



*The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library*

**This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.**

**Help ensure our sustainability.**

Give to AgEcon Search

AgEcon Search

<http://ageconsearch.umn.edu>

[aesearch@umn.edu](mailto:aesearch@umn.edu)

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

*No endorsement of AgEcon Search or its fundraising activities by the author(s) of the following work or their employer(s) is intended or implied.*

## **Charakterystyka zrównoważenia rozwoju biogospodarki w wymiarze ekonomicznym w Polsce na tle UE-28 i Niemiec**

### **Characteristics of Sustainable Bioeconomic Development in Poland vis-a-vis the EU-28 and Germany: Focus on Economic Dimension**

**Synopsis.** Celem badań była ocena zrównoważenia rozwoju biogospodarki w Polsce w wymiarze ekonomicznym. Do scharakteryzowania ekonomicznego wymiaru rozwoju biogospodarki wykorzystano analizę struktury oraz kształtowanie się dynamiki wartości dodanej sektorów stanowiących komponent biogospodarki. Dane obejmowały lata 2008-2019 dla Polski oraz 2019 r. dla UE-28 i Niemiec. Ponieważ rozwój biogospodarki wiąże się z zaspokajaniem popytu na biosurowce, aby przedstawić jej zrównoważony rozwój wykorzystano także zaproponowany przez Global Footprint Network wskaźnik śladu gruntowego. Oszacowano zależności pomiędzy wartością dodaną rolnictwa, leśnictwa i rybołówstwa a ich śladem gruntowym. Wskazanie zależności pomiędzy wartością dodaną a śladem gruntowym pozwoliło określić siłę ich sprzężenia, a tym samym zrównoważenie analizowanych sektorów. Przeprowadzone badania wykazały, że tylko ślad gruntowy rolnictwa ma tendencję do spadku w miarę wzrostu wartości dodanej. Wskazuje to, że rolnictwo może stać się w przyszłości bezwzględnie mocno zrównoważonym. Wymaga to rozpisanej na lata strategii rozwoju zrównoważonej biogospodarki cyrkulacyjnej oraz znacznych inwestycji.

**Słowa kluczowe:** biogospodarka, rozwój zrównoważony, ślad gruntowy, wartość dodana

**Abstract.** The aim of the research was to assess the sustainability of bioeconomic development in Poland with focus on the economic dimension. To characterize the economic dimension of bioeconomic development, analysis of the structure and development of the added value of the sectors constituting the bioeconomy was conducted. The data covered the years 2008-2019 for Poland and 2019 for the EU-28 and Germany. Since the development of the bioeconomy is associated with meeting the demand for bio-based raw materials, the land footprint indicator proposed by the Global Footprint Network was also used to present its sustainable development. Relationships between the added value of agriculture, forestry and fisheries and their land footprint were estimated. Indication of the relationship between the added value and the land footprint made it possible to determine the strength of their coupling, and thus the sustainability of the analyzed sectors. Research has shown that only the land footprint of agriculture tends to decrease as value added increases, which indicates that agriculture can become absolutely sustainable in the future. This requires a long-term strategy for the development of a sustainable circular bioeconomy and significant investments.

**Key words:** bioeconomy, sustainable development, land footprint, value added

**JEL Classification:** O13, Q15, Q56, Q57

<sup>1</sup> prof. dr hab., Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych IUNG-PIB, ul. Czarotoryskich 8, 24-100 Puławy, e-mail: faber@iung.pulawy.pl; <https://orcid.org/0000-0002-3055-1968>

<sup>2</sup> dr, Zakład Biogospodarki i Analiz Systemowych IUNG-PIB, ul. Czarotoryskich 8, 24-100 Puławy, e-mail: zjarosz@iung.pulawy.pl; <https://orcid.org/0000-0002-3428-5804>

Prace wykonano w ramach dotacji celowej nr 3 IUNG-PIB 2023 „Analiza potencjału podaży biomasy na poziomie krajowym i regionalnym”.



## **Wprowadzenie**

Zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego, rosnące wykorzystywanie zasobów naturalnych oraz zmiany klimatu skłaniają państwa członkowskie Unii Europejskiej do poszukiwania nowych paradygmatów rozwojowych.

W grudniu 2019 r. Komisja Europejska przedstawiła strategię Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ, ang. European Green Deal) (Komisja Europejska, 2019), której celem jest przeciwdziałanie zmianom klimatu i ochrona środowiska. Jest to plan działań na rzecz wzrostu służącego przekształceniu Unii Europejskiej w nowoczesną, zasobniejszą i konkurencyjną gospodarkę poprzez:

- osiągnięcie zerowego poziomu emisji gazów cieplarnianych netto w 2050 r.,
- oddzielenie wzrostu gospodarczego od zużycia zasobów,
- nie pozostawienie w tych działaniach nikogo w tyle.

Ma on zapewnić poprawę zrównoważenia unijnej gospodarki poprzez przekształcenie wyzwań związanych z klimatem i środowiskiem w nowe możliwości we wszystkich obszarach polityki, a także zadbanie o to, aby transformacja była sprawiedliwa i sprzyjała włączeniu w nią społeczeństw. Zaplanowane w strategii działania mają umożliwić: bardziej efektywne wykorzystywanie zasobów dzięki przejściu na czystą gospodarkę o obiegu zamkniętym, przeciwdziałanie utracie różnorodności biologicznej oraz zmniejszenie poziomu zanieczyszczeń. W ramach Zielonego Ładu Komisja uwzględni wdrażanie agendy ONZ na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030, aby zrównoważoność i dobrobyt obywateli były traktowane jako priorytet polityki gospodarczej, a cele zrównoważonego rozwoju znalazły się w centrum polityki i działań UE (EC, 2023; UN SDSN, 2015). Wsparciem w osiągnięciu tych celów jest dynamicznie rozwijający się w ostatnich latach nowy model gospodarczy, jakim jest biogospodarka.

