

Szczecin, 18 listopada 2019 r.

Prof. dr hab. inż. Joanna Karcz
Katedra Inżynierii Chemicznej
i Procesowej
Zachodniopomorski Uniwersytet
Technologiczny w Szczecinie

RECENZJA

osiągnięcia naukowego

pt. *Analiza właściwości stacjonarnych i dynamiki bioreaktorów z biofilmem*
oraz całokształtu dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego

Pana dr inż. Szymona SKONECZNEGO w związku z postępowaniem w sprawie
nadania stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych

Podstawą opracowania opinii jest pismo Dziekana Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej z dnia 30 września 2019 roku, przekazane łącznie z dokumentacją.

Sylwetka zawodowa Habilitanta

Pan dr inż. Szymon SKONECZNY (ur. w 1985 r.) ukończył w 2009 roku studia magisterskie na Wydziale Paliw i Energii Akademii Górniczo-Hutniczej. Pracę magisterską pt. *Slag viscosity measurements in the coal gasification process*, wykonaną pod kierunkiem dr hab. inż. Andrzeja Strugały, prof. AGH, zrealizował w firmie *Siemens Fuel Gasification* we Freibergu (Niemcy). W latach 2009 – 2013 był słuchaczem studiów doktoranckich na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej. Rozprawę doktorską pt. *Nieliniowa charakterystyka stacjonarna bioreaktorów przepływowych z unieruchomionym biofilmem*, wykonaną pod kierunkiem prof. dra hab. inż. Bolesława Tabisia, obronił z wyróżnieniem przed Radą Wydziału Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej 11 grudnia 2013 roku. Kandydat do stopnia doktora habilitowanego ukończył w 2011 roku studia inżynierskie na Wydziale Fizyki i Informatyki Stosowanej Akademii Górniczo-Hutniczej. Pracę inżynierską pt. *Symulacja procesu mikrobiologicznego w biofilmie bakteryjnym techniką automatów komórkowych* wykonał pod kierunkiem prof. dr hab. Krzysztofa Kułakowskiego. Ponadto Kandydat do stopnia ukończył w 2015 roku podyplomowe studia dla tłumaczy tekstów specjalistycznych (język angielski), zrealizowane w Katedrze do Badań nad Przekładem i Komunikacją Międzykulturową Uniwersytetu Jagiellońskiego. W 2011 roku ukończył studium pedagogiczne dla doktorantów w Centrum Pedagogiki i Psychologii Politechniki Krakowskiej.

Pan dr inż. Szymon SKONECZNY w latach 2011 – 2014 był zatrudniony na stanowisku asystenta naukowo-dydaktycznego w Katedrze Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Krakowskiej, a od 2014 roku do chwili obecnej pracuje w tej Katedrze na stanowisku adiunkta naukowo-dydaktycznego. W latach 2012 – 2014 był zatrudniony na stanowisku samo-

działnego informatyka w Akademickim Centrum Komputerowym Cyfronet AGH. W 2009 roku (przed uzyskaniem stopnia doktora) odbył sześciomiesięczny staż w firmie Siemens Fuel Gasification we Freibergu (Niemcy).

Charakterystyka i ocena działalności naukowej

Zainteresowania naukowe dr inż. Szymona SKONECZNEGO koncentrują się na matematycznym modelowaniu i symulacjach bioprocessów przebiegających w bioreaktorach z bio-filmem. Do opisu tych procesów Habilitant stosuje metody obliczeniowe oparte na rachunku różniczkowym oraz metody wykorzystujące ideę automatów komórkowych, stosowane w obszarze informatyki stosowanej. Merytoryczne przygotowanie, w zakresie umiejętności operowania narzędziami badawczymi z zakresu informatyki, zapewniły Habilitantowi dodatkowe studia inżynierskie na kierunku informatyka stosowana. Tematyka badawcza Habilitanta po uzyskaniu stopnia doktora jest związana z twórczą kontynuacją i poszerzeniem obszaru zagadnień, stanowiących przedmiot doktoratu wykonanego pod kierunkiem prof. dra hab. inż. Bolesława Tabisia z Politechniki Krakowskiej.

Na łączny publikowany dorobek naukowy Habilitanta jako autora lub współautora składa się 28 pełnotekstowych pozycji. Obejmują one 1 rozdział w monografii, 21 publikacji w czasopismach uwzględnionych w bazie Journal Citation Reports (sumaryczny współczynnik Impact Factor równy 29.90); 3 publikacje w recenzowanych czasopismach uwzględnionych na liście MNiSZW oraz 3 współautorskie publikacje w recenzowanych materiałach konferencyjnych. Dorobek ten uzupełniają 2 wygłoszone referaty oraz 5 posterów zaprezentowanych na konferencjach krajowych.

