

# Zasoby ziemi i wody w Polsce – badanie empiryczne

*Artur Franciszek Tomczek*

## 3.1. Wstęp

Użytkowanie ziemi i wody zyskuje w ostatnich latach coraz większe znaczenie w dyskursie publicznym. Wiąże się to z tak szeroko zakrojonymi obszarami tematycznymi, jak szybka urbanizacja, kwestie środowiskowe, polityka społeczna, zaopatrzenie w żywność, produkcja energii, sieci transportowe i bezpieczeństwo narodowe. Historia nauk ekonomicznych pokazuje, że ziemia i woda były zawsze uznawane za zasoby o kluczowym znaczeniu w procesie rozwoju gospodarczego, co znalazło odzwierciedlenie w podstawach klasycznej teorii wzrostu. Ponieważ polityka zrównoważonego rozwoju słusznie zyskuje coraz większe poparcie, ekonomiści muszą zrewidować i unowocześnić swoje poglądy na temat eksploatacji tych klasycznych czynników produkcji.

## 3.2. Metodyka

Niniejsze badanie ma na celu pokazanie, jak wykorzystanie zasobów ziemi i wody w Polsce wypada na tle innych wybranych gospodarek. Punktem wyjścia jest narracyjny przegląd literatury dotyczący pokrewnych zagadnień w badaniach ekonomicznych.

Główna empiryczna część analizy porównawczej obejmuje następujące obszary geograficzne: trzy największe gospodarki europejskie (Niemcy, Francja i Wielka Brytania), cztery kraje Grupy Wyszehradzkiej (Czechy, Węgry, Polska i Słowacja), świat (średnia) i kraje o wysokim dochodzie (średnia). W prezentowanym osobno przeglądzie porównawczym sektora rybołówstwa wykorzystano inny dobór krajów ze względu na dostępność danych.

W ostatniej części badania skonstruowano macierz korelacji Pearsona i pięć modeli regresji liniowej szacowanych metodą najmniejszych kwadratów. Zmienną

zależną stanowi w tym przypadku dochód narodowy brutto (DNB) na mieszkańca, zaś 18 wybranych zmiennych niezależnych odnosi się do wykorzystania zasobów ziemi i wody. Modele oparte są na danych przekrojowych, a liczebność ich próby zależy od zastosowanych regresorów (waha się od 82 do 149 jednostek).

### 3.3. Przegląd literatury

Zasoby ziemi i wody są ważnymi czynnikami wzrostu gospodarczego. Powszechnie przyjmuje się, że niszczenie lub niewłaściwe wykorzystanie tych zasobów naturalnych szkodzi przyszłemu rozwojowi gospodarczemu i społecznemu [Górka, 2014]. Użytki rolne są tradycyjnie postrzegane jako jedna z głównych form użytkowania ziemi. Rolnictwo w Polsce jest zazwyczaj pracochłonne, charakteryzuje się rozdrobnioną strukturą agrarną, dobrą jakością gruntów oraz wyraźnym zróżnicowaniem regionalnym pod względem struktury i specjalizacji [Ziętara, 2008]. Forma władania gruntami jest ważnym czynnikiem ekonomicznym, ponieważ dzierżawcy gruntów osiągają z tego tytułu zwykle wyższą rentowność, a właściciele gruntów mogą cieszyć się wyższą produktywnością [Kagan, Ziętara, 2018]. Większość gruntów rolnych w Polsce została pozyskana przez obecnych prywatnych właścicieli w drodze dziedziczenia rodzinnego [Marks-Bielska, 2013]. Coraz większa ilość gruntów rolnych nie jest wykorzystywana w ramach produkcji rolnej [Dzun, 2014]. Proces ten uległ chwilowemu spowolnieniu po przystąpieniu Polski do Unii Europejskiej, ale pozostaje niebezpieczny, ponieważ dotyczy również żyznych ziem [Dzun, 2012; Szymańska, 2015]. Współczesne użytkowanie gruntów jest jednak zróżnicowane i ma skomplikowane implikacje odnoszące się m.in. do: mieszkalnictwa, dostaw energii, produkcji przemysłowej, górnictwa, turystyki, środowiska i jakości życia [Górka, 2014].