Prawidłowy rozwój biogospodarki jest możliwy wtedy i tylko wtedy, gdy wszystkie trzy wymiary (ekonomiczny, ekologiczny, społeczny) zrównoważonego rozwoju są w nim uwzględnione od samego początku transformacji gospodarczej (D'Adamo i in., 2020). Ta oczywistość sama w sobie nie zabezpiecza przed pojawieniem się biogospodarek niezrównoważonych (Pfau i in., 2014). Przeciwdziałanie temu zależeć będzie od ideologicznego zrozumienia i wdrożenia polityk zrównoważonego rozwoju (Heimann, 2019; Prochaska, Schiller, 2021; Urmeter i in., 2018). Mają one zapewnić połączenie ekologii z gospodarką, jako gwarancję bardziej zrównoważonego wykorzystywania zasobów naturalnych.

Póki co, w triadzie zrównoważonego rozwoju wymiar ekonomiczny ciągle góruje nad wymiarami ekologicznym i społecznym (Liobikiene i in., 2019). Uważa się bowiem, że wzrost gospodarczy przyniesie rozwój innowacyjnych technologii, co przyczyni się również do poprawy funkcjonowania biogospodarki w wymiarach ekologicznym i społecznym. Problemem jest jednak fakt, że kapitał naturalny nie jest w pełni substytuowalny przez kapitał ekonomiczny. Potrzebne są więc dla rozwoju biogospodarki nowe modele biznesowe (Bröring, Vanacker, 2022). Być może w przyszłości będą one uwzględniać możliwość rozwoju bez wzrostu gospodarczego (Economic Progress, 2022). Dopóki jednak modeli tych nie opracowano, musimy realizować koncepcję zrównoważonego rozwoju zapewniającą wzrost gospodarczy z zachowaniem równowagi społecznej i środowiskowej.

Celem opracowania była ocena zrównoważenia rozwoju biogospodarki w Polsce w ujęciu ekonomicznym. W analizach rozwoju poszczególnych sektorów stanowiących komponent biogospodarki wykorzystano wskaźnik całkowitej wartości dodanej (WD). Następnie dla

podstawowych sektorów: rolnictwa, leśnictwa i rybołówstwa oszacowano zależności pomiędzy wartościami dodanymi a śladem gruntowym. Wskazanie zależności pomiędzy wartością dodaną a śladem gruntowym pozwoliło określić siłę ich sprzężenia, a tym samym ich zrównoważenie. Należy nadmienić, że rolnictwo jest istotnym elementem biogospodarki w kontekście ambitnych celów w dziedzinie klimatu i energii, które Unia Europejska chce osiągnąć (Rada Unii Europejskiej, 2023). Rolnictwo wytwarza największą ilość biomasy wykorzystywanej jako surowiec do produkcji bioproduktów i energii odnawialnej.

## Dane i metody

Do scharakteryzowania ekonomicznego wymiaru rozwoju biogospodarki w Polsce wykorzystano analizę struktury oraz kształtowanie się dynamiki wartości dodanej (WD) dla poszczególnych sektorów będących komponentami biogospodarki. Jest to najczęściej stosowany wskaźnik do monitorowania biogospodarki i pomiaru jej wielkości (Kuosmanen i in., 2020). Wartości dodane dla sektorów biogospodarki pozyskano z bazy danych opracowanej w JRC EC (Tamošiūnas i in., 2022). Dane obejmowały lata 2008-2019 dla Polski oraz 2019 r. dla UE-28 i Niemiec. Zakres czasowy analizy ograniczony był dostępnością danych. Dla celów analitycznych dane dla Polski z 2019 r. zestawione zostały z danymi dla Niemiec i UE-28. Ponieważ rozwój biogospodarki wiąże się z zaspokajaniem popytu na biosurowce, aby przedstawić jej zrównoważony rozwój wykorzystano także zaproponowany przez Global Footprint Network wskaźnik śladu gruntowego. Pod pojęciem śladu gruntowego rozumie się presję człowieka na środowisko, mierzoną ilością ziemi niezbędnej do zaspokojenia potrzeb żywnościowych, surowcowych oraz zapotrzebowania na energię (Arto i in., 2012; Bruckner i in., 2019; Global Footprint Network, 2023; O'Brien i in., 2015). Ślad gruntowy uwzględnia grunty: zurbanizowane, orne, pod lasami, wodami oraz użytkami zielonymi. Wskaźnik jest wyrażony w hektarach globalnych i znormalizowany per capita. Hektar globalny to hektar biologicznie produktywny o średniej światowej produktywności biologicznej dla danego roku. Wyrażenie śladu gruntowego w hektarach globalnych jest przydatne, ponieważ różne rodzaje gruntów mają różną produktywność. Na przykład globalny hektar pól uprawnych zajmowałby mniejszy obszar fizyczny niż znacznie mniej produktywnie biologicznie pastwiska, ponieważ do zapewnienia takiej samej zdolności biologicznej jak jeden hektar pól uprawnych potrzeba więcej pastwisk. Dzięki temu dane dla Polski są porównywalne z danymi dla innych regionów lub krajów. Oszacowano dla Polski zależności pomiędzy śladami gruntowymi rolnictwa, leśnictwa i rybołówstwa a wartościami dodanymi tych sektorów za okres 2008-2019. Ślady gruntowe pobrano z bazy danych Global Footprint Network (Global Footprint Network, 2023). Celem analiz było stwierdzenie, czy ślady gruntowe są sprzężone ze wzrostem wartości dodanej i na tej podstawie określić ich zrównoważenie.