Zgodnie z danymi bibliograficznymi zawartymi w bazie Web of Science. Jego prace były cytowane 26 razy (8 razy bez autocytowań). Liczba cytowań publikacji według bazy Scopus wynosi 33 (9 bez autocytowań) oraz 39 według bazy Google Scholar. Indeks Hirscha według bazy Web of Science osiągnął wartość 3, a określany na podstawie danych w bazach Scopus lub Google Scholar – 4. Zgodnie z punktacją Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, liczba punktów za Jego dotychczasowy dorobek publikacyjny wynosi 490 punktów (jeśli za podstawę bierze się liczbę publikacji i w odniesieniu do całego zespołu autorów danej pracy, a nie w przeliczeniu na pojedynczego autora).

Większość tego dorobku przypada na okres po uzyskaniu przez Habilitanta stopnia naukowego doktora, a mianowicie: 1 rozdział w monografii, 17 artykułów w czasopismach uwzględnionych w bazie Journal Citation Reports (sumaryczny współczynnik Impact Factor równy 27.79), 1 pełnotekstowa praca w recenzowanych materiałach konferencyjnych, 4 poster-y zaprezentowane na konferencjach krajowych. Zgodnie z punktacją Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, liczba punktów za Jego dotychczasowy dorobek publikacyjny wynosi 415 punktów (biorąc za podstawę obliczeń punktację prac, a nie udział Habilitanta),

W latach 2011 – 2017 Habilitant był wykonawcą w sześciu projektach naukowo-badawczych, w tym pięciu finansowanych przez MNiSZW oraz jednego finansowanego ze środków Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego. Pełnił funkcję kierownika jednego projektu dla młodych naukowców, finansowanego w 2016 roku ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. W 2019 dr inż. Szymon Skoneczny roku otrzymał nagrodę w konkursie LIDER na Wydziale Inżynierii i Technologii Chemicznej Politechniki Krakowskiej za dorobek naukowy w latach 2017-2018.

Na podstawie danych o dorobku przedstawionych we wniosku habilitacyjnym, oceniam działalność naukową Pana dr inż. Szymona SKONECZNEGO, zwłaszcza po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych w grudniu 2013 roku, jako bardzo intensywną, udokumentowaną w postaci 17 artykułów opublikowanych w renomowanych czasopismach, wyróżnionych na Liście Filadelfijskiej.

Charakterystyka i ocena osiągnięcia naukowego stanowiącego podstawę wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego

Pan dr inż. Szymon SKONECZNY przedstawił osiągnięcie naukowe pt. *Analiza właściwości stacjonarnych i dynamiki bioreaktorów z biofilmem* jako podstawę wniosku o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego w dziedzinie nauk technicznych, w dyscyplinie naukowej inżynieria chemiczna. W skład tego osiągnięcia, stanowiącego cykl publikacji powiązanych tematycznie, wchodzi 12 artykułów opublikowanych w czasopismach z Listy Filadelfijskiej (Journal Citation Reports), uporządkowanych chronologicznie:

