

**Edward SZCZECHOWIAK**

Politechnika Poznańska • Instytut Inżynierii Środowiska  
ZAKŁAD OGRZEWNICTWA, KLIMATYZACJI I OCHRONY POWIETRZA  
90-965 POZNAŃ, ul. Berdychowo 4  
tel. (061) 66 52 533, 438  
E-MAIL: office\_ee@put.poznan.pl

## RECENZJA

osiągnięcia naukowego i aktywności naukowo-badawczej  
w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Ewy J. ZENDER-ŚWIERCZ  
w dziedzinie *nauk technicznych, dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*  
prowadzonym  
przez Wydział Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki  
Świętokrzyskiej

### 1. Podstawa opracowania recenzji

Recenzję opracowano na zlecenie Dziekana Wydziału Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej (pismo ID-002-3/19 z dnia 26.06.2019r.) – zgodnie z decyzją Centralnej Komisji do Spraw Stopni i Tytułów z dn. 10.05.2019r. – pismo BCK-VI-L-6209/2019) o powołaniu Komisji Habilitacyjnej i moją osobę na recenzenta w postępowaniu habilitacyjnym dr inż. Ewy J. Zender-Świercz.

### 2. Sylwetka Kandydata

Dr inż. Ewa J. Zender-Świercz jest absolwentką studiów magisterskich Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Krakowskiej w roku 2006 i w tym samym roku rozpoczęła pracę na ówczesnym Wydziale Budownictwa i Inżynierii Środowiska Politechniki Świętokrzyskiej. W grudniu 2012 roku na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach obroniła pracę doktorską pt. *Regulowanie parametrów mikroklimatycznych indywidualnym systemem nawiewnym* (promotor prof. Jerzy Z. Piotrowski) i uzyskała stopień doktora nauk technicznych. Po uzyskaniu doktoratu, od 2013 r. jest zatrudniona na stanowisku adiunkta na Wydziale Inżynierii Środowiska, Geomatyki i Energetyki Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach.

### 3. Ocena osiągnięcia naukowego

Jako osiągnięcie naukowe, stanowiące podstawę postępowania habilitacyjnego, Kandydatka przedstawiła monografię pt. *„Zdecentralizowana wentylacja fasadowa sposobem na poprawę jakości powietrza wewnętrznego – diagnoza, analiza, poprawa”*, wydaną w roku 2018 przez Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej – Rozprawy Nr M106. Monografia zawiera 152 strony wraz z trzema załącznikami i nieponumerowanym spisem literatury. Cytowana literatura zawiera 131 pozycji i 11 aktów prawnych, w tym 3 prace autorki. Zdecydowana większość pozycji literatury jest w języku angielskich i była publikowana w ostatnich 15 latach.

Problematyka poruszana w monografii dotyczy poprawy jakości powietrza w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi. Z wielu istniejących rozwiązań uwagę

skierowano na urządzenia wentylacyjne zdecentralizowane zlokalizowane na fasadzie budynku – wspomagane wentylatorem, a cykl nawiew-wywiew jest realizowany przez odpowiednie ustawienie czterech przepustnic. Urządzenie pracuje cyklicznie, a przepływ powietrza w pomieszczeniu jest możliwy dzięki wykorzystaniu infiltracji lub eksfiltracji. Analizę doświadczalną przeprowadzono w warunkach rzeczywistych w budynku biurowym. Badano zdolność urządzenia do utrzymania parametrów powietrza wewnętrznego oraz zdolność urządzenia do rozcieńczania zanieczyszczeń – za pomocą gazu wskaźnikowego ditlenku węgla. Dla oceny efektywności przepływu powietrza w pomieszczeniu, wykonano symulacje CFD. Zakres merytoryczny monografii oraz większości innych prac Kandydatki mieści się w dyscyplinie naukowej: *Inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*.

Monografię podzielono na następujące części: wykaz skrótów i symboli, wprowadzenie, 6 rozdziałów, podsumowanie, bibliografia, załączniki i streszczenie.

