

Uniwersytet Rolniczy in. Hugona Kołłątaja w Krakowie
Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki
Katedra Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki

AUTOREFERAT

Załącznik do wniosku
o przeprowadzenie postępowania habilitacyjnego
w dziedzinie nauk rolniczych w dyscyplinie inżynieria rolnicza

dr inż. Marek Wróbel

Kraków, dn. 03.04.2019

SPIS TREŚCI

1.	Imię i nazwisko	3
2.	Posiadane dyplomy i stopnie naukowe	3
3.	Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych	3
4.	Wskazanie osiągnięcia naukowego	3
4.1.	Tytuł osiągnięcia naukowego	3
4.2.	Dane bibliograficzne	4
4.3.	Omówienie celu naukowego, osiągniętych wyników i ich wykorzystania	4
5.	Omówienie pozostałych osiągnięć	10
5.1.	Osiągnięcia naukowo – badawcze	10
5.2.	Osiągnięcia dydaktyczno – popularyzatorskie	13
6.	Sumaryczne zestawienie dorobku naukowo - badawczego, popularyzatorskiego, dydaktycznego i organizacyjnego przed i po uzyskaniu stopnia doktora	15

1. Imię i nazwisko: Marek Wróbel

2. Posiadane dyplomy i stopnie naukowe

2006 – stopień doktora nauk rolniczych w zakresie inżynierii rolniczej

Akademia Rolnicza im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Agrotechnologii

Temat rozprawy doktorskiej: Pomiar liczby punktów styku oraz powierzchni kontaktu między nasionami

Promotor: Dr hab. Jarosław Frączek, prof. AR

Recenzenci: Prof. dr hab. Piotr Budyn, Dr hab. Marek Molenda

2013 – Studia Podyplomowe Terenów Zieleni

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Ogrodnictwa

2010 – Studium Pedagogiczne dla Nauczycieli Akademickich

Politechnika Krakowska, Centrum Pedagogiki i Psychologii

2001 – tytuł magistra inżyniera

Akademia Rolnicza im. Hugona Kołłątaja w Krakowie, Wydział Techniki i Energetyki Rolnictwa

Kierunek: Technika Rolnicza i Leśna

3. Informacje o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych

2003 – 2007 asystent – Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.

2007 do chwili obecnej jestem adiunktem naukowo-dydaktycznym na Wydziale Inżynierii Produkcji i Energetyki, Uniwersytetu Rolniczego im. Hugona Kołłątaja w Krakowie.

Od grudnia 2014 pełnię funkcję Kierownika ds. Jakości w Laboratorium Technologii Produkcji i Oceny Jakości Biopaliw, które od 2016r. posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji (nr AB 1585).

2013 – 2014 byłem sekretarzem studiów podyplomowych: Technologie Energetycznego Wykorzystania Roślin realizowanych prowadzonych na Wydziale Inżynierii Produkcji i Energetyki, UR w Krakowie.

4. Wskazanie osiągnięcia naukowego

Osiągnięciem naukowym, stanowiącym podstawę do ubiegania się o stopień naukowy doktora habilitowanego, wynikającym z art. 16 ust. 2 ustawy z dnia 14 marca 2003 r. o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki (Dz. U. nr 65, poz. 595 ze zm.) jest **autorska monografia naukowa.**

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

„Zagęszczalność i kompaktowalność biomasy lignocelulozowej”

4.2. Dane bibliograficzne:

Autor: Marek Wróbel

Rok wydania: 2019

Wydawca: Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej

ISBN 978-83-64377-35-8

Recenzenci wydawniczy: prof. dr hab. inż. Leszek Romański, dr hab. inż. Paweł Tylek

4.3. Omówienie celu naukowego, osiągniętych wyników i ich wykorzystania

Uzasadnienie podjęcia tematu i cel naukowy

Ze względu na łatwość i powszechność stosowania w warunkach polskich, biomasa w dalszym ciągu pozostaje szeroko wykorzystywanym, głównym odnawialnym źródłem energii, zwłaszcza w formie skompaktowanych biopaliw stałych. Pozytywne zjawisko, jakim jest wzrastająca świadomość ekologiczna jej użytkowników powoduje, że zwracają oni coraz częściej uwagę na wysoką jakość biopaliw stałych, gwarantującą maksymalne wykorzystanie potencjału energetycznego biomasy jak i wygodę stosowania.

Biomasa przeznaczona do produkcji biopaliw stałych, oprócz wysokich parametrów energetycznych, musi wykazywać się zdolnością do zagęszczania czyli zagęszczalnością, oraz zdolnością do tworzenia wytrzymałych mechanicznie granul, czyli kompaktowalnością. Wtedy czynnikiem sprawczym jakim jest ciśnienie zagęszczania i niewielkie wsparcie pozostałych czynników procesowych (wilgotność, temperatura, itd.) pozwoli na uzyskanie wysokojakościowego biopaliwa stałego. Te dwie cechy biomasy (zagęszczalność i kompaktowalność), są fundamentalne dla procesu jej ciśnieniowego zagęszczania. Wpływ wilgotności oraz temperatury jest stosunkowo dobrze poznany. Określone są ich optymalne zakresy i w procesie zagęszczania możemy je dobierać w zależności od surowca czy stosowanej techniki zagęszczania.

Na podstawie studium bibliografii stwierdzono, że mimo szeroko zakrojonych badań procesu zagęszczania biomasy, prowadzonych w wielu ośrodkach badawczych na całym świecie, wpływ jednego z czynników mogących wpływać na ten proces jest praktycznie nieznany. Czynnikiem tym jest skład ziarnowy, który jest uznawany przez wielu autorów za jeden z podstawowych i decydujących o przebiegu procesu zagęszczania. Co do wagi, zajmuje on miejsce zaraz po wilgotności, temperaturze i ciśnieniu (Adapta i in., 2011; Muramatsu i in., 2015; Mani i in., 2006; Relova i in., 2009; Shaw i in., 2009). Co ciekawe, w przeważającej większości autorzy, zwracają uwagę na jego wpływ, ale zazwyczaj podają tylko stopień rozdrobnienia surowca i zalecają by był on mielony do uzyskania określonej wielkości ziarna. Zwiększenie rozdrobnienia z reguły poprawia parametry zagęszczania, ale zwiększa jednocześnie nakłady ponoszone na proces przygotowania surowca. Tak uzyskany surowiec nigdy nie jest zbiorem ziaren o zbliżonej wielkości, tylko o wielkości z pewnego zakresu wymiarowego. W wyniku rozdrabniania możemy uzyskać surowce o takim samym rozdrobieniu jednak różniące się składem ziarnowym. Różnice we wzajemnych proporcjach frakcji wymiarowych mogą mieć wpływ na przebieg procesu ciśnieniowego zagęszczania, a w efekcie na cechy uzyskanego produktu. Jak dotychczas brak badań, które dają odpowiedź na pytanie jaki powinien być skład ziarnowy, a nie jakie rozdrobnienie powinien mieć surowiec. Co ważne, jest to czynnik, którym możemy stosunkowo łatwo sterować bez ponoszenia wysokich nakładów.

Badania dowodzą również, że rodzaj biomasy wpływa na gęstość i wytrzymałość (główne wskaźniki zagęszczalności i kompaktowalności) uzyskanych biopaliw biomasy. Badania te przeprowadzane są zawsze przy udziale innych czynników – głównie wilgotności i temperatury. Brak natomiast badań pozwalających na stwierdzenie jaki jest bazowy potencjał aglomeracyjny różnego rodzaju biomasy. Nie wiadomo więc jak czynnik, którym praktycznie nie możemy sterować, wpływa na proces zagęszczania.

