

Krzysztof Schabowicz

.....
imię i nazwisko

ZAŁĄCZNIK 2A

AUTOREFERAT PRZEDSTAWIAJĄCY OPIS DOROBKU I OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH W JĘZYKU POLSKIM

Wrocław, dnia 24 listopada 2014 r.

Załącznik nr 2a

SPIS TREŚCI
ZAŁĄCZNIKA NR 2a

	str.
1. Imię i nazwisko.....	13
2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe	13
3. Przebieg zatrudnienia w jednostkach naukowych	13
4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki.....	13
<i>a. Tytuł osiągnięcia naukowego</i>	<i>13</i>
<i>b. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia</i>	<i>14</i>
<i>c. Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników.....</i>	<i>15</i>
1) Określenie nieprawidłowej grubości konstrukcji.....	24
2) Lokalizacja delaminacji	27
3) Lokalizacja dużych pustek powietrznych.....	30
4) Identyfikacja i lokalizacja stref makro-niejednorodności betonu	32
5) Określenie głębokości rys	34
6) Podsumowanie	37
5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych	40
<i>a. Przed uzyskaniem stopnia doktora.....</i>	<i>40</i>
<i>b. Po uzyskaniu stopnia doktora.....</i>	<i>42</i>
6. Podsumowanie działalności naukowo-badawczej, dydaktycznej, organizacyjnej i inżynierskiej. 45	
<i>a. Działalność naukowo-badawcza po uzyskaniu stopnia doktora</i>	<i>45</i>
<i>b. Działalność dydaktyczna.....</i>	<i>48</i>
<i>c. Działalność organizacyjna i inżynierska</i>	<i>49</i>

Autoreferat

1. Imię i nazwisko: Krzysztof Schabowicz

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

- a. 1996 r.: magister inżynier, Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, kierunek budownictwo, specjalność budowlano-technologiczna, tytuł pracy magisterskiej: „Współczesne systemy konstrukcyjne budownictwa jednorodzinnego”, promotor: dr inż. Andrzej Moczko;

- b. 2003 r.: doktor nauk technicznych, Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej, dyscyplina budownictwo, specjalność budownictwo ogólne, tytuł rozprawy doktorskiej: „Nieniszcząca identyfikacja wytrzymałości na ściskanie betonu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych”, promotor: prof. dr hab. inż. Jerzy Hoła.

3. Przebieg zatrudnienia w jednostkach naukowych

- a. 01.10.1996 r. do 30.09.2004 r.: asystent na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego, w Instytucie Budownictwa, w Zakładzie Budownictwa Ogólnego Politechniki Wrocławskiej, równolegle od 01.10.1997 r. do 30.09.2002 r. doktorant na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej;

- b. 01.10.2004 r. do chwili obecnej: adiunkt na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego, w Instytucie Budownictwa, w Zakładzie Budownictwa Ogólnego Politechniki Wrocławskiej.

4. Wskazanie osiągnięcia wynikającego z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.):

a. Tytuł osiągnięcia naukowego

„Metodyka badania dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu nowoczesnymi metodami akustycznymi”

b. Publikacje wchodzące w skład osiągnięcia

Cykl publikacji powiązanych tematycznie:

- 1) **Schabowicz K.**; Modern acoustic techniques for testing concrete structures accessible from one side only, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, DOI: 10.1016/j.acme.2014.10.001, **IF = 1,331, punktacja MNiSW = 20.**

Publikacja samodzielna, udział 100%.

- 2) **Schabowicz K.**; Ultrasonic tomography – the latest nondestructive technique for testing concrete members – description, test methodology, application example, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 2014, Vol. 14, No. 2, 295-303. **IF = 0,963, punktacja MNiSW = 20.**

Publikacja samodzielna, udział 100%.

- 3) **Schabowicz K.**, Suvorov V. Nondestructive testing of a bottom surface and construction of its profile by ultrasonic tomography, *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 2014, Vol. 50, No. 2, 109-119. **IF = 0,217, punktacja MNiSW = 15.**

Mój wkład w powstanie pracy: autorstwo pomysłu i koncepcji pracy, rozpoznanie literatury, współudział w opisie metody badawczej i procesu konstruowania zobrazowań tomograficznych wraz z jego zmianami, zaprojektowanie stanowiska badawczego, współudział w wykonaniu badań i opracowaniu ich wyników, interpretacja wyników badań, zredagowanie wniosków. Mój udział procentowy szacuję na 70%.

- 4) Gorzelańczyk T.; Hoła J.; Sadowski Ł.; **Schabowicz K.**: Methodology of nondestructive identification of defective concrete zones in unilaterally accessible massive members, *Journal of Civil Engineering and Management*, 2013, Vol. 19, No. 6, 775-786. **IF = 2,016, punktacja MNiSW = 40.**

Mój wkład w powstanie pracy: współudział w wykonaniu, opracowaniu i interpretacji wyników badań, współudział w opracowaniu metodyki badań. Mój udział procentowy szacuję na 25%.

- 5) **Schabowicz K.**: Methodology for non-destructive identification of thickness of unilaterally accessible concrete elements by means of state-of-the-art acoustic techniques, *Journal of Civil Engineering and Management*, 2013, Vol. 19, No. 3, 325-334, **IF = 2,016, punktacja MNiSW = 40.**

Publikacja samodzielna, udział 100%.

- 6) **Schabowicz K.**, Hoła J.: Nondestructive elastic-wave tests of foundation slab in office building, *Materials Transactions*, 2012, Vol. 53, 296-302, **IF = 0,588, punktacja MNiSW = 25.**

Mój wkład w powstanie pracy: autorstwo pomysłu pracy, współudział w wykonaniu badań i opracowaniu ich wyników, interpretacja wyników badań, zredagowanie wniosków. Mój udział procentowy szacuję na 70%.

- 7) Hoła J.; Sadowski Ł.; **Schabowicz K.**: Nondestructive identification of delaminations in concrete floor toppings with acoustic methods, *Automation in Construction*, 2011, Vol. 20, 799-807, **IF = 1,500, punktacja MNiSW = 40.**

Mój wkład w powstanie pracy: współudział w wykonaniu, opracowaniu i interpretacji wyników badań, współudział w opracowaniu metodyki badań. Mój udział procentowy szacuję na 33%.

- 8) Hoła J.; **Schabowicz K.**: State-of-the-art non-destructive methods for diagnostic testing of building structures - anticipated development trends, *Archives of Civil and Mechanical Engineering*, 2010, Vol. X, Nr 3, 5-18, **IF = 0,383, punktacja MNiSW = 9.**

Mój wkład w powstanie pracy: współudział w opracowaniu koncepcji pracy, rozpoznanie literatury, współudział w opisie metod i opracowaniu wniosków. Mój udział procentowy szacuję na 50%.

c. Omówienie celu naukowego i osiągniętych wyników

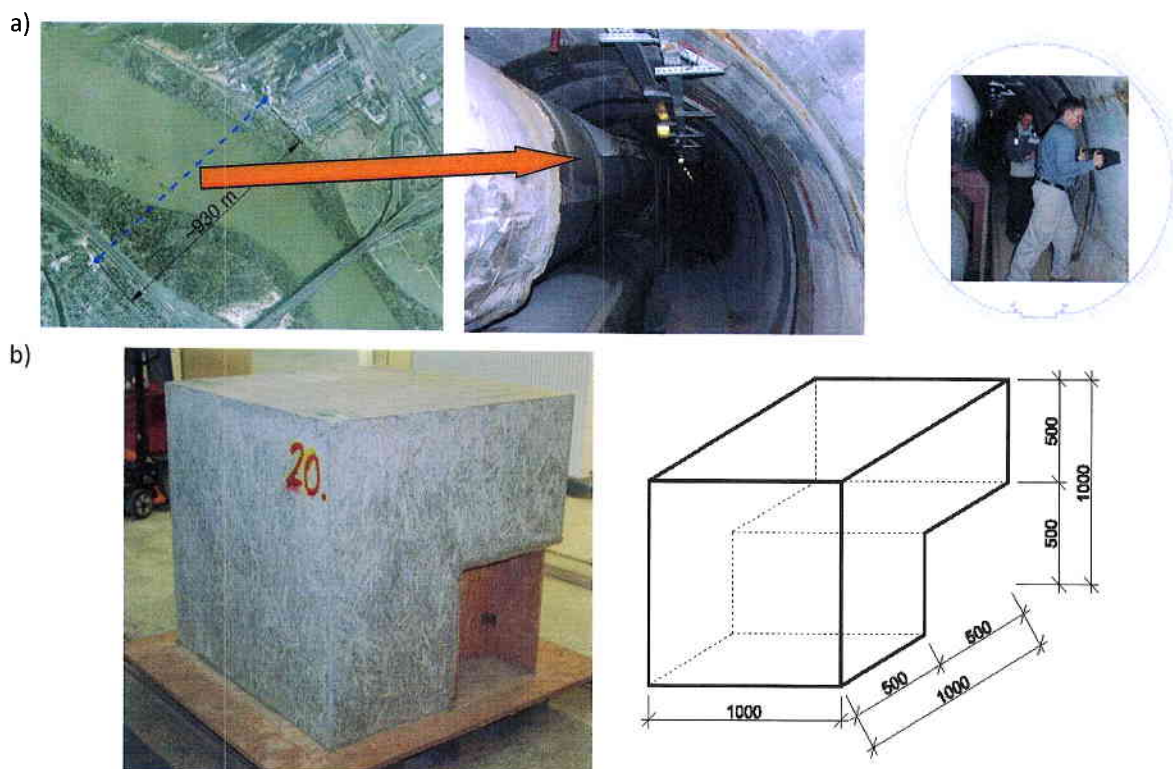
Konstrukcje wykonane z betonu poddaje się badaniom z różnych powodów i w różnym czasie, zarówno na etapie wznoszenia, jak i użytkowania. Do tego celu przydatnych może być wiele metod badawczych, które ze względu na stopień ingerencji w konstrukcję można podzielić na niszczące, seminieniszczące i nieniszczące. Badaniom niszczącym są poddawane przede wszystkim próbki pobierane z konstrukcji, rzadziej całe elementy lub konstrukcje. Badaniom seminieniszczącym i nieniszczącym poddaje się również próbki i elementy, ale także całe konstrukcje. Podczas badań seminieniszczących następuje niewielka lokalna i zazwyczaj przypowierzchniowa ingerencja w strukturę materiału. Natomiast w badaniach nieniszczących nie dochodzi do takiej ingerencji i można je wykonywać na dużej powierzchni i na znaczną głębokość, i ponadto umożliwiają wielokrotnie powtarzanie pomiarów, w rozumieniu miejsca i czasu.

W przypadku, gdy badana konstrukcja jest jednostronnie dostępna, bo styka się np. z gruntem lub z wodą, wiele z nieniszczących metod staje się do tego celu nieprzydatnych. Przykładem takich konstrukcji mogą być fundamenty i ściany garaży podziemnych, ściany tuneli i kolektorów, elementy konstrukcyjne obiektów hydrotechnicznych. W zasygnalizowanych przypadkach pojawia się konieczność skorzystania z nieniszczących metod badawczych nadających się do diagnozowania konstrukcji dostępnych jednostronnie.

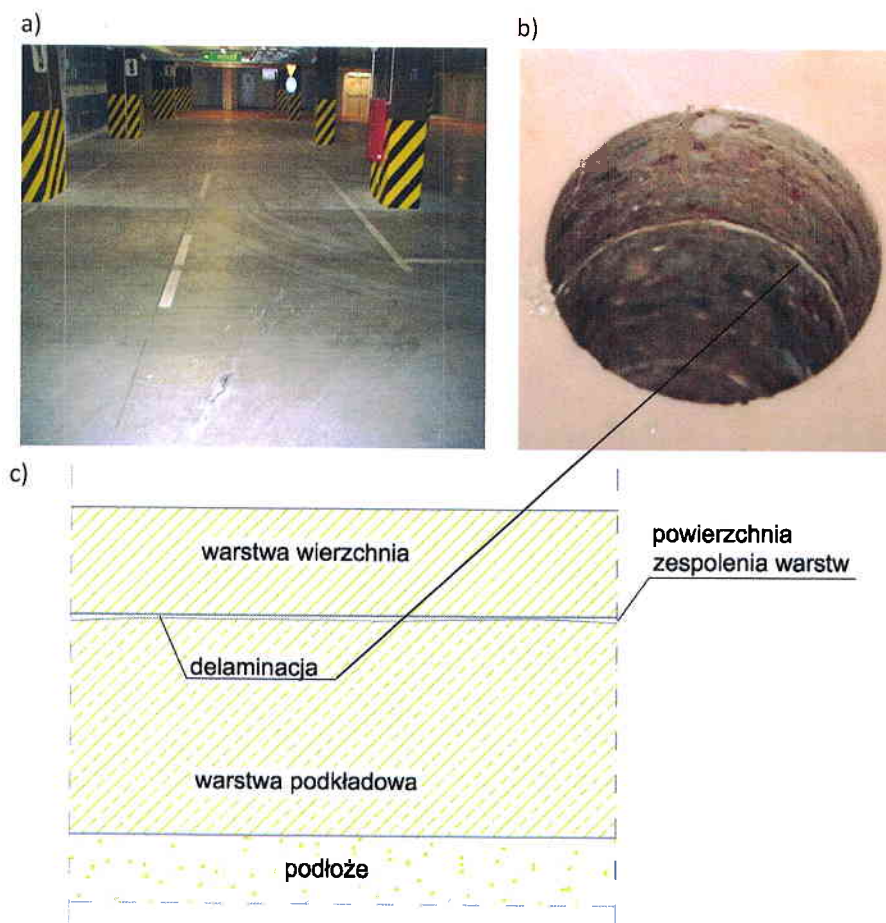
W cyklu publikacji powiązanych tematycznie [1-8] pt.: „Metodyka badania dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu nowoczesnymi metodami akustycznymi” zaprezentowałem własne badania i opracowaną na ich podstawie oryginalną metodykę nieniszczących badań nowoczesnymi metodami akustycznymi dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu. Badania te dotyczą konstrukcji pozbawionych uszkodzeń i wad, których celem może być na przykład potwierdzenie wykonania zgodnie z projektem grubości elementu dostępnego jednostronnie, jak również konstrukcji z niewidocznymi wadami. W tym drugim przypadku celem jest identyfikacja wady lub inaczej mówiąc imperfekcji. Imperfekcje rozumiane są tu jako efekty powodujące pogorszenie kondycji elementu lub całej konstrukcji w stosunku do stanu pierwotnego lub założonego w projekcie. Mogą one być geometryczne i materiałowe. Cyklem publikacji objęto, następujące imperfekcje: nieprawidłowa grubość konstrukcji, delaminacja na styku warstw betonowych, duże pustki powietrzne, strefy makro-niejednorodności betonu, rysy, które to imperfekcje mają, moim zdaniem, istotny wpływ m.in. na trwałość, bezpieczeństwo użytkowania oraz dalszą bezpieczną eksploatację konstrukcji z betonu.

Potrzeba znajomości grubości nowo wykonanej konstrukcji i stwierdzenia jej zgodności z projektem, albo niezgodności będącej imperfekcją geometryczną, wynika często z potrzeby jakościowego odbioru obiektu. Dla konstrukcji eksploatowanej od wielu lat potrzeba taka pojawia się na przykład w przypadku konieczności obliczeniowego sprawdzenia nośności, przy równoczesnym braku dokumentacji projektowej. Określenie grubości konstrukcji z betonu wtedy, gdy styka się on jednostronnie z wodą gruntową lub wodą spiętrzoną nie może być wykonane klasyczną techniką przewiercenia i wymaga zastosowania metod nieniszczących. Przykładem takich konstrukcji mogą być fundamenty i ściany garaży podziemnych, elementy konstrukcyjne obiektów hydrotechnicznych, ściany tuneli i kolektorów, zarówno w obiektach nowych jak i eksploatowanych przez wiele lat, co przykładowo zilustrowano na rysunku 1.

Wskutek popełnienia, między innymi, istotnych nieprawidłowości w wykonaniu warstwowych konstrukcji betonowych może pojawić się utrata ciągłości materiału w wyniku braku zespolenia ze sobą jego warstw, co przykładowo zilustrowano na rysunku 2.



