

prof. dr hab. inż. Elżbieta Jamroz
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
Instytut Nauk o Glebie, Żywienia Roślin
I Ochrony Środowiska

Wrocław, 31.01.2025

Recenzja

rozprawy doktorskiej mgr inż. Magdaleny Braun-Giwerskiej

pt. "Wykorzystanie naturalnych materiałów węglonośnych w technologiach produktów
użytecznych"

Praca doktorska została wykonana pod merytoryczną opieką promotora, dr hab. inż. Marty Huculak-Mączki, profesora PWr.

Recenzję wykonano w odpowiedzi na pismo nr RDND05/49/2024-2028 z dnia 20 listopada 2024 r., podpisane przez Przewodniczącą Rady Dyscypliny Naukowej Inżynieria Chemiczna Politechniki Wrocławskiej, prof. dr hab. inż. Izabelę Michalak.

Wybór tematu i metody jego realizacji

Postępujący rozwój cywilizacyjny generuje skutki w postaci zmian w środowisku naturalnym. Zmianom tym towarzyszy stopniowa degradacja i dewastacja ekosystemów, przejawiająca się m.in. obniżaniem zasobów materii organicznej w glebach, zmniejszeniem bioróżnorodności, obniżeniem żyzności i produktywności obszarów rolniczych. Bezpośrednich przyczyn tych negatywnych skutków może być wiele, od wyczerpywania się zasobów składników pokarmowych na skutek nieprawidłowo prowadzonej działalności rolniczej, poprzez zmiany w hydrologii terenu na skutek działalności wydobywczej po nadmierne obciążenie metalami ciężkimi. Postępująca antropogenizacja obok wyżej wymienionych negatywnych aspektów niesie na szczęście także wzrost świadomości skutków i potrzebę podjęcia działań w kierunku przywracania wartości użytkowych i przyrodniczych terenom zniszczonym. Zalesienia, racjonalna gospodarka na terenach użytkowanych rolniczo, a w szczególności ochrona i rekultywacja gleb, które są jednym z najważniejszych ogniw w łańcuchu obiegu pierwiastków w przyrodzie. Przywracanie żyzności gleb jest prawnym obowiązkiem i wiąże się m.in. z uzupełnianiem materii organicznej poprzez stosowanie nawozów organicznych, środków kondycjonujących jak komposty, substraty organiczno-mineralne, polepszacze na bazie substancji humusowych itp. Wszystkie te środki muszą spełniać odpowiednie normy, aby ich aplikacja do gleby nie generowała dodatkowego obciążenia środowiska. Wykorzystywanie produktów pobocznych działalności rolniczej czy wydobywczej, zgodnie z obowiązującym prawem (rozporządzenia, komunikaty zarówno

polskie, jak i unijne) wpisuje się w ten pozytywny trend i ma na celu budowanie gospodarki o obiegu zamkniętym.

Podjęte przez Panią mgr inż. Magdalenę Braun-Giwerską badania wpisują się znakomicie w nurt budowania środowiskowej neutralności. Głównym celem zrealizowanej pracy doktorskiej było opracowanie nowatorskiej metody otrzymywania z polskich surowców węglonośnych kwasów huminowych i biowęgla o właściwościach umożliwiających ich wykorzystanie jako komponentów w rolniczych produktach użytecznych. Do swoich badań Doktorantka przewidziała wykorzystanie niskowartościowych materiałów węglonośnych z krajowych złóż torfu i węgla brunatnego, a także pozostałości po procesie ekstrakcji alkalicznej kwasów huminowych.

Założony, bardzo ambitny, cel Autorka zamierzała osiągnąć poprzez opracowanie metod/analiz badawczych, badania wybranych materiałów węglonośnych jako substratów, z których pozyskiwane będą kwasy huminowe, w kolejnym etapie analizy – ekstrakcje kwasów huminowych z zastosowaniem opracowanych metod; określenie wpływu parametrów technologicznych na wydajność otrzymywania KH oraz badania możliwości zagospodarowania pozostałości materiałów węglonośnych otrzymanych po zakończeniu ekstrakcji jako substratu przy produkcji biowęgla.