Rozwój miast był jedną z głównych przyczyn i zarazem konsekwencji rozwoju gospodarczego w ciągu ostatnich dziesięcioleci. O ile postępująca urbanizacja może być postrzegana jako wymóg dalszego wzrostu w wielu regionach, o tyle należy skupić się na jej zrównoważonym rozwoju [Ochoa, Tan, Qian, Shen, Moreno, 2018; Wu, 2010]. W literaturze przedmiotu pojawia się wiele kategorii miast, jak choćby „wpływowe miasta świata” [Alderson, Beckfield, 2004; Taylor, 2001], „innovacyjne inteligentne miasta” [Eremia, Toma, Sanduleac, 2017; Szczech-Pietkiewicz, 2015] oraz „ogromne megamiasta” [Cheeseman, Gramont, 2017; Hall, Pain, 2006]. Kategorie te mogą się w znacznym stopniu pokrywać. Geograficzne rozproszenie działalności gospodarczej jest szczególnie istotne ze względu na duży wpływ klastrów na rozwój regionalny Polski [Kowalski, 2010, 2013; Lis, Kowalski, Mackiewicz, 2021; Mackiewicz, 2019]. W Polsce obserwowany jest również odwrotny trend – dotyczący migracji

z obszarów miejskich do wiejskich, zwłaszcza z największych miast na tereny wiejskie w granicach ich obszarów funkcjonalnych [Rosner, 2014; Źróbek-Różańska, Zysk, 2015].

Zdrowe ekosystemy, w tym lasy, rzeki i jeziora, mają kluczowe znaczenie z perspektywy łagodzenia wpływu niekorzystnych skutków zmian klimatu na gospodarę w postaci ekstremalnych warunków pogodowych, niszczycielskich burz, suszy, giniecia pszczół i rozprzestrzeniania się chorób tropikalnych [Pierzgalski, 2008]. Polska charakteryzuje się wysoką lesistością, co umożliwia pozyskiwanie drewna wykorzystwanego w różnych gałęziach przemysłu, takich jak budownictwo, meblarstwo, przemysł celulozowo-papierniczy, przemysł stoczniowy i tekstylny. Drewno i papier zyskały również na znaczeniu jako materiały opakowaniowe ze względu na możliwość poddawania ich recyklingowi i negatywne skutki środowiskowe stosowania tworzyw sztucznych. Z modeli prognostycznych wynika, że ekstremalne warunki pogodowe w Polsce, powodujące fale upałów i susze, będą mieć znaczący wpływ na rolnictwo w przyszłości [Szwed i in., 2010].

Według długoterminowych prognoz wzrost gospodarczy jest głównym czynnikiem powodującym niedobór wody [Alcamo, Flörke, Märker, 2007; Distefano, Kelly, 2017]. Zasoby wodne Polski są stosunkowo ograniczone w porównaniu z innymi krajami europejskimi [Żurek, 2008]. Większość wody pochodzi z opadów, co może prowadzić do nieregularnego zasilania jej zasobów i występowania suszy. Na przełomie wieków ocieplenie klimatu doprowadziło do zmniejszenia się zasobów wodnych w Polsce [Ziernicka-Wojtaszek, 2015]. Niedobór ten decyduje o coraz większej złożoności gospodarki wodnej [Małecki, Gołębiak, 2012]. Zmienność opadów jest istotnym wyznacznikiem rozwoju gospodarczego [Brown, Lall, 2006]. Podobnie jak w przypadku użytkowania gruntów rolnictwo odgrywa kluczową rolę w wykorzystaniu wody [Mioduszewski, 2006]. Lasy i tereny zielone pozwalają regulować stan zasobów wodnych i zapobiegać powodziom [Pierzgalski, 2008].

