

Dr hab. inż. Bernard Połednik, prof. PL  
Katedra Jakości Powietrza Wewnętrznego i Zewnętrznego  
Wydział Inżynierii Środowiska  
Politechnika Lubelska  
ul. Nadbystrzycka 40B  
20-618 Lublin  
[b.polednik@wis.pol.lublin.pl](mailto:b.polednik@wis.pol.lublin.pl)  
tel. 81-538 44 03

Lublin, 27 stycznia 2017 r.

## RECENZJA

### osiągnięć naukowych oraz aktywności naukowej w postępowaniu habilitacyjnym Pana dr inż. Zbigniewa Suchoraba dla Rady Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej

#### Podstawa formalna

Recenzję opracowano na zlecenie Prodziekana ds. Nauki Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej Pani **dr** hab. inż. Alicji Siuty-Olchy, **prof. PL** po otrzymaniu pisma Ś/255/216, z dnia 30.12.2016 r. Formalną podstawą jest art. 18a ust. 5 Ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. z 2016 r., poz. 882 i 1311) oraz Rozporządzenie Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 1 września 2011 r. w sprawie kryteriów oceny osiągnięć osoby ubiegającej się o nadanie stopnia doktora habilitowanego (Dz. U. z 2011 r. nr 196 poz. 1165).

#### Wykorzystane materiały

Recenzję przygotowano na podstawie:

- monografii pt.: „Zastosowanie techniki reflektometrii w domenie czasu do oceny stanu zawilgocenia przegród budowlanych” stanowiącej osiągnięcie naukowe Habilitanta;
- autoreferatu Habilitanta zawierającego między innymi informacje o posiadanych dyplomach, uzyskanych stopniach naukowych i dotychczasowym zatrudnieniu oraz opis osiągnięcia naukowego, uzyskanych wyników i ich użytecznych wartości, a także opis pozostałych osiągnięć naukowych i planów badawczych;
- kserokopii wybranych publikacji niewchodzących w skład osiągnięcia naukowego;
- wykazu opublikowanych prac naukowych;
- informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki;

- odpisu dokumentu stwierdzającego uzyskanie stopnia naukowego doktora;
- poświadczenia kierownika zagranicznej jednostki naukowej o odbytych stażach badawczych;

### **Ogólna charakterystyka habilitanta**

Pan dr inż. Zbigniew Suchorab ukończył studia w 2001 roku na Wydziale Inżynierii Budowlanej i Sanitarnej Politechniki Lubelskiej i uzyskał tytuł magistra inżyniera. Od 2002 roku jest zatrudniony na Politechnice Lubelskiej. Studia podyplomowe na Wydziale Elektrycznym Politechniki Lubelskiej ukończył w 2003 roku. W 2006 roku uzyskał stopień naukowy doktora w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie Inżynieria Środowiska na Wydziale Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej na podstawie rozprawy doktorskiej „Ocena strat ciepła i przepływu wody w przegrodach izolacyjnych”.

### **Ocena osiągnięć naukowych**

Habilitant za swoje najważniejsze osiągnięcie naukowe wskazał monografię pt.: „Zastosowanie techniki reflektometrii w domenie czasu do oceny stanu zawilgocenia przegród budowlanych”. Monografie, vol. 133, Wydawnictwo Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, Lublin 2016, ISBN 978-83-63714-32-1.

Do oceny w postępowaniu habilitacyjnym przedstawił także 10 publikacji wydanych w czasopiśmie zawartych w bazie JCR:

1. Chomczyńska M., Suchorab Z., 2008, Application of the TDR Method for the Measurement of Moisture in Degraded Soil Enriched with Biona-312 Substrate, Archives of Environmental Protection, 34(3), 125-131.
2. Suchorab Z., Sobczuk H., Černý R., Pavlík Z., R. Sevillano de Miguel, 2009, Sensitivity range determination of surface TDR probes, Environment Protection Engineering, 35(3), 179-189.
3. Suchorab Z., Barnat-Hunek D., Sobczuk H., 2011, Influence of Moisture on Heat Conductivity of Aerated Concrete, Ecological Chemistry and Engineering S, 18 (1), 111-120
4. Suchorab Z., In-situ Measurements of Moisture Using Surface TDR Probes, 2012, Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska), 14, 107-122
5. Suchorab Z., Barnat-Hunek D., Smarzewski P., Pavlík Z., Černý R., 2014, Free of Volatile Organic Compounds Protection against Moisture in Building Materials, Ecological Chemistry and Engineering S, 21(3), 401–411.
6. Guz Ł., Łagód G., Jaromin-Gleń K., Suchorab Z., Sobczuk H., Bieganowski A., 2015, Application of gas sensor arrays in assessment of wastewater purification effects. Sensors, 15,1-21.