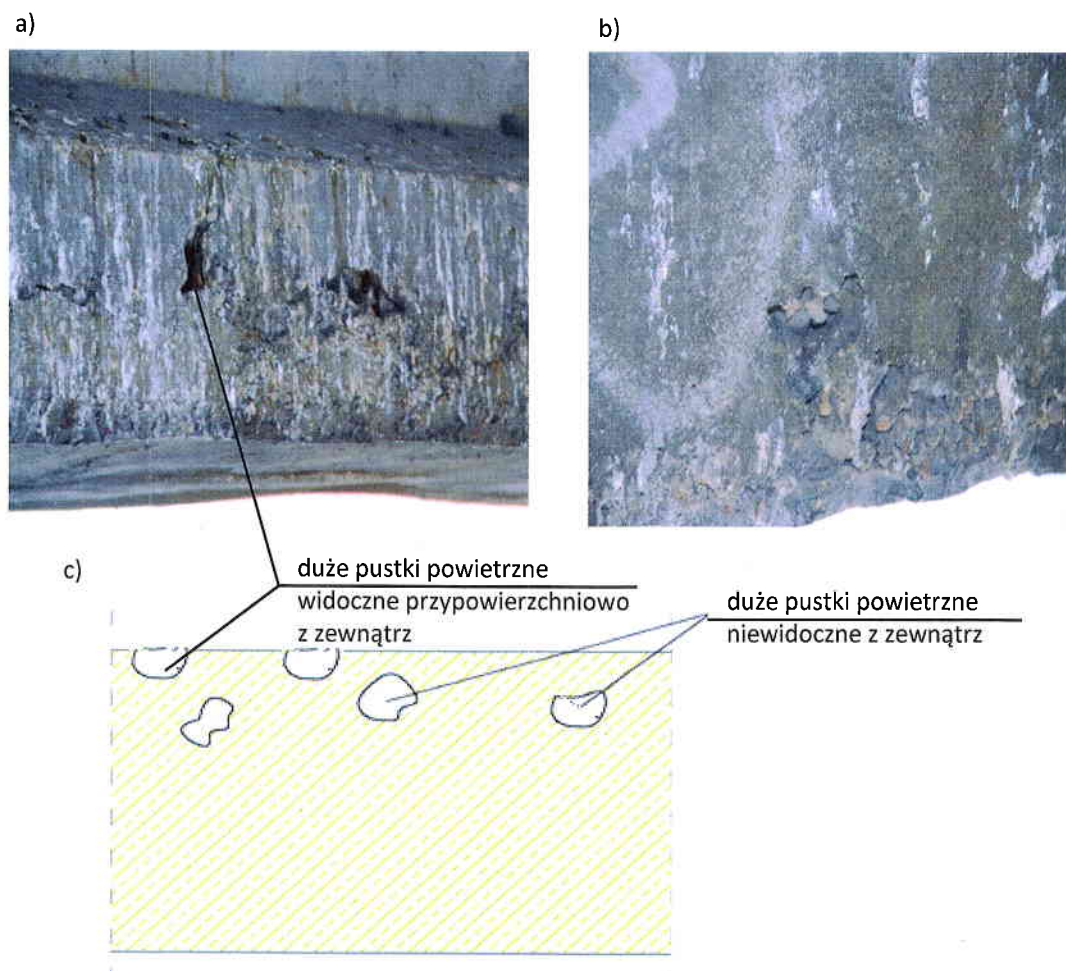
Rys. 1. Ilustracja imperfekcji geometrycznej – nieprawidłowej grubości konstrukcji: a) widok i przekrój przez tunel betonowy pod Wisłą, b) widok i rysunek schematyczny elementu próbnego



Rys. 2. Ilustracja imperfekcji materiałowej – delaminacji na styku warstw betonowych: a) widok podłogi w garażu wielostanowiskowym podziemnym, b) odkrywka wykonana w podłożu garażu, c) rysunek schematyczny delaminacji

Ta imperfekcja materiałowa, nazywana rozwarstwieniem (delaminacją) powoduje obniżenie nośności i trwałość konstrukcji. Między innymi dlatego przed odbiorem i przekazaniem do użytkowania konstrukcji szczególnie tych o dużej powierzchni i silnie obciążonych, a do takich zaliczają się np. podłogi garaży, wykonuje się badania mające na celu sprawdzenie poprawności zespolenia wszystkich warstw i ewentualną lokalizację delaminacji. W praktyce stosowana jest do tego celu seminieniszcząca metoda odrywania (ang. *pull-off*), ale skuteczność tej metody jest w dużej mierze uzależniona od liczby punktów badawczych. Przykładowo dla podłóg normowo przyjmuje się jeden punkt badawczy przypadający na 3m^2 badanego obszaru. Dla dokładnego określenia granic obszaru występowania delaminacji jest to jednak niewystarczające. Konieczne jest wtedy większe zagęszczenie punktów badawczych, co jest już istotną ingerencją w strukturę konstrukcji.

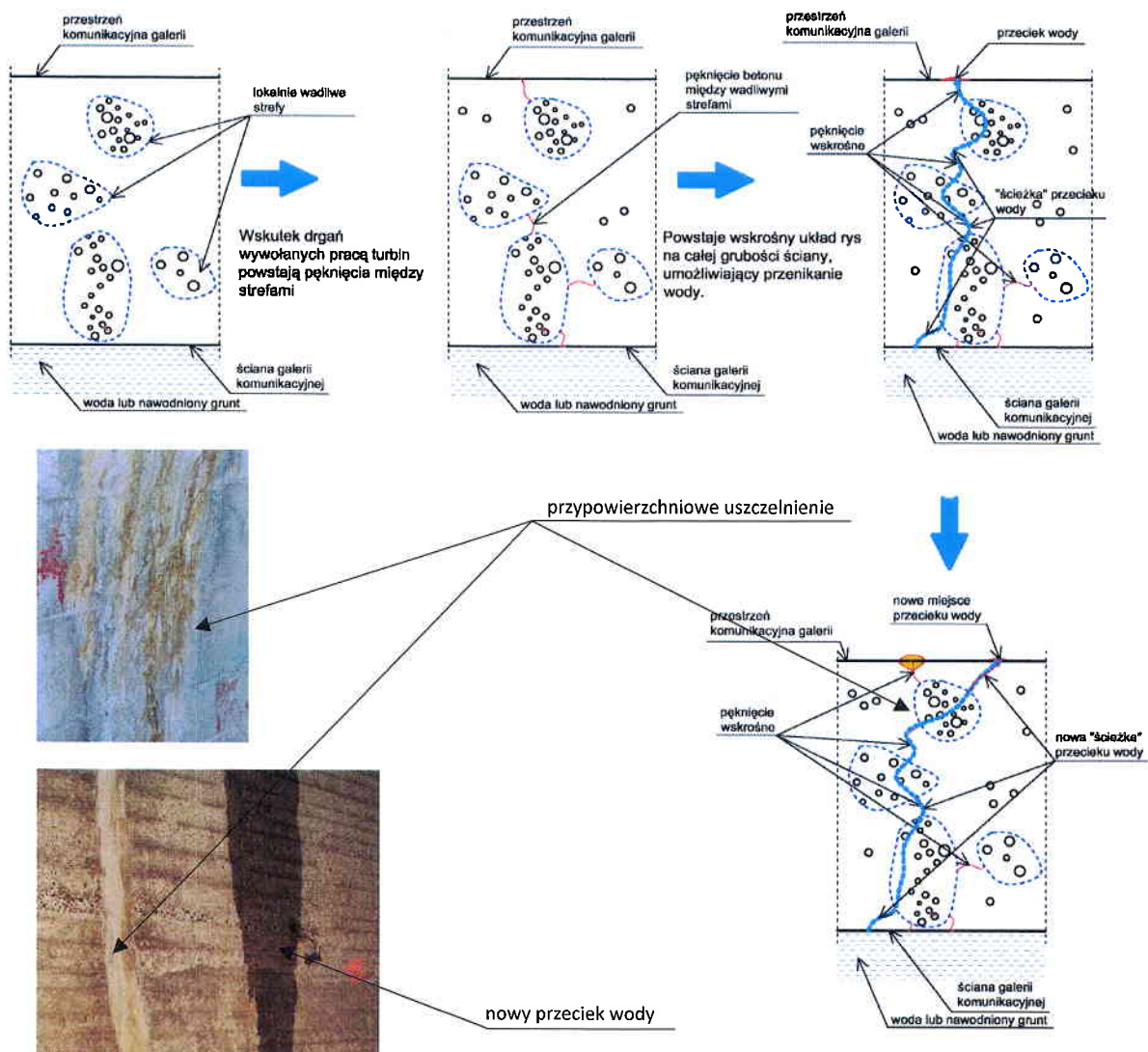
W miejscu połączenia różnych elementów konstrukcyjnych ze sobą, jak też w trakcie formowania elementów, mogą powstać imperfekcje materiałowe w postaci dużych pustek powietrznych, rozumianych jako nieciągłość materiału zdecydowanie większa od maksymalnej średnicy kruszywa w betonie, z którego taki element został wykonany, co zilustrowano na rysunku 3.



Rys. 3. Ilustracja imperfekcji materiałowej – duże pustki powietrzne: a), b) fragment konstrukcji z widocznymi przypowierzchniowymi dużymi pustkami powietrznymi, c) rysunek schematyczny fragmentu przekroju konstrukcji z widocznymi i niewidocznymi pustkami powietrznymi

Wtedy są to tzw. słabe miejsca w konstrukcji, bo między innymi brak betonu nie zapewnia właściwego otulenia zbrojenia. Zlokalizować duże pustki powietrzne, niewidoczne na powierzchni, można za pomocą wykonanych odwiertów, ale nie zawsze jest to skuteczne. Nie można w ten sposób określić rozmiaru pustki, co z kolei utrudnia naprawę. Zastosowanie do lokalizacji tego typu imperfekcji nieniszczącej metody radiologicznej też nie jest możliwe.

W dostępnych jednostronnie masywnych konstrukcjach takich obiektów jak elektrownie wodne i zapory wodne mogą powstać strefy makro-niejednorodności betonu, co zilustrowano na rysunku 4.

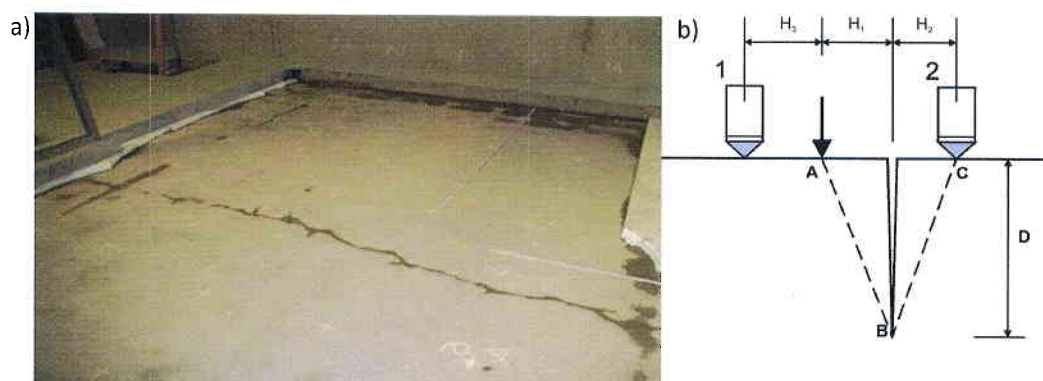


Rys. 4. Ilustracja imperfekcji materiałowej – strefy makro-niejednorodności betonu. Schemat powstawania tych stref w betonowej ścianie masywnej

Należy je rozumieć jako nieciągłości materiału mniejsze niż duże pustki powietrzne opisane powyżej, występujące w strefie o znacznej objętości. Konstrukcje masywne są szczególnie podatne na etapie wykonawczym na powstawanie w nich wadliwych stref (imperfekcji materiałowych) np. ze względu na niewłaściwe zagęszczenie betonu, użycie kruszywa o zbyt dużych ziarnach, czy też nie wystarczające otulenie ich zaprawą cementową. Beton w tych strefach jest wtedy nadmiernie

sporowacony, co przy jednostronnym parciu wody połączonym na przykład z drganiami konstrukcji wynikającymi ze sposobu użytkowania sprzyja wskrośnemu pękaniu, rozumianemu jako utrata ciągłości materiału na całej powierzchni przekroju konstrukcji, na co zwrócono uwagę w artykule [4].

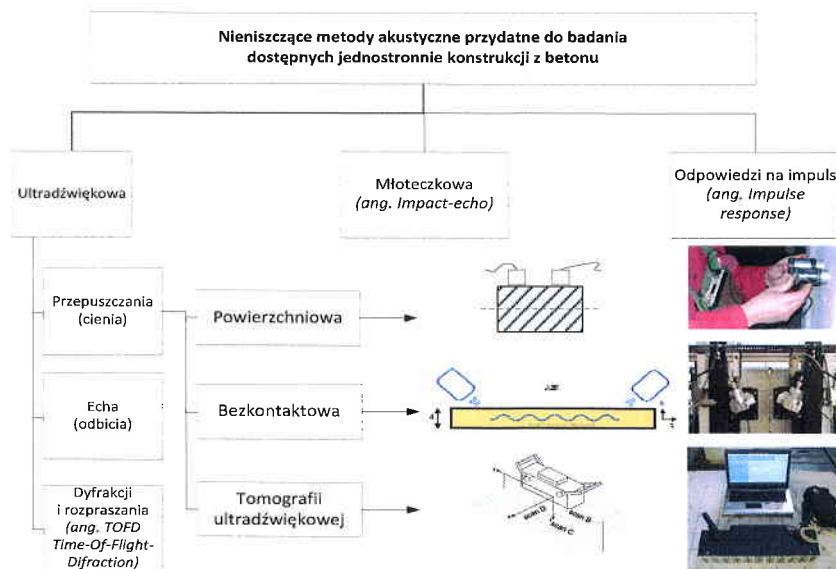
Często konieczne jest także określenie głębokości rysy, rozumianej jako nieciągłość materiału na części powierzchni przekroju konstrukcji, której wymiary głębokości i długości są znacząco duże w porównaniu z rozwarciem, co zilustrowano na rysunku 5. W miejscu rysy często dochodzi do przeciekania wody. Rysa może także z czasem ulec powiększeniu w rozumieniu głębokości, długości i rozwarcia, i w rezultacie doprowadzić np. do stanu awaryjnego konstrukcji. Do określenia głębokości rys standardowo wykorzystywana jest metoda polegająca na pobraniu odwiertu rdzeniowego, ale w sytuacji gdy z drugiej strony konstrukcji znajduje się woda wywierająca ciśnienie jest ona ryzykowna do zastosowania.



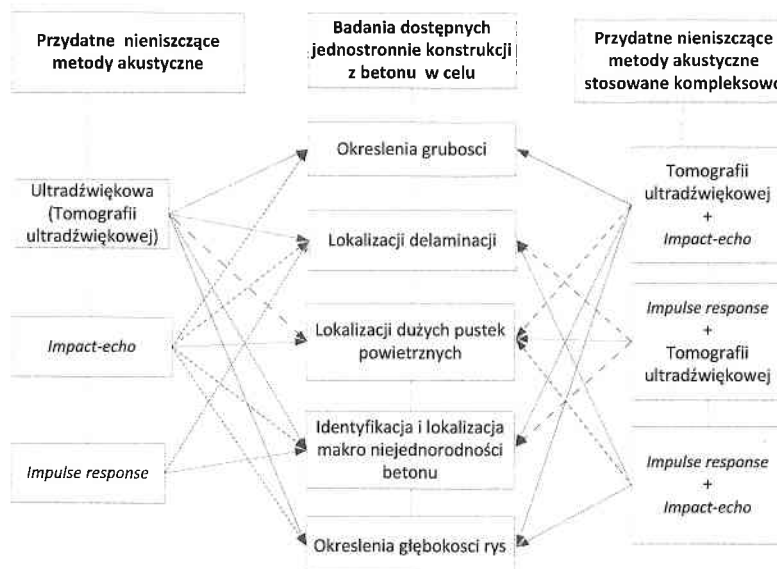
Rys. 5. Ilustracja imperfekcji materiałowej – rysy: a) widok fragmentu zarysowanej płyty fundamentowej, b) rysunek schematyczny określenia głębokości rysy

Pierwszą pracą inicjującą i równocześnie rozpoczynającą cykl publikacji powiązanych tematycznie pt.: „Metodyka badania dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu nowoczesnymi metodami akustycznymi” i uzasadniająca potrzebę zajęcia się tym tematem od strony naukowej jest artykuł [8]. Zaprezentowano w nim najnowsze nieniszczące metody akustyczne przydatne do badania dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu i ich klasyfikację. Warto podać, że artykuł [8], który został opublikowany pod koniec 2010 roku został zauważony w literaturze. Posiada obecnie 27 cytowań wg bazy *Web of Science* i 31 wg bazy *Scopus*. Aktualnie zajmuje 2 miejsce na liście najczęściej cytowanych prac w czasopiśmie (znajdującym się w bazie JCR) *Archives of Civil and Mechanical Engineering*.