Trendy czasowe dla badanych zmiennych oszacowano w programie Statgraphics. Charakteryzowały one dynamikę zmian analizowanych zmiennych w początkowej fazie transformacji biogospodarki.

## Wyniki badań

Biogospodarkę tworzą sektory, które zajmują się produkcją, przetwarzaniem i wykorzystywaniem zasobów o biologicznym pochodzeniu. Obejmuje ona rolnictwo, leśnictwo, rybactwo i rybołówstwo, przemysł rolno-spożywczy, włókienniczy, papierniczy, drzewny, chemiczny, kosmetyczny, farmaceutyczny oraz produkcję energii pozyskiwanej ze źródeł odnawialnych.

Znajomość struktury sektorowej tworzenia wartości dodanej oraz dynamiki jej zmian w poszczególnych sektorach pozwala dokonać sektorowej dekompozycji źródeł rozwoju biogospodarki.

Wartości dodane polskiej biogospodarki wahały się w latach 2008-2019 w przedziale 23,17-35,04 mld €. Analiza struktury wartości dodanej biogospodarki wykazała, że sektor rolnictwa oraz żywności, napojów i tytoniu wytworzyły w Polsce w 2019 r. odpowiednio 29% i 39% wartości dodanej i zajmowały główne pozycje w całkowitej WD biogospodarki (tab. 1). Sektor produktów drzewnych i mebli oraz papierniczy zajął 3 i 4 lokatę pod względem udziału w wartości dodanej. Niewielki wpływ na wartość dodaną biogospodarki miały sektory: bioenergia elektryczna (1%), biotekstyli (1%), biopaliwa płynne (0,4%) oraz rybołówstwo i akwakultura (0,2%).

Również w Niemczech oraz całej UE-28 rolnictwo i sektor żywności, napojów i tytoniu zajmują centralną pozycję w gospodarce. Udział sektora żywności, napojów i tytoniu w wartości dodanej biogospodarki UE-28 był nieco niższy niż w Polsce i wynosił 37%. W wartości dodanej biogospodarki Niemiec udział tego sektora wynosił 43%. Zarówno w UE-28, jak i w Niemczech na drugiej pozycji uplasowało się rolnictwo z udziałem WD odpowiednio 30% i 20%. Te dwa sektory mają więc istotne znaczenie dla rozwoju biogospodarki. W porównaniu z UE-28 i Niemcami, polska biogospodarka cechowała się słabszym rozwojem zaawansowanych technologicznie sektorów, zwłaszcza produkujących takie bioprodukty jak: chemikalia, farmaceutyki, plastiki i gumy (tab. 1).

Tabela 1. Udziały procentowe sektorów w wartości dodanej całej biogospodarki w Polsce, UE-28 oraz Niemczech w 2019 r.

Table 1. Percentage shares of sectors in the value added of the entire bioeconomy in Poland, EU-28 and Germany in 2019

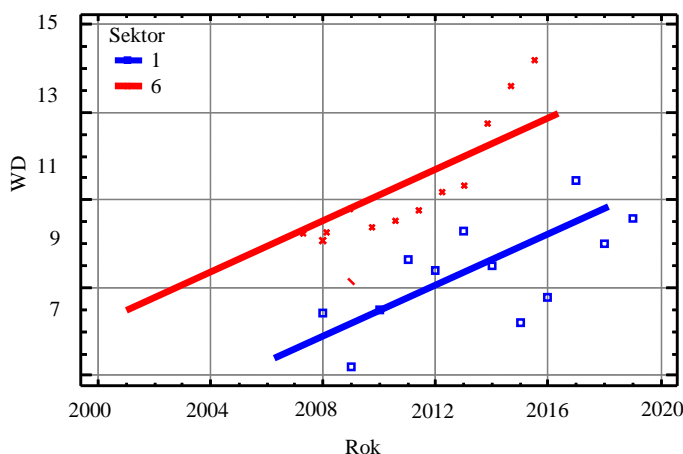
Sektory biogospodarki	Kod	Polska	UE-28	Niemcy
		%		
Rolnictwo	[1]	29	30	20
Bio: chemikalia, farmaceutyki, plastiki, gumy	[2]	4	10	12
Bioenergia elektryczna	[3]	1	1	2
Biotekstyli	[4]	1	1	1
Rybołówstwo i akwakultura	[5]	0,2	0,9	0,1
Żywność, napoje, tytoń	[6]	39	37	43
Leśnictwo	[7]	5	4	2
Biopaliwa płynne	[8]	0,4	0,5	0,5
Papier	[9]	8	8	11
Produkty drzewne i meble	[10]	13	8	9

Źródło: opracowanie własne na podstawie Tamošiūnas i in. 2022.

Niewielki wpływ na wartość dodaną biogospodarki UE-28 miały sektory: bioenergia elektryczna (1%), rybołówstwo i akwakultura (0,9%) oraz biopaliwa płynne (0,5%).

Natomiast w Niemczech najmniejszy udział w wartości dodanej całej biogospodarki miały sektory: biotekstylia (1%), biopaliwa płynne (0,5%) oraz rybołówstwo i akwakultura (0,1%).

Analiza dynamiki zmian w wartości dodanej poszczególnych sektorów pozwoliła stwierdzić, że tempo wzrostu wartości dodanych w sektorze rolnictwa oraz żywności, napojów i tytoniu było jednakowe w czasie. Linie trendu były równoległe i przesunięte o wartość wyrazu wolnego regresji (rys. 1). W stosunku do roku wyjściowego WD wzrosła w omawianych sektorach odpowiednio o 42% i 36%.