W rozdziale 1 omówiono *wybrane problemy jakości powietrza wewnętrznego*. Na 16 stronach zamieszczono dość syntetyczny przegląd literatury w tym zakresie, podkreślając istotny wpływ zanieczyszczeń gazowych na samopoczucie i zdrowie człowieka. Szkoda, że nie zamieszczono podsumowania i wniosków z tego wypływających do dalszych części pracy.

W rozdziale 2 omówiono *sposoby poprawy jakości powietrza wewnętrznego i ocena ich skuteczności* - o objętości 10 stron. Na podstawie przeglądu literatury omówiono negatywne skutki występujące przy stosowaniu wentylacji naturalnej. Stąd też wynika potrzeba stosowania układów wentylacji wspomaganych wentylatorem. Na podstawie literatury przedstawiono kilka rozwiązań układów centralnych i zdecentralizowanych. Zwrócono uwagę na mniejsze zużycie energii elektrycznej napędowej w układach zdecentralizowanych.

Rozdział 3 – dość krótkim (6 stron) omówiono *projektowanie instalacji wentylacji - wybrane problemy i ich rozwiązanie*. Zwrócono jedynie uwagę na jeden aspekt, że do opisu przepływu powietrza w pomieszczeniu służy analiza numeryczna w oparciu o komputerową mechanikę płynów (CFD), podając szereg przykładów z literatury. Brak informacji na temat zasad ustalania strumieni projektowych powietrza i rozmieszczania urządzeń nawiewnych i wywiewnych, problemów energooszczędności oraz zasad działania układów w dłuższym okresie czasu, szczególnie przy zmiennych obciążeniach zanieczyszczeniami.

W rozdziale 4 ważnym dla tej monografii (32 strony) omówiono przeprowadzone przez Autorkę *badania parametrów powietrza wewnętrznego kreowanych przez zdecentralizowane fasadowe urządzenie do wentylowania pomieszczeń*. Do badań wykorzystano opatentowane w 2017 roku zdecentralizowane urządzenie wentylacyjne (wg własnego pomysłu – Zender-Świercz, Piotrowski). Urządzenie ma zamontowany wentylator i zestaw czterech przepustnic i służy do wspomagania wentylacji w dowolnym pomieszczeniu i umożliwia decentralizację układów wentylacyjnych. Urządzenie wentylacyjne działa cyklicznie, odpowiednie ustawienie przepustnic pozwala na nawiew powietrza do pomieszczenia lub wywiew z pomieszczenia. W układzie możliwy jest montaż wymiennika akumulacyjnego do odzysku ciepła i grzałki elektrycznej do podgrzewania powietrza. Urządzenie jest montowane na ścianie zewnętrznej budynku i w cyklach o regulowanej długości zapewnia nawiew powietrza lub wywiew powietrza. Aby wystąpił przepływ w pomieszczeniu, to pomieszczenie musi być nieuszczelnione, co pozwala na wywiew przez eksfiltrację lub nawiew przez infiltrację. Nieuszczelnienie pomieszczenia

określono pomiarowo za pomocą urządzenia Blower Door –  $n_{50}$  wyniosło  $5,05 \text{ h}^{-1}$  - przy nadciśnieniu i  $6,23 \text{ h}^{-1}$  - przy podciśnieniu. Natomiast analizę działania urządzenia wentylacyjnego przeprowadzono przy czasach cyklu: 2, 4 i 10 minut. W tych trzech cyklach przeprowadzono pomiary zmienności temperatury i wilgotności względnej w pomieszczeniu w trzech punktach oraz prędkości powietrza nawiewanego i wywiewanego. Przeprowadzono również test szybkości rozcieńczania zanieczyszczeń z wykorzystaniem ditlenku węgla.

