

Katowice, 17.05.2024

Dr hab. inż. Janusz Lasek, prof. instytutu

Instytut Technologii Paliw i Energii

Ul. Zamkowa 1

41-803 Zabrze

jlasek@itpe.pl

Recenzja dorobku oraz osiągnięć naukowych,
a w szczególności osiągnięcia naukowego pt. „Proces toryfikacja biomasy, kinetyka oraz
właściwości fizykochemiczne produktów finalnych”,
stanowiącego 1 cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych opublikowanych w
czasopismach naukowych lub w recenzowanych materiałach z konferencji międzynarodowych
Pana dr. inż. Szymona Szufy

Podstawa

Recenzja została sporządzona na podstawie powołania mojej osoby w skład komisji habilitacyjnej w celu przeprowadzenia postępowania habilitacyjnego dr. inż. Szymona Szufy, wszczętego dn. 26.09.2023 r. w dziedzinie nauk inżynieryjno-technicznych w dyscyplinie inżynieria chemiczna przez Radę Doskonałości Naukowej. Pismo informacyjne zostało przedłożone przez Dziekana Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, prof. dr. hab. inż. Grzegorza Wielgosińskiego.

Podstawowe informacje o Kandydacie

Dr inż. Szymon Szufa ukończył studia magistersko-inżynierskie w 2008 r. na kierunku Energetyka na Wydziale Mechaniczno-Energetycznym Politechniki Wrocławskiej, broniąc pracę pt.: „Charakterystyka procesu spalania pyłu węglowego w atmosferze wzbogaconej w tlen i w dwutlenek węgla, zapłon, reaktywność, emisja”. Stopień doktora nauk technicznych w dyscyplinie Budowa i Eksploatacja Maszyn uzyskał w 2014 r. w Politechnice Łódzkiej na Wydziale Mechanicznym, broniąc pracę pt.: „Toryfikacja i współspalanie biomasy - modelowanie procesów”. Wartym podkreślenia jest, iż dr inż. Szymon Szufa ukończył studia MBA Energetyka (Master of Business Administration) w 2017 w Uczelni Łazarskiego w Warszawie na Wydziale Ekonomii i Zarządzania, broniąc pracę pt.: „Strategia rozwoju i plan jej

wdrożenia spółki świadczącej usługi B+R oraz szkoleniowo-doradcze na przykładzie firmy APS-Ekoinnowacje Sp. z o.o.”.

Prace w jednostkach naukowych obejmowały okres doktorancki na Wydziale Mechanicznym (Katedra Techniki Ciepłej i Chłodnictwa) Politechniki Łódzkiej, staże w jednostkach zagranicznych jako Asystent Naukowy - Fraunhofer Institute ITWM - Institute for Industrial Mathematics (Kaiserslautern, Germany), Adiunkt Naukowy (tzw. postdoc) w National University of Ireland (NUI) Galway, Irlandia, Adiunkt Naukowy (tzw. postdoc) w Narodowy Instytut Chemii, Katedra Katalizy i Inżynierii Reakcji Chemicznych: (SŁOWENIA, Lubljana), Adiunkt Naukowy (tzw. postdoc) na Uniwersytecie Przyrodniczym we Wrocławiu (Katedra Biogospodarki Stosowanej).

Dr inż. Szufa pracuje obecnie na stanowisku Adiunkta w Politechnice Łódzkiej, w Katedrze Inżynierii Bezpieczeństwa Pracy (d. Wydział Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska). Dane bibliometryczne, dotyczące jego osoby to H-Indeks = 15 (według Web of Science z dn. 23.09.2023.), 38 artykułów naukowych indeksowanych w *Journal Citation Report (JCR)* i ujętych w wykazie MNiSW, 10 artykułów naukowych, recenzowanych, nie ujętych w bazie JCR, 12 rozdziałów w monografiach naukowych w języku polskim i angielskim oraz 5 zgłoszeń do Urzędu Patentowego. Suma punktów ministerialnych za cykl publikacji to 533 pkt., zaś sumaryczna wartość indeksu oddziaływania (tzw. impact factor) czasopism, w których ukazały się artykuły to IF=34,61.

Ocena aktywności naukowej

Dr inż. Szymon Szufa jest Autorem licznych publikacji w formie artykułów naukowych oraz rozdziałów monografii. Po uzyskaniu stopnia doktora był współautorem 5 rozdziałów monografii, 26 artykułów z tzw. listy A (ówczesnego) Ministerstwa Nauki i Edukacji oraz 7 artykułów z tzw. listy B Ministerstwa. Wystąpienia w krajowych i międzynarodowych konferencjach naukowych obejmują (łącznie) 41 wydarzeń. Oprócz krajowych wystąpień, Habilitant prezentuje wyniki własnych badań naukowych na konferencjach m. in. w Grecji, we Włoszech, w RPA, Francji, Belgii, Holandii, Portugalii i Australii. O jego aktywnej działalności świadczy udział w trzech Komitetach Organizacyjnych Sesji Naukowej Doktorantów Politechniki Łódzkiej. Spośród licznych udziałów w projektach badawczych, zarówno o zasięgu krajowym jak i międzynarodowym (tj. 17), aż w sześciu projektach dr inż. Szufa pełni rolę Kierownika (Kierownik Projektu, Kierownik Prac B+R, Koordynator, Opiekun Naukowy), a w sześciu jest Głównym Wykonawcą. Myślę, że najbardziej imponującym jest pełnienie roli Koordynatora Projektu BioTrainValue, w którego skład konsorcjum wchodzi 10 partnerów z licznych, obok Polski, państw tj. Grecji, Niemiec, Słowenii, Austrii, Wielkiej Brytanii i Irlandii. Spośród wielu projektów, Habilitant wyróżnia projekt NCN, projekt NAWA Mieczysława Bekkera, projekt Lider BIOCARBON oraz projekt BioTrainValue dofinansowany w ramach Marie Skłodowskiej-Curie Staff Exchange -Horyzont Europa.

Habilitant jest członkiem 7 organizacji i towarzystw naukowych, w tym Stowarzyszenia TOP500 INNOVATORS. Świadczy to o wysokich aspiracjach naukowych dr. inż. Szymona Szufy.

Stáže naukowe Habilitanta obejmuje sześć wyjazdów (w tym praca zdalna) w prestiżowych ośrodkach naukowych jak Narodowy Instytut Chemii (Słowenia), NUI Galway: (Irlandia, Galway), Fraunhofer Institute (Kaiserslautern, Niemcy), Twente University oraz Noble Products

BV (Enschede, Holandia), Vabi Software BV (Delft, Holandia), Delft University of Technology, (Delft, Holandia). Habilitant wykazuje swoją aktywność naukową poprzez członkostwo w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism, pełniąc rolę recenzenta oraz edytora w dwóch czasopismach wydawnictwa MDPI oraz FRONTIERS IN ENERGY RESEARCH. Recenzje obejmują prestiżowe czasopisma jak przykładowo Biomass & Bioenergy czy Fuel Processing Technology. Habilitant pełni rolę Kierownika Laboratorium Biomasowego (BioMassLab) Centrum Transferu Technologii w obszarze Odnawialnych Źródeł Energii Centrum Badań i Innowacji Pro-Akademia oraz zasiada w gremiach eksperckich oceniających projekty krajowe (np. Państwowa Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości, Fundacja Na Rzecz Nauki Polskiej, Narodowego Centrum Badań i Rozwoju) i zagraniczne (np. Ekspert oceniający projekty badawczo-rozwojowe Horyzont Europa: biomasa, odnawialne źródła energii, efektywność energetyczna, budownictwo niskoenergetyczne). Bogaty dorobek dr inż. Szymona Szufy związany jest również z współpracą z sektorem gospodarczym i biznesowym, jest bowiem kierownikiem pięciu prac badawczych realizowanych na zlecenie przemysłu. Jest również autorem sześciu ekspertyz lub raportów wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców. Posiada aż 6 zgłoszeń patentowych, liczne nagrody i wyróżnienia. Patrząc całościowo na dorobek dr. inż. Szymona Szufy, jest on bardzo imponujący. Habilitant jest sprawnym organizatorem i posiada bardzo duże umiejętności pozyskiwania środków na badania w konkursach krajowych i międzynarodowych. Imponujące są również jego kontakty z badaczami z różnych krajów.

Ocena osiągnięcia naukowego

Ocenę dorobku dr. inż. Szymona Szufy prowadziłem pod kątem lektury zaprezentowanego cyklu publikacji jak również przedstawionych zagadnień (celów, hipotez i realizacji badań) w Autoreferacie. Na rozprawę habilitacyjną, dr inż. Szymon Szufa przedstawił cykl 10 powiązanych tematycznie publikacji [1] [2] [3] [4] [5] [6] [7] [8] [9] [10]. Dwie z publikacji tj. [3] oraz [4] są artykułami przeglądowymi, pozostałe artykuły poza [9, 10], są artykułami typowo badawczymi, zaś wspomniane artykuły [9, 10] mimo próby zachowania struktury artykułów badawczych (Introduction–Experimental/Materials and Methods–Results and Discussion–Conclusion) stanowią raczej prace o charakterze opinii, promocji wyników i ogólnego opisu.