Bazując na artykule [8], na rysunku 6 pokazałem nieco zmodyfikowaną klasyfikację nieniszczących metod akustycznych przydatnych w badaniach dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu. Klasyfikację tą, zaprezentowałem w artykule [1]. Na rysunku 7, za [1], pokazano przydatność poszczególnych nieniszczących nowoczesnych metod akustycznych stosowanych pojedynczo lub kompleksowo do badania dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu.

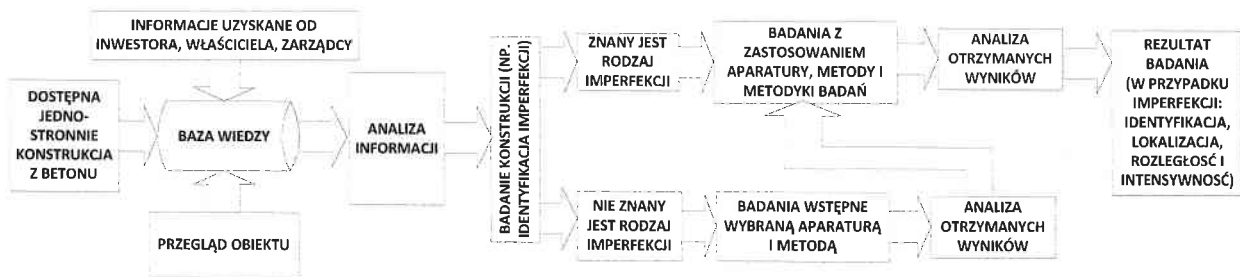


Rys. 6. Klasyfikacja nieniszczących metod akustycznych przydatnych do badania dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu [1, 8]



Rys. 7. Przydatność nowoczesnych nieniszczących metod akustycznych stosowanych pojedynczo lub kompleksowo do badania dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu [1]

W badaniach dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu badacz staje przed problemem wyboru właściwej metody, aparatury i zastosowania odpowiedniej metodyki umożliwiającej wykrycie i identyfikację ewentualnych wad. W przypadku braku informacji np. o rodzaju badanej imperfekcji niezbędne staje się wykonanie badań wstępnych wybraną metodą i aparaturą, aby na podstawie przeprowadzonej heurystycznie analizy otrzymanych rezultatów zastosować odpowiednią metodę, aparaturę i co ważne metodykę badań, tak jak pokazano to na rysunku 8. Sytuacja jest prostsza, gdy na podstawie informacji uzyskanych na przykład od zleceniodawcy wiadomym jest jaka imperfekcja występuje. Do dalszej analizy przydatna jest wiedza na temat lokalizacji (położenia), rozległości (wielkości obszaru występowania) i intensywności (zaawansowania zmiany zależnej od rodzaju wady) zidentyfikowanej (rozpoznanej) imperfekcji.



Rys. 8. Ogólna metodyka postępowania przy badaniu dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu

W kolejnych artykułach [2-7] wchodzących w skład cyklu publikacji powiązanych tematycznie przedstawiono rezultaty jakie uzyskano w trakcie własnych badań konstrukcji o skali naturalnej, w obiektach budowlanych o różnym przeznaczeniu, z wykorzystaniem nowoczesnych nieniszczących metod akustycznych zaprezentowanych w artykule [8]. Stanowiły one podstawę do opracowania oryginalnych metodyk badań dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu w zakresie:

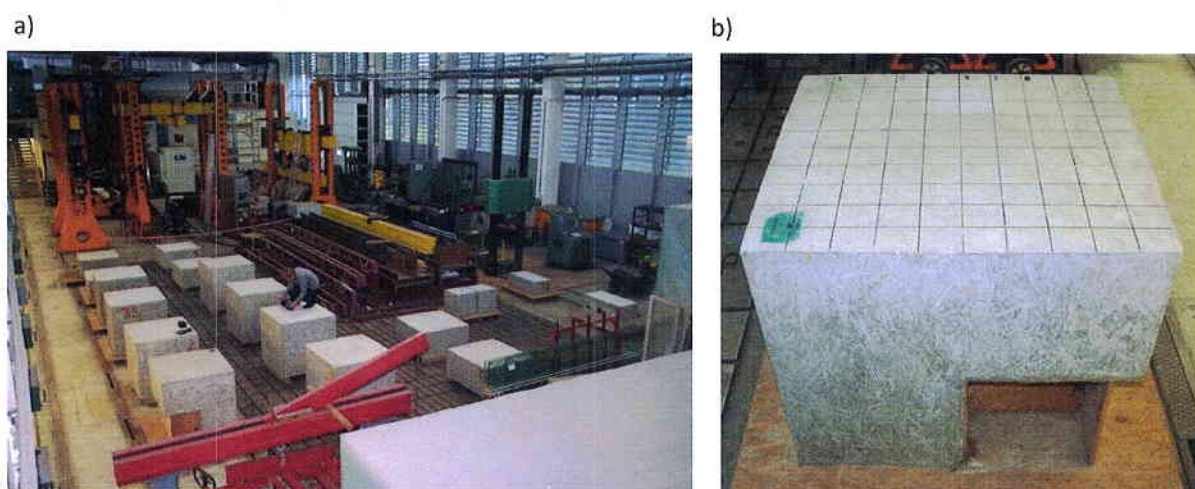
- nieniszczącego określenia nieprawidłowej grubości z zastosowaniem kompleksowym metody tomografii ultradźwiękowej i metody młoteczkowej (ang. *impact-echo*) [5],
- nieniszczącej lokalizacji delaminacji z zastosowaniem kompleksowym metod odpowiedzi na impuls (ang. *impulse response*) i *impact-echo* [7],
- nieniszczącej lokalizacji dużych pustek powietrznych z zastosowaniem metody tomografii ultradźwiękowej [2],
- nieniszczącej identyfikacji i lokalizacji stref makro niejednorodności betonu z zastosowaniem kompleksowym metod *impulse response* i tomografii ultradźwiękowej [4],
- nieniszczącego określenia głębokości rys z zastosowaniem metody *impact-echo*, oraz z zastosowaniem kompleksowym metod tomografii ultradźwiękowej i *impact-echo* [1].

Zakres zastosowań dla tych metodyk zweryfikowanych na obiektach budowlanych, ograniczenia, zalety i wady przedstawiono w artykułach [2, 4-7].

Warto podkreślić, że prowadzenie badań konstrukcji o skali naturalnej wymaga pracy zespołowej. Stąd też rezultaty badań uzyskane zespołowo opublikowano zespołowo w artykułach [4, 7].

Analiza otrzymanych wyników badań konstrukcji w skali naturalnej stała się inspiracją do wykonania własnych badań w laboratorium, których wyniki opublikowano w artykułach [2, 3] jednotematycznego cyklu publikacji. Rezultaty tych badań umożliwiły dopracowanie opracowanych wcześniej oryginalnych metodyk nieniszczącego określenia nieprawidłowej grubości i nieniszczącej lokalizacji dużych pustek powietrznych w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu z zastosowaniem metody tomografii ultradźwiękowej [2]. Warto podać, że artykuł [2] opublikowany w drugim kwartale 2014 roku w czasopiśmie *Archives of Civil and Mechanical Engineering* posiada obecnie 3 cytowania wg bazy *Scopus*.

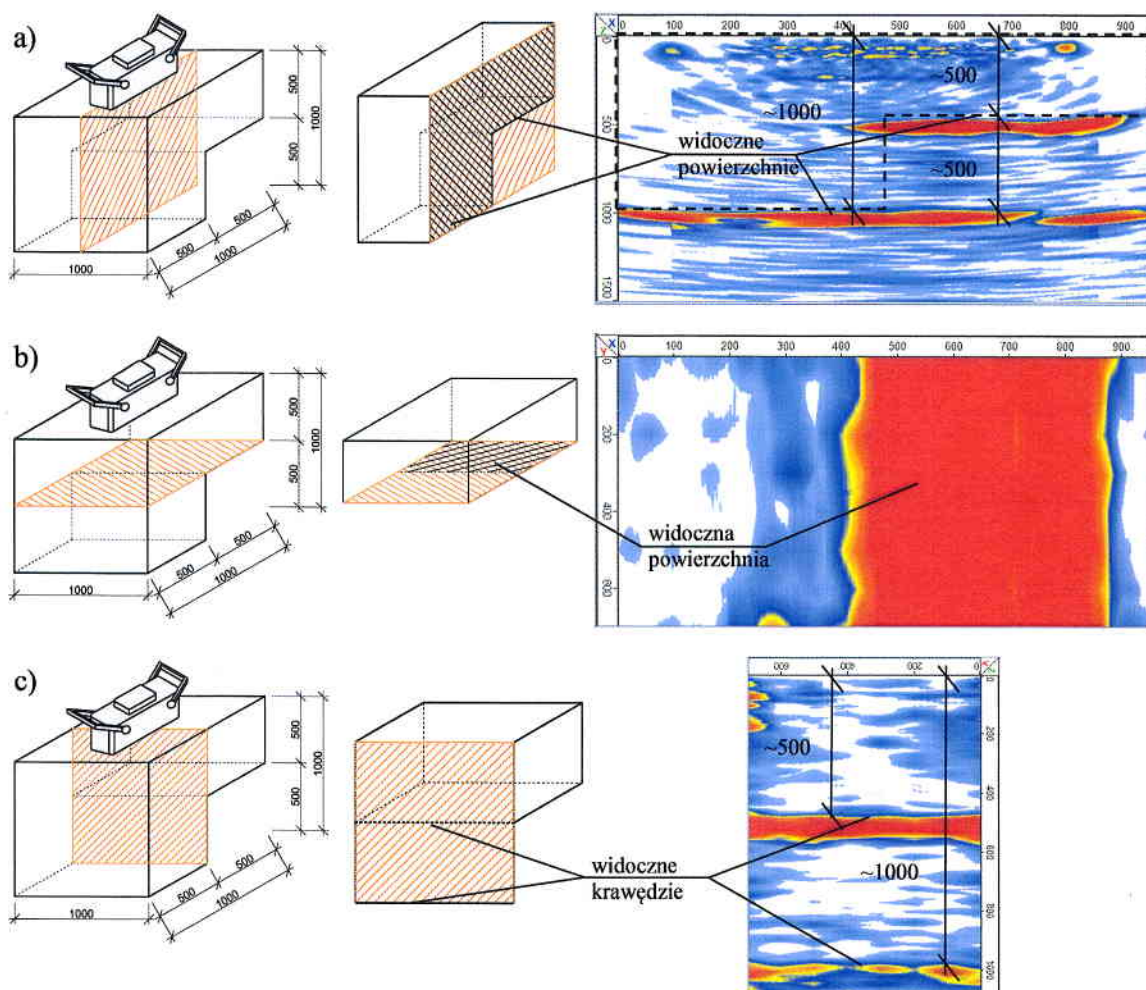
W laboratorium wykonałem łącznie 50 zamodelowanych elementów próbnych z imperfekcjami geometryczną i materiałowymi, z betonu C25/30 na kruszywie do 8 mm, o wymiarach: 1000 x 1000 x 1000 mm, 500 x 1000 x 1000 mm, 500 x 500 x 1000 mm, 500 x 500 x 500 mm, co pokazano na rysunku 9. Elementy te wykorzystałem do badania metodami nieniszczącymi wybranych imperfekcji, publikując wybrane uzyskane rezultaty w [2, 3]. Pozostałe rezultaty są w trakcie przygotowywania do opublikowania. Na rysunku 10 przedstawiono przykładowe wyniki uzyskane za pomocą tomografu ultradźwiękowego dla elementu próbnego pokazanego na rysunku 9b.



Rys. 9. Widok elementów próbnych przygotowanych do badania nieniszczącymi metodami akustycznymi różnych imperfekcji geometrycznej i materiałowych (a) i zbliżenie jednego z elementów wykorzystanego do zweryfikowania metodyki określenia nieprawidłowej grubości (b)

Przeprowadzenie badań w laboratorium było bardzo ważnym elementem moich dociekań naukowych, bo na tej podstawie zbudowałem bazę wiedzy, przydatną w analizie rezultatów otrzymywanych na obiektach budowlanych.

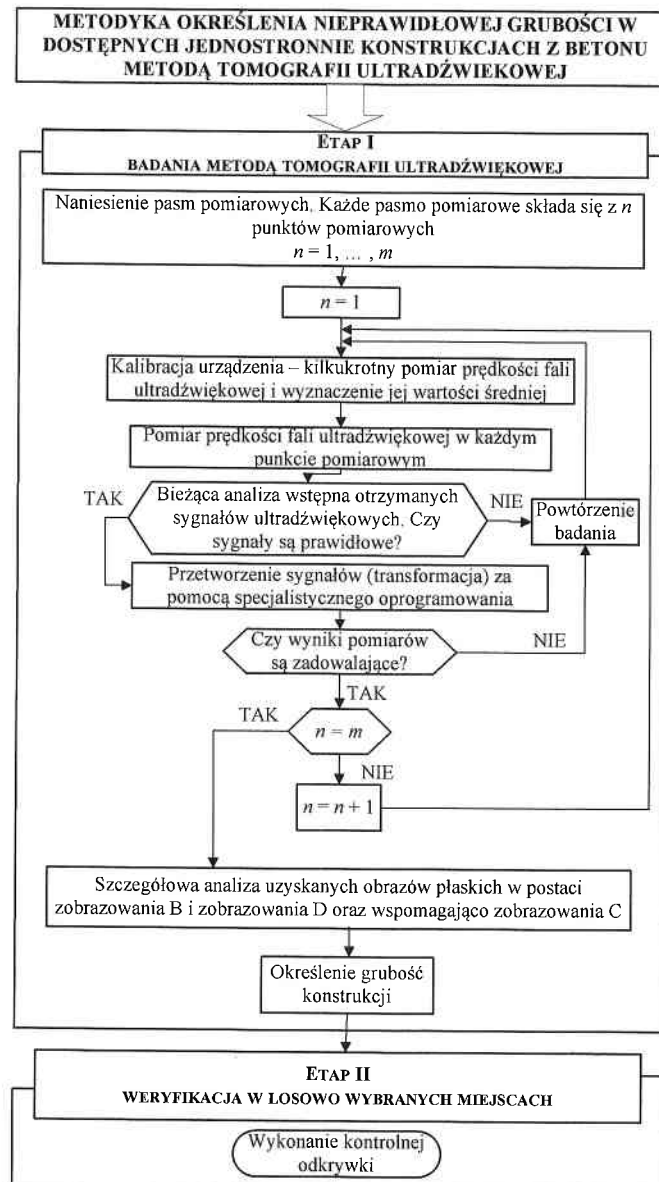
Pracą podsumowującą i zamykającą cykl publikacji powiązanych tematycznie jest artykuł [1]. W artykule tym zebrano i usystematyzowano przede wszystkim własne dokonania wynikające z przeprowadzonych badań opublikowanych w [2-7], odnoszące się do opracowanych oryginalnych metodyk nieniszczącego badania wybranych imperfekcji geometrycznej i materiałowych w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu nowoczesnymi metodami akustycznymi, poszerzone ponadto o opracowane własne oryginalne metodyki określania głębokości rys. Takiej podsumowującej pracy, moim zdaniem, brakowało w literaturze.



Rys. 10. Przykładowe wyniki uzyskane za pomocą tomografu ultradźwiękowego dla elementu próbnego pokazanego na rysunku 9b: a) zobrazenie B, b) zobrazenie C, c) zobrazenie D [2]

1) Określenie nieprawidłowej grubości konstrukcji

Metodykę własną określenia nieprawidłowej grubości w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu z wykorzystaniem nieniszczącej metody tomografii ultradźwiękowej przedstawiono na rysunku 11, za [1], nieco zmodyfikowaną w stosunku do pokazanych w [2, 5], gdzie przedstawiono jej koncepcję. Jak wynika z tego rysunku za pomocą metody tomografii ultradźwiękowej uzyskuje się obrazy płaskie wnętrza badanej konstrukcji betonowej, w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach pokazanych w postaci trzech wzajemnie prostopadłych zobrażeń. Szczegółowa analiza tych zobrażeń umożliwia określenie grubości i na tej podstawie lokalizację i wyznaczenie rozległość i intensywności (zmiany grubości) miejsc nieprawidłowych w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu.