Struktura i ocena merytoryczna pracy

Przedstawiona do oceny dysertacja składa się z 8 numerowanych rozdziałów ujętych w spisie treści: wprowadzenie, część literaturowa, cel i zakres pracy, część doświadczalna, opracowanie wstępnej uproszczonej koncepcji otrzymywania, zmodyfikowaną metodą, kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego oraz technologii biowęgla na bazie pozostałości poprocesowej, wnioski, podsumowanie, bibliografia. Nienumerowane rozdziały ujęte w spisie treści to spis tabel, spis rysunków oraz dorobek naukowy. Rozprawa doktorska zawiera także streszczenie w języku polskim i angielskim oraz wykaz skrótów i oznaczeń próbek użytych w trakcie analiz. Główne rozdziały podzielono na podrozdziały, dzięki temu czytelnik jest prowadzony w sposób uporządkowany przez kolejne etapy monografii. Całość pracy obejmuje 178 stron oraz 7 stron streszczeń, w tym 39 tabel i 32 rysunki. Jest to niezwykle obszerny materiał, który wskazuje na głębokie podejście do podjętego tematu. Bibliografia opiewa na 204 pozycje, z czego 15 pozycji stanowią informacje handlowe o produktach komercyjnych opisywanych w tekście, pozostałe pozycje to artykuły naukowe, podręczniki oraz strony internetowe właściwie opisane z datą dostępu. Rozdział „Część literaturowa”, który bazuje na bibliografii, został opracowany w sposób wskazujący jednoznacznie na opanowanie dogłębnej wiedzy teoretycznej przez Panią mgr inż. Magdalenę Braun-Giwerską w zakresie podjętej tematyki. Pierwsze podrozdziały tej części monografii prezentują podział, charakterystykę i powstawanie substancji humusowych. Na stronie 5 przedstawiono główne koncepcje przemian i powstawania substancji humusowych. Dodam w tym miejscu, że kierunek przemian substancji organicznych uzależniony jest przede wszystkim od warunków środowiskowych. Koncepcja ligninowa, znana także jako koncepcja Waksmana, odgrywa

szczególne znaczenie w torfach, osadach jeziornych i słabo napowietrzonych glebach. Teoria polifenoli natomiast odgrywa duże znaczenie w ekosystemach leśnych.

Na stronie 9 Autorka podaje za literaturą, iż kwasy huminowe są najliczniejszą frakcją w glebach. Nie mogę się z tym twierdzeniem zgodzić, gdyż ilość kwasów huminowych, fulwowych oraz humin zależy od kierunku transformacji materii organicznej, od przebiegu procesów humifikacji, typu gleby i w wielu glebach, np. w ekosystemach leśnych – szczególnie borowych, gdzie występują gleby bielicowe i bielice (a tych w Polsce jest ok. 25%) to frakcja kwasów fulwowych dominuje nad kwasami huminowymi. Decydującym czynnikiem o ilości poszczególnych frakcji w całkowitej zawartości węgla organicznego jest zawsze materiał wyjściowy przemian – w przytoczonym przeze mnie przykładzie szczątki roślinne pochodzące z opadu z drzewostanu, podszytu oraz runa leśnego charakteryzujące się obecnością substancji bardzo wolno ulegających humifikacji (woski, żywice, polifenole).

Na stronie 11 Doktorantka szczególnie uwagę kieruje na rolę, jaką pełnią substancje humusowe w środowisku – jest to bardzo cenny fragment pracy. Zwracam jednak uwagę, aby opisując wpływ na tworzenie struktury postugiwać się nomenklaturą środowiskową, a więc np. „łącznie się ziaren minerałów ilastych w glebie” a nie w gruncie; podobnie mówiąc o erozji należy używać określenia „gleb” a nie „gruntów”.

Na stronie 12 Autorka podaje, że powinowactwo substancji humusowych względem kationów metali jest dodatnio skorelowane z rosnącą złożonością ich struktur oraz wzrastającą masą cząsteczkową. Nie zgodzę się z tym stwierdzeniem, gdyż spośród wszystkich frakcji największą pojemnością wymiany kationowej charakteryzują się kwasy fulwowe. Całkowita kwasowość, która decyduje o zdolnościach sorpcyjnych jest uzależniona od ilości grup funkcyjnych i w przypadku kwasów fulwowych jest dwu nawet 3 - krotnie wyższa od kwasów huminowych.

Bardzo cenne informacje podaje Doktorantka opisując ochronną rolę substancji humusowych w kontekście ich hamującego wpływu na rozwój niektórych patogenów utrudniających uprawę roślin rolniczych. Dodam tu, że szczególnie pozytywne wyniki uzyskano przy ograniczaniu rozwoju grzybów powodujących wyleganie zbóż szczególnie *Gaeumannomyces graminis* odpowiedzialnego za zgorzel podstawy źdźbła oraz *Cercospora herpotrichoides*- grzyb powodujący łamliwość podstawy źdźbła.