- H1. **S. Skoneczny**: Cellular automata-based modelling and simulation of biofilm structure on multi-core computers, *Water Science and Technology*, 2015, 72, 11, 2071-2081 (**MNiSW(2015) = 20 pkt; IF(2015) = 1.064**)
- H2. **S. Skoneczny**, B. Tabiś: Ocena możliwości i dokładności numerycznego przewidywania morfologii błon biologicznych w bioreaktorach przepływowych, *Przemysł Chemiczny*, 2015, 94, 8. 1338-1343 (**udział Habilitanta 75%; MNiSW(2015) = 15 pkt; IF(2015) = 0.367**)
- H3. **S. Skoneczny**, B. Tabiś: Właściwości procesowe poziomego bioreaktora rurowego z napowietrzaniem krzyżowoprądowym, *Przemysł Chemiczny*, 2016, 95, 10, 2008-2011 (**udział Habilitanta 75%; MNiSW(2016) = 15 pkt; IF(2016) = 0.367**)
- H4. **S. Skoneczny**, B. Tabiś: Dynamic properties of a continuous stirred tank biofilm bioreactor for aerobic processes, *AIChE Journal*, 2017, 63, 6, 1818-1829 (**udział Habilitanta 60%; MNiSW(2017) = 35 pkt; IF(2017) = 2.980**)
- H5. **S. Skoneczny**, W. Stryjewski, K. Bizon, B. Tabiś: Three-phase fluidized bed bioreactor modeling and simulation, *Biochemical Engineering Journal*, 2017, 121, 118-130 (**udział Habilitanta 30%; MNiSW(2017) = 35 pkt; IF(2017) = 2.453**)
- H6. **S. Skoneczny**, M. Cioch-Skoneczny: Mathematical modelling and approximate solutions for microbiological processes in biofilm through homotopy-based methods, *Chemical Engineering Research and Design*, 2018, 139, 309-320 (**udział Habilitanta 90 %; MNiSW(2018) = 30 pkt; IF(2018) = 2.795**)
- H7. **S. Skoneczny**: Mathematical modeling and simulation of a two-phase fluidized-bed bioreactor with an external aerator, *Biotechnology Progress*, 2018, 34, 5, 1109-1119 (**MNiSW(2018) = 30 pkt; IF(2018) = 1.947**)
- H8. **S. Skoneczny**, M. Cioch: Determination of steady-state in a tubular biofilm bioreactor with axial dispersion, *Chemical Engineering Research and Design*, 2018, 136, 468-476 (**udział Habilitanta 90%; MNiSW(2018) = 30 pkt; IF(2018) = 2.795**)
- H9. **S. Skoneczny**, M. Cioch: Modeling of continuous-flow bioreactors with a biofilm with the use of orthogonal collocation on finite elements, *Chemical Engineering Communications*, 2018, 205, 7, 929-046 (**udział Habilitanta 90%; MNiSW(2018) = 20 pkt; IF(2018) = 1.282**)
- H10. **S. Skoneczny**, B. Tabiś: An efficient start-up strategy of a continuous stirred tank bioreactor with biofilm, *Chemical Engineering Research and Design*, 2019, 141, 449-454 (**udział Habilitanta 75%; MNiSW(2019) = 30 pkt; IF(2019) = 2.795**)
- H11. **S. Skoneczny**, B. Tabiś: Steady state characteristics of a three-phase fluidized bed bioreactor with partial biomass recirculation, *Chemical and Process Engineering*, 2019, 40, 1, 77-86 (**udział Habilitanta 65%; MNiSW(2019) = 15 pkt; IF(2019) = 0.892**)
- H12. **S. Skoneczny**: Cellular-automata based modeling of heterogeneous biofilm growth for microbiological processes following various kinetic models, *Chemical and Process Engineering*, 2019, w druku (**MNiSW(2019) = 15 pkt; IF(2019) = 0.892**) ; opublikowano w 2019 roku; 2019, 40, 2, 145-155.

We wszystkich artykułach H1 – H12 dr inż. Szymon SKONECZNY jest pierwszym autorem, a z wyjątkiem artykułu H9, we wszystkich pozostałych pracach jest również autorem korespondencyjnym. Łączna wartość współczynnika IF liczona w odniesieniu do przedłożonego osiągnięcia naukowego wynosi 20.63 punktów, a w przeliczeniu na udział Habilitanta 15.84 punktów. Liczba punktów za to osiągnięcie określona według klasyfikacji Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego, wynosi 290 punktów, a w przeliczeniu na udział Habilitanta – 223.25 punktów.

Przedłożony cykl publikacji jest poświęcony matematycznemu modelowaniu i symulacji bioreaktorów z biofilmem. Przedmiotem zainteresowania Habilitanta są różniczkowe modele matematyczne (wykorzystujące rachunek różniczkowy) oraz modele dyskretne oparte o metodę automatów komórkowych. Przeprowadzone badania miały na celu sformułowanie modeli dla bioreaktorów z biofilmem, opracowanie algorytmów wyznaczania stanów stacjonarnych oraz trajektorii czasowych, ocenę stosowanych metod obliczeniowych, a ponadto określenie podstawowych właściwości procesowych badanych bioreaktorów.