Tematyka realizowanych badań naukowych i prac rozwojowych dr. inż. Szymona Szufy jest niezwykle istotna. Dotyczy ona waloryzacji biomasy pochodzenia rolnego i odpadowego. Ze względu na dużą podaż tego typu biomasy, jej znaczenie jako zasobne źródło energii i jednocześnie bardzo duże ograniczenia w jej stosowaniu, podejmowany temat badawczy jest bardzo aktualny i niezwykle istotny dla krajowej i światowej gospodarki. Sam Habilitant określa, iż „tematyka realizowanych badań naukowych i prac rozwojowych dotyczy głównie rozwiązań w zakresie konwersji biomas z wykorzystaniem procesów termiczno-chemicznych w tym w głównej mierze procesu toryfikacji oraz badaniem właściwości fizyko-chemicznych tych biomas z ich przeznaczeniem dla energetyki, rolnictwa i przemysłu chemicznego.” Poniżej zaprezentowałem główne spostrzeżenia po lekturze artykułów w ujęciu „mocne strony” i „słabe strony” w Tabeli 1.

Tabela 1. Ocena przedstawionych artykułów w ujęciu „mocne strony” i „słabe strony”

Artykuł	Mocne strony	Słabe strony
[1]	Niezwykle istotny problem badawczy konwersji termicznej zużytych podkładów kolejowych w kontekście szkodliwości oleju krezotowego. Ciekawe i sprytnie podejście badawcze- przygotowanie próbek do badań poprzez ich wywiercenie z materiału surowego. “Porządne” podejście eksperymentalne, dużo cennych wyników	Konwersja głównych składników oleju krezotowego (naphthalene, anthracene, phenanthrene, pyrene, and chrysene) mogła być bardziej szczegółowo przedyskutowana.
[2]	Istotny problem badawczy aplikacji biomasy toryfikowanej w kotle pyłowym jako substytut węgla kamiennego, opublikowany w czasopiśmie o bardzo wysokim prestiżu (200 pkt na tzw. liście ministerialnej), potwierdzone numerycznie zwiększenie emisji NO, wynikającej ze zwiększenia udziału azotu zawartego w paliwie. Potwierdzone numerycznie zwiększenie emisji CO jak również zwiększenie zawartości niespalonych części w paliwie. Zaawansowane modelowanie numeryczne.	Z niewiadomego powodu spora część artykułu powinna być przeniesiona do części „Results and discussion” a jest w części „Material and methods”. Trochę się dziwię, dlaczego recenzenci nie zwrócili na to uwagi.
[3]	Artykuł przeglądowy na bardzo istotny temat. Pouczające kompendium nt. pirolizy w aspekcie mechanizmu, uzyskiwanych produktów, parametrów procesowych i stosowanych technologii. Znane, ale i dobrze opisane rozróżnienie pirolizy ze względu na szybkość nagrzewania wsadu pomiędzy pirolizą „wolną”, „umiarkowaną (przejściową) i szybką. Spora część pracy poświęcona pirolizie osadów ściekowych.	Ze względu na stosowane nazewnictwo (Part I, Part II) praca powinna się znaleźć w wykazie za pracą następną.
[4]	Artykuł przeglądowy na bardzo istotny temat. Opis procesu toryfikacji, jako szczególnej formy pirolizy na tle ogólnej wiedzy dotyczącej tego procesu (tj. pirolizy). W tym artykule nieco mniej nt. mechanizmu toryfikacji, za to zamieszczony jest obszerny materiał dotyczący dostępnej technologii i opisu instalacji w dużej skali.	Podobnie jak poprzednio, ze względu na stosowane nazewnictwo (Part I, Part II) praca powinna się znaleźć w wykazie przed poprzednią pracą.
[5]	Istotny problem badawczy konwersji termicznej biomasy i odpadów ściekowych	Trudne do interpretacji wyniki, gdy zmiana parametrów dotyczy jednocześnie temperatury i czasu przebywania. Dyskusyjne uzyskane wyniki- Tabela 3. Radykalnie niska wartość „ciepła spalania” (de facto

		powinno być HHV by było wiadomo, o jaki parametr chodzi) odpadów ściekowych po toryfikacji. Autorzy przemilczają te wyniki. Przegapiona ważna kwestia usuwania związków chloru w wyniku toryfikacji. To bardzo istotne z punktu widzenia aplikacji tej biomasy jako paliwa
[6]	Istotny problem badawczy konwersji termicznej biomasy Miscanthus. Bardzo szeroki zakres badawczy i szczegółowa analiza	Choć kwestia występuje w tytule, to słabiej uwypuklona część związana z zastosowaniem biomasy termicznie przetworzonej do produkcji nawozów
[7]	Praca interdyscyplinarna, związana z zastosowaniem biomasy termicznie przetworzonej do produkcji nawozów, testowanie w warunkach polowych, szczegółowa analiza części stałej (solid) oraz gazowej (torgas)	Przegapiona ważna kwestia usuwania związków chloru w wyniku toryfikacji. To bardzo istotne z punktu widzenia aplikacji tej biomasy jako paliwa
[8]	Istotny problem badawczy konwersji termicznej „odpadowej” biomasy rolnej o największych uzyskach i najbardziej problematycznej, tj. słomie owsa i kukurydzy, praca interdyscyplinarna, związana z zastosowaniem biomasy termicznie przetworzonej do produkcji nawozów,	jw.
[9]	Istotny problem badawczy konwersji termicznej biomasy „odpadowej”, rolnej i biomasy drzewnej. Informacja o instalacjach o skali laboratoryjno-pilotażowej (o wydajności przepływowej 25–100 kg/h surowca)	Artykuł posiada mnóstwo stwierdzeń niepopartych badaniami lub cytatami z literatury. Podsumowanie jest bardzo luźno związane z przedstawionym w treści artykułu materiałem.
[10]	Istotny problem badawczy konwersji termicznej biomasy „odpadowej”, rolnej i biomasy drzewnej	Uzyskane wyniki badawcze mogłyby być bardziej szczegółowo przedyskutowane

W dalszej części recenzji skupiłem się na materiale zaprezentowanym w dokumencie Autoreferat. W początkowej części rozdziału pt. „Omówienie hipotezy/celu naukowego” Autoreferatu, dr inż. Szufa przedstawia osiągnięcia organizacyjne, projektowe, związane z pozyskaniem instalacji badawczych oraz współpracy międzynarodowej. Dalej, przeprowadza dyskusję zasadności stosowania obróbki termicznej biomasy rolnej i drzewnej, wskazując na możliwe zastosowania w energetyce oraz rolnictwie. Na str. 11 dr inż. Szufa przedstawia hipotezę pracy o następującej treści: „**Hipoteza:** Proces toryfikacji biomasy pozwala w sposób kontrolowany przekształcić biomasę pochodzenia rolniczego oraz biomasę drzewną o niekorzystnych właściwościach fizyko-chemicznych, a także umożliwia zagospodarowanie cennych produktów ubocznych i ich ponownego wykorzystania w innych operacjach

technologicznych, uzyskując w efekcie końcowym paliwa stałe, biowęgla jako dodatki do nawozów organicznych oraz biosorbenty.”

Zdanie to, bardzo rozbudowane, posiada błędy, np. powinno być „...umożliwia zagospodarowanie cennych produktów ubocznych celem ich ponownego wykorzystania...”. Dodatkowo, toryfikacja i uwęglanie, pomimo tej samej natury nie są procesami tożsamymi. Wg definicji European Biochar Certificate (EBC), biowęgiel (biochar) powstaje w procesie pirolizy, w zakresie temperatury 350–1000°C, czyli znacznie powyżej temperatury toryfikacji (https://www.carbon-standards.com/docs/e71c07d0d6cfe1767107d54e743c90e2_version_en_10_1.pdf). O różnicy pomiędzy toryfikacją i karbonizacją wskazuje sam Autor w publikacji „An Extensive Review and Comparison of Modern Biomass. Torrefaction Reactors vs. Biomass Pyrolysis—Part 1” na rys. 1 w tejże publikacji.

Dalej, dr inż. Szufa definiuje trzy szczegółowe cele badawcze”

I Zidentyfikowanie nowych potencjalnych obszarów zastosowania biomasy rolniczej, odpadów stałych z biogazowni (poferment), osadów ściekowych oraz biomasy pochodzenia leśnego w odniesieniu do ich właściwości fizyko-chemicznych.

II Określenie warunków procesu toryfikacji dla biomasy rolniczej i drzewnej (kinetyka procesu toryfikacji – ubytek masy w czasie, temperatura, czas przebywania) w celu przygotowania optymalnych warunków do procesu toryfikacji w skali pilotażowej i produkcji toryfikatów dla 3 przeznaczeń: paliwa stałe, biowęgiel jako nośnik pierwiastka węgla oraz biosorbenty.