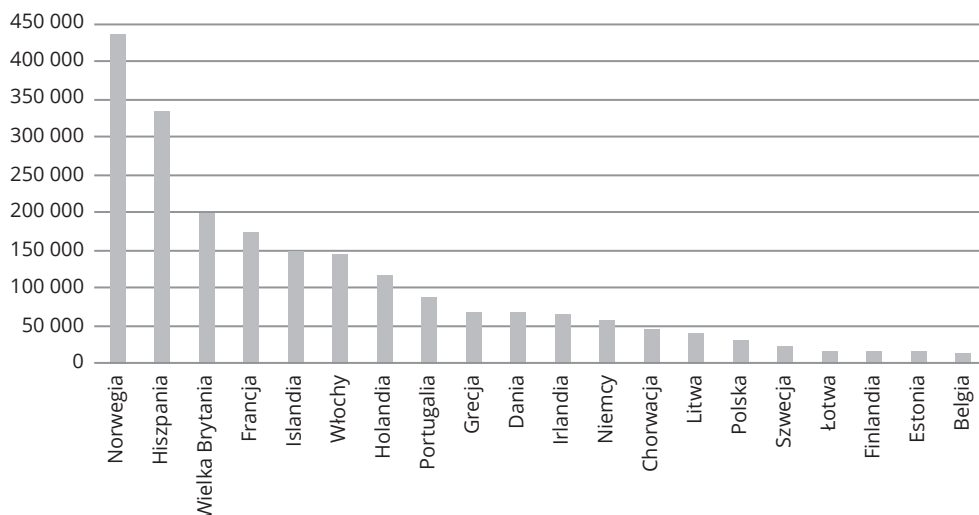
Obecne zainteresowanie energią odnawialną jest historycznie bezprecedensowe. Program Zielonego Nowego Ładu, wspierany zarówno przez Unię Europejską, jak i Stany Zjednoczone, kładzie ogromny nacisk na stosowanie ekologicznych źródeł energii. Wykorzystanie paliw kopalnych, zwłaszcza węgla, jest przedmiotem ożywionej debaty w Polsce. Znaczący wpływ na ceny ropy naftowej miała w ostatnim czasie również pandemia [Nyga-Łukaszewska, Aruga, 2020]. Wydobywanie węgla w istotny sposób oddziałuje na krajobraz, powodując zanieczyszczenie terenów, utrata różnorodności biologicznej i niezbędne projekty rekultywacji gruntów wymagają zaś czasu i wiążą się z wysokimi kosztami [Bian, Inyang, Daniels, Otto, Struthers, 2010; Hendrychová, Kabrna, 2016; Xiao, Hu, Fu, 2014]. Wydobywanie węgla powoduje również szkody w użytkach rolnych na terenach pokrywających się z obszarem wydobywania, z uszczerbkiem dla ilości i jakości produkcji rolnej [Hu i in., 2014]. Spadek produktywności gruntów

spowodowany zniszczeniami na terenach związanych z wydobywaniem węgla różni się w zależności od regionu [Li, Chiu, Lin, 2019]. Co ważne, Polska jest stosunkowo samowystarczająca w zaspokajaniu swojego zapotrzebowania na węgiel [Nyga-Łukaszewska, Aruga, Stala-Szlugaj, 2020].

### 3.4. Rybołówstwo

Dary ziemi i morza służyły ludzkości od zarania dziejów. Unia Europejska promuje zrównoważony rozwój jako zabezpieczenie przed zniszczeniem środowiska wskutek nieskrępowanej eksploatacji zasobów. W kontekście zrównoważonego rozwoju jako duży problem postrzega się przełowienie. Warto przyjrzeć się temu, które kraje czerpią największe korzyści z nadmiernej eksploatacji łowisk. Na rysunku 3.1 przedstawiono wielkość floty rybackiej krajów europejskich według tonażu brutto (GT). Norwegia zajmuje w tym zestawieniu 1. miejsce z 437 tys. GT, a na kolejnych pozycjach plasują się: Hiszpania (332 tys.), Wielka Brytania (198 tys.), Francja (172 tys.) i Islandia (149 tys.). Oczywiście wielkość floty rybackiej w Europie zależy od dostępu do Oceanu Atlantyckiego. Polska zajmuje 15. miejsce z 32 tys. GT. Należy zauważyć, że wyprzedza pod tym względem kraje skandynawskie – Szwecję (23 tys.) i Finlandię (16 tys.).