7. Barnat-Hunek D., Smarzewski P., Suchorab Z., 2016, Effect of hydrophobisation on durability related properties of ceramic brick, *Construction and Building Materials*, 111, 275–285.
8. Stransky D., Kabelkova I., Bares V., Stastna G., Suchorab Z., 2016, Suitability of Combined Sewers for the Installation of Heat Exchangers, *Ecological Chemistry and Engineering S*, 23(1), 87-98.
9. Suchorab Z., Barnat-Hunek D., Franus M., Łagód G., 2016, Mechanical and Physical Properties of Hydrophobized Lightweight Aggregate Concrete with Sewage Sludge, *Materials*, 9(5), 317.
10. Bieganowski Andrzej, Jaromin-Gleń Katarzyna, Guz Łukasz, Łagód Grzegorz, Józefaciuk Grzegorz, Franus Wojciech, Suchorab Zbigniew, Sobczuk Henryk, 2016, Evaluating soil moisture status using an e-nose, *Sensors*, 6(16).

Problematyka zawilgocenia przegród budowlanych, którą Habilitant zajmuje się w monografii oraz w publikacjach przedstawionych do oceny w postępowaniu habilitacyjnym jest ważna i z całą pewnością aktualna. W wielu renomowanych ośrodkach naukowych w Europie i na świecie podejmowane są badania zawilgocenia przegród budowlanych i wynikających stąd konsekwencji dla trwałości budynków, jakości środowiska wewnętrznego oraz samopoczucia i zdrowia użytkowników. Obecnie zagadnienia te są przedmiotem badań między innymi w Czeskiej Politechnice w Pradze, w Politechnice w Tallinie, w Politechnice w Wiedniu i w Berlinie, a także w kilku uniwersyteckich laboratoriach w USA, Japonii i Australii.

Stan zawilgocenia przegród budowlanych jest istotny przy eksploatacji budynków. Zawilgocenie materiałów tworzących konstrukcję budynku może w znaczącym stopniu wpływać na mechaniczną wytrzymałość tej konstrukcji. Woda zawarta w przegrodach budowlanych przyspiesza procesy korozyjne metalowych elementów konstrukcyjnych, inicjuje procesy rozkładu materiałów pochodzenia organicznego, w tym drewnianych elementów konstrukcji, zmieniając i osłabiając strukturę tych przegród. Mikroorganizm w korzystnych warunkach wilgotnościowych mogą powodować tzw. biologiczną korozję przegród budowlanych. Woda zawarta w przegrodach budowlanych może również pogarszać ich właściwości ciepłno-izolacyjne, prowadząc do zwiększenia zużycia energii na ogrzewanie pomieszczeń. Obowiązujące uregulowania prawne w tym zakresie zawiera między innymi Europejska Dyrektywa *Energy Performance of Buildings Directive 2010/31/EU* oraz *Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 5 lipca 2013 r.*

Stan zawilgocenia przegród budowlanych i jego zmiany są również istotnym czynnikiem wpływającym na jakość środowiska wewnętrznego. Jakość ta decyduje nie tylko o samopoczuciu i zdrowiu użytkowników pomieszczeń ale również o ich produktywności. Ma także wpływ na procesy uczenia się (Fanger P.O. „What is IAQ”, *Indoor Air*, 2006). Nadmierna wilgotność przegród budowlanych może sprzyjać rozwojowi różnego rodzaju patogennych mikroorganizmów – grzybów i bakterii. Mikroorganizmy te oraz produkty ich

metabolizmu przedostając się w postaci bioaerozoli do powietrza w pomieszczeniach przyczyniają się do pogarszania jego odczuwalnej jakości. Obecność bioaerozoli w pomieszczeniach może być przyczyną różnego rodzaju alergii, podrażnień skóry i oczu, a także infekcji oraz chorób dróg oddechowych. Jest ona również jednym z głównych powodów występowania symptomów chorobowych określanych mianem tzw. syndromu chorego budynku (SBS). Zagadnienia te rozpatrywane są między innymi w Monografii Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, Lublin 2013 „Aerozole w powietrzu wewnętrznym” autorstwa Marzenny Dudzińskiej oraz w publikacji Zhanga i inn. „Effects of exposure to carbondioxide and bioeffluents on perceived air quality, self-assessed acute health symptoms, and cognitive performance”, Indoor Air, 2016.

Badania realizowane przez Habilitanta związane są głównie z pomiarami wilgotności materiałów budowlanych i oceną stanu zawilgocenia przegród budowlanych. Do badań Habilitant zaadaptował nieinwazyjną technikę reflektometrii w domenie czasu (TDR). Wykorzystał przy tym własnej konstrukcji powierzchniowe czujniki TDR pozwalające na ciągłe określanie wilgotności materiałów budowlanych bez konieczności naruszania ich struktury. Badania przeprowadził dla kilku reprezentatywnych materiałów budowlanych w warunkach laboratoryjnych jak również w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych budynków. W warunkach laboratoryjnych Habilitant przeprowadził dodatkowo badania podciągania kapilarnego wody przez materiały budowlane. W warunkach terenowych ocenił stopień zagrożenia budynków zawilgoceniem oraz zidentyfikował źródła tego zagrożenia.