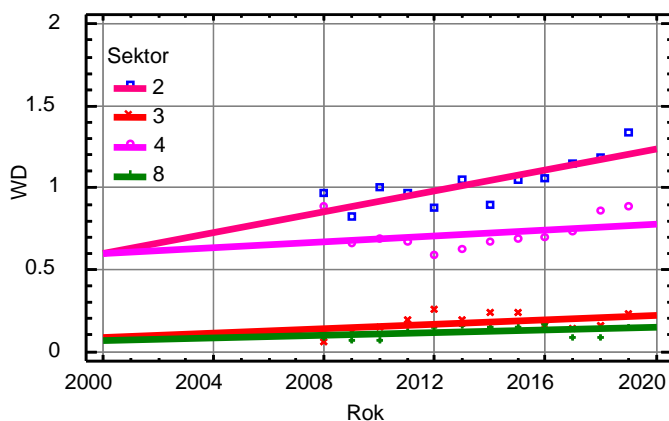


Rys. 1. Trendy czasowe wartości dodanej (WD, mld €) dla sektora żywności, napojów i tytoniu [6] oraz rolnictwa [1] w Polsce ([6]  $WD = -582 + 0,294 \cdot Rok$ ; [1]  $WD = -583 + 0,294 \cdot Rok$ ,  $r^2 = 59,7\%$ )

Fig. 1. Time trends of value added (WD, billion €) for the food, beverage and tobacco sectors [6] and agriculture [1] in Poland ([6]  $WD = -582 + 0.294 \cdot Year$ ; [1]  $WD = -583 + 0.294 \cdot Year$ ,  $r^2 = 59.7\%$ )

Źródło: opracowanie własne na podstawie Tamošiūnas i in. 2022.

W sektorach bioproduktów najszybciej w stosunku do roku wyjściowego rozwijały się: bioelektryczność (55%), biopaliwa płynne (47%) oraz produkty bio- takie jak chemikalia, farmaceutyki, plastiki, gumy (41%), wolniej biotekstylia (15%). Wielkości WD były jednak znacząco większe w bioproduktach niż bioenergetyce (rys. 2).

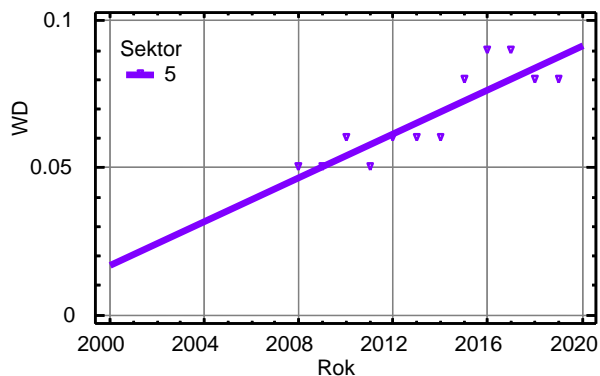


Rys. 2. Trendy czasowe wartości dodanej (WD, mld €) dla bio-: chemikaliów, farmaceutyków, plastików i gum [2], bioenergii elektrycznej [3], biotektyliów [4] oraz biopaliw płynnych [8] w Polsce ([2]  $WD = -63,5 + 0,0321 \cdot Rok$ ; [3]  $WD = -13,9 + 0,00699 \cdot Rok$ ; [4]  $WD = -17,37 + 0,00899 \cdot Rok$ ; [8]  $WD = -8,46 + 0,00427 \cdot Rok$ ,  $r^2 = 96,4\%$ )

Fig. 2. Time trends of value added (WD, billion €) for bio-: chemicals, pharmaceuticals, plastics and rubbers [2], bioelectricity [3], bio textiles [4] and liquid biofuels [8] in Poland ([2]  $WD = -63.5 + 0.0321 \cdot Year$ , [3]  $WD = -13.9 + 0.00699 \cdot Year$ , [4]  $WD = -17.37 + 0.00899 \cdot Year$ , [8]  $WD = -8.46 + 0.00427 \cdot Year$ ,  $r^2 = 96.4\%$ )

Źródło: jak rys. 1.

W sektorze rybołówstwa i akwakultury wzrost WD wynosił w stosunku do roku wyjściowego 87% (rys. 3).

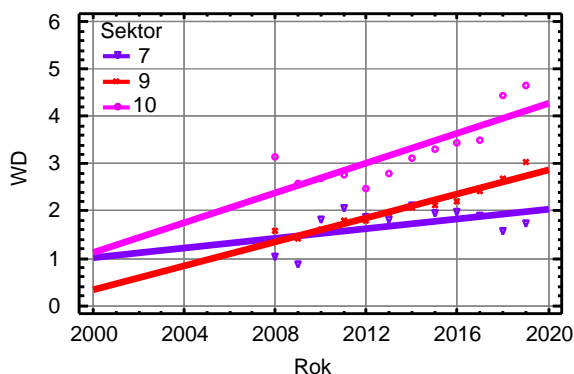


Rys. 3. Trendy czasowe wartości dodanej (WD, mld €) dla rybołówstwa [5] w Polsce ( $WD = -7,47 + 0,00374 \cdot Rok$ ,  $r^2 = 73,9\%$ )

Fig. 3. Time trends of value added (WD, billion €) for fisheries [5] in Poland ( $WD = -7.47 + 0.00374 \cdot Year$ ,  $r^2 = 73.9\%$ )

Źródło: jak rys. 1.

W leśnictwie oraz sektorach pokrewnych wzrosty WD w stosunku do roku wyjściowego wynosiły: leśnictwo – 39%, papier – 103% oraz produkty drzewne i meble – 73% (rys. 4).