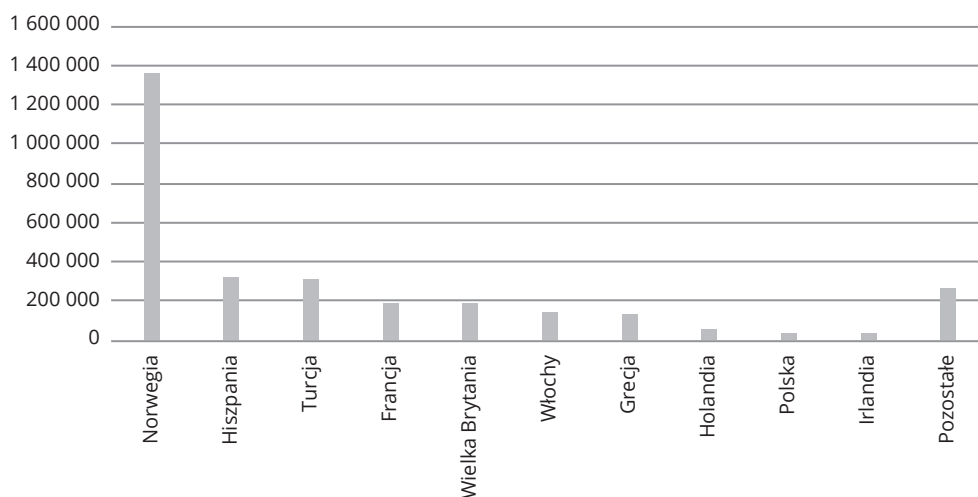
Rysunek 3.1. Wielkość floty rybackiej w 2019 r. (tony brutto)



Źródło: Eurostat [2021].

Na rysunku 3.2 przedstawiono z kolei wielkość produkcji akwakultury. OECD [2021] definiuje akwakulturę jako hodowlę organizmów wodnych, w tym ryb, mięczaków, skorupiaków i roślin wodnych. Hodowla wiąże się z pewną ingerencją w proces chowu w celu zwiększenia produkcji poprzez regularne zarybianie, karmienie, ochronę przed drapieżnikami itp. Oznacza to również indywidualną lub korporacyjną własność zasobów hodowlanych. Innymi słowy, akwakultura ma więcej wspólnego z hodowlą zwierząt gospodarskich niż z polowaniami. Norwegia również w tej kategorii zajmuje 1. miejsce, ale tym razem różnica między nią a innymi krajami jest znacznie większa (1,36 mln ton żywej wagi w przypadku Norwegii i 319 tys. dla Hiszpanii). Polska zajmuje w tym zestawieniu 9. miejsce z 37 tys., co plasuje ją przed Danią (11. miejsce, 32 tys.), Niemcami (12. miejsce, 32 tys.) i Islandią (16. miejsce, 19 tys.).

Rysunek 3.2. Produkcja akwakultury w 2018 r. (tony żywej wagi, z wyłączeniem wylęgarni i szkółek)



Źródło: Eurostat [2021].

### 3.5. Analiza porównawcza

W tabeli 3.1 przedstawiono zmienne wybrane do analizy porównawczej i modelu regresji liniowej. Regresory są pogrupowane w cztery kategorie: „ludność i urbanizacja” (trzy zmienne), „rolnictwo” (pięć zmiennych), „środowisko i woda” (pięć zmiennych) oraz „energia i zasoby naturalne” (pięć zmiennych). Tabela określa również jednostkę i datę najnowszych dostępnych danych. Z kolei tabela 3.2 zawiera wartości odnoszące się do wybranych obszarów geograficznych: trzech największych

gospodarek europejskich, czterech krajów Grupy Wyszehradzkiej, świata (średnia) i krajów o wysokim dochodzie (średnia).

Na tle wymienionych krajów Polska ma najniższy DNB na mieszkańca (15 350 USD) i zajmuje jednocześnie przedostatnie miejsce (przed Słowacją – 54%) pod względem stopnia urbanizacji (60%), który jest w Polsce znacznie niższy niż w krajach o wysokim dochodzie (81%). Gęstość zaludnienia jest najwyższa w Wielkiej Brytanii (275) i w Niemczech (237) – inne kraje, w tym Polska i Francja, wykazują pod tym względem średnie wartości. Odsetek ludności miejskiej mieszkającej w największym mieście jest, co wydaje się nieco zaskakujące, zdecydowanie najniższy w Niemczech (6%) i w Polsce (8%).