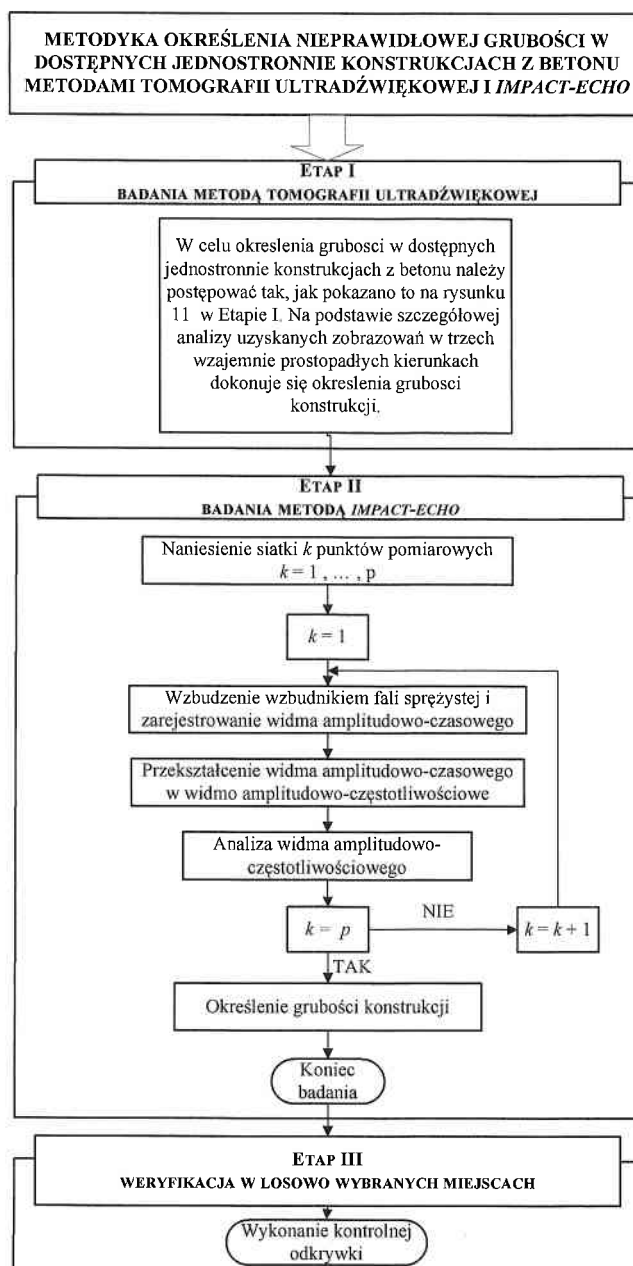


Rys. 11. Metodyka określenia nieprawidłowej grubości w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu z wykorzystaniem metody tomografii ultradźwiękowej [1]

Dwuetapową własną metodykę określenia nieprawidłowej grubości w układzie kompleksowym, z wykorzystaniem nieniszczących metod tomografii ultradźwiękowej i *impact-echo*, przedstawiono na rysunku 12, za [1] nieco zmodyfikowaną w stosunku do pokazanej w [5].

W pierwszym etapie tej metodyki z pomocą metody tomografii ultradźwiękowej uzyskuje się obrazy płaskie wnętrza badanej konstrukcji betonowej w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach i na podstawie ich analizy ocenia grubość konstrukcji z dokładnością około 20-30 mm. W drugim etapie, w celu doprecyzowania grubości zidentyfikowanej za pomocą tomografu ultradźwiękowego i tym samym weryfikacji wyników uzyskanych w etapie I badania wykonuje się metodą *impact-echo*. W każdym z punktów pomiarowych wzbudzana jest fala sprężysta i zarejestrowane są widma amplitudowo-czasowego i przekształcane w widmo amplitudowo-częstotliwościowe. Analiza tych widm umożliwia określenie grubości, rozległości i intensywności nieprawidłowości z dokładnością

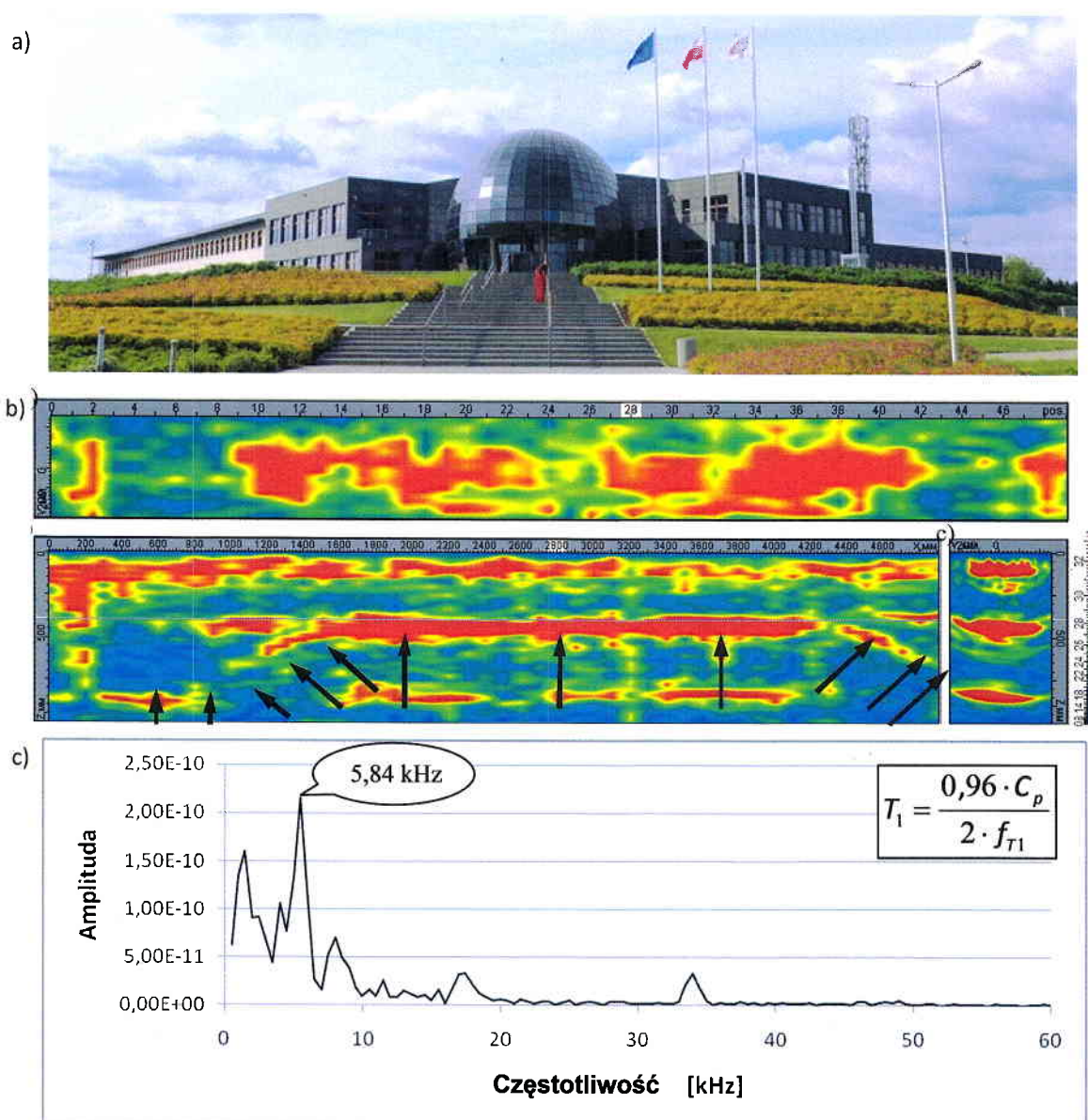
około 5-10 mm. Pozwala to na doprecyzowanie rezultatów uzyskanych w etapie I, co zweryfikowano także w badaniach prowadzonych w laboratorium opisanych powyżej.



Rys. 12. Metodyka określenia nieprawidłowej grubości w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu w układzie kompleksowym z wykorzystaniem metody tomografii ultradźwiękowej i *impact-echo* [1]

W przypadku obydwu metodyk wskazana jest weryfikacja w losowo wybranym miejscu (lub miejscach), poprzez wykonanie kontrolnej odkrywki w postaci odwiertu.

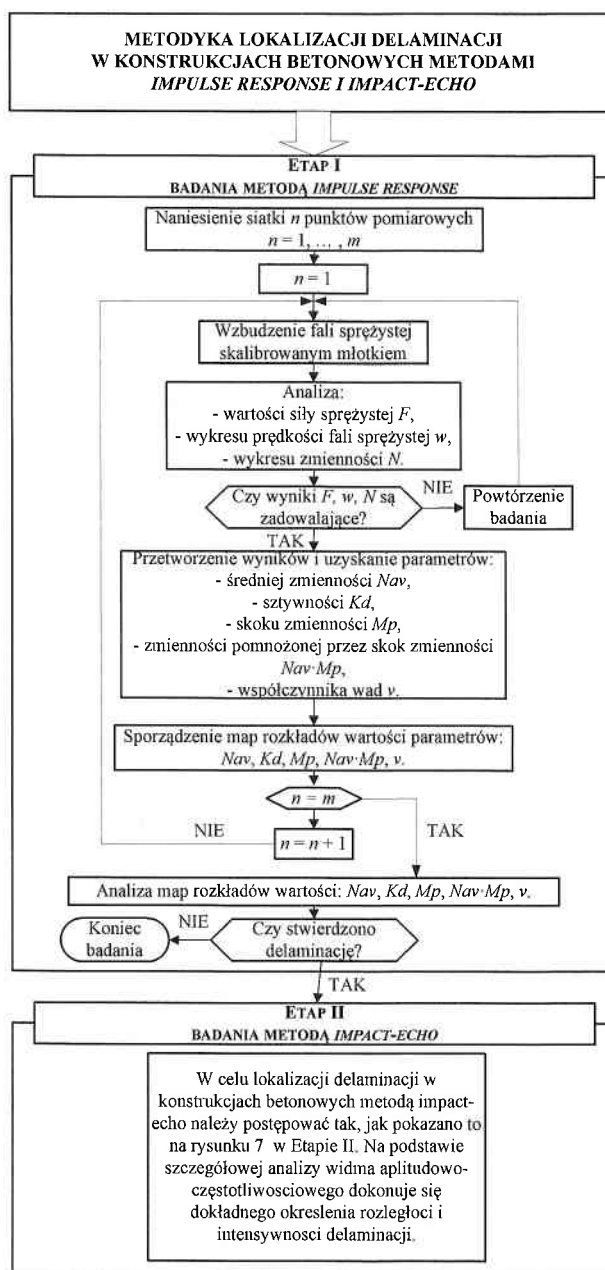
Obydwie przedstawione metodyki badań zweryfikowałem na obiektach budowlanych [5, 6], co pokazano na rysunku 13 oraz w badaniach prowadzonych w laboratorium na specjalnie przygotowanych do tego celu elementach próbnym [2] (artykuł [5] posiada obecnie 1 cytowanie wg bazy *Web of Science* i 3 wg bazy *Scopus*, a artykuł [6] 10 cytowań wg bazy *Web of Science* i 11 wg bazy *Scopus*).



Rys. 13. Weryfikacja metodyki określenia nieprawidłowej grubości w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu w układzie kompleksowym z wykorzystaniem metody tomografii ultradźwiękowej i *impact-echo* na przykładowym obiekcie budowlanym [5, 6]: a) widok ogólny budynku, b) przykładowe zobrazowanie grubości płyty fundamentowej uzyskane z pomocą tomografu ultradźwiękowego, kolejno zobrazowanie C, zobrazowanie D, zobrazowanie B, c) widmo amplitudowo-częstotliwościowe fali sprężystej zarejestrowane aparaturą *impact-echo* w części środkowej płyty fundamentowej

2) Lokalizacja delaminacji

W celu lokalizacji delaminacji w dostępnych jednostronnie warstwowych konstrukcjach z betonu przedstawiono za [7] dwuetapową metodykę badań z wykorzystaniem dwóch nowoczesnych metod nieniszczących *impulse response* i *impact-echo*. Metodykę tą, której jestem współautorem, zaprezentowano na rysunku 14, za [1] nieco zmodyfikowaną w stosunku do pokazanej w [7].



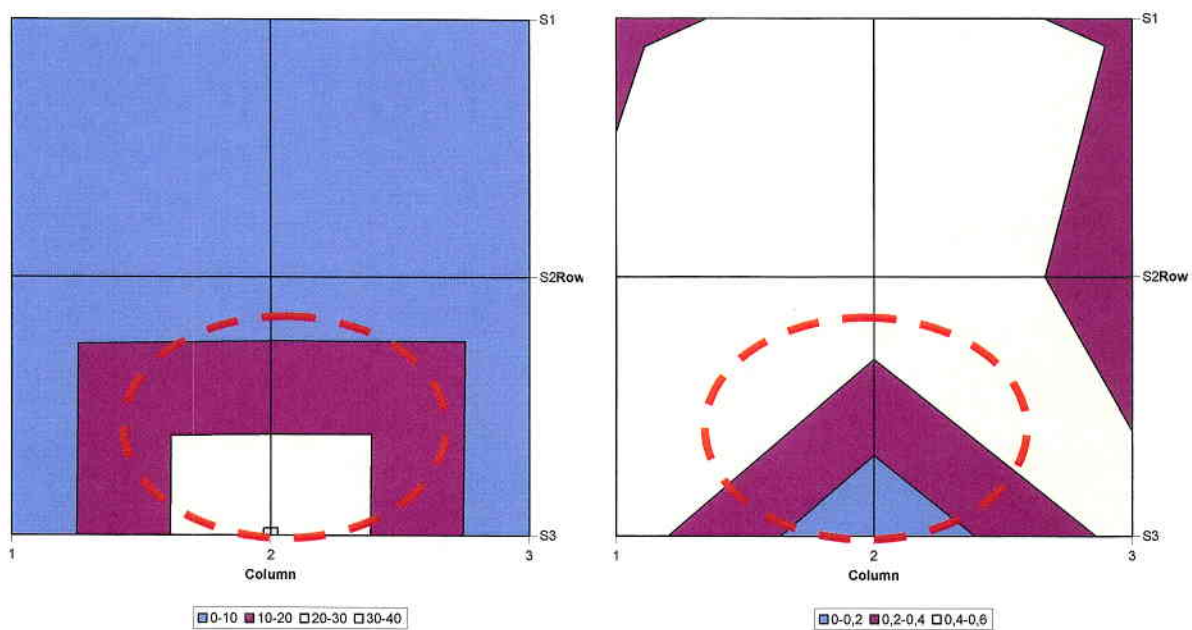
Rys. 14. Metodyka lokalizacji delaminacji w dostępnych jednostronnie konstrukcjach betonowych metodami *impulse response* i *impact-echo* [1]

Zgodnie z przedstawioną metodyką najpierw wykonuje się metodą *impulse response* zgrubną lokalizację obszaru z dokładnością około 250-500 mm w planie (uzależnione jest to od rozmiaru siatki pomiarowej), na którym delminacja występuje, a następnie bardziej precyzyjną lokalizację granic obszaru wadliwego (rozległości) metodą *impact-echo* z dokładnością około 50-100 mm w planie i szacowanie intensywności („grubości” delaminacji), tak jak pokazano to na rysunku 14, za [1]. Metodykę tę zweryfikowano na obiekcie budowlanym [7], a przykładowe wyniki przedstawiono na rysunku 15. Artykuł [7] został opublikowany pod koniec 2011 roku i na chwilę obecną posiada 14 cytowań wg bazy *Web of Science* i 16 wg bazy *Scopus*.