Celem osiągnięć naukowych Habilitanta była ocena możliwości zastosowania czujników pomiarowych wykorzystujących technikę TDR do określania stanu zawilgocenia przegród budowlanych. W badaniach Habilitant posłużył się zarówno komercyjnymi sondami jak również skonstruowanymi przez niego prototypowymi czujnikami. Zasada pomiaru polegała na określaniu przenikalności elektrycznej materiałów z wykorzystaniem propagacji promieniowania elektromagnetycznego. Przenikalność elektryczna, która dla danego materiału jest zależna od jego wilgotności, była określana na podstawie różnic czasu przebiegu pierwotnego i odbijanego sygnału elektromagnetycznego. Zastosowana technika TDR została szerzej opisana w publikacji, której Habilitant jest współautorem (Suchorab Z., Sobczuk H., Černý R., Pavlík Z., R. Sevillano de Miguel, 2009, Sensitivity range determination of surface TDR probes, Environment Protection Engineering, 35(3), 179-189).

W ramach przeprowadzonych badań Habilitant opracował i skonstruował szereg prototypowych czujników powierzchniowych TDR umożliwiających bezinwazyjne pomiary wilgotności w relatywnie twardych ośrodkach porowatych, takich jak materiały skalne oraz materiały budowlane i skomponowane z nich przegrody budowlane. Wykorzystując skonstruowane przez siebie czujniki powierzchniowe TDR, które różniły się zarówno budową jak i możliwościami pomiarowymi Habilitant przeprowadził pomiary zasięgu oddziaływania promieniowania elektromagnetycznego w typowych materiałach wykorzystywanych w budownictwie. Wykonał również kalibrację czujników, która polegała na wyznaczeniu dla każdego z czujników i każdego z badanych materiałów zależności matematycznych pomiędzy zawartością wilgoci a przenikalnością elektryczną. Przeprowadził także niezbędną przy kalibracji analizę niepewności uzyskiwanych wyników. Dokonał oceny możliwości pomiarowych skonstruowanych czujników przeprowadzając pomiary zawilgocenia

modelowych przegród budowlanych. Dodatkowo przeprowadził pomiary podciągania kapilarnego i transportu wody w próbkach materiałów budowlanych i skomponowanych z nich ścianek. Przetestował także możliwości pomiarowe jednego ze skonstruowanych czujników powierzchniowych TDR do oceny stopnia zawilgocenia rzeczywistych przegród budowlanych.

Przeprowadzone przez Habilitanta badania rozszerzyły możliwości pomiarowe techniki TDR, którą dotychczas stosowano głównie do określania wilgotności gleb i podłoża gruntowego budynków. Podstawową zaletą techniki TDR, w przeciwieństwie do używanych inwazyjnych metod grawimetrycznych, jest relatywnie duża szybkość uzyskiwania wyników oraz niski koszt pomiarów. Podobnie jak rozpowszechnione metody elektryczne (elektroporowe lub elektro-pojemnościowe, wykorzystujące zmiany rezystancji lub przenikalności elektrycznej materiałów), metody mikrofalowe (wykorzystujące zmiany propagacji promieniowania mikrofalowego w materiałach), czy metody radiometryczne (oparte o pomiary absorpcji lub rozpraszania promieniowania jądowego) technika TDR nie wymaga naruszania struktury materiału, którego wilgotność jest badana. Ponadto technika TDR, w przeciwieństwie do innych metod elektrycznych, jest w małym stopniu wrażliwa na zmiany zasolenia materiałów. Możliwości pomiarowe techniki TDR umożliwiają podejmowanie bezzwłocznych działań zapobiegających nadmiernemu zawilgoceniu przegród budowlanych, które minimalizują ryzyko rozwoju mikroorganizmów. Tym samym nie dopuszcza się do pogorszenia jakości powietrza w pomieszczeniach i wystąpienia syndromu chorego budynku.

Do oryginalnych osiągnięć Habilitanta w zakresie metodyki pomiaru wilgotności materiałów budowlanych należy zaliczyć:

- zaprojektowanie i wykonanie 5 czujników powierzchniowych TDR do nieinwazyjnego określania zawilgocenia przegród budowlanych,
- opracowanie sposobu przygotowania próbek materiałów budowlanych do pomiarów ich przenikalności elektrycznej,
- zaprojektowanie i wykonanie stanowisk do pomiaru przenikalności elektrycznej, zasięgu oddziaływania pola elektromagnetycznego i podciągania kapilarnego wody przez materiały budowlane.