Jeśli chodzi o wykorzystanie gruntów do celów rolniczych, to wszystkie kraje mają dość podobne wskaźniki, z wyjątkiem Wielkiej Brytanii, która odznacza się jednocześnie najwyższym odsetkiem gruntów rolnych (72%) i najniższym odsetkiem gruntów ornym (25%). Niepokojące jest to, że Polska osiąga zdecydowanie najniższą wydajność pracy w rolnictwie w przeliczeniu na 1 pracownika, tj. 6870 USD, w porównaniu z 41 082 USD na Słowacji i 51 257 USD we Francji. Przyczyną tego stanu rzeczy może być bardzo wysokie zatrudnienie w rolnictwie w Polsce (10,6%).

Lesistość jest najwyższa na Słowacji (40,4%), ale Polska (30,9%) utrzymuje się pod tym względem nadal nieco powyżej średniej światowej (30,7%). Łądowe obszary chronione w Polsce stanowią 39,7% powierzchni lądowej ogółem, podczas gdy morskie obszary chronione obejmują 22,6% wód terytorialnych. Ten ostatni wskaźnik jest znacznie niższy niż w Niemczech (45,4%). Jeśli chodzi o roczny pobór wody słodkiej, to Polska osiąga pod tym względem o wiele niższy wynik (21,4% zasobów krajowych) niż Węgry (84,2%). Średnioroczny poziom emisji dwutlenku węgla na mieszkańca jest najwyższy w krajach o wysokim dochodzie (10,8 t). Wśród krajów Grupy Wyszehradzkiej Polska (7,5 t) zanieczyszcza powietrze bardziej niż Węgry (4,2 t) i Słowacja (5,7 t), ale mniej niż Czechy (9,2 t).

Porównanie danych odnoszących się do źródeł energii elektrycznej ujawnia wyraźne różnice. Jeśli chodzi o energetykę jądrową, to Polska (0%) plasuje się na ostatnim miejscu, podczas gdy Francja (77,6%) pozostaje liderem rankingu. W rzeczywistości Polska jest jedynym krajem w tym zestawieniu bez energetyki jądrowej, podczas gdy Słowacja (56,9%) i Węgry (52,2%) generują ponad połowę energii z tego źródła. Wykorzystanie węgla jest nadal powszechne, przy czym Polska (80,9%) jest od niego zdecydowanie najbardziej uzależniona, a kolejne miejsca w tym zestawieniu zajmują Czechy (53,1%) i Niemcy (44,3%). Francja skutecznie ograniczyła zużycie węgla (do 2,2%). Z drugiej strony w Polsce udział energii odnawialnej (12,7%) jest wyjątkowo duży i w tej kategorii Polska ustępuje tylko Niemcom (26,3%) i Wielkiej Brytanii (23%). Co więcej, Polska (0,8%) ma stosunkowo wysoką rentę surowcową w porównaniu

z Francją (0%), Niemcami (0,1%) i Czechami (0,3%). Wynika stąd, że Polska nadaje ciągle dość wysoki priorytet eksploatacji swoich zasobów naturalnych, w tym przede wszystkim węgla. Jej umiarkowane wysiłki na rzecz eliminowania paliw kopalnych koncentrują się na energii odnawialnej zamiast na energii jądrowej.