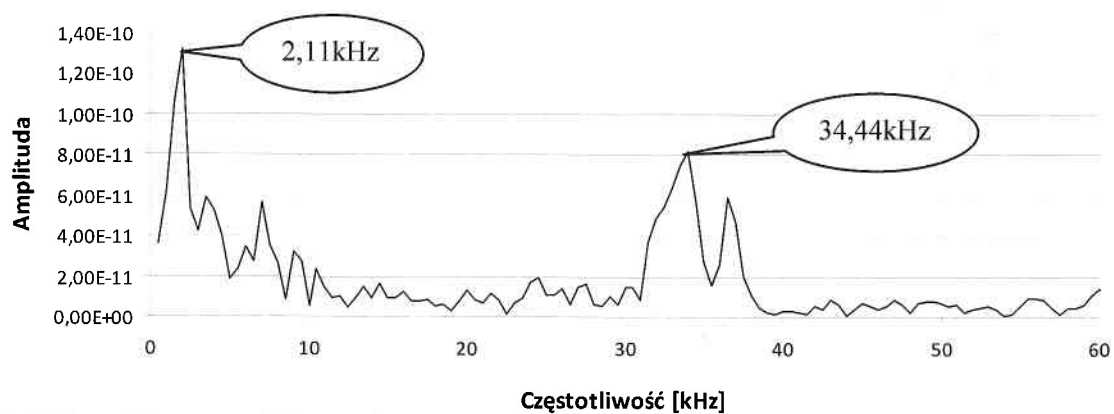
a)



b)



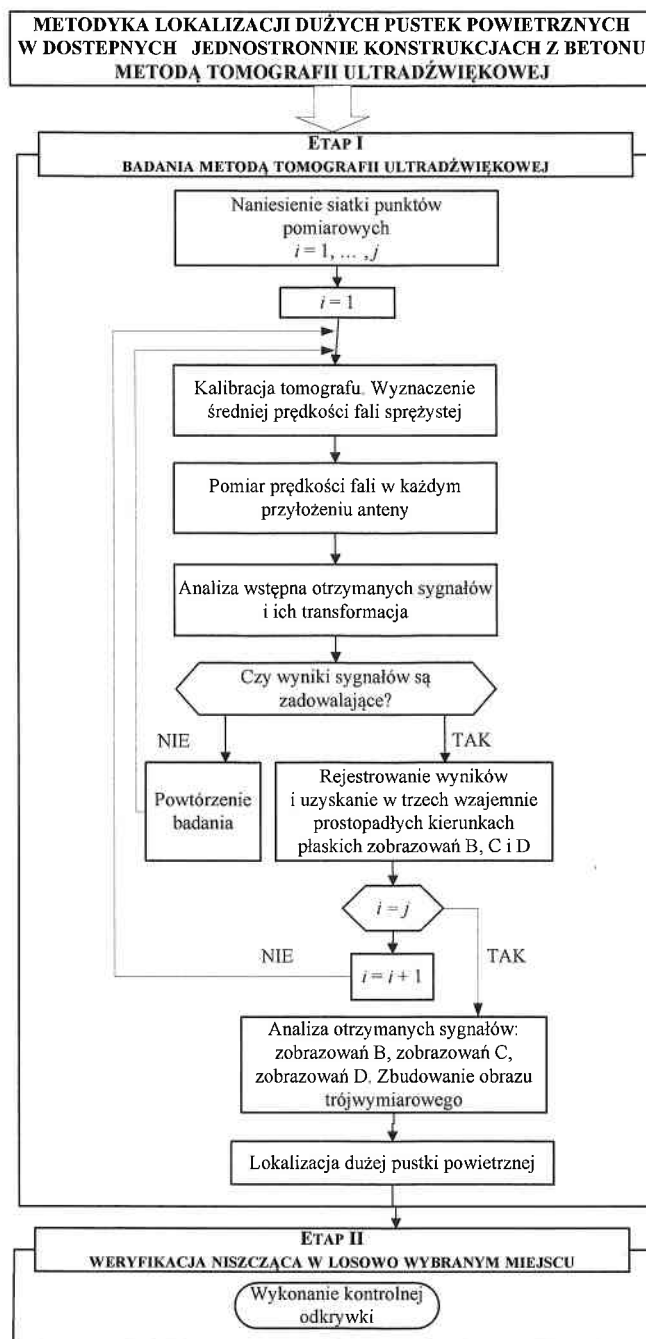
c)



Rys. 15. Weryfikacja metodyki lokalizacji delaminacji w dostępnych jednostronnie konstrukcjach betonowych metodami *impulse response* i *impact-echo* na przykładowym obiekcie budowlanym [7]: a) widok ogólny budynku, b) przykładowe mapy charakterystycznych parametrów dla płyty fundamentowej, w której stwierdzono delaminację, kolejno mapa średniej zmienności i mapa sztywności dynamicznej, c) widmo amplitudowo-częstotliwościowe fali sprężystej zarejestrowane *impact-echo* w części płyty fundamentowej, gdzie stwierdzono delaminację

3) Lokalizacja dużych pustek powietrznych

Metodykę nieniszczącej lokalizacji dużych pustek powietrznych w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu z wykorzystaniem metody tomografii ultradźwiękowej przedstawiono na rysunku 16, za [1] nieco zmodyfikowaną w stosunku do pokazanej w [2].



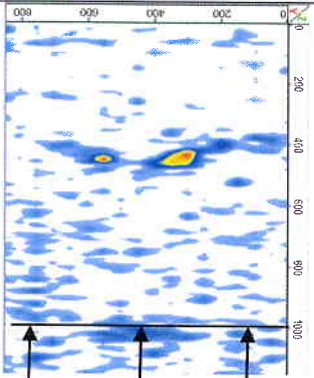
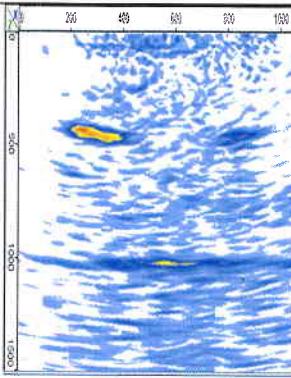
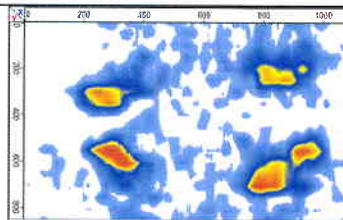
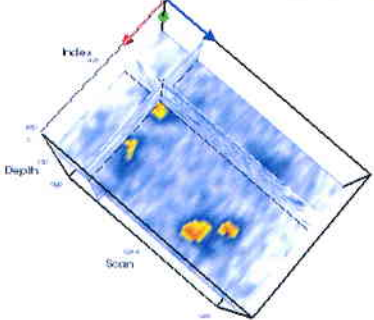
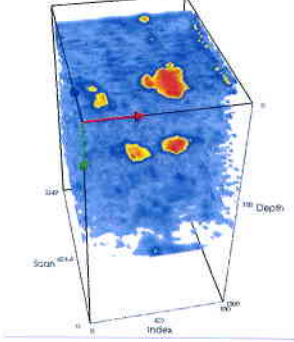


Rys. 16. Metodyka lokalizacji dużych pustek powietrznych w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu z wykorzystaniem metody tomografii ultradźwiękowej [1]

Metodyka ta jest co do toku postępowania zbieżna z metodyką określenia grubości, którą zamieszczono w punkcie 1 na rysunku 11. Przedmiotową metodykę opracowano na podstawie badań

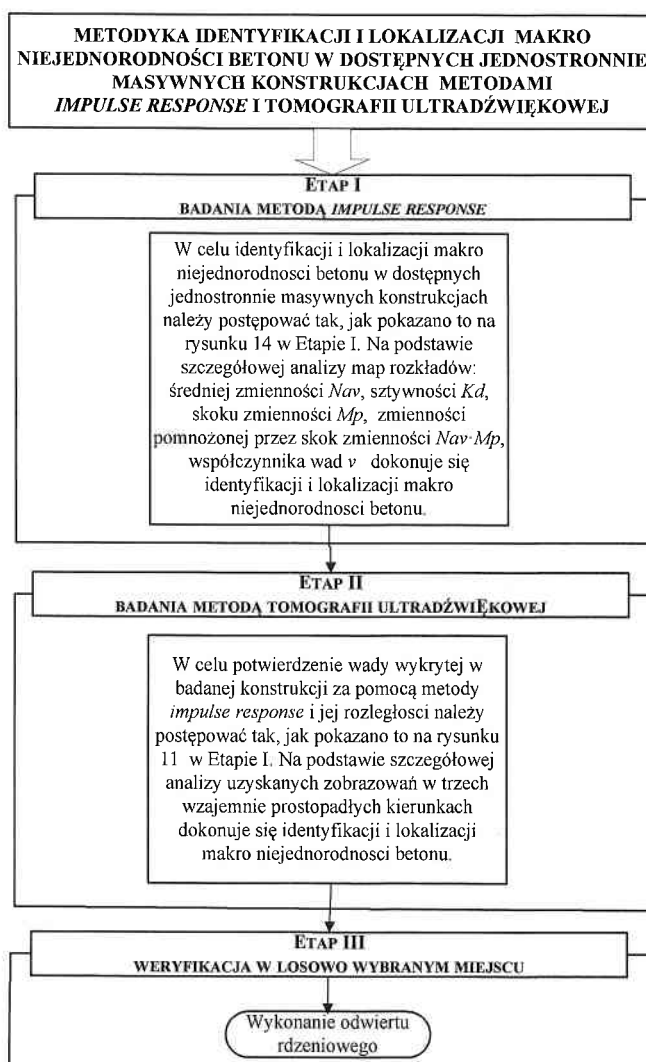
prowadzonych w laboratorium. Przedmiotem badań laboratoryjnych były elementy próbne, tak jak opisano powyżej, z zamodelowanymi imperfekcjami materiałowymi w postaci wtrąceń o gęstości około stukrotnie mniejszej od gęstości betonu. Rezultaty tych badań przedstawiono m.in. w artykułach [2, 3], a przykładowe rezultaty badań przedstawiono w tabeli 1. Badania laboratoryjne wykonano po tym, jak w trakcie badań na obiekcie napotkano na trudności związane z interpretacją uzyskanych wyników. Artykuł [3] został opublikowany pod koniec pierwszego kwartału 2014 roku i na chwilę obecną posiada 1 cytowanie wg bazy *Scopus*.

Tabela 1. Przykładowe wyniki badań nieniszczących otrzymane za pomocą tomografu ultradźwiękowego dla próbki z zamodelowanymi imperfekcjami materiałowymi w postaci wtrąceń ze styropianu [3]

<p>Widok próbki w trakcie betonowania i gotowej próbki.</p>			
<p>Zobrazowania D, B i C uzyskane za pomocą najnowszego tomografu ultradźwiękowego</p>	<p style="text-align: center;">Zobrazowanie D</p> 	<p style="text-align: center;">Zobrazowanie B</p> 	<p style="text-align: center;">Zobrazowanie C</p> 
<p>Wyniki uzyskane za pomocą najnowszego tomografu ultradźwiękowego w formie trzech wzajemnych prostopadłych przekrojów i trójwymiarowego obrazu</p>			

4) Identyfikacja i lokalizacja stref makro-niejednorodności betonu

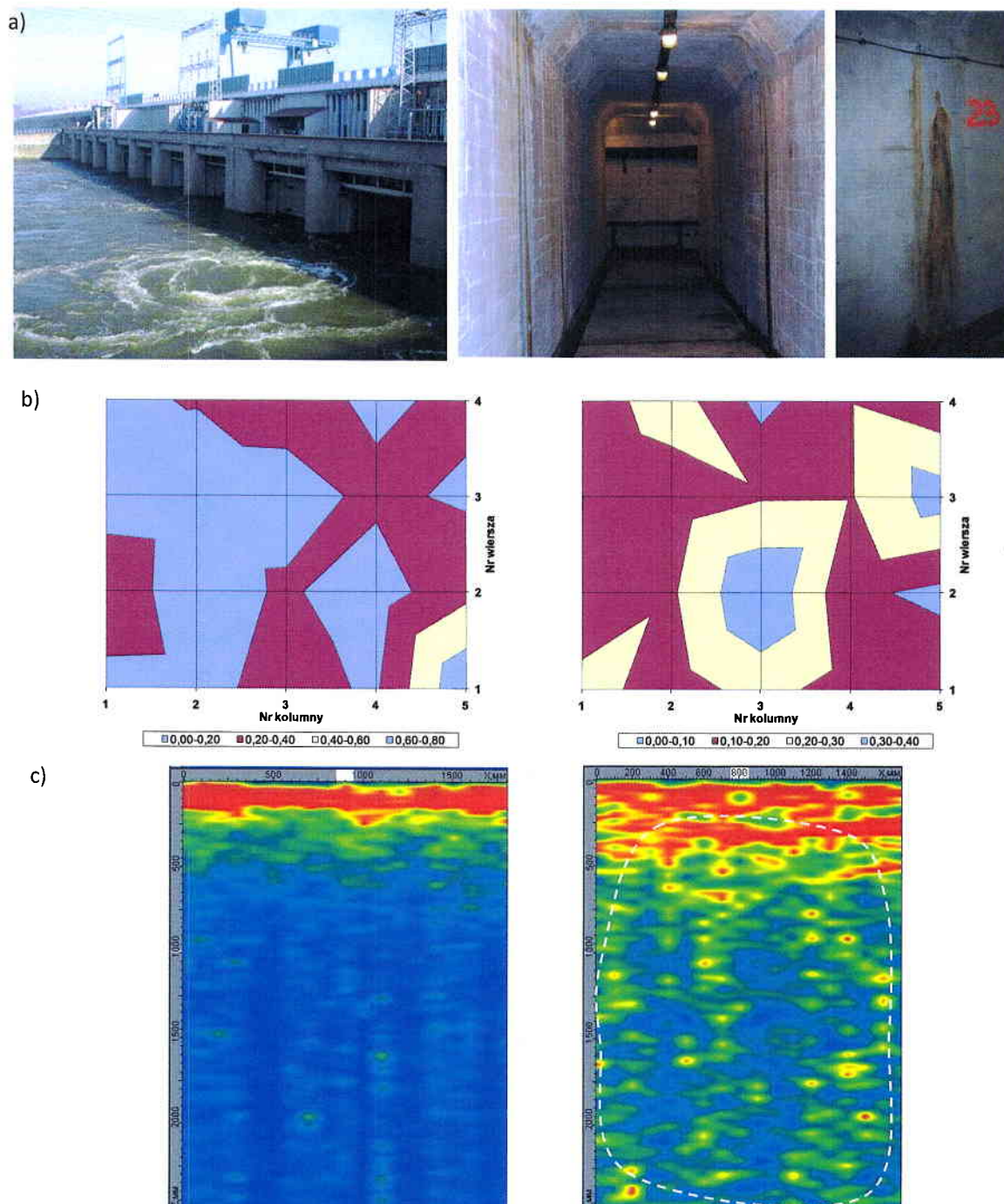
Metodykę nieniszczącej identyfikacji i lokalizacji stref makro-niejednorodności betonu w dostępnych jednostronnie masywnych konstrukcjach z kompleksowym wykorzystaniem metod *impulse response* i tomografii ultradźwiękowej, której jestem współautorem przedstawiono na rysunku 17, za [1] nieco zmodyfikowaną w stosunku do pokazanej w [4]. Jak wykazano w artykule [4] wykorzystanie tych dwóch metod badawczych pozwala na uzyskanie wiarygodnych rezultatów badań.



