

dr hab. inż. Daria Józwiak-Niedźwiedzka, prof. IPPT PAN  
Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN  
ul. Pawińskiego 5b  
02-106 Warszawa  
e-mail: djozwiak@ippt.pan.pl

Warszawa, 4 stycznia 2023r.



## RECENZJA

dorobku naukowego, dydaktycznego, organizacyjnego i popularyzatorskiego  
dra inż. Tomasza Piotrowskiego  
w związku z postępowaniem habilitacyjnym w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych  
w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport

### 1. Podstawa opracowania recenzji

Podstawą opracowania recenzji jest pismo Przewodniczącego Rady Naukowej Dyscypliny Inżynieria Lądowa i Transport dr hab. inż. Konrada Lewczuka, prof. uczelni, WTBD.524.HAB.222.2022 informujące o powołaniu mnie przez Radę Doskonałości Naukowej w dniu 10.10.2022r. na recenzenta w postępowaniu w sprawie o nadanie stopnia doktora habilitowanego dr inż. Tomaszowi Piotrowskiemu.

Recenzja została opracowana na podstawie dokumentacji przygotowanej przez Habilitanta we wniosku z dnia 15.04.2022r., w szczególności na podstawie cyklu 15. publikacji przedstawionym pod łącznym tytułem *Betonowe osłony przed neutronowym promieniowaniem jonizującym*, a także rozprawy doktorskiej i dwóch publikacji, dotyczących diagnostyki nieniszczącej betonu oraz autoreferatu i wykazu osiągnięć naukowych, stanowiących wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa i transport.

Dokumentację merytoryczną oceny dorobku dr inż. Tomasza Piotrowskiego stanowi jego wniosek złożony do Rady Dyscypliny Naukowej o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego wraz z załącznikami w formie elektronicznej (pen-drive). Z przedstawionych dokumentów wynika, że Kandydat uprzednio nie ubiegał się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

Przy opracowaniu recenzji uwzględniłam wymagania zawarte w obowiązujących dokumentach prawnych w:

- Ustawie Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20.07.2018r.; tekst jednolity wg Obwieszczenia Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dn. 03.03.2022r. (Dz. U. 2022 poz. 574),
- Rozporządzeniu Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20.09.2018r. w sprawie dziedzin i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin artystycznych (Dz. U. z dn. 25.09.2018r. poz. 1818).

Obowiązujące kryteria oceny przedstawiono w art. 219 Ustawy.

Korzystałam również z interpretacji zawartych w *Poradniku. Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego*, dostępnego na stronie internetowej Rady Doskonałości Naukowej (wersja z 05.08.2021r.).

## **2. Sylwetka Habilitanta**

Dr inż. Tomasz Piotrowski jest absolwentem Wydziału Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej. W 2005r. ukończył studia magisterskie na kierunku budownictwo o specjalności inżynieria produkcji budowlanej. W latach 2005-2011 był asystentem w Katedrze Inżynierii Materiałów Budowlanych w Zakładzie Inżynierii Materiałów Budowlanych na macierzystej uczelni. W roku 2010 na tym samym wydziale uzyskał stopień doktora nauk technicznych w zakresie budownictwa, w dyscyplinie budownictwo w specjalności inżynieria materiałów budowlanych. Od kwietnia 2011 roku jest adiunktem na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej (Zakład Inżynierii Materiałów Budowlanych, Instytut Inżynierii Budowlanej).

W badaniach prowadzonych po doktoracie dr inż. Tomasz Piotrowski skupił się na zagadnieniu optymalizacji materiałowej odnośnie do składu betonów osłonowych, tj. znajdujących się w bezpośredniej bliskości instalacji wykorzystujących promieniowanie jonizujące. Habilitant skoncentrował się na kwestiach dotyczących skuteczności osłon betonowych przed promieniowaniem zarówno neutronowym jak i gamma. Przeprowadził symulacje komputerowe oraz badania doświadczalne.

Swoje plany badawcze Habilitant realizował uczestnicząc m.in. w projekcie badawczym *Nowej generacji beton osłonowy przed promieniowaniem jonizującym* w ramach IV edycji programu Lider (2013-2016), gdzie pełnił rolę kierownika projektu.

Ten obszar działalności badawczej Habilitanta obejmuje zagadnienia, które są istotne i aktualne w dyscyplinie naukowej inżynieria lądowa i transport.

## **3. Ocena dorobku naukowego**

### **3.1. Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w czasopiśmie naukowych i referatach konferencyjnych**

Habilitant zgłosił dwa osiągnięcia naukowe w ramach dziedziny nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport, co jest zgodne z Ustawą, a w szczególności z interpretacją przepisów habilitacyjnych, zawartą w *Poradniku* opublikowanym na stronie internetowej Rady Doskonałości Naukowej.

Jako pierwsze osiągnięcie naukowe dr inż. Tomasz Piotrowski przedstawił cykl 15. prac ([I-1-1]-[I-1-15] wg Zał. 3a), dotyczących zagadnienia optymalizacji betonów osłonowych przed promieniowaniem jonizującym, nadając mu zbiorczy tytuł *Betonowe osłony przed neutronowym promieniowaniem jonizującym*.

Jako drugie osiągnięcie naukowe Habilitant przedstawił rozprawę doktorską i dwie prace ([I-1-16] i [I-1-17] wg Zał. 3a) dotyczące nieniszczącej diagnostyki betonu, ze szczególnym uwzględnieniem inżynierii powierzchni betonu.

Pierwsze osiągnięcie: cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych powstał jako wynik wieloletnich prac badawczych Habilitanta, dotyczących ogólnie pojętego wpływu promieniowania jonizującego na kompozyty o matrycy cementowej.

Natomiast drugie osiągnięcie dotyczy diagnostyki nieniszczącej betonu ze szczególnym uwzględnieniem inżynierii powierzchni betonu i powstało w ramach realizacji rozprawy doktorskiej *Zastosowanie analizy sygnału impact-echo do oceny jakości zespolenia w układach naprawczych betonu*.

Główne rozpatrywane przez Habilitanta zagadnienia związane z tematyką betonów osłonowych przed promieniowaniem jonizującym to:

1. Zastosowanie metody Monte Carlo do optymalizacji materiałowej kompozycji betonu osłonowego,
2. Modyfikacja materiałowa betonu osłonowego przed promieniowaniem neutronowym,
3. Wpływ modyfikacji materiałowej na mikrostrukturę betonu osłonowego,
4. Modyfikacja metody oceny zjawiska osłabiania promieniowania neutronowego w betonie osłonowym,
5. Ocena skuteczności osłon betonowych przed promieniowaniem neutronowym oparta na algorytmie obliczania właściwości osłonowych rozróżniającym efektywność spowalniania neutronów prędkich i absorpcji neutronów termicznych.