W artykule H4 (udział Habilitanta 60 %) zostały zaproponowane dwa modele matematyczne przepływowego bioreaktora zbiornikowego z biofilmem na ściankach. Pierwszy model został sformułowany przy użyciu równań różniczkowych, a w drugim modelu fazy ciekła i gazowa zostały opisane za pomocą równań różniczkowych, a biofilm za pomocą modelu dyskretnego. Zaletą dyskretno-ciągłego modelu matematycznego analizowanego bioreaktora jest możliwość uwzględnienia heterogenicznej struktury biofilmu. Przeprowadzona analiza właściwości dynamicznych takiego bioreaktora wykazała, że podczas rozruchu aparatu może nastąpić niedotlenienie mikroorganizmów, wywołane gwałtownym spadkiem stężenia rozpuszczonego tlenu. W modelu opartym o metodę automatów komórkowych został także zaproponowany nowy algorytm dotyczący odrywania biofilmu. Istotną cechą tego algorytmu jest możliwość zastosowania doświadczalnie określonych stałych szybkości odrywania biofilmu, co odróżnia ten algorytm od algorytmów probabilistycznych.

Praca H10 (udział Habilitanta 75 %) dotyczy rozruchu przepływowego bioreaktora zbiornikowego z biofilmem na ściankach. Do sformułowania strategii rozruchu takiego aparatu został zastosowany heterogeniczny model bioreaktora, uwzględniający istnienie fazy gazowej, ciekłej i biofilmu. Sterowanie natężeniem przepływu przy użyciu regulatora proporcjonalnego miało na celu utrzymanie stężenia toksycznego związku na poziomie odpowiadającym maksymalnej wartości właściwej szybkości wzrostu mikroorganizmów. Obliczenia przeprowadzone dla dwu-substratowej aerobowej degradacji fenolu przebiegającej według kinetyki Haldane'a – Monoda wykazały, że zaproponowana strategia zapewnia ponad ośmiokrotne skrócenie czasu rozruchu bioreaktora w porównaniu z dotychczasowymi rozwiązaniami, a ponadto zmniejsza się ryzyko anoksji mikroorganizmów związane z istotnym spadkiem stężenia rozpuszczonego tlenu.

Artykuł H9 (udział Habilitanta 90 %) poświęcony jest modelowaniu matematycznemu przepływowego bioreaktora zbiornikowego z biofilmem oraz bioreaktora rurowego z biofilmem o tłokowym przepływie cieczy. W obu modelach uwzględniona została całkowita grubość biofilmu, co je różni od modeli analizowanych przez Habilitanta w Jego pracy doktorkiej, w której brał pod uwagę jedynie aktywną grubość biofilmu. Ze względu na występowanie gradientów stężeń w biofilmie, do aproksymacji skończenie wymiarowej równań opisujących biofilm zastosowano metodę kolokacji ortogonalnej na elementach skończonych. Zostały zaproponowane algorytmy wyznaczania stanów stacjonarnych obu modeli matematycznych oraz przeprowadzono ocenę dokładności metody.

W artykule H3 (udział Habilitanta 75 %) przedstawione są wyniki badań wpływu parametrów procesowych, tj. stężenia toksycznego związku węgla w strumieniu zasilającym aparat, średniego czasu przebywania cieczy w bioreaktorze oraz intensywności napowietrzania

dla modelu bioreaktora rurowego z napowietrzaniem krzyżowo-prądowym. Przedmiotem analizy były również gałęzie stanów stacjonarnych tego bioreaktora.

Przedmiotem badań zamieszczonych w artykule H7 (udział Habilitanta 100 %) jest modelowanie matematyczne dwufazowego bioreaktora fluidyzacyjnego z zewnętrznym napowietrzaniem. W modelu Habilitant uwzględnił zewnętrzne opory wnikania masy od cieczy do biofilmu, proces mikrobiologiczny w fazie ciekłej złoża fluidalnego, uwzględnił przebieg procesu mikrobiologicznego w aeratorze, rozkłady współczynników dyfuzji i gęstości w biofilmie oraz zrywanie biofilmu i obumieranie mikroorganizmów w biofilmie. Autor przedstawił także metodę wyznaczania stanów stacjonarnych i określania charakteru stabilności lokalnej tych stanów. W tym celu dokonał aproksymacji skończenie wymiarowej równań biofilmu metodą kolokacji ortogonalnej. Przedstawił również gałęzie stanów stacjonarnych badanego bioreaktora dla dwóch procesów mikrobiologicznych: aerobowego przyswajania glukozy przez bakterie *Pseudomonas aeruginosa* i aerobowej degradacji fenolu przez bakterie *Pseudomonas putida*.