Rys. 4. Trendy czasowe wartości dodanej (WD, mld €) dla leśnictwa [7], papieru [9] oraz produktów drzewnych i mebli [10] w Polsce ([7]  $WD = -100,9 + 0,0509 \cdot Rok$ ; [9]  $WD = -254,769 + 0,127552 \cdot Rok$ ; [10]  $WD = -314,5 + 0,158 \cdot Rok$ ,  $r^2 = 88,3\%$ )

Fig. 4. Time trends of value added (WD, billion €) for forestry [7], paper [9] and wood products and furniture [10] in Poland ([7]  $WD = -100.9 + 0.0509 \cdot Year$ , [9]  $WD = -254,769 + 0.127552 \cdot Year$ , [10]  $WD = -314.5 + 0.158 \cdot Year$ ,  $r^2 = 88.3\%$ )

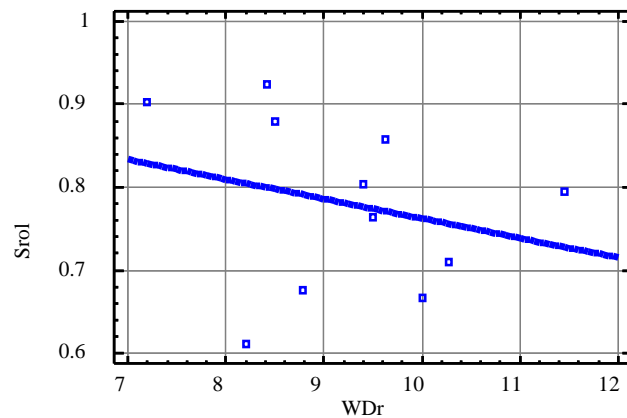
Źródło: jak rys. 1.

Reasumując należy stwierdzić, iż pomimo znacznego wzrostu wartości dodanej w wielu sektorach w analizowanym okresie, ich udział w wartości dodanej biogospodarki pozostawał niewielki. Szczególną rolę w całkowitej wartości dodanej biogospodarki odgrywa rolnictwo, które jest podstawowym źródłem biomasy powstającej w wyniku prowadzonej produkcji roślinnej i zwierzęcej. Dzięki wykorzystywanym zasobom wody, powietrza, gleby oraz posiadanym zasobom genetycznym winno stać się ważnym elementem rozwoju biogospodarki.

Opisane dynamiki wzrostu wartości dodanych sektorów biogospodarki same w sobie nie mówią nic o stopniu ich zrównoważenia. Z tego względu wartości dodane podstawowych sektorów; rolnictwa, leśnictwa i rybołówstwa odniesione zostały do ich śladu gruntowego. Analizy regresji miały wykazać, czy ślad gruntowy rośnie wraz ze wzrostem WD (brak mocnego zrównoważenia), maleje wraz ze wzrostem WD (bezwzględne mocne zrównoważenie), czy też nie ma istotnego związku pomiędzy tymi zmiennymi (względne mocne zrównoważenie).

W przypadku rolnictwa zależność pomiędzy WD a śladem gruntowym była nieistotna statystycznie, ale zarysowała się tendencja do zmniejszania się śladu wraz ze wzrostem WD (rys. 5). Sugeruje to, że rolnictwo jest względnie mocno zrównoważone i może w przyszłości stać się bezwzględnie mocno zrównoważone.



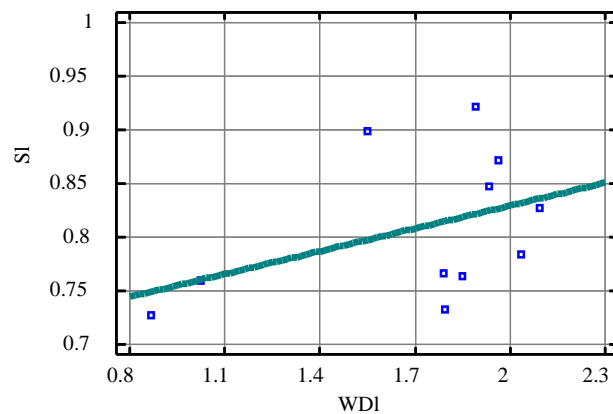


Rys. 5. Zależność pomiędzy śladem gruntowym rolnictwa ( $S_{rol}$ , ha globalne per capita<sup>-1</sup>) a wartością dodaną rolnictwa w Polsce ( $WDr$ , mld €) ( $Sr = 0,999 - 0,0236 * WDr$ ,  $r^2 = 6,8\%$ )

Fig. 5. Relationship between the land footprint of agriculture ( $S_{rol}$ , ha global per capita<sup>-1</sup>) and the value added of agriculture in Poland ( $WDr$ , billion €) ( $Sr = 0,999 - 0,0236 * WDr$ ,  $r^2 = 6,8\%$ )

Źródło: jak rys. 1.

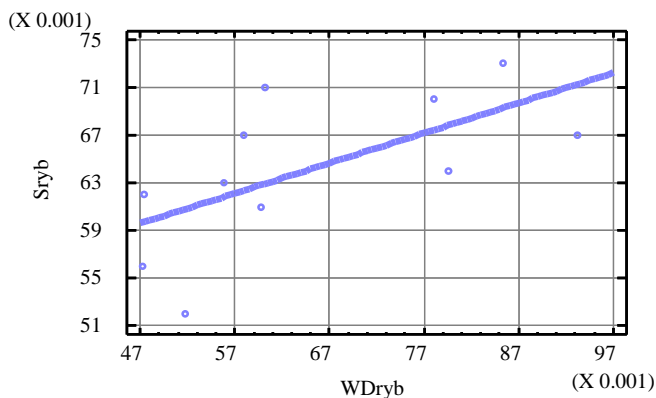
Leśnictwo również charakteryzowało się nieistotną regresją pomiędzy  $WD$  i śladem gruntowym. Jednakże dość blisko mu było do stanu braku mocnego zrównoważenia rozwoju (rys. 6).