III Charakterystyka właściwości fizyko-chemicznych toryfikatów z biomasy rolniczej i biomasy drzewnej w celu identyfikacji ich najlepszego przeznaczenia w przemyśle.

Opis do pierwszego celu szczegółowego zawiera pewne rozważania dotyczące zastosowania biomasy toryfikowanej. Mało jest dyskusji związanej z przedstawionym do oceny dorobkiem publikacyjnym, a więcej rozważań związanych z prowadzonymi projektami przez Autora lub w innych ośrodkach naukowych. Ta część jest jednym ze słabszych elementów Autoreferatu. W opisie znajdują się liczne błędy językowe. Autor też, w moim przekonaniu, nie dokonuje jasnego rozróżnienia pomiędzy toryfikatem (ang. torrefied biomass) i biowęgłem (ang. biochar), wymieniając je jakby były one tymi samymi i tożsamymi materiałami. Dodatkowo, opis sprawia wrażenie chaotycznego, z luźno powiązаныmi między sobą akapitami.

Dalej Autor podejmuje się zadania opisu osiągnięć w projekcie BIOCARBON, podkreślając zagadnienia związane z opracowaniem technologii toryfikacji biomasy przy wykorzystaniu energii pary przegrzanej. Nie umniejszając uzyskanych wyników, ta część pracy posiada również liczne błędy od strony językowej.

Zastanawia wskazany jako osiągnięcie „opracowany (...) układ sterowania procesem spalania w kotle parowym z możliwością kontrolowania współczynnikiem nadmiaru powietrza lambda w czasie rzeczywistym”. Przydałoby się dokładniejsze opisanie tego rozwiązania,

bowiem kontrola procesu spalania wraz z kontrolą nadmiaru powietrza nie wydaje się czymś nowatorskim, chyba, że zawierało nowy sposób kontroli nadmiaru powietrza (czyli de facto pomiaru zawartości tlenu w spalinach lub poszczególnej strefie płomienia) lub nowy sposób algorytmu sterowania. Wyjaśnienia wymagałyby też pojęcie „Uwolnienie wodoru” w Tabeli 1.

Na str. 15-16 wkrada się chaos opisowy. Autor w ostatnim akapicie opisuje korzystne parametry toryfikatu w zastosowaniu do rolnictwa jako składnik nawozu, wstawia „dwukropek”, po czym opisuje w punktach: w pierwszym kwestię dodatku biowęgla (notabene znów pojawia się problem rozróżnienia z toryfikatem), a w następnych opisywane są korzyści wynikające z zastosowania toryfikatu jako paliwa oraz toryfikatu jako sorbentów. Zauważonym niedociągnięciem jest brak odniesień do tabeli 1 w tekście.

W dalszej części dokumentu dr inż. Szufa opisuje rezultaty I celu szczegółowego oraz formułuje wnioski. Jako główne kierunku zastosowania biomasy toryfikowanej Habilitant wymienia (1) biowęgiel jako dodatek do nawozów, (2) toryfikat jako paliwo/blend paliwowy oraz (3) węgiel aktywny biosorbenty, choć wcześniej zaznaczył, iż „w zawartych w autoreferacie badaniach nad procesem toryfikacji skupiono się w głównej mierze na dwóch z trzech najbardziej popularnych produktów rynkowych jakie można uzyskać: toryfikacie jako paliwie i toryfikacie jako nośniku pierwiastka węgla dodatku do nawozów dla rolnictwa”. Motywacją jest, jak wyjaśnia dr inż. Szymon Szufa, brak komplementarnej gospodarki wykorzystywania tzw. poprocesowej biomasy rolnej takiej jak słoma oraz biomasa drzewna z przycinki lasów i biosusz z oczyszczalni ścieków. Habilitant, oprócz podstawowej motywacji przedstawia szerszy kontekst podjęcia tematu badawczego, wynikającego ze wzrostu cen paliw z powodu wojny na Ukrainie. Jeden rezultat jest wg mojej opinii bardzo ważny z aplikacyjnego punktu widzenia, mianowicie dotyczący toryfikacji zużytych podkładów kolejowych, które zawierają bardzo szkodliwy olej kreozotowy (publikacja [1]).

W opisie rezultatu szczegółowego II dr inż. Szufa podkreśla osiągnięcia z zakresu kinetyki pirolizy wybranych biomas (sosna, Miskantus, słoma z owsa, słoma z kukurydzy, osad ściekowy) w połączeniu z projektowaniem reaktorów suszenia i toryfikacji tych biomas jak również ich potencjalnej aplikacji jako paliwa do współspalania z węglem kamiennym. W tym miejscu schemat instalacji wraz z jej poszczególnymi elementami na rysunku 1 powinien być bardziej szczegółowo opisany. Po trudnym w odbiorze fragmencie opisowym, następuje część podsumowująca, tj. „Uzyskane rezultaty” oraz „Wnioski”, która nieco porządkuje zebrany materiał. Wskazanie osiągnięcia w postaci układu do toryfikacji w obecności pary przegrzanej o wydajności 50 kg/h stanowi w mojej ocenie bardzo istotne znaczenie w rozwoju dziedziny. Z drugiej strony, optymizm Autora w zakresie łatwej zamiany węgla przez toryfikowaną słomę kukurydzianą jest moim zdaniem przedwczesny. Wyciąganie zbyt daleko idących wniosków aplikacyjnych po fazie badań w skali TGA nie jest uprawnione. Przekonanie o takiej ostrożności opieram na doświadczeniu i zgromadzonej w literaturze wiedzy. Największe wyzwania stanowiąc będą zagadnienia związane nie tylko z samą aplikacją (wspomniane żużłowanie, szlakowanie, a wcześniej mielenie, jeśli rozważane są paleniska pyłowe), ale i z ekonomią oraz logistyką (tj. przejściem od zbioru słomy, poprzez jej przygotowanie, termiczną konwersję, zarządzanie wszystkimi produktami toryfikacji, tj. torgaz i skroplony kondensat, transport do miejsca przeznaczenia i przechowywanie).

W dalszej części Autoreferatu, dr inż. Szymon Szufa przedstawia III cel szczegółowy, jakim jest „Charakterystyka właściwości fizyko-chemicznych toryfikatów z biomasy rolniczej i biomasy drzewnej w celu identyfikacji ich najlepszego przeznaczenia w przemyśle”. Na początku tego rozdziału Habilitant rozważa kwestię produktów ubocznych. Autor napisał „Powyższe rozwiązania nie są stosowane na rynku światowym. Nowy proces będzie innowacyjny, ponieważ zapewni dobrą kontrolę nad reakcją temperatury, a także homogeniczne produkty o różnych właściwościach użytkowych. Innowacyjność proponowanego podejścia, które nie ma odpowiednika w aktualnej metodzie toryfikacji biomasy”. Pomijając pewne błędy językowe (powinno być chyba „Nowy proces będzie innowacyjny, ponieważ zapewni dobrą kontrolę temperatury w przestrzeni reakcyjnej reaktora toryfikacji, a także homogeniczność produktów o różnych właściwościach użytkowych”) osobiście wątpię w tak optymistyczną wizję rozwoju i aplikacji wyników badań. Sama identyfikacja cennych produktów jest początkiem długiej drogi, a ich skuteczna separacja może nastroczać problemów. Ta uwaga odnosi się do przekonania Autora, iż w prosty sposób uzyska on homogeniczne produkty. Separacja układów wieloskładnikowych jest procesem czaso- i kosztochłonnym, a i tak zasadność jej stosowania może być „położona” ze względu na uzyskanie niedostatecznej czystości produktów. Dodatkowo, toryfikacja w obecności pary jest oczywiście procesem stosunkowo mniej zbadanym, co nie znaczy iż nie prowadzono badań nad tym procesem w innych ośrodkach naukowych (np. Niu, Qi, et al. "Fast torrefaction of large biomass particles by superheated steam: Enhanced solid products for multipurpose production." Renewable Energy 185 (2022): 552-563., González Martínez, María, et al. "Torrefaction of woody and agricultural biomass: Influence of the presence of water vapor in the gaseous atmosphere." Processes 9.1 (2020): 30.). Nie wątpię o innowacyjności konkretnego rozwiązania. Chodzi o to by mieć świadomość, co na podejmowany temat badawczy „mówią inni”.