W dalszej części rozdziału Pani mgr inż. Braun-Giwerska prezentuje w sposób bardzo uporządkowany i jasny różne metody ekstrakcji substancji humusowych. Na stronie 21 opisując proces doczyszczania kwasów huminowych z części mineralnych mieszaniną HCl/HF Doktorantka podaje, że etap ten ma na celu obniżenie popielności kwasów huminowych (KH) poniżej 1%. Uzupełnię tu, że w praktyce jest to niezwykle trudne i w dużym stopniu zależy od tego z jakiego materiału wyjściowego prowadzona jest ekstrakcja. W przypadku torfów – faktycznie jest to możliwe, natomiast niezwykle trudne jest uzyskanie takiego wyniku prowadząc ekstrakcję kwasów huminowych z żyznych gleb zawierających większe ilości minerałów ilastych tworzących z kwasami huminowymi trudne (ale nie niemożliwe) do rozpuszczenia koloidy organiczno-mineralne. W przypadku gleb w typie czarnoziemów,

czarnych ziem, niektórych gleb płowych satysfakcjonujący wynik otrzymuje się na poziomie poniżej 3% popielności.

W kolejnej części rozdziału przeglądowego Autorka opisuje torf i węgiel brunatny jako surowce do otrzymywania substancji humusowych. Przy klasyfikacji torfów należy pamiętać, że podział na torfy wysokie, niskie i przejściowe wynika przede wszystkim ze sposobu zasilania ich wodą, co przedstawiła Doktorantka w Tabeli 1, a także fakt, że w Polsce wszystkie, bez wyjątku, torfowiska wysokie znajdują się pod ochroną z całkowitym zakazem ich eksploatacji. W naszym kraju wykorzystywanie torfowisk na cele rolnicze ogranicza się do torfowisk niskich, chociaż podobnie jak w wielu krajach na świecie w ostatnich latach coraz bardziej dąży się do ograniczania pozyskiwania torfu, z uwagi na ogromne szkody dla środowiska podczas tego procederu (emisja metanu, CO₂ itp.). W branży ogrodniczej poszukuje się intensywnie alternatyw dla torfu przy produkcji podłoży.

Kolejne podrozdziały to bardzo szczegółowo przedstawiona analiza patentowa metod otrzymywania substancji humusowych, z charakterystyką zastosowań otrzymywanych produktów, co potwierdza zgłębienie tematu przez Doktorantkę przygotowującą się do własnych analiz. Ciekawą częścią dysertacji jest analiza rynku produktów zawierających substancje humusowe, w której przedstawiono preparaty dostępne nie tylko na rynku europejskim, ale też w obu Amerykach, Azji i Afryce.

Kolejny fragment rozdziału dotyczy charakterystyki biowęgla, sposobu jego wytwarzania, możliwości zagospodarowania. Należy tu zaznaczyć, że możliwości wykorzystania biowęgla jako dodatku do gleb limitowane są odczynem silnie alkalicznym tego produktu. Zasadne może być jego wykorzystanie na glebach kwaśnych i silnie kwaśnych, natomiast z ostrożnością należy podchodzić do aplikacji biowęgla na glebach o odczynie obojętnym i/lub zasadowym, aby nie ograniczyć dostępności niektórych składników pokarmowych dla roślin. Biowęgiel jako dodatek do procesu kompostowania również musi być dozowany dopiero po ocenie wstępnego stosunku C/N, gdyż jest to produkt wysokowęglowy i może przy niskiej zawartości azotu poszczególnych komponentów utrudniać aktywację procesu.

Podsumowując, literatura w tej części dysertacji została dobrana merytorycznie poprawnie, a sposób jej prezentacji, w szczególności wieloaspektowość i wnikliwość potwierdza, że **praca doktorska prezentuje ogólną wiedzę teoretyczną w zakresie dyscypliny inżynieria chemiczna.**

Kolejny rozdział to Cel i zakres pracy, który w mojej ocenie powinien pojawić się bezpośrednio po wstępie. Cele badań zostały sformułowane tu jasno i przejrzysto.