Spośród piętnastu opublikowanych prac dwie są wyłącznie autorstwa Habilitanta, zaś trzynastę to prace współautorskie (od dwóch do siedmiu współautorów). Habilitant deklaruje swój merytoryczny wkład w wykonaniu i opracowaniu wspomnianych trzynastu prac. Zgodnie z oświadczeniami, udział Habilitanta w przygotowaniu publikacji zgłoszonych jako osiągnięcie jest znaczący i dotyczy przede wszystkim opracowania „pomysłu tematu i współtworzenia hipotezy badawczej, analizy literaturowej, tworzenia schematu algorytmu metody Monte-Carlo, pomysłu i sposobu analizy wyników oraz interpretacji wyników symulacji a także idei doboru materiałów, rodzaju i kształtu próbek, ich wykonania oraz współudziału w opracowaniu wniosków”.

Artykuły [I-1-1] i [I-1-2] dotyczą analizy właściwości fizycznych, strukturalnych, mechanicznych i odporności na promieniowanie specjalnego rodzaju szkła przeznaczonego do wykonywania tzw. komór gorących. W artykułach [I-1-1] i [I-1-2] przedstawiono m.in. możliwości zastosowania metody wg [I-1-3] do analizy właściwości osłonnych szkła, stosowanego przy budowie przeziernych barier, w których manipuluje się napromienionymi materiałami oraz źródłami promieniotwórczymi. Stwierdzono, że modyfikacja szkła przy pomocy  $Nb_2O_5$  poprawiła właściwości osłonne wobec neutronów szybkich, ale miała też niewielki wpływ na efektywność absorpcji neutronów termicznych.

Publikacja [I-1-3] jest przeglądowym artykułem dotyczącym kompleksowej metody oceny właściwości osłonnych betonu i zaprawy stosowanych na osłony biologiczne przed promieniowaniem jonizującym, zwłaszcza przed promieniowaniem neutronowym. Habilitant zaproponował metodę przejętą z obliczania przekroju czynnego usuwania neutronów szybkich w oparciu o makroskopowe obliczenia przekroju poprzecznego dla kompozycji betonu. Metodę tę wykorzystał do porównania skuteczności osłonności betonu i zaprawy, określonej wcześniej przez innych badaczy i podaną w literaturze. Metodę wykorzystał również do zaprezentowania skuteczności modyfikacji materiału polimerami, związkami gadolinu i boru w celu poprawienia właściwości osłonnych materiałów odnośnie do neutronów termicznych.

W artykule [I-1-4] zaprezentowano wyniki odnoszące się do wpływu rodzaju cementu i kruszywa oraz stosunku w/c na ilość wody związanej oraz właściwości osłonowe betonów wobec promieniowania neutronowego. Wykazano, że zmiana rodzaju cementu/ kruszywa miała istotny wpływ na ilość wody związanej oraz na liniowy współczynnik osłabiania neutronów (NLAC) obliczony w Monte Carlo N-Particle Transport Code. Wykazano wpływ rodzaju cementu na właściwości osłonne betonu.

Artykuły [I-1-5] i [I-1-6] dotyczyły opisu mikrostruktury betonu oraz zależności między mikrostrukturą, właściwościami betonu oraz efektywnością osłonności betonu przed promieniowaniem neutronowym. Analizowano m.in. wpływ modyfikacji polimerowej na mikrostrukturę, właściwości osłonne wobec promieniowania neutronowego oraz wytrzymałość na ściskanie ciężkiego betonu (kruszywo magnetytowe). Modyfikacja polegała

na dodaniu dyspersji akrylowych lub epoksydowych oraz mikro- lub makrowłókien. Badania mikrostruktury dotyczyły m.in. analizy powierzchni przełomu, wizualnej i obrazowej analizy przekrojów poprzecznych, obserwacji SEM, gęstości objętościowej oraz porowatości całkowitej. Zastosowano komputerową analizę obrazu do oceny mikrostrukturę betonu. Wykazano, że ani dyspersje polimerowe, ani włókna nie miały istotnego wpływu na właściwości osłonne, natomiast wpłynęły na wytrzymałość na ściskanie. Stwierdzono, że osłabianie „promieniowania neutronowego zależy od gęstości objętościowej betonu, która determinowana jest głównie zmianami składu fazowego i atomowego kruszywa oraz w mniejszym stopniu zmianami mikrostruktury”.

W artykule [I-1-7] przedstawiono wpływ tlenku gadolinu i uleksytu (związku boru) na hydratację cementu i właściwości zaprawy w celu ochrony przed promieniowaniem neutronowym. Przebieg hydratacji badano na próbkach zapraw przy stosunku wody do cementu  $w/c=0,5$  i piasku do cementu 0,75. Wykazano, że dodatek  $Gd_2O_3$  spowodował opóźnienie hydratacji cementu, ale jednocześnie przyspieszył aktywność glinianu. Natomiast uwodnienie cementu było całkowicie niemożliwe w przypadku zapraw zawierających znaczną zawartość uleksytu. Wyniki badań wytrzymałościowych wskazały, że dodatek tlenku gadolinu spowodował spadek wytrzymałości na zginanie i ściskanie w młodym wieku (3 dni). Optymalna zawartość tego dodatku ze względu na długookresową wytrzymałość na ściskanie i kinetykę hydratacji wynosiła 5% w stosunku do masy cementu.

Praca [I-1-8] dotyczy zastosowania optymalizacji wielokryterialnej w celu określenia składu betonu osłonowego z uwagi na działanie promieniowania jonizującego. Celem badań była ocena właściwości osłonowych zwykłego i ciężkiego betonu zawierającego kruszywo magnetytowe modyfikowanego żywicą epoksydową i tlenkiem gadolinu wobec promieniowania neutronowego. Badania polegały na wykorzystaniu symulacji komputerowych Monte-Carlo przy wykorzystaniu kodu MCNP do oceny właściwości osłonowych betonu i porównania otrzymanych wyników z rzeczywistym eksperymentem. Wykazano, że modyfikacja betonu przy użyciu żywicy lub tlenku gadolinu może poprawić właściwości betonu w zakresie tłumienia neutronów, jednak tlenek gadolinu jest skutecznym dodatkiem tylko do tłumienia neutronów o niskiej energii.