Osiągnięcia Habilitanta związane są również z pozyskaniem nowych danych o właściwościach materiałów budowlanych. Zaliczyć tu można:

- określenie przenikalności elektrycznej 10 typowych materiałów budowlanych o gęstości w zakresie od 600 do 2100 kg/m<sup>3</sup> i wilgotności od stanu powietrzno-suchego do całkowitego nasycenia wodą,
- zbadanie użytecznego zasięgu skonstruowanych czujników powierzchniowych TDR dla różnych grubości materiałów budowlanych,
- określenie czasu podciągania kapilarnego wody przez badane materiały budowlane,
- ocenę stanu zawilgocenia dwóch rzeczywistych przegród budowlanych.

Nowatorskie podejście Habilitanta do tematyki badania zawilgocenia przegród budowlanych wnosi nowe elementy do zasobu wiedzy o wilgotności i transporcie wody

w materiałach budowlanych i sposobach jej określania. Potwierdzeniem jest opublikowanie przez Habilitanta wyników badań w kilku renomowanych czasopismach naukowych.

### **Uwagi i zastrzeżenia**

Uwagi i zastrzeżenia dotyczą układu monografii oraz treści niektórych jej fragmentów. Przede wszystkim należało mocniej wyeksponować osiągnięte cele przeprowadzonych badań, wśród których jako główny można wymienić pozytywne przetestowanie skonstruowanych przez Habilitanta powierzchniowych czujników TDR pozwalających na relatywnie szybką ocenę stopnia zawilgocenia przegród budowlanych bez konieczności naruszania ich struktury. Taka ocena zawilgocenia przegród budowlanych może przyczynić się do minimalizacji niebezpieczeństwa wystąpienia syndromu chorego budynku.

Zasada pomiaru przenikalności elektrycznej i powiązanej z nią wilgotności materiałów zastosowaną techniką TDR mogła zostać nieco dokładniej opisana. W szczególności rzetelniej powinien być wyjaśniony mechanizm spowolnienia „przelotu impulsu elektromagnetycznego przez pręty sond pomiarowych”.

Zamiast stosowanego określenia „sonda powierzchniowa” bardziej odpowiednia byłby nazwa „czujnik powierzchniowy”. Urządzenie nazywane sondą zazwyczaj stosuje się w badaniach właściwości ośrodka poprzez zagłębianie tego urządzenia lub jego wnikanie do ośrodka, natomiast rozpatrywane czujniki nie były zagłębiane w badany materiał przegród budowlanych.

W niektórych fragmentach zawarte są niekompletne informacje lub są one przekazywane zbyt skrótowo. Stosowane są też terminy i używane jest słownictwo nie do końca zgodne z przyjętą terminologią. Utrudnia to właściwy odbiór niewątpliwie ważnej monografii Komitetu Inżynierii Środowiska PAN. Przykładem stosowania zbyt dużych skrótów jest fragment tekstu informujący, że „ustalenie zasięgu oddziaływania pola elektromagnetycznego sondy powierzchniowej (...) wpływa na świadomość osoby wykonującej pomiar (...)” lub fragment, w którym stwierdza się że „sonda typu C wykazuje najmniejszą wartość odczytów  $\epsilon_{\text{eff}}$  próbek w stanie powietrzno-suchym w porównaniu do pozostałych konstrukcji czujników”. Uzupełnień wymagałoby też zdanie „echo sygnału powracającego od sondy TDR zależy od właściwości dielektrycznych nasyczonej próbki (wysoka wartość przenikalności dielektrycznej), przenikalności dielektrycznej dielektryka stanowiącego obudowę sondy oraz, co istotne, od przenikalności dielektrycznej powietrza otaczającego próbkę (równiej 1 [-])” - echo to sygnał odbity i powracający do czujnika po zaniku sygnału docierającego bezpośrednio, a jego opóźnienie względem sygnału bezpośredniego w przypadku pomiarów czujnikami TDR zależy od właściwości dielektrycznych próbki. Przenikalność elektryczna otaczającego powietrza nie powinna mieć istotnego znaczenia przy tego typu pomiarach.

Przykładem użycia niewłaściwej terminologii jest fragment „cienkie płytki zestawiano w większe aglomeraty o grubości całkowitej wynikającej z wyników badań...” - płytek stosowanych w badaniach nie można zestawiać w aglomeraty, przez które rozumie się produkty aglomeracji czyli produkty procesu łączenia (stapiania, spiekania, zlepiania) drobnych cząstek ciał sypkich (sproszkowanych) w większe części, często za pomocą spoiwa.

Nie powinno się też używać pojęcia „niepewność pomiarowa czujników” czy „niepewność rozszerzona metody TDR” - jest niepewność wyników pomiaru i wpływająca na nią dokładność stosowanych czujników (przyrządów pomiarowych).

