



Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Rada Naukowa Dyscypliny Rolnictwo i Ogrodnictwo
ul. M. Oczapowskiego 2
10-719 Olsztyn

za pośrednictwem:

Rady Doskonałości Naukowej

pl. Defilad 1

00-901 Warszawa

(Pałac Kultury i Nauki, p. XXIV, pok. 2401)

Ewelina Olba-Zięty
Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Wydział Rolnictwa i Leśnictwa
Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców

Wniosek

z dnia 29 sierpnia 2023 r.

o przeprowadzenie postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego
w dziedzinie **nauk rolniczych** w dyscyplinie¹ **rolnictwo i ogrodnictwo**.

Określenie osiągnięcia naukowego będącego podstawą ubiegania się o nadanie stopnia doktora habilitowanego:

Osiągnięciem naukowym wynikającym z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy jest cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych pod tytułem:

„Ekonomiczne aspekty produkcji biomasy lignocelulozowej roślin wieloletnich jako surowca dla biogospodarki”.

Wniosuję – na podstawie art. 221 ust. 10 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. z 2021 r. poz. 478 zm.) – aby komisja habilitacyjna podejmowała uchwałę w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego w głosowaniu **tajnym/jawnym***²

Zostałem poinformowany, że:

Administratorem w odniesieniu do danych osobowych pozyskanych w ramach postępowania w sprawie nadania stopnia doktora habilitowanego jest Przewodniczący Rady Doskonałości Naukowej z siedzibą w Warszawie (pl. Defilad 1, XXIV piętro, 00-901 Warszawa).

Kontakt za pośrednictwem e-mail: kancelaria@rdn.gov.pl, tel. 22 656 60 98 lub w siedzibie organu.

Dane osobowe będą przetwarzane w oparciu o przesłankę wskazaną w art. 6 ust. 1 lit. c) Rozporządzenia UE 2016/679 z dnia z dnia 27 kwietnia 2016 r. w związku z art. 220 - 221 oraz art. 232 – 240 ustawy z dnia 20 lipca 2018 roku - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, w celu

¹ Klasyfikacja dziedzin i dyscyplin wg. rozporządzenia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z dnia 20 września 2018 r. w sprawie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych oraz dyscyplin w zakresie sztuki (Dz. U. z 2018 r. poz. 1818).

² * Niepotrzebne skreślić.

przeprowadzenie postępowania o nadanie stopnia doktora habilitowanego oraz realizacji praw i obowiązków oraz środków odwoławczych przewidzianych w tym postępowaniu.

Szczegółowa informacja na temat przetwarzania danych osobowych w postępowaniu dostępna jest na stronie www.rdn.gov.pl/klauzula-informacyjna-rodo.html

Ewelina Olba-Dzięty
(podpis wnioskodawcy)

Załączniki:

1. Dane wnioskodawcy.
2. Kopia dokumentu potwierdzającego posiadanie stopnia doktora.
3. Autoreferat przedstawiający opis kariery zawodowej oraz istotnej aktywności naukowej realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej.
4. Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo.
5. Kopie dokumentów potwierdzających informacje zawarte w autoreferacie oraz wykazie osiągnięć naukowych.



Autoreferat

przedstawiający opis kariery zawodowej oraz istotnej aktywności naukowej
realizowanej w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej

dr Ewelina Olba-Zięty

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie
Wydział Rolnictwa i Leśnictwa
Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców

Spis treści

1. Imię i nazwisko.....	3
2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne.....	3
3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.....	3
4. Omówienie osiągnięć, o których mowa 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.).	4
4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego	4
4.2. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe.....	4
4.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich wykorzystania.....	6
4.3.1. Wstęp	6
4.3.2. Cel badań	9
4.3.3. Omówienie wyników	9
4.3.4. Podsumowanie.....	31
4.4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych.....	34
4.4.1. Osiągnięcia naukowo-badawcze w okresie przed uzyskaniem stopnia doktora.....	34
4.4.2. Osiągnięcia naukowo-badawcze w okresie po uzyskaniu stopnia doktora.....	35
4.5. Literatura cytowana w punkcie 4.....	40
5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej	50
6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.....	56
6.1. Osiągnięcia dydaktyczne	56
6.2. Osiągnięcia organizacyjne.....	59
6.3. Osiągnięcia popularyzujące naukę.....	59
7. Inne ważne informacje dotyczące kariery zawodowej.....	60

1. Imię i nazwisko.

Ewelina Olba-Zięty

2. Posiadane dyplomy, stopnie naukowe lub artystyczne

– z podaniem podmiotu nadającego stopień, roku ich uzyskania oraz tytułu rozprawy doktorskiej.

2008 – doktor nauk rolniczych w zakresie kształtowanie środowiska – klimatologia, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa;

Tytuł rozprawy doktorskiej: „Klimatyczne zagrożenia środowiska w Polsce północno-wschodniej”.

2005 – Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Studia podyplomowe: zarządzanie i obrót nieruchomościami.

2004 – Uniwersytet Gdański, Studium Pedagogiczne

2004 – magister, kierunek ochrona środowiska, Uniwersytet Gdański, Wydział Chemii.

3. Informacja o dotychczasowym zatrudnieniu w jednostkach naukowych lub artystycznych.

od 01.03.2020 - Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców, Wydział Rolnictwa i Leśnictwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, adiunkt.

2015-2020 - Katedra Hodowli Roślin i Nasiennictwa, Wydział Kształtowania Środowiska i Rolnictwa, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, specjalista.

2016-2017 - HERBERRY sp. z o.o. asystent naukowy – technolog.

2014-2015 - Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania im. Prof. T. Kotarbińskiego, Kierownik zespołu wdrożeniowego.

2010-2015 - Centrum Badań Energii Odnawialnej, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, koordynator prac projektowych instalacji ekoenergetycznych.

2008-2015 - Ośrodek Dydaktyczno-Doświadczalny, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, specjalista ds. zarządzania projektami.

4. Omówienie osiągnięć, o których mowa 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.).

4.1. Tytuł osiągnięcia naukowego

„Ekonomiczne aspekty produkcji biomasy lignocelulozowej roślin wieloletnich jako surowca dla biogospodarki”

4.2. Wykaz publikacji stanowiących osiągnięcie naukowe

Osiągnięciem naukowym wynikającym z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy jest cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych (publikacji P1-P5):

P1. Stolarski M.J.[✉], Olba-Zięty E., Rosenqvist H., Krzyżaniak M. 2017. Economic efficiency of willow, poplar and black locust production using different soil amendments. *Biomass and Bioenergy*. 106, 74-82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.08.019>.

(IF 3,358 MNiSW 35 pkt., cytowania WoS: 22, Scopus: 22).

Wkład habilitantki w powstanie pracy polegał na współopracowaniu koncepcji badań i metodyki, wykonaniu badań, analizie i walidacji danych, opracowaniu wyników badań i ich analizie w tym statystycznej, wizualizacji danych, sformułowaniu wniosków, napisaniu i redakcji oryginalnej (wstępnej) i końcowej (po recenzjach) wersji pracy.

P2. Olba-Zięty E.[✉], Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Gołaszewski J. 2020. Environmental external cost of poplar wood chips sustainable production. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119854. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119854>.

(IF 9.297, MNiSW 140 pkt., cytowania WoS: 8, Scopus: 9).

Wkład habilitantki w powstanie pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań i metodyki, zebraniu i dostarczeniu danych badawczych, wykonaniu badań z użyciem specjalistycznego oprogramowania, opracowaniu wyników badań i ich analizie, analizie i walidacji danych, opracowaniu przeglądu literatury, wizualizacji danych, sformułowaniu wniosków, napisaniu i redakcji oryginalnej (wstępnej) i końcowej (po recenzjach) wersji pracy, sformułowanie wniosków, administrowaniu projektu, przeprowadzeniu manuskryptu przez cały proces wydawniczy.

P3. Olba-Zięty, E.[✉], Stolarski, M.J., Krzyżaniak, M., Warmiński, K. 2020. Willow Cultivation as Feedstock for Bioenergy-External Production Cost. *Energies* 13(18), 4799. <https://doi.org/10.3390/en13184799>.

(IF 3.004, MNiSW 140 pkt., cytowania WoS: 3, Scopus: 3).

Wkład habilitantki w powstanie pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań i metodyki, wykonaniu badań z użyciem specjalistycznego oprogramowania, analiza formalna i przeprowadzenie badań, dostarczeniu zasobów i utrzymywaniu danych badawczych, opracowaniu wyników badań i ich analizie w tym statystycznej, analizie i walidacji danych, opracowaniu przeglądu literatury, napisaniu i redakcji oryginalnej (wstępnej) i końcowej (po recenzjach) wersji pracy, wizualizacji danych, sformułowaniu wniosków, administrowaniu projektu, przeprowadzeniu manuskryptu przez cały proces wydawniczy.

P4. Zięty J. J.[✉], Olba-Zięty E., Stolarski M. J., Krzykowski M., Krzyżaniak M. 2022. Legal framework for the sustainable production of short rotation coppice biomass for bioeconomy and bioenergy *Energies* 15(4), 1370. <https://doi.org/10.3390/en15041370>.

(IF 3,200, MEiN 140 pkt., cytowania WoS: 3, Scopus: 4).

Wkład habilitantki w powstanie pracy polegał na współpracowaniu koncepcji badań i metodyki, wykonaniu badań z użyciem specjalistycznego oprogramowania, analiza formalna i przeprowadzenie badań, dostarczeniu zasobów i utrzymywaniu danych badawczych, opracowaniu wyników badań i ich analizie w tym statystycznej, analizie i walidacji danych, opracowaniu przeglądu literatury, napisaniu i redakcji oryginalnej (wstępnej) i końcowej (po recenzjach) wersji pracy, wizualizacji danych, sformułowaniu wniosków, wizualizacji danych i rezultatów oraz nadzorze nad przygotowaniem pracy.

P5. Olba-Zięty E.[✉], Stolarski M. J. Krzyżaniak, M., Rój E., Tyśkiewicz K. Łuczyński M. K. 2022. Supercritical production of extract from poplar containing bioactive substances – an economic analysis. *Industrial Crops and Products*, 184, 115094. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115094>.

(IF 5,900, MEiN 200 pkt. cytowania WoS: 4, Scopus: 4).

Wkład habilitantki w powstanie pracy polegał na współpracowaniu koncepcji badań i metodyki, pozyskaniu finansowania i wykonaniu badań, administracji nad projektem, dostarczeniu zasobów i utrzymywaniu danych badawczych, opracowaniu wyników badań i ich analizie w tym statystycznej, analizie i walidacji danych, opracowaniu przeglądu literatury, wizualizacji danych, sformułowaniu wniosków, napisaniu i redakcji oryginalnej (wstępnej) i końcowej (po recenzjach) wersji pracy, przeprowadzeniu manuskryptu przez cały proces wydawniczy.

[✉] Autora korespondencyjnego publikacji oznaczono symbolem koperty.

Artykuł naukowy nr **P1**, jest wynikiem badań współfinansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych pt. „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii” Zadania Badawczego nr 4 pt. „Opracowanie zintegrowanych technologii wytwarzania paliw i energii z biomasy, odpadów rolniczych i innych”

Artykuł naukowy nr **P2**, jest wynikiem badań współfinansowanych przez H2020 Grant Agreement 727740 Research and Innovation Programme - European Commission w ramach projektu STAR-ProBio (Sustainability Transition Assessment and Research of Bio-based Products) oraz finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – Biostrateg III; projekt pt. „Bioprodukty z biomasy lignocelulozowej pozyskanej z gruntów marginalnych w celu wypełnienia luki obecnej w narodowej biogospodarce” (BIOmagic), nr projektu: BIOSTRATEG3/344253/2/NCBR/2017.

Artykuł naukowy nr **P3**, jest wynikiem badań finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – Biostrateg III; projekt pt. „Bioprodukty z biomasy lignocelulozowej pozyskanej z gruntów marginalnych w celu wypełnienia luki obecnej w narodowej biogospodarce” (BIOmagic), nr projektu: BIOSTRATEG3/344253/2/NCBR/2017.

Artykuł naukowy nr **P4**, jest wynikiem badań finansowanych przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski 24.610.043—110 Wydział Rolnictwa i Leśnictwa, Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców (grant No. 30.610.007-110) i współfinansowany przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego INTERREG w ramach projektu “Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region” (BalticBiomass4Value-BB4V), No. #R095; Nr. 5047/INTERREG BSR/2019/2.

Artykuł naukowy nr **P5**, jest wynikiem badań finansowanych przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski 24.610.043—110 Wydział Rolnictwa i Leśnictwa, Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców (grant No. 30.610.007-110) i badań finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – Biostrateg III; projekt pt. „Bioprodukty z biomasy lignocelulozowej pozyskanej z gruntów marginalnych w celu wypełnienia luki obecnej w narodowej biogospodarce” (BIOmagic), nr projektu: BIOSTRATEG3/344253/2/NCBR/2017.

Kopie artykułów **P1-P5** zamieszczono w załączniku nr 5.

4.3. Omówienie celu naukowego ww. prac i osiągniętych wyników wraz z omówieniem ich wykorzystania

4.3.1. Wstęp

Rosnące zapotrzebowanie na energię odnawialną wzmogło zainteresowanie biomasą jako źródłem energii [Goor i in. 2000]. Biomasa jest szeroko wykorzystywana do wytwarzania energii odnawialnej [Cook i Beyea 2000, Hall 1997]. Jednak rozwój koncepcji zrównoważenia, w którym troska o środowisko jest równie ważna jak postęp gospodarczy i społeczny, powoduje, że biomasa powinna być produkowana po możliwie najniższych kosztach produkcji przy jak najmniejszym negatywnym wpływie na środowisko [Fokaides i in. 2015]. Jeżeli w ten sposób powstaną nowe, stabilne miejsca pracy, to główne kryteria zrównoważonego rozwoju wydają się być spełnione. Przeprowadzone analizy wskazują, że możliwe jest zaspokojenie zapotrzebowania na biopaliwa i biomasę bez wpływu na produkcję żywności [Pleguezuelo i in. 2015], zwłaszcza gdy produkcja roślin prowadzona jest na gruntach marginalnych lub biomasa jest pozostałością poprodukcyjną [Acuña i in. 2018, Glithero i in. 2015, Liu i in. 2017, Nilsson i in. 2015, Schweier i Becker 2013, Soldatos 2015, Wagner 2019, Wunsch i in. 2012].

Koncepcją, która zyskała na znaczeniu w ostatnich latach jest rozwój biogospodarki, czyli gospodarki opartej na surowcach z biomasy. Jest to kolejny trend, który spowodował zainteresowanie biomasą do celów innych niż żywność i pasza [Philp 2018]. Na przestrzeni ostatnich lat zmieniał się również rozkład produkowanej biomasy. Poza produkcją na potrzeby żywności i pasz wzrosło jej znaczenie jako surowca do wytwarzania energii cieplnej [Lantz i in. 2014, McKenney i in. 2011], energii elektrycznej [Goor i in. 2000, Pereira i in. 2016, García-Velásquez i in. 2020, Khanna i in. 2008], biopaliw stałych [Yuldashev i in. 2020], biogazu [Auburger i in. 2016, Corno i in. 2015, Wagner i in. 2019, Wunsch i in. 2012, Yin i in. 2019] i biopaliw ciekłych [Akgul i in. 2012, Forleo i in. 2018, Millinger, i in. 2018, Nguyen i in. 2008, Shooshtarian i in. 2018]. Rozwój koncepcji biorafinerii wieloproduktowych i kaskadowego wykorzystania biomasy spowodował zainteresowanie uprawami wieloletnimi, w tym uprawami o krótkiej rotacji (short rotation coppice - SRC) uprawianymi również do innych celów, np. do produkcji biochemikaliów [Brereton i in. 2017, Haveren i in. 2008] lub substancji bioaktywnych wykorzystywanych jako surowiec do bioproduktów farmaceutycznych lub weterynaryjnych [Malm i in. 2020, Tyśkiewicz i in. 2019].

Poszukiwanie upraw spełniających kryteria zrównoważonego rozwoju i stanowiących dobry surowiec dla bioenergii i biogospodarki było przedmiotem wielu prac [Krzyżaniak i in. 2014, Maaß i Grundmann 2016, Mola-Yudego i Aronsson 2008], z których wiele określało specyficzne warunki ich uprawy [Manzone i in. 2009], zbioru [Eisenbies i in. 2020, Spinelli i in. 2011, 2012, 2013, 2021, 2016, Vanbeveren i in. 2015, 2017a, 2017b, 2018] oraz czynniki wpływające na plon z jednostki powierzchni [Bergante i in. 2016], wpływ uprawy na emisję gazów cieplarnianych (greenhouses gases - GHG) [Amponsah i in. 2014, O'Loughlin i in. 2018] i na środowisko [Krzyżaniak i in. 2016, McCalmont i in.

2017, Perrin i in. 2017,]. Metody matematyczne zastosowali Bender i in. [2016], Hauk i in. [2015], Salles i in. [2019] oraz Sleight i in. [2016a, 2016b] do oceny plonów; przez Havličkovą i in. [2011] oszacowanie ceny biomasy SRC; oraz przez Franka i in. [2018] w celu oszacowania zarówno minimalnej ceny sprzedaży, jak i wartości bieżącej netto (net present value – NPV).

Jednym z głównych czynników wpływających na wybór roślin wieloletnich do komercyjnego wykorzystania na cele energetyczne lub bioprodukcyjne, poza wielkością plonów, była ekonomiczna opłacalność produkcji, która zawsze miała decydujący wpływ na decyzję rolnika o podjęciu bądź nie podjęciu uprawy tego rodzaju roślin. Opłacalność produkcji jest wciąż kluczowym elementem w biogospodarce. O sukcesie bioproduktów i ich pozytywnym wpływie na środowisko możemy mówić dopiero wtedy, gdy znajdzie się konsument, a najlepiej grupa konsumentów, którzy zapłacą określoną cenę za te bioprodukty, co spowoduje, że staną się one konkurencyjne na rynku.

Ocena kosztów w cyklu życia (Life Cycle Costing – LCC), narzędzie dedykowane do analizy ekonomicznej produktu, jest zdefiniowane jako suma wszystkich kosztów w całym cyklu życia produktu [Finnveden i Moberg 2005]. Koszty wewnętrzne produkcji produktu, zarówno bezpośrednie jak i pośrednie, znajdują odzwierciedlenie w cenie produktu. Ocena opłacalności jest elementem analizy każdego produktu, ale pomija całą grupę kosztów generowanych w łańcuchu jego życia. Koszty te to koszty zewnętrzne związane z środowiskowym wpływem wielu elementów/etapów produkcji. Koszty zewnętrzne to koszt ponoszony głównie przez społeczeństwo poprzez podatki, odszkodowania, płatności medyczne, płatności ubezpieczeniowe, a także straty w jakości środowiska i kapitale naturalnym [Dascalu i in. 2010]. Według Stern Review: Economics of Climate Change [2006], zmiany klimatu są najgłębszym przykładem niedoskonałości rynku i nazywane są zewnętrznymi aspektami ekonomicznymi. Prowadzi to do nieefektywnego wykorzystania zasobów społeczeństwa, przez co społeczeństwo jest biedniejsze niż mogłoby być inaczej. Zewnętrzne aspekty środowiskowe wynikają nie tylko ze zmian klimatu, ale także ze zmian jakości powietrza, wody i gleby, powodując wpływ na zdrowie ludzi, rozwinięte środowisko i ekosystemy [Stern 2006].

Wycena pieniężna, jest jednym z podejść wazących w Ocenie cyklu życia (Life Cycle Assessment – LCA), [Pizzol i in. 2017]. LCA to standaryzowana metoda [ISO 14040–44] oceny ilościowej całkowitego wpływu na środowiskowo produktów lub usług w cyklu ich życia. LCA jest podejściem całościowym z punktu widzenia środowiska, ale dopiero integracja jej wyników z oceną ekonomiczną pozwala decydom kompleksowo ocenić wpływ na produkt, środowisko i gospodarkę [Cherubini i in. 2009, Heller i in. 2003, Krzyżaniak i in. 2016, Tonini i in. 2012].

Wartości pieniężne emisji odzwierciedlają koszt społeczny lub koszt wprowadzenia zanieczyszczeń do środowiska. Wyrażone są w euro za kilogram substancji zanieczyszczającej. Koszty środowiskowe wskazują na utratę dobrobytu wynikającą z jednego dodatkowego kilograma zanieczyszczeń lub decybeli hałasu emitowanego do środowiska. Wykorzystanie kosztów środowiskowych w ocenie cyklu życia pozwala wycenić ślad środowiskowy generowany przez dany produkt czy usługę.

Do wyceny monetarnej wpływu produktu lub usługi na środowisko wykorzystywane są różne metody: tj: koszty redukcji, zachowania zapobiegające, ograniczenia budżetowe, wycena warunkowa, koszty szkód, cena rynkowa, gotowość do zapłaty, gotowość do akceptacji na podstawie których wyznaczone są współczynniki wyceny pieniężnej [Amadei i in. 2021].

Dynamiczna dyskusja i próba oszacowania monetowej wartości kosztów zewnętrznych była prowadzona w literaturze w latach 1999 – 2017, zwłaszcza w pierwszej dekadzie tego okresu [Ahlroth, 2009, Bickel i Friedrich 2005, De Bruyn, i in. 2010, Eldh, i Johansson 2006, Finnveden i Moberg, 2005, Itsubo 2000, Jolliet i in. 2003, Steen 1999, Vogtländer i in. 2001]. Na podstawie tych wyników powstało również kilka prac przeglądowych m.in. Finnveden [1999] Pizzol i in. [2015], Arendt i in. [2020], Amadei i in. [2021].

Wycena pieniężna może być użytecznym narzędziem w wielu sytuacjach, wspierającym czystsza produkcję, na przykład: (1) menedżerowie ds. ochrony środowiska mogą ją wykorzystać do zidentyfikowania znaczących wpływów; (2) może służyć jako kryterium odcięcia dla procesów jednostkowych i kategorii wpływu uwzględnionych w LCA; (3) może pomóc w dokonaniu wyboru spośród alternatywnych produktów w tym sensie, że koszty środowiskowe można porównać z wartością stworzoną przez produkt; (4) może pomóc w rozwoju produktu, identyfikując punkty kontrolne na niektórych etapach procesu rozwoju; (5) może mieć wpływ na rozpatrzenie wniosku o pozwolenie, w przypadku którego przedsiębiorstwo musi zaakceptować środki redukcji emisji, które są ekonomicznie opłacalne i racjonalne z punktu widzenia ochrony środowiska; (6) jest przydatna w raportowaniu kosztów środowiskowych przedsiębiorstwa; (7) dostarcza miary ryzyka finansowego związanego z inwestycją [Isacs i in. 2016].

W biogospodarce znaczenie oceny kosztów zewnętrznych zyskuje uwagę zarówno w literaturze, jak i wśród praktyków. Literatura przedmiotu wskazuje na znaczenie opracowania i wdrożenia metod kalkulacji kosztów cyklu życia z punktu widzenia cyklu życia przepływu produktu/materiału, co pokazuje, jak ta metoda może pomóc w zarządzaniu przedsiębiorstwami o obiegu zamkniętym. Wyniki uzyskane dzięki koncepcji LCC i efektom zewnętrznym wskazują na korzyści ekonomiczne i redukcję CO₂ Albuquerque i in. [2019]. Zdecydowana większość badań przedstawiona w przeglądzie D'Amato, [2019], dotyczącym oceny cyklu życia produktów wykorzystywała analizy oceny środowiskowego cyklu życia LCA (86%), podczas gdy 10% wykorzystywało metody mieszane: spośród których tylko w trzech badaniach zastosowano ocenę kosztów w cyklu życia LCC. Sama metoda środowiskowej oceny kosztów w cyklu życia (Environmental Life Cycle Costing – ELCC) której częścią jest wyznaczanie kosztów zewnętrznych w obszarze badań rolniczych również dotąd nie była często wykorzystywana w ocenie ekonomicznej, a jeśli była to nie uwzględniania wszystkich kosztów w każdym etapie LCC [Peña i Rovira-Val 2020].

4.3.2. Cel badań

Głównym celem badań w ramach osiągnięcia naukowego była ocena ekonomiczna obejmująca wewnętrzne i zewnętrzne koszty produkcji biomasy lignocelulozowej roślin wieloletnich jako surowca dla biogospodarki. Natomiast cele szczegółowe obejmowały:

1. W ramach **P1**: (i) ocenę kosztów i opłacalności produkcji zrębków trzech gatunków wieloletnich roślin lignocelulozowych uprawianych w krótkich rotacjach (SRC) (wierzba, topola, robinia akacjowa) w zależności od metody wzbogacania gleby oraz (ii) analizę wrażliwości produkcji zrębków dla wyżej wymienionych wariantów, w zależności od zmiany cen biomasy i odległości transportu zrębków do użytkownika końcowego.
2. W ramach **P2**: oszacowanie zewnętrznych środowiskowych kosztów produkcji i zbioru topoli uprawianej w krótkich rotacjach do produkcji zrębków w zależności od sposobu wzbogacania gleby.
3. W ramach **P3**: (i) ocenę zewnętrznych kosztów środowiskowych produkcji zrębków siedmiu genotypów wierzby, w tym uprawy, zbioru, rozdrabniania i transportu; (ii) zidentyfikowanie etapów produkcji odpowiedzialnych za generowanie koszty zewnętrzne oraz (iii) określenie, w których kategoriach oddziaływania na środowisko generowane są najwyższe koszty zewnętrzne.
4. W ramach **P4**: ustalenie czy założenie plantacji wierzby (*Salix* spp.) i topoli (*Populus* spp.) uprawianych w krótkich rotacjach było opłacalne ekonomicznie i czy przepisy prawne wspierały ten rodzaj produkcji.
5. W ramach **P5**: określenie kosztów cyklu życia i rentowności produkcji dla wybranego łańcucha wartości bioproduktów: (i) ekstraktu oraz (ii) peletu z biomasy topoli przetwarzanej w biorafinerii.

4.3.3. Omówienie wyników

Cel 1. Celem badania była (i) ocena kosztów i opłacalności produkcji zrębków trzech gatunków wieloletnich roślin lignocelulozowych uprawianych w krótkich rotacjach (SRC) (wierzba, topola, robinia akacjowa) w zależności od metody wzbogacania gleby oraz (ii) analiza wrażliwości produkcji zrębków dla wyżej wymienionych opcji, w zależności od zmiany cen biomasy i odległości transportu zrębków do użytkownika końcowego.

Pierwsza praca (**P1**), otwierająca prezentowany cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych, przedstawia wyniki badań obejmujących wewnętrzne koszty produkcji zrębków wierzby (*Salix viminalis*, odmiana Żubr), topoli (*Populus nigra* x *P. Maximowiczii* Henry cv. Max-5) oraz robinii akacjowej (*Robinia pseudoacacia* L.).

Podstawą badań było doświadczenie polowe przeprowadzone w latach 2010-2013 na glebie marginalnej. Doświadczenie przeprowadzono w północno-wschodniej Polsce na gruntach należących do Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie (UWM). Pierwszym czynnikiem eksperymentalnym były trzy gatunki SRC: wierzba topola i robinia akacjowa. Drugim czynnikiem były sposoby wzbogacania gleby i obejmowały one następujące warianty (obiekty): zastosowanie ligniny (L) jako pozostałości poprocesowych z produkcji papieru; nawożenie mineralne (F); zastosowanie szczepionki mikoryzowej (M); zastosowanie ligniny i nawożenia mineralnego łącznie (LF); szczepionka mikoryzowa i nawożenie mineralne łącznie (MF); zastosowanie ligniny i szczepionki mikoryzowej łącznie (LM); zastosowanie ligniny, szczepionki mikoryzowej i nawożenia mineralnego łącznie (LMF) oraz kontrola bez wzbogacania gleby (C).

Analizę efektywności ekonomicznej wzrostu i produkcji zrębków przedstawiono w odniesieniu do wydajności uzyskanej suchej biomasy w pierwszym czteroletnim cyklu zbioru. W strukturze kosztów uwzględniono zabiegi: orka zimowa, talerzowanie (2x), bronowanie (2x), wyznaczanie miejsc sadzenia, sadzenie ręczne, odchwaszczanie mechaniczne (3x), wzbogacanie gleby zgodnie z przyjętym scenariuszem, zbiór wraz z przygotowaniem zrębków, transport polowy i drogowy zrębków oraz likwidacja plantacji. Zrębki były transportowane do odbiorcy końcowego w postaci świeżej biomasy. W pracy rozważano cztery odległości transportowe 25, 50, 100 i 200 km. Uwzględniono również podróże powrotne. Okres użytkowania plantacji obejmował 20 lat. Cena świeżych zrębków została oszacowana na podstawie wartości opałowej na poziomie 4,85 € GJ⁻¹. Aby porównać rentowność produkcji SRC w analizowanych scenariuszach wzbogacania gleby, obliczono wartość bieżącą netto (NPV) oraz wewnętrzną stopę zwrotu (IRR). Obliczenia nie obejmowały dotacji bezpośrednich dostępnych w ramach wspólnej polityki rolnej, dotacji do produkcji ani kosztów zakupu gruntu.

Wielkość plonu była różna dla badanych gatunków i sposobów wzbogacania gleby i wahała się od 1,63 do 10,49 Mg ha⁻¹ rok⁻¹ s.m., odpowiednio dla robinii akacjowej uprawianej w wariantcie kontrolnym (C) i topoli uprawianej w wariantcie, w którym ligninę stosowano w połączeniu z nawożeniem mineralnym (LF). W przypadku topoli i robinii akacjowej najwyższy plon uzyskano po zastosowaniu ligniny i nawożenia mineralnego, natomiast w przypadku wierzby przy jednoczesnym zastosowaniu ligniny, mikoryzy i nawożenia mineralnego.

Koszty produkcji zrębków były różne w zależności gatunku rośliny oraz od sposobu wzbogacania gleby. Najniższe koszty produkcji zrębków odnotowano dla wszystkich gatunków w wariantach kontrolnych (C), gdzie nie zastosowano nawożenia; wahały się one od 267 do 352 € ha⁻¹ rok⁻¹, odpowiednio dla wierzby i topoli. Koszty wzrastały w wariantach, w których zastosowano różne metody wzbogacania gleby; najwyższe były w scenariuszu, gdzie zastosowano ligninę, mikoryzę i nawożenie mineralne w połączeniu (LMF).

Ogólnie najniższy koszt produkcji 1 Mg s.m. zrębków odnotowano w przypadku wierzby; koszt ten wahał się od 48,9 do 68,8 € Mg⁻¹, dla wariantów, na których zastosowano tylko ligninę (L) i tylko mikoryzę (M). Koszty produkcji zrębków topoli dla tych samych sposobów wzbogacania gleby były

wyższe o 13-30%. Natomiast koszty produkcji zrębków robinii akacjowej były wyższe niż wierzby o 71-250%, dla tych samych sposobów wzbogacania gleby. W uprawie wierzby i topoli tylko zastosowanie ligniny i nawozów mineralnych oraz tych dwóch łącznie zmniejszyło koszt jednostkowy za 1 Mg s.m. (o 4-13%) w porównaniu z obiektem kontrolnym, podczas gdy zastosowanie innych opcji zwiększyło jednostkowy koszt produkcji (o 4-22%). Jednostkowy koszt produkcji zrębków robinii akacjowej w obiekcie kontrolnym (C) był wysoki (191,5 € Mg⁻¹ s.m.) i był wyższy o 4% tylko w przypadku łącznego zastosowania mikoryzy i nawożenia mineralnego; w pozostałych przypadkach był niższy (o 3-52%).

Podobne relacje dla kosztu produkcji 1 Mg s.m. zrębków między gatunkami i metodami wzbogacania gleby wykazano również w analizach kosztów produkcji 1 GJ energii. Najniższy koszt produkcji energii z badanego gatunku został osiągnięty dla wierzby (zakres 2,5-3,5 € GJ⁻¹, dla opcji L i M, odpowiednio). Koszt produkcji jednostki energetycznej z topoli (3,0-4,0 € GJ⁻¹) był wyższy o 12-21%, a z robinii akacjowej (4,7-10,2 € GJ⁻¹) był wyższy o 68-252% w porównaniu do wierzby dla tych samych metod wzbogacania gleby.

Cena zrębków i plon biomasy znacznie różnicowały dochody uzyskane z plantacji w różnych opcjach wzbogacania gleby. W przypadku wierzby, najniższe dochody osiągnięto; w obiekcie kontrolnym (C) (126,3 € ha⁻¹ rok⁻¹) a najwyższe przy zastosowaniu ligniny (291,7 € ha⁻¹ rok⁻¹). Dochody z uprawy wierzby były wyższe o 18-107% w innych opcjach wzbogacania gleby w porównaniu do C, z wyjątkiem tej, w której zastosowano mikoryzę, w którym dochody były niższe o 42% w porównaniu do C. Podobne relacje między sposobami wzbogacania gleby odnotowano w uprawie topoli, gdzie dochody były niższe tylko w obiektach M i LM i były wyższe dla innych opcji wzbogacania gleby w porównaniu do C. Najwyższy przychód z produkcji topoli (193,9 € ha⁻¹ rok⁻¹) został osiągnięty w obiekcie LF i był wyższy o 201% w porównaniu do C. Jednak dochód uzyskany z topoli był równy 18-64% wartości uzyskanych dla wierzby w tych samych sposobach wzbogacania gleby. Ponadto produkcja zrębków robinii akacjowej w 4-letnim cyklu zbioru okazała się nieopłacalna we wszystkich opcjach uprawy.

W uprawie wierzby najwyższą wartość NPV (3817 € ha⁻¹) uzyskano przy zastosowaniu ligniny L, oraz w uprawie topoli przy zastosowaniu łącznym ligniny i nawożenia mineralnego LF (2538 € ha⁻¹). Zarówno w produkcji wierzby, jak i topoli, zastosowanie ligniny lub ligniny z nawożeniem mineralnym, spowodowało, że NPV wzrosło odpowiednio 2- i 3-krotnie. Z drugiej strony zastosowanie samej mikoryzy spowodowało 1,7-2,7-krotny spadek wartości bieżącej netto niż na poletkach C, odpowiednio dla wierzby i topoli. Dlatego w innych scenariuszach, w których zastosowano mikoryzę, NPV było wyższe niż na poletkach C. Ponadto NPV była ujemna we wszystkich opcjach wzbogacania gleby w produkcji robinii akacjowej.

Wewnętrzna stopa zwrotu była wyższa niż stopa dyskontowa (5%) dla wszystkich opcji wzbogacania gleby w uprawie wierzby i topoli i mieściła się w przedziale od 6,3% (dla uprawy topoli z zastosowaniem mikoryzy) do 29,1% (dla uprawy wierzby z zastosowaniem ligniny). Produkcja robinii akacjowej mogła być uznana za opłacalną tylko w opcji LF, z wewnętrzną stopą zwrotu 3,3%.

Analiza wpływu odległości transportu i ceny zrębków na opłacalność uzyskiwane z produkcji SRC ujawniła bardziej złożone zależności. Spadek ceny zrębków o 10% w stosunku do scenariusza bazowego spowodował, że produkcja wierzby była opłacalna we wszystkich wariantach wzbogacania gleby i przy najkrótszej odległości transportu wynoszącej 25 km. Gdy odległość transportu zrębków wierzbowych wzrosła do 50 km, strata powstała jedynie na nawożeniu gleby mikoryzą. Najwyższy dochód z produkcji wierzby przy spadku ceny biomasy o 10% był wyższy o ponad 100 € ha⁻¹ rok⁻¹ niż z produkcji topoli. Jednakże spadek ceny zrębków o 10% w stosunku do scenariusza bazowego spowodował, że produkcja topoli była opłacalna jedynie na odległościach transportowych 25 i 50 km, w wariantach wzbogacania gleby L, F i LF. Produkcja topoli nie była opłacalna dla pozostałych wariantów spadku ceny biomasy o 10%. Sytuacja pogorszyła się jeszcze bardziej, gdy cena biomasy spadła o 25%, gdyż produkcja wierzby opłacała się tylko na dwóch najkrótszych odległościach transportu, a produkcja topoli w tym wariantcie była nieopłacalna.