W rozdziale 5 (o objętości 21 stron) przeanalizowano *funkcjonowanie zdecentralizowanego fasadowego urządzenia do wentylowania pomieszczeń na podstawie symulacji CFD*. Przedstawiono podstawowe równania wykorzystywane w symulacji przepływu powietrza: równanie ciągłości przepływu, zachowania masy, zachowania pędu oraz zachowania energii. Do symulacji turbulencji zastosowano metodę symulacji wielkich wirów LES (Large Eddy Simulation). Wyniki symulacji obejmujące zmiany prędkości powietrza, dla temperatury początkowej w pomieszczeniu  $22^{\circ}\text{C}$  w cyklu nawiewu 2 min - przedstawiono na rys. 5.2. Natomiast na rys. 5.3 przedstawiono zmianę temperatury w strumieniu nawiewnym – przy temperaturze zewnętrznej  $-10^{\circ}\text{C}$  – również w cyklu nawiewu 2 min. W dalszej części na rys. 5.4 przedstawiono wyniki symulacji pokazujące zmiany stężenia ditlenku węgla w analogicznej sytuacji jak wyżej. W podobny sposób przeprowadzono symulacje zmian prędkości powietrza (rys. 5.5) i stężenia ditlenku węgla (rys. 5.6) dla realizacji cyklu wywiewu w czasie 2 min. Infiltrację lub eksfiltrację realizowano na stanowisku doświadczalnym i w symulacji poprzez szczelinę pod drzwiami. Dla cyklu 10 min przedstawiono jedynie przebiegi temperatury (rys. 5.10) – dla cyklu nawiewu oraz (rys. 5.11) – dla cyklu wywiewu.

W rozdziale 6 na 25 stronach przeprowadzono *analizę statystyczną wyników badań doświadczalnych* przedstawionych w rozdziale 4. Wykorzystując metody analizy statystycznej przeprowadzono szczegółowe analizy błędów i określono przedziały ufności. Jest to pozytywna część monografii.

W podsumowaniu uzasadniano, że alternatywą dla wentylacji grawitacyjnej jest zdecentralizowana wentylacja fasadowa. Natomiast wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna wg Autorki nie jest efektywna ekonomicznie. Takie twierdzenie nie jest uprawnione, gdyż w pracy nie przeprowadzono analizy porównawczej różnych rozwiązań zastosowanych urządzeń wentylacyjnych – biorąc pod uwagę zużycie energii, jakość powietrza, komfort cieplny, ciągłą filtrację powietrza, szczelność powietrzną budynku i komfort akustyczny.

Oceniając walory naukowe monografii, na wstępie pragnę zauważyć, że recenzenci wydawniczy nie zostali dobrani optymalnie. Mianowicie pani prof. SGSP W. Rogula-Kozłowska zajmuje się zanieczyszczeniami pyłowymi atmosfery i monitoringiem środowiska powietrznego, natomiast prof. PŁ D. Heim - właściwościami termicznymi materiałów budowlanych i fasad oraz wpływu klimatu – w tym promieniowania słonecznego na budynki. Monografia natomiast zajmuje się w znacznej części zdecentralizowanym fasadowym urządzeniem wentylacyjnym, co odbiło się na ocenie merytorycznej pracy na etapie publikowania.

Urządzenie wentylacyjne będące przedmiotem badań jest pomysłem Autorki i zostało opatentowane w roku 2017. Miało ono poprawić w pomieszczeniach skuteczność wymiany powietrza tam, gdzie jest wentylacja grawitacyjna. Zadanie to może być zrealizowane jedynie częściowo, z uwagi na to, że naprzemienny cykliczny przepływ powietrza jest możliwy dzięki wykorzystaniu nieszczelności budynku. Jest to dość istotna wada, która

powoduje, że nie w pełni kontroluje się przepływ powietrza – co w budynkach niemal zero-energetycznych i pasywnych jest istotną wadą i dyskwalifikuje to rozwiązanie. Należy nadmienić, że takie budynki są już wznoszone.