Przeprowadzone rozeznanie potwierdza, że do tej pory brak jednolitego sposobu opisu zagęszczalności i kompaktowalności biomasy, co więcej, pojęcia zagęszczalności i kompaktowalności, w literaturze dotyczącej procesu ciśnieniowego zagęszczania biomasy pojawiają się sporadycznie (Janewicz i Kosturkiewicz, 2016; Krstic i in., 2018; Matúš i in., 2014; Quyen i in., 2017; Quyen i Sándor, 2018; Tabil i in., 2011). Powyższe określenia stosowane są powszechnie w branży farmaceutycznej, chemicznej czy spożywczej w badaniach dotyczących procesu ciśnieniowego zagęszczania (Feng i in., 2007; Ghori i Conway, 2016; Joiris i in., 1998; Sun, 2011; Changquan i in., 2016). Brak również informacji jaki jest potencjał bazowy zagęszczalności i kompaktowalności biomasy. Wielość gatunków stosowanych do produkcji biopaliw stałych powoduje, że ten potencjał będzie bardzo zróżnicowany. Jego poznanie jest kluczowe, by następnie – po stopniowym wprowadzeniu kolejnych czynników – poznać ich wpływ na proces oraz poznać interakcje zachodzące pomiędzy nimi.

W związku z powyższym celem głównym badań było określenie zagęszczalności i kompaktowalności biomasy przeznaczonej do produkcji biopaliw stałych. Realizacja celu głównego była możliwa dzięki realizacji celów cząstkowych.

Pierwszym z nich było poznanie relacji pomiędzy rodzajem materiału, ciśnieniem zagęszczania, a uzyskanymi głównymi cechami jakościowymi granul, zależącymi o procesie, tj. gęstością właściwą i wytrzymałością mechaniczną (określenie zagęszczalności i kompaktowalności bazowej). Drugim celem cząstkowym było określenie wpływu składu ziarnowego zagęszczanej biomasy na zagęszczalność i kompaktowalność.

Przeprowadzona analiza literatury pozwala założyć, że minimalizacja porowatości złoża maksymalizuje, pożądaną w procesie zagęszczania, liczbę kontaktów pomiędzy ziarnami. Na podstawie tego założenia można postawić następujące hipotezy:

- zagęszczalność i kompaktowalność rozdrobnionej biomasy lignocelulozowej zależy od jej składu ziarnowego,
- odpowiedni skład ziarnowy powinien zawierać zarówno cząstki duże tworzące strukturę granul oraz cząstki drobne pełniące rolę wypełniacza,
- maksymalny możliwy udział cząstek dużych w stosunku do udziału cząstek drobnych, pozwala na uzyskanie minimalnej porowatości zewnętrznej złoża.

Uzyskane wyniki i ich wykorzystanie

Przeprowadzone badania oraz analiza uzyskanych wyników pozwoliły na realizację celu głównego, jakim było określenie zagęszczalności i kompaktowalności biomasy szesnastu badanych gatunków roślin. Przyjęto, że zagęszczalność biomasy lignocelulozowej, to jej zdolność zwiększania gęstości, w wyniku działania ciśnienia zagęszczania. Natomiast kompaktowalność to jej zdolność do tworzenia granul wytrzymałej mechanicznie.

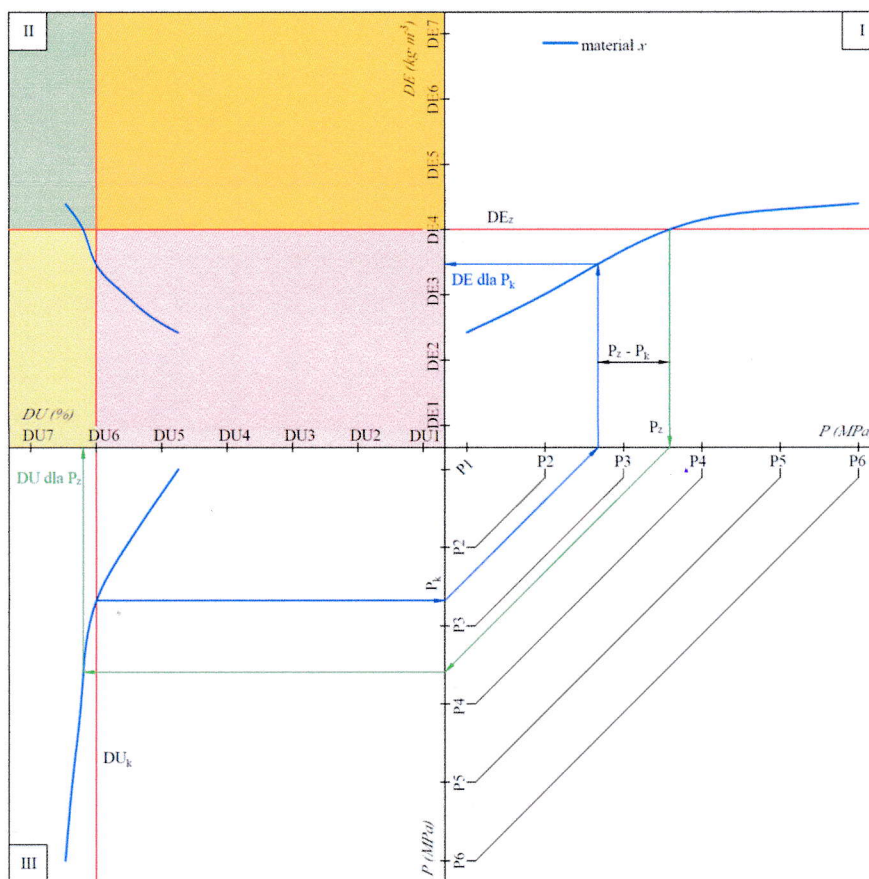
W świetle wyników zrealizowanych badań należy stwierdzić, iż hipotezy postawione w celu pracy zostały potwierdzone.

Hipoteza 1: Dla trzech badanych materiałów (mozga, buk, wierzba) opracowano i przetestowano pięć składów ziarnowych mieszanek komponowanych, z których wytworzono granule i określono ich zagęszczalność i kompaktowalność w badanym zakresie ciśnienia zagęszczania. Granule uzyskano również z mieszanek bazowych. Wyniki badań jednoznacznie wskazują, że zmiana składu ziarnowego powoduje zmiany zagęszczalności i kompaktowalności danego materiału. Ponadto zmiany te i ich dynamika zależą od rodzaju badanego materiału. Spośród testowanych składów ziarnowych skład mieszanki komponowanej *e* (zawierającej 33,6% frakcji C_1 , 14,4% – C_2 , 32% – C_3 i 20% – C_4), należy uznać za najlepszy – w przypadku wierzby i buka powodował największy wzrost wartości gęstości właściwej DE_{k24} i wytrzymałości mechanicznej DU_{10} uzyskanych granul; w przypadku mozgi wartości DE_{k24} i DU_{10} były zbliżone do wartości uzyskanych przez granule wytworzone z mieszanki bazowej.

Hipoteza 2: Mieszanka *e*, uznana za najlepszą z testowanych, zawiera 33,6% frakcji C_1 (cząstki duże) i 20% frakcji C_4 (cząstki najmniejsze). Wzrost zawartości frakcji C_1 w mieszance powodował pogorszenie zagęszczalności i kompaktowalności.