Wzrost ceny biomasy o 10% pozwolił uzyskać dochód z produkcji wierzby na odległości transportu 25, 50 i 100 km we wszystkich wariantach wzbogacania gleby i w większości z nich, gdy odległość transportu był najdłuższy. Produkcja topoli we wszystkich wariantach wzbogacania gleby była opłacalna jedynie na dwóch krótszych odległościach transportu, natomiast na najdłuższej odległości nie przynosiła dochodu. Najwyższy dochód w tej opcji cenowej wyniósł 312 € ha⁻¹ rok⁻¹ dla wierzby i 209 € ha⁻¹ rok⁻¹ dla topoli. Wzrost ceny biomasy o 25% pozwolił uzyskać dodatni dochód z produkcji wierzby na wszystkich odległościach transportowych i wszystkich wariantach wzbogacania gleby. Najwyższy dochód z wierzby (420 € ha⁻¹ rok⁻¹) osiągnięto przy najkrótszej odległości transportu, gdy jako dodatek zastosowano ligninę. Wzrost cen biomasy topoli o 25% pozwolił na osiągnięcie dochodu dla wszystkich wariantów wzbogacania gleby jedynie na trzech pierwszych odległościach transportowych. Produkcja topoli była opłacalna przy najdłuższej odległości transportowej tylko dla wariantów L, F i LF. Najwyższy dochód w przypadku topoli (329 € ha⁻¹ rok⁻¹) uzyskano przy najkrótszej odległości transportu, gdy zastosowano łączne zastosowanie ligniny i nawozów mineralnych. Ponadto produkcja zrębków robinii akacjowej przynosiła dodatnie przychody jedynie w przypadku wzrostu ceny biomasy o 25% oraz przy odległości transportu 25 i 50 km, przy jednoczesnym zastosowaniu ligniny i nawozów mineralnych, ale dochód wynosił tylko 46 € ha⁻¹ rok⁻¹.

Cel 2. Celem tego badania było oszacowanie zewnętrznych środowiskowych kosztów produkcji i zbioru topoli uprawianej w krótkich rotacjach (SRC) do produkcji zrębków w zależności od sposobu wzbogacania gleby.

Ze względu na wcześniejsze wyniki badań, zgodnie z którymi produkcja robinii akacjowej była nieopłacalna dalsze prace badawcze obejmowały analizę produkcji wierzby i topoli. Ponadto wariant wzbogacania gleby szczepionką mikoryzową również nie powodował zwiększenia opłacalności produkcji w większości przypadków, dlatego też ten wariant również dalej nie był analizowany.

Scenariusz bazowy do analizy kosztów zewnętrznych produkcji topoli stanowił wariant bez wzbogacania gleby (C). Dodatkowo analizie poddano trzy scenariusze: nawożenia mineralnego (F), zastosowania ligniny (L) oraz zastosowania ligniny i nawożenia mineralnego łącznie (LF).

Koszt zewnętrzny obliczono na podstawie emisji i ich wartości monetarnej. Takie podejście przedstawił Olsthoorn i in. [2001]. W celu obliczenia powyższych kosztów zewnętrznych przeanalizowano dane z naszych wcześniejszych badań dotyczących LCA topoli [Krzyżaniak i in. 2019]. Wyniki dotyczące oceny wpływu na środowisko topoli zostały określone zgodnie z metodą ReCiPe Midpoint (H) punktów pośrednich. Spośród kategorii wpływu na środowisko zostało wybranych osiem: zmiany klimatu (CO_2 eq.), zubożenie warstwy ozonowej (kg CFC-11 eq.) toksyczne dla ludzi (1,4-DB eq.), tworzenie się fotochemicznych utleniaczy (kg NMVOC), tworzenie się cząstek stałych pyłu zawieszonego (PM_{10} eq.), zakwaszenie gleb (SO_2 eq.), eutrofizacja wód słodkich (P eq.), eutrofizacja wód morskich kg N eq i były one spójne z kategoriami oddziaływania uwzględnionymi w metodzie Stepwise2006. Wycenę monetarną emisji oszacowano jako koszty szkód, na podstawie tego, ile osób jest skłonnych zapłacić za zmniejszenie ryzyka śmierci z powodu niekorzystnego stanu zdrowia (VSL – wartość statystycznego życia) dla Polski [EEA 2014] i podejściu STEPWISE2006 opartym na metodzie ograniczeń budżetowych [Desaigues i in. 2011, Pizzol i in. 2015].

Dane dotyczące kosztów wewnętrznych pochodziły z pracy **P1**. W pracy **P2** uwzględniono dodatkowo koszty wewnętrzne, aby pokazać udział efektów zewnętrznych w całkowitym koszcie produkcji zrębków topoli.

Koszty zewnętrzne produkcji zrębków topoli, w zależności od wariantu wzbogacania gleby, wynosiły średnio $137,24 \text{ € ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$ i odpowiadały 27,5% kosztów wewnętrznych. Zgodnie z oczekiwaniami najniższy koszt zewnętrzny ($73,87 \text{ € ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$) wystąpił w wariacie kontrolnym (C), bez zabiegów wzbogacania gleby. Koszty zewnętrzne znacznie wzrosły, odpowiednio o 46%, 133% i 164% w wariantach, w których zastosowano ligninę, nawożenie mineralne oraz zarówno ligniną, jak i nawożenie mineralne. Po uwzględnieniu kosztów wewnętrznych całkowity koszt produkcji zrębków topoli był najniższy w scenariuszu kontroli (C), gdzie wynosił $425,95 \text{ € ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. Natomiast koszt całkowity był najwyższy, gdy glebę wzbogacano nawozami mineralnymi i ligniną, przekraczając najniższy koszt całkowity o ponad $370 \text{ € ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$.

Środowiskowe koszty zewnętrzne produkcji zrębków topoli wyniosły średnio $15,67 \text{ € Mg}^{-1} \text{ s.m.}$. Spośród badanych wariantów wzbogacania gleby najniższy koszt zewnętrzny w przeliczeniu na 1 Mg s.m. zrębków topoli wyznaczono dla scenariusza L ($11,77 \text{ € Mg}^{-1} \text{ s.m.}$). W scenariuszu kontrolnym (C) koszt zewnętrzny był wyższy o 14,6%, natomiast w scenariuszach LF i F wyższy odpowiednio aż o 58,4% i 59,4% w porównaniu ze scenariuszem L. Uwzględniając koszty zewnętrzne i wewnętrzne, średni całkowity koszt produkcji zrębków topoli wyniósł $78,96 \text{ € Mg}^{-1} \text{ s.m}$ oraz odpowiednio 82,75, 71,14; 81,52; 80,44 $\text{€ Mg}^{-1} \text{ s.m.}$ w scenariuszach C, L i F oraz LF. W związku z tym wykazano, że do bezpośredniego kosztu produkcji zrębków topoli należy doliczyć średnio 20% kosztów zewnętrznych, aby uzyskać łączną wartość, będącą kosztem ponoszonym zarówno przez konsumenta, jak i

społeczeństwo. Oczywiście każde dodatkowe zastosowanie środków produkcji spowoduje wzrost kosztów zewnętrznych produkcji zrębki topolowej, co zostało potwierdzone w opracowaniu przedstawionym przez Notarnicola i in. [2004].

Biorąc pod uwagę kategorie oddziaływania na środowisko, uprawa topoli w scenariuszu kontrolnym (C) (w przeliczeniu na 1 ha) powodowała najniższe koszty zewnętrzne we wszystkich kategoriach oddziaływania poza zmianami klimatycznymi. W wariantach L i LF zastosowanie pozostałości poprocesowych w postaci ligniny pozwoliło uzyskać ujemną emisję GHG, co obniżyło koszt produkcji zrębków topolowych w tych scenariuszach.

Największe koszty zewnętrzne związane były z zakwaszeniem gleb i powstawaniem pyłu zawieszonego. Najniższe koszty zewnętrzne związane z zakwaszeniem gleb (347 € ha^{-1} na 20-letni okres życia plantacji) uzyskano w scenariuszu kontrolnym (C), natomiast zastosowanie ligniny (L) dało wartość 690 € ha^{-1} , nawożenie mineralne (F) poniosło koszty zewnętrzne do 1518 € ha^{-1} , a scenariusz nawożenia mineralnego i ligniny (LF) spowodował zwiększenie kosztu do 1754 € ha^{-1} . Wysokie koszty środowiskowe zakwaszania gruntów wynikały z użycia nawozów azotowych (saletry amonowej). Wysoki udział w kosztach zewnętrznych netto stanowiły emisje związane z produkcją nawozów azotowych, co potwierdzili również Kusiima i Powers [2010]. Kolejną kategorią kosztów oddziaływania na środowisko wynikającą z produkcji zrębków topoli, zwłaszcza w wariantach LF (1806 € ha^{-1}), było tworzenie się cząstek stałych pyłu zawieszonego. Biorąc pod uwagę koszty zewnętrzne w odniesieniu do 1 Mg s.m. najwyższe koszty wygenerowano również w kategoriach zakwaszenia gleb i pyłu zawieszonego. Koszt zewnętrzny powstawania pyłu zawieszonego przekraczał $8 \text{ € Mg}^{-1} \text{ s.m.}$ w wariantach, w których zastosowano nawożenie mineralne (F, LF). Podobne koszty zewnętrzne powyżej $8 \text{ € Mg}^{-1} \text{ s.m.}$ określono dla tworzenia się pyłu zawieszzonego w wariantach z zastosowaniem ligniny. Biorąc pod uwagę produkcję 1 Mg s.m. zrębków topoli stwierdzono, że scenariusz L zapewniał najniższe koszty zewnętrzne. Jedną z głównych przyczyn był niski udział w kategorii tworzenie się cząstek stałych pyłu zawieszzonego i kosztach z nią związanych ($6,93 \text{ € Mg}^{-1} \text{ s.m.}$). Koszt ten był generowany przez emisje związane z pracami polowymi i zbieraniem biomasy, a wynikał z faktu, że pyły mogą przenikać przez drogi oddechowe ludzi lub zwierząt, powodując niekorzystne problemy zdrowotne [Mohankumar i Senthilkumar 2017]. Kusima i Powers [2010] stwierdzili, że koszty zewnętrzne związane z emisją PM_{10} , NO_x i $\text{PM}_{2,5}$ miały największy udział w całkowitych kosztach różnych surowców biomasowych. Podobne wyniki w odniesieniu do nawożenia azotem i kosztów generowanych przez emisję PM_{10} uzyskano w niniejszej pracy. Dodać należy, że produkcja biosurowców generowała również korzyści [Brink i in. 2011, Jongeneel i in. 2014, Pretty i in. 2000, 2001]. Ponadto plantacje SRC, podobnie jak topola, dają dodatkową zaletę w postaci zapobiegania utracie różnorodności biologicznej, na co wskazywały obserwacje z innej plantacji doświadczalnej, na której stwierdzono liczne mikroorganizmy, organizmy glebowe i owady [Czachorowski i in. 2015].

Analiza kosztów zewnętrznych w zależności od operacji polowych wykazała, że emisje polowe i zbiory generowały większość kosztów zewnętrznych, zwłaszcza dla scenariuszy F i LF. Emisja polowa

osiągnęła najwyższe wartości dla scenariuszy F i LF. Największe różnice wystąpiły w emisji polowej, gdzie liczony był koszt zewnętrzny produkcji z tytułu nawożenia mineralnego. Emisje polowe obejmowały emisje CO₂, CH₄ i N₂O, pyłów, niemetanowych lotnych związków organicznych (NMVOC) oraz wyflukiwanie azotu [Krzyżaniak i in. 2019]. Jeśli chodzi o zbiory, to koszty zewnętrzne wyniosły ponad 1000 € ha⁻¹ dla L, F i LF. Stosunkowo niski plon z ha w scenariuszu C (prawie 50% niższy niż w wariantach L, F, LF [Stolarski i in. 2015a] pociągał za sobą niższą wartość kosztu zewnętrznego zbioru. Również San Miguel i in. [2015] stwierdzili, że zbiory w uprawie topoli były najbardziej znaczącym czynnikiem przyczyniającym się do szkód w środowisku i kosztów ekonomicznych. Jeśli chodzi o emisję polową w przeliczeniu na 1 Mg s.m., najwyższe koszty związane były z nawozami mineralnymi, następnie z kontrolą, a najniższy z ligniną. Nawożenie ligniną i nawożenie mineralne wiązało się z kosztami zewnętrznymi na tym samym poziomie (€ 2,0 € Mg⁻¹ s.m. dla L i 1,8 € Mg⁻¹ s.m. dla LF). Różne technologie wzbogacania gleby przejawiały się w różnych poziomach udziału w kosztach zewnętrznym. Ogólnie stwierdzono, że największy udział w kosztach zewnętrznym miały dwie operacje, tj. emisje polowe i zbiory. Koszt emisji polowej był najwyższy zarówno w scenariuszu F, jak i LF, gdzie wynosił odpowiednio 47% i 40%. W tych dwóch wariantach uprawy drugimi co do wielkości kosztami były zbiory (29% dla obu scenariuszy). W wariantach, w których wykluczono nawożenie mineralne, najwyższy koszt zewnętrzny wiązał się ze zbiorem: odpowiednio 41% i 47% całkowitych kosztów zewnętrznym, odpowiednio dla wariantu (L) i (C). W scenariuszu C duży udział miały również koszty związane z emisją polową (36%), w przeciwieństwie do scenariusza L, w którym były one dwukrotnie niższe. W scenariuszu L udział kosztów związanych z produkcją i aplikacją ligniny był zbliżony do przypisanego do emisji polowej (odpowiednio 17% vs 19%). Pod względem efektywności produkcji zrębków topoli zastosowanie ligniny generowało najniższy koszt zewnętrzny (0,7 € GJ⁻¹) na jednostkę energii, który średnio wynosił 0,93 € GJ⁻¹. Zależności pomiędzy pozostałymi scenariuszami były analogiczna do wyznaczonych dla produkcji 1 Mg s.m. zrębków. Po uwzględnieniu kosztów zewnętrznym i wewnętrznych łączny koszt 1 GJ energii wyniósł średnio 4,16 €. Najniższy był w scenariuszu L (3,74 € GJ⁻¹), wzrastając o 14,3% w scenariuszu LF i o 15,8% w scenariuszach F i C. Na podstawie studium przypadku uprawy topoli Dornburg i Faaij [2005] stwierdzili, że kaskadowe wykorzystanie topoli może poprawić zarówno redukcję emisji CO₂ na hektar, jak i koszty emisji CO₂ z tytułu wykorzystania biomasy. Wskazani autorzy osiągnęli korzyści związane z ograniczeniem emisji CO₂ na poziomie od 200 € Mg⁻¹ CO₂ do 2200 € Mg⁻¹ CO₂ i redukcja emisji CO₂ netto od 8 Mg CO₂ ha⁻¹ rok⁻¹ do 28 Mg CO₂ ha⁻¹ rok⁻¹ produkcji biomasy. Ding i in. [2014] wykazali, że internalizacja efektów zewnętrznym przez zachęty polityczne była skutecznym podejściem do rozwiązania dylematu między ochroną środowiska a efektywnością ekonomiczną.

Cel 3. Celem badań była ocena zewnętrznych kosztów środowiskowych siedmiu genotypów produkcji zrębków wierzby, w tym uprawy, zbioru, rozdrabniania i transportu. Ponadto podjęto próbę zidentyfikowania etapów produkcji odpowiedzialnych za generowanie koszty zewnętrzne oraz określenia, w których kategoriach oddziaływania na środowisko generowane są najwyższe koszty zewnętrzne.

Dalszy etap badań obejmował analizę kosztów zewnętrznych produkcji zrębków wierzby. Wysokie wartości NPV uzyskane w pracy P1 skłoniły, aby bardziej szczegółowo przeanalizować koszty zewnętrzne produkcji zrębków wierzby. Dlatego badania były prowadzone w oparciu o dane doświadczalne uzyskane z plantacji wierzby, na której wysadzono siedem genotypów, w tym: pięć odmian (Star, Tur, Turbo, Żubr – wcześniej klon UWM 006, Ekotur – wcześniej klon UWM 043) i dwa klony (UWM 155 i UWM 035) wyhodowane w Katedrze Hodowli Roślin i Nasiennictwa (obecnie Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców) UWM w Olsztynie.

Badania polowe obejmowały założenie plantacji, 21-letni okres eksploatacji plantacji w trzyletnich cyklach zbioru, zbior i przygotowanie zrębków, transport drogowy (50 km do punktu końcowego i droga powrotna). Szczegóły dotyczące prowadzonej plantacji zostały opisane we wcześniejszych pracach: dotyczące plonu roślin oraz ich przydatności jako substratu do biorafinerii [Krzyżaniak i in. 2015], wartości energetycznej [Stolarski i in 2014], kosztów produkcji i opłacalność ekonomicznej, [Stolarski i in 2015b] oraz wpływu produkcji na środowisko [Krzyżaniak i in. 2016].

Ocena kosztów wewnętrznych [Stolarski i in 2015b] obejmowała koszty bezpośrednie prowadzenia wszystkich etapów i zabiegów oraz wykorzystania paliw, materiałów i środków związanych z uprawą analizowanych odmian i klonów wierzby, zbior i zrębkowanie oraz transport. Ocena kosztów wewnętrznych została przeprowadzona uwzględniając ceny z 2012 r. Analiza środowiskowych kosztów zewnętrznych została przeprowadzona uwzględniając wycenę wpływu na 2015 r., dlatego koszty wewnętrzne zostały skapitalizowane do ceny w 2015 r. o wartość inflacji w Polsce zgodnie z zaleceniami ISO [ISO14008]. Wartości inflacji w Polsce wg danych Narodowego Banku Polskiego w kolejnych latach (2013-2015) wynosiły odpowiednio: 0,8%, 0,1%, -0,7%.

Środowiskowe koszty zewnętrzne produkcji zrębków wierzby analizowanych odmian i klonów, zostały określone na podstawie wielkości emisji do środowiska zgodnie z metodyką Oceny Cyklu Życia (LCA, ang. Life Cycle Assessment) wyliczonych przy użyciu programu Sima Pro oraz wartości pieniężnej emisji do środowiska w punkcie pośrednim kategorii wpływu zaproponowanej w Environmental Prices handbook EU 28 version [De Bruyn i in. 2018]. W analizie uwzględniono 14 kategorii wpływu: zmiany klimatu, zubożenie warstwy ozonowej, toksyczność dla ludzi, tworzenie się fotochemicznych utleniaczy, tworzenie się cząstek stałych pyłu zawieszonego, promieniowanie jonizujące, zakwaszenie gleb, eutrofizacja wód słodkich, eutrofizacja wód morskich, ekotoksyczność lądowa, ekotoksyczność wód słodkich, ekotoksyczność wód morskich, użytkowanie gruntów rolnych i użytkowanie gruntów miejskich.

Najniższy plon uzyskano dla wierzby UWM 155 (średnio 3,6 Mg ha⁻¹ rok⁻¹ s.m.) oraz Tur (średnio 4,8 Mg ha⁻¹ rok⁻¹ s.m.) i dla tych odmian odnotowano najwyższy udział kosztów zewnętrznych do kosztów całkowitych tj. 29% i 27% odpowiednio. Natomiast najwyższy plon uzyskano dla wierzby Żubr (średnio 18,5 Mg ha⁻¹ rok⁻¹ s.m.) oraz Ekotur (15,0 Mg ha⁻¹ rok⁻¹ s.m.). Różne nakłady związane ze zbiorem i transportem skutkowały znacznymi różnicami w całkowitych kosztach [Stolarski i in. 2014]. Średni plon pozostałych odmian wyniósł 9,4 Mg ha⁻¹ rok⁻¹ s.m. Analizując koszty produkcji zrębków wierzby w odniesieniu do 1 ha, najwyższe koszty wewnętrzne oraz zewnętrzne otrzymano dla Żubr oraz Ekotur (1527 € ha⁻¹ rok⁻¹; 1289 € ha⁻¹ rok⁻¹). Dla tych dwóch odmian najwyższe uzyskano także wartości dochodu [Stolarski i in. 2015b]. Było to ważne, gdyż rentowność uprawy takich roślin jak wierzba była najbardziej wrażliwa na cenę biomasy i wydajność biomasy [ISO 14008]. Dla najwyżej plonującej Żubr i Ekotur udział kosztów zewnętrznych wyniósł 20% i 21% (średnio 23% dla wszystkich odmian). Porównywalne wyniki uzyskano dla produkcji zrębków topoli nawożonej nawozami mineralnymi (24%) **(P2)**.

Średnio łączny koszt produkcji (uwzględniający zarówno koszty wewnętrzne jak i zewnętrzne) 1 Mg s.m. zrębków wierzby wyniósł 94,0 € z czego 29,2 € stanowiły koszty zewnętrzne. Udział kosztów zewnętrznych stanowił średnio 31% w całkowitych kosztach produkcji 1 Mg s.m. zrębków wierzby (od 27% dla Żubr i 28% dla Ekotur do 38% dla UWM 155). Wewnętrzne koszty produkcji 1 Mg zrębków wierzby UWM 155 były 1,5 razy wyższe niż dla odmiany Żubr, natomiast koszty zewnętrzne ponad 2,5 razy większe. Z kolei udział kosztów zewnętrznych w produkcji 1 Mg s.m. topoli z zastosowaniem nawożenia mineralnego był niższy i wyniósł 23% **(P2)**.

Analiza kosztów produkcji zrębków wierzby na cele energetyczne wskazała, że również dla odmian Żubr i Ekotur wyznaczono najniższe koszty, zarówno zewnętrzne jak i wewnętrzne, oraz najniższy udział kosztów zewnętrznych do kosztów całkowitych. Średnie całkowite koszty produkcji 1 GJ wyniosły 5,53 € z czego 3,81 € stanowiły koszty wewnętrzne i 1,72 € koszty zewnętrzne. Różnice w wartości opałowej [Stolarski i in. 2014] wpłynęły na obniżenie udziału wewnętrznych kosztów dla odmian o wyższej wartości opałowej i wzrost udziału kosztów zewnętrznych w stosunku do analiz na 1 Mg s.m. Takie relacje zaobserwowano dla odmiany Tur i klonu UWM 035, które charakteryzowały się najwyższymi wartościami opałowymi, natomiast dla odmian/klonów o niższych wartościach opałowych UWM 155, Turbo, i Star, zaobserwowano wzrost udziału kosztów zewnętrznych.

Udział kosztów zewnętrznych produkcji 1 GJ zrębków odmian i klonów wierzby o najwyższym plonie tj. Żubr i Ekotur i wyniósł 26% i był porównywalny do udziału kosztów zewnętrznych produkcji 1 GJ zrębków topoli **(P2)**, dla której wyniósł 27%. Udział kosztów zewnętrznych dla pozostałych odmian wierzby był wyższy, średnio 31%, najwyższy dla odmiany Tur 37%.

Otrzymane wyniki wskazują na dość wysoki średni udział całkowitych kosztów zewnętrznych do całkowitego kosztu produkcji 1 Mg s.m. wierzby w porównaniu do zrębków topoli. Różnice wynikały z faktu, że w analizach dla wierzby uwzględniono również odmiany i klony o relatywnie niskich plonach. Jednakże w przypadku najwyżej plonującej odmian wierzby Żubr i Ekotur wartości

te były analogiczne jak w badaniach dla topoli. Również Pantaleo i in. [2002] przeanalizowali wpływ zewnętrznych kosztów środowiskowych elektrowni na biomasę i obliczyli udział zewnętrznych kosztów biomasy leśnej o krótkiej rotacji na poziomie 15%. Tak wysokie różnice mogły być spowodowane niższymi w porównaniu do innych krajów europejskich [El Kasmoui i Ceulemans 2013] kosztami produkcji (wewnętrznych) przy jednoczesnych wyższych wartościach kosztów zewnętrznych dla EU28. Zgodnie z Environmental Prices handbook EU 28 version [De Bruyn i in. 2018] wartość monetarna Wartość Roku Życia ang. Value Of Life Year (VOLY) czyli jednostki dla kategoria wpływu punktu końcowego została przyjęta zgodnie z projektem NEEDS dla EU15 na poziomie 41000 €, wyznaczone na 2005 r. a następnie skapitalizowane do 48000 € na 2015. Zgodnie z obliczeniami przedstawionymi przez Desaignes i in. [2011] m.in. dla Polski (tak jak dla wszystkich krajów spoza EU15) rekomendowana wartość VOLY (na 2005 r.) wyniosła 33000 €, czyli ok. 24% mniej, co skapitalizowane do cen w 2015 r. powinno wynieść ok. 38635 €. Uwzględniając rekomendację, aby dla krajów spoza EU15 wartość VOLY była niższa o 24% należałoby wartości otrzymane w pracy P3 pomniejszyć o tę różnicę. Innym rozwiązaniem w zakresie różnic cen pomiędzy krajami EU15 a krajami spoza tej grupy, mogłoby być podejście, w którym dla krajów spoza EU15 do oszacowania wartości monetarnych można by przyjąć środowiskowe ceny dla punktów pośrednich opierając się na poziomie wartości niższych zamiast wartość przeciętnych, oszacowanych w Environmental Prices handbook EU 28 version [De Bruyn i in. 2018].

Analiza kosztów zewnętrznych produkcji zrębków wierzby różnych odmian i klonów w odniesieniu do etapów produkcyjnych na jednostkę powierzchni (ha) (w całym cyklu życia plantacji) wykazała największe, ale zależne od odmiany, koszty zewnętrzne związane ze zbiorem. Dla odmiany Żubr wyniosły one prawie 2800 €, a dla Ekotur prawie 2400 €. Wysokie były również koszty nawożenia azotem (ponad 1800 €), takie same dla wszystkich odmian i klonów. Wysokie koszty związane były ponadto z transportem, odpowiednio: prawie 1250 € (dla odmiany Żubr) i ponad € 1000 € (dla odmiany Ekotur). Również w strukturze kosztów wewnętrznych analizowanych we wcześniejszych badaniach [Stolarski i in. 2015b] zbiór (26% udziału) i nawożenie (33% udziału) stanowiły największy udział. Zdaniem Havlíčková i in. [2011] etapy te najbardziej wpływały na minimalną cenę produkowanej biomasy. Sekwestracja C została oszacowana jako wartość pomniejszająca koszty, a wartość jej nie różniła się znacznie pomiędzy odmianami i klonami. Wartość sekwestracji C wyniosła od -873 € dla odmiany Żubr do -502 € dla Tur, średnio -622 €. Koszty zewnętrzne powyżej 100 € na 1 ha związana był jeszcze z likwidacją plantacji, transportem i załadunkiem zrębków (ale tylko dla odmiany Żubr).

Analiza kosztów zewnętrznych produkcji zrębków wierzby różnych odmian i klonów w odniesieniu do zabiegów agrotechnicznych na 1 Mg s.m. wyprodukowanych zrębków oraz 1 GJ pokazała iż nawożenie azotem generowało największe koszty zewnętrzne zwłaszcza dla klonów i odmian o niskim plonie (UWM 155 – powyżej 30 € Mg⁻¹ s.m. i 1,86 € GJ⁻¹, a Tur powyżej 23 € Mg⁻¹ s.m. 1,35 € GJ⁻¹) w przeciwieństwie do odmian o wysokim plonie (Żubr, Ekotur) gdzie wartość ta wyniosła 6 € i 7 € Mg⁻¹ s.m oraz 0,36 € i 0,44 € GJ⁻¹.

Analogicznie, jak w przypadku analizy kosztów zewnętrznych na jednostkę powierzchni, kolejnymi etapami produkcji generującym wysokie koszty zewnętrzne na jednostkę masy i energii był zbiór i transport. Wartości te były na podobnym poziomie odpowiednio ok. 9 € i ok. 1,3 € Mg⁻¹ s.m. oraz odpowiednio 0,55 € GJ⁻¹ i 0,08 € GJ⁻¹. Natomiast w przypadku sekwestracji C pomniejszającej koszty zewnętrzne, największa wartość ujemna kosztu została określona dla UWM 155 (-7,56 € Mg⁻¹ s.m i -0,46 € GJ⁻¹) i Tur (-6,52 € Mg⁻¹ s.m i -0,37 € GJ⁻¹) a najmniejsza dla Żubr (-2,92 € Mg⁻¹ s.m i -0,19 € GJ⁻¹) i Ekotur (-3,22 € Mg⁻¹ s.m i -0,17 € GJ⁻¹). Również wewnętrzne koszty produkcji biomasy wzrastały wraz ze wzrostem plonów z powierzchni 1 ha. Spowodowane to było dłuższym czasem pracy oraz zużyciem paliw maszyn i urządzeń związanych ze zbiorem oraz transportem. Z drugiej strony koszty związane z założeniem plantacji, nawożeniem i ochroną roślin były takie same dla wszystkich odmian i klonów, a ich udział w kosztach zmniejszał się wraz ze wzrostem plonu wierzby. Dlatego poprawy efektywności ekonomicznej w zakresie wewnętrznych i zewnętrznych kosztów produkcji biomasy należy poszukiwać dobierając odmiany i klony dające wysoki plon oraz w optymalizacji technologii zbioru wierzby [Stolarski i in. 2015b]. Tharakan i in. [2005] wykazali, że wzrost produkcji może obniżyć koszty jednostkowe (na Mg s.m.) dostarczania biomasy do użytkownika końcowego o 13%. Analizy LCA przeprowadzone przez innych autorów [González-García i in. 2013] również wykazały, że stosowanie nawozów azotowych, a także oleju napędowego w produkcji wierzby wpływały znacząco na obciążenie środowiska, zdaniem autorów wprowadzenie biodiesla w rolnictwie mogłoby obniżyć negatywny wpływ na środowisko.

Analizując kategorie wpływu na środowisko produkcji zrębków wierzby, to tworzenie się cząstek stałych pyłu zawieszonego było kategorią, z którą związane były największe koszty zewnętrzne. Koszty tego obciążenia wahały się od 1792 € ha⁻¹ dla UWM 155 do 3935 € ha⁻¹ dla Żubr (średnio 2615 € ha⁻¹) w okresie użytkowania plantacji. Koszty zewnętrzne w przedziale średnio od 180 € ha⁻¹ do 600 € ha⁻¹ związane były z kategoriami: zakwaszenie gleb, toksyczność dla ludzi, zmiany klimatu, tworzenie się fotochemicznych utleniaczy, eutrofizacja wód morskich. Koszty zewnętrzne związane z pozostałymi kategoriami wpływu, w całym okresie użytkowania plantacji, kształtowały się poniżej 50 € ha⁻¹. Najwyższe koszty zewnętrzne uzyskane dla topoli nawożonej nawozami mineralnymi również związane były z kategorią tworzeniem się cząstek stałych pyłu zawieszonego, ale także z zakwaszeniem gleb niemal w tej samej wysokości i wyniosły odpowiednio 1,614 € ha⁻¹ i 1,519 € ha⁻¹ (**P2**). Analiza kosztów zewnętrznych produkcji energii elektrycznej z różnych surowców biomasowych wykazała, że emisje PM₁₀, NO_x i PM_{2,5} były jednymi z największych czynników wpływających na te koszty, i wynikały ze spalania paliw kopalnych w procesach produkcji nawozów [Kusiima i Powers 2010]. Analiza kosztów zewnętrznych produkcji zrębków wierzby w przeliczeniu na 1 Mg s.m. i 1 GJ wykazała również najwyższe koszty zewnętrzne związane z tworzenia się pyłu zawieszonego, średnio 17,17 € Mg⁻¹ s.m., 1 € GJ⁻¹.

Najwyższe koszty związane były z klonem o najniższych plonach oraz najniższej wartości opałowej tj. UWM 155, a najniższe dotyczyły odmiany o najwyższym plonie tj. Żubr. Koszty

zewewnętrzne związane tworzeniem się cząstek stałych pyłu zawieszonego wyniosły 13,17 € Mg⁻¹ d.m i 0,77 € GJ⁻¹ dla Żubr natomiast dla UWM 155 wyniosły 30,58 € Mg⁻¹ s.m. i 1,84 € GJ⁻¹. Drugą grupę stanowiły kategorie: zakwaszenie gleb (od 2,69 € Mg⁻¹ s.m. do 7,93 € Mg⁻¹ s.m. i od 0,16 € GJ⁻¹ do 0,48 € GJ⁻¹), oraz zmiany klimatu i toksyczność dla ludzi na podobnym poziomie (od ok. 1,5 € Mg⁻¹ s.m. do ok. 6 € Mg⁻¹ s.m. oraz od ok. 0,1 € GJ⁻¹ do ok. 0,35 € GJ⁻¹). Emisje w kategorii tworzenie się fotochemicznych utleniaczy powodowały koszt od 1,2 € Mg⁻¹ s.m. do 2,23 € Mg⁻¹ s.m. oraz od 0,07 € GJ⁻¹ do 0,13 € GJ⁻¹) odpowiednio dla odmiany Żubr i klonu UWM 155. Tworzenie pyłu zawieszonego było kategorią wpływu o największej wadze w procedurze zaproponowanej przez Hafizan i in. [2016], natomiast drugą kategorią ze względu na wagę było zubożenie zasobów węgla. W badaniach LCA and produkcją wierzby największy koszty środowiskowe określono dla tych, których udział zawierał się w granicach 51–67% w następujących kategoriach: globalne ocieplenie, ekotoksyczność wód słodkich, ekotoksyczność wód morskich [González-García i in. 2012, Krzyżaniak i in. 2016]. Ponadto, wysoki wpływ uprawy wierzby na środowisko w kategorii zakwaszenia gruntu odnotowali również Borzecka-Walker i in. [2011].

Analizując strukturę kosztów zewnętrznych związanych z produkcją zrębków wierzby, należy wskazać, że udział związany z tworzeniem się cząstek stałych pyłu zawieszonego stanowił ponad połowę kosztu dla każdej odmiany i klonu tj. od 55% dla UWM 155 (klon o niskim plonie [Krzyżaniak i in. 2014] do 61% dla Żubr (odmiany o wysokim plonie); (średnio 59%). Drugą znaczącą kategorią wpływu, z którą związany był znaczny udział kosztów było zakwaszenie gleb. Udział tego kosztu kształtował się odmiennie, bo od 13% dla Żubr do 14% dla Tur (czyli odmiany o niskim plonie [Krzyżaniak i in. 2014]. Udział kosztów związanych z pozostałymi kategoriami wpływu nie przekraczał zwykle 10% (wyjątek stanowiło 11% dla zmiany klimatu dla klonu UWM 155). Kolejnymi kategoriami wpływu, które miały udział w kosztach zewnętrznych na poziomie 8-9% były toksyczność dla ludzi i zmiany klimatu. Natomiast na poziomie 4-5% kształtował się udział tworzenia się fotochemicznych utleniaczy oraz eutrofizacja wód morskich. Udział pozostałych kategorii wyniósł poniżej 1%. Analiza LCA [Krzyżaniak i in. 2016] charakterystyki produkcji 1 Mg zrębków wierzby dla średniej wydajności pokazała wysoki wkład nawożenia mineralnego na globalne ocieplenie. Kolejnym etapem produkcji był zbiór, który miał również znaczący wkład, ale przede wszystkim na zakwaszenie gleb, a dopiero później globalne ocieplenie. LCA pokazała również pozytywny wpływ sekwestracji węgla organicznego w glebie pod plantacją wierzby na ograniczenie globalnego ocieplenia. W wyniku normalizacji otrzymano wynik dla średniej wydajności (odległość transportu 25 km) wykazał, że toksyczność wód słodkich miała największy wpływ na środowisko.

Nie tylko analiza środowiskowych kosztów zewnętrznych, ale również analiza ekonomiczna i energetyczna, prezentowane we wcześniejszych pracach [Krzyżaniak i in. 2014, Stolarski i in. 2015b] wykazała, że wybór odmiany wierzby jest niezwykle ważny. W strumieniu energii w odmianach i klonach o najniższych plonach dominowały koszty nawozów, a w odmianach o najwyższej wydajności dominowało zużycie oleju napędowego. Stwierdzono, że uprawa wysokowydajnych odmian wierzby

może prowadzić do znacznie niższej energochłonności produkcji zrębków wierzby i wyższego stosunku energii w porównaniu do odmian o niskiej wydajności. Analiza energochłonności i stosunku energetycznego produkcji zrębków nowych odmian wierzby wykazała również kluczowe odległości transportu do odbiorcy.