Zasadniczą częścią pracy doktorskiej jest Część doświadczalna, w której Autorka przedstawiła metody badawcze oraz zaprezentowała rodzaje analiz, które wykonywała podczas tego etapu pracy. Rozdział 4.2.3 Oznaczanie kwasów huminowych powinien brzmieć: Oznaczanie masy (z ang. yield) kwasów huminowych, gdyż ta część nie opisuje sposobu oznaczania KH a jedynie ich masy uzyskanej w wyniku ekstrakcji. Bardzo ważnym akapitem w tej części pracy jest podanie charakterystyki materiałów wyjściowych do izolowania kwasów huminowych, a więc podstawowych właściwości torfów pochodzących z rejonu Żuław

Wiślanych oraz węgla brunatnego, którego źródłem były złoża Bełchatów- pole Szczerców. Rozdział 4.3.2. Wnioski, jest - w moim odczuciu - niepotrzebny, zawiera informacje podane wcześniej i uwaga ta dotyczy całej części doświadczalnej. Wnioski powinny zostać sformułowane na końcu pracy.

W rozdziale 4.4. zaprezentowano metodykę ekstrakcji opartą w głównej mierze na modyfikacji metody rekomendowanej przez International Humic Substances Society. Na stronie 71 Autorka podaje cyt. "Idea prowadzenia prac badawczych było opracowanie nowej technologii kwasów huminowych". Wydaje mi się, że wystąpił tu tzw. skrót myślowy, zdanie to powinno brzmieć „...nowej technologii otrzymywania kwasów huminowych”. Pani mgr inż. Braun-Giwerska bardzo słusznie podkreśla, że wprowadzenie modyfikacji popularnej metody tzw. „metody IHSS” ma na celu ograniczenie wprowadzania do środowiska jonów Na^+ (jony Cl^- zostają usunięte z preparatów KH podczas dializy, którą prowadzi się do momentu zaniku reakcji z AgNO_3). Zastąpienie popularnego ekstrahenta 0,1 M NaOH roztworem 0,1 M $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (zasadą amonową/uwodnionym amoniakiem) wydaje się więc jak najbardziej uzasadnione, aczkolwiek uzyskane wydajności na poziomie (35% dla torfu i 29% dla węgla brunatnego) – jak sama Autorka określiła – były niższe od przewidywanych. W kolejnych podrozdziałach dysertacji Autorka prezentuje etapy przeprowadzonej procedury ekstrakcji oraz wyniki oznaczeń uzyskanych preparatów kwasów huminowych. Dla celów porównawczych zastosowano także schemat klasycznej „metody IHSS”. Nie znalazłam jednak informacji, **czy wszystkie etapy klasycznej ekstrakcji w schemacie porównawczym zostały utrzymane?, a więc dekalcytacja próbki wyjściowej, oczyszczanie kwasów huminowych mieszaniną HCl/HF a przede wszystkim etap dializy, który jest niezbędnym krokiem, bez którego obecne w próbce jony chloru będą powodowały interferencję przy analizach spektroskopowych.**

Ciekawie prezentują się wyniki porównawcze obu zastosowanych ekstrahentów na dwóch rodzajach materiałów wyjściowych (Tabela 11 i 12). Zabrakło mi jednak statystycznej oceny istotności różnic między torfem a węglem brunatnym, co niewątpliwie podniosłoby wartość naukową uzyskanych rezultatów. Przy ocenie jakości uzyskanych kwasów huminowych można by dodatkowo obliczyć stopień utlenienia wewnętrznego cząsteczek, który to parametr wskazuje na stopień ich dojrzałości. Dyskusyjne wydaje się jednak wnioskowanie o rodzaju pierwotnej materii organicznej oraz stopniu jej dekompozycji w przypadku obliczonych stosunków atomowych dla kwasów huminowych pochodzących z węgla brunatnego. W przypadku materiałów geologicznych nie porównujemy wartości C/N z takim samym parametrem glebowej materii organicznej, czy nawet torfów. Indeks ten jest wskaźnikiem stopnia przeobrażenia materii organicznej, a w szczególności tempa mineralizacji, które to procesy nie dotyczą materiałów geologicznych. Wysokie wartości C/N dla kwasów huminowych pochodzących z węgla brunatnych są wynikiem niskiej zawartości azotu w molekułach, co jest typowe dla tego typu materiałów. W kolejnych podrozdziałach pracy Doktorantka przedstawia wyniki analiz spektroskopowych badanych preparatów KH. Moje pytanie w tym miejscu brzmi **czy nie uważa Pani, że zbliżony przebieg widm FTIR dla KH uzyskanych z torfów i węgla brunatnego dla „klasycznej” metody ekstrakcji może być**

skutkiem obecności jonów chloru, które nie zostały w sposób skuteczny usunięte z próbek (zakwaszanie roztworu alkalicznego prowadzono 6 M HCl)?