Hipoteza 3: Spośród badanych mieszanek największą zawartością frakcji C_1 charakteryzowała się mieszanka α (zawierającej 64,8% frakcji C_1 , 16,2% – C_2 , 9% – C_3 i 10% – C_4). Dla biomasy mozgi i wierzby ta właśnie mieszanka uzyskała minimalną wartość porowatości. Wyjątek stanowi mieszanka α biomasy buka, która nie uzyskała minimalnej wartości porowatości (uzyskano ją dla mieszanki c (zawierającej 51,2% frakcji C_1 , 12,8% – C_2 , 16% – C_3 i 20% – C_4).

Do określania zagęszczalności i kompaktowalności badanej biomasy zaproponowano nomogramy. Stanowi to nowe, nie stosowane dotąd podejście do opisu procesu zagęszczania biomasy. Pozwalają one określić zagęszczalność i kompaktowalność badanego materiału oraz pozwalają wykazać i określić wpływ poszczególnych czynników jak i interakcji pomiędzy nimi na parametry jakościowe (gęstość właściwą i wytrzymałość mechaniczną) uzyskanych granul. Nomogram powstał w wyniku połączenia wykresu zagęszczalności i kompaktowalności (rys. 1). W pierwszej ćwiartce przedstawia on zależność gęstości właściwej DE granuli od ciśnienia zagęszczania P . Po określeniu progowej wartości gęstości granuli DE_z (która może być dobierana w zależności od potrzeb i rodzaju badań) można określić czy materiał w testowanym zakresie ciśnienia uzyskuje wartość progową, a jeśli tak, to graficznie można wyznaczyć przy jakim ciśnieniu P_z to następuje.



Źródło: opracowanie własne

Rys. 1. Nomogram zagęszczalności i kompaktowalności – przykład teoretyczny dla materiału x

Trzecia ćwiartka nomogramu przedstawia zależności wytrzymałości mechanicznej DU granuli od ciśnienia zagęszczania P . Analogicznie do ćwiartki I, po określeniu progowej wartości wytrzymałości DU_k graficznie możemy określić czy materiał w testowanym zakresie ciśnienia uzyskuje wartość progową, a jeśli tak to przy jakim ciśnieniu P_k . Przenosząc uzyskane wartości progowych ciśnień z ćwiartki I do III i odwrotnie, graficznie wskazujemy różnice pomiędzy ciśnieniami progowymi określając tym samym, który parametr (kompaktowalność czy zagęszczalność progowa) jest trudniejszy do osiągnięcia. Ponadto przenosząc progowe ciśnienie zagęszczalności z ćwiartki I do III możemy wyznaczyć jaka będzie wytrzymałość granuli przy progowej zagęszczalności i odwrotnie.

W wyniku połączenia wykresów uzyskano dodatkowy wykres (II ćwiartka nomogramu) gęstości właściwej w stosunku do wytrzymałości. Wprowadzenie do tego wykresu obu wartości progowych (DE_z i DU_k) powoduje podział tej ćwiartki na cztery obszary. Każdy z tych obszarów reprezentuje różne właściwości materiału poddanego zagęszczaniu. Dzięki temu, to w tej ćwiartce następuje klasyfikacja zagęszczanego materiału na IV grupy:

- I – materiał zagęszczalny i kompaktowalny,
- II – materiał zagęszczalny, ale niekompaktowalny,
- III – materiał kompaktowalny, ale niezagęszczalny,
- IV – materiał niezagęszczalny i niekompaktowalny.

Każda zmiana wywołana przez wprowadzenie dodatkowego czynnika determinującego proces zagęszczania uwidacznia się na nomogramie. Widoczny jest zarówno jego wpływ jak i skala tego wpływu na kompaktowalność oraz zagęszczalność. Można zatem klasyfikować czynniki na prozagęszczalne, prokompaktowalne, lub poprawiające jedną i drugą cechę. Miernikiem wpływu danego czynnika na proces zagęszczania ciśnieniowego jest zmiana wartości zagęszczalności i kompaktowalności progowej (P_z i P_k) w stosunku do wartości początkowej (stan przed zastosowaniem czynnika).

Na podstawie metody nomogramowej określono zagęszczalność i kompaktowalność wszystkich badanych materiałów o składzie ziarnowym bazowym oraz dokonano ich klasyfikacji. Do grupy I należy dziewięć z badanych gatunków (sosna, miskant, jodła, grab, ślazier, topola, buk, sylfia i olcha), do grupy II tylko łupiny orzecha i robinia, natomiast do grupy IV aż pięć gatunków, tj.: słonecznik wierzbolistny, mozga, słoma, wierzba i brzoza.

Podobnie postąpiono z mieszkankami komponowanymi oraz nawilżanymi biomasy mozgi, buka i wierzby. Dzięki temu wykazano, że skład ziarnowy ma istotny wpływ na zagęszczalność i kompaktowalność. Odpowiedni skład ziarnowy musi zawierać cząstki o większym rozmiarze, które tworzą osnowę i zwiększają liczbę połączeń kształtowych oraz cząstki drobne, które w tej strukturze wypełniają wolne przestrzenie i tworzą połączenia w punktach kontaktu cząstek.

W przypadku biomasy buka i wierzby jednoznacznie wykazano, że odpowiedni skład ziarnowy mieszanek komponowanych pozwolił uzyskać progowe wartości DE_z i DU_k , przy znacząco niższych wartościach P_z i P_k niż dla do mieszanek bazowych. Jest to istotne z punktu widzenia procesu brykietowania. W przypadku peletowania może to mieć mniejsze znaczenie, ponieważ rolki zagęszczające i właczające materiał do kanałów matrycy w pewnym stopniu dodatkowo rozdrabniają materiał, zmieniając jego skład ziarnowy. W procesie brykietowania ciśnienie zagęszczania jest z reguły niższe niż w przypadku peletowania, zatem obniżenie wartości P_z i P_k pozwalające jednocześnie na uzyskanie zakładanej wartości gęstości właściwej i wytrzymałości brykietu, będące efektem odpowiedniego składu ziarnowego jest w tym procesie niezwykle istotne. W wielu przypadkach, w zależności od zastosowanego w brykieciarkach rozwiązania technicznego, dawka zagęszczanego materiału regulowana jest objętością komory wstępnego zagęszczania. Zatem im materiał wsadowy ma wyższą gęstość nasypową (również efekt odpowiedniego składu ziarnowego), tym zagęszczana dawka jest większa – zwiększa to finalnie długość pojedynczego brykietu i jednocześnie wydajność procesu brykietowania.

W przypadku wilgotności, przeprowadzone badania wykazały, że jej wzrost w przeważającej większości powodował spadek wartości gęstości właściwej uzyskanych granul, co znajduje również potwierdzenie w danych literaturowych (Križan i in., 2015; Quyen i in., 2017; Rhén i in., 2005). Podobne badania przeprowadzone dla biomasy akacji wyniosłej i łądyg tytoniu wykazały jednak odwrotną zależność (Obidziński i in., 2017; Quyen i Sándor, 2018). Oznacza to, że rodzaj materiału ma wpływ na to jak wilgotności wpływać będzie na zmianę gęstości właściwej. Najprawdopodobniej jest to spowodowane sprężystością, która najczęściej wzrasta w momencie nawilżenia materiału (do pewnej granicznej wilgotności, po osiągnięciu której w materiale zaczynają dominować cechy plastyczne). Cząstki materiału suchego łatwiej ulegają pękaniu pod wpływem ciśnienia, a cząstki nawilżone raczej się odkształcają. Po ustaniu ciśnienia zagęszczającego materiał wilgotny ma zatem większą tendencję do rozprężania wywołanego właściwościami sprężystymi cząstek.