Rys. 17. Metodyka identyfikacji i lokalizacji wadliwych stref betonu w dostępnych jednostronnie masywnych konstrukcjach, w postaci makro-niejednorodności, z wykorzystaniem metod *impulse response* i tomografii ultradźwiękowej [1]

Badania te proponuje się prowadzić w dwóch etapach. W pierwszym etapie z pomocą metody *impulse response* następuje identyfikacja i lokalizacja wadliwych stref betonu występujących w badanej konstrukcji. W drugim etapie badań, wykorzystując metodę tomografii ultradźwiękowej, następuje potwierdzenie wady wykrytej w badanej konstrukcji za pomocą metody *impulse response* i jej lokalizacji na głębokości (rozległości) z dokładnością około 20-30 mm. Dokonuje się tego na

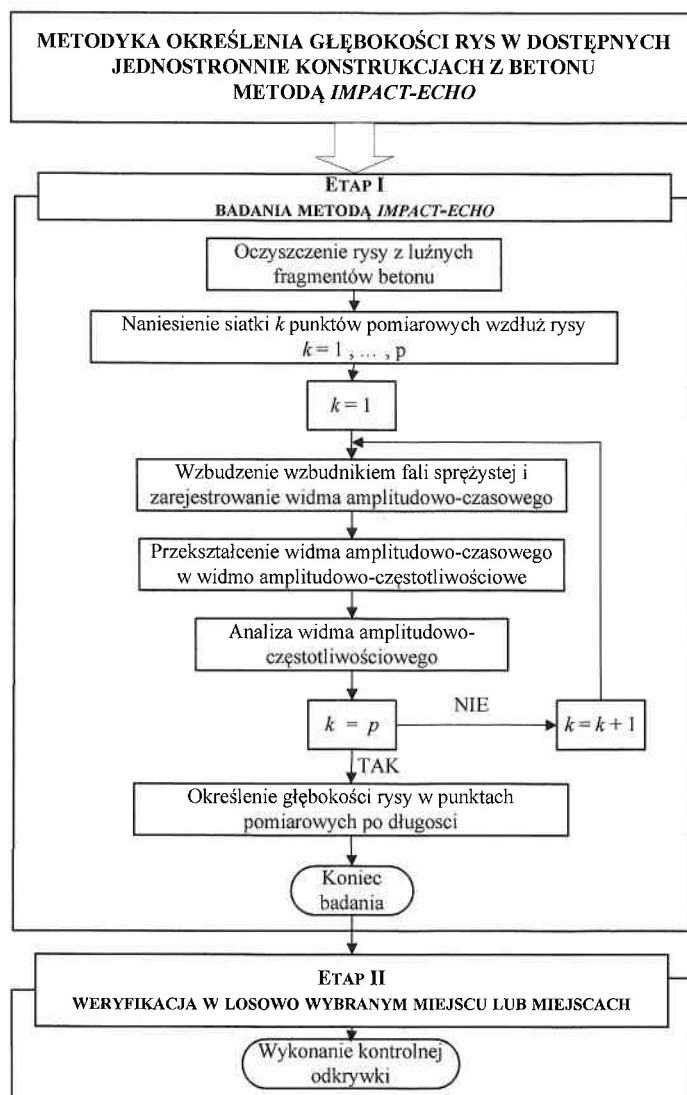
podstawie szczegółowej analizy płaskich zobrazowań uzyskanych w trzech wzajemnie prostopadłych kierunkach przedstawiających wnętrze konstrukcji betonowej w badanej strefie. Metodę tę także zweryfikowano na obiekcie budowlanym [4], a przykładowe rezultaty badań zaprezentowano na rysunku 18. Artykuł [4] został opublikowany pod koniec 2013 roku i na chwilę obecną posiada 3 cytowania wg bazy *Web of Science* i 4 wg bazy *Scopus*.



Rys. 18. Weryfikacja metodyki identyfikacji i lokalizacji wadliwych stref betonu w dostępnych jednostronnie masywnych konstrukcjach, w postaci makro-niejednorodności, z wykorzystaniem metod *impulse response* i tomografii ultradźwiękowej na przykładowym obiekcie budowlanym [4]: a) widok ogólny budynku, b) przykładowe mapy sztywności dynamicznej, c) przykładowe zobrazowania D uzyskane z pomocą tomografu ultradźwiękowego

5) Określenie głębokości rys

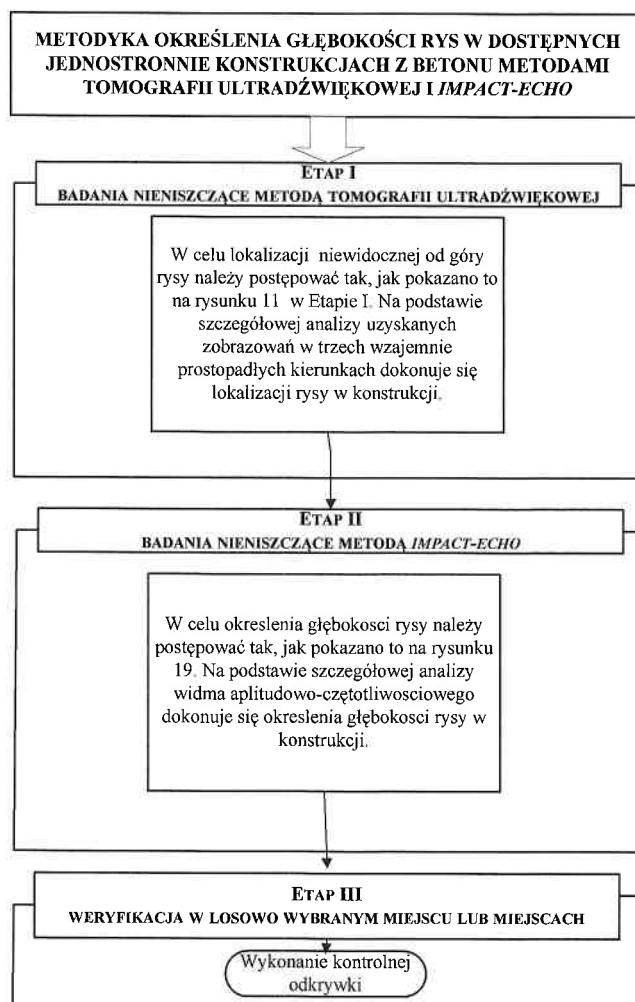
Opracowaną własną metodykę nieniszczącego określenia głębokości rys w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu z wykorzystaniem metody *impact-echo* pokazano na rysunku 19, za [1] i opisano poniżej.



Rys. 19. Metodyka określenia głębokości rys w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu metodą *impact-echo* [1]

Jak wynika z rysunku 19 określenie głębokości rysy przeprowadza się po jej długości, po oczyszczeniu rysy z luźnych fragmentów betonu. Dokonuje się tego na podstawie analizy widma amplitudowo-częstotliwościowego, z dokładnością około 5-10 mm, a następnie w celu weryfikacji uzyskanych rezultatów przeprowadza wrywkowe badania niszczące polegające na wykonaniu kontrolnej odkrywki poprzez pobranie odwiertu. Umożliwia to określenie rozległości i intensywności (zmiany głębokości) rysy i jest szczególnie przydatne, gdy znajduje się w niej woda i wykonanie badania metodą *impact-echo* na pełną jej głębokość nie jest możliwe. Wodę można wprawdzie krótkotrwale usunąć, ale nie wiadomo do jakiej głębokości udało się to zrobić.

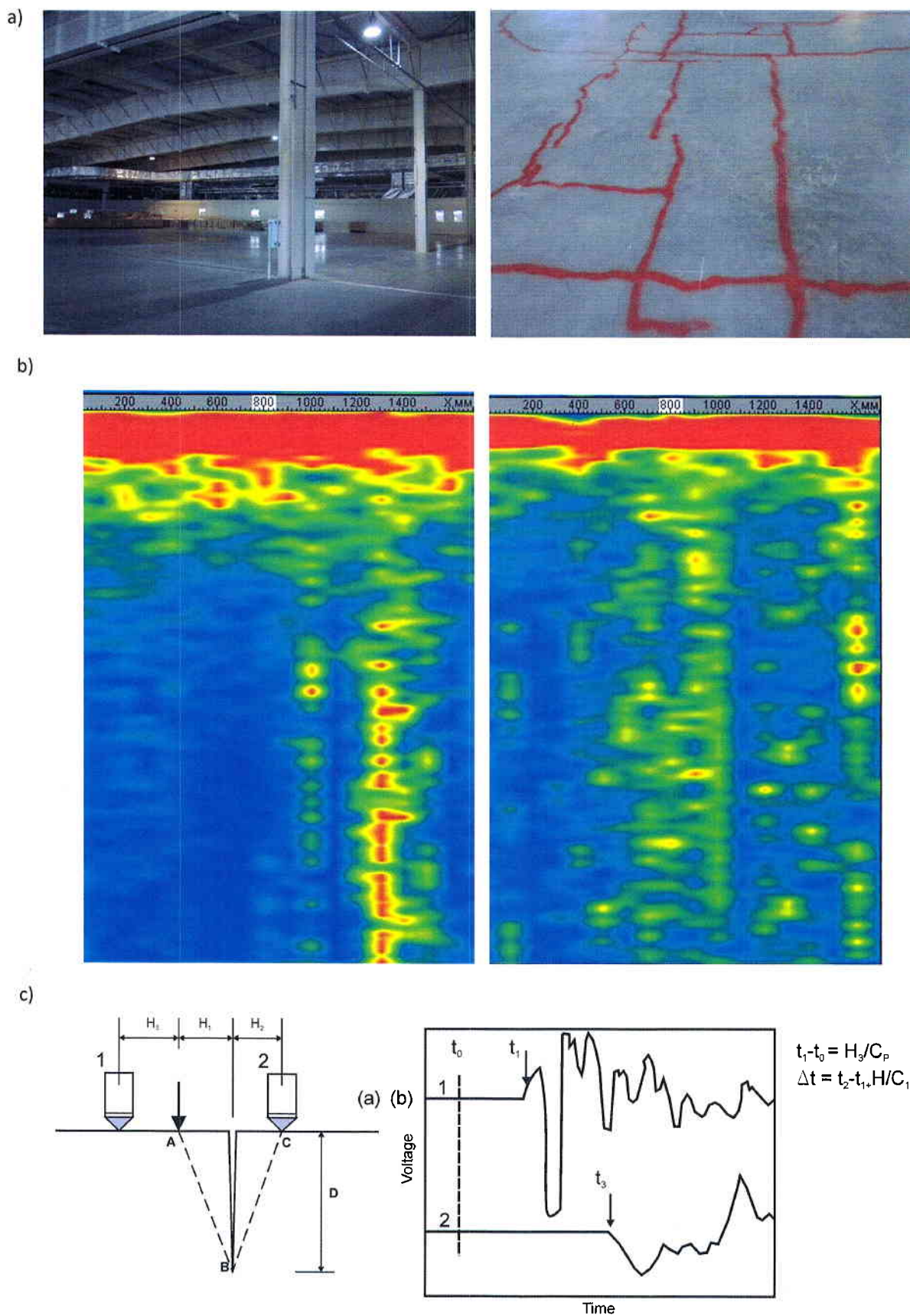
Badanie głębokości rys może być także utrudnione ze względu na ich geometrię. Trudniejszym zagadnieniem badawczym jest sytuacja, gdy pionowa rysa jest niewidoczna na powierzchni konstrukcji, nie można jej więc zlokalizować za pomocą metod wizualnych. Wówczas badania proponuje się przeprowadzić w układzie kompleksowym stosując do tego celu nowoczesne nieniszczące metody tomografii ultradźwiękowej i *impact-echo*, co pokazano na rysunku 20 za [1].



Rys. 20. Metodyka określenia głębokości rys niewidocznych na powierzchni w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu metodami tomografii ultradźwiękowej i *impact-echo* [1]

W pierwszym etapie stosując metodę tomografii ultradźwiękowej dokonuje się lokalizacji rysy, a następnie w etapie II z pomocą metody *impact-echo* następuje określenie jej rozległości i intensywności. Głębokość określa się z dokładnością około 5-10 mm.

W przypadku obydwu metodyk wskazana jest ich weryfikacja w losowo wybranym miejscu lub miejscach, poprzez wykonanie kontrolnej odkrywki. Przedstawione metodyki badań zweryfikowano na obiektach budowlanych i badaniami prowadzonymi w laboratorium, a przykładowe rezultaty badań przedstawiono na rysunku 21.



Rys. 21. Weryfikacja metodyki określenia głębokości rys w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu metodami tomografii ultradźwiękowej i *impact-echo* na przykładowym obiekcie budowlanym: a) widok ogólny badanej hali i posadzki, b) przykładowe zobrazowania D uzyskane z pomocą tomografu ultradźwiękowego, c) przykładowe określenie głębokości rysy metodą *impact-echo*

6) Podsumowanie

W cyklu publikacji powiązanych tematycznie [1-8] pt.: „Metodyka badania dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu nowoczesnymi metodami akustycznymi” zebrałem rezultaty wynikające z przeprowadzonych własnych badań, na bazie których opracowałem oryginalne metodyki nieniszczącego badania dostępnych jednostronnie konstrukcji z betonu nowoczesnymi metodami akustycznymi, w tym takich imperfekcji jak: nieprawidłowa grubość konstrukcji, delaminacja na styku warstw betonowych, duże pustki powietrzne, strefy makro-niejednorodności betonu, rysy. W publikacjach [1-8] podałem dla opracowanych metodyk zakres zastosowań wraz z ograniczeniami.

W tabeli 2 za [1] zestawiono wymienione wyżej imperfekcje, geometryczną i materiałowe, wraz z zaproponowanymi pojęciami dotyczącymi ich opisu w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu badanych wymienionymi wcześniej nowoczesnymi nieniszczącymi metodami akustycznymi i z przyporządkowaniem metod przydatnych do ich badania.

Tabela 2. Zestawienie wybranych imperfekcji geometrycznej i materiałowych wraz z zaproponowanymi pojęciami dotyczącymi ich opisu w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu badanych nowoczesnymi nieniszczącymi metodami akustycznymi i z przyporządkowaniem metod przydatnych do ich badania [1]

Metoda badań		Rodzaj/opis Imperfekcji					
		Ultradźwiękowa (Tomografia ultradźwiękowa)	Impact-echo	Impuls response	Tomografia ultradźwiękowa + Impact-echo	Impuls response + Tomografia Ultradźwiękowa	Impuls response + Impact-echo
Nieprawidłowa grubość elementu	identyfikacja	●	●	-	●	-	-
	lokalizacja	●	●	-	●	-	-
	rozległość	●	●	-	●	-	-
	intensywność	○	○	-	○	-	-
Delaminacja	identyfikacja	●	●	●	●	●	●
	lokalizacja	●	●	○	●	●	●
	rozległość	●	●	●	●	●	●
	intensywność	-	○	-	○	-	○
Duże pustki powietrzne	identyfikacja	●	●	-	●	●	●
	lokalizacja	●	●	-	●	●	●
	rozległość	●	●	-	●	●	●
	intensywność	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Strefy makro-niejednorodności betonu	identyfikacja	●	●	●	●	●	●
	lokalizacja	●	●	●	●	●	●
	rozległość	●	●	○	●	●	●
	intensywność	-	○	-	○	-	○
Rysy	identyfikacja	●	●	-	●	-	●
	lokalizacja	●	-	-	●	-	-
	rozległość	-	●	-	●	-	●
	intensywność	-	●	-	●	-	●

Oznaczenia: ● – metoda przydatna, ○ – metoda częściowo przydatna, - – metoda nieprzydatna, nd – nie dotyczy

Natomiast w tabeli 3, na przykładzie imperfekcji geometrycznej objaśniono zapisane w tabeli 2 zaproponowane pojęcia doprecyzowujące na podstawie przeprowadzonych badań nowoczesnymi

nieniszczącymi metodami akustycznymi opis tych imperfekcji w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu, a mianowicie: identyfikacja, lokalizacja, rozległość, intensywność. Zaproponowanie tych pojęć można zaliczyć, moim zdaniem, do oryginalnego osiągnięcia naukowo-badawczego.

Tabela 3. Przykładowe objaśnienie zaproponowanych pojęć dotyczących opisu imperfekcji geometrycznej w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu badanej nieniszczącymi metodami akustycznymi

Opis imperfekcji	Ilustracja opisu imperfekcji	
	Widok	Przekrój
<p>1. Identyfikacja</p> <p>Rozpoznanie, stwierdzenie, że występuje imperfekcja – nieprawidłowa grubość konstrukcji</p>		
<p>2. Lokalizacja</p> <p>Określenie położenia imperfekcji w przekroju konstrukcji z dokładnością na jaką pozwala zastosowana aparatura</p>		
<p>3. Rozległość</p> <p>Określenie wielkość obszaru występowania imperfekcji - pole powierzchni, objętość - z dokładnością na jaką pozwala zastosowana aparatura</p>		
<p>4. Intensywność</p> <p>Określenie zaawansowania imperfekcji - rozkład nieprawidłowej grubości w rozumieniu lokalnym, ale na całym obszarze</p>		

Jak widać z tabeli 2 szczególnie przydatne w rozwiązywaniu problemów związanych z badaniami imperfekcji w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu takich jak: nieprawidłowa grubość konstrukcji, delaminacja na styku warstw betonowych, duże pustki powietrzne, strefy makro-niejednorodności betonu, rysy, są metody tomografii ultradźwiękowej i *impact-echo*.

Metodyki opracowane w wyniku prowadzonych własnych badań i dociekań naukowych zostały zweryfikowane na obiektach budowlanych i tym samym potwierdzona została ich przydatność w zastosowaniach praktycznych.

Ponieważ wymienione powyżej imperfekcje geometryczna i materiałowe mogą mieć wpływ na obniżenie nośności, trwałości, czy też bezpieczeństwo użytkowania oraz dalszej eksploatacji konstrukcji i obiektów budowlanych, wymusza to potrzebę znajomości metod przydatnych do ich poszukiwania i badania.