Rośliny drzewiaste o krótkiej rotacji, takie jak wierzba, mają mniejszy lub podobny wpływ na środowisko w porównaniu do innych wieloletnich upraw energetycznych. Ich wpływ jest nawet 2–3 razy niższy w stosunku do upraw jednorocznych, zarówno roślin żywnościowych jak i energetycznych czy przemysłowych [Borzecka-Walker i in. 2011]. Ocena wpływu na środowisko związana z wytwarzaniem 1 MJ energii cieplnej z wierzby krótkiej rotacji (SRC) w porównaniu z paliwem kopalnym (olejem opałowym i gazem) wykazała, że bezpośrednie spalanie zrębków SRC zmniejszyło potencjał globalnego ocieplenia (GWP) o prawie 85% w stosunku do paliw kopalnych, a węgiel glebowy sekwestrowany przez biomasę SRC zmniejszył GWP o 23% [Dias i in. 2017]. Podobne wyniki w zakresie redukcji GHG można znaleźć w literaturze [Faber i in. 2012, Hammar i in. 2017, Heller i in. 2003, Pacaldo i in. 2013]. Natomiast w odniesieniu do paliw kopalnych, energia generowana z SRC miała większy wpływ w kategoriach tj. jak eutrofizacja ze względu na wykorzystanie do produkcji biomasy nawozów mineralnych [Dias i in. 2017]. Z produkcją energii z paliw kopalnych wiążą się trzy kluczowe obciążenia środowiskowe, a co z tym idzie, koszty środowiskowe i obejmują one wykorzystanie gruntów, wyczerpywanie zasobów nieodnawialnych i emisję zanieczyszczeń do powietrza, tj. CO₂, CH₄, N₂O, CO, NO_x, SO₂, VOC i PM₁₀. Ustalono, że koszty środowiskowe z tym związane stanowiły 34% całkowitych kosztów produkcji konwencjonalnego oleju napędowego [Silalertruksa i in. 2012]. Analogiczną wartość kosztów zewnętrznych jak w badaniach własnych uzyskano dla produkcji 1 litra oleju napędowego tj. 33,6% [Santoso 2013]. Oszacowano, że zamiana paliw kopalnych na wierzbę do produkcji energii elektrycznej pozwoliłaby uniknąć kosztów zewnętrznych związanych z emisją zanieczyszczeń powietrza na poziomie 0,02–0,06 \$ kWh⁻¹ [Keoleian i Volk 2005]. Badania Wang i in. [2019] potwierdzają, że zewnętrzny koszt wykorzystania paliwa węglowego do produkcji energii elektrycznej wyniósł 0,072 \$ kWh⁻¹, podczas gdy produkcja energii elektrycznej z biomasy wyniosła 0,00012 \$ kWh⁻¹. W Chinach bezpośredni - wewnętrzny koszt produkcji energii z biomasy wyniósł 0,44 CNY kWh⁻¹ (ok. 0,0678 \$ kWh⁻¹), a z węgla około 25–37% więcej. Jednak ze względu na znaczną emisję GHG i zanieczyszczeń PM_{2,5} podczas wytwarzania energii z węgla, koszt zewnętrzny energii węglowej szacuje się średnio na 0,17 CNY kWh⁻¹ (ok. 0,0262 \$ kWh⁻¹) a z biomasy na 0,06 CNY kWh⁻¹ (ok. 0,0092 \$ kWh⁻¹). Z obliczeń wynika, że gdyby środowiskowe koszty zewnętrzne zostały uwzględnione w kosztach produkcji energii elektrycznej, koszty produkcji energii elektrycznej z biomasy byłby niższe niż z węgla [Wang i in. 2019]. Owen [2006] zasugerował, że włączenie kosztów zewnętrznych do ceny wytwarzania energii elektrycznej spowodowałoby, że niektóre technologie odnawialne stałyby się konkurencyjne finansowo do energii wytwarzanej w elektrowniach węglowych.

Z uprawą roślin na cele energetyczne, takich jak wierzba, związane są nie tylko koszty, ale również szereg korzyści środowiskowych. Azot jest nadal kluczową kwestią w dzisiejszym rolnictwie [Bredemeier i in. 2015]. Pozytywny wpływ upraw wierzby wynikający z usuwania ze zlewni związków N pochodzenia nawozowego zanieczyszczających wodę, z sąsiadujących upraw roślin został wyceniony na 1,8-37,0 \$ kg rok⁻¹ N [Bressler i in. 2017, Ssegane i in. 2016]. Brink i in. [2011] przeanalizowali koszty azotu w środowisku i stwierdzili, że całkowite roczne szkody spowodowane obecnością azotu w wodach i glebie w krajach europejskich wahały się między 70 i 320 mld € (150-750 € na mieszkańca), z czego około 75% dotyczyło szkód dla zdrowia ludzkiego i zanieczyszczenia powietrza. Jongeneel i in. [2014] przedstawili analizę holenderskiego sektora rolnictwa według kosztów i korzyści zewnętrznych. Zdaniem autorów roczne koszty zewnętrzne związane z rolnictwem zostały oszacowane na 185,7 mln €, podczas gdy przychody z korzyści zewnętrzne oszacowano na 186,2 mln €. Kolejną grupą benefitów środowiskowych płynących z uprawy wierzby jest zwiększanie bioróżnorodności. Dobrze zarządzane SRC mogą wzbogacić różnorodność biologiczną w krajobrazie zdominowanym przez rolnictwo [Vanbeveren i Ceulemans 2019]. Stwierdzono również, że uprawy energetyczne wierzby zwiększają różnorodność dżdżownic oraz są dobrymi uprawami do dywersyfikacji krajobrazu [Feledyn-Szewczyk i in. 2019]. Na plantacji SRC oznaczono także liczne mikroorganizmy, organizmy glebowe i owady [Czachorowski i in. 2015].

Cel 4. Celem badań było ustalenie czy założenie plantacji wierzby i topoli uprawianych w krótkich rotacjach było opłacalne ekonomicznie i czy przepisy prawne wspierały ten rodzaj produkcji.

Kolejna praca uzupełniała analizę ekonomiczną produkcji wierzby i topoli o analizę przepisów prawnych i systemów wsparcia wynikających z wspólnej polityki rolnej UE. Do analizy przyjęto dwa gatunki roślin wieloletnich uprawianych w krótkich rotacjach (SRC): tj. wierzba (*Salix viminalis*, odmiana Żubr), topola (*Populus nigra* x *P. Maximowiczii* Henry cv. Max-5) w dwóch opcjach wzbogacenia gleby, które spotykane są w praktyce rolniczej, wybranych spośród analizowanych w pracy **P1** i **P2**. Pierwszą opcję stanowiła kontrola, oznaczona dalej literą (C), gdzie nie stosowano żadnego nawożenia. Drugą opcję stanowiło nawożenie mineralne (F). Koszty wewnętrzne bezpośrednio związane z uprawą pochodziły z pracy **P1**, gdzie zostały szczegółowo przeanalizowane.

Analizę efektywności ekonomicznej uprawy i produkcji zrębków dwóch gatunków SRC przedstawiono na podstawie plonu biomasy uzyskanego w pierwszym czteroletnim cyklu zbioru. W związku z powyższym na podstawie wartości opałowej świeżych zrębków SRC uzyskanych z poszczególnych sposobów wzbogacenia gleby i ceny za 1 GJ energii w nich zawartej obliczono ich wartość pieniężną. Wartość świeżych zrębków badanych gatunków SRC wyceniono, przyjmując ich cenę rynkową w analizowanym okresie na poziomie 5,24 € GJ⁻¹., natomiast koszty zostały za pomocą wskaźnika inflacji przeliczone na rok 2020 r. z wyjątkiem podatku, który został policzony zgodnie z stawką obowiązującą w 2020 r. Ceny zakupu materiałów ustalone na rok 2013 przedstawione w pracy

P1 poprzez wskaźniki inflacji zostały przeliczone na rok 2020, następnie zostały przeliczone na Euro po kursie średnim z 2020 r.

Analiza ekonomiczna obejmowała następujące elementy. Przeprowadzono analizę zdyskontowanych przepływów pieniężnych, która pozwoliła określić zdyskontowany okres zwrotu kosztów (DPBP – Discounted payback period) poniesionych na założenie, prowadzenie i likwidację plantacji dla badanych SRC w poszczególnych wariantach nawożenia. W celu porównania opłacalności produkcji SRC w analizowanych wariantach wzbogacenia gleby określono wartość bieżącą netto (NPV), wewnętrzną stopę zwrotu (IRR), oraz wskaźnik rentowności (PI). Założenia modelu pozwalały przeprowadzić analizę porównawczą kosztów produkcji oraz jej opłacalności poprzez wykorzystanie metody wartości bieżącej netto. We wszystkich obliczeniach przyjęto 5% stopę dyskonta. Koszty i dochody SRC zostały rozłożone na cały okres uprawy. Aby móc porównać wyniki uzyskane w SRC z roślinami jednorocznymi, przyjęto podejście wartości netto (NPV), podobnie jak stosowano to w innych badaniach **P1**, w których koszty i przychody wierzby były konwertowane na roczne strumienie za pomocą metody renty. Analiza została przeprowadzona z wykorzystaniem oprogramowania Invest for Excel 3.9

Dodatkowo do otrzymanych wartości przychodu z produkcji wierzby i topoli dodano wartości dopłat do ich produkcji w następujących scenariuszach. Pierwszy scenariusz oznaczony dalej jako (I) nie obejmował żadnych bezpośrednich płatności obszarowych oferowanych rolnikom w ramach wspólnej polityki rolnej, dotacji produkcyjnych i kosztów zakupu gruntów. W drugim scenariuszu oznaczonym dalej jako (II) uwzględniono jednolitą płatność obszarową, płatność z tytułu praktyk rolniczych korzystnych dla klimatu i środowiska (tzw. Płatność za zazielenienie EFA oraz płatność dodatkową (redystrybucyjną). Trzeci scenariusz oznaczony dalej jako (III) obejmował dodatkowo (oprócz dopłat wymienionych w scenariuszu II) płatność dla młodego rolnika oraz płatność z tytułu Płatności dla obszarów z ograniczeniami naturalnymi lub innymi szczególnymi ograniczeniami (tzw. płatność ONW) z ograniczeniami naturalnymi dla strefy I.

Finansowanie WPR opierało się na: dopłatach bezpośrednich (pierwszy filar); środkach rozwoju obszarów wiejskich w WPR oraz dodatkowych środkach rozwoju obszarów wiejskich w ramach „NextGeneration EU” (tymczasowy instrument na rzecz odbudowy) (drugi filar). W mechanizmach wsparcia bezpośredniego zrezygnowano z „oddzielenia płatności od produkcji” na rzecz „ukierunkowania”, co zaowocowało systemem siedmiu płatności wielofunkcyjnych, z których każda odpowiada konkretnym celom: 1) „płatność podstawowa na hektar, której poziom ma być ujednolicony zgodnie z krajowymi lub regionalnymi kryteriami ekonomicznymi lub administracyjnymi i która ma podlegać procesowi konwergencji (tzw. konwergencji wewnętrznej); 2) „płatność z tytułu zazieleniania” w postaci dodatkowego wsparcia przeznaczonego na skompensowanie kosztów wygenerowania korzyści dla środowiska, których nie wynagradza rynek; 3) płatność dodatkowa dla młodych rolników; 4) „płatność redystrybucyjna”, pozwalająca zwiększyć wsparcie na pierwsze hektary gospodarstwa; 5) dodatkowe wsparcie dochodów na obszarach z ograniczeniami naturalnymi; 6)

wsparcie powiązane z produkcją na rzecz określonych obszarów lub rodzajów gospodarki rolnej, przyznawane ze względów gospodarczych lub społecznych; 7) dobrowolny uproszczony system dla drobnych gospodarstw otrzymujących mniej niż 1250 €. Stosowanie trzech pierwszych składowych było dla państw członkowskich UE obowiązkowe, a czterech ostatnich – fakultatywne. Państwa członkowskie musiały przeznaczać 30% krajowej puli płatności bezpośrednich na płatności z tytułu zazieleniania. Pozostałe 70% przeznaczane było na płatności podstawowe po odliczeniu wszelkich kwot przeznaczonych na obowiązkowe krajowe rezerwy ustawowe (obowiązkowe, do wysokości 3% puli krajowej), a także na dodatkowe płatności redystrybucyjne (do 30%), na rzecz młodych rolników (do 2%), obszarów o niekorzystnych warunkach gospodarowania (do 5%) lub w postaci płatności powiązanych z wielkością produkcji (do 15%). Nowe dopłaty do 1 hektara przyznawane były jedynie rolnikom aktywnym zawodowo. Ponadto do 2019 r. podlegały one procesowi częściowej konwergencji (tzw. konwergencji zewnętrznej) między państwami członkowskimi. Na system płatności podstawowej Państwa członkowskie przeznaczają około 70% krajowej puli środków na płatności bezpośrednie.

Na tle powyższych uregulowań ustalono, że produkcja zrębków wierzby i topoli we wszystkich analizowanych wariantach była opłacalna, choć otrzymane wartości wszystkich wskaźników różniły się znacznie w zależności od gatunku SRC, opcji nawożenia a przede wszystkim od scenariusza dopłat. Porównując NPV to dla wierzby otrzymano wartości od 1540 € do 5641 € i były one wyższe o 861 € dla kontroli i o 1172 € dla nawożenia mineralnego od wartości NPV otrzymanych dla topoli w analogicznych opcjach nawożenia oraz scenariuszach dopłat. Wartości dochodu dla wierzby były w przedziale od 121 € rok⁻¹, do 568 € rok⁻¹, i były wyższe o 68 € dla kontroli i 92 € dla nawożenia mineralnego, od topoli w analogicznych opcjach nawożenia oraz scenariuszach dopłat.

Wskaźniki IRR był około dwa razy większy dla wierzby niż topoli w analogicznych opcjach nawożenia i scenariuszach dopłat. Natomiast wskaźniki rentowności były o około 40% większe dla wierzby niż dla topoli. Możliwość uzyskania dopłat w scenariuszu II obejmującym jednolitą płatność obszarową, płatność dodatkową i płatność za zazielenienie, które za 2020 r. wyniosły łącznie 207,79 € spowodowały wzrost dochodu o 223 € i NPV o 2848 €. Uwzględnienie dodatkowo płatności dla młodego rolnika i ONW z ograniczeniami naturalnymi, strefa I w scenariuszu III spowodowało wzrost dochodu o 322 € i NPV o 4101 € w każdym analizowanym przypadku. Wzrost NPV wynikający z możliwości uzyskania dopłat był bardzo znaczący. Dla SRC uprawianych bez nawożenia (opcja C) wzrost NPV był 2,8- i 3,7-krotny (dla II i III scenariusza odpowiednio) a dla topoli 5,2- i 7-krotny (dla II i III scenariusza odpowiednio). Zastosowanie nawożenia mineralnego, pomimo kosztów z tym związanych, znacznie wpłynęło na wysokość plonów a co za tym idzie, wzrost przychodu z tytułu sprzedaży zrębków drzewnych. Udział dochodu z tytułu sprzedaży zrębków był w tych opcjach (tj. wariant wierzba F i topola F) znaczny i dlatego wpływ dopłat na stosunek NPV mniejszy, odpowiednio 1,9 i 2,3 dla wierzby w scenariuszu II i III oraz 2,5 i 3,1 dla topoli w scenariuszu II i III.

Dość długi zdyskontowany okres zwrotu (DPBP), około 6 lat otrzymano dla wierzby CI oraz topoli FI, dla pozostałych przypadków DPBP wyniósł znacznie mniej, a wynikało to z otrzymanych co roku płatności.

Najwyższe wartości zdyskontowanych przepływów pieniężnych (DCF) otrzymano dla wierzby F III (7236 €), następnie dla topoli F III (6064 €), później dla wierzby F II (5984 €) and wierzby C III (5641 €) co potwierdza, iż możliwość utrzymania dopłat znacząco wpływa na opłacalność produkcji, powodując ponad 2-krotny wzrost uzyskanych dochodów w przypadku wierzby F. Największy wpływ dopłat – wzrost ponad 7-krotny dla topoli i 3,6-krotny dla wierzby otrzymano w wariantach C (bez nawożenia). Uzyskane wyniki były szczególnie ważne w kontekście przekonania rolników do niskonakładowej uprawy SRC, której wpływ na środowisko jest znacznie niższy nie tylko w kontekście negatywnego i wysokiego wpływu nawożenia na środowisko, zwłaszcza w kategorii eutrofizacja wód słodkich dla plantacji topoli [Krzyżaniak i in. 2019] oraz toksyczność wód słodkich dla wierzby [Krzyżaniak i in. 2016] ale także wyższych kosztów zewnętrznych z tym związanych nawet o 23% dla produkcji zrębków wierzby (**P3**) and 20% dla produkcji zrębków topoli (**P2**). Również najwyższe wartości DCF – wierzby FIII i topoli FIII były ponad 2- i 3- krotnie wyższe od wierzby FI i topoli FI.

Porównując sytuację ekonomiczną w latach 2013-2015 (**P1**) w Polsce do 2020 a tych samych warunkach produkcyjnych można zauważyć spadek wartości NPV: dla wierzby C I z 1653 € do 1540 € i wierzby F I z 3298 € do 3135 €, dla topoli F I z 2111 € do 1964 € co stanowiło ok. 5%; i dla topoli C I z 844 € do 680 € co stanowiło prawie 20%. Fradj i in. [2020] przedstawił ocenę potencjalnego wprowadzenia uprawy wierzby w krótkich rotacjach, do upraw w Polsce. Jednym z elementów analizowanych w pracy była wielkość dotacji i jej stymulujący wpływ na wielkość arealu uprawy wierzby w Polsce. Autorzy stwierdzili, że mając duży potencjał dla biogospodarki w Polsce, wierzba może być produkowana w sposób zrównoważony i wydajny oraz zapewnić dodatkowe dochody rolnikom.

Produkcja wierzby na cele energetyczne na Litwie też była opłacalna, niezależnie czy produkcja taka była wsparta przez dotacje [Konstantinavičienė i in. 2020]. Wyniki uzyskane z analizy przepływów pieniężnych wykazały, że przy zastosowaniu 6% stopy dyskontowej w przypadku braku dotacji unijnych wartość bieżąca netto uprawy wierzby wynosiła 458 €. Tymczasem w przypadku otrzymania dotacji unijnych wartość bieżąca netto uprawy wierzby w 22 roku wynosiła 1800 €. DPBP bez dopłat wyniósł 17 lat a z dopłatami 9 lat.

Polityka dotycząca produkcji wieloletnich roślin energetycznych w Niemczech składała się z czterech rodzajów płatności na trzech i czterech poziomach [Spiegel i in. 2018]. Na podstawie produkcji topoli w cyklu 24-letnim [Spiegel i in. 2018] ustalono, że tylko najwyższa wartość spośród cen gwarantowanych (50, 55 i 60 € Mg⁻¹ s.m.), pozwoliła uzyskać dodatnią wartość NPV na poziomie 2826,29 €. Wartość ta była wyższa niż wartość 885 € uzyskana w tej pracy, chociaż zakładana cena rynkowa była o około 20 € wyższa. W innym scenariuszu przyjęto dotację - na rozpoczęcie plantacji, która wynosiła 500 € ha⁻¹ i pozwoliła ona na osiągnięciu NPV równe 3758,82 € ha⁻¹; podobną wartość

(NPV 3528 €) osiągnięto dla topoli C II, w której łączna wartość rocznych płatności wynosiła około 200 € ha⁻¹. Faasch i in. [2014] dokonał również oceny rentowności produkcji SRC w Niemczech. Ich wyniki potwierdziły, że odpowiednie warunki gospodarcze i polityczne, takie jak wysokie dotacje, niskie koszty i wyższe ceny zrębków, mogą doprowadzić do tego, że plantacje SRC osiągną wyższą rentowność niż produkcja konwencjonalnych upraw. Najbardziej korzystny wariant stanowił dotację, w której rolnicy otrzymywali zwrot 30% początkowych nakładów inwestycyjnych oraz płatność obszarową w wysokości 200 € za hektar rocznie, co pozwoliło na wygenerowanie NPV w wysokości 8660 € za ha.

Szwedzkie doświadczenie w produkcji SRC do celów energetycznych sugerowały potrzebę opracowania modeli finansowych ukierunkowanych na zmniejszenie ryzyka związanego z uprawą SRC [Mola-Yudego i in. 2014], potwierdzając w ten sposób wcześniejsze twierdzenie, że stabilna polityka i długoterminowe umowy między różnymi podmiotami mogą zmniejszyć niepewność wynikającą z uprawy SRC [Helby i in. 2006].

Najnowsze badania trendów i lokalizacji szybko rosnących roślin energetycznych pokazały, że całkowity obszar objęty plantacjami SRC w Szwecji spada od lat. Wierzba była sadzona coraz częściej na bardziej produktywnych gruntach rolnych, natomiast plantacje topoli były zakładane na glebach mniej żyznych niż wcześniej [Xu i Mola-Yudego 2021].

Cel 5. Głównym celem było określenie kosztów cyklu życia i rentowności produkcji dla wybranego łańcucha wartości bioproduktów: ekstraktu oraz peletu z biomasy topoli przetwarzanej w biorafinerii.

Biomasa roślin wieloletnich uprawianych w krótkich rotacjach stanowi cenne źródło wartościowych związków. Produkty zawierające substancje bioaktywne z wierzby głównie związki fenolowe (zwłaszcza z kory wierzby głównie u takich gatunków jak *Salix purpurea* i *Salix alba*) znane były od dawna i występują w wielu produktach handlowych [Tyśkiewicz i in. 2019]. Związki te to głównie glikozydy fenolowe (zwane glikozydami salicyłowymi) o działaniu przeciwzapalnym, przeciwgorączkowym i przeciwbólowym. Pod względem wysokiej zawartości różnych związków chemicznych o potencjale rynkowym topola choć mniej znana, również wydała się odpowiednia [Budsberg i in. 2020, Devappa, i in. 2015, Kuś, Jerković, i in. 2018a, Kuś i in. 2018b, Turley i in. 2006] jako innowacyjny składnik bioproduktów o wysokiej wartości, np. weterynaryjnych o właściwościach przeciwzapalnych i dlatego została wybrana do badań. Głównym bioproduktem był ekstrakt z topoli, natomiast biomasa po ekstrakcji została wykorzystana do wytworzenia produktu ubocznego peletu.

Główny bioprodukt, ekstrakt, uzyskano na drodze ekstrakcji nadkrytycznej. Analiza objęła okres 20 lat. Model ekonomiczny obejmował produkcję 3,75 kg ekstraktu na jeden cykl produkcyjny (915 kg ekstraktu na rok) i 250 kg peletu na jeden cykl produkcyjny (60,05 Mg peletu na rok).

Granice systemu obejmowały trzy podsystemy. Podsystem I - produkcja biomasy - obejmowała przygotowanie zrębków topoli; tj. zakładanie plantacji (orka, odchwaszczanie chemiczne, sadzenie

ręczne, pielenie mechaniczne) nawożenie mineralne, zbiór, przygotowanie zrębków i likwidacja plantacji. Dane do analiz pochodziły z doświadczenia polowego prowadzonego w Stacji Dydaktyczno-Badawczej UWM w Bałdach. Topola (*Populus nigra* × *Populus maximowiczii*) była zbierana w cyklach jednorocznych, a plon świeżej biomasy wyniósł średnio 22.2 Mg ha⁻¹ rok⁻¹, wilgotność zbieranej biomasy wynosiła średnio 60,6%. Ze względu na wielkość analizowanej instalacji do ekstrakcji nadkrytycznej w przeprowadzonych analizach uwzględniono koszty i plony biomasy topoli z powierzchni 5,5 ha rocznie. II podsystem - logistyka biomasy - obejmował koszty transportu do zakładu obróbki wstępnej (50 km), koszty energii i koszty personelu związane z procesami suszenia i mielenia, a także koszty transportu (50 km) do podsystemu III. Biomasa topoli była suszona w temperaturze 40°C przez okres 7 dni. Następnie była ona mielona w młynie z wykorzystaniem sita o średnicy oczek 6 mm. Wilgotność biomasy dostarczanej do procesu ekstrakcji nadkrytycznej wynosiła 10,6%.

Podsystem III - zwany biorafinerią - obejmował koszty i przychody związane z produkcją suchego ekstraktu nadkrytycznego, a także koszty i przychody związane z produkcją peletu. Korzystanie z produktu i koniec życia produktu było poza granicami systemu. Produkcja bioproduktu głównego tj. ekstraktu oraz bioproduktu ubocznego peletu obejmowało następujące procesy: nawilżanie biomasy, załadunek reaktorów, ekstrakcja nadkrytyczna, obniżenie ciśnienia po zakończonym procesie ekstrakcji, rozładunek reaktorów i mycie, suszenie ekstraktu, pakowanie ekstraktu suchego do metalowych puszek. Biomasa poekstrakcyjna została wykorzystana do produkcji peletu. Proces produkcji peletu biomasy obejmowała trzy zasadnicze etapy, pierwszy przebiegał w granulatorze w warunkach wysokiego ciśnienia i temperatury [Stolarski i in. 2022] które zmiękczyły ligninę i związały materiał zawarty w biomacie. Kolejnym etapem było chłodzenie peletu, które powodowało jego utwardzenie, a następnie pakowanie.

W ocenie ekonomicznej uwzględniono wszystkie koszty oraz przychody w tym: materiałowe, energii, wody, ścieków oraz koszty pracy związane z produkcją bioproduktu głównego – ekstraktu oraz dodatkowego – peletu. Analiza obejmowała określenie kosztów inwestycji (CAPEX) i kosztów operacyjnych (OPEX) oraz kosztów cyklu życia (LCC) produkcji ekstraktu i peletu.

Analiza kosztów objęła wycenę następujących elementów w ramach przyjętych założeń. W podsystemie I uwzględniono koszty założenia i likwidacji plantacji. Koszty produkcji topoli obejmujące koszty materiałów i pracy związanej z nawożeniem mineralnym, zbiorem wraz ze zrębkowaniem topoli oraz koszty transportu polowego, ponadto w analizie uwzględniono podatek rolny.

W podsystemie II uwzględniono koszty zakupu młyna. Koszty suszarni zostały pominięte, gdyż przy założonej skali procesu etap ten zwykle zlecany byłby innym wyspecjalizowanym podmiotom jako usługa. W podsystemie II uwzględniono również koszty związane z mieleniem (koszty energii i koszty personelu oraz suszenia (usługa zewnętrzna) zrębków topoli. Ponadto uwzględniono koszty transportu z pola do zakładu obróbki wstępnej oraz z zakładu obróbki wstępnej do biorafinerii.

W podsystemie III uwzględniono koszty zakupu instalacji do ekstrakcji nadkrytycznej, koszty montażu instalacji do ekstrakcji nadkrytycznej, koszty linii do peletyzacji wraz z montażem linii. W podsystemie

III uwzględniono również koszty materiałów, energii, wody i ścieków oraz koszty personelu w następujących etapach związanych z ekstrakcją nadkrytyczną i przygotowaniem produktu do sprzedaży oraz peletyzacją biomasy poekstrakcyjnej.

Cenę peletu oszacowano na podstawie danych rynkowych. Cena ekstraktu w wariantcie podstawowym została oszacowana na podstawie progu rentowności (BEP) do której dodano 5% marży (BEP+5%). Ze względu na przyjętą – niską wartość marży, przeprowadzono dodatkowe analizy wariantu drugiego, przy założeniu, że cena ekstraktu wzrosłaby o 15% w stosunku do założonej w badaniach, czyli 20% powyżej BEP (BEP+20%). Kolejnym etapem analizy była ocena przychodu dla BEP+5% oraz BEP+20%. Określono również koszty w cyklu życia (LCC) 1 kg ekstraktu.

Na podstawie przychodów, kosztów inwestycyjnych i kosztów operacyjnych obliczono wskaźniki opłacalności produkcji: wartość bieżącą netto (NPV), wewnętrzną stopę zwrotu (IRR), wskaźnik rentowności (PI) oraz zdyskontowany okres zwrotu (DPBP) dla oby wariantów cenowych. Analizę ekonomiczną przeprowadzono z wykorzystaniem oprogramowania Invest For Excel (wersja 3.9) firmy DataPartner.

W ramach badań przeprowadzono analizę wrażliwości kilkoma metodami. Pierwsza, jednokierunkowa analiza wrażliwości, gdzie analizie poddano wpływ zmiany jednego czynnika na wartość NPV. Przeprowadzono analizę wpływu zmiany współczynnika dyskontującego na NPV dla obu wariantów cenowych. Kolejną metodą był wykres Tornado. Wykres Tornado pokazał wpływ zmiany poszczególnych składników analizy (związanych z przychodami i kosztami) na wartość NPV. Każda ze zmiennych niezależnych testowana była w żądanym zakresie, dla którego wyznaczane były wartości zmiennej zależnej (NPV). Zakres zmian zmiennych niezależnych (przychody i/lub koszty) ustalany był jako wartość względna w stosunku do wartości bazowych określonych w modelu deterministycznym o $\pm 10\%$. Zmienna niezależna (przychody i/lub koszty), której zmiany powodowały największe zmiany zmiennej zależnej (NPV), umieszczane były na górze wykresu, zmienna niezależna wywołująca najmniejsze zmiany zmiennej zależnej umieszczana była na dole efektem czego powstała uporządkowana lista czynników od tego którego wpływ był największy do takiego, którego wpływ był najmniejszy. Trzecią metodą była symulacja Monte Carlo. Analizę Monte Carlo przeprowadzano dla ceny ekstraktu, wartość minimalna przyjęta do analizy była równa LCC 1 kg ekstraktu, czyli 143,7 € natomiast wartość max przyjęta do analizy była wartością maksymalną ceny symulowanej ekstraktu [Rój i Kozłowski 2016] i wyniosła 300 €. Symulacja Monte Carlo wykorzystuje liczby losowe do wygenerowania próbek zmiennych wejściowych, a następnie przeprowadza dużą liczbę symulacji w celu wygenerowania wartości wyjściowych. Z tych wartości wyjściowych tworzone były funkcje gęstości prawdopodobieństwa [Nicholls 2017]. Na podstawie wartości gęstości prawdopodobieństwa oszacowano prawdopodobieństwo osiągnięcia określonej wartości (lub przedziału wartości NPV). W ramach badań przeprowadzano 1000 iteracji dla ceny ekstraktu i na tej podstawie wyznaczono rozkład gęstości prawdopodobieństwa wartości NPV.

Koszty inwestycyjne (capital expenditures - CAPEX) łącznie dla wszystkich podsystemów określono na poziomie 870686 € z czego 1,3% stanowiły koszty inwestycyjne I podsystemu, 0,7% koszty inwestycyjne II podsystemu i 98% koszty inwestycyjne III podsystemu. Spośród kosztów inwestycyjnych największy udział stanowiła instalacja do ekstrakcji nadkrytycznej (73%) i jej montaż (25%), pozostałe koszty stanowiły łącznie 2% kosztów inwestycyjnych. Wartość oszacowana w pracy była wyższa o 1% od wartości oszacowanej przez Prado i in. [2010], a przedstawionej również w pracy Rój i Kozłowski [2016]. Koszty inwestycyjne związane z zakupem instalacji do ekstrakcji nadkrytycznej były niższe o 15% od wartości obliczonej na podstawie wzoru zaproponowanego przez Kikič [2007]. Niższa wartość wynikała z niższych ciśnień roboczych w ekstraktorach instalacji przyjętej do analizy (330 bar) w stosunku do modelowej (550 bar).

Koszty operacyjne (operating expenditures - OPEX) w pierwszym roku analizy zostały określone poziomie 105300 € z czego koszty operacyjne związane z I podsystemem stanowiły 1,5%, koszty operacyjne związane z II podsystemem II stanowiły 2,2%, a koszty operacyjne związane z III podsystemem III 96,4%. Największe koszty operacyjne stanowiły koszty personelu (58%) oraz koszty materiałów i mediów związanych z procesem ekstrakcji nadkrytycznej (36%). Znaczącymi kosztami operacyjnymi były surowce i inne koszty stałe. Koszty podatku gruntowego, opakowań, koszty energii / paliwa, wody i ścieków związane z mieleniem, nawilżaniem, suszeniem, rozładunkiem - myciem, usuwaniem wody, peletowaniem, transportem miały niewielki udział. Włączenie kosztów personelu do poszczególnych procesów pozwoliło wskazać najbardziej kosztochłonne etapy w następującej kolejności: ekstrakcja nadkrytyczna (54%), nawilżanie (24%) i usuwanie wody (13%) pozostałe etapy generowały koszty na poziomie poniżej 3%. Na podstawie kosztów operacyjnych ustalono próg rentowności (BEP) ceny ekstraktu i wyniósł on 158 € kg⁻¹. BEP ceny ekstraktu wyznaczony w badaniach był niższy niż u Rój i Kozłowski [2016], gdzie szacowny koszt produkcji (Cost of Manufacturing - COM) ekstraktu w odniesieniu do wydajności ekstrakcji nadkrytycznej wyniósł ok. 210 € kg⁻¹, dla wydajności ekstrakcji na poziomie 2% czyli tyle ile uzyskano w badaniach.

Próg rentowności ekstraktu wyznaczony w badaniach był większy niż COM np. liści granatu, który wyniósł 114,36 \$ kg⁻¹ (ok. 85,57 € kg⁻¹) [Cavalcanti i in. 2012], ale mniejszy niż np. papryki habanero, który wyniósł 540,19 \$ kg⁻¹ (ok. 394,78 € kg⁻¹) [Rocha-Urbe i in. 2013]. BEP ekstraktu z topoli był porównywalny z COM ekstraktu zawierającego związki fenolowe (czyli związków o podobnych właściwościach co analizowany ekstrakt) z fasoli zwykłej (*Phaseolus vulgaris* L.) otrzymany w podobnych warunkach i skali, który wyniósł 163 \$ kg⁻¹ (ok. 119,12 € kg⁻¹) [Veggi i in. 2014]. Trzeba również dodać, że prowadząc proces ekstrakcji innych związków, dla których można uzyskać większe sprawności procesu, wartość COM może być znacznie niższa rzędu kilku € kg⁻¹ [Rój i Kozłowski 2016].

Na podstawie skumulowanych zdyskontowanych kosztów produkcji określono koszty w cyklu życia (LCC) dla samego ekstraktu, który wyniósł 143,70 € za kg. Wykorzystanie pozostałości poekstrakcyjnych do produkcji peletu zwiększyło LCC, przeliczając na 1 kg ekstraktu, do wysokości

145,59 €, ale pozwoliło wygenerować dodatkowy produkt handlowy, czyli pelet. Analiza wykazała, że wzrost kosztów na poziomie 1,9 € w przeliczeniu na 1 kg wyprodukowanego ekstraktu, może wygenerować przychód ze sprzedaży peletu na poziomie 15 € na 1 kg ekstraktu. Wartości te potwierdzają słuszność kaskadowego wykorzystania biomasy w biogospodarce.

Analiza przychodu obejmowała przychód ze sprzedaży ekstraktu oraz peletu. W wariantcie podstawowym, gdzie cena sprzedaży ustalona była na poziomie 5% powyżej BEP łączny przychód w pierwszym roku wyniósł 162002 €, z czego 94% stanowił przychód ze sprzedaży ekstraktu, a 6% przychód ze sprzedaży peletu. W wariantcie uwzględniającym cenę sprzedaży na poziomie 20% powyżej BEP łączny przychód w pierwszym roku wyniósł 192358 €, z czego 95% stanowił przychód ze sprzedaży ekstraktu oraz 5% przychód ze sprzedaży peletu.

Oszacowana cena jednostkowa ekstraktu opublikowana przez Rój i Kozłowski [2016], wyniosła ok. 300 € za 1 kg ekstraktu i była ona prawie dwukrotnie wyższa od cena sprzedaży 1 kg ekstraktu w wariantcie podstawowym (BEP+5%) przyjęta do analizy oraz ok. 1/3 wyższa od ceny przyjętej w wariantcie BEP+20%. Porównanie to pozwala sądzić, że opłacalność takiej biorafinerii może być znacznie wyższa.

W wariantcie podstawowym, do analizy opłacalności przyjęto cenę ekstraktu (BEP+5%) na poziomie 165,90 € kg⁻¹ i cenę peletu 167,08 € Mg⁻¹. Przyjęte założenia pozwoliły określić NPV na poziomie 76388 €, IRR na poziomie 6%, PI na poziomie 1,1, a zdyskontowany okres zwrotu 17 lat. Pomimo że przyjęte ceny ekstraktu oraz peletu należały do niskich, to wszystkie wskaźniki potwierdziły opłacalność inwestycji i produkcji ekstraktu z topoli. Analiza wariantu drugiego, gdzie cena ekstraktu przyjęta do analizy była większa o 15% od ceny wariantu podstawowego i o 20% od BEP, czyli 199,10 € za kg, pozwoliła uzyskać NPV 540226, co stanowiło ponad 7-krotny wzrost wartości NPV. Przy takiej cenie IRR wzrosło dwukrotnie (12%), DPBP spadł do 10 lat a PI wzrosło do 1,6. Wzrost ceny wydaje się prawdopodobny, a co tym bardziej potwierdza opłacalność inwestycji. Dla biorafinerii pracującej w większej skali (400 Mg rok⁻¹, ekstrakcja olejku paczula) Soh i in. [2021] uzyskali wskaźniki DPBP 5,4 lata i IRR 26.3%. Canabarro i in. [2020] potwierdził, że mniejsza skala może być nieopłacalna, w swoich badaniach dla ekstraktorów o pojemności 2x100 dm³ przy cenie 500 € kg⁻¹ otrzymał ujemne wartości NPV.