W artykule [I-1-9] przedstawiono wyniki badania wpływu promieniowania neutronowego na właściwości osłonne zaprawy cementowej różniącej się zastosowanym cementem (CEM I 42,5 R; CEM III/A 42,5 N-LH/HSR/NA; CEM IV/B(V)32,5-LH/HSR) oraz zaprawy zawierającej dodatek polimeru (10% m.c.) i dwóch dostępnych na rynku zapraw do naprawy betonu. Stwierdzono wpływ rodzaju cementu na tłumienie neutronów szybkich wynikający z różnic w składzie chemicznym cementu. Polimerowa modyfikacja zaprawy wpłynęła korzystnie na wyniki tłumienia neutronów szybkich i wychwytywania neutronów termicznych. Wykazano liniową zależność między tłumieniem neutronów szybkich a zawartością wodoru w zaprawach modyfikowanych polimerem. Wyniki eksperymentalne zostały potwierdzone w symulacjach MCNP.

Artykuł [I-1-10] stanowi kontynuację programu badawczego i wyników symulacji komputerowych zaprezentowanych w [I-1-13]. Celem pracy [I-1-10] było przedstawienie przydatności komputerowego wspomaganie w zastosowaniu do projektowania betonu osłonowego wobec promieniowania neutronowego. Przedstawiono wyniki symulacji komputerowych Monte-Carlo z wykorzystaniem danych wejściowych z rzeczywistych osłon reaktorów Ulysse i Réacteur Universitaire de Strasbourg. Oprócz zastosowania kodu MCNPX, wykorzystano również oprogramowanie CINDER'90, z pomocą którego obliczono aktywację betonu po 20. letnim napromienieniu. Wykazano, że aktywacja betonu modyfikowanego atomami boru była największa.

Praca [I-1-11] jest samodzielnym dziełem Habilitanta. Jest to rozdział w monografii *Micro and nanostructured composite materials for neutron shielding applications* redagowanej przez

S.T. Abdulrahman, S. Thomas i Z. Ahmad, wydanej w 2020 roku przez Woodhead Publishing w *Series in Composites Science and Engineering*. Rozdział jest zatytułowany *Shielding concrete with neutron attenuating and absorbing components* i zawiera 42 strony. Rozdział dotyczy betonu osłonowego zawierającego składniki spowalniające i pochłaniające neutrony. Habilitant przedstawił w nim wyniki przeprowadzanych eksperymentów i obliczeń oraz publikacje referencyjne, dotyczące osłonności betonu wobec promieniowania neutronowego.

W pracy [I-1-12] przedstawiono wpływ składu betonu (rodzaju cementu, w/c) oraz jego gęstości i wilgotności na właściwości osłonne wobec promieniowania neutronowego. Badania przeprowadzono przy użyciu symulacji komputerowej Monte-Carlo oraz na rzeczywistych próbkach laboratoryjnych. Badania przeprowadzono na betonie zwykłym (kruszywo granitowe) o różnych współczynnikach w/c (0,4, 0,5 i 0,6) oraz betonie ciężkim (kruszywo magnetytowe) o w/c = 0,4 i takim samym składzie objętościowym kruszywa jak w betonie zwykłym o odpowiadającym mu współczynniku w/c. Wyniki potwierdziły wpływ rodzaju cementu na tłumienie neutronów szybkich.

Celem artykułu [I-1-13] była ocena możliwości wykorzystania kodów Monte-Carlo do optymalizacji składu mieszanki betonowej aby poprawić jego właściwości osłonne wobec promieniowania neutronowego. Do symulacji transportu neutronów przez ścianę wykonaną z różnych betonów wykorzystano dwa kody MCNPX i SPOT. Badania wykazały, że zwiększenie gęstości materiału miało pomijalny wpływ na skuteczność tłumienia promieniowania neutronowego. Wykazano, że beton zwykły o wyższej wytrzymałości na ściskanie skuteczniej tłumil promieniowanie neutronowe. Natomiast przewaga betonu ciężkiego (z kruszywem barytowym) nad betonem zwykłym odnośnie do osłabiania promieniowania neutronowego nie była znacząca.

W referacie [I-1-14] przedstawiono wyniki badania 9. betonów (zwykłe i ciężkie) odnośnie do określenia efektywności pochłaniania neutronów termicznych i skuteczności spowalniania neutronów prędkich. Skład betonów modyfikowany był żywicą epoksydową oraz tlenkiem gadolinu (2% i 5% m.c.). Wykazano, że dodatek tlenku gadolinu spowodował wzrost skuteczności osłony z poziomu 70% dla betonu zwykłego i 90% dla betonu magnetytowego do odpowiednio 97% i 98-99%.

W pracy [I-1-15] badaniom poddano płyty betonowe wykonane z różnych mieszanek zawierających kruszywo granitowe lub magnetytowe. Zastosowano cement CEM III 42,5R oraz CEM I 42,5 R. Jako modyfikacje materiałowe zastosowano: tlenek gadolinu (0,5 i 1,0% m.c.), makrowłókna polimerowe, mikrowłókna polipropylenowe oraz ich połączenie, dyspersję akrylową lub dyspersję epoksydową oraz nieorganiczny związek chemiczny z grupy wodoroków zawierający bor. Pomiary wykonano we wzorcowych polach promieniowania gamma (źródło Cs-137 i Co-60) oraz promieniowania neutronowego (źródło Pu-Be). Na podstawie wyznaczonych wartości HVL i TVL potwierdzono skuteczność betonów ciężkich jako osłon przed promieniowaniem gamma oraz dokonano oceny modyfikacji materiałowych w celu poprawy osłonności.

Główne rozpatrywane przez Habilitanta zagadnienia związane z diagnostyką nieniszczącą betonu to:

1. Charakterystyka jakości podłoża betonowego ze szczególnym uwzględnieniem chropowatości i stopnia mikrozarysowania,
2. Opracowanie metody interpretacji sygnałów rejestrowanych w metodzie impact-echo,
3. Wykazanie skuteczności metody impact-echo w ocenie jakości zespolenia układów naprawczych i szacowaniu przyczepności materiału naprawczego do podłoża betonowego.