Odbiór informacji zawartych w monografii może również utrudniać nadmierna ilość różnych nazw dla tych samych pojęć, zjawisk i procesów oraz stosowanie tych samych oznaczeń dla różnych parametrów. Na przykład czujniki (sensory) w „sondach powierzchniowych” nazywane są w tym samym fragmencie tekstu elementami pomiarowymi, falowodami i prętami. Literą „U” oznaczany jest współczynnik przenikania ciepła jak i rozszerzona niepewność wyników pomiaru. Literą „V” oznaczana jest prędkość propagacji impulsu elektromagnetycznego oraz ilość wymienianego powietrza (objętość). Niepotrzebne wydają się być wprowadzane wyrażenia i zwroty w języku angielskim.

Pewne wątpliwości może budzić procedura przygotowywania próbek i sposób prowadzenia pomiarów w badaniach tzw. zasięgu sond pomiarowych oraz w badaniach kalibracyjnych. Próbkę badanego materiału budowlanego można było tak przygotowywać, aby miała odpowiednią, wymaganą grubość bez potrzeby komponowania ich z „cienkich płytek”. Przy stosowaniu opisanej w monografii procedury, według której „cienkie płytki zestawiano w większe aglomeraty o grubości całkowitej wynikającej z wyników badań” struktura próbki badanego materiału mogła nie być jednorodna. Występowała wówczas realna możliwość, że składowe płytki, pomimo ich polerowania, nie przylegały idealnie do siebie i występujące na ich styku przerwy wypełnione powietrzem lub wodą mogły mieć wpływ na uzyskiwane wyniki pomiarów.

Przy pomiarach przenikalności elektrycznej „suchych” materiałów i przy analizie wyników nie odniesiono się do zmian wilgotności powietrza, które występowały w nieizolowanym od otoczenia pomieszczeniu laboratoryjnym, a które mogły wpływać na rezultaty pomiarów.

Uwagi mogą dotyczyć także dość często obserwowanego obecnie w pracach naukowych „zastępowania fizyki statystyką”, czyli poświęcania znacznie większej uwagi analizie statystycznej wyników niż ich wyjaśnianiu w oparciu o zachodzące procesy fizyczne, chemiczne, czy biologiczne. Pomimo tej ogólnej sformułowanej refleksji, pewne uwagi można mieć również do przeprowadzonej w monografii statystycznej obróbki danych. Wątpliwości może budzić na przykład następujące stwierdzenie „Wykazano istotność różnic pomiędzy średnimi jednorodnych grup na poziomie  $p = 0,00$ .”. Jeżeli coś jest jednorodne, to zgodnie z fizycznym znaczeniem tego określenia wykazuje jednakowe rozpatrywane właściwości. W przypadku opisywanych grup wykazuje takie same efektywne przenikalności elektryczne, co nie wydaje się być prawdziwe, skoro obliczano i analizowano ich średnie wartości. Wspomniano też, ale nie wyjaśniono, jak zjawisko desorpcji na powierzchni badanych próbek „miało wpływ na sposób obróbki statystycznej uzyskanych wyników”.

Niekompletne są podpisy pod niektórymi rysunkami. Przykładowo, w podpisie pod Rys. 3.2.3 brak jest informacji o materiale, dla próbki którego przedstawiono zależność efektywnej przenikalności elektrycznej od grubości próbki. Nie podano też informacji o wilgotności materiału, czy był to materiał w stanie powietrzno-suchym, czy w stanie nasycenia wodą.

W monografii niewystarczająco opisano ograniczenia techniki TDR z czujnikami powierzchniowymi, którą zastosowano w badaniach wilgotności materiałów budowlanych.

Istotnym ograniczeniem tej techniki jest relatywnie krótki zasięg pomiaru - mała grubość warstwy przegrody, w której określana jest zawartość wilgoci. Limitowana jest ona przez maksymalną grubość warstwy materiału, w której zmiany w propagacji impulsu elektromagnetycznego powodowane właściwościami dielektrycznymi materiału są rozpoznawalne. W przypadku badanych materiałów i użytych czujników powierzchniowych jest to warstwa o grubości nieprzekraczającej 5 cm. Kolejnym ograniczeniem przy stosowaniu techniki TDR w badaniach wilgotnościowych materiałów jest konieczność każdorazowej kalibracji czujników i stosowania innych formuł dla różnych materiałów. Dla nieprzebadanych materiałów, z których skonstruowane są przegrody budowlane, oceny ich stopnia zawilgocenia zastosowaną techniką TDR z użyciem czujników powierzchniowych i wykorzystaniem przepisowych formuł kalibracyjnych mogą być znacząco różne od rzeczywistych wartości. Może to w istotny sposób ograniczać stosowalność tej techniki. Trudności mogą wystąpić przy próbie jej zastosowania w badaniach wilgotnościowych przegród budowlanych istniejących obiektów, dla których nie zawsze możliwe jest przebadanie w laboratorium materiału przegrody i przeprowadzenie kalibracji przyrządu. Szczególnym przykładem są obiekty historyczne, w tym dziedzictwa kulturowego, w których badania wilgotnościowe mogą być prowadzone tylko w sposób nieinwazyjny, a podejmowane na podstawie tych badań działania ochronne mogą zapobiegać ich niszczeniu i degradacji.