Wyżej wymieniony cykl publikacji powiązanych tematycznie stanowi podsumowanie moich własnych badań naukowych nowoczesnymi nieniszczącymi metodami akustycznymi dostępnymi jednostronnie konstrukcji z betonu.

Za moje najważniejsze oryginalne osiągnięcia naukowo-badawcze uważam:

1. Opracowanie oryginalnych metodyk nieniszczącego określenia nieprawidłowej grubości w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu z zastosowaniem metody tomografii ultradźwiękowej, a także z zastosowaniem kompleksowym tej metody i metody *impact-echo*, wraz z weryfikacją na obiekcie budowlanym.
2. Współautorstwo w opracowaniu oryginalnej metodyki nieniszczącej lokalizacji w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu delaminacji z zastosowaniem kompleksowym metod *impuls response* i *impact-echo*, wraz z weryfikacją na obiekcie budowlanym.
3. Opracowanie oryginalnej metodyki nieniszczącej lokalizacji w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu dużych pustek powietrznych z zastosowaniem metody tomografii ultradźwiękowej, wraz z weryfikacją na obiekcie budowlanym.
4. Współautorstwo w opracowaniu oryginalnej metodyki nieniszczącej identyfikacji i lokalizacji w dostępnych jednostronnie konstrukcjach stref makro niejednorodności betonu z zastosowaniem kompleksowym metod *impuls response* i tomografii ultradźwiękowej, wraz z weryfikacją na obiekcie budowlanym.
5. Opracowanie oryginalnych metodyk nieniszczącego określenia w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu głębokości rys z zastosowaniem metody *impact-echo*, oraz z zastosowaniem kompleksowym metod tomografii ultradźwiękowej i *impact-echo*, wraz z weryfikacją na obiekcie budowlanym.
6. Zbudowanie bazy wiedzy na podstawie przeprowadzonych badań w laboratorium, przeanalizowanie otrzymanych z tych badań rezultatów oraz zweryfikowanie i doprecyzowanie na tej podstawie opracowanych oryginalnych metodyk nieniszczącego określenia wybranych imperfekcji geometrycznej i materiałowych w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu nowoczesnymi metodami akustycznymi.

7. Przyporządkowanie nieniszczących metod akustycznych przydatnych do badania wybranych imperfekcji w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu i zaproponowanie pojęć dotyczących opisu tych imperfekcji.
8. Wprowadzenie jako jeden z pierwszych w Polsce metody tomografii ultradźwiękowej – najnowszej ze znanych metod akustycznych - do badań wybranych imperfekcji geometrycznej i materiałowych w dostępnych jednostronnie konstrukcjach z betonu.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo – badawczych

a. Przed uzyskaniem stopnia doktora

W lipcu 1996r. obroniłem z wyróżnieniem pracę magisterską pt.: „Współczesne systemy konstrukcyjne budownictwa jednorodzinne” na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, na kierunku budownictwo i specjalności technologiczno-budowlanej, której promotorem był dr inż. Andrzej Moczko i w tym samym roku jako asystent rozpocząłem pracę naukowo-dydaktyczną na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego w Instytucie Budownictwa, w Zakładzie Budownictwa Ogólnego Politechniki Wrocławskiej.

W czerwcu 1997 roku otworzyłem w Instytucie Budownictwa Politechniki Wrocławskiej przewód doktorski pt.: „Nieniszcząca diagnostyka betonu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych” w Instytucie Budownictwa Politechniki Wrocławskiej, którego promotorem został prof. dr hab. inż. Mieczysław Kamiński. Będąc zatrudnionym na stanowisku asystenta podjąłem równolegle w 1997 roku studia doktoranckie na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej. W tym czasie nawiązałem również współpracę z prof. dr hab. inż. Zenonem Waszczyszynem z Politechniki Krakowskiej w zakresie wykorzystania sztucznej inteligencji w budownictwie. Byłem członkiem grupy badawczej utworzonej przez Profesora, zajmującej się tym zagadnieniem.

W latach 1998-2000 przebywałem w Stanach Zjednoczonych, gdzie uczestniczyłem w projekcie badawczym prowadzonym przy współpracy z Illinois Institute of Technology w Chicago, na temat wykorzystania sztucznych sieci neuronowych w sektorze ubezpieczeń. Rozwijałem w ten sposób swoje zainteresowania naukowe w zakresie sztucznej inteligencji.

Po powrocie ze Stanów Zjednoczonych skoncentrowałem swoje zainteresowania naukowe na zagadnieniach związanych z identyfikacją wytrzymałości na ściskanie betonu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych na podstawie parametrów ocenianych metodami nieniszczącymi. W roku 2000 podjąłem współpracę z prof. dr hab. inż. Jerzym Hołą, który na podstawie decyzji Rady Instytutu Budownictwa Politechniki Wrocławskiej został moim nowym promotorem i uściśliłem temat otwartego wcześniej przewodu doktorskiego na „Nieniszcząca identyfikacja wytrzymałości na ściskanie betonu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych”.

We wrześniu 2002 roku zakończyłem studia doktoranckie i złożyłem rozprawę doktorską pt. „Nieniszcząca identyfikacja wytrzymałości na ściskanie betonu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych”, będąc autorem i współautorem 16 publikacji, w tym 7 zagranicznych. Rozprawę doktorską obroniłem z wyróżnieniem w lutym 2003 r. Recenzentami rozprawy byli: prof. dr hab. inż. Zenon Waszczyszyn i prof. dr hab. inż. Mieczysław Kamiński.

W rozprawie doktorskiej przedstawiłem rezultaty badań doświadczalnych i analiz numerycznych dotyczących identyfikacji wytrzymałości na ściskanie betonu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych na podstawie parametrów ocenianych metodami nieniszczącymi. Tematyka ta okazała się bardzo nośna naukowo. Na drodze badawczej zbudowałem szeroką bazę wiedzy zawierającą parametry określone kilkoma metodami nieniszczącymi dla betonów zwykłych oraz wysokowartościowych, umożliwiającą identyfikację wytrzymałości na ściskanie z wykorzystaniem sieci neuronowych jednokierunkowej ze wsteczną propagacją błędów - algorytmem gradientów sprzężonych oraz jednokierunkowej - wielowarstwowej Lavenberga-Marquardta, bez potrzeby wyznaczania tak jak dotychczas zależności empirycznych lub doboru krzywych hipotetycznych. Opracowałem metodykę tej identyfikacji. Ten nowy sposób identyfikacji wytrzymałości na ściskanie betonu został zweryfikowany z sukcesem na obiektach budowlanych, między innymi na nowo wznoszonym budynku Politechniki Wrocławskiej.

W rozprawie dokonałem krytycznego przeglądu aktualnego stanu wiedzy w zakresie nieniszczących metod oceny wytrzymałości na ściskanie betonu i dotychczas stosowanych sposobów identyfikacji tej wytrzymałości. Dokonałem również przeglądu w zakresie sztucznych sieci neuronowych, poznałem i przeanalizowałem podstawowe typy sieci neuronowych, ich struktury i algorytmy uczenia, podałem ciekawsze zastosowania tych sieci w budownictwie. Na tej podstawie wytypowałem sieci neuronowe najbardziej przydatne ze znanych w literaturze do postawionego w rozprawie zadania.

Z kolei na podstawie rezultatów badań doświadczalnych obcych i własnych zbudowałem bazę wiedzy, dla siedmiu betonów różniących się przede wszystkim wytrzymałością na ściskanie i rodzajem kruszywa, zawierającą parametry mierzone poszczególnymi metodami nieniszczącymi oraz gęstość objętościową i wytrzymałość na ściskanie uzyskaną z badań niszczących. W wyniku tego powstały wzorce do uczenia i testowania wytypowanych sztucznych sieci neuronowych.

Oceny też rozprawy dokonałem na drodze doświadczeń i analiz numerycznych wykorzystując zbudowaną bazę danych i wytypowane sieci neuronowe, a także poprzez badania weryfikujące przeprowadzone na dwóch obiektach rzeczywistych.

Przyjęte za punkt wyjścia tezy zostały udowodnione, a postawiony cel osiągnięty. Ostatecznie w rozprawie sformułowałem wnioski będące podsumowaniem uzyskanych wyników badań i analiz i stanowiące odpowiedź na sformułowane tezy naukowe rozprawy. Wskazałem także kierunki

dalszych badań dotyczące między innymi poszerzenia dotychczasowej bazy wiedzy i podjęcia prób wykorzystania sieci zobowiązaniowych i probabilistycznych oraz algorytmów genetycznych.

Za najważniejsze osiągnięcia naukowo-badawcze rozprawy doktorskiej uważam:

- a) doświadczalne wykazanie przydatności sztucznych sieci neuronowych do identyfikacji wytrzymałości na ściskanie betonu na podstawie parametrów ocenianych metodami nieniszczącymi oraz wykazanie wpływu na dokładność tej identyfikacji zarówno typu, struktury jak i algorytmu uczenia sieci, w tym wskazanie sieci najbardziej predysponowanych do zastosowania w przedmiotowym problemie,
- b) opracowanie nowoczesnej metodyki pozwalającej na wiarygodną nieniszczącą identyfikację wytrzymałości na ściskanie betonu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych, weryfikacja tej metodyki na obiektach budowlanych,
- c) zbudowanie bazy wiedzy dla betonów zwykłych i wysokowartościowych do nieniszczącej identyfikacji wytrzymałości na ściskanie betonu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych.

Były to oryginalne osiągnięcia udokumentowane publikacjami naukowymi, między innymi w [pkt II E: 39, pkt II F: 28, pkt II L: 43, 44, 47-49 w załączniku nr 3], w tym w bazie *Journal Citation Reports*, [pkt II A: 7 w załączniku nr 3], która posiada obecnie 24 cytowania wg bazy *Web of Science* i 17 wg bazy *Scopus*.

b. Po uzyskaniu stopnia doktora

Po uzyskaniu stopnia doktora od października 2004 r. podjąłem pracę na stanowisku adiunkta na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego w Instytucie Budownictwa, w Zakładzie Budownictwa Ogólnego Politechniki Wrocławskiej, gdzie pracuję do chwili obecnej. Zająłem się badaniami nieniszczącymi konstrukcji z betonu z wykorzystaniem do tego celu metod akustycznych: ultradźwiękowej (również z zastosowaniem głowic eksponencyjnych we współpracy z dr hab. inż. Bohdanem Stawiskim), echa, młoteczkowej (*impact-echo*), odpowiedzi na impulsu (*impulse response*) i tomografii ultradźwiękowej. Szczególne zainteresowanie metodą tomografii ultradźwiękowej pojawiło się w momencie, kiedy uczestniczyłem w ultrasonograficznych badaniach medycznych wykonywanych techniką trójwymiarową w czasie rzeczywistym. Analizowałem wówczas, czy zaimplementowanie tej metody badawczej do badania betonu mogłoby dać nowe możliwości poznawcze.

W 2006 roku nawiązałem współpracę z twórcą ultradźwiękowej wielogłowicowej anteny pomiarowej tomografu ultradźwiękowego dr A. A. Samokrutovem z Rosji. Metoda badań z wykorzystaniem tego urządzenia badawczego była wtedy mało znana i stąd niewiele było publikacji na ten temat. Byłem jednym z pierwszych, który tę metodę badań zaczął stosować w Polsce.

Z ciekawości naukowej zająłem się tą tematyką zarówno od strony teoretycznej jak i praktycznej, a przedstawiony i omówiony w punkcie 4 jednotematyczny cykl publikacji jest rezultatem tych zainteresowań.

Moje zainteresowania naukowo-badawcze po uzyskaniu stopnia doktora (poza tematyką przedstawioną w jednotematycznym cyklu publikacji) były skoncentrowane na następujących zagadnieniach:

1. W odniesieniu do tematyki ujętej w doktoracie rozszerzenie badań i rozbudowanie bazy wiedzy o betony samozagęszczalne i z dodatkiem popiołów lotnych na użytek identyfikacji wytrzymałości na ściskanie betonu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych na podstawie parametrów ocenianych metodami nieniszczącymi.
2. Zastosowanie sztucznych sieci neuronowych w rozwiązywaniu problemów dotyczących wydajności układów maszyn do robót ziemnych składających się z koparek oraz środków transportowych.
3. Współudział w opracowaniu nieniszczącej metody tomografii impedancyjnej na użytek identyfikacji wilgotności murów ceglanych.
4. Współudział w opracowaniu technologii produkcji i badania płyt włóknisto cementowych.

Ad. 1.

Po doktoracie kontynuowałem prace badawcze związane z nieniszcząca identyfikacją wytrzymałości na ściskanie betonu z wykorzystaniem sztucznych sieci neuronowych. Na drodze badawczej rozbudowałem bazę wiedzy zawierającą parametry określone kilkoma metodami nieniszczącymi dla nowych betonów z dodatkiem popiołów lotnych: zwykłych i wysokowartościowych oraz samozagęszczonych, umożliwiającą identyfikację wytrzymałości na ściskanie z wykorzystaniem sieci neuronowych. Opracowana oryginalna metodyka neuronowej identyfikacji tej wytrzymałości na podstawie badań nieniszczących została zwalidowana w trakcie badań laboratoryjnych i dopracowana na obiektach budowlanych. Są to oryginalne osiągnięcia udokumentowane publikacjami naukowymi znajdującymi się między innymi w [pkt II E: 35-38, 52, 53, pkt II F: 23, pkt II L: 31, 34, 38, 41 w załączniku nr 3], w tym w bazie *Journal Citation Reports*, [pkt II A: 6 w załączniku nr 3], która posiada obecnie 9 cytowań wg bazy *Web of Science* i 12 wg bazy *Scopus*. Ponadto praca [pkt II E: 37 w załączniku nr 3] posiada obecnie 25 cytowań wg bazy *Scopus*.

Ad.2.

Od roku 2005 podjąłem współpracę z prof. dr hab. inż. Bożeną Hołą w zakresie możliwości zastosowania sztucznej inteligencji, a zwłaszcza sieci neuronowych do rozwiązywania problemów dotyczących organizacji i harmonizacji procesów budowlanych. Przedmiotem tych prac naukowych było zbudowanie, na podstawie badań przeprowadzonych na placach budów, zbiorów danych służących do nauczania i testowania sieci neuronowych. W wyniku tych prac zbudowałem sieć

neuronową zastosowaną do predykcji wydajności układów maszyn do robót ziemnych składających się z koparek oraz środków transportowych. Uzyskane w tym temacie badawczym oryginalne osiągnięcia udokumentowane zostały publikacjami naukowymi znajdującymi się między innymi w [pkt II E: 26, 27, 48, pkt II L: 18, 21, 23, 28, 30 w załączniku nr 3], w tym także w bazie *Journal Citation Reports* [pkt II A: 3, 4 w załączniku nr 3], z których pierwsza posiada obecnie 10 cytowań wg bazy *Web of Science* i 11 wg bazy *Scopus*, a druga 8 cytowań wg bazy *Web of Science* i 9 wg bazy *Scopus*.

Ad. 3.

Równolegle, interesowałem się tematyką naukowo-badawczą obejmującą problemy zawilgacania murowanych ścian budynków.

Od roku 2005 roku uczestniczyłem jako wykonawca w projekcie badawczym MEN nr 4 TO7E 045 pt. „Nowa tomograficzna metoda oceny stopnia zawilgocenia murów ceglanych w obiektach budowlanych”, zakończonym w 2008 roku. Projekt był realizowany we współpracy z Instytutem Elektrotechniki w Warszawie. Uzyskane w ramach grantu rezultaty badań zostały zebrane w monografii napisanej w języku angielskim pt. „*New Tomographic Method of Brickwork Damp Identification*”, wydanej w Oficynie Wydawniczej Politechniki Wrocławskiej w 2010 roku. Warto dodać, że zrealizowane w ramach grantu prace mają duże znaczenie aplikacyjne, bo w ich wyniku opracowana została nowa metoda oceny i kontroli efektywności wymuszonego osuszania ścian murowanych i skuteczności działania wykonanych w murach zabezpieczeń przeciwwilgociowych i przepon hydrofobowych. Przewiduję dalszą kontynuację prac badawczych w tej tematyce, celem wytworzenia prototypowej aparatury badawczej.