Jako drugie osiągnięcie Habilitant wskazał opracowanie metody interpretacji sygnałów rejestrowanych w metodzie impact-echo oraz wykazanie skuteczności tej metody w ocenie jakości zespolenia układów naprawczych i szacowaniu przyczepności materiału naprawczego do podłoża betonowego. Metoda ta została w 2009 roku przedstawiona w rozprawie doktorskiej pt. *Zastosowanie analizy sygnału impact-echo do oceny jakości zespolenia w układach naprawczych betonu*, a wyniki przeprowadzonych wówczas badań opublikowano w dwóch publikacjach [I-1-16] i [I-1-17].

Dwie prace [I-1-16] i [I-1-17] to prace współautorskie (trzech i więcej współautorów), przy czym Habilitant nie zadeklarował swojego merytorycznego wkładu w wykonanie i opracowanie wspomnianych dwóch prac.

Wg informacji zawartych w *Poradniku. Postępowania dotyczące nadawania stopnia doktora habilitowanego*, dostępnego na stronie internetowej Rady Doskonałości Naukowej (wersja z 05.08.2021r.) na str. 14 „... ocena nadania stopnia doktora habilitowanego wymaga, aby wśród całego dorobku naukowego znalazły się osiągnięcia naukowe o znacznym wkładzie w rozwój danej dyscypliny. Przedłożone osiągnięcia mogą stanowić przy tym część pracy zbiorowej, jeżeli opracowanie wydzielonego zagadnienia jest indywidualnym wkładem osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego. Konieczne zatem jest, w przypadku prac współautorskich, wyodrębnienie indywidualnego, merytorycznego udziału tej osoby w powstanie danej pracy, co jest warunkiem dokonania oceny osobistych osiągnięć stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny”.

Dlatego też w związku z powyższym dwóch publikacji zgłoszonych jako powiązane tematycznie drugie osiągnięcie naukowe nie oceniałam.

### **3.2. Uwagi krytyczne do cyklu publikacji**

Artykuły [I-1-1] i [I-1-2] dotyczą m.in. praktycznego zastosowania metody przedstawionej w [I-1-3] odnośnie do szkła przeznaczanego na barierę w komorach gorących. W obydwu artykułach udział Habilitanta został określony na 20%. Artykuły zgłoszone do wykazu osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład Habilitanta w rozwój dyscypliny powinny zawierać min. 50% udziału Habilitanta aby wkład ten był znaczny.

W pracy [I-1-3] zaproponowano kompleksową metodę oceny osłonności wobec promieniowania neutronowego, która jak sugeruje Habilitant będzie w przyszłości bardzo przydatna przy projektowaniu betonu osłonowego. Brakuje określenia przewidywanej aktywacji betonu osłonowego w zależności od użytych materiałów, szczególnie, że takie badania były już wcześniej prowadzone przez Habilitanta [I-1-10].

W artykule [I-1-4] pokazano, że zmiana materiałów składowych betonu miała istotny wpływ na linowy współczynnik osłabiania neutronów (NLAC) obliczony w Monte-Carlo N-Particle Transport Code. Z literatury wiadomo, że wartość współczynnika osłabienia  $\mu$  zależy od energii promieniowania i od gęstości materiału, przez który przechodzi promieniowanie a w mniejszym stopniu od jego rodzaju. Czym można tłumaczyć, że wzrost wartości współczynnika w/c nie spowodował wzrostu szybkości hydratacji cementu oraz że wartość linowego współczynnika osłabiania neutronów nie zależała od wartości w/c?

Artykuły [I-1-5] i [I-1-6] są pracami wieloautorskimi, a udział Habilitanta został określony na 40%. Z uwagi na obszerność całego cyklu zawierającego 15 publikacji, wydaje się, że te publikacje trzeba pominąć. A co ważniejsze, w [I-1-5] stwierdzono, że osłabianie „promieniowania neutronowego zależy od gęstości objętościowej betonu, która determinowana jest głównie zmianami składu fazowego i atomowego kruszywa oraz w mniejszym stopniu zmianami mikrostruktury” co stoi w sprzeczności z wnioskami wyciągniętym z badań przedstawionych w [I-1-12], gdzie podano, że „badania potwierdziły, że zwiększenie gęstości

materiału ma marginalny wpływ na skuteczność osłonności wobec neutronów szybkich”. Należałoby dokładnie określić jaki rodzaj neutronów był brany pod uwagę.

W artykule [I-1-7] wstęp jest zdecydowanie zbyt krótki, odnosi się jedynie do dwóch publikacji z czego jedna jest napisana przez współautora analizowanego artykułu. Należałoby połączyć punkt 1.1. z ogólnym wstępem. Brakuje dyskusji wyników, oprócz dwóch wymienionych publikacji (jedna z nich ponownie autorstwa współautora opisywanego artykułu) nie ma odniesienia do światowych danych literaturowych.

Artykuł [I-1-8] zawiera wprawdzie rozdział zatytułowany *Wyniki i dyskusja (Results and discussion)* ale brak jest dyskusji naukowej otrzymanych wyników badań w konfrontacji z wynikami zaprezentowanymi w literaturze przez innych badaczy. W efekcie nie jest jednoznaczne czy dwa wnioski końcowe są oryginalnymi wynikami przedstawionymi przez Autorów czy są potwierdzeniami znanych wcześniej wyników. Nie omówiono również braku potwierdzenia skuteczności dodatku gadolinu w tłumieniu neutronów przy wykorzystaniu MCNP.

W pracy [I-1-9] brak jest informacji dotyczących składu zaprawy. Nie wiadomo czy stosowano piasek kwarcowy czy inne kruszywo drobne. Jaka była wartość współczynnika w/c. W jakich warunkach przechowywano próbki, jak długo były poddane napromienieniu i najważniejsze w jaki sposób określono z tak dużą dokładnością wilgotność próbek, szczególnie gdy podczas napromienienia spodziewamy się wysychania na skutek efektów termicznych?

Praca [I-1-11] jest rozdziałem przeglądowym wyników badań otrzymanych przez Habilitanta oraz przeglądu literaturowego związanego z wpływem promieniowania neutronowego na beton.

W artykule [I-1-12] stwierdzono, że „badania potwierdziły, że zwiększenie gęstości materiału ma marginalny wpływ na skuteczność osłonności wobec neutronów szybkich, dlatego projektowanie takiego betonu w oparciu o właściwości użytkowe powinno uwzględniać inne warunki, takie jak skład atomowy i zawartość wilgoci (wodoru)”. Tak jak podano poniżej, są to oczywiste stwierdzenia, dotyczące składników zawierających pierwiastki o wysokiej liczbie atomowej, które stosuje się do osłabiania promieniowania gamma. Natomiast zdecydowanie należy rozróżnić zawartość wilgoci od zawartości wodoru w analizowanych próbkach.