Tabela 3.1. Zmienne

Zmienna	Kategoria	Definicja	Jednostka	Data
GNI	rozwój gospodarczy	dochód narodowy brutto <i>per capita</i> , metodyka Atlas	USD	2019
POP1	ludność i urbanizacja	ludność miejska	% ogółu ludności	2018
POP2	ludność i urbanizacja	gęstość zaludnienia	liczba osób na km <sup>2</sup>	2019
POP3	ludność i urbanizacja	ludność w największym mieście	% ludności miejskiej	2018
AGR1	rolnictwo	użytkowanie gruntów: grunty orne	% powierzchni lądowej	2018
AGR2	rolnictwo	grunty rolne	% powierzchni lądowej	2014–2016
AGR3	rolnictwo	zużycie nawozów	kilogramy na hektar ziemi ornej	2014–2016
AGR4	rolnictwo	zatrudnienie w rolnictwie	% zatrudnienia ogółem	2014–2016
AGR5	rolnictwo	wydajność pracy w rolnictwie: wartość dodana na 1 pracownika	2010 USD	2016
ENV1	środowisko i woda	użytkowanie gruntów: obszary leśne	% powierzchni lądowej	2018
ENV2	środowisko i woda	lądowe obszary chronione	% powierzchni lądowej ogółem	2017
ENV3	środowisko i woda	morskie obszary chronione	% wód terytorialnych	2017
ENV4	środowisko i woda	roczny pobór wody słodkiej	% wód wewnętrznych	2014
ENV5	środowisko i woda	emisja dwutlenku węgla <i>per capita</i>	tony metryczne	2014
ENE1	energia i zasoby naturalne	zużycie energii <i>per capita</i>	kilogramy ekwiwalentu ropy naftowej	2014
ENE2	energia i zasoby naturalne	źródła produkcji energii elektrycznej: węgiel	% całości	2015
ENE3	energia i zasoby naturalne	źródła produkcji energii elektrycznej: źródła odnawialne	% całości	2015
ENE4	energia i zasoby naturalne	źródła produkcji energii elektrycznej: energia jądrowa	% całości	2015
ENE5	energia i zasoby naturalne	renta surowcowa ogółem	% PKB	2016

Źródło: World Bank [2021a, 2021b].

Tabela 3.2. Wartości

Zmienna	Świat	Kraje o wysokich dochodach	Niemcy	Francja	Wielka Brytania	Czechy	Węgry	Słowacja	Polska
GNI	11 571,0	45 354,0	48 580,0	42 450,0	42 220,0	21 940,0	16 500,0	19 210,0	<b>15 350,0</b>
POP1	55,0	81,0	77,0	80,0	83,0	74,0	71,0	54,0	<b>60,0</b>
POP2	58,0	35,0	237,0	122,0	275,0	138,0	107,0	113,0	<b>124,0</b>
POP3	16,0	19,0	6,0	20,0	16,0	16,0	25,0	15,0	<b>8,0</b>
AGR1	11,1	10,3	33,7	33,5	24,9	32,3	47,8	28,0	<b>35,3</b>
AGR2	37,0	35,0	48,0	52,0	72,0	45,0	58,0	39,0	<b>47,0</b>
AGR3	140,6	136,6	197,2	163,1	252,9	196,1	128,3	125,8	<b>172,8</b>
AGR4	28,3	3,3	1,3	2,9	1,1	2,9	5,0	2,9	<b>10,6</b>
AGR5	3351,0	34 171,0	47 249,0	51 257,0	47 672,0	24 996,0	24 078,0	41 082,0	<b>6870,0</b>
ENV1	30,7	29,0	32,7	31,2	13,1	34,6	22,9	40,4	<b>30,9</b>
ENV2	14,7	15,1	37,8	25,8	28,7	22,2	22,6	37,6	<b>39,7</b>
ENV3	11,4	23,2	45,4	45,0	28,9	b.d.	b.d.	b.d.	<b>22,6</b>
ENV4	b.d.	b.d.	30,8	14,9	5,5	12,5	84,2	4,4	<b>21,4</b>
ENV5	4,7	10,8	8,9	4,6	6,5	9,2	4,2	5,7	<b>7,5</b>
ENE1	1922,0	4677,0	3779,0	3659,0	2777,0	3915,0	2314,0	2943,0	<b>2473,0</b>
ENE2	39,2	28,6	44,3	2,2	22,8	53,1	19,5	12,5	<b>80,9</b>
ENE3	6,8	9,6	26,3	6,2	23,0	9,2	9,8	8,2	<b>12,7</b>
ENE4	8,1	17,1	14,3	77,6	20,9	32,5	52,2	56,9	<b>0,0</b>
ENE5	1,7	1,0	0,1	0,0	0,3	0,3	0,2	0,3	<b>0,8</b>

Źródło: World Bank [2021a, 2021b].