W monografii nie przedstawiono też wyników świadczących o deklarowanej niezależności określania wilgotności materiałów budowlanych zastosowaną techniką TDR od zasolenia tych materiałów.

Pomimo przedstawionych uwag i zastrzeżeń monografia stanowi interesujące studium badań Habilitanta dotyczących wilgotności przegród budowlanych i zastosowania w tych badaniach autorskich, prototypowych czujników powierzchniowych TDR.

### **Ocena istotnej aktywności naukowej**

Wykaz opublikowanych prac naukowych oraz wskaźniki dokonań naukowych niewchodzących w skład ocenianego osiągnięcia naukowego Habilitanta zawiera 15 publikacji w czasopismach znajdujących się w bazie Journal Citation Reports (JCR). Są to następujące prace:

1. Pavlik Z., Jirickova M., Cerny R., Sobczuk H., Suchorab Z., 2006, Determination of Moisture Diffusivity using the Time Domain Reflectometry (TDR) Method, *Journal of Building Physics*, 30(1), 59-70.
2. Chomczyńska M., Suchorab Z., 2008, Application of the TDR Method for the Measurement of Moisture in Degraded Soil Enriched with Biona-312 Substrate, *Archives of Environmental Protection*, 34(3), 125-131.
3. Suchorab Z., Sobczuk H., Černý R., Pavlík Z., R. Sevillano de Miguel, 2009, Sensitivity range determination of surface TDR probes, *Environment Protection Engineering*, 35(3), 179-189.



4. Łagód G., Sobczuk H., Suchorab Z., Widomski M., 2009, Advection-dispersion pollutant and dissolved oxygen transport as a part of sewage biodegradation model, *Environment Protection Engineering*, 35(3), 305-317.
5. Guz Ł., Sobczuk H., Suchorab Z., 2010, Pomiar odorów za pomocą przenośnego miernika z matrycą półprzewodnikowych czujników gazu, *Przemysł Chemiczny*, 89/4, 378-381.
6. Suchorab Z., Barnat-Hunek D., Sobczuk H., 2011, Influence of Moisture on Heat Conductivity of Aerated Concrete, *Ecological Chemistry and Engineering S*, 18(1), 111-120
7. Suchorab Z., In-situ Measurements of Moisture Using Surface TDR Probes, 2012, *Annual Set The Environment Protection (Rocznik Ochrona Środowiska)*, 14, 107-122
8. Suchorab Z., Barnat-Hunek D., Smarzewski P., Pavlík Z., Černý R., 2014, Free of Volatile Organic Compounds Protection against Moisture in Building Materials, *Ecological Chemistry and Engineering S*, 21(3), 401–411.
9. Guz Ł., Łagód G., Jaromin-Gleń K., Suchorab Z., Sobczuk H., Bieganski A., 2015, Application of gas sensor arrays in assessment of wastewater purification effects. *Sensors*, 15,1-21.
10. Barnat-Hunek D., Smarzewski P., Łagód G., Suchorab Z., 2016, Evaluation of the Contact Angle of Hydrophobised Lightweight-Aggregate Concrete with Sewage Sludge, *Ecological Chemistry and Engineering S*, 22(4), 625–635.
11. Barnat-Hunek D., Smarzewski P., Suchorab Z., 2016, Effect of hydrophobisation on durability related properties of ceramic brick, *Construction and Building Materials*, 111, 275–285.
12. Stransky D., Kabelkova I., Bares V., Stastna G., Suchorab Z., 2016, Suitability of Combined Sewers for the Installation of Heat Exchangers, *Ecological Chemistry and Engineering S*, 23(1), 87-98.
13. Suchorab Z., Barnat-Hunek D., Franus M., Łagód G., 2016, Mechanical and Physical Properties of Hydrophobized Lightweight Aggregate Concrete with Sewage Sludge, *Materials*, 9(5), 317.
14. Bieganski Andrzej, Jaromin-Gleń Katarzyna, Guz Łukasz, Łagód Grzegorz, Józefaciuk Grzegorz, Franus Wojciech, Suchorab Zbigniew, Sobczuk Henryk, 2016, Evaluating soil moisture status using an e-nose, *Sensors*, 6(16), 13 stron online.
15. Babko R., Kuzmina T., Suchorab Z., Widomski M.K., Franus M., 2016, Influence of Treated Sewage Discharge on the Benthos Ciliate Assembly in the Lowland River, *Ecological Chemistry and Engineering S*, 23(3), 461–471.