Przeprowadzone badania tylko w części odpowiedziały na pytanie dotyczące zasadności i efektywności stosowania zdecentralizowanego urządzenia wentylacyjnego montowanego na fasadzie o takiej konstrukcji. Nie analizowano problemów wpływu szczelności obudowy na infiltrację/eksfiltrację w ciągu roku i związane z tym zakłócenia przepływu, problemów czystości powietrza w cyklu wywiewu, czy problemów akustycznych. Nie przeprowadzono również symulacji przepływu powietrza w pomieszczeniu przy zmieniających się warunkach otoczenia (różnica temperatury oraz kierunek i prędkość wiatru), nie mówiąc o ocenie energetycznej tego rozwiązania.

Natomiast podstawowe badania doświadczalne działania urządzenia w badanym pomieszczeniu, biorąc pod uwagę temperaturę, prędkość powietrza oraz spadek stężenie ditlenku siarki zostały wykonane i w pewnych warunkach wykazały przydatność tego rozwiązania. Również przeprowadzone badania symulacyjne z wykorzystaniem komputerowej mechaniki płynów CFD należy ocenić pozytywnie.

Jeżeli chodzi o redakcję pracy, to mogę stwierdzić, że praca jest dość starannie zredagowana, jednak w niektórych fragmentach wkradły się usterki i uchybienia. Najważniejsze z nich:

1. Brak tytułu monografii w języku angielskim.
2. Str. 47 - Metodą Blower Door ocenia się normową szczelność obudowy budynku (pomieszczenia), a nie krotność wymian powietrza w warunkach eksploatacyjnych. Można ją wyznaczyć znając  $n_{50}$ , chwilowy wypór termiczny oraz prędkość i kierunek wiatru. Występująca w czasie badań wartość  $n_{50} = 5,05-6,23h^{-1}$  jest wysoka i przewyższa wyraźnie wymagania normowe dla budynków z wentylacją grawitacyjną ( $n_{50} = 3,0h^{-1}$ ). Uniemożliwia to uogólnienie wyników pracy i spełnienie wymagań dla budynków niemal zero-energetycznych.
3. Str. 53 – na rys. 4.11 nie zaznaczono lokalizacji urządzenia wentylacyjnego. Również nie podano kubatury pomieszczenia i projektowego strumienia powietrza wentylacyjnego.
4. W podsumowaniu wnioski powinny być wypunktowane, co jest bardziej czytelne.
5. Wykaz bibliografii jest dość ubogi w części dotyczącej wentylacji i urządzeń wentylacyjnych, a ten obszar jest przedmiotem pracy.

Powyzsze uwagi i wady urządzenia nie mają jednak kluczowego wpływu na wartość merytoryczną monografii i w dostatecznym stopniu można zaakceptować osiągnięcie naukowe zawarte w tej monografii.

### **Wniosek końcowy dotyczący osiągnięcia naukowego**

Monografia autorska opublikowana w 2018 roku przedstawiona jako osiągnięcie naukowe na stopień naukowy powinna posiadać odpowiednie walory merytoryczne i metodyczne. Niniejsza praca mimo wymienionych wyżej mankamentów, posiada w wystarczającym stopniu takie walory, choć zakres badań nie jest zbyt szeroki. Wybrana tematyka jest aktualna, biorąc pod uwagę literaturę światową i ważność dla poprawy jakości powietrza w pomieszczeniach i rozwoju urządzeń wentylacyjnych. Zastosowane metody badań doświadczalnych, ocena wyników i zastosowane metody symulacji w oparciu o CFD są na aktualnie stosowanym poziomie.

Wnioski końcowe wynikają z prezentowanego materiału badawczego i mają charakter poznawczy:

- badania doświadczalne i numeryczne pozwoliły na sformułowanie wniosku, że opatentowane zdecentralizowane urządzenie wentylacyjne może być przydatne do intensyfikacji wentylacji w pomieszczeniu. Jednak jego zastosowanie ma ograniczony zakres.
- zastosowane metody badań doświadczalnych i numerycznych wykazały umiejętności Autorki w tym obszarze;

oraz są ważne dla rozwoju technologii:

- badane urządzenie wentylacyjne jest pomysłu Autorki i uzyskało patent w roku 2017.
- zastosowanie wymiennika akumulacyjnego do odzysku ciepła może poprawić jego efektywność energetyczną, co wspomina Autorka. Lecz to zagadnienie nie było badane.