Na podstawie symulacji przedstawionych w artykule [I-1-13] stwierdzono, że zwiększenie gęstości materiału miało pomijalny wpływ na skuteczność tłumienia promieniowania neutronowego. Jest to oczywiste stwierdzenie, a informacje na ten temat można znaleźć np. w publikacjach podanych poniżej [1-5]. Im większa w betonie jest zawartość składników zawierających pierwiastki o wysokiej liczbie atomowej, tym mniejsza będzie grubość osłony potrzebnej do osłabiania promieniowania gamma. Zastosowanie kruszywa o zwiększonej gęstości znacząco zwiększa osłonność wobec promieniowania gamma. Natomiast w celu osłabienia promieniowania neutronowego, neutrony o wysokiej energii muszą najpierw zostać spowolnione do energii termicznej poprzez rozproszenie na atomach wodoru lub na jądrach atomów ciężkich. A potem jako neutrony termiczne lub epitermiczne mogą zostać ewentualnie również spowolnione przez rozproszenie na jądrach ciężkich, zaabsorbowane przez jądra lekkie lub wychwycone przez jądra ciężkie (wraz z emisją promieniowania wtórnego gamma).

W artykule [I-1-14] podano, że gęstość betonu ciężkiego, zawierającego kruszywo magnetytowe, wynosiła od  $3,24 \text{ kg/m}^3$  do  $3,61 \text{ kg/m}^3$ . Nie wyjaśniono natomiast czym spowodowana była ta różnica, szczególnie, że gęstość betonu zwykłego była zbliżona (od  $2,31$  do  $2,38 \text{ kg/m}^3$ ). Podobnie jak w przypadku artykułu [I-1-8] brak jest konfrontacji z innymi wynikami badań, oprócz własnych. Także jak w przypadku pozostałych artykułów, w których zaprezentowano wyniki badań dotyczące zastosowania  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  nie nadmieniono choćby

o możliwym wpływie tego dodatku na właściwości świeżej zaprawy czy o skutkach ekonomicznych zastosowania tego dodatku.

W pracy [I-1-15] stwierdzono, że dla promieniowania neutronowego konieczne jest opracowanie nowej generacji betonów osłonowych zawierających składniki, których celem spowolnienie neutronów prędkich i/lub absorpcja neutronów termicznych. Jak już napisano wcześniej jest to znany fakt, a informacje na ten temat można znaleźć np. w [1-5].

- [1] R.G. Jaeger, E.P. Blizard, A.B. Chilton, M. Grotenhuis, A. Hönig, T.A. Jaeger, H.H. Eisenlohr (1975) Engineering compendium on radiation shielding, Vol. II, Shielding materials, Springer, Berlin, pp. 436.
- [2] A.B. Chilton, J.K. Shultis, R.E. Faw (1984) Principles of radiation shielding, Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, pp. 488.
- [3] M.F. Kaplan (1989) Concrete radiation shielding: nuclear physics, concrete properties, design and construction. Longman Scientific and Technical, Harlow, England, pp. 457
- [4] I.I. Bashter (1997) Calculation of radiation attenuation coefficients for shielding concretes, Annals of Nuclear Energy, Vol. 24, Issue 17, 1389-1401.
- [5] G.F. Knoll (2009) Radiation Detection and Measurement, 3<sup>rd</sup> Ed, John Wiley & Sons, Inc., pp. 796.

Cechą wspólną powyższych artykułów [I-1-1÷I-1-15] jest tematyka betonów osłonowych przed promieniowaniem jonizującym, szczególnie wobec promieniowania neutronowego. Badania dotyczące zagadnienia modyfikacji składu i mikrostruktury zaprawy i betonu osłonowego były przeprowadzone za pomocą symulacji komputerowych oraz badań doświadczalnych. W celu modyfikacji składu betonu zastosowano m.in. różne kruszywo ciężkie, różny cement oraz tlenek gadolinu, makrowłókna polimerowe, mikrowłókna polipropylenowe, dyspersję akrylową lub dyspersję epoksydową oraz nieorganiczny związek chemiczny z grupy wodoroków zawierający bor. Analizowano wpływ wymienionych zmiennych materiałowych na właściwości osłonne betonu wobec promieniowania jonizującego.

### **3.3. Uwagi krytyczne do Autoreferatu**

Opis i analiza wyników badań stanowiących podstawę rozprawy habilitacyjnej (autoreferat) zostały przygotowane formalnie poprawnie, jednakże bardzo pobieżnie i można odnieść wrażenie niedosytu dotyczące opisu celu i wyników badań. Np. opis dotyczący prac [I-1-5] i [I-1-6], tj. „Realizowane pod moim kierownictwem w ramach projektu LIDER badania obejmowały także analizę wpływu modyfikacji materiałowej na mikrostrukturę betonów osłonowych przed promieniowaniem. Ich wyniki opublikowane w 2020 roku [I-1-5][I-1-6] stanowiły one istotny element obronionej w 2019 roku rozprawy doktorskiej dr inż. Kamila Załęgowskiego pt. Mikrostrukturalne uwarunkowania właściwości betonów osłonowych”.

Habilitant nie przyporządkował wszystkich zaprezentowanych publikacji do odpowiednich poruszanych przez niego problemów naukowo-badawczych. Wymienił publikacje [I-1-4], [I-1-5], [I-1-6], [I-1-7] i [I-1-11] jako potwierdzenie osiągnięcia naukowego dotyczącego modyfikacji materiałowej betonów osłonowych przed promieniowaniem neutronowym (str. 13 w autoreferacie). Opracowanie i zweryfikowanie eksperymentalne metody oceny skuteczności osłon betonowych przed promieniowaniem neutronowym opartej na algorytmie obliczania właściwości osłonowych rozróżniającym efektywność spowalniania neutronów prędkich i absorpcji neutronów termicznych Habilitant wymienił jako swoje największe osiągnięcie naukowe (str. 14) – [I-1-1, I-1-2, I-1-3]. Brakuje odniesienia do publikacji [I-1-8, I-1-9, I-1-10, I-1-12, I-1-13, I-1-14, I-1-15].