W przypadku kompaktowalności wpływ wzrostu wilgotności był dwojaki. Dla mozgi powodował pogorszenie kompaktowalności, a w przypadku buka i wierzby wywoływał efekt odwrotny. Wzrost wytrzymałości mechanicznej wywołany wzrostem wilgotności w materiale związany jest z aktywowaniem przez wodę większości typów połączeń na styku ziarno – ziarno. Występuje tu zatem interakcja pomiędzy aktywowaniem przez wilgoć właściwości sprężystych cząstek i połączeń między nimi. Jeśli zatem wzrost wilgotności powoduje silny wzrost sprężystości, to powstające pomiędzy ziarnami mostki są zbyt słabe, lub są niszczone i granula charakteryzuje się niską wytrzymałością mechaniczną – taki przypadek zaobserwowano dla mozgi. Jeśli jednak wzrasta sprężystość cząstek, a jednocześnie powstaje pomiędzy nimi duża liczba silnych mostków, prowadzi to w efekcie końcowym do wzrostu wytrzymałości mechanicznej powstającej granulacji – taką sytuację zaobserwowano dla biomasy buka i wierzby.

Ponadto wykazano, że wilgotność materiału nie niweluje pozytywnego wpływu składu ziarnowego. Co więcej, bez odpowiedniego składu ziarnowego, samo nawilżenie biomasy nie pozwala na uzyskanie progowych wartości gęstości właściwej i wytrzymałości mechanicznej wytworzonych granulacji (biomasa wierzbową). Z praktycznego punktu widzenia oznacza to, że w wielu przypadkach odpowiedni skład ziarnowy (łatwy do uzyskania przy niewielkich nakładach), wraz z wilgotnością, powinien wystarczyć do uzyskania wysokiej jakości granulacji. Natomiast bez odpowiedniego składu ziarnowego należy wprowadzać inne czynniki, np. wzrost temperatury procesu, który wiąże się ze zwiększonymi nakładami, a w niektórych przypadkach jest niewskazany (np. aglomeracja ciśnieniowa ziół).

Analiza procesu na bazie nomogramów sprawdziła się w badaniach w skali laboratoryjnej. Jednak może być również przydatna w skali przemysłowej, nawet w przypadku, gdy nie znamy ciśnienia zagęszczania. Taka sytuacja ma miejsce np. w badaniach procesu peletowania, gdzie trudno określić wartość ciśnienia zagęszczania. Można jednak oznaczyć gęstość właściwą DE i wytrzymałość mechaniczną DU uzyskanych peletów. Pozwoli to na umiejscowienie badanego peletu w jednej ze stref na II ćwiartce nomogramu – zakwalifikowanie peletu do jednej z czterech grup. Zmieniając warunki procesu peletowania (materiał, lepiszcze, skład ziarnowy, geometrię kanału zagęszczającego matrycy itp.) i ponownie oznaczając DE i DU uzyskanego peletu określamy jego przynależność do danej strefy. Wystąpienie różnicy względem próbki poprzedniej określa czy zmiana warunków procesu powoduje pozytywną zmianę zagęszczalności lub kompaktowalności albo obu cech jednocześnie. Wskazuje, jak na dany czynnik reaguje jakość wytwarzanego peletu i czy zachodzą interakcje pomiędzy czynnikami (wpływ czynników może się np. niwelować lub wzmacniać). Wpływ wszystkich zmian w parametrach procesu będzie miał odzwierciedlenie na II ćwiartce nomogramu.

W zawiązku z powyższym, opracowana i sprawdzona w pracy metoda określania zagęszczalności i kompaktowalności na bazie nomogramów, stanowić może uniwersalne narzędzie do analizy procesu zagęszczania zarówno biomasy jak i innych materiałów.

Na potrzeby badań opracowano zmodyfikowaną metodę oceny wytrzymałości mechanicznej pojedynczych granulacji, bazującą na normatywnej metodzie oceny wytrzymałości mechanicznej peletów, wytwarzanych z przeznaczeniem na cele opałowe (PN-EN ISO 17831-1). Metoda ta uwzględnia te same czynniki niszczące pelet jakiego występują podczas operacji logistycznych związanych z transportem, przeładunkiem i składowaniem. Zrezygnowano z testu brazylijskiego, którego wyniki uzyskiwane dla pojedynczych granulacji trudno porównać do wytrzymałości peletu w masie.

Opracowano ponadto sposób komponowania mieszanek z frakcji wymiarowych danej biomasy. Możliwe jest wtedy uzyskiwanie zakładanej cechy – maksymalizacja wartości gęstości nasypowej mieszanki przy maksymalnej możliwej zawartości frakcji wymiarowo największej.

Opracowanie metody nomogramowej określania zagęszczalności i kompaktowalności, zmodyfikowanej metody oznaczania trwałości mechanicznej pojedynczych granulacji oraz metody komponowania składu ziarnowego należy zaliczyć do metodycznych osiągnięć pracy.

Literatura

- Adapta, P., Tabil, L. G., Schoenau, G. (2011).** A Comprehensive Analysis of the Factors Affecting Densification of Barley, Canola, Oat and Wheat Straw Grinds. In *The Canadian Society for Bioengineering Annual Conference* (p. Paper No. CSBE11-513)
- Feng, Y., Grant, D. J. W., Sun, C. C. (2007).** Influence of crystal structure on the tableting properties of n-alkyl 4-hydroxybenzoate esters (parabens). *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 96(12), 3324–3333. <https://doi.org/10.1002/jps.20981>
- Ghori, M. U., Conway, B. (2016).** Powder Compaction: Compression Properties of Cellulose Ethers. *British Journal of Pharmacy*, 1, 19–29. <https://doi.org/10.5920/bjpharm.2016.09>
- Janewicz, A., Kosturkiewicz, B. (2016).** Analysis of compressibility and compactibility of lignite and biomass mixture powder. *Przemysł Chemiczny*, 95(8), 1482–1484
- Joiris, E., Martino, P. Di, Berneron, C., Guyot-Hermann, A. M., Guyoy, J. C. (1998).** Compression Behavior of Orthorhombic Paracetamol. *Pharmaceutical Research*, 15(7), 1122–1130
- Keysuke Muramatsu, Andréia Massuquetto, Fabiano Dahlke, Alex Maiorka. (2015).** Factors that Affect Pellet Quality: A Review. *Journal of Agricultural Science and Technology A*, 5(9). <https://doi.org/10.17265/2161-6256/2015.09.002>
- Križan, P., Šooš, L., Matúš, M., Beniák, J., Svátek, M. (2015).** Research of significant densification parameters influence on final briquettes quality. *Wood Research*, 60(2), 301–316
- Krstic, M., Maksimovic, Z., Ibric, S., Bakic, T., Prodanovic, J., Razic, S. (2018).** Lignocellulosic Biomass as A Source of Microcrystalline Cellulose—Chemical and Technological Characterization and Future Perspectives. *Cellulose Chemistry and Technology Cellulose Chem. Technol* (Vol. 52). p.577-588
- Mani, S., Tabil, L. G., Sokhansanj, S. (2006).** Effects of compressive force, particle size and moisture content on mechanical properties of biomass pellets from grasses. *Biomass and Bioenergy*, 30(7), 648–654
- Matúš, M., Križan, P., Kováčová, M., Beniák, J. (2014).** The influence of size fraction on the compressibility of pine sawdust and the effectiveness criterion for densification. *Acta Polytechnica*, 54(1), 52–58 <https://doi.org/10.14311/AP.2014.54.0052>
- Obidziński, S., Joka, M., Luto, E., Bieńczyk, A. (2017).** Research of the densification process of post-harvest tobacco waste. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 62(1), 149–154
- Quyen, T. Van, Nagy, S., Csőke, B. (2017).** Effect of moisture content and particle size on beech biomass agglomeration. *Advances in Agriculture & Botany*, 9(2), 79–89
- Quyen, T. Van, Sándor, N. (2018).** Agglomeration of Acacia Mangium Biomass. *Vietnam Journal of Science and Technology*, 56(2), 198. <https://doi.org/10.15625/2525-2518/56/2/9293>
- Relova, I., Vignote, S., Leon, M. A., Ambrosio, Y. (2009).** Optimisation of the manufacturing variables of sawdust pellets from the bark of *Pinus caribaea* Morelet: Particle size, moisture and pressure. *Biomass and Bioenergy*, 33(10), 1351–1357. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.05.005>
- Rhén, C., Gref, R., Sjöström, M., Wästerlund, I. (2005).** Effects of raw material moisture content, densification pressure and temperature on some properties of Norway spruce pellets *Fuel Processing Technology*, 87(1), 11–16. <https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2005.03.003>
- Shaw, D. M., Karunakaran, C., Tabil, G. L. (2009).** Physicochemical characteristics of densified untreated and steam exploded poplar wood and wheat straw grinds. *Biosystems Engineering*, 2(103), 198–207.
- Sun, C. C. (2011).** Decoding powder tableting: Roles of particle adhesion and plasticity. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 25(4–5), 483–499. <https://doi.org/10.1163/016942410X525678>
- Sun, C. C., Kleinebudde, P. (2016).** Mini review: Mechanisms to the loss of tableting by dry granulation. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*. <https://doi.org/10.1016/j.ejpb.2016.04.003>
- Tabil, L., Adapta, P., Kashaninejad, M. (2011).** Biomass Feedstock Pre-Processing – Part 2: Densification. In M. A. D. S. Bernardes (Ed.), *Biofuel's Engineering Process Technology*. InTech.