Ponownie uważam, że tytuł podrozdziału 4.4.4. Wnioski – powinien zostać zmieniony np. na Podsumowanie i/lub Dyskusja i podsumowanie, chociaż osobiście taki rozdział widziałabym po zakończeniu omawiania części eksperymentalnej, mając do dyspozycji wszystkie wyniki. W tej części pracy Doktorantka zwraca uwagę na wyższy udział siarki w kwasach huminowych uzyskanych zarówno z torfów jak i węgla brunatnego dla I (klasycznego) wariantu ekstrakcji, w porównaniu do wariantu II. **Moje pytanie brzmi czym może być spowodowana taka sytuacja?**

Niezwykle wartościową częścią dysertacji jest opracowanie optymalnych parametrów procesowych dla maksymalnej wydajności uzyskiwania kwasów huminowych, oceniam tę część pracy bardzo pozytywnie. Dla badanych surowców optymalne stężenie ekstrahenta jest zbliżone i wynosi 0,38 mol dm³ (torf) i 0,37 mol dm³ (węgiel brunatny), czas ekstrakcji odpowiednio 215 i 206 minut a temperatura ekstrakcji 63 i 64 °C. Można zatem przyjąć, że określone (te same) warunki prowadzenia procesu będą optymalne dla różnych materiałów (torf, węgiel brunatny).

Kolejna część monografii została poświęcona badaniom nad możliwością zagospodarowania poekstrakcyjnych pozostałości z torfu i węgla brunatnego w technologii wytwarzania biowęgla. Niezwykle cennym elementem przeprowadzonych przez Autorkę badań jest zadbanie o ideę wykorzystania/dalszego przetworzenia poprocesowej pozostałości, co bardzo dobrze wpisuje się w nurt gospodarki o obiegu zamkniętym. W rozdziale 4.6 Doktorantka podaje możliwe ograniczenia w zastosowaniu pozostałości poprocesowej bezpośrednio po oddzieleniu od ekstraktu KH, m.in. z uwagi na silnie alkaliczny odczyn, a rozwiązaniem tego problemu może być jego przetworzenie w biowęgiel. Niestety biowęgiel również charakteryzuje się bardzo wysokimi wartościami pH, zatem jego wprowadzanie do środowiska musi uwzględniać ten aspekt. Przy ocenie otrzymanego biowęgla Pani mgr inż. Braun-Giwerska uwzględniła wydajność otrzymywania zależną od temperatury pirolizy, oznaczenie powierzchniowego ładunku ujemnego na podstawie miareczkowania potencjometrycznego a także analizę spektroskopową FTIR. Wymienione analizy, mimo iż przynoszą bardzo cenne informacje na temat jakości biowęgla nie są wystarczające do ustalenia potencjalnych możliwości ich wykorzystania, szczególnie w rolnictwie. Jak wspomniałam wcześniej ważną cechą jest określenie pH biowęgla, a także oznaczenie składu elementarnego oraz zawartości metali ciężkich. Biowęgiel nie został do tej pory ujęty w normach prawnych, jednak możliwości jego wprowadzania do środowiska glebowego powinny podlegać takim samym obostrzeniom jak inne organiczne dodatki do gleby polepszające jej właściwości. Dodatkowo mając na uwadze bezpieczeństwo środowiska wiodące organizacje zajmujące się tematyką biowęgla, jak International Biochar Initiative (IBI) w Stanach Zjednoczonych, European Biochar Foundation w Europie oraz British Biochar Foundation w Wielkiej Brytanii, opracowały standardy jakości dla biowęgla, które mimo braku skutków prawnych ich nieprzestrzegania, powinny być uwzględnione przy ocenie jakości i możliwości jego aplikacji. Wśród wymagań jakościowych dla biowęgla stosowanego

doglebowo, według Europejskiego Certyfikatu Biowęgla, wymienia się zawartość węgla organicznego > 50% s.m.; H/C < 0,7; O/C < 0,4; określona zawartość metali ciężkich -Pb, Cd, Cu, Ni, Hg, Zn, Cr, określona zawartość WWA, PCB, zawartość dibenzodioxanów i dibenzofuranów. Wydaje się, że w Polsce droga do wprowadzenia prawnych regulacji zastosowania biowęgla w rolnictwie na poziomie takim jak obecnie obowiązują np. w Szwajcarii jest daleka, to jednak przy prowadzeniu badań naukowych i podejmowaniu ewentualnych rekomendacji ww parametry (albo chociaż część z nich) należałoby uwzględnić.