Dalej Autor napisał „Na rynku nie ma generatorów pary małej wydajności (poniżej 1 MW). Para przegrzana jest wytwarzana w dużej energetyce zawodowej.” Wątpię w to stwierdzenie, bowiem nawet pobieżne poszukiwanie, dało wyniki w postaci:

<https://www.directindustry.com/industrial-manufacturer/superheated-steam-steam-generator-205524.html> cztery proponowane rozwiązania

<https://dhf.co.jp/eng/products/machine/induction/steam/> rozwiązania w szerokim zakresie 5–25 kg/h, zasilanie elektryczne

<https://www.claytonindustries.com/products-steam-generators-and-fluid-heaters/superheated-steam-generators-200-to-1000-bhp/> rozwiązanie jedno-palnikowe

<https://claytonsteam.com/en-EN/products/steam-generators> rozwiązania zarówno palnikowe jak i elektryczne

https://www.yd-boiler.com/products/oil-gas-boiler/gas-steam-generator.html?campaignid=21066392300&device=c&keyword=gas%20steam%20generator&ga_d_source=1&gclid=CjwKCAjwrvyxBhAbEiwAEg_KghM7udjtcMj9DvQUbch4GdHx7Rp9_GI-qmJ4Fbrz1HkYnAFUSCrHSR0CPW4QAuD_BwE



Na dalszym etapie tej części Autoreferatu Autor skupia się na omówieniu mechanizmu toryfikacji, wytrzymałości peletów, kwestii współspalania i spalania toryfikatów w kotłach energetyki zawodowej. Do głównych parametrów klasyfikujących toryfikat do konkretnego przeznaczenia Habilitant zaliczył m.in. stosunek pierwiastków H/C i O/C, wartość opałową, zawartość popiołu oraz ubytek masy towarzyszący procesowi toryfikacji. Oprócz tych parametrów, Habilitant podkreśla rolę temperatury suszenia, zawartości wilgoci i ciśnienia zagęszczania na gęstość właściwą (DE) i trwałość mechaniczną peletów miskanta (DU). Wartym jest tutaj przytoczenie osiągnięcia, który podaje Habilitant „Pelet utworzony z toryfikatu odznacza się wysoką gęstością energetyczną, jest odporny na chłonięcie wilgoci oraz nie wymagają specjalnej infrastruktury do składowania i magazynowania tak jak w przypadku zwykłego peletu”. W przypadku biomasy pochodzenia rolnego to bardzo istotny wątek, który przesądza o powodzeniu stosowania biomasy w przemyśle.

Oprócz miejsc w Autoreferacie o jasnym w odbiorze przekazie, w dokumencie zdarza się dość często jakieś pomieszanie. Przykładowo Autor stwierdził „Toryfikat, który został poddany procesowi toryfikacji, oraz który posiada silną naturę hydrofobową wynikającą z degradacji grup OH w porównaniu do peletu toryfikatu nie jest tak trwały i łatwy do magazynowania i transportu, co w konsekwencji ogranicza jego zastosowanie w pyłowych kotłach węglowych bądź w kotle ze złożem fluidalnym”. Myślę, że doszło do pomieszania pojęć. Przecież to nie toryfikat został poddany procesowi toryfikacji. Nie jest też łatwo rozstrzygnąć, czy opis dotyczy toryfikatu w formie luźnej czy spietowanej. Ta część dokumentu jest szczególnie trudna w odbiorze.

W kwestii niekorzystnych zjawisk, towarzyszących transformacji części mineralnej, Habilitant napisał „Jednak nawet tak wysoce zaawansowane technologie przygotowania biomasy do współspalania z węglem nie likwidują kłopotów związanych tworzeniem się osadów na ściankach wymienników i ekranów kotła oraz korozją.” Wobec tego ma świadomość niekorzystnych zjawisk towarzyszących transformacji popiołu. Na potwierdzenie tego, w dalszej części pracy Autor napisał (str. 42) „Niestety stosowanie biomasy nieprzetworzonej (o dużej zawartości wilgoci i substancji organicznych oraz mineralnych chloru, sodu, potasu) powoduje szereg problemów technicznych i eksploatacyjnych w kotłach opalanych węglem”. O „szlakowaniu” Autor wspomniał również na str. 43. Nawet z artykułu przedstawionego do oceny cyklu publikacji, tj. [7] można wydobyć rezultaty badań eksperymentalnych, z których wynika dobroczynny wpływ toryfikacji na obniżenie zawartości chloru w biomacie (patrz Tabela 3 w tymże artykule). Podobnie ma się sytuacja w przypadku artykułu [8] (patrz Tabela 3 w tymże artykule). Szkoda, że Autor nie przeprowadził głębszej analizy pod tym kątem, bo to bardzo istotny wątek.

Na samym końcu dokumentu, w części „Wnioski końcowe”, Autor wspomniał, iż „Dzięki zastosowaniu pary przegrzanej zamiast azotu lub dwutlenku węgla można odzyskiwać produkty uboczne z procesu toryfikacji, tj. drogi kwas propionowy, kwas mrówkowy czy też kwas octowy, natomiast poprzez dodanie katalizatorów, w tym katalizatorów zeolitowych można podwyższyć ilość otrzymywanego cennego kwasu lewulinowego wykorzystywanych w przemyśle chemicznych, farmaceutycznym i kosmetycznym”, choć nie omawia w ogóle tego zagadnienia wcześniej. Dodatkowo, razi mnie osobiście stwierdzenie, o możliwości uzyskania tych produktów. Oczywiście, że „można” jednakże Autor nie podaje „ile”, „w jaki sposób”, „jakim

nakładem (np. energii)”. O tych możliwych produktach Autor wspomina w swoich publikacjach, tj. [2] i [9].

Dalej Autor przedstawia “Omówienie możliwości wykorzystania otrzymanych rezultatów” oraz podaje „Wkład w rozwój dyscypliny”. Autor stwierdza, iż „Osiągnięte rezultaty oraz zdefiniowane wnioski stanowią istotny wkład w rozwój dyscypliny i stanowią komplementarne oraz uytylitarne rozwiązania w zakresie zagospodarowania biomasy na cele energetyczne i dla rolnictwa na przykładzie słomy z kukurydzy, słomy z owsa, Miskantusa, zrębki drzewnej – sosny i osadów z oczyszczalni ścieków”. Czuję mocny dysonans tego stwierdzenia poprzedzonego tak trudnym w odbiorze materiałem. Trzeba jednakże przyznać, iż wykorzystanie potencjału badanej przez Habilitanta biomasy jest bardzo ważnym zagadnieniem dla gospodarki ze względu na powiązanie z problematyką pozyskiwania nowych źródeł energii i surowców do syntez.

W dalszej części Autoreferatu, Habilitant opisuje swój dorobek stażowy, projektowy i patentowy. Dorobek ten jest bardzo bogaty, bo oprócz wymienionych projektów i staży, obejmuje również 6 zgłoszeń patentowych. Na uwagę zasługuje uczestnictwo w licznych projektach badawczych, wykazana współpraca z krajowymi i zagranicznymi jednostkami badawczymi (m.in. takich krajów jak Wielka Brytania, Austria, Słowenia, Grecja, Niemcy, Irlandia, Ukraina). Na tym polu dr inż. Szufa jest bardzo aktywny. Wykazuje również aktywność w zakresie działalności dydaktycznej i organizatorskiej, jak przykładowo bycie promotorem pomocniczym dwóch prac doktorskich, przyjęcie roli Opiekuna Dydaktycznych Praktyk Studenckich oraz prowadzącego zajęcia dydaktyczne. Na szczególną uwagę zasługuje zasiadanie w licznych gremiach eksperckich jako recenzent, członek grup roboczych i Akredytowany Doradca. Dr inż. Szufa może poszczycić się licznymi nagrodami, w tym nagrodą Stypendium Ministra Edukacji Narodowej Dla Wybitnych Młodych Naukowców. Habilitant wykazuje działania w zakresie popularyzacji nauki oraz potwierdza swoje doświadczenie w biznesie. Ostatni akord Autoreferatu to wykaz szkoleń odbytych przez Habilitanta.

Ujmując całościowo przedstawiony materiał, uważam, iż przedstawione osiągnięcie naukowe stanowi znaczący wkład w rozwój dziedziny. Chciałbym tutaj podkreślić dwa aspekty, mianowicie rozwój technologii reaktorów chemicznych (tj. reaktor dużej skali do toryfikacji biomasy rolnej i odpadowej w obecności pary przegrzanej) oraz podjęcie tematu waloryzacji tzw. „biomasy trudnej” (rolnej „poprocesowej” i odpadowej). Rozwój konstrukcji reaktorów chemicznych stanowi trzon zagadnień w dziedzinie inżynieria chemiczna, zaś skupienie uwagi na biomacie „trudnej” obejmowało badania na niższym i wyższym stopniu gotowości technologicznej (TRL). Uzyskanie parametrów biomasy toryfikowanej, ułatwiającej transport i składowanie (hydrofobowość oraz podwyższona gęstość energii) jest kluczowe do jej dalszego stosowania w przemyśle.