Jednokierunkowa analiza wrażliwości dla inwestycji planowanej na 20 lat wykazała, że wzrost stopy dyskonta w wariantcie podstawowym BEP+5% o 20%, czyli do wartości 6%, spowodowałby spadek NPV do wartości 1802 €, co było prawie na granicy opłacalności. Natomiast wzrost stopy dyskonta powyżej 6,03% (IRR) spowodowałby, że inwestycja byłaby nieopłacalna. Stopa dyskonta w zakresie ± 20% w wariantcie BEP+20% nie generowała zagrożenia dla opłacalności inwestycji.

W analizie „Tornado” w pierwszym etapie do analizy przyjęto wszystkie przychody i koszty wszystkich analizowanych podsystemów i okazało się, że inwestycja najbardziej wrażliwa była na przychody ze sprzedaży ekstraktu suchego, następnie na koszty personelu i zakup instalacji do ekstrakcji nadkrytycznej, widoczny był ponadto wpływ kosztów montażu instalacji do ekstrakcji nadkrytycznej

oraz przychodów ze sprzedaży peletu. Pozostałe składowe w ujęciu całościowym miały marginalny wpływ na wartość NPV.

Kolejne analizy obejmowały wpływ kosztów w poszczególnych podsystemach na wielkość NPV całej inwestycji. Wpływ kosztów produkcji topoli w I podsystemie na NPV był relatywnie najmniejszy w zakresie ± 300 €. Analiza kosztów dla podsystemu I wykazała, że cztery elementy – nawożenie mineralne, zbiór, założenie plantacji, i transport połowy stanowiły największe czynniki wpływu z czego największym był koszt nawożenia mineralnego. Wzrost kosztu nawożenia mineralnego o 10% obniżał wartość NPV o ok. 280 €. Drugi z kolei był koszt zbioru; wzrost tego kosztu o 10% powodował spadek NPV o ok. 260 €. Kolejnymi były założenie plantacji i transport połowy, których wzrost o 10% powodował spadek NPV o ok. 200 €. Najmniejszy wpływ na wartość NPV miały likwidacja plantacji i podatek rolny.

Wpływ kosztów II podsystemu był ok. 10 razy większy niż I podsystemu i mieścił się w przedziale ± 3000 €. NPV w II podsystemie najbardziej wrażliwe było na koszty w procesie suszenia, ze względu na duże koszty energii tego procesu oraz koszty transportu, które obejmowały odległość 100 km tj 50 km między polem a punktem suszenia i mielenia oraz kolejne 50 km pomiędzy punktem suszenia i mielenia a biorafinerią. Koszty związane z mieleniem miały mniejszy wpływ na NPV, zmiana każdego z nich o 10% powodowała zmianę NPV o 500 €. Najmniejszy wpływ na NPV miały koszty personelu na etapie suszenia.

Zmiana kosztów o 10% w III podsystemie powodowałyby zmiany NPV w zakresie prawie $\pm 100\,000$ €. Wykazano, że koszt instalacji do ekstrakcji nadkrytycznej był elementem najsilniej wpływającym na zmianę NPV. Kolejnymi kosztami, które wpływały na NPV były koszty personelu na etapie nawilżania i ekstrakcji nadkrytycznej. Znaczący wpływ na NPV miały jeszcze koszty montażu instalacji do ekstrakcji i koszty personelu na etapie usuwania wody. Z analizy wynika, że należy poszukiwać oszczędności w procesie w większej automatyzacji procesu, która pozwoliłaby ograniczyć koszty personelu.

Przeprowadzona analiza Monte Carlo pozwoliła wyznaczyć przedział wartości NPV od wartości minimalnej -201 964 € do wartości maksymalnej do 2 113 786 € oraz wartość oczekiwaną, która wyniosła 639 314 € i była wyższa niż NPV obliczone dla BEP+20% o 9%. Mediana wyznaczona na podstawie symulacji wyniosła 551 466 € i była niższa od NPV obliczonego dla ceny BEP+20% ale tylko o 6%. Z przeprowadzonej analizy wynika, że prawdopodobieństwo uzyskania dodatnich wartości NPV czy opłacalności inwestycji i produkcji suchego ekstraktu nadkrytycznego wyniosło ponad 68%.

4.3.4. Podsumowanie

1. Efektywność ekonomiczna produkcji zrębków wieloletnich roślin lignocelulozowych uprawianych w krótkich rotacjach SRC w 4-letnim cyklu zbioru była silnie zróżnicowana zarówno ze względu na gatunek (wierzba, topola, robinia akacjowa) jak i sposób wzbogacania

gleby. Przeprowadzone badania wykazały, jak ważny jest właściwy dobór gatunków i metod wzbogacania gleby, ponieważ determinuje to plon biomasy i ma ogromny wpływ na koszt produkcji zrębków oraz wysokość uzyskiwanych dochodów z tej produkcji. Najlepsze wskaźniki ekonomiczne osiągnięto w produkcji wierzby. Produkcja zrębków topoli była również opłacalna, ale uzyskano dla niej mniejsze dochody we wszystkich wariantach wzbogacania gleby. Stwierdzono również dla tych dwóch gatunków, że zastosowane warianty wzbogacania gleby (zwłaszcza ligniną) dały pozytywne efekty ekonomiczne w porównaniu z kontrolą, z wyjątkiem zastosowania mikoryzy. Najkrótszy zdyskontowany okres zwrotu uzyskano dla produkcji wierzby w wariantach, w których stosowana była lignina L, nawożenie mineralne F oraz jednoczesne stosowanie ligniny i nawożenia mineralnego LF. Produkcja zrębków robinii akacyjowej okazała się natomiast nieopłacalna we wszystkich wariantach wzbogacania gleby.

2. Środowiskowe koszty zewnętrzne produkcji zrębków topoli wyniosły średnio 137,24 € ha⁻¹ rok⁻¹ i odpowiadał 27,5% kosztów wewnętrznych. Koszty zewnętrzne produkcji zrębków topoli w przeliczeniu na jednostkę masy wyniosł 15,67 € Mg⁻¹ s.m. co odpowiada średnio 20% całkowitego kosztu produkcji. Koszty zewnętrzne produkcji zrębków topoli różniły się w zależności od sposobu wzbogacenia gleby. Wzbogacenie gleby nawozami mineralnymi spowodowało wzrost kosztów wewnętrznych o około 52%, podczas gdy koszty zewnętrzne wzrosły aż o 133%. Natomiast po wzbogaceniu gleby ligniną koszty wewnętrzne wzrosły o 43%, a koszty zewnętrzne o 46%, co pokazało, jak ważna jest internalizacja kosztów zewnętrznych w LCC. Największe koszty zewnętrzne związane były z zakwaszeniem gleb i powstawaniem pyłu zawieszonego na etapie zbioru oraz w związku z emisją polową. Dlatego też zasadne jest poszukiwanie pozostałości organicznych, które mogłyby posłużyć do wzbogacenia gleby, poprawy plonowania biomasy i przyczynienia się do większej zrównoważoności produkcji. Ponadto kompleksowa ocena efektywności ekonomicznej produkcji topoli, oprócz kosztów wewnętrznych i zewnętrznych, wymagać będzie uwzględnienia i oceny korzyści środowiskowych płynących z uprawy topoli i jej kaskadowego wykorzystania, także na cele energetyczne.
3. Środowiskowe koszty zewnętrzne produkcji zrębków wierzby wyniosły średnio 212 € ha⁻¹ rok⁻¹, co stanowiło 23% całkowitego kosztu produkcji. Koszt zewnętrzne produkcji 1 Mg s.m. zrębków wierzby dla najlepiej plonującej odmiany wynosiło średnio 21,5 €, co stanowiło 27% całkowitego kosztu produkcji. Koszty zewnętrzne produkcji zrębków wierzby różniły się w zależności od odmiany i zależały od plonu. Najwyższe koszty zewnętrzne produkcji zrębków wierzby uzyskano dla klonów i odmian najslabiej plonujących, takich jak UWM 155 i Tur, a najniższe dla odmian najwyżej plonujących, takich jak Żubr i Ekotur. Spośród zabiegów agrotechnicznych najwyższe koszty zewnętrzne generowało nawożenie mineralne azotem. Najwyższe koszty zewnętrzne generowane były w kategoriach powstawania pyłu zawieszonego

i wynikały ze stosowania nawozów mineralnych. Wykazano, że właściwy dobór odmiany może prowadzić do obniżenia kosztów zewnętrznych. Wysokie wartości kosztów zewnętrznych wskazują na konieczność poszukiwania pozostałości poprodukcyjnych, które mogłyby być wykorzystane do nawożenia roślin, wzbogacania gleb i zwiększania produktywności biomasy, zwłaszcza na gruntach marginalnych. Zbiór wierzby również wiązał się ze znacznymi kosztami zewnętrznymi, co wskazuje, że technologia zbioru, wydajność maszyn i energochłonność tej fazy są ważnymi elementami procesu.

4. Badania dotyczące produkcji SRC oraz wykorzystania wierzby i topoli jako gatunków modelowych wykazały, że produkcja SRC wiązała się z wysokimi kosztami. Płatności w ramach Wspólnej Polityki Rolnej WPR były niewystarczające, aby zrekompensować te koszty, tak aby produkcja była konkurencyjna w stosunku do innych źródeł biomasy. Jedynymi dotacjami, jakie może uzyskać producent biomasy, była jednolita płatność obszarowa, płatności dla młodych rolników, płatności za zazielenienie lub płatności do obszarów z ograniczeniami naturalnymi. Warto zauważyć, że od lat podnoszony jest problem niedostatecznego wsparcia rozwoju SRC. Z przeprowadzonych w ramach badań analiz wynika, że obecne wsparcie produkcji SRC jest zbyt małe, aby takie plantacje mogły stanowić poważną alternatywę dla innych źródeł pozyskiwania biomasy. Osiągane obecnie wyniki ekonomiczne nie zachęcają rolników do zakładania plantacji SRC, choć mogą one stanowić stabilne źródło wysokiej jakości dendromasy, co ułatwiłoby stopniowe odchodzenie od paliw kopalnych, zwłaszcza węgla kamiennego, w gospodarstwach domowych, jak również w całych regionach lub krajach.
5. Zaproponowana koncepcja biorafinerii obejmowała produkcję ekstraktu z biomasy topoli jako bioproduktu głównego, o wysokiej jakości do wykorzystania m.in. w suplementach weterynaryjnych, oraz energetycznego produktu ubocznego jakim był pelet. Analizy kosztów i opłacalności łańcucha wartości złożonego z powyższego produktu głównego i produktu ubocznego potwierdziły, że proponowane przetwarzanie biomasy lignocelulozowej topoli jest realnym rozwiązaniem. Stwierdzono, że największe nakłady inwestycyjne (capital expenditures - CAPEX) poniesiono na zakup i montaż instalacji ekstrakcji nadkrytycznej. Z kolei największymi wydatkami operacyjnymi (operating expenditures - OPEX) były koszty robocizny oraz koszty materiałów i mediów związanych z procesem ekstrakcji nadkrytycznej. LCC 1 kg ekstraktu osiągnął 145,59 €. Produkcja ekstraktu i peletu w wariantach podstawowym BEP+5% była opłacalna. Wykazano również, że wzrost ceny produktu głównego o 20% powyżej progu rentowności pozwala uzyskać zdyskontowany okres zwrotu 10 lat i IRR od 12%. Rentowność inwestycji była najbardziej wrażliwa na cenę ekstraktu, koszty personelu, koszt instalacji do ekstrakcji nadkrytycznej, koszt produkcji ekstraktu i cenę peletu, podczas gdy pozostałe elementy miały marginalny wpływ na rentowność inwestycja. Możliwych oszczędności można więc szukać w automatyzacji procesu. Wyniki symulacji Monte Carlo

wykazały, że BEP+20% jest realną ceną, którą można osiągnąć na rynku. Analiza ryzyka dla przyjętych założeń potwierdziła, że rentowność inwestycji przekracza 68%.

4.4. Omówienie pozostałych osiągnięć naukowo-badawczych

4.4.1. Osiągnięcia naukowo-badawcze w okresie przed uzyskaniem stopnia doktora

A. Warunki klimatyczne Polski północno-wschodniej (załącznik nr 4, pkt. II.5, artykuły A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7).

Badania realizowane przez habilitantkę przed uzyskaniem stopnia naukowego doktora (2008 r.) obejmowały dwa obszary. Pierwszy dotyczył analiz warunków meteorologicznych w Polsce północno-wschodniej, a drugi wpływu warunków meteorologicznych na plonowanie roślin.

Celem pierwszego cyklu publikacji była charakterystyka i porównanie warunków pogodowych na terenie Polski północno-wschodniej. Zakresem pierwszej pracy (A6) był opis ekstremalnych warunków termicznych w latach 1951-2005 w Polsce północno-wschodniej. Wartości średnich rocznych temperatur ekstremalnych malały z zachodu na wschód, wynosząc 11,6°C w Elblągu, 11,2°C w Olsztynie i 10,3°C C w Suwałkach. Stwierdzono, że we wszystkich analizowanych stacjach (w Elblągu, Olsztynie i Suwałkach), średnia temperatura maksymalna wykazywała tendencję wzrostową w większości miesięcy (z wyjątkiem czerwca i września) jak i w ciągu roku, a współczynniki regresji osiągnęły istotność w miesiącach od lutego do maja oraz dla całego roku. Również temperaturę minimalną cechowała tendencja rosnąca obserwowana w Elblągu i Olsztynie oraz w pierwszym półroczu w Suwałkach.

Kolejna praca (A5) obejmowała porównanie wybranych warunków pogodowych w dwóch mezoregionach Pojezierza Mazurskiego, w okresie 1965-1995. Analiza obejmowała średnie temperatury powietrza, amplitudy średnich miesięcznych temperatur powietrza oraz średnich absolutnych temperatur powietrza, średnie prędkości wiatru miesięczne i roczne sumy opadów oraz ciągi bezopadowe 9- i 10-17-dniowe, a także występowanie ciągów dni bezopadowych trwających powyżej 18 i 28 dni. Na podstawie analizy przebiegu niektórych elementów meteorologicznych stwierdzono, że klimat Pojezierza Mrągowskiego jest bardziej ekstremalny w porównaniu z warunkami klimatologicznymi Pojezierza Iławskiego. Celem kolejnej pracy (A7) było przedstawienie trendów sum opadów atmosferycznych dla lat i kwartałów oraz ocena występowania opadów ekstremalnych, w trzech wybranych miejscowościach Polski północno-wschodniej trzech mezoregionów Pojezierza Mazurskiego (reprezentowanego przez Tomaszkowo), Pojezierza Iławskiego (Bałcyny) i Pojezierza Mrągowskiego (Łęczany). Średnia wielkość opadów analizowanych okresów kształtowała się od 593 mm w Pozortach-Tomaszkowie do 605 mm w Bałcynach i 596 mm w Łęczanach, a trendy ich wielkości miały tendencję spadkową i były nieistotne statystycznie. Pod względem wielkości opadów w poszczególnych latach badanych okresów, w stosunku do przyjętych norm wieloletnich, najwięcej lat przeciętnych (90-110% normy) wystąpiło w Pozortach-Tomaszkowie - 44%, w Łęczanach - 40%, a w

Bałcynach - 32%. W analizowanych miejscowościach wystąpiła zdecydowanie większa liczba lat z opadami niższymi od średnich sum za badane okres niż z opadami wyższymi. Kolejne dwie prace obejmowały charakterystyką częstości występowania odwilży atmosferycznych. Pierwsza (A3) charakteryzowała odwilże atmosferyczne na Pojezierzu Mrągowskim w latach 1959-2000 a druga (A1) terminy i częstotliwość występowania odwilży atmosferycznych w okolicach Olsztyna w latach 1952-2002. Na pojezierzu Mrągowskim w analizowanym okresie 42-letnim stwierdzono, że najczęściej występowały odwilże 2- i 5-dniowe – odpowiednio: 38 i 39 %, najrzadziej 20-dniowe – 7 %. Natomiast w okolicach Olsztyna w okresie zimowym analizowanego 50-lecia stwierdzono, że w ciągu zimy minimalnie wystąpiła 1 odwilż, maksymalnie – 11, średnio – 5,3. Spośród procentowej liczby dni z odwilżami najwięcej było odwilży 2-dniowych – 46%, najmniej 20-dniowych – powyżej 7%.

Drugą grupę stanowiły prace opisujące zróżnicowanie warunków meteorologicznych w dwóch mezoregionach i ich wpływ na plon ziemniaka (A4) oraz „Próba określenia wpływu warunków meteorologicznych zimy na plonowanie jabłoni” (A2). Ustalono, że warunkach gleb ciężkich na plon ziemniaka korzystniej wpływały wyższe temperatury powietrza, a w przypadku gleb lekkich wysokie opady. Natomiast na plonowanie jabłoni miały wpływ zarówno warunki meteorologiczne okresu wegetacyjnego jak również warunki okresu zimowego. Największy wpływ elementów meteorologicznych okresu zimowego wpływa na plon odmiany Lobo a najmniej na odmiany Cortlanda i McIntosha.

4.4.2. Osiągnięcia naukowo-badawcze w okresie po uzyskaniu stopnia doktora

- A. Warunki klimatyczne Polski północno-wschodniej – kontynuacja badań** (załącznik nr 4, pkt. II.2, rozdziałów w monografiach naukowych RM1, RM2, RM3, RM4, pkt. II.5, artykuły A8, A10).

Po uzyskaniu stopnia doktora habilitantka kontynuowała prace w zakresie charakterystyki warunków pogodowych Polski północno-wschodniej w okresie 1981-2005. Pierwsza praca dotyczyła warunków anemometrycznych (RM4). Średnie maksymalne prędkości wiatru kształtowały się w przedziale od $4,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ w Mikołajkach do $5,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ w Suwałkach. Największa zmienność maksymalnych prędkości wiatr w badanym okresie wystąpiła w Suwałkach, największe maksymalne prędkości wiatru występowały w Suwałkach - i wynosiła ona w 1983 r. $23 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Druga charakteryzowała warunki solarna (RM3). Średnie roczne zachmurzenie w latach 1981 – 1990 było niższe o 1% a w 1991 – 2000, takie samo jak średnia okresu 25-letniego i wynosiło 65%. Ilość dni pogodnych wahała się średnio od 37 w Mikołajkach do 47 dni w Suwałkach. Liczba dni pochmurnych zmieniła się średnio od 149 w Kętrzynie do 161 w Mikołajkach Średnie wartości sum rocznych promieniowania całkowitego w badanym okresie wyniosły od 963,5 w Elblągu do 1000,7 kWh w Mikołajkach. Kolejne prace opisywały warunki meteorologiczne zim (RM1, A10), której celem było ustalenie częstości występowania oraz zróżnicowania przestrzennego warunków meteorologicznych okresu zimowego, tendencji

występujących zmian z uwzględnieniem specyfiki warunków geograficznych Polski północno-wschodniej. Długość okresu zimowego wahała się od 94 dni w Elblągu do 119 dni w Suwałkach. Zima rozpoczynała się średnio 15 – 29 listopada a kończyła się średnio od 3 do 12 marca. Wskaźniki ostrości termicznej były dość zróżnicowane z roku na rok, ale niemal identyczne we wszystkich miejscowościach a ich wartość średnia zmieniała się w przedziale od 2,40 w Elblągu do 3,82 w Suwałkach. Łagodzący wpływ morza Bałtyckiego malał wraz z przemieszczaniem się na wschód. Zmienność długości zimy na obszarze badań, pomimo że dość regularna, to była modyfikowana przez zbiorniki wodne Wielkich Jezior Mazurskich. Zimy na obszarze Polski północno-wschodniej pod względem śnieżności można określić mianem bardzo małośnieźnych. Warunki meteorologiczne zim zostały również omówiona w pracy charakterystyka termiczna okresu zimowego w dwóch mezoregionach Polski północno-wschodniej. Dla wspomnianych mezoregionów scharakteryzowano również częstotliwość występowania okresów posusznych i suchych w dwóch mezoregionach Pojezierza Mazurskiego (A8). Ostatnie praca z tego cyklu obejmowała charakterystykę warunków bioklimatycznych północno-wschodniej Polski w latach 1991-2000 (RM2). Najbardziej dyskomfortowe warunki sprzyjające wychłodzeniu organizmu występowały od grudnia do lutego natomiast dni z możliwością przegrzania organizmu notowano od czerwca do sierpnia. Duży udział jezior i obszarów podmokłych powodował zwiększenie wilgotności powietrza a tym samym możliwość wystąpienia stanów parności podczas gorących dni letnich. Ogólnie można stwierdzić, że obszary położone w północnej części regionu odznaczały się mniej korzystnymi warunkami bioklimatycznymi, dotyczy to głównie odczuć cieplnych i bodźcowości pogody niż tereny południowe.

B. Efektywność energetyczna w rolnictwie (załącznik nr 4, pkt. II.2, rozdziałów w monografiach naukowych RM5, RM6, RM7, RM8, RM9).

Kolejnym obszarem badawczym była efektywność energetyczna w rolnictwie. Wyniki badań w tym zakresie zostały opublikowane w monografii naukowej Efektywność energetyczna w rolnictwie europejskim – studium przypadków, w której habilitantka była współautorką we wszystkich rozdziałach. Badania dotyczyły aktualnego stan efektywności energetycznej w rolnictwie Unii Europejskiej (RM5) z uwzględnieniem kluczowych i najbardziej energochłonnych sektorów produkcji rolniczej oraz specyfiki produkcji w różnych warunkach klimatycznych, rolnictwa i efektywności energetycznej w ujęciu analizy makro i mikrootoczenia (RM7), otoczenia zewnętrznego efektywności energetycznej w rolnictwie Unii Europejskiej (RM6), w którym analizowane były studia przypadków (RM9), miar oszczędności energii w rolnictwie (RM8), skategoryzowanych z punktu widzenia nośników energetycznych, ważności w kontekście potencjału oszczędności, możliwości implementacji a także kosztów inwestycyjnych i okresu zwrotu oraz analizy ekonomicznej i środowiskowej działań z zakresu efektywności energetycznej w rolnictwie. Ustalono, że rolnictwo precyzyjne jest jedną z technologii, które prowadzi do poprawy efektywności energetycznej. Bezpośrednie ograniczanie nakładów energetycznych jest ważne w kontekście poprawy efektywności energetycznej, ale duże

efekty można też uzyskać dzięki adaptacji sprawnych systemów zarządzania. Badania te prowadzono w ramach międzynarodowego projektu AGREE – Agriculture and Energy Efficiency (7PR UE - 289139) w którym habilitantka była wykonawczynią.

C. Bioetanol - biopaliwo drugiej generacji (załącznik nr 4, pkt. II.5, artykuły A9 pkt. II.4, RK1, pkt. II.2 RM10, RM11).

Kolejnym obszarem badawczym habilitantki były badania związane z etanolem jako biopaliwem drugiej generacji. Badania obejmowały aspekty koncepcyjne, technologiczne jak i prawno-ekonomiczne. W ramach prac opracowano założenia koncepcyjne agrorafinerii w aspekcie przetwarzania rolniczej biomasy lignocelulozowej na bioetanol i inne bioprodukty oraz przyszłej gospodarki i zrównoważonego rozwoju (A9). Okresowo determinantami rozwoju rynku biopaliw rolniczych były: (1) zmiana relacji kosztów produkcji biopaliw I i II generacji poprzez wprowadzenie nowej różnorodności biologicznej i efektywnych technologii produkcji biopaliw; (2) wyższa efektywność wykorzystania potencjału produkcyjnego gruntów rolnych, w tym dedykowanych upraw lignocelulozowych, przede wszystkim na gruntach marginalnych, a także maksymalizacja wykorzystania plonu biologicznego; oraz (3) zmiana polityki importowej i fiskalnej biopaliw, w tym otwarcie rynku na bioetanol, z uwzględnieniem relacji cen biopaliw do cen paliw kopalnych. W pracach wskazano oryginalne ścieżki konwersji masy lignocelulozowej do etanolu drugiej generacji i furfuralu, technologie rynkowe przetwarzania biomasy lignocelulozowej do biopaliw stałych, ciekłych i gazowych (RK1). Ponadto wskazano prawne aspekty wspierania funkcjonowania biorafinerii w Polsce i niektórych państwach (RM10). Badania te były prowadzone były finansowane z budżetu Zadania Badawczego nr 4 pt. „Opracowanie zintegrowanych technologii wytwarzania paliw i energii z biomasy, odpadów rolniczych i innych” w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych pt. „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii” realizowanego ze środków NCBiR i ENERGA S.A. w którym habilitantka była Koordynatorką Etapu Badawczego. Kontynuacją badań nad etanolem była publikacja, w której określono ekonomiczne i prawne aspekty bezpośredniego przetwarzania buraków cukrowych na etanol (RM11) w ramach projektu ChemBeet, w którym habilitantka była wykonawczynią i kierowniczką zadania.

D. Potencjał biomasy i technologie produkcji bioenergii (załącznik nr 4, pkt. II.4, artykuły M1, A17, A21, A22).

W szerszym ujęciu; badania nad technologiami produkcji energii z biomasy jej potencjału (A21, A22) obejmowały również ocenę potencjału biomasy i technologii bioenergetycznych w dziewięciu krajach Regionu Morza Bałtyckiego (Dania, Niemcy, Estonia, Finlandia, Łotwa, Litwa, Polska, Szwecja i Norwegia) (A17). Stwierdzono, że największym potencjałem technicznym biomasy rolniczej, obornika i gnojowicy są Niemcy i Polska. Najwięcej instalacji do produkcji peletu posiadała Szwecja, ale największą produkcję odnotowano w Niemczech, które są wiodącym producentem biogazu wśród analizowanych krajów (92% wszystkich biogazowni). Prace (A17, A22) były realizowane w ramach

projektu BalticBiomass4Value-BB4V - Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region” w którym habilitantka była kierowniczką zadania.

Podsumowaniem tego tematu był udział w zespole autorskim monografii „Technologie rynkowe przetwarzania biomasy lignocelulozowej do biopaliw stałych, ciekłych i gazowych” (M1) gdzie w kolejnych rozdziałach przedstawiono kwestie rynku biopaliw, oddziaływań środowiskowych oraz regulacji formalno-prawnych. Scharakteryzowano generacje biopaliw, a następnie szczegółowo – biopaliwa stałe, ciekłe i gazowe w aspekcie procesowym, wykorzystania biopaliw w silnikach i ogniach paliwowych oraz zrównoważonego rozwoju rynku biopaliw.

E. Efektywności energetyczna produkcji wieloletnich roślin energetycznych (załącznik nr 4, pkt. II.5, artykuły A12, A13, A16)

Prace w zakresie efektywności energetycznej produkcji rolniczej obejmowały analizę nakładów i efektywności energetycznej produkcji biomasy zarówno wieloletnich roślin przemysłowych (PIC – perennial industrial crops) z grupy drzew i krzewów bylin i traw. W pierwszej (A16) pracy określono nakłady energetyczne, wartości plonu energetycznego oraz wskaźników efektywności energetycznej produkcji biomasy dla 26 genotypów PIC (piętnaście z grupy drzew i krzewów, sześć bylin i pięć traw) zbieranych w sześciu kolejnych rotacjach rocznych. Istotnie najwyższą wartość plonu energii w całym doświadczeniu (2012–2017) uzyskano z wierzby odmiany Ekotur (1857 GJ ha⁻¹). Wśród 26 PIC w pierwszej dziesiątce pod względem wartości plonu energii i przyrostu energii w sześciu kolejnych rotacjach znalazło się pięć genotypów wierzby SRC (*Salix* spp.): (Ekotur, Start, Żubr, Turbo, UWM 095), trzy genotypy traw: *Miscanthus sacchariflorus*, *Miscanthus x giganteus* J.M. Greef & M.Deuter, *Spartina pectinata* i dwie rośliny zielne: *Sida hermaphrodita* L., Rusby, *Helianthus salicifolius* A. Dietr. Istotnie najwyższy wskaźnik energetyczny (22,3) uzyskano dla produkcji *M. sacchariflorus*. Kolejne trzy miejsca zajęły wierzby, Ekotur, Żubr i Start, dla których wskaźnik był o 8–10% niższy niż dla *M. sacchariflorus*. W kolejnej pracy (A13) analizowano cztery gatunki roślin wieloletnich: *Helianthus tuberosus*, *Sida hermaphrodita*, *Helianthus salicifolius*, *Miscanthus x giganteus*. Uprawy nawożono trzema rodzajami pofermentu z biogazowni (poferment mokry, poferment suchy, poferment toryfikowany) oraz nawozami mineralnymi w dwóch dawkach (85 i 170 kg ha⁻¹ N). Całkowite nakłady energetyczne wahały się w szerokim zakresie (2832-59080 MJ ha⁻¹), w zależności od gatunku, form i poziomu nawożenia. Najmniejsze nakłady zaobserwowano na obiektach kontrolnych. Największe nakłady odnotowano tam, gdzie jako nawozy zastosowano poferment po toryfikacji i suchy poferment, co było konsekwencją dużej energochłonności ich produkcji. *Helianthus salicifolius* dał najwyższy zysk energii ze wszystkich opcji nawożenia i na poletku kontrolnym w porównaniu z pozostałymi trzema gatunkami. Najwyższy współczynnik efektywności energetycznej w doświadczeniu (19,1) uzyskano dla *Helianthus salicifolius* w wariacie bez nawożenia. Jego wartości dla pozostałych gatunków na poletkach kontrolnych były od 5 do 52% niższe. Badania te były realizowane w ramach projektu SE.Biomethane, w którym habilitantka była wykonawcą.

Inspiracją do zainteresowania się tematem ekonomicznej analizy produkcji biomasy, które szczegółowo została przedstawiona w cyklu publikacji był udział w pracy badawczej, której celem pracy była ocena kosztów, dochodów i przychodów ze zrębków wyprodukowanych z siedmiu nowych odmian wierzby zbieranych w trzyletnich rotacjach (A12). W scenariuszu bazowym plon biomasy wierzby były bardzo zróżnicowane, a koszt wytworzenia zrębków wahał się od 89,1 € Mg⁻¹ s.m. do 57,1 € Mg⁻¹ s.m. odpowiednio dla UWM 155 i UWM 006. Największy przychód w scenariuszu bazowym (537 € ha⁻¹ rok⁻¹) uzyskano na plantacji z najbardziej wydajnym klonem UWM 006. Analiza wrażliwości wykazała, że zmiana ceny biomasy i zmiana wartości energetycznej biomasy wierzby miały znacznie większy wpływ na ostateczny dochód niż zmiana poziomu plonów. Gdy cena wzrosła o 10%, przychody z uprawy różnych klonów wzrosły o 33-92%, natomiast gdy plony wzrosły o 10%, przychody z uprawy różnych klonów wzrosły o 13-20%. Skrócenie odległości przewozu z 50 do 25 km zwiększyło ostateczny przychód o 14-36%. Zwiększenie odległości transportu do 100 km zmniejszyło ostateczny przychód o 28-73%, a przy zwiększeniu odległości transportu do 200 km tylko produkcja klonów UWM 006 i UWM 043 przyniosła dodatni przychód. Ważne jest, aby znaleźć odmiany wierzby o wysokiej zawartości energii, ponieważ wyższy plon Mg s.m. na hektar spowoduje wzrost kosztów na hektar, ale koszty na Mg s.m. i GJ zmniejszy się.

Tabela 1. Szczegółowe dane naukometryczne publikacji z całego okresu pracy naukowej

Dorobek		Przed uzyskaniem stopnia doktora		Po uzyskaniu stopnia doktora		Ogółem	
		liczba	IF ^a	liczba	IF ^a	liczba	IF ^a
Artykuły naukowe w czasopismach z IF umieszczonych w JCR	wchodzące w skład cyklu artykułów	0	0	5	24,759	5	24,759
	pozostałe	0	0	17	83,264	17	83,264
Artykuły naukowe w pozostałych czasopismach naukowych		7	0	4	0	11	0
Ogółem liczba publikacji w czasopismach		7	0	26	108,023	33	108,023
Rozdziały monografii		0	0	11	0	11	0
Sumaryczny IF zgodnie z rokiem opublikowania ^a		0		108,023		108,023	
Sumaryczna liczba punktów MNiSW, MEiN ^b		20		3425		3445	
Sumaryczna liczba cytowań według bazy	Web of Science	0		234		234	
	Scopus	0		249		249	
Sumaryczna liczba cytowań bez autocytowań według bazy	Web of Science	0		196		196	
	Scopus	0		185		185	

Indeks Hirscha według bazy	Web of Science	9
	Scopus	9

^a współczynnik wpływu (IF) według bazy Journal Citation Reports zgodnie z rokiem opublikowania, za wyjątkiem artykułów opublikowanych w 2023, którym przypisano najnowszy IF, tzn. z roku 2022;

^b punktacja według list czasopism ministra właściwego ds. nauki zgodnie z rokiem opublikowania.

Tabela 2. Czasopisma naukowe, w których opublikowano artykuły wymienione w punkcie II.4 załącznika nr 4.

Czasopismo naukowe	Liczba artykułów	Dane naukometyczne (zgodnie z rokiem opublikowania)	
		Sumaryczny IF ^a	Suma punktów MNiSW/MEiN ^b
Energies	8	25,364	1120
Industrial Crops and Products	6	33,744	1200
Acta Agrophysica	4	0	16
Energy	2	12,115	245
Biomass and Bioenergy	2	6,607	70
Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska	2	0	0
Renewable and Sustainable Energy Reviews	1	14,982	200
Journal of Cleaner Production	1	9,297	140
Wood Science and Technology	1	2,506	200
Agriculture-Basel	1	3,408	100
Environmental Biotechnology	1	0	7
Inżynieria Ekologiczna	1	0	5
Polish Journal of Natural Sciences	1	0	2
Biuletyn Naukowy / UWM Olsztyn	1	0	0
Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie	1	0	0
RAZEM	33	108,023	3305

Objaśnienia ^{a, b} – jak w tabeli 1.

4.5. Literatura cytowana w punkcie 4

1. Acuña, E., Rubilar, R., Cancino, J., Albaugh, T.J., Maier, C.A. 2018. Economic assessment of Eucalyptus globulus short rotation energy crops under contrasting silvicultural intensities on marginal agricultural land. Land Use Policy 76, 329–337. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.05.028>.
2. Ahlroth, S. 2009. Developing a weighting set based on monetary damage estimates. In Method Case Studies; Royal Institute of Technology: Stockholm, Sweden.
3. Akgul, O., Shah, N., Papageorgiou, L.G. 2012. Economic optimisation of a UK advanced biofuel supply chain. Biomass Bioenergy 41, 57–72. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.01.040>.
4. Albuquerque, T.L., Mattos, C.A., Scur, G., Kissimoto, K. 2019. Life cycle costing and externalities to analyze circular economy strategy: Comparison between aluminum packaging and tinplate. J. Clean. Prod. 234, 477–486. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.091>.