### 3.6. Liniowy model regresji

W prezentowanym opracowaniu zaproponowano pięć modeli regresji liniowej (szacowanych metodą najmniejszych kwadratów), w których wykorzystano dane przekrojowe. DNB jest zmienną zależną we wszystkich modelach. Modele 1–4 zawierają tylko regresory z poszczególnych kategorii. Model 5 obejmuje 17 regresorów. W tabeli 3.3 przedstawiono macierz korelacji dla zmiennych. Szczególnie interesująca jest pierwsza kolumna, pokazująca, które zmienne są dodatnio lub ujemnie związane z DNB na mieszkańca. Najsilniejszą dodatnią korelację odnotowuje się pod tym względem w przypadku zużycia energii (ENE1, 0,611), urbanizacji (POP1, 0,580) i emisji dwutlenku węgla (ENV5, 0,498). Zatrudnienie w rolnictwie (AGR4, –0,615) jako jedyne wykazuje natomiast silną korelację ujemną.



Tabela 3.3. Macierz korelacji Pearsona

	GNI	POP1	POP2	POP3	AGR1	AGR2	AGR3	AGR4	AGR5	ENV1	ENV2	ENV3	ENV4	ENV5	ENE1	ENE2	ENE3	ENE4	ENE5
GNI	-																		
POP1	0,580	-																	
POP2	0,310	0,210	-																
POP3	0,039	0,076	0,464	-															
AGR1	-0,033	-0,171	-0,012	-0,246	-														
AGR2	-0,230	-0,174	-0,156	-0,136	0,567	-													
AGR3	0,233	0,207	0,743	0,367	-0,126	-0,188	-												
AGR4	-0,615	-0,749	-0,156	0,047	0,071	0,204	-0,146	-											
AGR5	0,179	0,238	0,000	-0,015	-0,018	0,003	0,016	-0,216	-										
ENV1	-0,052	-0,012	-0,127	0,048	-0,249	-0,420	-0,049	0,026	-0,071	-									
ENV2	0,123	0,127	-0,011	-0,002	-0,056	-0,161	-0,067	-0,086	-0,025	0,316	-								
ENV3	0,245	0,268	-0,080	-0,264	0,058	0,017	-0,048	-0,326	0,047	0,134	0,352	-							
ENV4	0,003	0,081	0,375	0,092	-0,164	-0,156	0,199	-0,088	-0,026	-0,252	-0,157	-0,069	-						
ENV5	0,498	0,517	0,037	-0,008	-0,190	-0,274	0,204	-0,537	0,089	-0,108	0,051	0,114	0,306	-					
ENE1	0,611	0,511	0,077	0,052	-0,234	-0,349	0,193	-0,528	0,105	-0,088	0,019	0,051	0,237	0,877	-				
ENE2	-0,008	-0,038	0,056	-0,147	0,137	0,200	-0,054	-0,103	-0,058	-0,013	0,070	0,157	-0,154	0,031	-0,074	-			
ENE3	0,355	0,189	-0,071	-0,126	0,245	0,170	-0,052	-0,248	0,022	-0,022	0,210	0,196	-0,157	-0,063	0,061	-0,023	-		
ENE4	0,275	0,177	-0,052	-0,255	0,291	0,062	-0,050	-0,287	0,063	0,117	0,159	0,470	-0,090	0,049	0,128	0,034	0,063	-	
ENE5	-0,270	-0,190	-0,116	0,160	-0,222	-0,077	-0,052	0,372	-0,102	0,020	-0,114	-0,173	0,056	0,028	0,061	-0,175	-0,334	-0,223	-

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3.4. Zestawienie modeli

H	R	R <sup>2</sup>	Skorygowany R <sup>2</sup>	RMSE	N	ANOVA		
						df (rezydualna)	F	p
<b>Model 1 - ludność i urbanizacja</b>								
H <sub>0</sub>	0	0	0	19 777				
H <sub>1</sub>	0,664	0,441	0,429	14 938	146	142	37,378	<,001
<b>Model 2 - rolnictwo</b>								
H <sub>0</sub>	0	0	0	19 995				
H <sub>1</sub>	0,650	0,423	0,402	15 458	149	143	20,926	<,001
<b>Model 3 - środowisko i woda</b>								
H <sub>0</sub>	0	0	0	19 204				
H <sub>1</sub>	0,614	0,377	0,345	15 538	106	100	12,080	<,001
<b>Model 4 - energia i zasoby naturalne</b>								
H <sub>0</sub>	0	0	0	20 514				
H <sub>1</sub>	0,745	0,555	0,537	13 952	134	128	31,905	<,001
<b>Model 5 - duży model</b>								
H <sub>0</sub>	0	0	0	20 083				
H <sub>1</sub>	0,804	0,646	0,552	13 439	82	64	6,876	<,001