Uwagi krytyczne

Przedstawiony do oceny przez dr. inż. Szymona Szufę Autoreferat, który w mojej ocenie jest dokumentem pełniącym niejako rolę kompasu lub nawigacji po dorobku naukowym, jest materiałem trudnym w odbiorze i chaotycznym. Brak jest czasami odnośników do rysunków i tabel w tekście. Zdarzają się bardzo liczne błędy stylistyczne i gramatyczne, niespójności oraz niezrozumiałe stwierdzenia. Dokument „Autoreferat” jest najeżony takimi błędami. Błąd jest nawet w samym tytule tego dokumentu. Chaos wkraść się również w nazewnictwo plików. Plik (A5) to nie piąty artykuł przedstawiony do oceny, a oświadczenia Autorów. Pliki nazwane są od (A2) do (A11), a powinny być od (A1) do (A10). Przy tak przyjętej numeracji nie jest jasne, który z plików dotyczy którego z artykułów np. (A7) nie jest artykułem pt. „Acquisition of Torrefied Biomass from Jerusalem Artichoke Grown in a Closed Circular System Using Biogas Plant Waste”. Ta ostatnia wymieniona ma nazwę pliku (A8). Pomieszanie związane z rysunkami zdarzyło się również w publikacji [7]. W pracy tej jest opis “During biomass decomposition, three zones were distinguished on the weight loss curves of wood during torrefaction using installation with batch reactor Figure 12.”. Tymczasem rysunek 12 przedstawia zdjęcie uprawy biomasy branej do analizy.

Czasami miałem wrażenie, jakby w niektórych miejscach dokumentu Autor przy użyciu tłumacza tworzył Autoreferat na podstawie prostego tłumaczenia i sklejania przetłumaczonych fragmentów w jeden dokument. Trochę nie mieści mi się w głowie, czyżby Habilitant podjął tak nierozsądne ryzyko przyjmując strategię „sklejania” Autoreferatu? Jak można było zepsuć tak dobry dorobek takim słabym opisem całości w Autoreferacie? Wszakże to kluczowy dokument w ocenie habilitacyjnej. Stosując metaforę z piłki nożnej, wygląda to trochę tak, jakby Habilitant po świetnym dryblingu, rajdzie od własnego pola karnego, przez pole środkowe, mijając kolejno pomocników, obrońców i bramkarza, stanął na przedpolu bramkowym i czekał, zastanawiając się czy nie spudłować na pustą bramkę z piątego metra. Jeśli Habilitant ma problemy z wyrażaniem myśli na papierze, powinien tą umiejętność ćwiczyć i korzystać z dostępnych pomocy edycyjnych! Pozwolę sobie też na drobną dygresję filozoficzną. Być może w naszym krajowym podejściu do nauki pokutuje pogląd, iż jeśli coś ma być „naukowe i wysokich lotów” to musi być niezrozumiałe. Może Autor wpadł w tą pułapkę i bojąc się skomponowania zbyt prostego przekazu uciekł się do takiego zabiegu „metodologicznego”.

Poniżej przedstawiam zauważone błędy natury językowej (stylistycznej, gramatycznej) oraz zastrzeżenia natury formalnej i merytorycznej.

W tabeli na str. 4 dr inż. Szufa wskazuje, iż 11 artykułów stanowi cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, stanowiących znaczący wkład w rozwój dyscypliny i będących podstawą do uzyskania stopnia doktora habilitowanego, zaś na str. 5 wskazuje, że jest tych artykułów 10.

Na str. 8 L 8 powinno być „...udało się pozyskać środki na prace badawczo-rozwojowe...”



Na str. 8 jest pewna niekonsekwencja stylistyczna. Fragment „Zaprezentowane wyniki badań doświadczalnych procesu toryfikacji biomas z wykorzystaniem gazów obojętnych (azot, argon i dwutlenek węgla) jak i pary przegrzanej, które pozwoliły na zaprojektowanie i wytworzenie instalacji procesu toryfikacji biomas z wykorzystaniem pary przegrzanej pracującej w trybie ciągłym w skali pilotażowej.” Stanowi jakby niedokończoną myśl. Można by ją zmodyfikować przez rozpoczęcie stwierdzeniem „Zaprezentowano...”.

W przedstawionej do oceny literaturze brak pogłębionej analizy dotyczącej kwestii transformacji części mineralnej i jej wpływ na stabilność procesu spalania. Mianowicie, brak jest szczegółowej dyskusji wpływu parametrów biomasy, a zwłaszcza zawartości popiołu, związków sodu i potasu oraz zawartości chloru, na niekorzystne zjawiska towarzyszące procesowi spalania. Do zjawisk tych należą szlakowanie, żużlowanie, aglomeracja oraz korozja (ang. slagging, fouling, agglomeration, corrosion). Zjawiska te oddziałują znacznie silniej w przypadku biomasy pochodzenia rolniczego, stanowiąc poważne ograniczenie jej stosowania jako paliwa w energetyce. W istocie, co potwierdził sam Autor jak i inni badacze, toryfikacja powoduje zmniejszenie zawartości chloru w biomacie w wyniku jej uwalniania w procesie termicznym. O występowaniu problemów dotyczących transformacji popiołu Autor wspomina na str. 9 Autoreferatu „Obecnie głównym źródłem wytwórczym energii elektrycznej i ciepła w kraju są w dalszym ciągu elektrownie konwencjonalne opalane węglem kamiennym i brunatnym, w których doświadczenia z wykorzystaniem biomasy nieprzetworzonej podczas współspalania pozwoliły na zidentyfikowanie szeregu problemów związanych w głównej mierze z różną temperaturą topnienia popiołów biomasy i węgla kamiennego.” Trzeba tutaj zaznaczyć, iż wymieniona „różna temperatura topnienia popiołów biomasy” jest dużym uproszczeniem problematyki, bowiem o występowaniu problemów związanych z transformacją popiołu decyduje etap uwalniania niskotopliwych związków metali alkalicznych (głównie Na i K) i chloru na etapie odgazowania, następnie ich kondensacja oraz zestalenie w formie dyspersyjnej fazy. To jeden z możliwych scenariuszy, w których temperatura topnienia popiołu odgrywa „jedną z ról”, czasami mniej istotną.

Na str. 9 „Rdzeniem zaprezentowanych w autoreferacie publikacji jest przedstawiona analiza kinetyki procesu toryfikacji jak i analiza ubytków mas wykonanych w skali laboratoryjnej z wykorzystaniem pieca elektrycznego oraz analiza takich właściwości fizyko-chemiczny toryfikatów jak: skład elementarny, ciepło spalania i wartość opałowa, analiza powierzchni i składu mineralnego toryfikatów SEM-EDX.” „Jeden z najbardziej obiecującym substytutem paliw kopalnych jest biomasa. Biomasa jako energii odnawialna źródła ma ogromne perspektywy jako zamiennik węgla kopalnego szacunkowy potencjał energetyczny, tylko w Polsce jest to 835 PJ rocznie”. Zdanie to jest prawdopodobnie bezpośrednią translacją z artykułu [2], w którym (w części Introduction) znajduje się opis: „One of the most promising substitutes for fossil fuels is biomass. As a renewable Energy source, it has tremendous prospects as a fossil coal replacement, with an estimated energy potential of approx. 835 PJ per year in Poland only”.

Str. 9 Przedstawienie danych ilościowych wymagałoby podania źródła np. „Biorąc pod uwagę słomę (łodygi, liście), łuski i inne rodzaje odpadów jak łupiny, czyste kolby z kukurydzy a także biomasę z roślin energetycznych, stanowią one 50 miliardów ton światowej rocznej produkcji. Masę słomy rolniczej zebranej w Polsce szacuje się na 25-33 mln Mg rocznie.”

Str. 9-10 „W badaniach przeprowadzono proces toryfikacji najbardziej dostępnego i dość taniego wsadu, jakim są odpady z owsa i z kukurydzy, zrębka sosny, Miskantus i odpady z oczyszczalni ścieków czy takie biomasy jak Ślazo wiec Pensylwański, wierzba energetyczna i słonecznika bulwiasty z wykorzystaniem analizatora termogravimetrycznego i pieca laboratoryjnym w atmosferze obecności gazów inertnych: azotu, argonu i CO₂”. Pomijając pewne niedociągnięcia natury językowej, trzeba wyjaśnić, iż CO₂ nie jest gazem inertnym. Podobne stwierdzenie znalazło się na str. 12 Autoreferatu, gdzie do gazów inertnych Autor zaliczył również parę przegrzaną.

„Zastosowanie biowęgla w 2014 roku przyczyniło się do wzrostu kolonizacji korzeni przez grzyby mikoryzowe, wzrostu warzyw i plonowania jabłoni, brzoskwiń i nektarynek w 2015 roku.” Zdanie to jest jakby cytatem z innej pracy bez podania źródła.

Str. 10 Autoreferatu „Rynek światowy składa się z producentów biowęgla podlegających i nieograniczonych.” Nasuwa się pytanie „podlegających czemu lub komu?”, analogicznie „nieograniczonych przez...?”