Rys. 6. Zależność pomiędzy śladem gruntowym leśnictwa ( $SI$ , ha globalne per capita<sup>-1</sup>) a wartością dodaną leśnictwa w Polsce ( $WDI$ , mld €) ( $SI = 0,688 + 0,0707 * WDI$ ,  $r^2 = 17,8\%$ )

Fig. 6. Relationship between the land footprint of forestry ( $SI$ , global ha per capita<sup>-1</sup>) and the value added of forestry in Poland ( $WDI$ , billion €) ( $SI = 0,688 + 0,0707 * WDI$ ,  $r^2 = 17,8\%$ )

Źródło: jak rys. 1.



Rys. 7. Zależność pomiędzy śladem gruntowym rybołówstwa (Sryb, ha globalne per capita<sup>-1</sup>) a wartością dodaną rybołówstwa w Polsce (WDryb, mld €) ( $Sryb = 0,0477 + 0,252 \cdot WDryb$ ,  $r^2 = 34,0\%$ )

Fig. 7. Relationship between the land footprint of fisheries (Sryb, global ha per capita<sup>-1</sup>) and the value added of fisheries in Poland (WDryb, € billion) ( $Sryb = 0.0477 + 0.252 \cdot WDryb$ ,  $r^2 = 34.0\%$ )

Źródło: jak rys. 1.

W jeszcze gorszej sytuacji było rybołówstwo, w którego przypadku ślad gruntowy rósł istotnie statystycznie wraz ze wzrostem WD, co oznacza brak mocnego zrównoważenia rozwoju (rys. 7).

## Dyskusja

Rozwój biogospodarki wzbudził duże zainteresowanie. W literaturze podkreśla się znaczenie biogospodarki, której rozwój umożliwia wzrost gospodarczy, jak również korzyści środowiskowe poprzez konwersję zasobów biologicznych (Devaney i Henchion, 2018; Lokko i in., 2018; Philp i Winickoff, 2018). Ponadto rozwój biogospodarki przyczynia się do bezpieczeństwa żywnościowego, łagodzenia zmian klimatu i zachowania różnorodności biologicznej (Bell i in., 2018; Budzinski i in. 2017; Woźniak i Twardowski, 2018). Pojawiły się jednak badania krytykujące biogospodarkę z powodu konkurencji między wykorzystaniem gruntów na cele żywnościowe a produkcją biomasy i nadmierną eksploatacją zasobów naturalnych (Gołembiewski i in., 2015; Scarlat i in. 2015; Ramcilovic-Suominen i Püzl, 2018). Transformacja biogospodarki może prowadzić do wzrostu zapotrzebowania na biozasoby i rosnącej presji na grunty, a tym samym do niezrównoważenia rozwoju biogospodarki. Dlatego też istotną kwestią jest określenie jakie są możliwości rozwoju zrównoważonej biogospodarki. Ważne jest posiadanie wiedzy o akceptowalnym poziomie wykorzystania zasobów i nie dopuszczenie do ich wyczerpania tzn. aby eksploatacja zasobów nie przekraczała ekologicznych progów rozwoju biogospodarki (Bruckner i in., 2019; Dupont-Inglis i Borg, 2018; Liobikiene i in., 2020).

Biogospodarka w UE jest w fazie transformacji. Krajami najbardziej zaawansowanymi w tym procesie są Belgia, Dania, Finlandia oraz Irlandia (Ronzon i in., 2022). Inne kraje są w początkowej fazie transformacji. Kraje Europy Środkowej i Wschodniej są w tym procesie najmniej zaawansowane (Ronzon i in., 2022). W krajach takich jak Polska, Rumunia czy

Bulgaria przeważają sektory biogospodarki dające niższe WD, ale tworzące większe ilości miejsc pracy (EC, 2022).

Jeśli założenia Zielonego Ładu mają być zrealizowane, to biogospodarka musi się rozwijać w sposób zrównoważony (EC, 2022). Będzie się to odbywać w sytuacji silnej presji popytowej na biomasę. Scenariusze przewidują, że tylko produkcja bioenergii może wzrosnąć 2-, 3-krotnie, co zwiększy o około 50% zużycie biomasy w stosunku do tego, które może zapewnić UE (Andersen i in., 2021). Luka w podaży zrównoważonej biomasy, która może w 2050 r. wynosić 40-70% (EC, 2022), powinna być pokryta przez biomasę odpadową ze wszystkich źródeł, w tym z rolnictwa. Wystarczającej ilości biomasy raczej nie uda się pozyskać z ekosystemów leśnych. Aby pokryć zapotrzebowanie bioenergetyki na biomasę trzeba by pozyskać jej o 12% więcej do 2030 r. i 17% więcej do 2050 r. w stosunku do średniej ilości biomasy dostępnej w sposób zrównoważony (Andersen i in., 2021). Podany przykład sugeruje, że obecnie i w przyszłości absolutnie koniecznym jest zadbanie o zrównoważone pozyskiwanie biomasy oraz kierowanie jej do tych sektorów biogospodarki, które mogą zapewnić jak największą WD w trakcie jej przetwarzania (Andersen i in., 2021).

Biogospodarka w Polsce jest większa i daje globalnie większe wartości WD w porównaniu z pozostałymi krajami Grupy Wyszehradzkiej (Lakner i in., 2021). Jednakże pozorna wydajność pracy na jednego zatrudnionego jest w polskiej biogospodarce 2- lub ponad 2-krotnie mniejsza niż w pozostałych krajach tej grupy (Lakner i in., 2021). Wynika to z rozdrobnienia polskiego rolnictwa.