W pracy H8 (udział Habilitanta 90 %) został sformułowany model matematyczny bioreaktora rurowego z biofilmem na ściankach, w którym przepływ cieczy ma charakter dyspersyjny. Zaproponowano w niej metodę wyznaczania stanów stacjonarnych, która stanowi połączenie metody „wstrzeliwania” i metody kolokacji ortogonalnej na elementach skończonych. Wykazano, że obecność biofilmu na ściankach bioreaktora pozwala na realizację procesu przy znacznie niższych wartościach średniego czasu przebywania cieczy w aparacie. Zostały określone graniczne wartości liczby Pecleta, na podstawie których można założyć całkowite wymieszanie lub przepływ tłokowy cieczy. Wykazano również, że wartość stałej szybkości odrywania biofilmu wpływa na wartość liczby Pecleta, dla której otrzymuje się maksymalny stopień przereagowania substratu limitującego wzrost mikroorganizmów.

Przedmiotem pracy H5 (udział Habilitanta 30 %) jest modelowanie matematyczne trójfazowego bioreaktora fluidyzacyjnego do procesów aerobowych. W proponowanym modelu został uwzględniony wzrost biomasy na nośnikach inertnych, obumieranie mikroorganizmów, proces mikrobiologiczny w biofilmie i w fazie ciekłej, rozkłady współczynników dyfuzji i gęstości w biofilmie i międzyfazowe przenoszenie biomasy. Na podstawie otrzymanych wyników została określona charakterystyka stacjonarna bioreaktora oraz charakter stabilności lokalnej stanów stacjonarnych. Zbadano wpływ kinetyki procesu mikrobiologicznego na krotkość stanów stacjonarnych i wykazano, że w układzie występują niegasnące oscylacje zmienności stanu.

Przedmiotem pracy H11 (udział Habilitanta 65 %) była analiza właściwości procesowych trójfazowego bioreaktora fluidyzacyjnego z częściową recyrkulacją strumienia oraz zagęszczaniem biomasy. Analizę przeprowadzono dla dwóch procesów mikrobiologicznych: aerobowego przyswajania glukozy przez bakterie *Pseudomonas aeruginosa* oraz aerobowej degradacji fenolu przez bakterie *Pseudomonas putida*, w przypadku której ma miejsce inhibujący wpływ substratu węglowego na wzrost mikroorganizmów. Wykazano, że w procesie biodegradacji fenolu występuje wielokrotność stanów stacjonarnych. Stwierdzono także, że stosowanie częściowej recyrkulacji strumienia i zagęszczania biomasy poprawia bezpieczeństwo procesowe i zwiększa wydajność pracy bioreaktora. Na podstawie porównania wyników dla badanego bioreaktora z rezultatami charakteryzującymi przepływowy bioreaktor zbiornikowy bez biofilmu wykazano, że przy dostatecznie dużych średnich czasach przebywania w bioreaktorze fluidyzacyjnym otrzymuje się porównywalne stopnie przereagowania toksycznego związku jak w bioreaktorze przepływowym bez biofilmu. Możliwe jest jednak prowadzenie procesu przy znacznie większych natężeniach przepływu z powodu immobilizacji mikroorganizmów na materiale drobnoziarnistym.

W artykule H6 (udział Habilitanta 90 %) dyskutowane są przybliżone rozwiązania analityczne modeli opisujących procesy mikrobiologiczne w biofilmie przebiegające zgodnie z

równaniami kinetycznymi Monoda lub Haldane'a i uwzględniających zewnętrzne opory wnikania masy w układzie. Rozwiązania te otrzymano stosując metody aproksymacyjne oparte o pojęcie homotopii, mianowicie, metodę perturbacji homotopii (HPM), metodę analizy homotopii (HAM) oraz metodę analizy homotopii optymalnej (OHAM). Stwierdzono, że ze wzrostem liczby Biota wzrasta dokładność zastosowanych metod. Wykazano, że metody te będą efektywne w modelowaniu aparatów charakteryzujących się dużymi wartościami współczynników wnikania masy od cieczy do biofilmu i niewielkimi wartościami grubości biofilmu, np. bioreaktorów fluidyzacyjnych.