5. Omówienie pozostałych osiągnięć

5.1. Osiągnięcia naukowo – badawcze

Moją pracę naukowo – badawczą rozpocząłem w 2001r. jako doktorant w Katedrze Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki, Wydziału Techniki i Energetyki Rolnictwa Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie (obecnie Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie). Od samego początku, moje zainteresowania naukowe związane były z właściwościami ziół materiałów ziarnistych. W ciągu studiów doktoranckich doskonaliłem swój warsztat badawczy, poszerzałem wiedzę z zakresu właściwości ziół materiałów ziarnistych oraz metodyki pomiarów tych właściwości. Pozwoliło mi to na przygotowanie wniosku projektu badawczego „Pomiar liczby punktów styku i powierzchni kontaktu między nasionami”, który uzyskał finansowanie MNiSW (nr: 2 P06R 076 27). Uzyskane finansowanie pozwoliło na wykonanie autorskich stanowisk badawczych i realizację badań na podstawie których przygotowałem rozprawę doktorską. Stopień doktora uzyskałem w 2006r.

W ramach prowadzonych w tym okresie badań, przygotowałem i opublikowałem kilka prac (**II.D.c.25, II.D.c.26, II.D.c.28, II.D.c.30 - 32**). Zawierają one opis autorskich metod pomiaru liczby punktów styku i pola powierzchni kontaktu pomiędzy nasionami oraz wpływu na te parametry takich czynników jak kształt, wilgotność nasion czy siła nacisku (**II.D.b.13, II.D.b.14, II.D.c.19, II.D.d.21, II.D.d.24**). Badania prowadziłem na nasionach roślin uprawnych (zboża, rośliny strączkowe oraz krzyżowe). Kształt nasion to jeden z głównych czynników wpływających na liczbę punktów styku pomiędzy nimi. Ich opis w postaci współczynników kształtu pozwala jednoznacznie określić spłaszczenie bądź wydłużenie – analizę stosowanych współczynników kształtu oraz propozycje nowego współczynnika zawarłem w publikacji (**II.D.c.27**). W pracy badawczej związanej z powyższą tematyką podejmowałem również próby zastosowania nowoczesnych metod takich jak cyfrowa analiza obrazu oraz modelowanie 3D (**II.D.c.11, II.D.c.23**).

Jednocześnie moje zainteresowania naukowe i prace badawcze rozwijałem w kierunku wykorzystania biomasy na cele energetyczne. Obecnie moje prace naukowo – badawcze skupiają się na zagadnieniach związanych z technologiami pozyskania i przetwarzania biomasy do postaci biopaliw stałych oraz dotyczą aspektów jakości uzyskanych biopaliw. Prowadzę badania właściwości surowców biomasowych, procesów wstępnego i właściwego przygotowania surowca oraz procesu ciśnieniowego zagęszczania rozdrobnionej biomasy, która de facto jest materiałem ziarnistym (czyli takim od którego zaczynałem).

W ramach tych prac, od 2005r. wraz ze współpracownikami podjąłem starania mające na celu utworzenie na terenie Wydziału Kolekcji Roślin Energetycznych. Kolekcja ta do dnia dzisiejszego stanowi zaplecze badawcze i dydaktyczne.

Badania prowadzone na szerokiej gamie materiału, miały wieloaspektowy charakter. Pierwszy aspekt skupiał się na określeniu potencjału różnych gatunków roślin i ich przydatności na cele energetyczne (**II.A, II.D.b.6, II.D.b.9, II.D.c.9, II.D.c.10, II.D.c.12, II.D.c.13, II.D.c.20, II.D.d.9, II.D.d.17 - 19, II.D.d.23**). Badania prowadziłem na trawach wieloletnich, bylinach dwuliściennych oraz biomasie drzewnej. Były to gatunki powszechnie uznawane za przydatne do wykorzystania na cele energetyczne, ale i nowe gatunki, których potencjał i przydatność były słabo poznane i realizowane przeze mnie badania można nazwać pionierskimi. Warte podkreślenia są tu badania biomasy takich gatunków jak różnik przerośnięty, rudbekia naga, słonecznik wierzbolistny czy klon jesionolistny. Wyniki tych badań przedstawiono w kilku oryginalnych pracach twórczych (**II.D.c.10, II.D.c.12, II.D.c.20, II.D.d.23**). W pracy badawczej z tego zakresu podkreślałem również zagrożenia towarzyszące wprowadzaniu do upraw energetycznych nowych gatunków. Mowa tu o inwazyjności obcych gatunków oraz o proponowanych sposobach bezpiecznego prowadzenia plantacji, co podkreślałem w opublikowanych pracach (**II.D.c.7, II.D.c.13, II.D.c.20, II.D.d.23**).