Rozdział 5 w przedstawionej do oceny dysertacji to opis opracowania wstępnej uproszczonej koncepcji otrzymywania kwasów huminowych z torfu i węgla brunatnego oraz technologii biowęgla na bazie pozostałości poprocesowej. Jest to koncepcja oparta na części eksperymentalnej z uwzględnieniem określonych optymalnych parametrów procesu oraz podaniem konkretnych ilości materiałów wprowadzanych do instalacji. Opis poparty jest czytelnymi schematami kolejnych etapów procesu, osobno dla torfu osobno dla węgla brunatnego oraz zestawieniami tabelarycznymi. Po tej części następuje zwięzłe podsumowanie i charakterystyka uzyskanych produktów w postaci suchych kwasów huminowych, roztworu kwasów fulwowych, biowęgla oraz gazowych i/lub ciekłych produktów pirolizy. Kolejny rozdział 6 to Wnioski, a 7 Podsumowanie. W mojej ocenie rozdziały te powinny być zamienione w kolejności, co lepiej oddawałoby całość wykonanej pracy. Po podsumowaniu wyciągamy wnioski końcowe.

Doktorantka zaproponowała i sformułowała 17 wniosków. W moim odczuciu część informacji w nich zawartych to wyniki analiz, a nie wnioski, np. we wniosku 1. Zawartość wilgoci w próbkach torfów wynosiła 72,9 % mas. a zawartość popiołu 8,63% mas. We wniosku 2. niepotrzebnie podano wyniki analizy składu elementarnego. We wnioskach nie powinno się cytować literatury, jak ma to miejsce we wniosku nr 3. Wniosek 4 został sformułowany niejako „na wyrost”, gdyż nie potwierdzono statystycznie różnic między surowcami w ich składzie elementarnym. Generalnie wnioski są odpowiedzią na postawione cele pracy doktorskiej. Rozdział 7 jest kompleksowym podsumowaniem przeprowadzonych badań i jak wcześniej zaznaczyłam powinien znaleźć się przed Wnioskami.


Wszystkie moje uwagi przedstawione w niniejszej recenzji mają charakter uzupełnień i są natury dyskusyjnej i w żadnym stopniu nie wpływają na moją wysoką ocenę pracy doktorskiej. Mogą być one pomocne przy opracowywaniu tekstu do publikacji.

Reasumując przedstawiona do recenzji rozprawa doktorska pt. “Wykorzystanie naturalnych materiałów węglonośnych w technologiach produktów użytecznych” autorstwa mgr inż. Magdaleny Braun-Giwerskiej jest pracą oryginalną, nowatorską, o wysokiej wartości użytecznej. Łączy w sobie chemiczną charakterystykę materiałów, zarówno wyjściowych jak też otrzymanych kwasów huminowych i biowęgla, opracowanie technologii ekstrakcji z zaproponowaniem optymalizacji warunków jej prowadzenia, zatem **jej zakres mieści się w dziedzinie nauk inżynierjno-technicznych, w dyscyplinie inżynieria chemiczna oraz spełnia**

warunki określone w art.187 Ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2024, poz. 1571 z późn. zm.).

Doktorantka wykonała ogromną pracę przygotowując się merytorycznie na podstawie bardzo bogatej i prawidłowo dobranej literatury do przeprowadzenia części eksperymentalnej, której wyniki opracowała statystycznie, opisała i przeprowadziła wnioskowanie. Wszystkie te etapy świadczą o bardzo dobrym przygotowaniu mgr inż. Magdaleny Braun-Giwerskiej do samodzielnego prowadzenia badań naukowych, jej wnikliwości i bardzo dobrej organizacji pracy.

Biorąc pod uwagę wartość merytoryczną przedstawionej mi do oceny dysertacji, a także wysoką jakość opracowania tak bogatego materiału wnioskuje o dopuszczenie mgr inż. Magdaleny Braun-Giwerskiej do dalszych etapów przewodu doktorskiego w dyscyplinie oraz wyróżnienie rozprawy doktorskiej zgodnie z obowiązującymi na uczelni zasadami.



Elżbieta Jamroz