Str. 10 Autor odnosi się do pirolizy szybkiej, a przecież nie jest to przedmiotem jego badań. Co więcej, istnieje istotna różnica pomiędzy procesem toryfikacji i produkcji biowęgla (głównie temperatura oraz czas przebywania), a temu drugiemu dr inż. Szufa poświęca sporo uwagi.

Str. 13 Autor stwierdził „Badania nad toryfikacją biomasy prowadzone są w kilkunastu instytucjach na świecie.” Nie podając, o jakie instytucje chodzi.

Str. 13 Air Separation Unit (ASU) to po prostu instalacja separacji powietrza, wykorzystywana bądź to na potrzeby pozyskiwania tlenu w innych procesach (np. w przemyśle metalurgicznym w procesie konwertorowej produkcji stali) bądź do pozyskiwania azotu.

Autor podaje liczne informacje (np. dotyczących występowania instalacji, produkcji itp.) bez podania źródeł tej informacji.

Str. 14 „Zgodnie z normami europejskimi”, czyli jakimi? Autor nie podał nr i tytułu norm.

Str. 14 „Przeprowadzanie procesu toryfikacji biomasy z wykorzystaniem torgazu (części lotnych, które odparowują w trakcie procesu toryfikacji) w jest dobrze znane na rynku: wytwarzany gaz - torgaz w trakcie procesu toryfikacji są transportowane do komory reaktora, gdzie przepływają w wymienniku przeciwpądowym do biomasy podawanej do reaktor od góry”. Oprócz błędów językowych w cytowanej części Autoreferatu, myślę, że dyskusyjne jest

stwierdzenie, iż części lotne odparowują. Są one uwalniane, a odparowanie towarzyszy procesowi suszenia (odparowania wody), który poprzedza proces uwalniania części lotnych.

Str. 14 „Po odpyleniu mieszanki gazów spalinowych i lotnych produkty do toryfikacji kierowane są do komory spalania.” Powinno być bez „do”

Str. 14 „Uzyskanie odpowiedniej ilości torgazu wymaga dekompozycji dużej ilości biomasy, a co za tym idzie ostatecznej wydajności procesu jest niska i sam proces przestaje być opłacalny z ekonomicznego punktu widzenia”

Str. 14 „W ramach projektu BIOCARBON (Lider IX) udało się zaprojektować, wybudować i przebadać linię do toryfikacji biomasy w parze, które cechuje się nowymi rozwiązaniem stosunku do obecnie stosowanych rozwiązań na świecie”

Str. 14 „W trakcie projektu BICOARBON...”

Str. 14 „Opracowano technologię wytwarzania pary przegrzanej, a także układ do dokładnej kontrola ciśnienia”

Str. 15, Tabela 1 „co pozwala na jej dłuższe przechowywani na otawrtej przestrzeni (obniżenie kosztów składowania)”

Str. 15, Tabela 1 „Ściany komórkowe ulegają zniszczeniu, a pory stają się całkowitym wynikiem redukcji substancji lotnych” to zdanie jest chyba „tłumaczeniem wprost” z innego języka. Prawdopodobnie chodzi o to, iż pory w matrycy uwęglonej biomasy powstają na skutek uwalniania części lotnych, które przechodząc do fazy gazowej „pozostawiają po sobie pustki” formujące się w postaci porów.

Str. 15 „Z powyższego mechanizmu możemy wywnioskować, że podczas procesu toryfikacji miskaanta ma miejsce odwodnienie, a także dekarbonizacja. To wyraźnie pokazuje, że zmniejszenie zawartości H i O w toryfikowanej biomase będzie wynikać z emisji CO₂, CO lub H₂O.” Nie rozumiem tego zdania, o jaką dekarbonizację chodzi”, nie jest dla mnie wyraźne to, iż „zmniejszenie zawartości H i O w toryfikowanej biomase będzie wynikać z emisji CO₂, CO lub H₂O.”. Chciałbym wiedzieć jak „jedne wynika z drugiego”.

Str. 16 „Fitotoksyczność biowęgla – maksymalną dawkę biowęgla do nawozu dla danej rośliny, przy poziomie której dana roślina wzrasta lepiej”

Str 16-17 „biomasa drzewna z przycinki lasów i biosusz z oczyszczalni ścieków, która nie jest wykorzystywana przez konkurencyjnej ośrodki naukowe i firmy z branży konwersji paliw”

Str. 17 „Słoma kukurydziana nie jest zwykle odzyskiwana podczas zbioru zbóż, ale jest zaorana. Jeśli jest proponowany do sprzedaży, jest obecnie najtańszy dostępna biomasa (150 PLN za tonę).”

Str. 17 „Potrzeba praktycznego stosowania proesu toryfikacji przez taką grupę jak rolnicy uległ również znacznemu wzmocnieniu...”

Str. 19 „...we wstępnie zmieszanej mieszanki paliwowej”.

Str. 26 „Na rysunku przedstawiono...” nie podano na jakim.

Str. 26 „Wyznaczono krzywe suszenia wykonano dla 3 prób biomasy...”

Str. 27-28, Rys. 7 i rys. 9. Należałoby podjąć próbę analizy i identyfikacji związków lub grup węglowodorowych w kontekście uzyskanych wyników- przynajmniej dla najbardziej charakterystycznych i najintensywniejszych pików spektrometrii masowej.

Str. 29 „Podczas gdy dla biomasy drzewnej (sosna, miskant) i biomas pochodzenia rolniczego (słoma z owsa i słoma z kukurydzy) dość łatwo przekracza utratę masy o ponad 65%, to ubytek masy dla osadu ściekowego – Rysunek 12 i 13 produkty stałe wynosiły tylko nieznacznie mniej niż 60%.” Przedstawione rysunki nie dotyczą konwersji osadu ściekowego, a współspalania toryfikowanej słomy kukurydzianej oraz mieszaniny węgla kamiennego i toryfikowanej słomy z kukurydzy przy wykorzystaniu analizy TGA. Być może chodzi o rys. 8, choć i to nie jest do końca jasne, bo Autor nie podał w opisie o toryfikację jakiej substancji chodzi. Można tylko przypuszczać, iż „residue” odnosi się do osadów ściekowych, które w literaturze nazywane są „sewage sludge”. Dodatkowo, Autor dalej napisał „Analizy te wykazały mniejszą zawartość substancji organicznych w toryfikowanym osadzie ściekowym w stosunku do pozostałości w analizowanych pozostałych 4 biomasach.” Czy przypadkiem niski ubytek masy nie związany jest z wyższą zawartością popiołu w osadach, wysoką zawartością alkaliów (Na i K) oraz chloru, co w konsekwencji może prowadzić do aglomerowania i „zaklejania” matrycy uwęglonej materiału oraz dalszego ograniczenia jej konwersji?

Str. 32 „Różnicowe krzywe termogravimetryczne *DTG* pokazane Rysunki 9-11 potwierdzają zmiany właściwości fizyko-chemicznych, którym uległa słoma z kukurydzy podczas toryfikacji w reaktorze przeciwprądowym z wykorzystaniem pary”. Podobny błąd. Myślałem, początkowo, że prawdopodobnie chodzi o rysunki 10-13, ale one dotyczą spalania, a nie toryfikacji. Jednakże kilka zdań dalej widać, że Autor omawia jednak proces spalania. Dodatkowo, Autor wnioskuje o podobieństwie pomiędzy wynikami uzyskiwanymi na podstawie TGA oraz reaktora w obecności pary wodnej. Po przeanalizowaniu opisu części eksperymentalnej artykułów można zauważyć, iż Autor przeprowadza eksperymenty TGA po wysuszeniu biomasy oraz w obecności gazów suchych (tj. N_2 lub Ar). Obecność pary wodnej może mieć kluczowe znaczenie dla przebiegu procesu toryfikacji, więc nie powinno się wyciągać zbyt daleko idących wniosków o przebiegu procesu w reaktorze na podstawie wyników TGA.

Str. 29 „Porównując krzywe na Rysunku 9 można zauważyć trzy kluczowe obserwacje: a) teoretyczna i obliczona krzywa *DTG* różni się jedynie w...”Znowu, chodzi tu o inny rysunek.

Str. 33 „Ubytek masowy podczas toryfikacji słomy owsa i słomy z kukurydzy po procesie toryfikacji w temperaturze do 300°C wykazał zmniejszenie masy podobne jak słomy niepoddanej obróbce przed procesem toryfikacji – Rysunek 17.” To zdanie jest niejasne. Czy Autor wstępnie toryfikował biomasę by później poddać ją procesowi karbonizacji w wyższej temperaturze? Jeśli tak jest, nie można rozróżnić na wykresie (Rysunek 17), które punkty tego dotyczą. Dalej Autor napisał „Wykazano, że stopień uwęglenia słomy z owsa i kukurydzy do temperatury 300°C był

nieistotny w porównaniu z wartościami powyżej 300°C.”. Tymczasem na rysunku 17 widać, iż w temperaturze wyższej „ubytek masy” postępuje, więc czemu miałby być „nieistotny”.