W artykułach H1, H12 (w obu pracach udział Habilitanta 100 %) oraz H2 (udział Habilitanta 75 %) modelowano strukturę biofilmu za pomocą modelu dyskretnego opartego o teorię automatów komórkowych. W pracy H1 Habilitant zaproponował sposób symulacji przy zastosowaniu tego modelu na komputerach wielordzeniowych. Sformułował dwa algorytmy równoległe różniące się sposobem podziału obliczeń między rdzenie obliczeniowe, a obliczenia wykonał na komputerach wielordzeniowych należących do infrastruktury PL-Grid, udostępniającej klastery obliczeniowe badaczom w kraju. W pracy H12 Habilitant porównał strukturę biofilmów formowanych w dwóch procesach mikrobiologicznych, różniących się formą równań kinetycznych i szybkością wzrostu i obumierania stosowanych mikroorganizmów. Wykazał, że stała szybkości obumierania mikroorganizmów wpływa jakościowo i ilościowo na rozkład gęstości i porowatości biofilmu. Stwierdził, że mikroorganizmy o większej wartości stosunku stałej szybkości obumierania do maksymalnej właściwej szybkości wzrostu cechują się większą tendencją do tworzenia silnie nieregularnych struktur. W artykule H2 oszacowano możliwość numerycznego przewidywania morfologii biofilmów za pomocą modelu opartego o teorię automatów komórkowych. Uzyskano zgodność obliczeń z dostępnymi w literaturze danymi doświadczalnymi, otrzymanymi w skali laboratoryjnej. Wykazano, że istnieje wpływ obciążenia substratem limitującym na stacjonarną grubość biofilmu, rozkład jego gęstości i gęstość powierzchniową w stanie ustalonym.

Wspólną cechą badań, przedstawionych jako osiągnięcie stanowiące podstawę wniosku habilitacyjnego, jest ich wieloaspektowość. Habilitant łączy wątki badawcze z obszaru inżynierii chemicznej (w tym dynamiki procesowej i sterowania), inżynierii bioprocessowej (w tym kinetyki bioreakcji) oraz informatyki stosowanej poprzez implementację zaawansowanych metod obliczeniowych do modelowania bioprocessów. Dobór zastosowanych w obliczeniach narzędzi informatycznych zależał od stopnia złożoności sformułowanego modelu matematycznego. Trudność w ocenie poprawności modelowania stanowi niedostateczna liczba danych kinetycznych, potrzebnych do przeprowadzenia obliczeń i ich weryfikacji. Z tego powodu Habilitant przeprowadził modelowanie dla wybranych bioprocessów, np. dla aerobowej degradacji fenolu, jak w pracach H1, H3 – H7, H9 – H11.

Uważam, że w przedstawionym wykazie prac naukowych stanowiącym podstawę wniosku habilitacyjnego, do najważniejszych, niemających odpowiednika w literaturze przedmiotu osiągnięć Habilitanta, należy zaliczyć:

1. Zbadanie i analizę właściwości stacjonarnych i dynamiki bioreaktorów z biofilmem na podstawie sformułowanych następujących modeli matematycznych:
 - modelu bioreaktora rurowego z biofilmem na ściankach, w którym przepływ cieczy ma charakter dyspersyjny;
 - modelu dwufazowego bioreaktora fluidyzacyjnego z zewnętrznym napowietrzaniem;
 - ciągłego modelu dynamiki przepływowego bioreaktora zbiornikowego z biofilmem;
 - modelu dynamiki przepływowego bioreaktora zbiornikowego z biofilmem, w którym wykorzystuje się metodę automatów komórkowych do symulacji wzrostu heterogenicznego biofilmu;
2. Ilościowy opis właściwości biofilmu powstającego w testowanych bioreaktorów przepływowych

3. Umiejętność implementacji narzędzi stosowanych w informatyce stosowanej do rozwiązywania problemów inżynierii chemicznej i bioprocessowej, polegającą na opracowaniu i wdrożeniu algorytmów obliczeniowych do symulacji badanych układów;

Oceniając całość, przedłożonego przez Pana dra inż. Szymona SKONECZNEGO, osiągnięcia naukowego w postaci cyklu publikacji H1 – H12 zatytułowanego *Analiza właściwości stacjonarnych i dynamiki bioreaktorów z biofilmem* uważam, że zawiera ono elementy nowości naukowej i stanowi znaczący wkład do rozwoju wiedzy na temat matematycznego modelowania i symulacji bioreaktorów z biofilmem.

Ocena istotnej aktywności naukowej

Oprócz dorobku włączonego do osiągnięcia habilitacyjnego, Pan dr inż. Szymon SKONECZNY legitymuje się po uzyskaniu doktoratu 5 artykułami z listy JCR (w tym w 1 pracy jest jedynym autorem), 1 współautorskim rozdziałem w monografii oraz 4 prezentacjami posterowymi na konferencjach krajowych (*XXII Ogólnopolska Konferencja Inżynierii Chemicznej i Procesowej*, Spała, 2016 (3 prace); *IV Ogólnopolskie Sympozjum Reaktory Wielofazowe i Wielofunkcyjne*, Gliwice, 2018 (1 praca)).