Drugi aspekt badań dotyczy wpływu parametrów materiału oraz warunków prowadzenia procesu na przebieg poszczególnych etapów produkcji biopaliw kompaktowanych oraz na właściwości jakościowe uzyskanych brykietów i peletów. Wyniki badań mechanicznych właściwości biomasy miskanta olbrzymiego zawarłem w trzech publikacjach: **(II.D.c.17, II.D.c.18, II.D.c.21)**. Wpływ parametrów surowca i procesu na jakość peletów lub brykietów zawarto w publikacjach: **(II.D.b.2, II.D.b.3, II.D.b.7, II.D.b.8, II.D.c.8, II.D.d.5, II.D.d.12, II.D.d.22)**. Powadziłem również badania procesu ciśnieniowego zagęszczania ziół których wyniki przedstawiłem w publikacjach: **(II.D.d.1, II.D.d.3)**. Inne badania procesu ciśnieniowego zagęszczania dotyczyły: wpływu dodatku biomasy na jakość uzyskanych aglomeratów na bazie RDF **(II.D.c.6)**, możliwości produkcji wysokojakościowych peletów przeznaczonych dla energetyki zawodowej **(II.D.d.12, II.D.d.14)**, oraz możliwości produkcji nawozów granulowanych na bazie pofermentu i popiołu ze spalania biomasy **(II.D.c.4, II.D.c.5, II.D.d.6, II.D.d.13)**.

Trzeci aspekt obejmuje badania mające na celu określenie nakładów energetycznych ponoszonych na procesy przetwarzania biomasy. Publikacje **(II.D.c.2, II.D.c.3, II.D.c.15, II.D.c.16, II.D.c.22)**, zawierają wyniki badań określających nakłady energetyczne ponoszone na procesy zrębkowania, mielenia, peletowania i brykietowania różnego rodzaju biomasy.

Aspekty związane ze zbiorem ale również z likwidacją plantacji roślin energetycznych również były przedmiotem moich badań. Wyniki tych badań zawarłem w publikacjach: **(II.D.b.10, II.D.c.24, II.D.c.29)**.

W sumie jestem współautorem ponad 57 prac naukowych publikowanych w czasopiśmie o zasięgu krajowym i międzynarodowym z czego 20 jest indeksowanych w bazie Web of Science a 16 w bazie Scopus. Suma punktów za dorobek naukowy wynosi: 687 punktów. Indeks Hirscha według bazy Web of Science – 2 a wg bazy Scopus – 3.

Współpraca z innymi jednostkami badawczymi i przemysłem

W ramach działalności naukowo – badawczej współpracuję z innymi jednostkami naukowymi w kraju: Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Politechnika Częstochowska, Instytut Badawczy Leśnictwa w Sękocinie Starym i zagranicą: Uniwersytet Rolniczo-Technologiczny w Kamieńcu Podolskim (Ukraina) . Efektem tej współpracy są prace naukowe: **(II.A, II.D.c.1 – 3, II.D.d.9, II.D.d.10, II.D.d.12, II.D.d.16, II.D.d.18 – 20)**.

Jestem współpomysłodawcą i współtwórcą Laboratorium Technologii Produkcji i Oceny Jakości Biopaliw, które powstało w 2014. Laboratorium od 11.01.2016r. jako pierwsze na Uniwersytecie Rolniczym w Krakowie jest Laboratorium Badawczym akredytowanym przez Polskie Centrum Akredytacji (nr akredytacji AB 1585), **Załącznik 7**. Laboratorium posiada zakres akredytacji w dziedzinie badań właściwości fizycznych paliw stałych wytworzonych z biomasy. Od grudnia 2014 pełnię w nim funkcję Kierownika ds. Jakości. Laboratorium wykonuje analizy techniczne biomasy i biopaliw stałych zlecone przez inne jednostki badawcze oraz przez producentów peletów i brykietów.

W ramach działalności Laboratorium prowadzę prace mające na celu opracowanie wytycznych technologicznych procesu wytwarzania granulatów z różnego typu surowców **(II.I.1 – 5)**. Jestem autorem opinii o innowacyjności **(III.M.1 – 5)**, oraz raportów z badań **(II.E.b.1, II.E.b.4 – 16)**, zleconych przez firmy: Hydroterm Sp. z o.o., BIO ENERGY GROUP Sp. o.o., Biomasa Świętokrzyska Sp. z o.o., Bionowa Sp. z o.o., GiTTech Turewicz Włodzimierz, Meral Sp. z o.o., DAK GPS Sp. z o.o., CERT Sp. z o.o., NPF Jacek Habryło, William's Manufacturing Poland, EKOLOGISTYKA, Pro-Eco-Investment, CHOJMEX Roman Moś, Transhandrol Marek Kiełb Spółka Jawna, PROTECHNIKA.

Realizacja projektów badawczych

W 2008r. zrealizowałem projekt badawczy finansowany przez Rektorski Fundusz Stypendialny, którego efektem było opracowanie zarysu Katalogu Roślin Energetycznych. Opracowanie zawiera: zagadnienia dotyczące możliwości wykorzystywania biomasy roślinnej na cele energetyczne wraz z omówieniem technologii zakładania i prowadzenia plantacji, zbioru oraz przetwarzania plonu w różnego typu biopaliwa, tablice wybranych roślin oraz zestawienie tabelaryczne ich podstawowych właściwości istotnych w uprawie oraz przetwarzaniu.

Byłem głównym wykonawcą w projekcie badawczym nr N N313 153935 p.t.: „Optymalizacja procesu produkcji paliw kompaktowanych wytwarzanych z roślin energetycznych” zakończonym w 2010 r. Celem głównym projektu była analiza głównych etapów produkcji brykietów i peletów oraz optymalizacja procesu produkcji pod kątem minimalizacji nakładów energetycznych ponoszonych na proces przy utrzymaniu najwyższej jakości produktu. Uzyskane wyniki przedstawiono w formie monografii naukowej w której byłem autorem lub współautorem pięciu rozdziałów: **(II.D.b.4 – 8)**.

Byłem wykonawcą w projekcie: "Eko-Ash. Nawóz na bazie popiołów ze spalania biomasy w elektrowniach" w ramach Działania 1.4 Wsparcie projektów celowych w ramach Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka (rok 2014). Nr umowy: UDA-POIG.01.04.00-26-300/13-00.

Byłem wykonawcą w projekcie: "Opracowanie technologii wytwarzania nawozów na bazie odpadów ze spalania węgla, jako elementu zrównoważonego zarządzania składnikami pokarmowymi w produkcji żywności" - Opracowanie technologii granulacji nawozów. Finansowany z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Małopolskiego na lata 2014 – 2020 w ramach „Gospodarka wiedzy”, Działanie 1.2 „Badania i innowacje w przedsiębiorstwach”, Poddziałanie 1.2.3 „Bony na innowacje” (2016). Nr umowy RPMP.01.02.03-12-0022/16.

Byłem wykonawcą w projekcie: „Opracowanie innowacyjnych formuł nawozowych oraz technologii produkcji na bazie odsiewu wapiennego”. Projekt był finansowany z Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Małopolskiego na lata 2014 – 2020 w ramach: „Gospodarka wiedzy”, Działanie 1.2 „Badania i innowacje w przedsiębiorstwach”, Poddziałanie 1.2.3 „Bony na innowacje” (2017r). Nr umowy: RPMP.01.02.03-12-0648/16

Byłem głównym wykonawcą w projekcie "Proekologiczne wytwarzanie nawozów organiczno-mineralnych na bazie odpadów: ubocznych produktów spalania i biogazyfikacji biomasy". Projekt dofinansowany w ramach programu Gekon realizowano w latach 2015-2018. Nr GEKON1/05/214543/38/2015. W ramach projektu realizowałem badania: właściwości składników mieszanek nawozowych, procesu przygotowania mieszanek oraz procesu wytwarzania granulatów nawozowych (badania laboratoryjne oraz badania na linii peletującej). Uzyskane wyniki wykorzystano w pracach koncepcyjnych. Brałem czynny udział w pracach zespołu badawczego których efektem było opracowanie koncepcji stacjonarnej i mobilnej linii do produkcji peletów nawozowych na bazie pofermentu i popiołu. Wyniki badań uzyskane w trakcie realizacji projektu i ich opracowanie zawarto w raportach z poszczególnych etapów badań oraz w opublikowanych pracach naukowych **(II.D.c.4, II.D.c.5, II.D.d.6 – 8 II.D.d.13)**.