Dwie publikacje dotyczące diagnostyki nieniszczącej betonu są różnie numerowane. W autoreferacie (Załącznik 2a) mają numery [II-4-42] i [II-4-19] natomiast w wykazie osiągnięć (Załącznik 3a) odpowiednio [I-1-16] i [I-1-17]. Wprowadza to trudności w odbiorze i ocenie tekstu przedstawionego przez Habilitanta.

Osiągnięcie naukowe Habilitanta oparte jest na cyklu recenzowanych publikacji w czasopiśmie i referatach konferencyjnych, dlatego należało rozpoznać istotność wkładu Habilitanta do publikacji współautorskich. Pięć spośród załączonych w cyklu 15. prac, tj. [I-1-1, I-1-2, I-1-5, I-1-6, I-1-10] charakteryzuje się 40% lub niższym udziałem Habilitanta. Z uwagi na obszerność całego cyklu, wydaje się zbyt dużym dołączenie tych publikacji do cyklu, który ma stanowić znaczny wkład w rozwój dyscypliny inżynieria lądowa i transport.

Brak jest oświadczeń dotyczących udziału Habilitanta w przygotowaniu publikacji zgłoszonych jako drugie osiągnięcie. Na końcu dwóch artykułów zgłoszonych jako drugie osiągnięcie nie ma zamieszczonego udziału poszczególnych autorów w ich przygotowaniu.

Lekturę tekstu autoreferatu utrudniała numeracja publikacji zgłoszonych jako osiągnięcie. Brak załączonych kopii publikacji składających się na cykl, stanowiący zgłoszone osiągnięcia naukowe utrudnił i wydłużył proces recenzji.

Ponadto tekst autoreferatu zawiera błędy i nieścisłości. Przykładowo, brak jest konsekwencji w oznaczaniu poszczególnych składów betonu na rys. 3 w [I-1-4], co powoduje, że rysunek jest mniej czytelny. Rys. 3, 4 i 6 w [I-1-15] są nieczytelne.

Oceny dorobku Habilitanta dokonałam na podstawie 15. publikacji (I osiągnięcie) oraz rozprawy doktorskiej (II osiągnięcie).

Do najważniejszych osiągnięć Habilitanta przedstawionych w cyklu 15. powiązanych tematycznie publikacji, które wnoszą istotny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa i transport, w szczególności w obszarze wiedzy związanej betonowymi osłonami przed neutronowym promieniowaniem jonizującym można zaliczyć:

- zastosowanie danych wejściowych z rzeczywistych osłon reaktorów do symulacji komputerowych Monte-Carlo w celu oszacowania osłonności betonu i jego aktywacji.
- opracowanie układów pomiarowych pozwalających na wyznaczenie skuteczności osłabiania promieniowania neutronowego z uwagi na spowalnianie neutronów prędkich oraz absorpcję neutronów termicznych.
- poszerzenie wiedzy dotyczącej wpływu tlenku gadolinu i uleksytu na proces hydratacji cementu.
- wykazanie potencjału modyfikacji materiałowej przy użyciu polimerów oraz tlenku gadolinu w zwiększaniu parametrów osłonnych zaprawy i betonu.
- autorską metodę oceny efektywności betonu i zaprawy stosowanych w osłonach biologicznych przed promieniowaniem jonizującym, przede wszystkim przed promieniowaniem neutronowym.
- opracowanie składu betonu osłonowego o podwyższonych właściwościach osłonnych, zarówno wobec promieniowania gamma, jak i promieniowania neutronowego.

Osiągnięciem Habilitanta związanym z diagnostyką nieniszcząca betonu jest opracowanie metody interpretacji sygnałów rejestrowanych w metodzie impact-echo oraz wykazanie skuteczności tej metody w ocenie jakości zespolenia układów naprawczych i szacowaniu przyczepności materiału naprawczego do podłoża betonowego.

Habilitant przedstawił zagadnienia związane z modyfikacją materiałową betonu osłonowego wobec promieniowania jonizującego oraz diagnostyki nieniszczącej betonu. Habilitant wykazał kompetencję i konsekwencję w prowadzeniu zaawansowanych badań, umiejętność

ich poprawnej realizacji i opisanie. Widoczna jest dobra znajomość prezentowanych zagadnień, a przy tym duży wkład Habilitanta w odniesieniu do uprawianej tematyki badawczej. Wszystkie publikacje ukazały się w czasopiśmie recenzowanych lub recenzowanych referatach konferencyjnych, co świadczy o dobrym przyjęciu tematyki i zawartości publikacji przez społeczność naukową.

Wyniki badań Habilitanta wnoszą istotny wkład w poszerzenie wiedzy dotyczącej modyfikacji materiałowej betonu osłonowego wobec promieniowania jonizującego oraz diagnostyki nieniszczącej betonu. Zdecydowanym walorem prac Habilitanta jest zastosowanie zarówno symulacji komputerowych jak i badań doświadczalnych do oceny właściwości osłonowych betonu wobec promieniowania neutronowego i promieniowania gamma.

Szkoda, że recenzenci opublikowanych prac Habilitanta nie zauważyli drobnych błędów, które było łatwo usunąć przed drukiem.

Stwierdzam, że osiągnięcie naukowe *Betonowe osłony przed neutronowym promieniowaniem jonizującym* zgłoszone jako cykl opublikowanych przez dr inż. Tomasza Piotrowskiego prac a także rozprawa doktorska dotycząca diagnostyki nieniszczącej betonu jako podstawa o ubieganie się o stopień naukowy doktora habilitowanego nauk technicznych, stanowi znaczący i oryginalny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa i transport.

#### **4. Pozostałe osiągnięcia naukowe i aktywność naukowa**

##### **4.1. Publikacje, patenty, wystąpienia konferencyjne**

Zgodnie z wykazem (Zał. 3a) przedstawionym przez Habilitanta - po doktoracie - jest on autorem lub współautorem:

- 62 publikacji, w tym 14 publikacji posiadających Impact Factor, (włączając 10 publikacji z cyklu),
- 24 rozdziałów w monografiach naukowych,
- monografii wydanej w 2017 roku.

Habilitant jest współautorem patentu P 388719 – *Spoivo cementowo-wapienne*. Patent dla Politechniki Warszawskiej, twórcy z ZIMB IIB WIL PW: L. Czarnecki, P. Łukowski, T. Piotrowski, A. Garbacz, data zgłoszenia 04.08.2009, data nadania patentu 14.12.2012, zakres terytorialny ochrony patentowej Polska, UPRP.

Po doktoracie Habilitant wygłosił 9 prezentacji podczas międzynarodowych i krajowych konferencji naukowych.