Podsumowując uważam, że przedstawione w osiągnięciu naukowym wyniki badań doświadczalnych i numerycznych wykazały w wystarczającym stopniu przydatność innowacyjnego rozwiązania dla wentylacji zdecentralizowanej pomieszczeń i w pewnym stopniu wnoszą nowe oryginalne elementy do rozwoju nauki i stanowią element rozwoju dyscypliny: *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*. W moim przekonaniu dr inż. Ewa Zender-Świercz w dostatecznym stopniu posiada wiedzę, umiejętności i kwalifikacje do samodzielnego planowania i kierowania badaniami naukowymi.

#### **4. Ocena aktywności naukowo - badawczej**

Po obronie doktoratu (czyli od roku grudnia 2012) dr inż. E. Zender-Świercz prowadziła badania w Politechnice Świętokrzyskiej również w innych zakresach, niż to przedstawiła w osiągnięciu naukowym. Do najważniejszych można zaliczyć: mikroklimat w budynkach mieszkalnych, fizyka przegród budowlanych z izolacją refleksyjną, badanie mikroklimatu w budynkach po termomodernizacji. Efektem tych działań są publikacje naukowe i naukowo-techniczne.

##### **Publikacje naukowe**

Kandydatka po uzyskaniu stopnia naukowego doktora (od grudnia 2012) opublikowała łącznie 18 artykułów + jeden przyjęty do druku. W tej liczbie znajdują się dwa artykuły autorskie w czasopiśmie *International Journal of Environmental Science and Technology* (baza JCR, lista A MNiSW), 7 artykułów współautorskich w czasopismach z listy B: *Structure and Environment, Budownictwo i Architektura*, 6 referatów opublikowanych w materiałach z konferencji międzynarodowych i jeden przyjęty do druku. Z tego 2 znalazły się w *Procedia Engineering* (Elsevier). Kandydatka jest współautorką jednego udzielonego patentu PL 228624 B1 (2017).

Oprócz tego opublikowała dwie monografie i jeden rozdział w monografii.

Sumaryczny *impact factor* publikacji naukowych wg JCR, zgodnie z rokiem opublikowania – 4,07. Liczba cytowań wg *WoS* wynosi 5, wg SCOPUS – 4, wg Google Scholar – 27, natomiast *Index Hischa* opublikowanych prac wg *WoS* wynosi 2, wg Google Scholar - 3.

Dorobek ten jest skromny, a wskaźniki bibliometryczne są dość niskie.

### **Kierowanie projektami badawczymi**

Dr E. Zender-Świercz była kierownikiem jednej pracy statutowej w Politechnice Świętokrzyskiej, uczestniczyła w dwóch projektach badawczych dotyczących filtrów dla wentylacji oraz przegród budowlanych z izolacją refleksyjną.

Kierowanie również projektem *Rozwój przedsiębiorczości w oparciu o efektywne wykorzystanie energii* (2012-2014) – finansowanie ze środków UE – Program Operacyjny Kapitał Ludzki.

### **Wygłoszenie referatów na konferencjach**

Łącznie po doktoracie Kandydatka wykazuje dziesięć wystąpień konferencyjnych – 7 na konferencjach zagranicznych (Praga – 2016, 2017, Wilno - 2017 i Kutna Hora Czechy - 2013) oraz 3 krajowe (Krynica – 2013, 2014 i Łódź - 2013).

Przytoczone dane wskazują, że aktywność naukowa dr E. Zender-Świercz jest dobra – łącznie 18 pozycji + 1 patent przez 6 lat, jednak jedynie 2 artykuły zostały opublikowane w czasopiśmie indeksowanym (30 pkt wg MNiSW). Dorobek ten stanowi uzupełnienie głównego osiągnięcia naukowego i pokazuje szersze spektrum zainteresowań naukowych Kandydatki.