Równocześnie byłem głównym wykonawcą projektu „EkoRDF - innowacyjna technologia wytwarzania paliwa alternatywnego z odpadów komunalnych dla elektrowni i elektrociepłowni - kluczowym elementem systemu gospodarki odpadami w Polsce” dofinansowanego również w ramach programu Gekon i realizowany w latach 2015-2017. Nr GEKON2/05/268002/17/2015. W ramach tego projektu realizowałem badania: właściwości surowca i jego skład morfologiczny oraz procesu ciśnieniowej aglomeracji RDF'u. Wraz z zespołem realizującym projekt opracowałem projekt matrycy zagęszczającej dedykowanej do badanego materiału oraz wytyczne technologiczne pozwalające uzyskać granulaty paliwowy o założonych parametrach jakościowych. Efektem pracy zespołu był projekt prototypowej linii produkcyjnej paliwa EkoRDF. Na bazie projektu została zbudowana półtechniczna linia produkcyjna, która stanowi wyposażenie Laboratorium Katedry Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki. Wyniki badań uzyskane w trakcie realizacji projektu i ich

opracowanie zawarto w raportach z poszczególnych etapów badań oraz w publikacjach naukowych (II.D.d.11, II.D.d.14).

Obecnie jestem wykonawcą w projekcie: Opracowanie nowej technologii (znacząco ulepszonej w stosunku do rozwiązań występujących na rynku) produkcji jakościowych peletów energetycznych, drzewnych z dodatkiem innych substratów. Projekt dofinansowany przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości w ramach Poddziałania 2.3.2 Bony na innowacje dla MŚP Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój.

5.2. Osiągnięcia dydaktyczno – popularyzatorskie

Prowadzę zajęcia dydaktyczne zgodne z moim wykształceniem i dorobkiem naukowym. Posiadam certyfikat ECDL CAD oraz certyfikat egzaminatora ECDL CAD, ponadto ukończyłem inne kursy z zakresu CAD, CAM i CNC (**Załącznik 7**).

Jestem koordynatorem i autorem programu zajęć z dwóch przedmiotów „Grafika Inżynierska” i „Cyfrowa analiza obrazu”. Pierwszy z nich jest realizowany na I stopniu wszystkich kierunków studiów prowadzonych przez Wydział Inżynierii Produkcji i Energetyki, tj.: Technika Rolnicza i Leśna, Odnawialne Źródła Energii i Gospodarki Odpadami, Zarządzanie i Inżynieria Produkcji oraz Transport i Logistyka. Prowadzę lub prowadziłem zajęcia z przedmiotów: Części maszyn i teoria mechanizmów, Podstawy inżynierii systemów, Projektowanie systemów technicznych.

Ponadto jestem autorem programu zajęć i prowadzącym zajęcia z przedmiotu „Techniki zagospodarowania przestrzennego terenu z wykorzystaniem AutoCAD’a” oraz współautorem programu zajęć i współprowadzącym zajęcia z przedmiotu „Systemy jakości w produkcji i obrocie biopaliwami stałymi”. Przedmioty opracowane i prowadzone w roku akademickim 2013/2014 w ramach projektu: „Wiedza i umiejętności kluczem do sukcesu inżynierów Ochrony Środowiska oraz Odnawialnych Źródeł Energii i Gospodarki Odpadami” współfinansowany przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Nr umowy: UDA-POKL-04.01.02-00-229/12-00

Jestem współautorem programu studiów podyplomowych „Wykorzystanie biomasy na cele energetyczne” prowadzonych w latach 2009/10 i 2010/11 ramach projektu: Innowacyjna oferta edukacyjna Uniwersytetu Rolniczego im. H. Kołłątaja w Krakowie współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Europejskiego Funduszu Społecznego. Nr umowy: UDA-POKL.04.01.01-00-333/08-00. W ramach tego projektu powstały dwie monografie w których jestem współautorem 4 rozdziałów (**II.D.b.9 – 12**). Byłem również promotorem czterech prac dyplomowych słuchaczy studiów.

Dla uczestników studiów prowadziłem przedmioty: Przetwarzanie biomasy na paliwa stałe, Jakość biopaliw, Zagadnienia związane z zakładaniem, uprawą i utrzymaniem plantacji, Zagadnienia związane z pozyskaniem biomasy na cele energetyczne.

Jestem współautorem programu studiów podyplomowych:

- Systemy jakości biopaliw.
- Technologie energetycznego wykorzystania roślin.

Studia prowadzone były w latach 2013/14 i 2014/15 w ramach projektu: Wzmocnienie potencjału dydaktycznego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie” współfinansowanego przez Unię Europejską w ramach Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki. Nr umowy: UDA-POKL.04.03.00-00-00-165/12-00. W ramach tego projektu powstały dwie monografie których jestem współautorem (**II.D.a.1, II.D.a.2**) i za które, jako współautor, otrzymałem nagrody Komitetu Techniki Rolniczej PAN (**II.J.3, II.J.4**).

Pełniłem funkcję sekretarza studiów „Technologie energetycznego wykorzystania roślin”

Dla uczestników studiów „Technologie energetycznego wykorzystania prowadziłem zajęcia z przedmiotów: Rośliny energetyczne – gatunki, produkcja, logistyka, Kierunki wykorzystania roślin na cele energetyczne.

Dla uczestników studiów „Systemy jakości biopaliw” prowadziłem przedmioty: Technologie produkcji biopaliw z odpadów, osadów i roślin energetycznych, Systemy i ocena jakości biopaliw.

W 2014r. przygotowałem materiały szkoleniowe i prowadziłem szkolenia z tematu: „Obróbka termiczna drewna w technologii Thermowood” w ramach współpracy z Polish Wood Cluster.

W latach 2017 – 2019 prowadziłem dla studentów zajęcia warsztatowe: „Systemy jakości w produkcji i obrocie biopaliwami” realizowane w ramach projektu „Poszukuję specjalistów po UR” współfinansowanego w ramach Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Społecznego.

Byłem promotorem 23 prac magisterskich, 25 prac inżynierskich, 4 prac słuchaczy studiów podyplomowych oraz opiekunem 3 stażystów.

Jestem promotorem pomocniczym pracy doktorskiej której temat: „Wpływ geometrii kanału matrycy na jakość peletu uzyskiwanego z biomasy” jest ściśle związany z tematyką ciśnieniowego zagęszczania biomasy.

Ponadto jestem opiekunem Koła Naukowego Techniki Rolniczej - sekcja Agrofizyka, w którym studenci prowadzą badania związane z zagadnieniami agrofizycznymi a uzyskane wyniki prezentują na krajowych i międzynarodowych sesjach kół naukowych.

Jestem współpomysłodawcą i stałym członkiem komitetu organizacyjnego Międzynarodowej Konferencji Naukowej „Renewable Energy Sources engineering, technology, innovation”, która rokrocznie od 2014r. stwarza możliwość naukowcom, przedsiębiorcom oraz przedstawicielom samorządu lokalnego zapoznania się z najnowszymi wynikami badań związanych z zagadnieniami odnawialnych źródeł energii. W 2018r. byłem Przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego tej konferencji oraz redaktorem monografii zawierającej artykuły konferencyjne **(II.E.a.1)**. Monografia ta wydana przez wydawnictwo Springer, wzorem roku poprzedniego, indeksowana będzie w bazie Web o Science.