5. Amadei, A.M., de Laurentiis, V., Sala, S. 2021. A review of monetary valuation in life cycle assessment: State of the art and future needs. *J. Clean. Prod.* 329, 129668. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129668>.
6. Amichev, B.Y., Hangs, R.D.; Bélanger, N., Volk, T.A., Vujanovic, V., Schoenau, J.J., Van Rees, K.C.J. 2015. First-Rotation Yields of 30 Short-Rotation Willow Cultivars in Central Saskatchewan, Canada. *BioEnergy Res.*, 8, 292–306, <https://doi:10.1007/s12155-014-9519-4>.
7. Amponsah, N.Y., Troldborg, M., Kington, B., Aalders, I., Hough, R.L. 2014. Greenhouse gas emissions from renewable energy sources: A review of lifecycle considerations. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 39, 461–475. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.087>.
8. Arendt, R., Bachmann, T.M., Motoshita, M., Bach, V., Finkbeiner, M. 2020. Comparison of different monetization methods in LCA: A review. *Sustainability* 12, 10493. <https://doi.org/10.3390/su122410493>.
9. Auburger, S., Jacobs, A., Märlander, B., Bahrs, E. 2016. Economic optimization of feedstock mix for energy production with biogas technology in Germany with a special focus on sugar beets—Effects on greenhouse gas emissions and energy balances. *Renew. Energy* 89, 1–11. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2015.11.042>.
10. Ben Fradj, N.; Jayet, P.A.; Rozakis, S.; Georganta, E.; Jędrejek, A. 2020. Contribution of agricultural systems to the bioeconomy in Poland: Integration of willow in the context of a stylised CAP diversification. *Land Use Policy* 99, 104797. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104797>.
11. Bender, M., Tiedemann, M., Teuber, L. 2016. Online and stochastic optimization for the harvesting of short rotation coppice. *J. Clean. Prod.* 110, 78–84. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.08.120>.
12. Bergante, S., Manzone, M., Facciotto, G. 2016. Alternative planting method for short rotation coppice with poplar and willow. *Biomass Bioenergy* 87, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2016.02.016>.
13. Bickel, P., Friedrich, R. ExternE Externalities of Energy: Methodology 2005. Update Office for Official Publications of the European Communities: Luxembourg, Luxembourg.
14. Borzecka-Walker, M.; Faber, A.; Pudielko, R.; Kozyra, J.; Syp, A.; Borek, R. 2011. Life Cycle Assessment (LCA) of Crops for Energy Production. *J. Food Agric. Environ.* 9, 698–700.
15. Bredemeier, M.; Busch, G.; Hartmann, L.; Jansen, M.; Richter, F.; Lamersdorf, N.P. 2015. Fast Growing Plantations for Wood Production—Integration of Ecological Effects and Economic Perspectives. *Front. Bioeng. Biotechnol.*, 3, 72, <https://doi:10.3389/fbioe.2015.00072>.
16. Brereton, N.J.B., Berthod, N., Lafleur, B., Pedneault, K., Pitre, F.E., Labrecque, M. 2017. Extractable phenolic yield variation in five cultivars of mature short rotation coppice willow from four plantations in Quebec. *Ind. Crop. Prod.* 97, 525–535. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.12.049>.
17. Bressler, A.; Vidon, P.; Hirsch, P.; Volk, T. 2017. Valuation of Ecosystem Services of Commercial Shrub Willow (*Salix* Spp.) Woody Biomass Crops. *Environ. Monit. Assess.* 189, 137, <https://doi:10.1007/s10661-017-5841-6>.
18. Brink, C., van Grinsven, H., Jacobsen, B.H., Rabl, A., Gren, I.-M., Holland, M., Klimont, Z., Hicks, K., Brouwer, R., Dickens, R., Willems, J., Termansen, M., Velthof, G., Alkemade, R., van Oorschot, M., Webb, J., 2011. Costs and benefits of nitrogen in the environment. In: Sutton, M.A., Howard, C.M., Erisman, J.W., Billen, G., Bleeker, A., Grennfelt, P. van G.H., Grizzetti, B. (Eds.), *The European Nitrogen Assessment*. Cambridge University Press, pp. 513e540. <https://doi.org/10.1017/cbo9780511976988.025>.

19. Budsberg, E., Morales-Vera, R., Crawford, J.T., Bura, R., Gustafson, R., 2020. Production routes to bio-acetic acid: life cycle assessment. *Biotechnol. Biofuels* 13 (1). <https://doi.org/10.1186/s13068-020-01784-y>.
20. Canabarro, N.I., Veggi, P.C., Vardanega, R., Mazutti, M.A., do Carmo Ferreira, M., 2020. Techno-economic evaluation and mathematical modeling of supercritical CO₂ extraction from *Eugenia uniflora* L. leaves. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants* 18, 100261. <https://doi.org/10.1016/j.jarmap.2020.100261>.
21. Cavalcanti, R.N., Navarro-Díaz, H.J., Santos, D.T., Rostagno, M.A., Meireles, M.A.A., 2012. Supercritical carbon dioxide extraction of polyphenols from pomegranate (*Punica granatum* L.) leaves: chemical composition, economic evaluation and chemometric approach. *J. Food Res.* 1 (3), 282. <https://doi.org/10.5539/jfrv1n3p282>.
22. Cherubini, F., Bird, N.D., Cowie, A., Jungmeier, G., Schlamadinger, B., Woess-Gallasch, S. 2009. Energy- and Greenhouse Gas-Based LCA of Biofuel and Bioenergy Systems: Key Issues, Ranges and Recommendations. *Resour. Conserv. Recycl.* 53, 434–447, <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2009.03.013>.
23. Cook, J., Beyea, J. 2000. Bioenergy in the United States: Progress and possibilities. *Biomass Bioenergy* 18, 441–455. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(00\)00011-8](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(00)00011-8).
24. Corno, L., Pilu, R., Tambone, F., Scaglia, B., Adani, F. 2015. New energy crop giant cane (*Arundo donax* L.) can substitute traditional energy crops increasing biogas yield and reducing costs. *Bioresour. Technol.* 191, 197–204. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2015.05.015>.
25. Czachorowski, S., Gencza, J., Buczyński, P., Pakulnicka, J., Machalek, N., Głowacki, Ł., Kurzątkowska, A., 2015. Preliminary research of biodiversity in and around willow plantations in Łęzany and Samławki. In: Stolarski, M.J., Gołaszewski, J. (Eds.), *Lignocellulose Biorefinery - Environmental, Energy and Socio-Economic Conditions*. p. 165. Wyd. UWM, Poland, Olsztyn, Polska.
26. D'Amato, D., Gaio, M., Semenzin, E. 2019. A review of LCA assessments of forest-based bioeconomy products and processes under an ecosystem services perspective. *Sci. Total. Environ.* 706, 135859. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135859>.
27. Dascălu, C., Caraiani, C., Gus, e, R., Lungu, C., Colceag, F., 2010. Full cost accounting and social environmental effects on global warming phenomenon. *Int. J. Account. Inf. Manag.* 18, 19e30. <https://doi.org/10.1108/18347641011023252>.
28. De Bruyn S., Korteland M., Markowska A., Davidson M., de Jong F., Bles M., Sevenster M. 2010. *Shadow Prices Handbook Valuation and weighting of emissions and environmental impacts* Delft, CE Delft, The Netherlands.
29. De Bruyn, S.; Bijleveld, M.; de Graaff, L.; Schep, E.; Schroten, A.; Vergeer, R.; Ahdour, S. 2018. *Environmental Prices Handbook EU28 Version—Methods and Numbers for Valuation of Environmental Impacts*; CE Delft: Delft, The Netherlands.
30. Desaignes, B., Ami, D., Bartczak, A., Braun-Kohlová, M., Chilton, S., Czajkowski, M., Farreras, V., Hunt, A., Hutchison, M., Jeanrenaud, C., Kaderjak, P., Máca, V., Markiewicz, O., Markowska, A., Metcalf, H., Navrud, S., Nielsen, J.S., Ortiz, R., Pellegrini, S., Rabl, A., Riera, R., Scasny, M., Stoeckel, M.E., Szántó, R., Urban, J., 2011. Economic valuation of air pollution mortality: a 9-country contingent valuation survey of value of a life year (VOLY). *Ecol. Indic.* 11, 902-910. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.12.006>.
31. Devappa, R.K., Rakshit, S.K., Dekker, R.F.H., 2015. Forest biorefinery: potential of poplar phytochemicals as value-added co-products. *Biotechnol. Adv.* 33 (6), 681–716. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2015.02.012>.
32. Dias, G.M.; Ayer, N.W.; Kariyapperuma, K.; Thevathasan, N.; Gordon, A.; Sidders, D.; Johannesson, G.H. 2017. Life Cycle Assessment of Thermal Energy Production from Short-

- Rotation Willow Biomass in Southern Ontario, Canada. *Appl. Energy* 204, 343–352, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.07.051>.
33. Ding, H., He, M., Deng, C., 2014. Life cycle approach to assessing environmental friendly product project with internalizing environmental externality. *J. Clean. Prod.* 66, 128–138. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.018>.
 34. Dornburg, V., Faaij, A.P.C., 2005. Cost and CO₂-emission reduction of biomass cascading: methodological aspects and case study of SRF poplar. *Clim. Change* 71, 373–408. <https://doi.org/10.1007/s10584-005-5934-z>.
 35. Eisenbies, M.H., Volk, T.A., Souza, D.P.L., Hallen, K.W. 2020. Cut-and-chip harvester material capacity and fuel performance on commercial-scale willow fields for varying ground and crop conditions. *GCB Bioenergy* 12, 380–395. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12679>.
 36. El Kasmioui, O., Ceulemans, R. 2013. Financial Analysis of the Cultivation of Short Rotation Woody Crops for Bioenergy in Belgium: Barriers and Opportunities. *Bioenergy Res.* 6, 336–350, <https://doi.org/10.1007/s12155-012-9262-7>.
 37. Eldh, P., Johansson, J. 2006. Weighting in LCA based on ecotaxes: Development of a mid-point method and experiences from case studies. *Int. J. Life Cycle Assess.*, 11, 81–88. <https://doi.org/10.1065/lca2006.04.015>.
 38. Faasch, R.J.; Patenaude, G. 2012. The economics of short rotation coppice in Germany. *Biomass Bioenergy* 45, 27–40. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.04.012>.
 39. Faber, A.; Pudelko, R.; Borek, R.; Borzecka-Walker, M.; Syp, A.; Krasuska, E.; Mathiou, P. 2012. Economic Potential of Perennial Energy Crops in Poland. *J. Food Agric. Environ.* 10, 1178–1182.
 40. Feledyn-Szewczyk, B.; Radzikowski, P.; Stalenga, J.; Matyka, M. 2019. Comparison of the Effect of Perennial Energy Crops and Arable Crops on Earthworm Populations. *Agronomy* 9, <https://doi.org/10.3390/agronomy9110675>.
 41. Finnveden, G. A 1999. Critical Review of Operational Valuation/Weighting Methods for Life Cycle Assessment; Preparation; Påuppdragav AFN vid Naturvårdsverket: Stockholm, Sweden.
 42. Finnveden, G., Moberg, Å. 2005. Environmental systems analysis tools - An overview. *J. Clean. Prod.* 13, 1165–1173. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2004.06.004>.
 43. Fokaides, P.A., Tofas, L., Polycarpou, P., Kylili, A. 2015. Sustainability aspects of energy crops in arid isolated island states: The case of Cyprus. *Land Use Policy* 49, 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.08.010>.
 44. Forleo, M.B., Palmieri, N., Suardi, A., Coaloa, D., Pari, L. 2018. The eco-efficiency of rapeseed and sunflower cultivation in Italy. Joining environmental and economic assessment. *J. Clean. Prod.* 172, 3138–3153. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.094>.
 45. Frank, J.R., Brown, T.R., Volk, T.A., Heavey, J.P., Malmshiemer, R.W. 2018. A stochastic techno-economic analysis of shrub willow production using EcoWillow 3.0 S. *Biofuels Bioprod. Biorefining* 12, 846–856. <https://doi.org/10.1002/bbb.1897>.
 46. García-Velásquez, A.C., Daza, L., Cardona, C.A. 2020. Economic and Energy Valorization of Cassava Stalks as Feedstock for Ethanol and Electricity Production. *BioEnergy Res.* 13, 810–823. <https://doi.org/10.1007/s12155-020-10098-8>.
 47. Glithero, J.N., Wilson, P., Ramsden, S.J. 2015. Optimal combinable and dedicated energy crop scenarios for marginal land. *Appl. Energy* 147, 82–91. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.119>.
 48. González-García, S.; Iribarren, D.; Susmozas, A.; Dufour, J.; Murphy, R.J. 2012. Life Cycle Assessment of Two Alternative Bioenergy Systems Involving *Salix* Spp. Biomass: Bioethanol Production and Power Generation. *Appl. Energy* 95, 111–122, <https://doi.org/10.1016/J.apenergy.2012.02.022>.

49. González-García, S.; Mola-Yudego, B.; Murphy, R.J. 2013. Life Cycle Assessment of Potential Energy Uses for Short Rotation Willow Biomass in Sweden. *Int. J. Life Cycle Assess.* 18, 783–795, <https://doi:10.1007/s11367-012-0536-2>.
50. Goor, F., Jossart, J.M., Ledent, J.F. 2000. ECOP: An economic model to assess the willow short rotation coppice global profitability in a case of small-scale gasification pathway in Belgium. *Environ. Model. Softw.* 15, 279–292. [https://doi.org/10.1016/S1364-8152\(00\)00014-1](https://doi.org/10.1016/S1364-8152(00)00014-1).
51. Hafizan, C.; Noor, Z.Z.; Abba, A.H.; Hussein, N. 2016. An Alternative Aggregation Method for a Life Cycle Impact Assessment Using an Analytical Hierarchy Process. *J. Clean. Prod.* 112, 3244–3255, <https://doi:10.1016/j.jclepro.2015.09.140>.
52. Hammar, T.; Hansson, P.A.; Sundberg, C. 2017. Climate Impact Assessment of Willow Energy from a Landscape Perspective: A Swedish Case Study. *GCB Bioenergy* 9, 973–985, <https://doi:10.1111/gcbb.12399>.
53. Hall, D.O. Biomass energy in industrialised countries—A view of the future. *For. Ecol. Manag.* 1997, 91, 17–45. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03883-2](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03883-2).
54. Hauk, S., Skibbe, K., Röhle, H., Schröder, J., Wittkopf, S., Knoke, T. Nondestructive 2015. Estimation of Biomass Yield for Short-Rotation Woody Crops Is Reliable and Shows High Yields for Commercial Stands in Bavaria. *BioEnergy Res.* 8, 1401–1413. <https://doi.org/10.1007/s12155-015-9602-5>.
55. Haveren, V.J., Scott, E.L., Sanders, J. 2008, Bulk chemicals from biomass. *Biofuels Bioprod. Biorefining* 2, 41–57. <https://doi.org/10.1002/bbb>.
56. Havlíčková, K., Weger, J., Knápek, J. 2011. Modelling of biomass prices for bio-energy market in the Czech Republic. *Simul. Model. Pract. Theory* 19, 1946–1956. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2011.04.002>.
57. Helby, P.; Rosenqvist, H.; Roos, A. 2006. Retreat from *Salix*—Swedish experience with energy crops in the 1990s. *Biomass Bioenergy* 30, 422–427. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2005.12.002>.
58. Heller, M.C., Keoleian, G.A., Volk, T.A. 2003. Life Cycle Assessment of a Willow Bioenergy Cropping System. *Biomass Bioenergy* 25, 147–165, <https://doi:10.1016/S0961-953400190-3>.
59. Isacs, L., Finnveden, G., Dahllöf, L., Håkansson, C., Petersson, L., Steen, B., Swanström, L., Wikström, A. 2016. Choosing a Monetary Value of Greenhouse Gases in Assessment Tools: A Comprehensive Review. *J. Clean. Prod.* 127, 37–48, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.03.163>.
60. ISO. ISO 14008: Monetary Valuation of Environmental Impacts and Related Environmental Aspects. 2019. Available online: <https://www.iso.org/standard/43243.html> (dostęp: 13 lutego 2020).
61. Itsubo, N. 2000. Screening life cycle impact assessment with weighting methodology based on simplified damage functions annotated. *Int. J. Life Cycle Assess.* 5, 273–280. <https://doi.org/10.1007/BF02977579>.
62. Jolliet, O., Margni, M., Charles, R., Humbert, S., Payet, J., Rebitzer, G., Rosenbaum, R. 2003. IMPACT 2002+: A new life cycle impact assessment methodology. *Int. J. Life Cycle Assess.* 8, 324–330. <https://doi.org/10.1007/BF02978505>.
63. Jongeneel, R., Polman, N., Van Der Ham, C., 2014. Costs and benefits associated with the externalities generated by Dutch agriculture. In: EAAE Congress, pp. 1-14, Tha Netherlands.
64. Keoleian, G.A.; Volk, T.A. 2005. Renewable Energy from Willow Biomass Crops: Life Cycle Energy, Environmental and Economic Performance. *CRC Crit. Rev. Plant. Sci.*, 24, 385–406, <https://doi:10.1080/07352680500316334>.

65. Khanna, M., Dhungana, B., Clifton-Brown, J. 2008. Costs of producing miscanthus and switchgrass for bioenergy in Illinois. *Biomass Bioenergy* 32, 482–493. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2007.11.003>.
66. Kikič I., 2007. Extraction Technologies for MAPs – The Supercritical Fluids. MOSE University of Trieste.
67. Konstantinavičienė, J.; Varnagirytė-Kabašinskienė, I.; Škėma, M.; Aleinikovas, M. 2020. Assessment of the socio-economic factors affecting the development of willow energy plantations in Lithuania. *Balt. For.* 26, 1–8. <https://doi.org/10.46490/BF296>.
68. Krzyżaniak, M., Stolarski, M.J., Szczukowski, S., Tworkowski, J. 2016. Life Cycle Assessment of New Willow Cultivars Grown as Feedstock for Integrated Biorefineries. *Bioenergy Res.* 9, 224–238. <https://doi.org/10.1007/s12155-015-9681-3>.
69. Krzyżaniak, M., Stolarski, M.J., Waliszewska, B., Szczukowski, S., Tworkowski, J., Załuski, D., Śnieg, M. 2014. Willow biomass as feedstock for an integrated multi-product biorefinery. *Ind. Crop. Prod.* 58, 230–237. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.04.033>.
70. Krzyżaniak, M., Stolarski, M.J., Warmiński, K., 2019. Life cycle assessment of poplar production: environmental impact of different soil enrichment methods. *J. Clean. Prod.* 206, 785–796. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.180>.
71. Kuś, P., Jerković, I., Jakovljević, M., Jokić, S., 2018a. Extraction of bioactive phenolics from black poplar (*Populus nigra* L.) buds by supercritical CO₂ and its optimization by response surface methodology. *J. Pharm. Biomed.* 152, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.01.046>.
72. Kuś, P.M., Okińczyc, P., Jakovljević M., Jokić, S., Jerković, I., 2018b. Development of supercritical CO₂ extraction of bioactive phytochemicals from black poplar (*Populus nigra* L.) buds followed by GC–MS and UHPLC–DAD–QqTOF–MS. *J. Pharm. Biomed.* 158, 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2018.05.041>.
73. Kusiima, J.M., Powers, S.E., 2010. Monetary value of the environmental and health externalities associated with production of ethanol from biomass feedstocks. *Energy Policy* 38, 2785–2796. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.01.010>.
74. Lantz, V., Chang, W.Y., Pharo, C. 2014. Benefit-cost analysis of hybrid willow crop production on agricultural land in eastern Canada: Assessing opportunities for on-farm and off-farm bioenergy use. *Biomass Bioenergy* 63, 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.01.027>.
75. Liu, T., Huffman, T.; Kulshreshtha, S., McConkey, B., Du, Y., Green, M., Jianguo, L., Jiali, S., Xiaoyuan, G. 2017. Bioenergy production on marginal land in Canada: Potential, economic feasibility, and greenhouse gas emissions impacts. *Appl. Energy* 205, 477–485. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.07.126>.
76. Maaß, O., Grundmann, P. 2016. Added value from linking the value chains of wastewater treatment, crop production and bioenergy production: A case study on reusing wastewater and sludge in crop production in Braunschweig (Germany). *Resour. Conserv. Recycl.* 107, 195–211. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.01.002>.
77. Malm, A., Grzegorzczak, A., Biernasiuk, A., Baj, T., Rój, E., Tyśkiewicz, K., Dębczak, A., Stolarski, M.J., Krzyżaniak, M., Olba-Zięty, E. 2020. Could Supercritical Extracts from the Aerial Parts of *Helianthus salicifolius* A. Dietr. and *Helianthus tuberosus* L. Be Regarded as Potential Raw Materials for Biocidal Purposes? *Agriculture* 11, 10. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010010>.
78. Manzone, M., Airoidi, G., Balsari, P. 2009. Energetic and economic evaluation of a poplar cultivation for the biomass production in Italy. *Biomass Bioenergy* 33, 1258–1264. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.05.024>.

79. McCalmont, J.P., Hastings, A., McNamara, N.P., Richter, G.M., Robson, P., Donnison, I.S., Clifton-Brown, J. 2017. Environmental costs and benefits of growing *Miscanthus* for bioenergy in the UK. *Glob. Chang. Biol. Bioenergy* 9, 489–507. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12294>.
80. McKenney, D.W., Yemshanou, D., Fraleigh, S., Allen, D., Preto, F. 2011. An economic assessment of the use of short-rotation coppice woody biomass to heat greenhouses in southern Canada. *Biomass Bioenergy* 35, 374–384 <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.08.055>.
81. Mehmood, M.A., Ibrahim, M., Rashid, U., Nawaz, M., Ali, S., Hussain, A., Gull, M. Biomass Production for Bioenergy Using Marginal Lands. *Sustain. Prod. Consum.* 2017, 9, 3–21, <https://doi.org/10.1016/j.spc.2016.08.003>
82. Millinger, M., Thran, D. 2018. Biomass price developments inhibit biofuel investments and research in Germany: The crucial future role of high yields. *J. Clean. Prod.* 172, 1654–1663. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.175>.
83. Mohankumar, S., Senthilkumar, P., 2017. Particulate matter formation and its control methodologies for diesel engine: a comprehensive review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 80, 1227–1238. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.133>.
84. Mola-Yudego, B., Aronsson, P. 2008. Yield models for commercial willow biomass plantations in Sweden. *Biomass Bioenergy* 32, 829–837. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2008.01.002>.
85. Mola-Yudego, B.; Dimitriou, I.; Gonzalez-Garcia, S.; Gritten, D.; Aronsson, P. 2014. A conceptual framework for the introduction of energy crops. *Renew. Energy* 72, 29–38. <http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2014.06.012>.
86. Nguyen, T.T.L., Gheewala, S.H., Bonnet, S. 2008. Life cycle cost analysis of fuel ethanol produced from cassava in Thailand. *Int. J. Life Cycle Assess.* 13, 564–573. <https://doi.org/10.1007/s11367-008-0035-7>.
87. Nicholls, D.L., 2017. Economic Sensitivity and Risk Analysis for Small-scale Wood Pellet Systems – An Example from Southeast Alaska. USDA Forest Service – General Technical Report PNW-GTR 959, pp. 1–19.
88. Nilsson, D., Rosenqvist, H., Bernesson, S. 2015. Profitability of the production of energy grasses on marginal agricultural land in Sweden. *Biomass Bioenergy* 83, 159–168. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.09.007>.
89. Notarnicola, B., Tassiello, G., Nicoletti, G.M., 2004. Environmental and economic analysis of the organic and conventional extra-virgin olive oil -. *A Mediterr. J. Econ. Agric. Environ.* 3, 28-34.
90. O’Loughlin, J., McDonnell, K., Finnan, J. 2018. Quantifying the economic and greenhouse gas balance advantages of establishing miscanthus from stem cuttings. *Biomass Bioenergy* 109, 147–154. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.12.010>.
91. Ostolski, M., Adamczak, M., Brzozowski, B., Wiczowski, W., 2021. Antioxidant activity and chemical characteristics of supercritical CO₂ and water extracts from willow and poplar. *Molecules* 26 (3), 545. <https://doi.org/10.3390/molecules26030545>.
92. Owen, A.D. 2006. Renewable Energy: Externality Costs as Market Barriers. *Energy Policy* 34, 632–642, <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.11.017>.
93. Pacaldo, R.S.; Volk, T.A.; Briggs, R.D. Greenhouse Gas Potentials of Shrub Willow Biomass Crops Based on Below- and Aboveground Biomass Inventory Along a 19-Year Chronosequence. *BioEnergy Res.* 2013, 6, 252–262, <https://doi.org/10.1007/s12155-012-9250-y>.
94. Pantaleo, A., Pellerano, A., Travato, M., 2002. Impact of environmental externalities on the competitiveness of biomass power plants. In: *Proceedings of the 12th European Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection*, pp. 1300-1305. Amsterdam. The Netherlands.

95. Peña, Alexandra Rovira-Val, M. Rosa 2020 A longitudinal literature review of life cycle costing applied to urban agriculture. *Int J Life Cycle Assess* 25, 1418–1435. <https://doi.org/10.1007/s11367-020-01768-y>.
96. Pereira, S., Costa, M., Carvalho, M.D., Rodrigues, A. 2016. Potential of poplar short rotation coppice cultivation for bioenergy in Southern Portugal. *Energy Convers. Manag.* 125, 242–253. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.03.068>.
97. Perrin, A., Wohlfahrt, J., Morandi, F., Ostergard, H., Flatberg, T., De la Rua, C., Bjorkvoll, T., Gabrielle, B. 2017. Integrated design and sustainable assessment of innovative biomass supply chains: A case-study on miscanthus in France. *Appl. Energy* 204, 66–77. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.06.093>.
98. Philp, J. 2018. The Bioeconomy, the Challenge of the Century for Policy Makers. In *New Biotechnology* 40, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2017.04.004>.
99. Pizzol, M., Laurent, A., Sala, S., Weidema, B., Verones, F., Koffler, C., 2017. Normalisation and weighting in life cycle assessment: quo vadis? *Int. J. Life Cycle Assess.* 22, 853e866. <https://doi.org/10.1007/s11367-016-1199-1>.
100. Pizzol, M., Weidema, B., Brandão, M., Osset, P. 2015. Monetary valuation in Life Cycle Assessment: A review. *J. Clean. Prod.* 86, 170-179. <https://doi:10.1016/j.jclepro.2014.08.007>.
101. Pleguezuelo, C.R.R., Zuazo, V.H.D., Biolders, C., Bocanegra, J.A.J., Preatorres, F., Martínez, J.R.F. 2015. Bioenergy farming using woody crops—A review. *Agron. Sustain. Dev.* 35, 95–119. <https://doi.org/10.1007/s13593-014-0262-1>.
102. Prado, J.M., Assis, A.R., Moróstica-jounior, M.R., Meireles, M.A.A., 2010. Manufacturing cost of supercritical-extracted oils and carotenoids from Amazonian Plants. *J. Food Process Eng.* 33 (2), 348–360. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2008.00279.x>.
103. Pretty, J., Brett, C., Gee, D., Hine, R., Mason, C., Morison, J., Rayment, M., Van Der Bijl, G., Dobbs, T., 2001. Policy challenges and Priorities for internalizing the externalities of modern agriculture. *J. Environ. Plan. Manag.* 44, 263-283. <https://doi.org/10.1080/09640560123782>.
104. Pretty, J.N., Brett, C., Gee, D., Hine, R.E., Mason, C.F., Morison, J.I.L., Raven, H., Rayment, M.D., van der Bijl, G., 2000. An assessment of the total external costs of UK agriculture. *Agric. Syst.* 65, 113-136. [https://doi.org/10.1016/S0308-521X\(00\)00031-7](https://doi.org/10.1016/S0308-521X(00)00031-7).
105. Rocha-Uribe, J.A., Novelo-P'erez, J.I., Araceli Ruiz-Mercado, C., 2014. Cost estimation for CO2 supercritical extraction systems and manufacturing cost for habanero chili. *J. Supercrit. Fluids* 93, 38–41. <https://doi.org/10.1016/j.supflu.2014.03.014>.
106. Rój, E., Kozłowski, K., 2016. The economic aspects of natural raw materials extraction with supercritical carbon dioxide. In: Edward, Rój (Ed.), *Supercritical Fluid Applications*. New Chemical Syntheses Institute, Pulawy, p. 167.
107. Salles, T.T., Nogueira, D.A., Beijo, L.A., da Silva, L.F. 2019. Bayesian approach and extreme value theory in economic analysis of forestry projects. *For. Policy Econ.* 105, 64–71. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.021>.
108. San Miguel, G., Corona, B., Ruiz, D., Landholm, D., Laina, R., Tolosana, E., Sixto, H., Cañellas, I., 2015. Environmental, energy and economic analysis of a biomass supply chain based on a poplar short rotation coppice in Spain. *J. Clean. Prod.* 94, 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.070>.
109. Santoso, A.D. 2013. Life Cycle Costing and Externalities of Palm Biodiesel and Algae Biodiesel in Indonesia; *RJSITM* 2, 6–15.
110. Schweier, J., Becker, G. 2013. Economics of poplar short rotation coppice plantations on marginal land in Germany. *Biomass Bioenergy* 59, 494–502. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.10.020>.

111. Shooshtarian, A., Anderson, J.A., Armstrong, G.W., Luckert, M.K. 2018. Growing hybrid poplar in western Canada for use as a biofuel feedstock: A financial analysis of coppice and single-stem management. *Biomass Bioenergy* 113, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2018.02.020>.
112. Silalertruksa, T.; Bonnet, S.; Gheewala, S.H. 2012. Life Cycle Costing and Externalities of Palm Oil Biodiesel in Thailand. *J. Clean. Prod.* 28, 225–232, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2011.07.022>.
113. Sleight, N.J., Volk, T.A. 2016a. Recently Bred Willow (*Salix* spp.) Biomass Crops Show Stable Yield Trends Over Three Rotations at Two Sites. *BioEnergy Res.* 9, 782–797. <https://doi.org/10.1007/s12155-016-9726-2>.
114. Sleight, N.J., Volk, T.A.; Johnson, G.A.; Eisenbies, M.H.; Shi, S.; Fabio, E.S.; Pooler, P.S. 2016b. Change in Yield Between First and Second Rotations in Willow (*Salix* spp.) Biomass Crops is Strongly Related to the Level of First Rotation Yield. *Bioenergy Res.* 9, 270–287. <https://doi.org/10.1007/s12155-015-9684-0>.
115. Soh, S.H., Jain, A., Lee, L.Y., Chin, S.K., Yin, C.Y., Jayaraman, S., 2021. Techno-economic and profitability analysis of extraction of patchouli oil using supercritical carbon dioxide. *Ind. Crop. Prod.* 297, 126661 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126661>.
116. Soldatos, P. 2015. Economic Aspects of Bioenergy Production from Perennial Grasses in Marginal Lands of South Europe. *Bioenergy Res.* 8, 1562–1573. <https://doi.org/10.1007/s12155-015-9678-y>.
117. Spiegel, A.; Britz, W.; Djanibekov, U.; Finger, R. 2018. Policy analysis of perennial energy crop cultivation at the farm level: short rotation coppice (SRC) in Germany. *Biomass Bioenergy* 110, 41–56. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000244513>.
118. Spinelli, R., Cacot, E., Mihelic, M., Nestorovski, L., Mederski, P., Tolosana, E. 2016. Techniques and productivity of coppice harvesting operations in Europe: A meta-analysis of available data. *Ann. For. Sci.* 73, 1125–1139. <https://doi.org/10.1007/s13595-016-0578-x>.
119. Spinelli, R., Magagnotti, N., Lombardini, C., Leonello, E.C. 2021. Cost-effective Integrated Harvesting of Short-Rotation Poplar Plantations. *BioEnergy Res.* 14, 460–468. <https://doi.org/10.1007/s12155-020-10163-2>.
120. Spinelli, R., Magagnotti, N., Picchi, G., Lombardini, C., Nati, C. 2011. Upsized Harvesting Technology for Coping with the New Trends in Short-Rotation Coppice. *Appl. Eng. Agric.* 27, 551–557. <https://doi.org/10.13031/2013.38201>.
121. Spinelli, R., Schweier, J., de Francesco, F. 2012. Harvesting techniques for non-industrial biomass plantations. *Biosyst. Eng.* 113, 319–324. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2012.09.008>.
122. Spinelli, R., Schweier, J., de Francesco, F. 2013. Harvesting techniques for non-industrial SRF biomass plantations on farmland. *J. Agric. Eng.* 44, 5–9. <https://doi.org/10.4081/jae.2013.243>.
123. Ssegane, H.; Zumpf, C.; Cristina Negri, M.; Campbell, P.; Heavey, J.P.; Volk, T.A. 2016. The Economics of Growing Shrub Willow as a Bioenergy Buffer on Agricultural Fields: A Case Study in the Midwest Corn Belt. *Biofuels Bioprod. Biorefining* 10, 776–789, <https://doi.org/10.1002/bbb.1679>.
124. Steen, B. A systematic approach to environmental priority strategies in product development (EPS). In Version 2000—Models and Data of Default Method 1999. Chalmers University of Technology: Göteborg, Sweden.
125. Stern, N.H., 2006. *The Economics of Climate Change: The Stern Review*. Cambridge University Press.
126. Stolarski M.J., Warmański K., Krzyżaniak M., Olba-Zięty E. 2022. Cascaded use of perennial industrial crop biomass: The effect of biomass type and pre-treatment method on pellet properties. *Industrial Crops and Products*, 185, 115104. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115104>.

127. Stolarski, M.J., Krzyżaniak, M., Szczukowski, S., Tworkowski, J., Załuski, D., Bieniek, A., Gołaszewski, J., 2015a. Effect of increased soil fertility on the yield and energy value of short-rotation woody crops. *BioEnergy Res* 8, 1136–1147. <https://doi.org/10.1007/s12155-014-9567-9>.
128. Stolarski, M.J.; Krzyżaniak, M.; Tworkowski, J.; Szczukowski, S.; Gołaszewski, J. 2014. Energy Intensity and Energy Ratio in Producing Willow Chips as Feedstock for an Integrated Biorefinery. *Biosyst. Eng.* 123, 19–28, <https://doi:10.1016/j.biosystemseng.2014.04.011>.
129. Stolarski, M.J.; Rosenqvist, H.; Krzyżaniak, M.; Szczukowski, S.; Tworkowski, J.; Gołaszewski, J.; Olba-Zięty, E. 2015b, Economic Comparison of Growing Different Willow Cultivars. *Biomass Bioenergy* 81, 210–215, <https://doi:10.1016/j.biombioe.2015.07.002>.
130. Tharakan, P.J.; Volk, T.A.; Lindsey, C.A.; Abrahamson, L.P.; White, E.H. 2005. Evaluating the Impact of Three Incentive Programs on the Economics of Cofiring Willow Biomass with Coal in New York State. *Energy Policy*, 33, 337–347, <https://doi:10.1016/j.enpol.2003.08.004>.
131. Tonini, D., Hamelin, L., Wenzel, H., Astrup, T. 2012. Bioenergy Production from Perennial Energy Crops: A Consequential LCA of 12 Bioenergy Scenarios Including Land Use Changes. *Environ. Sci. Technol.* 46, 13521–13530, <https://doi:10.1021/es3024435>.
132. Turley, D.B., Chaudhry, Q., Watkins, R.W., Clark, J.H., Deswarte, F.E.I., 2006. Chemical products from temperate forest tree species-developing strategies for exploitation. *Ind. Crop. Prod.* 24 (3), 238–243. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2006.06.016>.
133. Tyśkiewicz, K., Konkol, M., Kowalski, R., Rój, E., Warmiński, K., Krzyżaniak, M., Gil, L., Stolarski, M.J. 2019. Characterization of bioactive compounds in the biomass of black locust, poplar and willow. *Trees-Struct. Funct.* 33, 1235–1263. <https://doi.org/10.1007/s00468-019-01837-2>.
134. Vanbeveren, S.P.P., De Francesco, F., Ceulemans, R., Spinelli, R. 2018. Productivity of mechanized whip harvesting with the Stemster MkIII in a short-rotation coppice established on farmland. *Biomass Bioenergy* 108, 323–329. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.11.024>.
135. Vanbeveren, S.P.P., Magagnotti, N., Spinelli, R. 2017a. Increasing the Value Recovery from Short-Rotation Coppice Harvesting. *BioResources* 12, 696–703. <https://doi.org/10.15376/biores.12.1.696-703>.
136. Vanbeveren, S.P.P., Schweier, J., Berhongaray, G., Ceulemans, R. 2015. Operational short rotation woody crop plantations: Manual or mechanised harvesting? *Biomass Bioenergy* 72, 8–18. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2014.11.019>.
137. Vanbeveren, S.P.P., Spinelli, R., Eisenbies, M., Schweier, J., Mola-Yudego, B., Magagnotti, N., Acuna, M., Dimitriou, I., Ceulemans, R. 2017b, Mechanised harvesting of short-rotation coppices. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 76, 90–104. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.059>.
138. Vanbeveren, S.P.P.; Ceulemans, R. 2019. Biodiversity in Short-Rotation Coppice. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 111, 34–43, <https://doi:10.1016/j.rser.2019.05.012>.
139. Veggi, P.C., Cavalcanti, R.N., Meireles, A.M.A., 2014. Production of phenolic-rich extracts from Brazilian plants using supercritical and subcritical fluid extraction: experimental data and economic evaluation. *J. Food Eng.* 131, 96–109. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2014.01.027>.
140. Vogtländer, J.G., Brezet, H.C., Hendriks, C.F. 2001. The virtual eco-costs '99 A single LCA-based indicator for sustainability and the eco-costs-value ratio (EVR) model for economic allocation. *Int. J. Life Cycle Assess.* 6, 157–166. <https://doi.org/10.1007/BF02978734>.
141. Volk, T.A., Heavey, J.P., Eisenbies, M.H. 2016. Advances in Shrub-Willow Crops for Bioenergy, Renewable Products, and Environmental Benefits. *Food Energy Secur.* 5, 97–106, <https://doi:10.1002/fes3.82>.
142. Wagner, M., Mangold, A., Lask, J., Petig, E., Kiesel, A., Lewandowski, I. 2019. Economic and environmental performance of miscanthus cultivated on marginal land for biogas production. *GCB Bioenergy* 11, 34–49. <https://doi.org/10.1111/gcbb.12567>.