Należy podkreślić, że wyżej wymienione artykuły zostały opublikowane w renomowanych czasopismach naukowych z dość wysokim impact factor od 0,5 do 2,7. Udział Habilitanta w publikacjach związany był z opracowaniem koncepcji badań, z wykonaniem stanowiska

badawczego, a także z przeprowadzeniem eksperymentów oraz analizą uzyskanych wyników i opracowaniem artykułów do druku.

Dr inż. Zbigniew Suchorab posiada trzy krajowe patenty, które są bezpośrednio związane z tematyką realizowanej pracy:

1. Sobczuk H., Suchorab Z., 2011, Sonda do pomiaru wilgotności przegród budowlanych, zwłaszcza o chropowatych powierzchniach, Polska, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej.
2. Sobczuk H., Suchorab Z., 2011, Sonda do pomiaru wilgotności, zwłaszcza elementów o powierzchniach wypukłych, Polska, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej.
3. Sobczuk H., Suchorab Z., 2011, Sonda do pomiaru wilgotności, zwłaszcza elementów o zakrzywionych powierzchniach, Polska, Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej.

Jest także współautorem sześciu monografii niewchodzących w zakres przedstawionego osiągnięcia naukowego:

1. Suchorab Z., Żelazna A., Łagód G., Raczkowski A., 2010, Komputerowe wspomaganie projektowania, Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, vol. 71, 1-211.
2. Łagód G., Widomski M., Suchorab Z., Wróbel K., 2010, Modelowanie transportu i biodegradacji zanieczyszczeń w systemach kanalizacyjnych, Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, vol. 72, 1-194.
3. Sobczuk H., Suchorab Z., Łagód G., 2010, Języki programowania komputerów, Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, vol. 75, 1-201.
4. Żelazna A., Suchorab Z., 2013, Computer Aided Designing of Sanitary Installations, Monografie, Politechnika Lubelska, 1-117.
5. Suchorab Z., Łagód G., 2013, Computer Aided Designing – 3D Modeling of the Passive House, Monografie Komitetu Inżynierii Środowiska PAN, vol. 111, 1-130.
6. Polski D., Suchorab Z., 2016, Monter stolarki budowlanej, Vocational Competence Certificate, 1-326.

Na dorobek dr inż. Zbigniewa Suchoraba składają się także inne prace badawcze nieuwzględnione w bazie *Journal Citation Reports*, które obejmują publikacje naukowe w czasopiśmie międzynarodowych lub krajowych znajdujących się na liście B MNiSW oraz rozdziały w monografiach. Tematyka tych prac dotyczy szeroko rozumianych badań środowiskowych - pomiarów wilgotności, potencjałów ciśnieniowych, temperatury, przewodzenia ciepła, efektywności energetycznej budynków, w tym pomiarów związanych z wdrażaniem nowych materiałów budowlanych komponowanych z odpadów z gospodarki wodno-ściekowej. Podana przez Habilitanta sumaryczna liczba dotychczas opublikowanych i recenzowanych publikacji, monografii i rozdziałów w monografiach wynosi 72.

W dorobku Habilitanta znajduje się również 1 ekspertyza dotycząca analizy poprawności opomiarowania instalacji c.w.u.

Sumaryczny *impact factor* (IF) według listy *Journal Citation Reports*, zgodnie z rokiem opublikowania prac jest równy 12,978 (według aktualnego IF jest to 16,079). Liczba cytowań publikacji według bazy Web of Science (WoS) przedstawiona we wniosku wynosi 58 (bez autocytowań 37) W dniu opracowania recenzji w bazie WoS stwierdzono liczbę cytowań bez autocytowań równą 39. Indeks Hirscha publikacji według bazy Web of Science (WoS) ma wartość liczbową 5. Liczba punktów MNiSW wg listy czasopism punktowanych z 16 grudnia 2015 r., wynosi 857.

Habilitant w latach 2002-2011 uczestniczył w 3 krajowych projektach badawczych pełniąc rolę wykonawcy, zaś w jednym rolę kierownika. Wszystkie powyższe projekty finansowane były przez Ministerstwo Szkolnictwa Wyższego (KBN). Dotyczyły one problemów energetycznych w inżynierii środowiska i związane były głównie z transportem ciepła i wilgoci w przegrodach budowlanych.

W latach 2004-2016 Habilitant aktywnie uczestniczył w programie współpracy dwustronnej z Politechniką Czeską w Pradze. W latach 2010-2011 pełnił funkcję kierownika programu, którą pełni również w programie współpracy rozpoczętym w 2016 roku. Pod kierownictwem Habilitanta zrealizowane zostały oraz są kontynuowane następujące projekty: "Assessment of porous structure effect on water phase changes" oraz "Efficient thermal treatment of sewage sludge and its application in blended cements". Dotyczą one zagadnień transportu ciepła i wilgoci w przegrodach budowlanych, a także możliwości zagospodarowania w budownictwie odpadów z gospodarki wodno-ściekowej.