Wraz ze wzrostem WD w biogospodarce rośnie z reguły ślad gruntowy (Liobikiene i in., 2019; Liobikiene i in., 2020). Parametry te są ze sobą silnie sprzężone. Wzrost śladu gruntowego powoduje wyczerpywanie się biopojemności układu i może doprowadzić do sytuacji, w której przekroczona zostanie planetarna granica ekologicznej tolerancji systemu produkcji. Sytuacja taka znamionuje skrajne niezrównoważenie systemu. Aby system biogospodarki zrównoważyć, należy dążyć do rozprężenia zależności między wzrostem WD i śladu gruntowego. Do tej pory udało się to jedynie w Danii, w której WD rośnie przy stałej wartości śladu produkcyjnego. To bardzo korzystna sytuacja, zważywszy, że w Danii ślad gruntowy niemal całkowicie wyczerpał biopojemność (Liobikiene i in., 2020). Bliskie rozprężenia są takie kraje jak Słowacja, Czechy, Wielka Brytania, Włochy i Austria. W krajach tych malał ślad gruntowy natomiast WD rosła.

Przeprowadzone badania wykazały, że ślad gruntowy rolnictwa ma tendencję do spadku w miarę wzrostu WD (rys. 5). Wynik taki sugeruje, że rolnictwo może stać się w przyszłości bezwzględnie mocno zrównoważonym i jest zgodny z doniesieniami literaturowymi (Liobikiene i in., 2020). W przypadku leśnictwa i rybołówstwa ślady gruntowe rosną wraz ze wzrostem WD. Produkcja w tych sektorach nie jest zrównoważona, zwłaszcza w rybołówstwie, dla którego zależność jest istotna statystycznie (rys. 7). Uogólniając, potrzebne są dalsze działania dla zapewnienia mocnego zrównoważenia biogospodarki w Polsce (Liobikiene i in., 2019; Liobikiene i in., 2020).

## **Podsumowanie**

Polska biogospodarka w okresie 2008-2019 wykazywała rosnące wartości dodane w podstawowych sektorach. Analiza struktury oraz kształtowanie się dynamiki poszczególnych sektorów tworzących komponent biogospodarki wykazała, że centralną pozycję w biogospodarce i całej gospodarce zajmowały rolnictwo oraz sektor żywności, napojów i

tytoniu. Uważa się, że to właśnie rolnictwo winno odegrać kluczową rolę w rozwoju biogospodarki. Ocena zależności pomiędzy śladem gruntowym a wartością dodaną podstawowych sektorów pozwoliła określić siłę ich sprzężenia, a tym samym zrównoważenie sektorów. Zwiększenie produktywności pociąga za sobą wzrost śladu gruntowego. Ślad gruntowy rolnictwa malał nieistotnie statystycznie wraz ze wzrostem wartości dodanej. Oznacza to, że rolnictwo było względnie mocno zrównoważone. Ślad gruntowy leśnictwa rósł nieistotnie statystycznie wraz ze wzrostem wartości dodanej, co oznacza, że było ono względnie mocno niezrównoważone. Zależność pomiędzy śladem gruntowym rybołówstwa a wartością dodaną była rosnąca i statystycznie istotna. To sprzężenie produktywności i śladu w przypadku rybołówstwa może prowadzić do wyczerpania biopojemności układu i przekroczenia progu ekologicznego, co wskazuje na brak silnego zrównoważenia (Liobikiene i in., 2020; Faber i Jarosz, 2023).

## Literatura

- Andersen, S.P., Allen, B., Domingo, G.C. (2021). Biomass in the EU Green Deal: Towards consensus on the use of biomass for EU bioenergy. Policy report, Institute for European Environmental Policy (IEEP).
- Arto, I., Genty, A., Rueda-Cantuche, J.M., Villanueva, A., Andreoni, V. (2012). Global resources use and pollution: Vol. I, Production, consumption and trade (1995-2008). European Commission Joint Research Centre: Luxembourg.
- Bell, J., Lino, P., Dodd, T., Nemeth, S., Nanou, C., Mega, V., Campos, P. (2018). EU ambition to build the world's leading bioeconomy – uncertain times demand innovative and sustainable solutions. *New Biotechnology*, 40, 25-30.
- Bröring, S., Vanacker, A. (2022). Designing Business Models for the Bioeconomy: What are the major challenges? *EFB Bioeconomy Journal*, 2, 100032.
- Bruckner, M., Häyhä, T., Giljum, S., et al. (2019). Quantifying the global cropland footprint of the European Union's non-food bioeconomy. *Environ. Res. Lett.*, 14 (4), 045011.
- Budzinski, M., Bezama, A., Thrän, D. (2017). Monitoring the progress towards bioeconomy using multi-regional input-output analysis: The example of wood use in Germany. *Journal of Cleaner Production*, 161, 1-11.
- D'Adamo, I., Falcone, P.M., Martin, M., Rosa, P. (2020). A sustainable revolution: let's go sustainable to get our globe cleaner. *Sustainability*, 12(11), 4387.
- Devaney, L., Henchion M. (2018). Consensus, caveats and conditions: international learnings for bioeconomy development. *Journal of Cleaner Production*, 174, 1400-1411.
- Dupont-Inglis, J., Borg, A. (2018). Destination bioeconomy – The path towards a smarter, more sustainable future. *New Biotechnology*, 40, 140-143.
- EC (2022). EU Bioeconomy Strategy Progress Report. European Bioeconomy Policy: Stocktaking and future developments. Luxembourg: Publications Office of the European Union, ISBN 978-92-76-50201-2.
- EC. (2023). EU's implementation of the Sustainable Development Goals (SDGs). Pobrane 12 stycznia 2023 z: [https://ec.europa.eu/environment/sustainable-development/SDGs/implementation/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/sustainable-development/SDGs/implementation/index_en.htm)
- Economic Progress. (2022). Degrowth – what's behind the economic theory and why does it matter right now? World Economic Forum. Pobrane 12 stycznia 2023 z: <https://www.weforum.org/agenda/2022/06/what-is-degrowth-economics-climate-change/>
- Faber, A., Jarosz, Z. (2023). Charakterystyka zrównoważenia rozwoju biogospodarki w Polsce - wymiar ekologiczny. *Problemy Rolnictwa Światowego*, 23(1), 4-18; DOI: 10.22630/PRS.2023.23.1.1.
- Global Footprint Network. Pobrane 9 stycznia 2023 z: <https://data.footprintnetwork.org/#/compareCountries?type=BCpc&cn=173,2002&yr=1992>.
- Gołembiewski, B., Sick, N., Bröring, S. (2015). The emerging research landscape on bioeconomy: What has been done so far and what is essential from a technology and innovation management perspective? *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 29, 308-317.
- Heimann, T. (2019). Bioeconomy and SDGs: does the bioeconomy support the achievement of the SDGs? *Earth's Futur.*, 7, 43-57.
- Komisja Europejska. (2019). Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Europejski Zielony Ład. COM(2019) 640 final.