143. Wang, C.; Zhang, L.; Zhou, P.; Chang, Y.; Zhou, D.; Pang, M.; Yin, H. 2019. Assessing the Environmental Externalities for Biomass- and Coal-Fired Electricity Generation in China: A Supply Chain Perspective. *J. Environ. Manag.* 246, 758–767. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.06.047>.
144. Weidema, B.P. 2009. Using the budget constraint to monetarise impact assessment results. *Ecol. Econ.* 68, 1591–1598. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.01.019>.
145. Wünsch, K., Gruber, S., Claupein, W. 2012. Profitability analysis of cropping systems for biogas production on marginal sites in southwestern Germany. *Renew. Energy* 45, 213–220. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2012.03.010>
146. Xu, X.; Mola-Yudego, B. 2021. Where and when are plantations established? Land-use replacement patterns of fast-growing plantations on agricultural land. *Biomass Bioenergy* 144, 105921. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105921>.
147. Yin, Y.J., Ma, Z.C., Nong, G.Z. Wang, S.F. 2019. Strategies of energy management in a cassava starch plant for increasing energy and economic efficiency. *J. Clean. Prod.* 234, 1296–1305. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.309>.
148. Yuldashev, F., Illukpitiya, P., Tegegne, F., Ekanem, E. 2020. Techno-economic analysis of plantation biomass production and small-scale wood pellet processing for bioenergy market. *Int. Wood Prod. J.* 11, 173–188. <https://doi.org/10.1080/20426445.2020.1816766>.

5. Informacja o wykazywaniu się istotną aktywnością naukową albo artystyczną realizowaną w więcej niż jednej uczelni, instytucji naukowej lub instytucji kultury, w szczególności zagranicznej

5.1 Staże naukowe

A). Istotna aktywność naukowa habilitantki realizowana w innej jednostce naukowej poza macierzystą uczelnią dotyczy badań prowadzonych podczas trzymiesięcznego stażu naukowego odbytego w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym, Zakładzie Biogospodarki i Analiz Systemowych (NBAS) w dniach 01.07.2022–30.09.2022 r. (załącznik nr 4, pkt. II.12, **staż 3**). Zakres stażu obejmował trzy obszary badawcze: wykorzystanie technik GIS, ocena cyklu życia produktów i usług oraz metody statystyczne w badaniach systemowych w rolnictwie.

W ramach pierwszego obszaru, stażystka zapoznała się z modelami i bazami danych dostępnymi w IUNG oraz z systemem informacji geograficznej i teledetekcji. Ponadto program objął zapoznanie się z technikami teledetekcji, metodami teledetekcji pasywnej i aktywnej. Kolejnym etapem stażu było szkolenie z obsługi oprogramowanie QGIS, zapoznanie z zakresem, w jakim QGIS wykorzystywany jest do analiz systemowych. Praca w programie QGIS objęła przegląd, analizy i implementację baz danych ogólnych i specjalistycznych GIS do analiz przestrzennych, edycję danych, analizy danych katastralnych i rolniczych, pozyskiwanie i analiza danych satelitarnych do oceny wegetacji, zmienności środowiska.

W ramach ocena cyklu życia Stażystka zapoznała się oprogramowaniem do LCA. W ramach pracowni metod statystycznych stażystka zapoznała się z zaawansowanymi metodami statystycznej analizy danych, z etapami i modelami zaawansowanych metod statystycznych oraz wykorzystaniem tych metod w praktycznej analizie danych. Efektem stażu była praca obejmująca metaanalizę zewnętrznych kosztów produkcji biomasy stałej (**A33**).

B). Kolejną aktywnością naukową habilitantki realizowaną w innej jednostce naukowej poza macierzystą uczelnią był staż naukowy realizowany w Instytucie Maszyn Przepływowych im. Roberta Szewalskiego Polskiej Akademii w Gdańsku przy ul. Fiszera 14, 80-231 Gdańsk, w dniach 01.01.2019 r. do dnia 31.03.2019 r. (załącznik nr 4, pkt. II.12, **staż nr 2**). Celem stażu było prowadzenie i

uczestniczenie w badaniach naukowych, pracach badawczo-rozwojowych, które stanowiły wiedzę i warsztat badawczy w realizacji zadań związanych z aspektem ekonomicznym procesów ekoenergetycznych w projekcie TechRol (**projekt 8**), zwłaszcza w odniesieniu do produkcji i konwersji biomasy do energii. Zgodnie z przyjętymi założeniami realizacja stażu umożliwiła uczestnictwo w pracach badawczych związanych z realizacją projektu TechRol oraz rozwinięcie warsztatu badawczego w zakresie oceny ekonomicznej procesów i technologii innowacyjnych w ekoenergetyce. Zadania do wykonania przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, w które stażystka była zaangażowana obejmowały m.in. badania i analizę biopaliw stałych tj. biomasy oraz peletu pozyskiwanych z biomasy leśnej i rolniczej. Zapoznanie się z technologiami produkcji energii rozwijanymi w projekcie pozwoli na właściwy dobór biomasy i warunków produkcji peletu w kontekście technologii generacji energii rozwijanych w projekcie. Kolejnym ważnym elementem badań nad biopaliwami stałymi był dobór warunków wpływających na parametry ekonomiczne procesu. Produkcja biopaliwa uwzględniająca jak najniższy koszt zarówno ekonomiczny jak i środowiskowy był ważnym elementem zrównoważonej produkcji a także ważnym czynnikiem wpływającym na możliwości komercyjnego wykorzystania rozwijanych technologii, zarówno technologii produkcji biopaliw jak i technologii wytwarzania energii na terenach wiejskich.

C). Oprócz powyższej aktywności, habilitantka odbyła staż w ramach programu Socrates/Erasmus w Ghent University w Belgii w dniach 03.10.2005 – 01.03.2006 r. (załącznik nr 4, pkt. II.12, **staż 1**). W ramach stażu realizowała projekt badawczy „Land cover inventory and topographical mapping in the Warmia and Mazury area – Poland oraz uczestniczyła w kursach Meteorology and Climatology oraz Remote Sensing. Nabyta wiedza i umiejętności zostały wykorzystane w przygotowanej później rozprawie doktorskiej.

5.2 Realizacje projektów badawczych krajowych i zagranicznych w konsorcjum z innymi jednostkami naukowymi z kraju i zagranicy oraz z podmiotami gospodarczymi

A. Projekt międzynarodowy pt. “Territorial biorefineries for circular economy” TeBiCE w ramach programu Interreg Central Europe Programme, nr CE0100433. Okres realizacji 01.04.2023 – 31.03.2026 (Projekt 15).

Projekt jest realizowany w konsorcjum: Venetian Agency for Innovation in the Primary Sector - Veneto Agricoltura, Italia – lider projektu, National Institute of Chemistry Slovenija, Fraunhofer Italia Research scarl - Innovation Engineering Center Italia, Chemie-Cluster Bayern GmbH Deutschland, University of Warmia and Mazury in Olsztyn Polska, Kujawsko-Pomorskie Voivodeship Polska, Slovak Chamber of Commerce and Industry Slovensko, Carinthia UAS - non-profit limited liability company Österreich.

Habilitantka pełni funkcję Koordynatora zadania WP3 Supporting a new regulatory framework for biorefineries in the CE area.

B. Projekt międzynarodowy pt. „Developing intercropping systems with camelina to increase the yield and quality parameters of local underutilized crops” SCOOP, realizowany w ramach programu UE Era-Net Core Organic i NCBR, okres realizacji 01.12.2021 – 30.11.2024 (Projekt 13).

Projekt jest realizowany przez konsorcjum: University of Warmia and Mazury in Olsztyn – lider projektu, University of Bologna (DISTAL), Italy, Central Research Institute of Field Crops, Ankara, Turkey, AIAB - Associazione Italiana Agricoltura Biologica, BOVA MARINA, Italy, Agricultural University Plovdiv, Bulgaria.

Habilitantka pełni funkcję kierownik zadania, „Living Labs for innovation deployment” oraz wykonawcy w zadaniu Integrated sustainability assessment.

C. Projekt międzynarodowy pt. „Boosting Rural Bioeconomy Networks following multi-actor approaches” BRANCHES, realizowany w ramach program Unii Europejskiej Horyzont 2020, GA nr 101000375, okres realizacji: 01.01.2021 - 31.12.2023. (Projekt 12).

Projekt jest realizowany w konsorcjum: Luonnonvarakeskus (LUKE), Finlandia – lider projektu, Consiglio Nazionale Delle Ricerche (CNR IBE), Włochy, Teknologian Tutkimuskeskus VTT OY (VTT), Finlandia, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (UWM), Polska, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum Gemeinnuetzige GMBH (DBFZ), Niemcy, Fundacion Circe Centro De Investigation De Recursos Y Consumos Energeticos (CIRCE), Hiszpania, Italian Biomass Association (ITABIA), Włochy, Maaja metsätaloustuottajain keskusliitto (MTK), Finlandia, Asociacion Espanola de valorizacion enegetica de la biomasa (AVEBIOM), Hiszpania, Helmholtz Centre for Environmental Research (UFZ), Niemcy, Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Olsztynie (WMODR), Polska, BioEconomy e.V. (BEV), Niemcy.

Habilitantka jest wykonawcą zadania WP2. Cost and resource-efficient supply chains for sustainable biomass.

D. Projekt międzynarodowy pt. „ Sustainable up-cycling of agricultural residues: modular cascading waste conversion system UpWaste realiowany w ramach ERA NET FACCE SURPLUS III - GA No 652615, okres realizacji: 01.04.2020 - 31.03.2023. (Projekt 11).

Projekt był realizowany w konsorcjum: Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik e.V., Germany – lider projektu, Leuphana University Lüneburg, Germany, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia, Thomas More Kempen vzw, Belgium, KU (Catholic University) Leuven, Belgium

Hablilitantka była wykonawcą zadania WP5.1 Economic assessment. Wyniki projektu były prezentowane przez habilitantkę na konferencji międzynarodowej International conference of SSCHE 2022, 23. 05. - 26.05.2022, Tatranské Matliare, High Tatras, Slovakia (PK35, PK36, PK37).

E. Projekt międzynarodowy pt. „Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region” BalticBiomass4Value w ramach programu Interreg Baltic Sea Region Programme, nr projector: #R095, okres realizacji 01.01.2019 – 30.06.2021. (Projekt 10).

Projekt był realizowany w konsorcjum jednostek naukowych: Vytautas Magnus University, Lithuania lider projektu, Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia, The Estonian University of Life Sciences, Estonia, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland, Halmstad University, Sweden, the Norwegian University of Life Sciences, Norway, the Danish Technological Institute, Denmark, władz publicznych: The Ministry of Energy of the Republic of Lithuania, The Ministry of Rural Affairs of the Republic of Estonia, The Ministry of Agriculture of the Republic of Lithuania; Agency for Renewable Resources, Germany, The Norwegian Institute of Bioeconomy Research należąca do the Norwegian Ministry of Agriculture and Food; the State Agency for Agriculture, Environment and Rural Areas of Schleswig-Holstein, Germany; Vidzeme Planning Region, Latvia, and the State Committee of the Pskov Region for Economic Development and Investment Policy oraz klasktrów, stowarzyszeń i izb: Forest Owners Association of Lithuania, the Lithuanian Biotechnology Association, the Estonian Chamber of Agriculture and Commerce, 3N Lower Saxony Network for Renewable Resources and Bioeconomy in Germany, and the Latvian High Added Value and Healthy Food Cluster, and the Norwegian Bioenergy Association a także firm “Gorvodokanal” “Fortum Varne Oslo”.

Habilitantka pełniła funkcję kierownika zadania WP 2.3 Preparation of good practice business models and example small and medium scale pilot business projects for sustainable bioenergy and side bio-products production in the BSR oraz była wykonawcą w WP2.1 Analysis of market outlook and future viability of different bioenergy products and value chains in the BSR energy system i WP2.2 Mapping of biomass value chains for improved sustainable energy use in the BSR. Wyniki projektu zostały opublikowane w dwóch publikacjach **A17, A22, A30(P4)** w których habilitantka jest współautorką, Ponadto wyniki były prezentowane podczas Transnational Hybrid Conference “Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region”, BalticBiomass4Value, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Olsztyn, 20-21 October 2021 w którym habilitantka była członkiem komitetu organizacyjnego.

F. Projekt krajowy pt. „Bioprodukty z biomasy lignocelulozowej pozyskanej z gruntów marginalnych w celu wypełnienia luki obecnej w narodowej biogospodarce” BIOmagic. Projekt zrealizowany w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – BIOSTRATEG III, No. BIOSTRATEG3/344253/2/NCBR/2017, okres realizacji: 01.12.2017 – 31.05.2021 (Projekt 9).

Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Łukasiewicz – Instytut Nowych Syntez Chemicznych w Puławach, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Uniwersytet Medyczny w Lublinie, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Warszawie, ChemProf s.c., Quercus Sp. z o.o.

Habilitantka była członkiem Zespołu Zarządzającego, wykonawcą w WP 8. Zagospodarowanie biomasy poekstrakcyjnej i innych pozostałości poprodukcyjnych, oraz WP10. Zintegrowana ocena zrównoważonego rozwoju wytwarzania bioproduktów. W ramach projektu habilitantka przygotowała i uczestniczyła w przygotowaniu łącznie w dwunastu publikacji w tym przygotowanych wspólnie z zespołami z innych jednostek **A15, A16, A18(P2), A20(P3), A21, A24, A25, A26, A27, A29, A30(P4), A31(P5)** i jednej monografii **M1**. Ponadto wyniki prezentowała w postaci referatów na dwóch konferencjach międzynarodowych w Meksyku, i Bologna (**RK6, RK9, PK26, PK27**), pięciu posterów (**PK19, PK20, PK21, PK23, PK28, PK34**) na konferencjach krajowych i międzynarodowych. Nawiązane w ramach projektu współpraca pozwoliły na przygotowanie i odbycie stażu habilitantki u partnera projektu IUNG (staż nr 3) w 2022 r.

G. Projekt krajowy pt. „Nowe technologie eko-energetyczne dla zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich i niskoemisyjnej produkcji rolnej” TechRol. Projekt zrealizowany w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – BIOSTRATEG III, No. BIOSTRATEG3/344128/12/NCBR/2017, okres realizacji 01.01.2018 – 30.06.2021. (Projekt 8).

Projekt był realizowany w konsorcjum: Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szwalskiego Polskiej Akademii Nauk – lider projektu, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa - Państwowy Instytut Badawczy w Puławach, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, BLUETOMATION Sp. z o.o. Gdańsk, EcoSolar Dorota Półtorak Warszawa, Ekotechlab Marek Klein Gdańsk, ENKI Sp. z o.o. Kraków, ForéF - Jakub Fajfer Gdańsk, IMPLASER Innovative Technologies Sp. z o.o. Gdańsk, Instytut Energii Sp. z o.o. Olsztyn, QUERCUS Sp. z o.o. Pasym.

Habilitantka była wykonawcą w WP2 Produkcja biomasy na ziemiach o niskiej bonifikacji i jej przetwarzanie oraz WP6 Prace rozwojowe dotyczące instalacji ekoenergetycznych dla rolnictwa i

obszarów wiejskich. Wyniki i zakres projektu prezentowała habilitantka podczas międzynarodowej konferencji Baltic Bioeconomy Days, 11– 12 March 2020, Rostock, Germany (RK7) W ramach projektu habilitantka odbyła też staż naukowy (staż 2) w Instytucie Maszyn Przepływowych im. Roberta Szwalskiego Polskiej Akademii Nauk opisany powyżej (pkt 5.1.B).

H. Projekt międzynarodowy pt. “Sustainability Transition Assessment and Research of Bio-based Products” STAR-ProBio w ramach programu Unii Europejskiej Horyzont 2020, GA no. 727740 okres realizacji: 01.05.2017 - 30.04.2020. (Projekt 7).

Projekt był realizowany w konsorcjum: Unitelma Sapienza Universita (UNITELMA), Italy – lider projektu, University of York United Kingdom, Technische Universitaet Berlin, Germany, Agricultural University of Athens, Greece, DBFZ Deutsches Biomasseforschungszentrum Gemeinnuetzige GMBH, Germany, SQ Consult B.V. The Netherlands, Alma Mater Studiorum - Universita di Bologna, Italy, Uniwersytet Warmiński Mazurski W Olsztynie, Polska, ChemProf Łuczynski Michał, Polska, Quantis SARL Switzerland, Naturvardsverket Sweden, Universidad De Santiago De Compostela, Spain, European Environmental Citizens Organisation for Standardisation, Belgium, AgroVet GMBH, Austria.

Habilitantka była wykonawcą zadaniach 4.1. Techno-economic sustainability analysis of resource efficiency for bio-based products, WP8 Sustainability scheme blueprint for bio-based products. W ramach projektu habilitantka przygotowała pracę A18(P2).

I. Projekt międzynarodowy pt. “Biofuels and green chemicals from sugar beet through direct processing” CHEMBEET nr TEMW115001, w ramach programu ERA-NET Bioenergy, okres realizacji 01.01.2015 – 30.06.2017. (Projekt 6).

Projekt był realizowany w konsorcjum Dutch Sustainable Development BV (DSD), The Netherlands – lider projektu, Stichting DLO (Acres) The Netherlands, University of Warmia and Mazury Polska, Van Antwerpen Milieutechniek BV, The Netherlands, Habilitantka była kierownikiem zadania WP 5b Modelling - financial and economic analyses. Wyniki projekty były prezentowane podczas 2nd International Conference on the Sustainable Energy and Environmental Development, Nov 14-17, 2017, Kraków oraz opublikowane w monografii pokonferencyjnej (RM11).

J. Projekt międzynarodowy pt. „Small but Efficient – Cost and Energy Efficient BioMethane Production” SE.Biomethane no. Era-Net-Bioenergy/1/2013 w ramach programu ERA-NET Bioenergy, okres realizacji 01.02.2013 – 31.01.2016 (Projekt 5).

Projekt realizowany był w konsorcjum: SLU-Swedish University of Agricultural Sciences – lider projektu, JTI – Swedish Institute of Agricultural- and Environmental Engineering, Deutsches Biomasseforschungszentrum gemeinnützige GmbH, Germany, University of Warmia and Mazury (UWM), Triventus Biogas AB, Sweden, Ultuna Egendom, Lövsta Biogas plant Sweden, Ventury Germany, Institute of Energy Ltd. Polska.

Habilitantka była wykonawcą WP4b. Dried digestate as a fertilizer and soil amendment in energy crop production. Wyniki zostały opublikowane w publikacji (A13), w której przygotowaniu uczestniczyła habilitantka.

K. Projekt międzynarodowy pt. „EUROpean multilevel integrated BIOREFinery desing for sustainable biomass processing” EuroBioRef, w ramach 7 Programu Ramowego Unii Europejskiej GA. 241718, okres realizacji 1.03.2009-28.02.2014 (Projekt 4).

Projekt był realizowany w konsorcjum: Centre National De La Recherche Scientifique, France, Arkema France Sa/Ceca, France, Borregaard Ind. Ltd., Norway, Novozymes A/S, Denmark, Center for Renewable Energy Sources, Greece, Haldor Topsøe A/S, Denmark, Certh, Centre for Research & Technology Hellas / Institute for Solid Fuels Technology & Applications, Greece, Process Design

Center GmbH, Germany, Quantis, Switzerland, European Biomass Industry Association, Belgium, Danish Technological Institute, Centre for Renewable Energy and Transport, Denmark, Technische Universität Dortmund, Germany, Merck KGaA, Germany, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Portugal, RWTH Aachen, Germany, CIRCC, University of Bari, Italy, WSK "PZL-Rzeszów" S.A, Poland, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Przemysłu Rafineryjnego Spółka Akcyjna, Poland, SINTEF Materials and Chemistry, Norway, Société Agricole de Befandriana-Sud & Partners Sarl, Madagascar, UMICORE, AG & Co KG, Germany, Nykomb Synergetics AB, Sweden, Alma Consulting Group, France, Orgachim JSC, Bulgaria, Imperial College of Science, UK, Novance, France, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Poland, Technische Universität Hamburg – Harburg, Germany, BKW Biokraftwerke Fürstenwalde GmbH, Germany.

Habilitantka była, wykonawcą SP2: Biomass feedstock i uczestniczyła w przygotowaniu publikacji (A12).

L. Projekt międzynarodowy „Agriculture and Energy Efficiency” (AGREE), 7 Program Ramowy Unii Europejskiej GA no: 289139, okres realizacji: 1.10.2011 – 30.09.2013 (Projekt 3).

Projekt był realizowany w konsorcjum Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V., Germany – lider projektu, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, The Netherlands, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Agricultural University of Athens, Greece, Leibniz-Institut fuer Agrartechnik Potsdam-Bornim EV (ATB), Germany, Universidade De Evora Portugal, Helsingin Yliopisto, Finland. Aarhus Universitet Denmark,

Habilitantka była wykonawcą w WP2, State of the art and potential of measure, WP3. Economics and environment, WP4 Agenda for transnational collaboration. Wyniki projektu zostały opublikowane w monografii „Efektywność energetyczna w rolnictwie europejskim - studium przypadków w której habilitantka była współautorką wszystkich rozdziałów (RM3, RM4, RM5, RM6, RM7, RM8, RM9) a współautorami wykonawcy z pozostałych jednostek wchodzących w skład konsorcjum. Ponadto wyniki były prezentowane na konferencji naukowej (PK8).

M. Projekt krajowy NCBR, Program Strategiczny – Zaawansowane Technologie Pozyskiwania Energii Zadanie Nr 4 – „Opracowanie Zintegrowanych Technologii Wytwarzania Paliw I Energii Z Biomasy, Odpadów Rolniczych I Innych”, okres realizacji: 1.07.2010 - 30.11.2015. (Projekt 2).

Projekt był realizowany w konsorcjum Instytut Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku – lider projektu oraz Energa S.A. w Gdańsku.

Habilitantka była Koordynatorem Prac Projektowych instalacji bioenergetycznych. Rezultatem prac była opracowana i wybudowana Linia technologiczna wytwarzania bioetanolu 2-giej generacji z masy lignocelulozowej (T1), publikacja A14(P1). Wyniki projektu prezentowane były podczas konferencji krajowych i międzynarodowych w postaci referatów RK2, RK3, RK5, PK11, PK16 oraz posterów (PK5, PK6, PK7, PK10, PK12, PK14, PK15) oraz w postaci albumów i animacji, których habilitantka była konsultantem merytorycznym.

N. Projekt krajowy pt. „Modelowe kompleksy agroenergetyczne jako przykład kogeneracji rozproszonej opartej na lokalnych i odnawialnych źródłach energii” - projekt kluczowy nr POIG.01.01.02-00-016/08, okres realizacji 15.12.2008 – 30.06.2014 r. (Projekt 1).

Projekt był realizowany w konsorcjum Instytut Maszyn Przepływowych Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku – lider projektu, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, Politechnika Wrocławska we Wrocławiu, Instytut Energetyki w Warszawie.

Habilitantka była Kierownik Biura Zespołu Projektowego UWM oraz wykonawcą w zadaniach dotyczących m.in. biogazowni rolniczych w lokalnej strukturze ekoenergetycznej oraz produkcji biomasy lignocelulozowej w krótkich rotacjach z użytków rolniczych w kontekście energetycznego wykorzystania. Wyniki projektu był prezentowane przez habilitantkę na konferencji (PK10).

5.3 Złożenie projektów badawczych krajowych i zagranicznych w konsorcjum z innymi jednostkami naukowymi z kraju i zagranicy.

- F. Opracowanie i złożenie projektu międzynarodowego pt. „Environmental, energy and economical assessment of crop production on farms with different area and production intensification – CropEEE do konkursu SHENG-2 Wniosek o finansowanie polsko-chińskiego projektu badawczego, wniosek wspólny z South China Agricultural University (SCAU), Chiny. Habilitantka koordynowała pracę and projektem po stronie polskiej, 15.05.2021.

6. Informacja o osiągnięciach dydaktycznych, organizacyjnych oraz popularyzujących naukę lub sztukę.

6.1. Osiągnięcia dydaktyczne

A. Ukończone studium pedagogiczne na Uniwersytecie Gdańskim w 2004 r.

B. Funkcja opiekuna I roku na kierunku Odnawialne Źródła Energii (studia II stopnia) na podstawie Decyzji Nr 6/2023 r. dnia 23 lutego 2023 r.

C. Kształcenie w szkole doktorskiej

Przedmiot koordynowany i realizowany przez habilitantkę - Statistical methods in research

D. Kształcenie na studiach I i II stopnia.

Opracowała program i koordynuje 11 przedmiotów oraz prowadzi zajęcia z 13 przedmiotów na studiach I^o i II^o stopnia kształcenia, a także prowadzi ćwiczenia w ramach innych (niekoordynowanych) przedmiotów realizowanych w UWM w Olsztynie. Szczegóły zestawiono w tabeli 3.

Wypromowała dyplomanta na studiach inżynierskich I^o. Dodatkowo, w trakcie realizacji są obecnie 4 prace magisterskie pod opieką habilitantki (tabela 4).

Tabela 3. Wykaz przedmiotów i zajęć prowadzonych na studiach I i II stopnia kształcenia oraz studiach podyplomowych*

L.p.	Przedmiot / rodzaj prowadzonych zajęć	Kierunek studiów / stopień kształcenia						
		ochrona środowiska	odnawialne źródła energii	gospodarowanie surowcami odnawialnymi i mineralnymi ^c	chemia	leśnictwo	architektura krajobrazu	rolnictwo
A. Autorskie przedmioty koordynowane przez habilitanta / wykłady i ćwiczenia								
1	Rachunek ekonomiczny w ekoenergetyce ^b		II°					
2	Statystyka energii i metody badań empirycznych		II°					
3	Rachunek ekonomiczny i efektywność energetyczna OZE							*
B. Autorskie przedmioty koordynowane przez habilitanta / ćwiczenia								
4	Statystyka i chemometria		II°					
5	Technologie informacyjne				II°			
6	Gospodarka cyrkulacyjna ^{ab}				II°			
7	Gospodarka cyrkulacyjna ^{ab}				II°			
C. Przedmioty prowadzone / wykład i ćwiczenia								
8	Biopaliwa I i II generacji						II°	
9	Odnawialne źródła energii w biogospodarce		II°					
10	Technologie informacyjne (IT) w inwestycjach energetycznych							*
11	Efektywność energetyczna i poszanowanie energii		II°					
D. Przedmioty prowadzone / ćwiczenia								
12	Statystyka i modelowanie w naukach o środowisku	II°						
13	Statystyka matematyczna w rolnictwie						II°	
14	Procesy biorafineryjne w biogospodarce ^c			I°				
15	Metody statystyczne				I°			
16	Technologie informacyjne						I°	
17	Technologie informacyjne ^a				II°			
18	Technologie informacyjne w chemii					I°		
19	Technologie informacyjne w ekoenergetyce		II°					
20	Technologie informacyjne w ochronie środowiska	II°						
21	Zaawansowane technologie informacyjna						II°	
22	Technologie informacyjne w architekturze krajobrazu					II°		
23	Meteorologia i klimatologia	I°						
24	Agrometeorologia						I°	

^a nowe przedmioty, wchodzące do oferty kształcenia w latach akademickich 2023/2024 i 2024/2025,

^b przedmioty współkoordynowane z innym nauczycielem akademickim,

^c kierunek zamknięty w roku akademickim 2021/2022.

* Studia podyplomowe

Tabela 4. Liczba prac dyplomowych na studiach I i II stopnia w UWM w Olsztynie, których promotorem był lub jest habilitant (2020–2023).

Kierunek studiów	Liczba prac
Gospodarowanie surowcami odnawialnymi i mineralnymi (studia inżynierskie)	1
Odnawialne źródła energii (studia magisterskie)	4 ^a
RAZEM	5

^a 4 osoby w tym 1 osoba w trakcie realizacji z planowaną obroną do 30 września 2023 r. oraz 3 osoby w trakcie realizacji z planowaną obroną do 30 czerwca 2024 r.

E. Doskonalenie warsztatu dydaktyczno-naukowego – odbycie kursów i szkoleń, w tym:

- Praktyczne zastosowanie technik regresyjnych w Statistica, 23-24.01.2023, on-line.
- ArcGIS Pro: Praktyczne wykorzystanie oprogramowania (poziom II), 29-31.03.2023, on-line.
- Praktyczne wykorzystanie oprogramowania ArcGIS 17-20.01.2023, Olsztyn.
- Analiza statystyczna wyników badań naukowych – możliwości zastosowania rozwiązania PS IMAGO/IBM SPSS Statistics, 13-14 lutego 2023, Olsztyn.
- Podstawy analizy danych z PS IMAGO/IBM SPSS Statistics, 6-7 lutego 2023, Olsztyn.
- Microsoft Visio, Olsztyn, 03.10.2022, on-line.
- Effective LCA with SimaPro Desktop, The Netherlands, 22.09.2022, on-line.
- Metaanaliza w badaniach społeczno-ekonomicznych. Statsoft Polska, 05.09.2022, on-line.
- MsWord – średniozaawansowany, 10-12.2022, Olsztyn.
- Ms Excel – średniozaawansowany, 03-06.2022, Olsztyn.
- Bezpieczeństwo i ochrona danych w Internecie., 23.10.2021-17.03.2022, Olsztyn.
- Zastosowanie statystyki w badaniach rolniczych – metody zaawansowane Statsoft Polska, 02-03.12.2021, on-line.
- Zastosowanie statystyki w badaniach rolniczych – metody podstawowe Statsoft Polska, 06-07.11.2021, on-line.
- Kurs obsługi programu graficznego ADOBE ILLUSTRATOR, 27-30.09.2021, Olsztyn.
- Analiza danych ankietowych - kurs podstawowy. Statsoft Polska. 20-21.09.2021, on-line.
- Zastosowanie oprogramowania Statistica w planowaniu i opracowaniu wyników badań empirycznych – metody podstawowe i zaawansowane, Statsoft Polska. 25.06.2021, 1-2.07.2021, 5-7.07.2021, Olsztyn.
- Tworzenie i wykorzystanie Infografiki we wnioskach projektowych, 29.04.2021, on-line.
- Analizy wielowymiarowe. Statsoft Polska. 14-15.04.2021, on-line.
- Szkolenie CorelDraw KaZet, 01.04.2020, on-line.
- Kurs języka angielskiego na poziomie C1, 01.10.2020 – 17.02.2021, Olsztyn.
- Advanced Capital Budgeting with Invest for Excel. Porvoo, Finland, 23-24.11.2020, on-line.
- "Projektowanie biznesu z wykorzystaniem narzędzi Business Model Canvas i Value Proposition Canvas" 11.03.2020, Olsztyn.
- "Zastosowanie wybranych metod statystycznych w planowaniu i opracowywaniu wyników badań innowacyjnych", 11-12.09.2019, Olsztyn.
- Sustainability drivers and Life Cycle Assessment, Thinkstep, 12-15.06.2019, London, Wielka Brytania.
- „Kurs wykorzystania menadżera bibliografii – obsługa programu EndNote”, 07-15.05.2019, Olsztyn.
- GaBi Intermediate Training Course, 12.09.2018r. London, Wielka Brytania.

- Statistica kurs podstawowy. Statsoft Polska. 20-21.03.2018, Warszawa.
- Studium wykonalności I biznes plan w ramach RPO WiM 2014-2020.28.02.2017, Olsztyn.
- PRINCE2® Foundation Certificate in Project Management, 07.07.2017, Olsztyn.
- GaBi Jump Start Training – 20.04.2016, Londyn, Wielka Brytania.
- Wycena wartości aktywów niematerialnych i technologii.11.02.2016, Warszawa.
- Ochrona i komercjalizacja własności intelektualnej w naukach przyrodniczych, medycznych i rolniczych w UWM, 01-05.09.2014, Olsztyn.
- Jesienna Szkoła Ochrony i Komercjalizacji Własności Intelektualnej 19-21.11.2014, Gdańsk, Toruń.
- Wycena technologii – aspekty praktyczne, 10-11. 07.2014, Warszawa.
- Opłacalność i wykonalność projektu inwestycyjnego 12.12.2013, Poznań.
- Jesienna Szkoła Ochrony i Komercjalizacji Własności Intelektualnej 16-30.11.2012, Olsztyn.
- Zarządzanie projektami międzynarodowymi w 7PR, 9-10.06.2010, Olsztyn.
- Zarządzanie projektami wg. PMBOOK Guide, 10.2009-02.2010, Olsztyn.
- Prawne aspekty umów 13.11.2009, Olsztyn.
- Zasady przygotowania studium wykonalności w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego 23.04.2009, Olsztyn.

6.2. Osiągnięcia organizacyjne

A. Członkostwo w gremiach pozauczelnianych:

- 24.03.2015 do dziś - członek Grupy Roboczej ds. wysokosprawnych, niskoemisyjnych i integrowanych układów wytwarzania, magazynowania, przesyłu i dystrybucji energii Krajowych Inteligentnych Specjalizacji, Ministerstwo Rozwoju i Technologii
- 01.09.2020 do dziś - współpracownik Laboratorium Klimatyczno-Energetycznego Centrum Studiów Antymonopolowych i Regulacyjnych, Wydział Zarządzania, Uniwersytet Warszawski.
- 2007 - do dziś - Członek Polskiego Towarzystwa Geofizycznego

B. Członkostwo w zespołach ogólnouczeniowych (UWM w Olsztynie):

- 01.01.2021 do 31.12.2024 - członek Rada Naukowej Centrum Biogospodarki i Energii Odnawialnych Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (Decyzja Rektora UWM Nr 16/2021 z dnia 19.02.2021)

C. Członkostwo w radach, komisjach i zespołach wydziałowych (WRiL UWM w Olsztynie):

- 01.02.2023 – 31.05.2023 - Redaktor Wydziałowy Systemu Bazy Wiedzy (POWR.03.05.00-00.Z310/17-00)

6.3. Osiągnięcia popularyzujące naukę

A. Publikacje popularnonaukowe

- Olba-Zięty E. „Biorafinerie i biogazownie jako obiekty realizujące zadania w ramach gospodarki o obiegu zamkniętym” – broszura informacyjna Warmińsko-Mazurskiego Ośrodka Doradztwa Rolniczego 2019.

B. Konsultacje merytoryczne w przygotowaniu animacji procesów technologicznych

- Pilotażowa biogazownia rolnicza.
- Biorafineria lignocelulozowa, Linia technologiczna wytwarzania bioetanolu 2-giej generacji z masy lignocelulozowej.

C. Udział w przygotowaniu albumów promujących wyniki badań:

- Bioprodukty z biomasy lignocelulozowej pozyskanej z gruntów marginalnych w celu wypełnienia luki obecnej w narodowej biogospodarce Album 2021, Olsztyn.
- Małe i Wydajne – Efektywna Ekonomicznie i Energetycznie Produkcja Biometanu Album Olsztyn 2016 ISBN 978-83-8100-038-3.

D. Wygłoszone referaty popularyzujące naukę:

- **Olba-Zięty E.**, Gołaszewski J., Program Strategiczny – prezentacja rezultatów badań prowadzonych przez CBEO. Międzynarodowe dni ekologii na Warmii i Mazurach „Nowe technologie w służbie ochrony środowiska” 9 września 2014. Lidzbark Warmiński.
- **Olba-Zięty E.**, Gołaszewski J., Ekoinnowacje okiem naukowca – współpraca pomiędzy przedsiębiorcami i jednostkami badawczymi i naukowymi. Najnowsze trendy w ekoinnowacjach OZE – szanse i korzyści płynące z inwestowania w odnawialne źródła energii. 23 października 2014. Rukławki.
- **Olba-Zięty E.**, Biorafinerie i biogazownie jako obiekty realizujące zadania w ramach gospodarki o obiegu zamkniętym. Konferencja Gospodarka Obiegu Zamkniętego, Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego, 27 listopada 2019, Olsztyn.

E. Popularyzacja nauki w mediach:

- <https://gazetaolsztynska.pl/886047,Prawie-200-tys-zl-na-badania-prowadzone-na-olsztynskim-UWM.html>
- https://uwm.edu.pl/sites/default/files/wiadomosci_uniweryteckie/2022-wu/wu_listopad_2022_internet.pdf
- https://uwm.edu.pl/sites/default/files/wiadomosci_uniweryteckie/2015-wu/wu-2015-01.pdf

7. Inne ważne informacje dotyczące kariery zawodowej.**A. Kierownik grantu**

Habilitantka jest kierownikiem projektu uzyskanego ramach konkursu NCN, MINIATURA 6 - Analiza ekonomiczna uwzględniająca środowiskowe koszty zewnętrzne produkcji miskańta olbrzymiego jako surowca na cele energetyczne – NCN – 23.11.2022-22.22.2023 (**Projekt 14**).