W latach 2002-2016 Dr inż. Zbigniew Suchorab przedstawił 50 referatów na krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych, z czego aktywnie referował 10 prezentacji. Dwa z wygłoszonych referatów miały charakter wykładów zaproszonych, zaś jeden był wykładem plenarnym.

Pan dr inż. Zbigniew Suchorab w uznaniu za swoją działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną był wielokrotnie nagradzany przez Rektora Politechniki Lubelskiej. Został też odznaczony Medalem brązowym przez Prezydenta RP w 2016 roku, a także Brązową Honorową Odznaką przez Prezydium Zarządu Głównego Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Mechaników Polskich (SIMP) w 2010 roku.

### **Ocena osiągnięć dydaktycznych, współpracy naukowej i działań popularyzujących naukę**

Według informacji o osiągnięciach dydaktycznych, współpracy naukowej i popularyzacji nauki zawartych w dostarczonej dokumentacji Habilitant aktywnie uczestniczył w organizacji sympozjów studenckich z udziałem kół naukowych Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej „Zastosowanie Nowoczesnych Techniki w Inżynierii Ochrony Środowiska” w latach 2003 i 2004.

Recenzował artykuły do kilku uznanych czasopism o zasięgu międzynarodowym, w tym do *Materials* oraz *Journal of Materials in Civil Engineering*.

Prowadzi wieloletnią współpracę naukową z Politechniką Czeską w Pradze, realizowaną w postaci współpracy dwustronnej, gdzie pełni funkcję koordynatora po stronie polskiej.

Był członkiem komitetów organizacyjnych dwóch konferencji międzynarodowych dotyczących inżynierii środowiska.

W 2009 roku aktywnie uczestniczył w realizacji programu „Edukacja dla Ekorozwoju” popularyzującego budownictwo ekologiczne i energooszczędne dla dzieci w wieku wczesnoszkolnym, w ramach którego opracował projekt makiety budynku ekologicznego i aplikację komputerową dla dzieci.

Jest autorem podręczników akademickich dla studentów kierunku Inżynieria Środowiska, współautorem programu praktyk dla nauczycieli zawodu – Technik budownictwa oraz współautorem podręcznika dla nowego zawodu technicznego – Monter stolarki budowlanej.

Jest autorem oferty dla studentów zagranicznych w programie ERASMUS, w ramach której prowadzi zajęcia i wykłady w języku angielskim.

Pan dr inż. Zbigniew Suchorab pełnił funkcję prezesa Sekcji Inżynierii Środowiska SIMP w latach 2006-2013.

Do osiągnięć Habilitanta w zakresie popularyzacji nauki można również zaliczyć wielokrotny udział w projektach Lubelskiego Festiwalu Nauki w latach 2007-2015, a także udział w Festiwalu Nauki i Sztuki w Siedlcach w roku 2013.

Był on także koordynatorem wydziałowym programu wymiany międzynarodowej CEEPUS w latach 2003-2012, a w 2004 i 2008 roku pełnił funkcję wykładowcy w letnich uniwersytetach organizowanych w ramach programu CEEPUS.

Dr inż. Zbigniew Suchorab jest promotorem 105 prac inżynierskich i magisterskich oraz recenzentem 201 prac.

W czasie pracy na Politechnice Lubelskiej, w latach 2006-2011, Habilitant odbył kilka krótkoterminowych staży naukowych w Politechnice Czeskiej w Pradze.

W latach 2003-2016 Habilitant pełnił funkcję administratora strony wydziałowej Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej. Sprawował również funkcję administratora krajowych i międzynarodowych konferencji naukowych dotyczących dyscypliny inżynierii środowiska, w tym wszystkich edycji Kongresu Inżynierii Środowiska.

W latach 2007-2016 sprawował funkcję Sekretarza Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej.

## **Podsumowanie**

Podsumowując przedstawione do oceny osiągnięcia habilitacyjne Pana dr inż. Zbigniewa Suchoraba (monografię i publikacje) oraz pozostały dorobek naukowy, dydaktyczny,

organizacyjny i popularyzujący naukę stwierdzam, że są one wystarczające do ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego.

### **Wniosek końcowy**

Habilitant wykazał się dostatecznym dorobkiem naukowym i umiejętnością samodzielnej pracy naukowej. Wykazał się także znaczącym dorobkiem aplikacyjnym. Jego aktywności naukowej towarzyszą osiągnięcia dydaktyczne, organizacyjne i upowszechniające naukę.

W związku z powyższym wnioskuję do Komisji Habilitacyjnej oraz Rady Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Lubelskiej o nadanie Panu dr inż. Zbigniewowi Suchorabowi stopnia doktora habilitowanego nauk technicznych w dyscyplinie Inżynieria Środowiska.



dr hab. inż. Bernard Połednik, prof. PL