Uzyskane rezultaty badań, a także zdobytą wiedzę i doświadczenia praktyczne podczas realizacji tego projektu badawczego, stanowiące oryginalne osiągnięcia zostały upowszechnione w kraju i za granicą i udokumentowane publikacjami naukowymi znajdującymi się między innymi w [pkt II E: 1, 28, 47, pkt II L: 14, 19, 24, 25 w załączniku nr 3], w tym także w bazie *Journal Citation Reports* [pkt II A: 2, 5 w załączniku nr 3], z których pierwsza posiada obecnie 4 cytowania wg bazy *Web of Science* i 6 wg bazy *Scopus*, a druga po 1 cytowaniu wg bazy *Web of Science* i *Scopus*.

Ad. 4.

Od roku 2009 uczestniczyłem jako wykonawca i kierownik kilku zdań w projekcie Innowacyjna Gospodarka: UDA-POIG.04.04.00-02-019/08, "Uruchomienie innowacyjnej produkcji ekologicznych płyt celulozowo-cementowych", dofinansowanie w ramach Działania 4.4 Nowe inwestycje o wysokim potencjale innowacyjnym, Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka 2007 - 2013.

W ramach tego działania miałem współudział w opracowaniu technologii i zaprojektowałem linię technologiczną do produkcji płyt włóknisto-cementowych. W ramach tych zagadnień opracowałem również i zgłosiłem jedno rozwiązanie patentowe, któremu nadano numery P.407678 i tytuł „Kompozytowy materiał włóknisto-cementowy”. Miałem również współudział w opracowaniu dwóch rozwiązań patentowych o numerze P.406159 i tytule „Komora klimatyczna do pielęgnacji płyt włóknisto-cementowych podczas ich dojrzewania” oraz P.406158 i tytule „Komora do badań starzeniowych”.

We współpracy z prof. dr hab. inż. Mariuszem Kaczmarkiem z Instytutu Mechaniki i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Kazimierza Wielkiego w Bydgoszczy współuczestniczyłem w opracowaniu metody oraz urządzenia pomiarowego przeznaczonego do oceny jakości materiałów płytowych będących w ruchu w sposób bezkontaktowy i nieniszczący przy wykorzystaniu ultradźwiękowych fal płytowych (Lamba). Metoda ta nie wymaga stosowania środków sprzęgających np. cieczy lub materiałów stałych pomiędzy przetwornikami ultradźwiękowymi, a badaną płytą. Metoda badania i urządzenie zgłoszono jako rozwiązanie patentowe, któremu nadano numer P.406963 i tytuł: „Układ bezkontaktowej kontroli jakości materiałów płytowych w ruchu”.

Jest to także oryginalne osiągnięcie udokumentowane publikacjami [pkt II B: 1, pkt II C: 1-4, pkt II E: 3 w załączniku nr 3].

6. Podsumowanie działalności naukowo-badawczej, dydaktycznej, organizacyjnej i inżynierskiej

a. Działalność naukowo-badawcza po uzyskaniu stopnia doktora

W tabeli 4 zestawiono opublikowane prace w ujęciu sumarycznym po uzyskaniu stopnia doktora.

Tabela 4. Zestawienie opublikowanych prac w ujęciu sumarycznym po uzyskaniu stopnia doktora

Lp.	Rodzaj pracy	Liczba prac w ujęciu sumarycznym	Liczba prac po uzyskaniu stopnia doktora
1.	Publikacje ogółem	127	111 (16)
2.	Artykuły w czasopismach w bazie JCR	15	15 (3)
3.	Monografie międzynarodowe	1	1
4.	Książki	2	2
5.	Rozdziały w książkach	13	13
6.	Artykuły w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, nie umieszczonych w bazie JCR	24	24
7.	Artykuły w czasopismach o zasięgu krajowym	15	13
8.	Referaty na międzynarodowych konferencjach	29	22
9.	Referaty na krajowych konferencjach	27	20
10.	Redaktorstwa książki	1	1
11.	Cytowania ogółem wg bazy <i>Web of Science</i>	113	113

() w nawiasie podano prace jednoautorskie

Szczegółowy wykaz wszystkich prac zamieszczony jest w załączniku nr 3 i ponadto zestawiony został poniżej wraz z dodatkowymi informacjami:

- 15 artykułów opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR (wszystkie po uzyskaniu stopnia doktora), w tym:
 - 8 artykułów stanowiących jednotematyczny cykl publikacji opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR, będący podstawą wszczęcia postępowania habilitacyjnego,
 - 7 artykułów opublikowanych w czasopismach znajdujących się w bazie JCR, nie wchodzących w skład jednotematycznego cyklu publikacji,
- 1 monografia o zasięgu międzynarodowym (w języku angielskim),
- Liczba cytowań:
 - 113 według bazy *Web of Science*,
 - 184 według bazy *Scopus*,
 - 369 według bazy *Google Scholar*,
- Indeks Hirscha:
 - 7 według bazy *Web of Science*,
 - 9 według bazy *Scopus*,
 - 10 według bazy *Google Scholar*,
- Sumaryczny *Impact Factor* 14,135 (zestawienie w tabeli 5):

Tabela 5. Zestawienie *Impact Factor*

Lp.	Czasopismo	Rok wydania artykułu	Pozycja w załączniku nr 3	<i>Impact Factor</i>	Punktacja MNISW
1.	<i>Archives of Civil and Mechanical Engineering</i>	2014	pkt I B: 1	1,331	20
2.	<i>Archives of Civil and Mechanical Engineering</i>	2014	pkt I B: 2	0,963	20
3.	<i>Russian Journal of Nondestructive Testing</i>	2014	pkt I B: 3	0,217	15
4.	<i>Journal of Civil Engineering and Management</i>	2013	pkt I B: 4	2,016	40
5.	<i>Journal of Civil Engineering and Management</i>	2013	pkt I B: 5	2,016	40
6.	<i>Journal of Civil Engineering and Management</i>	2013	pkt II A: 1	2,016	40
7.	<i>Materials Transactions</i>	2012	pkt I B: 6	0,588	25
8.	<i>Compel</i>	2012	pkt II A: 2	0,281	15
9.	<i>Automation in Construction</i>	2011	pkt I B: 7	1,500	40
10.	<i>Archives of Civil and Mechanical Engineering</i>	2010	pkt I B: 8	0,383	9
11.	<i>Automation in Construction</i>	2010	pkt II A: 3	1,311	32
12.	<i>Archives of Civil and Mechanical Engineering</i>	2008	pkt II A: 4	-	9
13.	<i>Przegląd Elektrotechniczny</i>	2007	pkt II A: 5	-	9
14.	<i>ACI Materials Journal</i>	2005	pkt II A: 6	0,419	20
15.	<i>NDT and E International</i>	2005	pkt II A: 7	1,094	32
Suma				14,135	366

- 24 artykuły w czasopismach o zasięgu międzynarodowym, nie umieszczonych w bazie JCR, w tym:
 - 4 artykuły, które w dniu opublikowania czasopisma nie były w bazie JCR, a obecnie są w bazie JCR,
 - 2 artykuły w *Archives of Civil Engineering*,
- 13 artykułów w czasopismach o zasięgu krajowym,
- 42 referaty na konferencjach, w tym:
 - 22 referaty na międzynarodowych konferencjach, w tym 3 na konferencjach o zasięgu światowym,
 - 20 referatów na krajowych konferencjach,
- 30 uczestnictw w konferencjach, w tym,
 - 15 uczestnictw w konferencjach międzynarodowych, w tym 2 o zasięgu światowym,
 - 15 uczestnictw w konferencjach krajowych,
- 36 wygłoszonych referatów, w tym:
 - 18 referatów na międzynarodowych konferencjach,
 - 18 referatów na krajowych konferencjach,
- 2 książki,
- 13 rozdziałów w książkach,
- 1 artykuł popularno-naukowy,
- 55 ekspertyz i innych opracowań na zlecenie różnych podmiotów gospodarczych, w tym 35 raportów serii SPR,
- 4 zgłoszenia patentowe,
- 1 redaktorstwo książki,
- 23 recenzje artykułów, w tym 18 w czasopismach umieszczonych w JCR:
(*Archives of Civil and Mechanical Engineering, Automation in Construction, Journal of Civil Engineering and Management, Engineering Structures, NDT&E International, International Journal of Physical Sciences, International Journal of Water Resources and Environmental Engineering, Journal of Mechanical Engineering Research, African Journal of Engineering Research*),
- 8 recenzji referatów konferencji zagranicznych o zasięgu międzynarodowym (*2014 Global Conference on Polymer and Composite Materials (PCM2014), The 3rd International Conference on Civil Engineering and Urban Planning, Chiny; The 9th and 10th International Conference "Modern building materials, structures and techniques" Litwa.*)

Od roku 2008 uczestniczę w cyklicznych światowych konferencjach badań nieniszczących *World Conference on Non-Destructive Testing*, które to konferencje są najważniejszymi w tematyce badań nieniszczących. Od roku 2006 uczestniczę także w cyklicznych europejskich konferencjach badań

nieniszczących *European Conference on Non-Destructive Testing*, drugiej co do ważności konferencji w tej tematyce. Byłem także w 2009 roku uczestnikiem międzynarodowej konferencji *Asia Pacific Conference on Non-Destructive Testing*, najważniejszej konferencji dotyczącej badań nieniszczących w tej części świata. Jestem także od roku 2006 uczestnikiem corocznych międzynarodowych konferencji badań nieniszczących organizowanych w Czechach pn. *Defektoskopie*, a od roku 1998 jestem uczestnikiem corocznej Krajowej Konferencji Badań Nieniszczących, gdzie w 2006 roku otrzymałem nagrodę za najlepszy wygłoszony referat. Na wymienionych wyżej konferencjach 40-krotnie prezentowałem i wygłaszałem referaty zawierające rezultaty moich prac badawczych.

Za działalność naukowo-dydaktyczną otrzymałem w latach 2003-2013 łącznie 10 nagród JM Rektora Politechniki Wrocławskiej oraz Brązowy Medal za długoletnią służbę w 2013 r.

Jestem członkiem trzech krajowych organizacji naukowo-technicznych (załącznik nr 3, pkt III H str. 34), a także od 1994 r. (jeszcze jako student) byłem współorganizatorem, a następnie członkiem komitetu naukowego w 2006 r. i komitetów organizacyjnych cyklicznej konferencji naukowo-technicznej "Problemy remontowe w budownictwie ogólnym i obiektach zabytkowych" pod nazwą REMO w latach 1994, 1996, 1998, 2002, 2004.

Ponadto w okresie po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych odbyłem staże krótkoterminowe w 6 jednostkach naukowych (w tym w 5 zagranicznych), krajowy roczny staż zawodowy, 15 zagranicznych wizyt naukowych i technicznych.

Jestem promotorem pomocniczym w 1 przewodzie doktorskim otwartym 12 marca 2014 r. na Wydziale Budownictwa i Architektury Politechniki Świętokrzyskiej Pani mgr inż. Aleksandry Krampikowskiej. Tytuł rozprawy doktorskiej: „Analiza i weryfikacja rozwoju procesów niszczenia zachodzących w elementach żelbetonowych pod wpływem działania obciążenia z wykorzystaniem emisji akustycznej”. Uchwała Rady Wydziału nr 140/14.

Aktualnie jestem opiekunem Koła Naukowego „Etaksi” na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, które zrzesza 51 studentów. We współpracy z tym kołem brałem czynny udział w organizowaniu konferencji studenckich, między innymi między uczelnianej konferencji Puzel 2013, konferencji studenckiej kół naukowych 7.12.2013r.

b. Działalność dydaktyczna

Prowadzę następujące formy dydaktyczne na studiach stacjonarnych i niestacjonarnych magisterskich i inżynierskich: wykłady, ćwiczenia projektowe i laboratoryjne, z takich przedmiotów jak: Budownictwo Ogólne, Prawo budowlane, Budownictwo Mieszkaniowe, Podstawy projektowania i oddziaływania na konstrukcje budowlane, Utrzymanie i diagnostyka obiektów budowlanych. Byłem promotorem łącznie 58 prac magisterskich, inżynierskich na studiach stacjonarnych

i niestacjonarnych. Wykonałem także około 40 recenzji takich prac. W 2007 r. otrzymałem Wyróżnienie Ministra Budownictwa za promotorstwo pracy dyplomowej.

W swojej działalności dydaktycznej opracowałem autorskie programy następujących kursów: Prawo budowlane i Utrzymanie i diagnostyka obiektów budowlanych oraz unowocześniłem programy kursów: Budownictwo Ogólne, Budownictwo Mieszkaniowe, Podstawy projektowania i oddziaływania na konstrukcje budowlane.

Pracując w stale modernizowanym Laboratorium badań nieniszczących, aktualizuję swoją wiedzę i wprowadzam do programu zajęć nowe metody badawcze i nowoczesną aparaturę. Daje to studentom możliwość poznania nowych metod badawczych, a dzięki ćwiczeniom praktycznym przeprowadzanym także na nowo wznoszonych obiektach Politechniki Wrocławskiej ich praktyczną aplikację w pracy inżynierskiej.

Jestem współautorem dwóch podręczników akademickich. Pierwszy pt. "Obliczanie konstrukcji budynków wznoszonych tradycyjnie", wydany w 2006 roku przez Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne we Wrocławiu otrzymał wyróżnienie Ministra Budownictwa w 2007 r. Książka ta doczekała się pięciu wydań (2006, 2007, 2009, 2010, 2013). W 2009 r. zainicjowałem napisanie książki pt. „Materiały do ćwiczeń projektowych z budownictwa ogólnego” wydanej przez Dolnośląskie Wydawnictwo Edukacyjne. Książka ta doczekała się trzech wydań (2009, 2011, 2013).

Jestem wykładowcą na studiach podyplomowych "Gospodarka nieruchomościami. Zarządzanie - utrzymanie - wycena" prowadzonych na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej, a także na cyklicznym kursie „Przepisy prawne obowiązujące w budownictwie” prowadzonym co 6 miesięcy przez Polski Związek Inżynierów i Techników Budownictwa we Wrocławiu.

c. Działalność organizacyjna i inżynierska

W kadencjach 2005-2008, 2008-2012 jako przedstawiciel adiunktów byłem, a w kadencji 2012-2016 jestem członkiem Rady Wydziału Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej. W kadencjach 2005-2008, 2008-2012 pełniłem funkcję sekretarza Wydziałowej Komisji Wyborczej, a w obecnej kadencji (2012-2016) jestem jej członkiem. W kadencji 2012-2016 pełnię funkcję członka Wydziałowej Komisji Oceniającej na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej. W 2012 r. pełniłem funkcję elektora w Kolegium Elektorów na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej do wyboru Dziekana na kadencję 2012-2016. W kadencji 2005-2008, 2008-2012 i częściowo w kadencji 2012-2016 (do roku 2013) pełniłem funkcję koordynatora ds. Promocji na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki

Wrocławskiej. Od 2008 roku jestem opiekunem Koła Naukowego „Etaksi” na Wydziale Budownictwa Lądowego i Wodnego Politechniki Wrocławskiej.

Od roku 2006 posiadam uprawnienia budowlane bez ograniczeń do projektowania i kierowania robotami budowlanymi, a od 2009 r. jestem rzeczoznawcą mykologiczno-budowlanym Polskiego Stowarzyszenia Mykologów Budownictwa.

Od roku 2006 jestem członkiem Komisji Rewaloryzacji, Modernizacji i Remontów Obiektów Budowlanych w Polskim Związku Inżynierów i Techników Budownictwa we Wrocławiu. W 2010 r. otrzymałem Złotą Odznakę Honorową Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa.

Od roku 2008 jestem ekspertem w Sądzie Arbitrażowym przy Dolnośląskiej Izbie Gospodarczej.

W kadencji 2010-2014, jako przedstawiciel inżynierów budownictwa, byłem członkiem Okręgowego Sądu Dyscyplinarnego w Dolnośląskiej Okręgowej Izbie Inżynierów Budownictwa. W 2013 r. otrzymałem Srebrną Odznakę Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa.

W 2014 r. zostałem wybrany jako przedstawiciel inżynierów budownictwa na delegata na Zjazd Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w celu wyboru nowych organów Dolnośląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa. Zostałem wybrany na zastępcę przewodniczącego Okręgowego Sądu Dyscyplinarnego w Dolnośląskiej Okręgowej Izbie Inżynierów Budownictwa w kadencji 2014-2018.

Szczegółowy wykaz wszystkich osiągnięć naukowo-badawczych, dydaktycznych, organizacyjnych i popularyzacyjnych został zawarty w załączniku nr 3 i 4.

Krzysztof Schabowicz