B. Nagrody i stypendia za osiągnięcia naukowe

- 2022 - Nominacja Kapituły Redakcji „Gazety Olsztyńskiej” do tytułu Osobowość Roku 2022 w kategorii Nauka.

- 2022 - Nagroda Rektora UWM za działalność naukową - za wybitną publikację naukową przyznana na podstawie Decyzji Nr 94/2022 Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.
- 2021 - Nagroda Rektora UWM za działalność naukową - za wybitną publikację naukową przyznana na podstawie Decyzji Nr 68/2021 Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.
- 2020 - Nagroda Rektora UWM za działalność naukową - za wybitną publikację naukową przyznana na podstawie Decyzji Nr 153/2020 Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.
- 2019 - Nagroda Rektora UWM za działalność naukową - za wybitną publikację naukową przyznana na podstawie Decyzji Nr 198/2019 Rektora Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.
- 2014 - Nagroda zespołowa statuetka Zielonego Feniksa „Za osiągnięcia naukowe i badawcze w zakresie ekoenergetyki”.
- 2006 – 2007 - Stypendium Naukowe w ramach projektu „Wzmocnienie współpracy UWM z gospodarką regionu poprzez stypendia doktoranckie” Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego współfinansowanego przez Europejski Fundusz Społeczny.
- 2005 – 2006 - Stypendium Naukowe w ramach projektu „Wzmocnienie współpracy UWM z gospodarką regionu poprzez stypendia doktoranckie” Zintegrowanego Programu Operacyjnego Rozwoju Regionalnego współfinansowanego przez Europejski Fundusz Społeczny.

Ewelina Olba-Zięty
(podpis wnioskodawcy)



Wykaz osiągnięć naukowych, stanowiących znaczny wkład w rozwój dyscypliny naukowej rolnictwo i ogrodnictwo

I. WYKAZ OSIĄGNIĘĆ NAUKOWYCH ALBO ARTYSTYCZNYCH, O KTÓRYCH MOWA W ART. 219 UST. 1. PKT 2 USTAWY

1. **Monografia naukowa**, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2a ustawy.
—
2. **Cykl powiązanych tematycznie artykułów naukowych**, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2b ustawy.

Tytuł cyklu:

„Ekonomiczne aspekty produkcji biomasy lignocelulozowej roślin wieloletnich jako surowca dla biogospodarki”

P1. Stolarski M.J.[✉], Olba-Zięty E., Rosenqvist H., Krzyżaniak M. 2017. Economic efficiency of willow, poplar and black locust production using different soil amendments. *Biomass and Bioenergy*. 106, 74-82. <http://dx.doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.08.019>.

(IF 3,358, MNiSW 140 pkt., cytowania WoS: 22, Scopus: 22).

Wkład habilitantki w powstanie pracy polegał na współpracowaniu koncepcji badań i metodyki, wykonaniu badań, analizie i walidacji danych, opracowaniu wyników badań i ich analizie w tym statystycznej, wizualizacji danych, sformułowaniu wniosków, napisaniu i redakcji oryginalnej (wstępnej) i końcowej (po recenzjach) wersji pracy.

P2. Olba-Zięty E.[✉], Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Gołaszewski J. 2020. Environmental external cost of poplar wood chips sustainable production. *Journal of Cleaner Production*, 252, 119854. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119854>.

(IF 9.297, MNiSW 140 pkt., cytowania WoS: 8, Scopus: 9).

Wkład habilitantki w powstanie pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań i metodyki, zebraniu i dostarczeniu danych badawczych, wykonaniu badań z użyciem specjalistycznego oprogramowania, opracowaniu wyników badań i ich analizie, analizie i walidacji danych, opracowaniu przeglądu literatury, wizualizacji danych, sformułowaniu wniosków, napisaniu i redakcji oryginalnej (wstępnej) i końcowej (po recenzjach) wersji pracy, sformułowanie wniosków, administrowaniu projektu, przeprowadzeniu manuskryptu przez cały proces wydawniczy.

P3. Olba-Zięty, E.[✉], Stolarski, M.J., Krzyżaniak, M., Warmiński, K. 2020. Willow Cultivation as Feedstock for Bioenergy-External Production Cost. *Energies* 13(18), 4799. <https://doi.org/10.3390/en13184799>.

(IF 3.004, MNiSW 140 pkt., cytowania WoS: 3, Scopus: 3).

Wkład habilitantki w powstanie pracy polegał na opracowaniu koncepcji badań i metodyki, wykonaniu badań z użyciem specjalistycznego oprogramowania, analiza formalna i przeprowadzenie badań, dostarczeniu zasobów i utrzymywaniu danych badawczych, opracowaniu wyników badań i ich analizie w tym statystycznej, analizie i walidacji danych, opracowaniu przeglądu literatury, napisaniu i redakcji oryginalnej (wstępnej) i końcowej (po recenzjach) wersji pracy, wizualizacji danych, sformułowaniu wniosków, administrowaniu projektu, przeprowadzeniu manuskryptu przez cały proces wydawniczy.

P4. Zięty J. J.[✉], **Olba-Zięty E.**, Stolarski M. J., Krzykowski M., and Krzyżaniak M. 2022. Legal framework for the sustainable production of short rotation coppice biomass for bioeconomy and bioenergy *Energies* 15(4), 1370. <https://doi.org/10.3390/en15041370>.

(IF 3,200, MEiN 140 pkt., cytowania WoS: 4, Scopus: 4).

Wkład habilitantki w powstanie pracy polegał na współpracowaniu koncepcji badań i metodyki, wykonaniu badań z użyciem specjalistycznego oprogramowania, analiza formalna i przeprowadzenie badań, dostarczeniu zasobów i utrzymywaniu danych badawczych, opracowaniu wyników badań i ich analizie w tym statystycznej, analizie i walidacji danych, opracowaniu przeglądu literatury, napisaniu i redakcji oryginalnej (wstępnej) i końcowej (po recenzjach) wersji pracy, wizualizacji danych, sformułowaniu wniosków, wizualizacji danych i rezultatów oraz nadzorze nad przygotowaniem pracy.

P5. Olba-Zięty E.[✉], Stolarski, M. J., Krzyżaniak, M., Rój E., Tyśkiewicz K., Łuczyński M. K. 2022. Supercritical production of extract from poplar containing bioactive substances – an economic analysis. *Industrial Crops and Products*, 184, 115094. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115094>.

(IF 5,900, MEiN 200 pkt. cytowania WoS: 4, Scopus: 4).

Wkład habilitantki w powstanie pracy polegał na współpracowaniu koncepcji badań i metodyki, pozyskaniu finansowania i wykonaniu badań, administracji nad projektem, dostarczeniu zasobów i utrzymywaniu danych badawczych, opracowaniu wyników badań i ich analizie w tym statystycznej, analizie i walidacji danych, opracowaniu przeglądu literatury, wizualizacji danych, sformułowaniu wniosków, napisaniu i redakcji oryginalnej (wstępnej) i końcowej (po recenzjach) wersji pracy, przeprowadzeniu manuskryptu przez cały proces wydawniczy.

[✉] Autora korespondencyjnego publikacji oznaczono symbolem koperty.

Artykuł naukowy nr **PI**, jest wynikiem badań współfinansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych pt. „Zaawansowane technologie

pozyskiwania energii” Zadania Badawczego nr 4 pt. „Opracowanie zintegrowanych technologii wytwarzania paliw i energii z biomasy, odpadów rolniczych i innych”

Artykuł naukowy nr **P2**, jest wynikiem badań współfinansowanych przez H2020 Grant Agreement 727740 Research and Innovation Programme - European Commission w ramach projektu STAR-ProBio (Sustainability Transition Assessment and Research of Bio-based Products) oraz finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – Biostrateg III; projekt pt. „Bioprodukty z biomasy lignocelulozowej pozyskanej z gruntów marginalnych w celu wypełnienia luki obecnej w narodowej biogospodarce” (BIOmagic), nr projektu: BIOSTRATEG3/344253/2/NCBR/2017.

Artykuł naukowy nr **P3**, jest wynikiem badań finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – Biostrateg III; projekt pt. „Bioprodukty z biomasy lignocelulozowej pozyskanej z gruntów marginalnych w celu wypełnienia luki obecnej w narodowej biogospodarce” (BIOmagic), nr projektu: BIOSTRATEG3/344253/2/NCBR/2017.

Artykuł naukowy nr **P4**, jest wynikiem badań finansowanych przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski 24.610.043—110 Wydział Rolnictwa i Leśnictwa, Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców (grant No. 30.610.007-110) i współfinansowany przez Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego INTERREG w ramach projektu “Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region” (BalticBiomass4Value-BB4V), No. #R095; Nr. 5047/INTERREG BSR/2019/2.

Artykuł naukowy nr **P5**, jest wynikiem badań finansowanych przez Uniwersytet Warmińsko-Mazurski 24.610.043—110 Wydział Rolnictwa i Leśnictwa, Katedra Genetyki, Hodowli Roślin i Inżynierii Biosurowców (grant No. 30.610.007-110) i badań finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – Biostrateg III; projekt pt. „Bioprodukty z biomasy lignocelulozowej pozyskanej z gruntów marginalnych w celu wypełnienia luki obecnej w narodowej biogospodarce” (BIOmagic), nr projektu: BIOSTRATEG3/344253/2/NCBR/2017.

Kopie artykułów **P1-P5** zamieszczono w załączniku nr 5.

3. Wykaz zrealizowanych oryginalnych osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych lub artystycznych, zgodnie z art. 219 ust. 1. pkt 2c ustawy.

❖ Po uzyskaniu stopnia doktora:

T1. Łuczyński M.K., Gołaszewski J., **Olba-Zięty E.**, Orlińska. K. 2015. Linia technologiczna wytwarzania bioetanolu 2-giej generacji z masy lignocelulozowej – opracowana i wybudowana w ramach badań współfinansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych pt. „Zaawansowane technologie pozyskiwania energii” Zadania Badawczego nr 4 pt. „Opracowanie zintegrowanych technologii wytwarzania paliw i energii z biomasy, odpadów rolniczych i innych”, Bałdy. (załącznik graficzny T1.).

II. WYKAZ AKTYWNOŚCI NAUKOWEJ ALBO ARTYSTYCZNEJ

1. Wykaz opublikowanych monografii naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.1).

❖ *Po uzyskaniu stopnia doktora:*

- M1.** Gołaszewski J., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.**, Stolarski M. J., Radawiec W., Konkol M., Kowalski R., Rój E., Faber A. 2020. Technologie rynkowe przetwarzania biomasy lignocelulozowej do biopaliw stałych, ciekłych i gazowych. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, s.161. (MNiSW: 80 pkt., cytowania WoS: 1, Scopus: 1).

2. Wykaz opublikowanych rozdziałów w monografiach naukowych.❖ *Po uzyskaniu stopnia doktora:*

- RM1.** **Olba-Zięty E.**, Grabowski J., Dragańska E., Cymes I. 2009. Meteorological conditions of winters in north-eastern Poland between 1981-2005. [In:] Environmental aspects of climate changes, edit: Zbigniew Szwejkowski, ISBN: 978-83-929462-0-5. Contemporary Problems of Management and Environmental Protection University of Warmia and Mazury, 2009, s. 57-73 (MNiSW: 7 pkt.)
- RM2.** Cymes I., Szwejkowski Z., Dragańska E., **Olba-Zięty E.** 2009. Characterisation of the bioclimatic conditions in north-eastern Poland in the years 1991-2000. [In:] Environmental aspects of climate changes, edit: Zbigniew Szwejkowski, ISBN: 978-83-929462-0-5. Contemporary Problems of Management and Environmental Protection University of Warmia and Mazury, 2009, s. 151-168 (MNiSW: 7 pkt.)
- RM3.** **Olba-Zięty E.**, Grabowski J., Dragańska E. 2011. Solar conditions of North-Eastern Poland in 1981-2005. [In:] Environmental aspects of climate changes, edit: Zbigniew Szwejkowski, ISBN: 978-83-933953-4-7. Contemporary Problems of Management and Environmental Protection University of Warmia and Mazury, 2011, s. 79-90. (MNiSW: 5 pkt.)
- RM4.** **Olba-Zięty E.** 2011. Anemometric conditions of north-eastern Poland in 1981-2005. [In:] Environmental aspects of climate changes, edit: Zbigniew Szwejkowski, ISBN: 978-83-933953-4-7. Contemporary Problems of Management and Environmental Protection University of Warmia and Mazury, 2011, s. 91-103. (MNiSW: 5 pkt.)
- RM5.** Gołaszewski J., de Visser C., Brodziński Z., Myhan R., **Olba-Zięty E.**, Stolarski M.J., de Buissonje F., Ellen H., Stanghellini C., van der Voort M., Baptista F., Silva L.L., Meyer-Aurich A., Ziegler T., Ahokas J., Jokiniemi T., Mikkola H., Rajaniemi M., Balafoutis A., Briassoulis D., Mistriotis A., Panagakis P., Papadakis G. 2013. Aktualny stan efektywności energetycznej w rolnictwie Unii Europejskiej. [W:] Efektywność energetyczna w rolnictwie europejskim - studium przypadków, pod redakcją Janusza Gołaszewskiego. ISBN: 978-83-7299-845-3, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 2013, s. 19-74. (MNiSW: 4 pkt.)
- RM6.** Gołaszewski J., de Visser C., Lutsyuk C., Brodziński Z., Stolarski M.J., **Olba-Zięty E.**, Myhan R., Mikkola H., Ahokas J., Jokiniemi T., Rajaniemi M., Meyer-Aurich A., Ziegler T., Briassoulis D., Balafoutis A., Mistriotis A., Panagakis P., Papadakis G., de Buissonje F., Ellen H., Stanghellini C., van der Voort M., Silva L.L., Murcho D., Silva J.R., Peca J.O., Serrano J. 2013. Otoczenie zewnętrzne efektywności energetycznej w rolnictwie Unii Europejskiej - studium przypadków. [W:] Efektywność energetyczna w rolnictwie europejskim - studium przypadków, pod redakcją Janusza Gołaszewskiego. ISBN: 978-83-7299-845-3, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 2013, s. 111-122. (MNiSW: 4 pkt.)
- RM7.** Gołaszewski J., Stolarski M. J., Brodziński Z., **Olba-Zięty E.**, Myhan R. 2013. Rolnictwo a efektywność energetyczna - analiza makro i mikrootoczenia. [W:] Efektywność

energetyczna w rolnictwie europejskim - studium przypadków, pod redakcją Janusza Gołaszewskiego. ISBN: 978-83-7299-845-3, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 2013, s. 75-110. (MNiSW: 4 pkt.).

- RM8.** Gołaszewski J., de Visser C., Stolarski M.J., Brodziński Z., **Olba-Zięty E.**, Myhan R., Mikkola H., Ahokas J., Jokiniemi T., Rajaniemi M., Meyer-Aurich A., Ziegler T., Briassoulis D., Balafoutis A., Mistriotis A., Panagakis P., Papadakis G., de Buissonje F., Ellen H., Stanghellini C., van der Voort M., Baptista F., Silva L.L., Murcho D., Silva J.R., Peca J.O., Serrano J. 2013. Miary oszczędności energii w rolnictwie. [W:] Efektywność energetyczna w rolnictwie europejskim - studium przypadków, pod redakcją Janusza Gołaszewskiego. ISBN: 978-83-7299-845-3, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 2013, s. 123-193. (MNiSW: 4 pkt.).
- RM9.** Meyer-Aurich A., Jubaer H., Scholz L., Ziegler T., Dalgaard T., Yli-Kojola H., Esala J., Mikkola H., Rajaniemi M., Jokiniemi T., Ahokas J., Gołaszewski J., Stolarski M.J., Brodziński Z., Myhan R., **Olba-Zięty E.**, de Visser C., van der Voort M., Stanghellini C., Ellen H., Klop A., Wemmenhove H., Baptista F., Murcho D., Silva L.L., Silva J.R., Peca J.O., Louro M., Marques C., Mistriotis A., Balafoutis A., Panagakis P., Briassoulis D. 2013. Analiza ekonomiczna i środowiskowa miar efektywności energetycznej w rolnictwie - studium przypadków i efekty alternatywne. [W:] Efektywność energetyczna w rolnictwie europejskim - studium przypadków, pod redakcją Janusza Gołaszewskiego. ISBN: 978-83-7299-845-3, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 2013 s. 195-386. (MNiSW: 4 pkt.).
- RM10.** Zięty J. J., Krzykowski M., Mariański M., Bauknecht A. W., **Olba-Zięty E.** 2015. Prawne aspekty wspierania funkcjonowania biorafinerii w Polsce i niektórych państwach UE [W:] Biorafineria lignocelulozowa: uwarunkowania środowiskowe, energetyczne i społeczno-ekonomiczne / pod redakcją Mariusza Stolarskiego i Janusza Gołaszewskiego ISBN: 978-83-7299-962-7, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 2015, s. 139-165. (MNiSW: 4 pkt.).
- RM11.** **Olba-Zięty E.**, Gołaszewski J., Krzykowski M., Zięty J.J., van Klink H. 2019 Economic and legal aspects of the direct processing of sugar beet to ethanol. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 214, 1-19. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/214/1/012050> (cytowania: WoS: 1, Scopus: 1).

3. Wykaz członkostwa w redakcjach naukowych monografii.

—

4. Wykaz rozdziałów w książce.

❖ *Po uzyskaniu stopnia doktora:*

- RK1.** Gołaszewski J., Łuczyński M., Stolarski M. J., Olba-Zięty E. Oryginalne ścieżki konwersji masy lignocelulozowej do etanolu drugiej generacji i furfuralu [W:] Technologie i urządzenia zrównoważonej energetyki rozproszonej bazujące na substratach z biomasy i odpadów rolniczych. Pod red. J. Kicińskiego. Gdańsk: Wydawnictwo Instytutu Maszyn Przepływowych PAN, 2015, s. 125-139, ISBN: 978-83-88237-48-5.

5. Wykaz opublikowanych artykułów w czasopismach naukowych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.2).

Pozycje wymienione w pkt. I.2 zostały podkreślone (P1-P5), a niewymienione – niepodkreślone.

❖ *Przed uzyskaniem stopnia doktora:*

- A1. **Olba-Zięty E.**, Grabowski J. 2005. Terminy i częstotliwość występowania odwilży atmosferycznych w okolicach Olsztyna w latach 1952-2002, Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie T. 5, z. spec. 231-236 (cytowania Scopus: 1).
- A2. Grabowski J., **Olba-Zięty E.** 2006. Próba określenia wpływu warunków meteorologicznych zimy na plonowanie jabłoni. Biuletyn Naukowy/UWM Olsztyn 26, 209-216.
- A3. Grabowski J., Grabowska K., **Olba-Zięty E.** 2006. Odwilże atmosferyczne na Pojezierzu Mrągowskim w latach 1959-2000. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, 61 (21), s. 184-188. (MNiSW 6 pkt.).
- A4. Grabowski J., **Olba-Zięty E.**, Grabowska K. 2007. Zróżnicowanie warunków meteorologicznych w dwóch mezoregionach i ich wpływ na plon ziemniaka. Acta Agrophysica, 9 (2), 353-359. (MNiSW 4 pkt., cytowania WoS: 1, Scopus.1).
- A5. **Olba-Zięty E.**, Grabowski J., Grabowska K. 2007. Porównanie wybranych warunków pogodowych w dwóch mezoregionach Pojezierza Mazurskiego. Acta Agrophysica, 9 (3), 699-709. (MNiSW 4 pkt., cytowania WoS: 1, Scopus: 1).
- A6. Grabowska K., Panfil M., **Olba-Zięty E.** 2007. Ekstremalne warunki termiczne w latach 1951-2005 w Polsce północno-wschodniej. Acta Agrophysica, 10 (2), 341-347. (MNiSW 4 pkt., cytowania WoS: 2, Scopus: 4).
- A7. Grabowski J., Brzozowska I., Suchecki S., **Olba-Zięty E.** 2008. Excesses and deficiencies of precipitation in North-Eastern Poland, Polish Journal of Natural Sciences, 23 (2), 284-298. (MNiSW 2 pkt.).

❖ *Po uzyskaniu stopnia doktora:*

- A8. Hutorowicz H., Grabowski J., **Olba-Zięty E.** 2008. Częstotliwość występowania okresów posusznych i suchych w dwóch mezoregionach Pojezierza Mazurskiego. Acta Agrophysica 12 (3), 663-673. (MNiSW 4 pkt., cytowania WoS: 7, Scopus: 1).
- A9. Gołaszewski J., Żelazna K., Karwowska A., **Olba-Zięty E.** 2012. Conceptual framework of bioethanol product ion from lignocellulose for agricultural profitability. Environmental Biotechnology, 8 (1), 15-27. (MNiSW 7 pkt., cytowania WoS: 3, Scopus 5).
- A10. Grabowski J., **Olba-Zięty E.**, Banaszkiwicz B., Pożarska K. 2013. Charakterystyka termiczna okresu zimowego w dwóch mezoregionach Polski północno-wschodniej. Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, 68 (2), 33-41 (MNiSW 6 pkt.).
- A11. Cymes I., Szejba D., Szymczyk S., Świtajaska I.J., **Olba-Zięty E.** 2014. Wpływ zmiany użytkowania gruntu na jakość wód obszaru zdrenowanego w Lidzbarku Warmińskim. Inżynieria Ekologiczna, 505, 361-367. <https://doi.org/10.12912/23920629/335> (MNiSW 5 pkt., cytowania WoS: 1, Scopus: 1).

- A12. Stolarski M.J., Rosenqvist H., Krzyżaniak M., Szczukowski S., Tworkowski J., Gołaszewski J., **Olba-Zięty E.** 2015 Economic comparison of growing different willow cultivars. *Biomass and Bioenergy*, 81, 210-215. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.195> (IF: 3.249, MNiSW 35 pkt. cytowania WoS: 22 Scopus: 26).
- A13. Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Warmiński K., Tworkowski J., Szczukowski S., **Olba-Zięty E.**, Gołaszewski J. 2017. Energy efficiency of perennial herbaceous crops production depending on the type of digestate and mineral fertilizers. *Energy*, 134, 50-60. (IF 4.968, MNiSW 45 pkt. cytowania WoS: 25, Scopus: 29).
- A14. **(P1) Stolarski M. J., Olba-Zięty E., Rosenqvist H., Krzyżaniak M.** 2017. Economic efficiency of willow, poplar and black locust production using different soil amendments. *Polish Journal of Natural Science*, 21(2), 871-881. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2017.08.019> (IF 3.358, MNiSW 35 pkt. cytowania WoS:22, Scopus: 22).
- A15. Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Warmiński K., **Olba-Zięty E.**, Penni D., Bordiean A. Energy efficiency indices for lignocellulosic biomass production: Short rotation coppices versus grasses and other herbaceous crops. *Industrial Crops and Products*, 135, 10-20. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.04.022> (IF 4.244, MNiSW 200 pkt. cytowania WoS: 20, Scopus: 22).
- A16. Stolarski M.J., Warmiński K., Krzyżaniak M., Tyśkiewicz K., **Olba-Zięty E.**, Graban Ł., Lajszner W., Załuski D., Wiejak R., Kamiński P., Rój E. 2020. How does extraction of biologically active substances with supercritical carbon dioxide affect lignocellulosic biomass properties. *Wood Science and Technology*, 54 (3), 519-546. <https://doi.org/10.1007/s00226-020-01182-5> (IF 2.506, MNiSW 200 pkt. cytowania WoS: 14, Scopus: 18.).
- A17. Stolarski M.J., Warmiński K., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.**, Akincza M. 2020. Bioenergy technologies and biomass potential vary in Northern European countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 133, 110238. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.110238> (IF 14.982, MNiSW 200 pkt., cytowania WoS: 29, Scopus: 29).
- A18. **(P2) Olba-Zięty E., Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Gołaszewski J.** Environmental external cost of poplar wood chips sustainable production. *Journal of Cleaner Production*, 252,119854. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119854>. (IF 9.297, MNiSW 140 pkt., cytowania WoS: 8, Scopus: 9).
- A19. Stolarski M.J., Warmiński K., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.**, Stachowicz P. 2020. Energy consumption and heating costs for a detached house over a 12-year period - renewable fuels versus fossil fuels. *Energy*, 204 (1), 117952. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117952> (IF 7.147, MNiSW 200 pkt., cytowania WoS: 19, Scopus: 19).
- A20. **(P3) Olba-Zięty E., Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Warmiński K.** 2020. Willow Cultivation as Feedstock for Bioenergy-External Production Cost. *Energies* 13 (18), 4799. <https://doi.org/10.3390/en13184799> (IF 3.004, MNiSW 140 pkt., cytowania WoS: 3 Scopus: 3).
- A21. Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Warmiński K., Załuski D., **Olba-Zięty E.** 2020. Willow Biomass as Energy Feedstock: The effect of habitat, genotype and harvest rotation on thermophysical properties and elemental composition. *Energies*, 13 (16), 4130.

- <https://doi.org/10.3390/en13164130> (IF 3.004, MNiSW 140 pkt., cytowania WoS: 7, Scopus: 7).
- A22.** Stolarski M.J., Dudziec P., Krzyżaniak M., Olba-Zięty E. 2021. Solid Biomass Energy Potential as a Development Opportunity for Rural Communities. *Energies*, 14 (12), 3398. <https://doi.org/10.3390/en14123398> (IF 3.252, MEiN 140 pkt., cytowania WoS: 7, Scopus: 7).
- A23.** Stolarski M.J., Stachowicz P., Sieniawski W., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.** 2021. Quality and Delivery Costs of Wood Chips by Railway vs. Road Transport. *Energies*, 14 (21), 6877. <https://doi.org/10.3390/en14216877> (IF 3.252, MEiN 140 pkt., cytowania WoS: 5 Scopus: 4).
- A24.** Olba-Zięty E., Stolarski M.J., Krzyżaniak M. 2021. Economic evaluation of the production of perennial crops for energy purposes: a review. *Energies*, 14 (21), 7147. <https://doi.org/10.3390/en14217147> (IF 3.252, MEiN 140 pkt., cytowania WoS: 9, Scopus:10).
- A25.** Malm A., Grzegorzczak A., Biernasiuk A., Baj T., Rój E., Tyśkiewicz K., Debczak A., Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Olba-Zięty E. 2021. Could supercritical extracts from the aerial parts of *Helianthus salicifolius* A. Dietr. and *Helianthus tuberosus* L. be regarded as potential raw materials for biocidal purposes? *Agriculture-Basel*, 11 (1), 10. <https://doi.org/10.3390/agriculture11010010> (IF 3.408, MEiN 100 pkt., cytowania WoS: 23, Scopus: 23).
- A26.** Stolarski M.J., Gil Ł., Warmiński K., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.** 2022. Short rotation woody crops as a source of bioactive compounds depending on genotype and harvest cycle. *Industrial Crops and Products*, 180, 114770. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114770> (IF 5.900, MEiN 200 pkt., cytowania WoS: 0, Scopus: 0).
- A27.** Korga-Plewko A., Zagórka G., Józefczyk A., Grzegorzczak A., Biernasiuk A., Boguszewska A., Rajtar B., Świątek Ł., Polz-Dacewicz M., Kołodziej P., Zalewski D., Bogucka-Kocka A., Iwan M., Dudka J., Rój E., Tyśkiewicz K., **Olba-Zięty E.**, Krzyżaniak M., Stolarski M.J., Malm A. 2022. Phytochemical profiling and biological activity of the extracts obtained from green biomass of three *Miscanthus* L. species using supercritical carbon dioxide extraction. *Industrial Crops and Products*, 189, 115641. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115641> (IF 5.900, MEiN 200 pkt., cytowania WoS: 0, Scopus:0).
- A28.** Stolarski M.J., Warmiński K., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.** 2022. Cascaded use of perennial industrial crop biomass: The effect of biomass type and pre-treatment method on pellet properties. *Industrial Crops and Products*, 185, 115104. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115104> (IF 5.900, MEiN 200 pkt., cytowania WoS: 4, Scopus: 5).
- A29.** Stolarski M.J., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.** 2022. Biomass yield and quality of perennial herbaceous crops in a double harvest in a continental environment. *Industrial Crops and Products*, 180, 114752. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114752> (IF 5.900, MEiN 200 pkt., cytowania WoS: 5, Scopus: 5).
- A30.** (P4) Zięty J.J., Olba-Zięty E., Stolarski M.J., Krzykowski M., Krzyżaniak M. 2022. Legal Framework for the Sustainable Production of Short Rotation Coppice Biomass for

Bioeconomy and Bioenergy. Energies, 15 (4), 1340. <https://doi.org/10.3390/en15041370> (IF 3.200, MEiN 140 pkt., cytowania WoS: 4, Scopus: 4).

- A31. **(P5) Olba-Zięty E.,** Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Rój E., Tyśkiewicz K., Łuczyński M.K. 2022. Supercritical production of extract from poplar containing bioactive substances - An economic analysis. Industrial Crops and Products, 184, 115094. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115094> (IF 5.900, MEiN 200 pkt., cytowania WoS:4, Scopus:4).
- A32. Stolarski M.J., Dudziec P., **Olba-Zięty E.,** Stachowicz P., Krzyżaniak M. 2022. Forest Dendromass as Energy Feedstock: Diversity of Properties and Composition Depending on Systematic Genus and Organ. Energies, 15(4),1442. <https://doi.org/10.3390/en15041442> (IF 3.200, MEiN 140 pkt., cytowania WoS: 3, Scopus:3).
- A33. **Olba-Zięty E.,** Zięty J.J., Stolarski M.J. 2023. External Environmental Costs of Solid Biomass Production against the Legal and Political Background in Europe. Energies. 16 (10), 42000. <https://doi.org/10.3390/en16104200> (IF 3.200, MEiN 140 pkt., cytowania WoS:0, Scopus: 0).

6. Wykaz osiągnięć projektowych, konstrukcyjnych, technologicznych

(z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

—

7. Wykaz publicznych realizacji dzieł artystycznych (z zaznaczeniem pozycji niewymienionych w pkt I.3).

—

8. Wykaz wystąpień na krajowych lub międzynarodowych konferencjach naukowych lub artystycznych, z wyszczególnieniem przedstawionych wykładów na zaproszenie i wykładów plenarnych.

8.1. Wygłoszone referaty na konferencjach naukowych

❖ *Po uzyskaniu stopnia doktora:*

- RK1. **Olba-Zięty E.,** Głowacka-Gil A., Nitkiewicz M., Dubicki M., Gołaszewski J. Possibilities of funding research on biorefineries and commercialization of the research results. The 4th International Environmental Best Practices Conference "Biorefinery: Biobased Value Chains and Sustainable Development", 8-12 September 2013, Olsztyn, Poland.
- RK2. **Olba-Zięty E.** Polskie doświadczenia badawcze w zakresie nowych technologii biopaliw. IV Konferencja Krajowej Izby Biopaliw na RENEXPO „Biopaliwa transportowe – u progu zmian”, 24 września 2015 r., Centrum Expo XXI, Warszawa.

- RK3.** Olba-Zięty E., Łuczyński M., Gołaszewski J., Orlińska K. Instalacja demonstracyjna do produkcji bioetanolu z masy lignocelulozowej. Konferencja - II Szkoła Inżynierii Systemów BioTechnicznych 20-23 września 2017 r., Nowa Kaletka.
- RK4.** Olba-Zięty E., Krzyżaniak M., Gołaszewski J., Stolarski M. J. Estimation of the externalities in a complex life cycle, with lignocellulose biomass cost production given as an example. 2nd International Conference Bioresource Technology for Bioenergy, Bioproducts & Environmental Sustainability, 16-19 September 2018, Sitges, Spain.
- RK5.** Olba-Zięty E. Innovation of CBEO UWM Olsztyn. The 6th International Environmental Best Practices Conference "Sustainability schemes for bio-based products in the framework of the circular bioeconomy", 24-26 September 2019, Olsztyn.
- RK6.** Olba-Zięty E., Gołaszewski J., Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Karwowska A. External costs associated with production of raw material feedstock for bio-based products – a review. 4^o Congreso de Ingeniería, Ciencia y Gestión Ambiental, 5th International Conference, Greening of the Industry Network. 28-30 October 2019, Mexico City, Meksyk.
- RK7.** Olba-Zięty E. New renewable energy technologies for sustainable development of rural areas and low carbon agriculture. International Conference "Baltic Bioeconomy Days", 11-12 March 2020, Rostock, Germany, (on-line).
- RK8.** Olba-Zięty E. Modele biznesowe i przykłady pilotażowych projektów przedsiębiorstw na rzecz zrównoważonej bioenergii i produkcji bioproduktów ubocznych w BSR. Seminarium „Transgraniczna promocja wytycznych wdrażania dobrych praktyk w zakresie rozwoju biogospodarki o obiegu zamkniętym na szczeblu lokalnym wśród władz publicznych”. Program regionu Morza Bałtyckiego InterReg na lata 2014-2020, “Odblokowanie potencjału łańcuchów wartości opartych na biosurowcach w Regionie Morza Bałtyckiego (BSR)”. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie, 16 czerwca 2021 r. (on-line).
- RK9.** Olba-Zięty E., Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Warmiński K., Rój E., Tyśkiewicz K., Łuczyński M.K. - Economic analysis of the production of supercritical extract containing bioactive substances from poplar - AAIC 32nd Annual Meeting, Industrial crops and products unlocking the potential of bioeconomy, Hybrid Conference Bologna, Italy, 5-8 September 2021 (on-line).
- RK10.** Olba-Zięty E., Michałowska B., Living Lab - Laboratorium Innowacji – podejście metodyczne. I Warsztaty Laboratorium Innowacji, ERA-NET CORE Organic Cofund - SCOOP - Developing intercropping systems with camelina to increase the yield and quality parameters of local underutilized crops. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (warsztaty hybrydowe), Olsztyn. 23 marca 2022 r.
- RK11.** Olba-Zięty E. Założenia wstępne do oceny przychodu z produkcji lnianki i roślin towarzyszących. II Warsztaty Laboratorium Innowacji, ERA-NET CORE Organic Cofund - SCOOP - Developing intercropping systems with camelina to increase the yield and quality parameters of local underutilized crops. Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (warsztaty hybrydowe), Olsztyn. 07.12.2023 r.

8.2. Pozostałe formy udziału w konferencjach naukowych

❖ *Przed uzyskaniem stopnia doktora:*

- PK1.** Olba-Zięty E., Grabowski J. 2005. Terminy i częstotliwość występowania odwilży atmosferycznych w okolicach Olsztyna w latach 1952-2002, XXXI Ogólnopolski Zjazd Agrometeorologów „Wyzwania agrometeorologii wobec ekstremalnych zjawisk pogodowych” 14-16.09.2005 Bydgoszcz (poster).
- PK2.** Olba-Zięty E., Grabowski J., Grabowska K. Porównanie wybranych warunków pogodowych w dwóch mezoregionach Pojezierza Mazurskiego. Konferencja naukowa pt. „Meteorologia i klimatologia w wielofunkcyjnym rozwoju terenów wiejskich” 29-30.06.2006, Kraków (poster).
- PK3.** Grabowski J., Grabowska K., Olba-Zięty E. Odwilże atmosferyczne na Pojezierzu Mrągowskim w latach 1959-2000 XXXII Ogólnopolski Zjazd Agrometeorologów i Klimatologów nt. „Zasoby i zagrożenia klimatyczne” 13-15.09.2007 Kołobrzeg (poster).
- PK4.** Hutorowicz H., Grabowski J., Olba-Zięty E. Częstotliwość występowania okresów posusznych i suchych w dwóch mezoregionach Pojezierza Mazurskiego. XXXIII Ogólnopolskiego Zjazdu Agrometeorologów i Klimatologów nt. „Środowisko w obliczu spodziewanych zmian klimatu” 10-12.09.2008 Olsztyn-Dadaj (poster).