Str. 36. W jednym z podpunktów części „Uzyskane rezultaty” Autor napisał „Toryfikowana biomasa uzyskała parametry, które są zbliżone do parametrów węgla kamiennego i z powodzeniem może być tanim substytutem w Miejskich Przedsiębiorstwach Energetyki Ciepłej w kraju, tam gdzie dostępny jest substrat w postaci biomasy drzewnej i/lub biomasy pochodzenia rolniczego”. Posiadając doświadczenie prowadzenia badań eksperymentalnych i rzeczywistej aplikacji biomasy termicznie przetworzonej w warunkach spalania jednostek dużych (rzędu MW), muszę stwierdzić, iż sprawa nie jest taka prosta zarówno od strony techniki/technologii jak i ekonomii. Przenoszenie wniosków ze skali laboratoryjnej na dużą skalę nie jest w tym przypadku uprawnione.

Str. 36 „Na poziomie przegrzewaczy temperatura pieca wzrasta wraz ze wzrostem udziału współspalania biomasy w rejonie wylotu komory pieca.” Widzę tu zastosowanie nieprecyzyjnej terminologii. Zapewne chodzi o komorę spalania w kotle. Piece przemysłowe to urządzenia, w których spala się paliwa, ale realizuje inne cele technologiczne (np. nagrzewanie wsadu stalowego do obróbki cieplnej).

Str. 37 „Zmienność wartości energii aktywacji w zależności od stopnia konwersji prawdopodobnie wskazuje, że proces toryfikacji drewna sosnowego nie zachodzą oddzielnie od siebie, lecz składają się z kilku nakładających się i równoległych procesów termochemicznych”.

Str. 37 „współczynnik prepotencjalny”- powinno być chyba „przedeksponencjalny” lub „przedwykładniczy”.

Str. 38 „Zastosowanie pary przegrzanej jest ważne w kontekście optymalnej kontroli temperatury procesu jako jak również odzyskiwanie szeregu produktów ubocznych i bezpieczeństwo procesu”.

Str. 38 „...co zwiększa wartość ekonomiczną procesu i wpływa na jego jakość wydajność środowiskowa.”

Str. 37 „Nowy proces będzie innowacyjny, ponieważ zapewni dobrą kontrolę nad reakcją temperatury” Czym jest owa „reakcja temperatury”?

Autor stosuje różne definicje toryfikacji- np. na stronie 12 „Proces toryfikacji to proces termiczno-chemicznego przekształcania danego materiału w zakresie temperatur od 200 do 300-350 °C w atmosferze pozbawionej tlenu (najczęściej proces ten jest realizowany w atmosferze gazu inertnego: azot, dwutlenek węgla, argon lub para przegrzana).” A na str. 38 można znaleźć opis „Toryfikacja jako proces obróbki w wyniku dostarczanego ciepła przeprowadzany jest w wąskim zakresie temperatur (200-300 °C)”.

Str. 38 „Etap pierwszy to reakcja w wyniku, którego powstaje ubytek masy na poziomie 25÷30 % pierwotnej masy toryfikowanej biomasy, który rośnie gdy rośnie temperatura do momentu uzyskania maksimum, przy którym ubytek masy w czasie jest największy (jest to drugi etap procesu toryfikacji).” Myślę, że to zdanie można wyrazić bardziej elegancko.

Str. 38 „Lignina jest tą frakcją biomasy, który...”

Str. 39 „Poprzez różnych stopień reakcji na ciepło”, „największy ubytek masy czasie jest zauważalny przy dekompozycji dwóch składnikach biomasy drzewnej - w ligninie i hemicelulozie a najmniejszy przy degradacji celulozy.”

Str. 39 „Niższy stosunek tlenu do węgla powoduj, iż gazyfikacja toryfikatu jest bardziej wydajna w stosunku do gazyfikacją biomasy nieprzetworzonej” Pomijając błędy językowe, o ile dobrze zrozumiałem intencję piszącego, chodzi chyba o proces odgazowania, a jeśli tak, to po toryfikacji powinien być „mniej wydajny” niż w przypadku biomasy nieprzetworzonej, bowiem toryfikacja powoduje częściowe uwolnienie części lotnych, tzn. jest ich w biomacie mniej.

Str. 39 „jest to obecnie przedmiotem badań w projekcie dofinansowanym z Horyzontu Europa CARBIOW” trudno jest dociec o jaki projekt dokładnie chodzi.

Brak odnośnika do rysunku 20 w tekście.

Str. 41 „Największymi osiągnięciami naukowymi w dziedzinie peletyzacji toryfikatu może się poszczycić holenderki Instytut Naukowy ECN...”

Brak odnośnika do rysunku 22 w tekście.

Str. 42 „Dokonując analizy zasobów energii odnawialnej w Polsce uzyskujemy jeden istotny wniosek: biomasa posiada największy potencjał energetycznych, ponieważ to w niej zakumulowana jest większość energii możliwej do pozyskania ze źródeł odnawialnych” Autor powinien podać źródło (przeprowadzone badania, własna analiza, artykuł, raport...) na potwierdzenie tego zdania.

Brak podpisu Wnioskodawcy na końcu Autoreferatu i innych dokumentach

W dokumencie „Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój określonej dyscypliny”, na str. 14 znajduje się informacja o publikacjach „pomiędzy uzyskaniem stopnia doktora, a uzyskaniem stopnia doktora habilitowanego” Życząc Autorowi awansu naukowego, taki wpis nie powinien mieć miejsca.

Poważnym mankamentem formalnym w przedstawionej dokumentacji jest brak dokładnego udziału procentowego współautorów. Co prawda Autor wskazuje w Autoreferacie udziały procentowe, ale nie jest to potwierdzone, jak wspomniałem, w oświadczeniach współautorów. Proponuję zastosowanie zasady procesowej „na korzyść zainteresowanego”, choć daję tą uwagę pod rozważenie Jednostki nadającej tytuł.

Mając na uwadze zachowanie dobrych praktyk i utrzymania odpowiedniego poziomu, **proponuję, aby przed dalszymi czynnościami postępowania habilitacyjnego w Jednostce nadającej tytuł, dr inż. Szymon Szufa uzupełnił dokumentację (oświadczenia autorów z określeniem procentowym) i przedstawił, jako materiał uzupełniający, formę poprawioną Autoreferatu.**

Ocena końcowa

Przedstawiony opis w dokumencie „Autoreferat” stawia Recenzenta w bardzo niezręcznej sytuacji. Zaprezentowany materiał badawczy i wyniki są bogate, Habilitant jest bardzo aktywnym i rozpoznawalnym badaczem, jego osiągnięcia są godne uznania (wielokrotnie nagrodzone), ale sposób ich prezentacji w Autoreferacie jest bardzo słaby. Autoreferat, jako dokument pełniący niejako rolę kompasu i nawigacji po dorobku naukowym, przepraszam, ale muszę to napisać, Habilitant po prostu zepsuł! Trudno było czasami podążać za ideą, którą chciał przedstawić Autor. Czasami miałem wrażenie, iż praca zawiera pewną ilość luźno powiązanych ze sobą wątków, momentami nie na temat, w kontekście zaproponowanego przez Autora celu. Autor jakby nie potrafił umiejętnie „sprzedać” od strony naukowej swoich osiągnięć, które w mojej ocenie są bardzo bogate. Nie jest rolą Recenzenta dociekać, co jest przyczyną takiego stanu rzeczy.

Postawiłem sobie za cel popatrzeć na przedstawiony materiał obiektywnie, rzetelnie, zgodnie z najlepszą posiadaną wiedzą i bezstronnie. Biorąc pod uwagę własne (stosunkowo niedawno) doświadczenia i wysiłki poczynione w trakcie procesu uzyskania awansu naukowego, wiem, iż staranie o ten stopień jest pełne napięć, drobiazgowego sprawdzenia dokumentacji i mimo starań może zawierać pewne błędy. Jednakże w przedstawionym „dokumencie centralnym”, jakim jest Autoreferat, tych błędów i pomieszania jest stanowczo za dużo.

Oprócz pewnego chaosu strukturalnego i językowego Autoreferatu, mam zastrzeżenia natury merytorycznej. W mojej ocenie Autor zbyt optymistycznie i bez uprawnienia wyciąga wnioski z przeprowadzanych badań. Jest np. głęboko przekonany o łatwym stosowaniu biomasy toryfikowanej jako substytutu węgla nie mając chyba świadomości, jakie ograniczenia temu towarzyszą. Przedstawione wyniki badań są bardzo obiecujące, ale wnioskowanie o łatwości stosowania rozwiązania w przemyśle na podstawie wyników spalania w skali TGA nie jest uprawnione!