Ponadto byłem członkiem komitetów organizacyjnych konferencji naukowych: „International Agricultural Technology Workshops” (2017r.), „Współczesne trendy badawcze w Inżynierii Rolniczej, Jubileusz 40-lecia Wydziału Inżynierii Produkcji i Energetyki” (2017r.), „Agrofizyka w badaniach surowców i produktów rolniczych” (lata 2009, 2006 i 2002). Byłem również członkiem komitetu naukowego Kongresu Młodych Ludzi Nauki w 2015r.

Wykonałem recenzje 19 artykułów publikowanych w czasopismach i materiałach konferencyjnych o zasięgu krajowym i międzynarodowym **(III.P.1 – 6)**.

Wyniki badań zaprezentowałem wygłaszając 12 referatów na konferencjach krajowych i zagranicznych **(II.K1 – 12)**. Jestem również współautorem 76 doniesień konferencyjnych zaprezentowanych w formie posterów lub referatów wygłoszonych przez innego współautora na 35 konferencjach **(III.B)**.

W 2007r. odbyłem tygodniowy staż w Leibnitz Institute for Agricultural Engineering ATB Potsdam-Bornim (Niemcy). Staż realizowano w ramach Europejskiego projektu Marie Curie – Modern Agriculture in Central and Eastern Europe: Tools for the Analysis and Management of Rular Change (MACE). Temat stażu: Agricultural Technologies for Sustainable and Efficient Production, Processing and Use of Biomass.

Odbyłem dwa miesięczne staże naukowe w Państwowym Podolskim Uniwersytecie Rolniczo-Technologicznym w Kamieńcu Podolskim (Ukraina). Tematyka stażu obejmowała aspekty technik i technologii przetwarzania biomasy na cele energetyczne. Pokłosiem tych staży jest współpraca naukowa. Uniwersytet Rolniczo-Technologiczny był współorganizatorem 4 i 5 edycji Konferencji OZE, pracownicy Uniwersytetu odbywali staże naukowe na UR w Krakowie pod moją opieką, a wyniki wspólnych badań można znaleźć w publikacjach **(II.D.b.1, II.D.d.18, II.D.d.19)**.

Do 2007r. byłem Pełnomocnikiem Dziekana ds. wdrażania programu USOS na Wydziale Agrotechnologii. W latach 2013-2016 byłem członkiem Dziekańskiej Komisji ds. Oceny Parametrycznej.

Jestem członkiem Rady Wydziału, członkiem Rady Kierunku Zarządzanie i Inżynieria Produkcji oraz członkiem Wydziałowej Komisji Wyborczej.

Biorę czynny udział w prezentacji UR podczas: Festiwalu Nauki i Sztuki w Krakowie, Małopolskiej Nocy Naukowców, Dni Otwartych UR oraz prezentacja Laboratoriów Katedry Inżynierii Mechanicznej i Agrofizyki w ramach promocji Wydziału.

Za wyróżniająca się działalność naukową, dydaktyczną i organizacyjną otrzymałem łącznie 8 nagród Rektora i Medal Brązowy za Długoletnią Służbę przyznany przez Prezydenta RP w 2018r (II.J.1, II.J2, III.D.1 – 4).

Jestem członkiem dwóch towarzystw naukowych: Polskie Towarzystwo Inżynierii Rolniczej i Polskie Towarzystwo Agrofizyczne.

Uczestniczę w licznych kursach i szkoleniach doskonalących mój warsztat oraz podnoszących moje kwalifikacje naukowe i dydaktyczne. Dokumenty potwierdzające powyższą aktywność zawiera Załącznik 7.

6. Sumaryczne zestawienie dorobku naukowo - badawczego, popularyzatorskiego, dydaktycznego i organizacyjnego przed i po uzyskaniu stopnia doktora

I.p.	Kryterium według §3 p.5, §4 i §5	LICZBA	
		Przed uzyskaniem stopnia doktora	Po uzyskaniu stopnia doktora
1.	Publikacje naukowe w czasopismach z bazy <i>Journal Citation Reports (JCR)</i>	–	1
2.	Udzielone patenty	–	–
3.	Wynalazki oraz wzory użytkowe i przemysłowe, które zostały wystawione na międzynarodowych lub krajowych wystawach lub targach	–	–
	Monografie, publikacje naukowe w czasopismach innych niż znajdujące się w bazie <i>JCR</i> :	(3)	(70)
	a. Monografie.	–	3
	b. Rozdziały w monografiach.	–	14
4.	c. Publikacje naukowe w czasopismach krajowych.	3	29
	d. Publikacje naukowe indeksowane w bazach Web of Science i Scopus.	–	24
	SUMA PUNKTÓW: 687	12	675
5.	Opracowania zbiorowe, katalogi zbiorów, dokumentacja prac badawczych, ekspertyzy	–	19
6.	Sumaryczny <i>Impact Factor (IF)</i> według listy <i>JCR</i> , zgodnie z rokiem opublikowania prac	–	3.358
	Liczba cytowań publikacji według bazy:		
7.	a. Web of Science (<i>WoS</i>): suma cytowań / bez autocytowań.	–	18/1
	b. Scopus: suma cytowań / bez autocytowań.	–	28/b.d.
	c. Google Scholar: suma cytowań / bez autocytowań.	–	259/b.d.

8.	Indeks Hirscha według bazy Web of Science (WoS)/Scopus/Google Scholar	–	2/3/9
9.	Kierowanie projektami badawczymi: Udział w projektach badawczych:	– 1	– 7
10.	Międzynarodowe i krajowe nagrody za działalność naukową	–	4
11.	Wygłoszenie referatów na tematycznych konferencjach: a. Międzynarodowych. b. Krajowych.	(5) 1 4	(7) 3 4
12.	Uczestnictwo w programach europejskich oraz innych programach międzynarodowych i krajowych	–	4
13.	Aktywny udział w konferencjach naukowych: a. Międzynarodowych. b. Krajowych.	(7) 1 6	(28) 14 14
14.	Udział w komitetach organizacyjnych konferencji naukowych: a. Międzynarodowych. b. Krajowych.	(1) 1 –	(9) 5 4
15.	Otrzymane nagrody i wyróżnienia inne niż wymienione wyżej	–	7
16.	Udział w konsorcjach i sieciach badawczych	–	–
17.	Kierowanie projektami realizowanymi we współpracy z naukowcami innych ośrodków polskich i zagranicznych oraz we współpracy z przedsiębiorcami	–	–
18.	Udział w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism	–	–
19.	Członkostwo w krajowych organizacjach oraz towarzystwach naukowych	2	2
20.	Osiągnięcia dydaktyczne i w zakresie popularyzacji nauki	1	5
21.	Opieka naukowa nad studentami	–	57
22.	Opieka naukowa nad doktorantami w charakterze promotora pomocniczego	–	1
23.	Staża w ośrodkach naukowych lub akademickich	–	3
24.	Wykonane ekspertyzy lub inne opracowania na zamówienie	–	6
25.	Udział w zespołach eksperckich i konkursowych	1	1
26.	Recenzowanie projektów międzynarodowych i krajowych	–	–
27.	Recenzowanie publikacji w czasopismach: a. Międzynarodowych. b. Krajowych.	– –	(19) 12 7
28.	Inne osiągnięcia	2	3

Liczba spełnionych kryteriów: **9/28** **22/28**