##### **4.2. Udział w organizacji konferencji i w projektach finansowanych w drodze konkursów**

Habilitant pełnił rolę sekretarza konferencji ESPSC w 2011 r. oraz członka komitetu naukowego konferencji ICCESEN (2015). Obecnie pełni rolę v-ce przewodniczącego komitetu organizacyjnego International Congress on Polymers in Concrete (2023).

Działalność naukowo-badawczą Habilitant realizował m.in. poprzez uczestnictwo w projektach badawczych. W trakcie prac nad doktoratem Habilitant uczestniczył w realizacji projektów (5):

- w ramach dwustronnej współpracy naukowo-technicznej Polska/Walonia-Bruksela (3 projekty),
- w realizacji projektów krajowych (2 projekty).

Po doktoracie Habilitant brał udział w realizacji projektów (9):

- Realizacja działań opisanych w Mapie Drogowej dla Fuzji podczas Horyzontu 2020 poprzez wspólny program członków konsorcjum EUROfusion. Kierownik w PW: Ciupiński Łukasz, data wniosku 05-05-2016, data rozpoczęcia 01-08-2021, planowana data zakończenia 31-12-2021, EUROfusion WIM/WIL, W realizacji, WIMHorizon 2020,
- „NERW PW Nauka – Edukacja – Rozwój - Współpraca” Zadanie 28 - Modyfikacja programów kształcenia w języku angielskim na kierunku Civil Engineering oraz Zadanie 29 Dostosowanie i realizacja programów kształcenia na Wydziale Inżynierii Lądowej w zakresie umiejętności praktycznych stosowania BIM w budownictwie, Kierownik w PW: Kozyra Zofia Józefa, data rozpoczęcia 01-03-2018, planowana data zakończenia 30-11-2021, NERW ZAD. 28, 29, W realizacji, Program Operacyjny Wiedza, Edukacja, Rozwój (PO WER),
- Wspólnie z ITB jako konsorcjum PolNuclear BCC w CEN WS 64 phase 2 (2019r.),
- Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej, zadanie badawcze nr 5 pt. Analiza możliwości i kryteriów udziału polskiego przemysłu w rozwoju energetyki jądrowej, 2011-2013, strategiczny projekt badawczy NCBiR SP/J/5/143682/11, jako wykonawca,
- Rozwój i integracja platform informatycznych dla zwiększenia konkurencyjności i potencjału badawczego nauki w Polsce, 2013-2016 – projekt współfinansowany ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego z ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka - działanie 2.3. "Inwestycje związane z rozwojem infrastruktury informatycznej nauki", jako członek Rady Naukowej,
- Analiza zjawiska transportu neutronów przez przegrody betonowe i możliwości jego wykorzystania w badaniach materiałowych, 2013r., grant dziekański realizowany przez młodego naukowca w ramach pracy statutowej WIL PW, jako kierownik Projektu,
- Nowej generacji beton osłonowy przed promieniowaniem jonizującym, NGS-Concrete, 2013-2016, NCBiR – IV edycja programu Lider, LIDER/033/639/L-4/12/NCBR/2013, jako kierownik Projektu,
- Technologie wspomagające rozwój bezpiecznej energetyki jądrowej, zadanie badawcze nr 9 pt. Opracowanie metod i wykonanie analiz bezpieczeństwa w reaktorach jądrowych przy zaburzeniach w odbiorze ciepła i w warunkach ciężkich awarii, 2012-2014, strategiczny projekt badawczy NCBiR SP/J/9/176424/12, jako wykonawca,
- UIR-skaner - mobilny, zintegrowany skaner do diagnostyki elementów betonowych za pomocą metod nieniszczących, 2010-2014, projekt badawczy rozwojowy MNiSW nr NR04-0024-10, jako wykonawca.

Obecnie Habilitant bierze udział w realizacji 1 projektu:

- „CarBoFLY Karbonatyzacja i popiół z biomasy dla nowych betonów”, sygn. PPN/BWA/2019/1/00009 w ramach programu wymiany bilateralnej między Rzeczpospolitą Polską a Belgią Walonią-Brukselą, jako członek zespołu.

#### **4.3. Udział w zespołach badawczych, aktywność recenzencka i w organizacjach naukowych**

Przed doktoratem Habilitant odbył staż naukowy w Belgii na Uniwersytecie w Liège w ramach realizacji programu badań stypendium Erasmus i realizacji projektu badawczego MNiI „Wykorzystanie analizy falkowej do oceny przyczepności w układach naprawczych”, 09.2004 – 06.2005.

W okresie od października do grudnia 2010 roku Habilitant odbył szkolenie edukatorów dla polskiej energetyki jądrowej w zakresie Nuclear Engineering organizowane przed Ministerstwo

Gospodarki organizowane przez INSTN CEA Saclay (Francja) Institute National de Sciences & Techniques Nucléaire, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

Habilitant wykazał aktywność naukową realizowaną w więcej niż jednej uczelni lub instytucji naukowej poprzez realizację prac z dr Januszem Skubalskim, z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Łódzkiego, dr Aleksandrem Polańskim z Narodowego Centrum Badań Jądrowych, dr Przemysławem Olbratowskim z Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego oraz dr Dariuszem Tefelskim z Wydziału Fizyki Politechniki Warszawskiej. Wyniki prac zostały zaprezentowane m.in. w [II-7-7], [I-1-13] oraz [I-1-10].

Podjął również współpracę z Instytutem Podstawowych Problemów Techniki Polskiej Akademii Nauk, gdzie zrealizował program eksperymentalny ukierunkowany na wpływ modyfikatorów na proces hydratacji cementu, publikacja w czasopiśmie Construction and Building Materials [I-1-7].

Habilitant nawiązał również współpracę z dr Naseer K.A. z Department of Physics, GRI - DU, Gandhigram, Tamilnadu, India. Wyniki prac przedstawiono w wieloautorskich publikacjach [I-1-2] i [I-1-1].

Habilitant jest aktywnym recenzentem prac naukowych, tj. artykułów publikowanych w czasopismach międzynarodowych i zawartych w bazach Web of Science/Scopus (58 artykułów).

Habilitant jest członkiem Editorial Board w czasopiśmie CivilEng (ISSN 2673-4109) wydawnictwa MDPI. Od 2012 roku jest członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma Materiały Budowlane (ISSN 0137-2971) wydawnictwa Sigma-NOT. Był redaktorem tematu wydania „Budowa elektrowni jądrowej” w latach 2013, 2014, 2015 i 2016 oraz redaktorem z uprawnieniami do decydowania o przyjmowaniu prac do druku w temacie wydania. Od 2018 roku jest członkiem Editorial Board Team.