Z drugiej strony, mimo tych sporych niedociągnięć od strony językowej i strukturalnej pracy, stoję na stanowisku, iż nie przekreślają one osiągnięć badawczych Autora, a w szczególności jego wysiłków związanych z rozwojem technologii toryfikacji tzw. biomasy „trudnej” (czyli pochodzenia rolniczego lub części „bio”, towarzyszącej oczyszczaniu ścieków). Bardzo ciekawa jest próba podejmowania badań interdyscyplinarnych, z zakresu inżynierii chemicznej, energetyki oraz rolnictwa.

Mimo bardzo krytycznej oceny ważnego dokumentu, jakim jest Autoreferat, dr inż. Szymon Szufa podejmuje się bardzo istotnego problemu waloryzacji biomasy pochodzenia rolniczego i odpadowego, co widać z przedstawionego do oceny cyklu 10 publikacji. Problem ten jest bardzo istotny, ponieważ z jednej strony obserwuje się „nadprodukcję biomasy odpadowej” z rolnictwa (głównie w postaci słomy oraz innych „poprocesowych” części roślin), która posiada ogromny potencjał energetyczny (jako paliwo) i materiałowy (jako substrat do syntez chemicznych w biorafinerii). Z drugiej strony, parametry „wejściowe” surowej biomasy rolnej radykalnie ograniczają jej bezpośrednie zastosowanie. Jednymi z kluczowych ograniczeń stosowania biomasy rolnej, jako paliwa są problemy towarzyszące transformacji części mineralnej (popiołu), tzw. ang. ash-related issues, objawiające się niekorzystnymi zjawiskami jak szlakowanie, żuźlowanie i aglomeracja. Innym problemem jest transport i przechowywanie tej biomasy przy jednocześnie zachowaniu stabilności jej parametrów. W wyniku oddziaływania warunków atmosferycznych może dochodzić do gnicia biomasy. Toryfikacja może stać się jednym ze sposobów rozwiązania tych problemów. Usunięcie, choćby w części, związków chloru w wyniku konwersji termicznej biomasy, zmniejsza prawdopodobieństwo występowania

niekorzystnych zjawisk towarzyszących transformacji popiołu, a zwiększenie hydrofobowości w wyniku toryfikacji zmniejsza prawdopodobieństwo gnicia i niestabilności parametrów. Zarówno jeden jak i drugi aspekt wybrzmiewa z badań przedstawionych przez Habilitanta, choć w mojej ocenie wątek pierwszy był słabo uwypuklony. Kolejnym atutem przedstawionego osiągnięcia naukowego i badań jest ich interdyscyplinarność. Habilitant rozważa stosowanie biomasy toryfikowanej nie tylko w aspekcie energetyczno-materiałowym, ale również w procesie produkcji nawozów. Aspekt ten mocno wybrzmiewa w publikacjach [6] oraz [7].

Kolejnym argumentem przemawiającym, mimo wszystko, za obroną przedstawionego dorobku dr. inż. Szymona Szufy jest trzeci z możliwych do wykazania osiągnięć, który wskazał Ustawodawca, a jakim jest „1 zrealizowane oryginalne osiągnięcie projektowe, konstrukcyjne, technologiczne lub artystyczne”. Myślę tutaj o rozwijaniu przez Habilitanta technologii toryfikacji biomasy w obecności pary przegrzanej, co zaprezentował w Autoreferacie oraz publikacji [9]. Osiągnięcia tego Habilitant nie formułuje wprost we wniosku i na początku Autoreferatu, ale pojawia się on bardzo wyraźnie zarówno w przedstawionych publikacjach jak i treści Autoreferatu. O korzyściach wynikających z tej technologii dr inż. Szufa wspomina w publikacjach przeglądowych, przedstawionych do oceny tj. [3, 4]. Dr inż. Szufa konsekwentnie rozwija technologię od stanu niskiej gotowości technologicznej (TRL) poprzez badania w skali laboratoryjnej, do stanu wyższego TRL, poprzez stworzenie i zoptymalizowanie linii technologicznej do procesu toryfikacji w skali laboratoryjno-pilotażowej o wydajności przepływowej 25–100 kg/h surowca. Tutaj chciałbym z całą mocą bronić Habilitanta, bowiem sam spotykam się z zarzutami o tzw. niską innowacyjność (ang. lack of novelty), gdy głównym wykazywanym elementem rozwoju jest przejście na wyższy poziom TRL. Chcę potwierdzić jak bywa to czasami niezwykle trudne! Ośmielę się wyrazić pogląd, iż jest to może trudniejsze do uzyskania niż setki wyników otrzymanych w warunkach laboratoryjnych, które oczywiście do rozwoju są też potrzebne. W Autoreferacie Habilitant (na str. 17) wyjaśnia, dlaczego wybrał określony typ reaktora i urządzeń współpracujących ze względu na prostotę budowy, sposób przekazywania ciepła, aspekty związane z obsługą jak również koszty wytwarzania i koszty operacyjne instalacji.

Biorąc pod uwagę całościową ocenę, nie negując wszystkich uwag krytycznych, stwierdzam, iż osiągnięcia naukowe dr. inż. Szymona Szufy spełniają wymagania określone w art. 219 ust. 1 pkt. 2 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 z późn. zm.) i wnoszę o nadanie Mu stopnia doktora habilitowanego w dziedzinie Nauk Inżynieryjno-Technicznych w dyscyplinie Inżynieria Chemiczna oraz rekomenduję dalsze procedowanie odpowiednich organów w tej sprawie.

Jednocześnie, przywołując już wyrażoną opinię w części „Uwagi krytyczne”, mając na uwadze zachowanie dobrych praktyk i utrzymania odpowiedniego poziomu, **proponuję, aby przed dalszymi czynnościami postępowania habilitacyjnego w Jednostce nadającej tytuł, dr inż. Szymon Szufa uzupełnił dokumentację (oświadczenia autorów z określeniem procentowym) i przedstawił, jako materiał uzupełniający, poprawioną formę Autoreferatu.**



Janusz Lasek

- [1] P. Kazimierski, P. Kosmela, P. Piersa, S. Szufa, Pyrolysis and Torrefaction—Thermal Treatment of Creosote-Impregnated Railroad Ties as a Method of Utilization, *Materials*, 16 (2023) 2704.
- [2] S. Szufa, P. Piersa, R. Junga, A. Błaszczuk, N. Modliński, S. Sobek, M. Marczak-Grzesik, M. Dzikuć, Numerical modeling of the co-firing process of an in situ steam-torrefied biomass with coal in a 230 MW industrial-scale boiler, *Energy*, 263 (2023) 125918.
- [3] R. Slezak, H. Unyay, S. Szufa, S. Ledakowicz, An extensive review and comparison of modern biomass reactors torrefaction vs. biomass pyrolyzers—part 2, *Energies*, 16 (2023) 2212.
- [4] P. Piersa, H. Unyay, S. Szufa, W. Lewandowska, R. Modrzewski, R. Ślęzak, S. Ledakowicz, An extensive review and comparison of modern biomass torrefaction reactors vs. biomass pyrolysis—Part 1, *Energies*, 15 (2022) 2227.
- [5] P. Piersa, S. Szufa, J. Czerwińska, H. Ünyay, Ł. Adrian, G. Wielgosinski, A. Obraniak, W. Lewandowska, M. Marczak-Grzesik, M. Dzikuć, Pine wood and sewage sludge torrefaction process for production renewable solid biofuels and biochar as carbon carrier for fertilizers, *Energies*, 14 (2021) 8176.
- [6] S. Szufa, P. Piersa, Ł. Adrian, J. Czerwińska, A. Lewandowski, W. Lewandowska, J. Sielski, M. Dzikuć, M. Wróbel, M. Jewiarz, Sustainable drying and torrefaction processes of miscanthus for use as a pelletized solid biofuel and biocarbon-carrier for fertilizers, *Molecules*, 26 (2021) 1014.
- [7] S. Szufa, P. Piersa, Ł. Adrian, J. Sielski, M. Grzesik, Z. Romanowska-Duda, K. Piotrowski, W. Lewandowska, Acquisition of torrefied biomass from Jerusalem artichoke grown in a closed circular system using biogas plant waste, *Molecules*, 25 (2020) 3862.
- [8] S. Szufa, G. Wielgosiński, P. Piersa, J. Czerwińska, M. Dzikuć, Ł. Adrian, W. Lewandowska, M. Marczak, Torrefaction of straw from oats and maize for use as a fuel and additive to organic fertilizers—TGA analysis, kinetics as products for agricultural purposes, *Energies*, 13 (2020) 2064.
- [9] S. Szufa, Zastosowanie przegrzanej pary w procesie toryfikacji biomasy, *Przem. Chem*, 1 (2020) 123-127.
- [10] S. Szufa, Ł. Adrian, P. Piersa, Z. Romanowska-Duda, M. Grzesik, A. Cebula, S. Kowalczyk, Experimental studies on energy crops torrefaction process using batch reactor to estimate torrefaction temperature and residence time, in: *Renewable Energy Sources: Engineering, Technology, Innovation: ICORES 2017*, Springer, 2018, pp. 365-373.