- Kuosmanen T., Kuosmanen N., El-Meligi A., Ronzon T., Gurria P., Iost S., M'Barek R. (2020). How big is the bioeconomy? Reflections from an economic perspective. Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Lakner, Z., Oláh, J., Popp, J., Balázs, E. (2021). The structural change of the economy in the context of the bioeconomy. *EFB Bioeconomy Journal*, 1, 100018.
- Liobikiene, G., Balezentis, T., Streimikiene, D., Chen, X. (2019). Evaluation of bioeconomy in the context of strong sustainability. *Sustainable Development*, 955-964, Wiley.
- Liobikiene, G., Chen, X., Streimikiene, D., Balezentis, T. (2020). The trends in bioeconomy development in the European Union: Exploiting capacity and productivity measures based on the land footprint approach. *Land Use Policy*, 91, 104375.
- Lokko, Y., Heijde, M., Schebesta, K., Scholtès, P., Van Montagu, M., Giacca, M. (2018). Biotechnology and the bioeconomy—Towards inclusive and sustainable industrial development. *New Biotechnology*, 40, 5-10.
- O'Brien, M., Schütz, H., Bringezu, S. (2015). The land footprint of the EU bioeconomy: monitoring tools, gaps and needs. *Land Use Policy*, 47, 235-246.
- OECD (2023). Glossary of Statistical Term. Apparent Labour Productivity. Pobrane 12 stycznia 2023 z: <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=118>
- Pfau, S., Hagens, J., Dankbaar, B., Smits A. (2014). Visions of sustainability in bioeconomy research. *Sustainability*, 6, 1222-1249.
- Philp, J., Winickoff, D.E. (2018). Realising the circular bioeconomy. *OECD Science, Technology and Industry Policy Papers*, 60, 74.
- Prochaska, L., Schiller, D. (2021). An evolutionary perspective on the emergence and implementation of mission-oriented innovation policy: the example of the change of the leitmotif from biotechnology to bioeconomy. *Rev. Evol. Polit. Econ.*, 2, 141-249.
- Rada Unii Europejskiej. (2023). Bardziej zrównoważona, konkurencyjna i odporna Europa oraz dynamiczne obszary wiejskie: Rada zatwierdza konkluzje o możliwościach biogospodarki. Bruksela, 8194/23.
- Ramcilovic-Suominen, S., Püzl, H. (2018). Sustainable development—a 'selling point' of the emerging EU bioeconomy policy framework? *Journal of Cleaner Production*, 172, 4170-4180.
- Ronzon, T., Iost, S., Philippidis, G. (2022). Has the European Union entered a bioeconomy transition? Combining an output based approach with a shift share analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 24, 8195-8217.
- Scarlato, N., Dallemand, J.F., Monforti-Ferrario, F., Nita, V. (2015). The role of biomass and bioenergy in a future bioeconomy: Policies and facts. *Environmental Development*, 15, 3-34.
- Tamošiūnas, S., Ronzon, T., Piotrowski, S., M'barek, R., Carus, M., (2022a). Jobs and wealth in the EU bioeconomy / JRC - Bioeconomics. European Commission, Joint Research Centre (JRC), [Dataset] PID: Pobrane 12 stycznia 2023 z: <http://data.europa.eu/89h/7d7d5481-2d02-4b36-8e79-697b04fa4278>
- United Nations SDSN. (2015). Indicators and a Monitoring Framework for the Sustainable Development Goals. Launching a data revolution for the SDGs. A report to the Secretary-General of the United Nations by the Leadership Council of the Sustainable Development Solutions Network. Pobrane 12 stycznia 2023 z: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/2013150612-FINAL-SDSN-Indicator-Report1.pdf>
- Urmeter, S., Schlaile, M., Bogner, K., Mueller, M., Pyka, A. (2018). Exploring the dedicated Knowledge Base of a transformation towards a sustainable bioeconomy. *Sustainability*, 10, 1694.
- Woźniak, E., Twardowski, T. (2018). The bioeconomy in Poland within the context of the European Union. *New Biotechnology*, 40, 96-102.

#### Do cytowania / For citation:

Faber A., Jarosz Z. (2023). Charakterystyka zrównoważenia rozwoju biogospodarki w wymiarze ekonomicznym w Polsce na tle UE-28 i Niemiec. *Problemy Rolnictwa Światowego*, 23(2), 4-15; DOI: 10.22630/PRS.2023.23.2.5

Faber A., Jarosz Z. (2023). Characteristics of Sustainable Bioeconomic Development in Poland vis-a-vis the EU-28 and Germany: Focus on Economic Dimension (in Polish). *Problems of World Agriculture*, 23(1), 4-15; DOI: 10.22630/PRS.2023.23.2.5