Habilitant jest członkiem Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa (od 2011 roku), z-cą sekretarza Krajowej Rady Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa PIIB na kadencję 2018-2022 oraz przewodniczącym Zespołu ds. Systemu Elektronicznego Obiegu Dokumentów w PIIB (od 01.09.2021). Był przewodniczącym Zespołu ds. BIM w PIIB (od 04.09.2019 do 31.12.2019). Jest także członkiem Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa (od 2011 roku) Był delegatem na Krajowy Zjazd PIIB na kadencję 2018-2022, delegatem na Zjazd Okręgowy MOIIB na kadencję 2018-2022, oraz członkiem Sądu Dyscyplinarnego Mazowieckiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa MOIIB na kadencję 2018-2022 i Przewodniczącym Komisji ds. BIM i cyfryzacji w budownictwie w MOIIB na kadencję 2018-2022.

Od 2015 roku Habilitant jest członkiem Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa.

Podsumowując aktywność naukową Habilitanta po uzyskaniu doktoratu poza dwoma cyklami publikacji stwierdzam Jego zadawalające osiągnięcia publikacyjne i aktywność konferencyjną oraz wystarczającą działalność wynalazczą udokumentowaną patentem. Znaczący udział Habilitanta w projektach finansowanych w drodze konkursów i działalność recenzencką oceniam pozytywnie, jak również czynne uczestnictwo w krajowych organizacjach zawodowych i branżowych. Na podkreślenie zasługuje czynny udział w Komitecie redakcyjnym czasopisma Materiały Budowlane.

W dorobku Habilitanta brakuje znaczących elementów współpracy z zagranicznymi ośrodkami badawczymi, brak jest informacji o odbytych po doktoracie stażach krajowych lub zagranicznych.

## **5. Dorobek dydaktyczny, technologiczny, organizacyjny i popularyzatorski**

Jako osiągnięcia dydaktyczne Habilitant wykazał opiekę i prowadzenie 49 prac dyplomowych inżynierskich i magisterskich obronionych na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, z czego 10 było przygotowanych w języku angielskim. Habilitant był też promotorem pomocniczym dwóch rozpraw doktorskich.

Habilitant prowadził zajęcia w ramach przedmiotów Materiały Budowlane, Technologia Kompozytów Polimerowych, Inżyniera Materiałów Budowlanych. Jest także kierownikiem przedmiotu Contemporary Building Materials na studiach Architecture for Society of Knowledge (ASK) - międzynarodowych studiach magisterskich prowadzonych w języku angielskim na Wydziale Architektury Politechniki Warszawskiej.

Habilitant byłem członkiem Wydziałowej Komisji Wyborczej na kadencję 2016-2020 na Wydziale Inżynierii Lądowej Politechniki Warszawskiej, a od 2018 roku jest pełnomocnikiem Dziekana WIL PW ds. polityki wdrożenia logo HR w Politechnice Warszawskiej.

W 2021 r. Habilitant otrzymał nagrodę indywidualną Rektora Politechniki Warszawskiej (I stopnia) za osiągnięcie naukowe w latach 2020-2021 *Modyfikacja materiałowa betonów osłonowych przed promieniowaniem neutronowym*.

W wykazie dorobku technologicznego Habilitant wykazał dwie pozycje, tj. [III-1-1] i [III-1-2] wg Zał. 3a dotyczące opracowanie kompozycji zaprawy i betonu osłonowego.

Jako współpracę z sektorem gospodarczym Habilitant wykazał trzy pozycje [III-2-1], [III-2-2] i [III-2-3] wg Zał. 3a, dotyczące członkostwa w krajowych organizacjach naukowych i branżowych.

W wykazie wdrożonych technologii Habilitant wykazał dwie pozycje [III-4-1] i [III-4-2] wg Zał. 3a dotyczące betonu osłonowego.

Ponadto Habilitant jest współautorem 18 ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.

Jako inne informacje dotyczące kariery zawodowej Habilitant podał osiągnięcia w obszarze budowy elektrowni jądrowych i oceny bezpieczeństwa innych obiektów nuklearnych pkt. 7.1 str. 21-22 w Zał. 3a, oraz aktywność jako uprawnionego inżyniera budownictwa, pkt. 7.2, str. 22 w Zał. 3a. Uprawnienia budowlane nr MAZ/0081/OWOK/11 do kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej uzyskane w 2011 r.

Pozytywnie oceniam dorobek zawodowy, dydaktyczny, popularyzatorski i organizacyjny Habilitanta jako wystarczający przy ubieganiu się o stopień doktora habilitowanego.

## **6. Informacje naukometryczne**

Zgodnie z wykazem przedstawionym przez Habilitanta sumaryczny Impact Factor wynosi 45,509.

Liczba cytowań (bez autocytowań) wg bazy Scopus wynosi 253, a wg bazy Web of Science – 221.

Indeks Hirscha (bez autocytowań) jest równy 11 wg bazy Scopus i 10 wg bazy Web of Science. Sumaryczna punktacja MNiSW wynosi 1910.

Łączna liczba cytowań oraz indeks Hirscha wskazują na międzynarodową rozpoznawalność prac Habilitanta i widoczny wpływ na rozwój nauki. Przedstawione dane nie odbiegają od przeciętnie oczekiwanych wskaźników na tym etapie kariery naukowej w danej dyscyplinie.

## 7. Ocena końcowa

Na podstawie przedstawionej powyżej szczegółowej oceny dorobku Habilitanta stwierdzam, że osiągnięcia naukowe dr inż. Tomasza Piotrowskiego stanowią istotny i oryginalny wkład w rozwój dyscypliny naukowej inżynieria lądowa i transport.

Pomimo uwag krytycznych przedstawiony cykl publikacji dr inż. Tomasza Piotrowskiego spełnia wymagania stawiane osobom ubiegającym się o stopień naukowy doktora habilitowanego. Pozytywnie oceniam współpracę naukową z innymi krajowymi ośrodkami, bieżącą aktywność naukową, działalność dydaktyczną i organizacyjną dr inż. Tomasza Piotrowskiego.

Popieram wniosek o nadanie dr inż. Tomaszowi Piotrowskiemu stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie inżynieria lądowa i transport.

*Dariusz Jankowski*

Warszawa, 4 stycznia 2023r.