❖ *Po uzyskaniu stopnia doktora:*

- PK5.** Gołaszewski J., Bednarski W., Łuczyński M., Stolarski M., Góra M., Lewandowska M., Olba-Zięty E. Current research on lignocellulosic biorefinery in Poland. 3rd Nordic Wood Biorefinery Conference. 22-24.03.2011, Sztokholm, Szwecja (poster).
- PK6.** Góra M., Kozik M., Gołaszewski J., Bednarski W., Łuczyński M. K., Stolarski M., Lewandowska M., Olba-Zięty E., Influence of inorganic salts solutions on crystallinity of cellulose under hydrothermal conditions. The 3rd Nordic Wood Biorefinery Conference, 21-24.03.2011, Sztokholm, Szwecja, (poster).
- PK7.** Góra M., Kozik B., Nattich-Rak M., Dronka-Góra D., Haber J., Gołaszewski J., Łuczyński M., Olba-Zięty E. Studies on influence of phosphates-surfactants systems on cellulose surface properties. NWBC 2012 The 4th Nordic Wood Biorefinery Conference Finlandia Hall, 23-25.10.2012. Helsinki, Finland. (poster).
- PK8.** Gołaszewski J., Myhan R., Brodziński Z., Stolarski M., Olba-Zięty E. The Potential for Energy Savings in Chosen Sectors of Agricultural Production In Poland. International Conference of Agricultural Engineering. Valencia Conference Centre, 8-12.07.2012. Valencia. Spain. (referat).
- PK9.** Szwejkowski Z., Dragańska E., Kuchar L., Olba-Zięty E. Future agroclimate in Poland on the base of selected climate change scenario. Tendencje rozwoju Agrofizyki w zmieniającym się klimacie Międzynarodowa konferencja z okazji 80-lecia Instytutu Agrofizyki w Sankt-Petersburgu) 20-21.09.2012 Sankt-Petersburg, Rosja (referat).
- PK10.** Żelazna K., Karwowska A., Gołaszewski J., Olba-Zięty E. Biomasa lignocelulozowa drzew szybkorosnących pozyskanych w krótkich rotacjach z użytków rolniczych w kontekście energetycznego wykorzystania. Jubileuszowa Konferencja Naukowa „Rozwój budownictwa, budowy i eksploatacji maszyn oraz inżynierii rolniczej, 25-27.06.2014, Olsztyn (poster).
- PK11.** Olba-Zięty E., Łuczyński, M. K., Żelazna K., Gołaszewski J. Demonstration of microinstallation for 2nd generation ethanol production. International Conference Biorefinery for food & fuels & materials. 15-17 czerwca 2015 Montpellier, France (poster).
- PK12.** Orlińska K., Łuczyński M.K., Olba-Zięty E., Gołaszewski J. The process of the 2nd generation ethanol production from willow (*Salix* spp.) derived from marginal lands. International Conference “Biorefinery for food & fuels & materials. 15-17 June 2015, Montpellier, France (referat).

- PK13.** Orlińska K., Gołaszewski J., Łuczyński M.K., **Olba-Zięty E.**, Stolarski M. Use of mineral sorbents for improved fermentation potential of willow wood hydrolysates. 4th Latin American Congress on Biorefineries. 21-25 listopada 2015. Concepcion, Chile (poster).
- PK14.** Gołaszewski J. Łuczyński M.K., Orlińska K., **Olba-Zięty E.**, Stolarski M. "Contribution of chemurgy to the Advancement of Biorefinery in the context of circular economy – a Polish perspective". 4th Latin American Congress on Biorefineries. 21-25.11.2015, Concepcion, Chile (referat).
- PK15.** Łuczyński M.K., **Olba-Zięty E.**, Orlińska K., Gołaszewski J., Stolarski. M.J. Laboratory-scale installation for ethanol production from lignocellulose. 42st International Conference of SSCHE (Slovak Society of Chemical Engineering). 25-30.05.2015, Vysoké Tatry, Słowacja (poster).
- PK16.** **Olba-Zięty E.**, Łuczyński M.K, Orlińska K., Gołaszewski J., Basic parameters of the pilot plant for the production of 2nd generation bioethanol. 13th Annual IUNESCO/IUPAC workshop & conference on macromolecules & materials. 7-10.09.2015, Port Elizabeth, Republic of South Africa (poster).
- PK17.** Orlińska K., Łuczyński M., **Olba-Zięty E.**, Gołaszewski J. The use of mineral sorbents in the detoxification process of lignocellulosic hydrolysates. 13th Annual IUNESCO/IUPAC workshop & conference on macromolecules & materials. 7-10.09.2015, Port Elizabeth, Republic of South Africa (referat).
- PK18.** **Olba-Zięty E.**, Gołaszewski J., Krzykowski M., Zięty J.J., van Klink H. Economic and legal aspects of the direct processing of sugar beet to ethanol 2nd International Conference on the Sustainable Energy and Environmental Development, 14-17.11.2017, Kraków, Poland (poster).
- PK19.** Radawiec W., Gołaszewski J., **Olba-Zięty E.** Parametry chemiczne i energetyczne biowęгла uzyskanego z masy poekstrakcyjnej *Salix sp.*, 43. Międzynarodowe Seminarium Naukowo – Techniczne „Chemistry for Agriculture”, 25-28.11.2018, Karpacz (poster).
- PK20.** **Olba-Zięty E.**, Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Makowska M. Economic indicies in the production of two short rotation woody crops species. The 6th International Environmental Best Practices Conference „Sustainability schemes for bio-based products in the framework of the circular bioeconomy”. 24-26.09.2019 Olsztyn, Poland (poster).
- PK21.** Orlińska K., Radawiec W., **Olba-Zięty E.**, Gołaszewski J. The efficiency of hydrolysis of lignocellulosic material after supercritical fluid extraction catalyzed by cellulolytic enzymes. The 6th International Environmental Best Practices Conference “Sustainability schemes for bio-based products in the framework of the circular bioeconomy”, 24-26.09.2019 Olsztyn, Poland (poster).
- PK22.** Gołaszewski J., **Olba-Zięty E.**, Karwowska A. The ecosystem-related efficiency of resource use in assessment of the sustainability of bio-based products. 5th International Conference of Greening of Industry Network, 28-30.10.2019, Mexico City, Meksyk (referat).
- PK23.** Stolarski M.J., Rybczyńska B, Krzyżaniak M., Lajszner W., Graban Ł., Peni D., Bordiean A., **Olba-Zięty E.**, Sadowska A. The quality of solid biofuels versus fossil fuels. The 6th International Environmental Best Practices Conference “Sustainability schemes for bio-based products in the framework of the circular bioeconomy” 24-26.09.2019, Olsztyn, Poland (poster).
- PK24.** Krzykowski M., **Olba-Zięty E.**, Gołaszewski J., Zięty J.J. Legislation & consensus for minimum criteria in all bio-based economy sectors. The 6th International Environmental Best Practices Conference “Sustainability schemes for bio-based products in the framework of the circular bioeconomy” 24-26.09.2019, Olsztyn, Poland (poster).
- PK25.** Stolarski M.J., Warmiński K., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.**, Akincza M. Mapping biomass value chains for improved sustainable energy use in the Baltic Sea Region. Konferencja Baltic Bioeconomy Days, 10-12.03.2020, Rostock, Germany (referat- online).
- PK26.** Stolarski M.J., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.** How does the double harvest of perennial herbaceous crops in one year affects the biomass yield and its quality? 32nd Annual Meeting, Industrial Crops and Products, Unlocking the Potential of Bioeconomy, Hybrid Conference, Bologna, 5-8.09.2021, Bolonia, Italy (referat- online).

- PK27.** Stolarski M.J., Gil Ł., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.** Warmiński K. Short rotation woody crops as a source of bioactive compounds. 32nd Annual Meeting, Industrial Crops and Products, Unlocking the Potential of Bioeconomy, Hybrid Conference, Bologna, 5-8.09.2021, Bolonia, Italy (referat- online).
- PK28.** Krzyżaniak M., Stolarski M.J., Warmiński K., **Olba-Zięty E.**, Rój E., Tyśkiewicz K. Life cycle assessment of supercritical extract obtained from poplar biomass. AAIC 2021 International Conference, 5-8.09.2021, Bolonia, Italy (poster).
- PK29.** Stolarski M.J., Warmiński K., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.** Mapping of biomass value chains for improved sustainable energy use in the Baltic Sea Region. Transnational Hybrid Conference “Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region”, 20-21.10. 2021, Olsztyn, Poland (referat- online).
- PK30.** Krzyżaniak M., Stolarski M.J., Warmiński K., **Olba-Zięty E.**, Quick assessment of biomass and its energy potential. Transnational Hybrid Conference “Unlocking the Potential of Biobased Value Chains in the Baltic Sea Region”, 20-21.10.2021, Olsztyn, Poland (referat-online).
- PK31.** **Olba-Zięty E.**, Stolarski M.J., Krzyżaniak M., Warmiński K. Willow Cultivation as Feedstock for Bioenergy External Production Cost. Transnational Hybrid Conference “Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region”, 20-21.10.2021, Olsztyn, Poland (poster).
- PK32.** Stachowicz P., Stolarski M.J., Warmiński K., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.** Is heating a detached house with solid biomass for 12 years cheaper than heating with fossil fuels? Transnational Hybrid Conference “Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region”, 20-21.10.2021, Olsztyn, Poland (poster).
- PK33.** Dudziec P., Stolarski M.J., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.** How large can the eco-energy potential of solid biomass be in the smallest administrative units in Poland? Transnational Hybrid Conference “Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region”, 20-21.10.2021. Olsztyn, Poland (poster).
- PK34.** Rój E., Tyśkiewicz K., Dębacz A., Kamiński P., Wiejak R., Stolarski M.J., Warmiński K., Krzyżaniak M., **Olba-Zięty E.**, Malm A., Biernasiuk A., Grzegorzczak A., Bogucka-Kocka A., Kołodziej P., Zalewski D. Bioprodukty z biomasy roślinnej pozyskanej z gruntów marginalnych – przyczynek do gospodarki o obiegu zamkniętym. Materiały X Kongresu Technologii Chemicznej, s. 49. 11–14.05.2022, Wrocław (poster).
- PK35.** **Olba-Zięty E.**, Gołaszewski J., Zieliński M., Dębowski M, Gałęcki R., Miąskowski W., Komar W. - Life cycle costing of production of protein from insect *Hermetia illucens* and microalgae *Galdieria sulphuraria*. 48th International conference of SSCHE 2022, 23-26.05.2022, Tatranské Matliare, High Tatras, Slovakia (poster).
- PK36.** Dębowski M., Zieliński M., Gołaszewski J., **Olba-Zięty E.**, Nowicka A. Pretreatment methods possible to use for organic wastes preparation to *Galdieria sulphuraria* heterotrophic cultivation. 48th International conference of SSCHE 2022, 23-26.05.2022, Tatranské Matliare, High Tatras, Slovakia (poster).
- PK37.** Zieliński M., Dębowski M., Gołaszewski J., **Olba-Zięty E.**, Miąskowski W., Komar W. Technology of *Galdieria sulphuraria* biomass production in heterotrophic conditions with the use of waste substrates, 48th International conference of SSCHE 2022. 23-26.05.2022, Tatranské Matliare, High Tatras, Slovakia (poster).

9. Wykaz udziału w komitetach organizacyjnych i naukowych konferencji krajowych lub międzynarodowych, z podaniem pełnionej funkcji.

❖ Przed uzyskaniem stopnia doktora:

1. XXXIII Ogólnopolski Zjazd Agrometeorologów i Klimatologów nt. „Środowisko w obliczu spodziewanych zmian klimatu” 10-12.09.2008 Olsztyn - Dadaj – członek komitetu organizacyjnego.

❖ *Po uzyskaniu stopnia doktora:*

2. The 4th International Environmental Best Practices Conference „Biorefinery: Biobased Value Chains and Sustainable Development”, 8-12 September 2013, Olsztyn, Poland – członek komitetu organizacyjnego.
3. International Conference „Greening the National Energy System: Japanese and Polish Perspectives”, 2nd July 2015, Olsztyn, Poland – członek komitetu organizacyjnego.
4. The 6th International Environmental Best Practices Conference „Sustainability schemes for biobased products in the framework of the circular bioeconomy” 24-26 September 2019, Olsztyn, Poland – członek komitetu naukowego.
5. Transnational Hybrid Conference „Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region”, BalticBiomass4Value, University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Olsztyn, 20-21 October 2021 – członek komitetu organizacyjnego.
6. 52 MSKN Międzynarodowe Seminarium Kół Naukowych „Przepływ informacji gwarancją nauki” 26-27 czerwca 2023, Olsztyn, Poland – członek komitetu naukowego.
7. International Conference „Innovative Food of High Quality for Human Health and Sustainability” 07-08 September 2023, Olsztyn, Poland – członek komitetu organizacyjnego.

10. **Wykaz uczestnictwa w pracach zespołów badawczych realizujących projekty finansowane w drodze konkursów krajowych lub zagranicznych, z podziałem na projekty zrealizowane i będące w toku realizacji, oraz z uwzględnieniem informacji o pełnionej funkcji w ramach prac zespołów.**

❖ *Projekty zrealizowane – po uzyskaniu stopnia doktora:*

- Projekt 1.** Projekt krajowy pt. "Modelowe kompleksy agroenergetyczne jako przykład kogeneracji rozproszonej opartej na lokalnych i odnawialnych źródłach energii" - projekt kluczowy nr POIG.01.01.02-00-016/08, okres realizacji 15.12.2008 – 30.06.2014. Habilitantka była Kierownikiem Biura Zespołu Projektowego UWM oraz wykonawcą w zadaniach dotyczących m.in. biogazowni rolniczych w lokalnej strukturze ekoenergetycznej oraz produkcji biomasy lignocelulozowej w krótkich rotacjach z użytków rolniczych w kontekście energetycznego wykorzystania (załącznik nr 5).
- Projekt 2.** Projekt krajowy NCBR, Program Strategiczny – Zaawansowane Technologie Pozyskiwania Energii Zadanie Nr 4 pt „Opracowanie Zintegrowanych Technologii Wytwarzania Paliw I Energii Z Biomasy, Odpadów Rolniczych I Innych”, okres realizacji: 1.07.2010 - 30.11.2015. Habilitantka była Koordynatorem Prac Projektowych Instalacji bioenergetycznych (załącznik nr 5).
- Projekt 3.** Projekt międzynarodowy pt „Agriculture and Energy Efficiency” AGREE, w ramach 7 Programu Ramowego Unii Europejskiej GA no: 289139, okres realizacji: 1.10.2011 – 30.09.2013. Habilitantka była wykonawcą WP2, State of the art and potential of measure, WP3. Economics and environment, WP4 Agenda for transnational collaboration (załącznik nr 5).
- Projekt 4.** Projekt międzynarodowy pt. „EUROpean multilevel integrated BIOREFinery desing for sustainable biomass processing” EuroBioRef, w ramach 7 Programu Ramowego

- Unii Europejskiej GA. 241718, okres realizacji 1.03.2009-28.02.2014. Habilitantka była wykonawcą SP2: Biomass feedstock (załącznik nr 5).
- Projekt 5.** Projekt międzynarodowy pt. „Small but Efficient – Cost and Energy Efficient BioMethane Production” SE.Biomethane no Era-Net-Bioenergy/1/2013 w ramach programu ERA-NET Bioenergy i NCBR, okres realizacji 01.02.2013 – 31.01.2016. Habilitantka była członkiem Zespołu Zarządzającego Zespołu UWM oraz wykonawcą zadania 4.b. Dried digestate as a fertilizer and soil amendment in energy crop production (załącznik nr 5).
- Projekt 6.** Projekt międzynarodowy pt. “Biofuels and green chemicals from sugar beet through direct processing” CHEMBEET nr TEMW115001, w ramach programu ERA-NET Bioenergy i NCBR, okres realizacji 01.01.2015 – 30.06.2017. Habilitantka była Kierownikiem Zadania WP 5b Modelling - financial and economic analyses (załącznik nr 5).
- Projekt 7.** Projekt międzynarodowy pt. “Sustainability Transition Assessment and Research of Bio-based Products” STAR-ProBio w ramach programu Unii Europejskiej Horyzont 2020, GA no. 727740, okres realizacji: 01.05.2017 - 30.04.2020. Habilitantka była wykonawcą WP 4.1. Techno-economic sustainability analysis of resource efficiency for bio-based products, oraz WP8 Sustainability scheme blueprint for bio-based products (załącznik nr 5).
- Projekt 8.** Projekt krajowy pt. „Nowe technologie eko-energetyczne dla zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich i niskoemisyjnej produkcji rolnej” TechRol. Projekt zrealizowany w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – BIOSTRATEG III, No. BIOSTRATEG3/344128/12/NCBR/2017, okres realizacji 01.01.2018 – 30.06.2021. Habilitantka była wykonawcą WP2 Produkcja biomasy na ziemiach o niskiej bonifikacji i jej przetwarzanie oraz WP6 Prace rozwojowe dotyczące instalacji ekoenergetycznych dla rolnictwa i obszarów wiejskich (załącznik nr 5).
- Projekt 9.** Projekt krajowy pt. „Bioprodukty z biomasy lignocelulozowej pozyskanej z gruntów marginalnych w celu wypełnienia luki obecnej w narodowej biogospodarce” BIOmagic. Projekt zrealizowany w ramach strategicznego programu badań naukowych i prac rozwojowych „Środowisko naturalne, rolnictwo i leśnictwo” – BIOSTRATEG III, No. BIOSTRATEG3/344253/2/NCBR/2017, okres realizacji: 01.12.2017 – 31.05.2021. Habilitantka była członkiem Zespołu Zarządzającego, była też wykonawcą WP 8. Zagospodarowanie biomasy poekstrakcyjnej i innych pozostałości poprodukcyjnych, oraz WP10. Zintegrowana ocena zrównoważonego rozwoju wytwarzania bioproduktów (załącznik nr 5).
- Projekt 10.** Projekt międzynarodowy pt. „Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region” BalticBiomass4Value w ramach programu Interreg Baltic Sea Region Programme, nr projector: #R095, okres realizacji 01.01.2019 – 30.06.2021. Habilitantka była kierownikiem zadania WP 2.3 Preparation of good practice business models and example small and medium scale pilot business projects for sustainable bioenergy and side bio-products production in the BSR oraz była wykonawcą w WP2.1 Analysis of market outlook and future viability of different bioenergy products and value chains in the BSR energy system i w WP2.2 Mapping of biomass value chains for improved sustainable energy use in the BSR (załącznik nr 5).
- Projekt 11.** Projekt międzynarodowy pt. „Sustainable up-cycling of agricultural residues: modular cascading waste conversion system UpWaste realizowany w ramach ERA NET FACCE

SURPLUS III - GA No 652615, okres realizacji: 01.04.2020 - 31.03.2023. Habilitantka była wykonawcą zadania WP5.1 Economic assessment (załącznik nr 5).

❖ *Projekty będące w trakcie realizacji – po uzyskaniu stopnia doktora:*

Projekt 12. Projekt międzynarodowy pt. „Boosting Rural Bioeconomy Networks following multi-actor approaches” BRANCHES, realizowany w ramach programu Unii Europejskiej Horyzont 2020, GA nr 101000375, okres realizacji: 01.01.2021 - 31.12.2023. Habilitantka jest wykonawcą zadania WP2. Cost and resource-efficient supply chains for sustainable biomass (załącznik nr 5).

Projekt 13. Projekt międzynarodowy pt. „Developing intercropping systems with camelina to increase the yield and quality parameters of local underutilized crops” SCOOP, realizowany w ramach programu UE Era-Net Core Organic i NCBR, okres realizacji 01.12.2021 – 30.11.2024. Habilitantka pełni funkcję kierownik zadania Living Labs for innovation deployment oraz wykonawcy w zadaniu Integrated sustainability assessment (załącznik nr 5).

Projekt 14. Projekt krajowy pt. „Analiza ekonomiczna uwzględniająca środowiskowe koszty zewnętrzne produkcji miskańta olbrzymiego jako surowca na cele energetyczne” realizowany w ramach programu NCN - MINIATURA 6, okres realizacji 23.11.2022-22.22.2023. Habilitantka pełni funkcję kierownik projektu (załącznik nr 5).

Projekt 15. Projekt międzynarodowy pt. “Territorial biorefineries for circular economy” TeBiCE w ramach programu Interreg Central Europe Programme, nr CE0100433. Okres realizacji 01.04.2023 – 31.03.2026. Habilitantka pełni funkcję Koordynatora zadania WP3 Supporting a new regulatory framework for biorefineries in the CE area (załącznik nr 5).

11. Wykaz członkostwa w międzynarodowych lub krajowych organizacjach i towarzystwach naukowych wraz z informacją o pełnionych funkcjach.

- Polskie Towarzystwo Geofizyczne – członek od 2007 r.

12. Wykaz staży w instytucjach naukowych lub artystycznych, w tym zagranicznych, z podaniem miejsca, terminu, czasu trwania stażu i jego charakteru.

❖ *Przed uzyskaniu stopnia doktora:*

Staż 1. Programu Socrates/Erasmus, staż w Ghent University, Belgia termin 03.10.2005 – 01.03.2006 r. czas trwania 5 miesięcy, charakter stażu: naukowy (załącznik nr 5).

❖ *Po uzyskaniu stopnia doktora*

Staż 2. Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szwalskiego Polskiej Akademii w Gdańsku przy ul. Fiszer 14, 80-231 Gdańsk, termin 01.01.2019 r. do dnia 31.03.2019 r. czas trwania 3 miesiące, charakter stażu: naukowy (załącznik nr 5).

Staż 3. Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych (NBAS), termin 01.07.2022–30.09.2022 r., czas trwania 3 miesiące, charakter stażu: naukowy (załącznik nr 5).

13. Wykaz członkostwa w komitetach redakcyjnych i radach naukowych czasopism wraz z informacją o pełnionych funkcjach (np. redaktora naczelnego, przewodniczącego rady naukowej, itp.).

—

14. Wykaz recenzowanych prac naukowych lub artystycznych, w szczególności publikowanych w czasopismach międzynarodowych.

Kilkanaście prac zrecenzowanych dla czasopism takich jak:

A. Czasopisma zagraniczne o zasięgu międzynarodowym (tytuł, wydawca, IF/CiteScore):

- *Renewable Energy* – Elsevier, IF 8.7
- *Sustainability* – MDPI, IF 3.9
- *Agronomy* – MDPI IF 3.7
- *Fermentation* – MDPI IF 3.7
- *Processes* – MDPI, IF 3.5
- *Energies* – MDPI, IF 3.2
- *Forests* – MDPI, IF 2.9
- *AgriEngineering* – MDPI, IF 2.8

15. Wykaz uczestnictwa w programach europejskich lub innych programach międzynarodowych.

❖ *Przed uzyskaniu stopnia doktora:*

A. Sokrates/Erasmus – program Unii Europejskiej

- udział w stażu w Ghent University w Belgii scharakteryzowany w punkcie II.12. C.; okres realizacji: 2005 - 2006 r. (załącznik nr 5).

❖ *Po uzyskaniu stopnia doktora:*

B. Program Operacyjny Kapitał Ludzki (POKL), Europejski Fundusz Społeczny:

- Beneficjentka kursu „Zarządzanie projektami wg. PMBOOK Guide” w ramach projektu pt. Współpraca pracowników sfery B+R z ekspertami w wykorzystaniu praktycznego modelu funkcjonowania CTT najlepszą szkołą innowacji, zarządzania badaniami rozwojowymi i komercjalizacji ich rezultatów” UDA-POKL.04.02.00-00-027/08-00 2007 - 2013.
- Udział w projekcie krajowym „W przygotowaniu do wdrożeń innowacji - wsparcie szkoleniowe i doradcze lokatorów Olsztyńskiego Parku Naukowo-Technologicznego” POKL.08.02.01-28-056/13 okres realizacji 01.12.2014 – 30.06.2015.

C. Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka (POIG), Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego

- Udział w projekcie krajowym pt. „Modelowe kompleksy agroenergetyczne jako przykład kogeneracji rozproszonej opartej na lokalnych i odnawialnych źródłach energii” - projekt kluczowy, okres realizacji 15.12.2008 – 30.06.2014 (Projekt 1) (załącznik nr 5).
- D. 7 Program Ramowy Unii Europejskiej**
- Udział w projekcie międzynarodowym pt. „EUROpean mulitlevel integrated BIOREFinery desing for sustainable biomass processing” EuroBioRef, okres realizacji 1.03.2009-28.02.2014 (Projekt 4) (załącznik nr 5).
 - Udział w projekcie międzynarodowym „Agriculture and Energy Efficiency” (AGREE), okres realizacji: 1.10.2011 – 30.09.2013 (Projekt 3) (załącznik nr 5).
- E. Program Unii Europejskiej ERA-NET Bioenergy**
- Udział w projekcie międzynarodowym pt. „Small but Efficient – Cost and Energy Efficient BioMethane Production” SE.Biomethane no. Era-Net-Bioenergy/1/2013, okres realizacji 01.02.2013 – 31.01.2016 (Projekt 5).
 - Udział w projekcie międzynarodowym pt. “Biofuels and green chemicals from sugar beet through direct processing” CHEMBEET, okres realizacji 01.01.2015 – 30.06.2017. (Projekt 6).
- F. Plan Operacyjny Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich na lata 2018 – 2019 w zakresie SIR Europejski Fundusz Rolny na Rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa Inwestująca w Obszary Wiejskie:**
- „Biorafinerie i biogazownie jako obiekty realizujące zadania w ramach gospodarki o obiegu zamkniętym” referat i publikacja popularnonaukowa Olsztyn, 27.11.2019.
- G. Program Operacyjny Wiedza Edukacja Rozwój (POWER), Europejski Fundusz Społeczny UE:**
- Uczestniczka stażu naukowego scharakteryzowanego w punkcie II.11 (staż 2); okres realizacji: 2022 r. (załącznik nr 5).
 - Beneficjentka dziewięciu kursów (obsługa EndNote; zastosowanie oprogramowania Statistica w planowaniu i opracowywaniu wyników badań empirycznych, Kurs j. angielskiego C1, Kurs obsługi Adobe Illustrator, praktyczne wykorzystania ArcGIS poziom I i II, obsługa i analiza w SPSS, CorelDraw) w ramach ww. projektu; okres realizacji: 2019 - 2022 r.
- H. Program Unii Europejskiej Horyzont 2020**
- Udział w projekcie międzynarodowym pt. “Sustainability Transition Assessment and Research of Bio-based Products” STAR-ProBio, okres realizacji: 01.05.2017 - 30.04.2020 (Projekt 7).
 - udział w projekcie międzynarodowym pt. „Boosting Rural Bioeconomy Networks following multi-actor approaches” BRANCHES, okres realizacji: 01.01.2021 - 31.12.2023 (Projekt 12).
- I. Program Unii Europejskiej Interreg Baltic Sea Region**
- Udział w projekcie międzynarodowym pt. „Unlocking the Potential of Bio-based Value Chains in the Baltic Sea Region” BalticBiomass4Value, okres realizacji 01.01.2019 – 30.06.2021 (Projekt 10).
- J. Program Unii Europejskiej Era-Net Facce Surplus III**
- Udział w projekcie międzynarodowym pt. „Sustainable up-cycling of agricultural residues: modular cascading waste conversion system UpWaste, okres realizacji: 01.04.2020 - 31.03.2023 (Projekt 11).
- K. Program Unii Europejskiej Era-Net Core Organic**
- Udział w projekcie międzynarodowym pt. „Developing intercropping systems with camelina to increase the yield and quality parameters of local underutilized crops” SCOOP, okres realizacji 01.12.2021 – 30.11.2024 (Projekt 13).

L. Program Unii Europejskiej InterReg Central Europe

- Udział w projekcie międzynarodowym pt. "Territorial biorefineries for circular economy" TeBiCE, okres realizacji 01.04.2023 – 31.03.2026 (Projekt 15).

16. Wykaz udziału w zespołach badawczych, realizujących projekty inne niż określone w pkt. II.10.**❖ Przed uzyskaniem stopnia doktora:**

- Uczelniany grant doktorski pt. „Zagrożenia klimatyczne Polski północno-wschodniej” nr 1011-0202 w okresie 14.06.2007 – 30.09.2008. Habilitantka była wykonawcą grantu, którego rezultatem była obroniona rozprawa doktorska.

❖ Po uzyskaniu stopnia doktora:

- Biostrateg I - GUTFEED – Innowacyjne żywienie w zrównoważonej produkcji drobiarskiej 267659/NCBR/2015. Habilitantka była asystentem naukowym – technologiem zatrudnionym w firmie Herberry sp. z o.o. w okresie 03.10.206 – 31.08.2017 i uczestniczyła w realizacji projektu.

17. Wykaz uczestnictwa w zespołach oceniających wnioski o finansowanie badań, wnioski o przyznanie nagród naukowych, wnioski w innych konkursach mających charakter naukowy lub dydaktyczny.

—

III. WSPÓŁPRACA Z OTOCZENIEM SPOŁECZNYM I GOSPODARCZYM**1. Wykaz dorobku technologicznego.**

- Gołaszewski J., Wojnowska-Baryła I., Łuczyński M., **Olba-Zięty E.**, Stolarski M., Nitkiewicz M., Karwowska A. Opracowanie założeń wyjściowych technologii produkcji etanolu ze słomy wraz ze wstępną wyceną kosztów inwestycyjnych - Opracowanie wykonano w ramach umowy między BIOAGRA S.A. z siedzibą w Warszawie a Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie poprzez Centrum Biogospodarki i Energii Odnawialnych z dnia 14.02.2018 r.

2. Współpraca z sektorem gospodarczym.

- A.** Współpraca w ramach Centrum Biogospodarki i Energii Odnawialnych (wcześniej jako Centrum Badań Energii Odnawialnej), w którym habilitantka jest członkiem Rady Naukowej. Współpraca obejmuje porozumienia CBEO o współpracy z przedsiębiorstwami, klastrami, uczelniami i instytutami. Szczególnie wartościowa jest współpraca z: Quercus sp. z o.o., ChemProf Doradztwo Chemiczne i ChemProf Sp. z o.o. Z wymienionymi firmami CBEO podpisało porozumienie o współpracy oraz złożyło i skutecznie realizowało w ostatnich latach 3 projekty: (i) TechRol (Projekt 8) (ii) BIOmagic (Projekt 9), (iii) StarProBIO (Projekt 7) w których habilitantka była zaangażowana.

- B.** Praca jako asystent naukowy – technolog w firmie HERBERRY sp. z o.o. w ramach projektu Biostrateg I - GUTFEED – Innowacyjne żywienie w zrównoważonej produkcji drobiarskiej 267659/NCBR/2015 w okresie 03.10.2016 – 31.08.2017.
- C.** Kierownik zespołu wdrożeniowego w projekcie POKL.08.02.01-28-056/13 W przygotowaniu do wdrożeń innowacji - wsparcie szkoleniowe i doradcze lokatorów Olsztyńskiego Parku Naukowo-Technologicznego, Wyższa Szkoła Informatyki i Zarządzania im. Prof. T. Kotarbińskiego w Olsztynie, 01.12.2014 – 30.06.2015.
- D.** Współpraca z przedsiębiorstwami i rolnikami realizowana była i jest w ramach projektów krajowych (projekt 2) oraz międzynarodowych (projekt 4, 5, 6, 10, 11, 12, 13). Współpraca dotyczy głównie wytwarzania, logistyki i oceny środowiskowej, ekonomicznej i energetycznej różnych źródeł biomasy i bioenergii.
- E.** Przygotowanie kilkunastu projektów badawczych złożonych razem z podmiotami gospodarczymi z których najważniejsze dotyczyły:
- Wielofunkcyjny model agrofotowoltaicznego gospodarstwa rolnego przyszłości - zwiększenie efektywności wykorzystania gruntów rolnych w okresach suszy „AgroFuture” złożony z Centrum Badawczo-Rozwojowym im. M. Faradaya będącym spółką zależną ENERGA S.A., oraz z Instytutem Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku, do konkursu „Nowe technologie w zakresie energii” ogłoszonego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR). Koordynatorem projektu ze strony UWM był prof. dr hab. inż. Mariusz J. Stolarski, w pracach koncepcyjnych uczestniczyła habilitantka.
 - Nowoczesne technologie zrównoważonej produkcji i konwersji BIOMasy rolniczej z wykorzystaniem offset CO2 na potrzeby przemysłu PETROchemicznego - BioPETRO projekt złożony w odpowiedzi na wspólne przedsięwzięcie NCBR i PKN Orlen. Projekt dotyczył nowoczesnych technologii zrównoważonej produkcji i konwersji biomasy rolniczej z wykorzystaniem offset CO2 na potrzeby przemysłu petrochemicznego. Projekt złożony z Instytutem Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytutem Badawczym z Puław, Instytutem Technologii Paliw i Energii z Zabrze, Siecią Badawczą Łukasiewicz – Instytutem Nowych Syntez Chemicznych z Puław. Koordynatorem ww. projektu był prof. dr hab. inż. Mariusz J. Stolarski, w pracach koncepcyjnych uczestniczyła habilitantka
 - Quasi autonomiczny system zasilania oświetlenia za pomocą etanolowego ogniwa paliwowego DEFC, Centrum Badawczo-Rozwojowe M. Faradaya Sp. z o. o., Polska Koordynatorem ww. projektu był prof. dr hab. inż. Janusz Gołaszewski, w pracach koncepcyjnych uczestniczyła habilitantka
 - Blue approach for nutraceuticals from sustainable harvesting and culture of cyanobacteria and red seaweeds and from high available algal biomass (alien species). Projekt złożony przez University of Malaga, Spain, Algatech. Institute of Microbiology, Czech Republic, University of Oldenburg (OCMB-MPI), Germany, CIIMAR. University of Porto, Portugal, University of Basel, Switzerland, University of Rostock and University of Innsbruck, Germany, King's college London (KCL), UK, University of Zaragoza, Spain, Cantabria Labs, Spain, University of Sao Paulo, Brasil, Life Bioencapsulation, Spain, Organization for Science, Education and Global Society, Germany, Seaexpert-Azores, Portugal. Koordynatorem projektu ze strony UWM była habilitantka.
 - Progressing Social Innovation in Bioeconomy Value Chains. Projekt złożony przez Technische Universität Berlin, Germany, UFABC City Sao Bernardo do Campo Country

Brazil. Koordynatorem ww. projektu był prof. dr hab. inż. Janusz Gołaszewski, w pracach koncepcyjnych uczestniczyła habilitantka

- Knowledge-driven Network for Rural Bioeconomy, Natural Resources Institute LUKE, Finland, Technical Research Centre of Finland VTT, Finland, Trees and Timber Institute CNR-IVALSA, Italy, Research Centre for Energy Resources and Consumption CIRCE, Spain, Warmińsko-Mazurski Ośrodek Doradztwa Rolniczego z siedzibą w Olsztynie, Polska, UWM – University of Warmia and Mazury in Olsztyn, Polska, Deutsches Biomasseforschungszentrum, Germany. Koordynatorem ww. projektu był prof. dr hab. inż. Janusz Gołaszewski, w pracach koncepcyjnych uczestniczyła habilitantka.

3. Wykaz uzyskanych praw własności przemysłowej, w tym uzyskanych patentów krajowych lub międzynarodowych.

—

4. Wykaz wdrożonych technologii.

—

5. Wykaz wykonanych ekspertyz lub innych opracowań wykonanych na zamówienie instytucji publicznych lub przedsiębiorców.

- A. Opracowanie założeń wyjściowych technologii produkcji etanolu ze słomy wraz ze wstępną wyceną kosztów inwestycyjnych - Opracowanie wykonano w ramach umowy między BIOAGRA S.A. z siedzibą w Warszawie a Uniwersytetem Warmińsko-Mazurskim w Olsztynie poprzez Centrum Biogospodarki i Energii Odnawialnych z dnia 14.02.2018 r.

6. Wykaz udziału w zespołach eksperckich lub konkursowych.

- członek Grupy Roboczej ds. wysokosprawnych, niskoemisyjnych i integrowanych układów wytwarzania, magazynowania, przesyłu i dystrybucji energii Krajowych Inteligentnych Specjalizacji, Ministerstwo Rozwoju i Technologii od 23 kwietnia 2015 r.
- współpracownik Laboratorium Klimatyczno-Energetycznego Centrum Studiów Antymonopolowych i Regulacyjnych, Wydział Zarządzania, Uniwersytet Warszawski od 01 września 2020 r.

7. Wykaz projektów artystycznych realizowanych ze środowiskami pozaartystycznymi.

Nie dotyczy

IV. DANE NAUKOMETRYCZNE

Stan na dzień: 22.08.2023 r.

1. **Impact Factor** (w dziedzinach i dyscyplinach, w których parametr ten jest powszechnie używany jako wskaźnik naukometryczny).

Sumaryczny IF (zgodnie z rokiem opublikowania) = **108,023**

Średni IF = 4,9101 (na jedną publikację w czasopismach z JCR)

Łączna liczba punktów publikacji habilitanta (MNiSW, MEiN) = 3445 pkt.

2. **Liczba cytowań publikacji** wnioskodawcy, z oddzielnym uwzględnieniem autocytowań.

Baza danych	Liczba cytowań			Liczba publikacji w bazie
	ogółem	bez autocytowań	średnia (na 1 pracę)	
Web of Science	234	196	10,17	23
Scopus	249	185	10,375	24

3. **Indeks Hirscha.**

Baza danych	Indeks Hirscha
Web of Science	9
Scopus	9

Ewelina Olba-Zięty

(podpis wnioskodawcy)