Tematyka wymienionych wyżej publikacji dotyczy zagadnień związanych z badaniem i modelowaniem procesów przebiegających w bioreaktorach. Między innymi, praca (Tabiś, Skoneczny (udział 20 %), Stryjewski, *Chemical and Process Engineering*, 2014, 35, 349-360) dotyczy modelowania dynamiki bioreaktora, w którym przebiega proces mikrobiologiczny z wykształconym łańcuchem pokarmowym typu drapieżnik – ofiara. Analizowany jest w niej sposób regulacji automatycznej układu z użyciem regulatorów ciągłych typu P lub PI z członem całkującym. W pracy (Skoneczny (udział 40 %), Tabiś, *Chemical Engineering Science*, 2015, 137, 178-187) została zaproponowana metoda określania stanów stacjonarnych w rurowym reaktorze z biofilmem na wewnętrznej ścianie. Praca (Skoneczny, *Environment Protection Engineering*, 2017, 43 177-190) jest poświęcona modelowaniu struktury biofilmu z zastosowaniem metody automatów komórkowych dla dwu-substratowego procesu aerobowego. Autor zaproponował w niej koncepcję oceny wieku biofilmu na podstawie rozkładu gęstości biofilmu.

W latach 2011 – 2015 Habilitant był wykonawcą w projekcie *Dziedzinowo zorientowane usługi i zasoby infrastruktury PL-Grid dla wspomagania Polskiej Nauki w Europejskiej Przestrzeni Badawczej-PLGrid Plus*, realizowanym na Wydziale Paliw i Energii Akademii Górniczo-Hutniczej we współpracy z firmą Electricite de France. W latach 2014 – 2017 był wykonawcą w czterech projektach naukowo-badawczych finansowanych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz kierownikiem w jednym z nich.

Dr inż. Szymon SKONECZNY dotychczas był recenzentem dziewięciu artykułów w takich czasopismach zagranicznych (w tym ośmiu z listy JCR), jak: *Automatica*, *Bioprocess and Biosystem Engineering*, *Bioresource Technology*, *Biotechnology Progress*, *Chemical Engineering Science*, *Waste Management*, *Water Research*, *Journal of Environmental Chemical Engineering*.

Dr inż. Szymon SKONECZNY jest promotorem pomocniczym jednej pracy doktorskiej (Adrian Ciesielski: *Nieliniowe sterowanie predyktoryjnym procesem produkcji bioetanolu metodą fermentacji ciągłej*; promotor: dr hab. inż. Robert Grzywacz)

Po ukończeniu studiów inżynierskich na kierunku informatyka i pracy w latach 2012 – 2014 na stanowisku samodzielnego informatyka w Akademickim Centrum Komputerowym Cyfronet AGH, Habilitant jest profesjonalnie przygotowany do rozwiązywania problemów w obszarze inżynierii chemicznej i bioprocessowej, wymagających znajomości narzędzi badawczych z zakresu informatyki stosowanej.

Biorąc pod uwagę dorobek publikacyjny po uzyskaniu stopnia doktora oraz takie osiągnięcia, jak: udział w projektach badawczych, recenzowanie artykułów oraz pełnienie funkcji promotora pomocniczego w jednej pracy doktorskiej, aktywność naukową Habilitanta oceniam pozytywnie.

Ocena działalności dydaktycznej i organizacyjnej

W ramach działalności dydaktycznej Habilitant prowadził następujące wykłady na studiach dziennych i zaocznych pierwszego i drugiego stopnia na kierunkach *inżynieria chemiczna i procesowa* oraz *technologia chemiczna*, w języku polskim:

1. *Automatyka i pomiary* (studia zaoczne pierwszego stopnia, kierunek *technologia chemiczna*)
2. *Metody obliczeniowe w inżynierii chemicznej* (studia dzienne drugiego stopnia, kierunek *inżynieria chemiczna i procesowa*)
3. *Metody informatyczne w technice* (studia dzienne drugiego stopnia, kierunek *inżynieria chemiczna i procesowa*)
4. *Automaty komórkowe w inżynierii chemicznej* (studia dzienne drugiego stopnia, kierunek *inżynieria chemiczna i procesowa*)

oraz w języku angielskim:

5. *Kinetics of heterogeneous processes* (studia dzienne drugiego stopnia, specjalność *Engineering of Technological Processes*)
6. *Biological reactors engineering* (studia dzienne drugiego stopnia oraz dla studentów zagranicznych kierunek *Chemical and Process Engineering*)
7. *Process control and industrial measurements* (wykłady dla studentów zagranicznych)

Habilitant prowadził również takie formy zajęć, jak: ćwiczenia audytoryjne, projektowe i laboratoryjne, seminaria. Ćwiczenia dotyczyły między innymi takich przedmiotów, jak: *inżynieria reaktorów chemicznych, automatyka i pomiary, wybrane działy matematyki stosowanej, chemical reactors engineering, process control and industrial measurements*; projekty: *inżynieria reaktorów biochemicznych, niekonwencjonalne metody rozdzielu, przepływy wielofazowe*; laboratoria komputerowe: *programowanie w inżynierii chemicznej, metody obliczeniowe w inżynierii chemicznej*.

Zakres tematyczny realizowanych przez Habilitanta przedmiotów jest szeroki, ale zgodny z uprawianą przez Niego tematyką badań. Jednak Habilitant nie podaje, w jakim wymiarze godzinowym oraz w jakim okresie te zajęcia dydaktyczne były realizowane. Czy po uzyskaniu stopnia doktora, czy obejmują one również okres przed uzyskaniem stopnia doktora.

Dotychczas dr inż. Szymon SKONECZNY był promotorem 5 prac magisterskich i 3 prac inżynierskich. Jest członkiem komisji dyplomowej na kierunkach *Nanotechnologie i nanomateriały* oraz *Biotechnologia*. W latach 2016-2018 był członkiem Wydziałowej Komisji Rekrutacyjnej.

Działalność organizacyjna Habilitanta na rzecz środowiska oraz macierzystej jednostki jest ilościowo dosyć skromna. Ma On niewątpliwe osiągnięcia w popularyzacji nauki. W latach 2010-2017 brał aktywny udział w imprezach pt. Małopolska Noc Naukowców. Zaprojektował stronę internetową Katedry Inżynierii Chemicznej i Procesowej Politechniki Krakowskiej i pełni funkcję administratora tej strony. Zdaje sobie sprawę, że wpływ Habilitanta na możliwość wykazania się w działalności organizacyjnej nie był wielki i zależał od powierzenia Mu zadań przez Jego przełożonych.

Moim zdaniem, całokształt działalności dydaktycznej dra inż. Szymona SKONECZNEGO zasługuje na ocenę pozytywną, a Jego działalność organizacyjną oceniam jako akceptowalną.

Wniosek końcowy

Podsumowując całokształt działalności naukowej, dydaktycznej i organizacyjnej Pana dra inż. Szymona SKONECZNEGO, stwierdzam, że Habilitant jest badaczem, który

- jest autorem osiągnięcia naukowego pt. *Analiza właściwości stacjonarnych i dynamiki bioreaktorów z biofilmem*, składającego się z 12 artykułów opublikowanych w czasopismach naukowych uwzględnionych w bazie *Journal Citation Reports* (JCR), przy czym 9 z nich są to prace współautorskie;
- po uzyskaniu stopnia doktora nauk technicznych wymiennie powiększył swój dorobek naukowy;
- ma doświadczenie w stosowaniu zaawansowanych metod obliczeniowych do ilościowego opisu procesów przebiegających w bioreaktorach
- na podstawie dotychczasowej, aktywnej działalności badawczej Habilitanta można zakładać, że Jego dalszy rozwój naukowy będzie pomyślny.

Biorąc pod uwagę pozytywne oceny dorobku naukowego, dydaktycznego i organizacyjnego Pana dra inż. Szymona SKONECZNEGO, stwierdzam, że Habilitant spełnia większość wymagań stawianych kandydatom do stopnia naukowego doktora habilitowanego nauk technicznych (zgodnie z art. 16 *Ustawy o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki* (Dz. U. z 2003 r. nr 65 poz. 595, z późniejszymi zm.) oraz Rozporządzeniem Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 19 stycznia 2018 roku w sprawie szczegółowego trybu i warunków przeprowadzania czynności w przewodach doktorskich, postępowaniu habilitacyjnym oraz w postępowaniu o nadanie tytułu profesora (Dz. U. z 2018 r., poz. 261)). W związku z powyższym popieram wniosek o nadanie dr. inż. Szymonowi SKONECZNEMU stopnia doktora habilitowanego w dyscyplinie naukowej *inżynieria chemiczna*.

Joanna Karcz