Można uznać, że aktywność naukowa Kandydatki w wystarczającym stopniu spełnia wymagania do stopnia doktora habilitowanego.

### **5. Ocena w zakresie dorobku dydaktycznego i popularyzatorskiego oraz współpracy międzynarodowej**

Po uzyskaniu stopnia doktora Kandydatka uczestniczyła w 2 programach europejskich ERASMUS+ (2016 i 2017).

W zakresie dydaktyki prowadzi zajęcia z przedmiotów: wentylacja i klimatyzacja, inżynieria środowiska wewnętrznego, urządzenia grzewcze i wentylacyjne, termodynamika techniczna, technika cieplna, odnawialne źródła energii, fizyka budowli i inne (wykłady oraz ćwiczenia), prowadzenie zajęć na studiach podyplomowych *Audyt energetyczny*.

Udział w współtworzeniu programu studiów na kierunku *Odnawialne źródła energii*, opracowanie programu modułów i kart oraz matrycy pokrycia efektów kształcenia dla kierunków: *Inżynieria środowiska* oraz *Odnawialne źródła energii*. Kandydatka prowadziła również szeroką działalność szkoleniową dla inżynierów: *Nowoczesne trendy ekologiczne w budownictwie* oraz *Audyt energetyczny* (Program Operacyjny Kapitał Ludzki 2013),

Za działalność naukową uzyskał łącznie 2 nagrody Rektora Politechniki Świętokrzyskiej oraz Brązowy Medal za Długoletnią Służbę (2018).

Kandydatka brała udział w wielu pracach eksperckich na zamówienie organów władzy publicznej i przedsiębiorstw – łącznie 5 opracowań po doktoracie (w okresie 2012-2018). Kandydatka recenzowała 2 artykuły dla czasopism międzynarodowych, 1 - konferencja międzynarodowa oraz 4 projekty badawczo-rozwojowe dla Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP) 2017-2018. Na uwagę zasługuje również przygotowanie laboratorium *Prototypowania i eksploatacji technologii i instalacji odnawialnych źródeł energii* w projekcie CENWIS (Program Operacyjny Województwa Świętokrzyskiego – 2014-2020) i pełnienie funkcji kierownika.

Dorobek Kandydatki w tym zakresie można uznać za wystarczający.

## 6. Wniosek końcowy

Podsumowując ocenę wniosku dr inż. Ewy Zender-Świercz w postępowaniu o uzyskanie stopnia naukowego dr hab. w dziedzinie *nauk inżynieryjno-technicznych* i dyscyplinie *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka* uważam, że przedstawione osiągnięcie naukowe w postaci monografii autorskiej pt. *Zdecentralizowana wentylacja fasadowa sposobem na poprawę jakości powietrza wewnętrznego. Diagnoza • Analiza • Poprawa* (wydanej w 2018 r.), aktywność naukowa, osiągnięcia w zakresie dydaktycznym i popularyzatorskim są wystarczające na poziomie dostatecznym do uzyskania stopnia doktora habilitowanego. Osiągnięcia naukowe Kandydatki stanowią zauważalny wkład w rozwój dyscypliny naukowej *inżynierii środowiska, górnictwo i energetyka* (dotyczy to monografii oraz artykułów opublikowanych w czasopismach z listy filadelfijskiej). Uważam, że łącznie osiągnięcia te spełniają wymagania ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz.U. nr 65 poz. 595 – 2003 z późn. zm.) w zakresie nadawania stopnia naukowego doktora habilitowanego – biorąc pod uwagę art. 179 ust. 1. Ustawy z dnia 3 lipca 2018 r. *Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce* (Dz. U. z dnia 30 sierpnia 2018 r., poz. 1669).

Wniosuję więc o dopuszczenie dr inż. E. Zender-Świercz do dalszych etapów postępowania habilitacyjnego w dyscyplinie *inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka*.