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3.5. Współczynniki modeli

Model	Niestandaryzowane	Błąd standardowy	Standaryzowane	t	p	95-procentowy przedział ufności		Statystyka współliniowości		
						dolna granica	górną granica	tolerancja	VIF	
<b>Model 1 - ludność i urbanizacja</b>										
H <sub>0</sub>	(wyraz wolny)	14 599,795	1636,729		8,920	<,001	11 364,865	17 834,724		
H <sub>1</sub>	(wyraz wolny)	-11 490,870	4440,916		-2,587	0,011	-20 269,723	-2712,018		
	POP1	489,369	57,033	0,554	8,580	<,001	376,626	602,113	0,944	1,059
	POP2	3,262	0,797	0,298	4,094	<,001	1,687	4,837	0,745	1,342
	POP3	-150,470	75,784	-0,141	-1,986	0,049	-300,281	-0,660	0,783	1,277
<b>Model 2 - rolnictwo</b>										
H <sub>0</sub>	(wyraz wolny)	15 894,295	1638,060		9,703	<,001	12 657,288	19 131,302		

Model		Niestandaryzowane	Błąd standardowy	Standaryzowane	t	p	95-procentowy przedział ufności		Statystyka współliniowości	
							dolna granica	górną granica	tolerancja	VIF
H <sub>1</sub>	(wyraz wolny)	29 762,938	2916,350		10,206	<,001	23 998,211	35 527,665		
	AGR1	90,900	109,977	0,065	0,827	0,410	-126,490	308,290	0,654	1,529
	AGR2	-96,405	75,398	-0,104	-1,279	0,203	-245,442	52,633	0,613	1,632
	AGR3	1,251	0,514	0,159	2,435	0,016	0,235	2,266	0,950	1,053
	AGR4	-528,712	62,483	-0,571	-8,462	<,001	-652,221	-405,202	0,886	1,129
	AGR5	0,009	0,012	0,046	0,706	0,481	-0,016	0,033	0,949	1,054
<b>Model 3 – środowisko i woda</b>										
H <sub>0</sub>	(wyraz wolny)	17 541,698	1865,257		9,404	<,001	13 843,237	21 240,159		
H <sub>1</sub>	(wyraz wolny)	5501,286	3545,145		1,552	0,124	-1532,181	12 534,753		
	ENV1	-54,727	71,714	-0,066	-0,763	0,447	-197,006	87,553	0,827	1,209
	ENV2	186,689	170,934	0,103	1,092	0,277	-152,440	525,817	0,696	1,437
	ENV3	339,359	118,940	0,259	2,853	0,005	103,385	575,332	0,757	1,321
	ENV4	-3,774	2,215	-0,147	-1,704	0,091	-8,168	0,620	0,841	1,189
	ENV5	1455,636	242,02	0,509	6,015	<,001	975,475	1935,797	0,871	1,149
<b>Model 4 – energia i zasoby naturalne</b>										
H <sub>0</sub>	(wyraz wolny)	17 168,284	1772,111		9,688	<,001	13 663,116	20 673,451		
H <sub>1</sub>	(wyraz wolny)	4024,699	2437,102		1,651	0,101	-797,523	8846,921		
	ENE1	4,179	0,411	0,612	10,165	<,001	3,366	4,993	0,959	1,043
	ENE2	8,140	48,427	0,010	0,168	0,867	-87,680	103,961	0,959	1,043
	ENE3	470,768	116,462	0,255	4,042	<,001	240,328	701,209	0,874	1,144
	ENE4	222,366	94,201	0,145	2,361	0,020	35,973	408,759	0,928	1,078
	ENE5	-463,63	187,789	-0,162	-2,469	0,015	-835,203	-92,056	0,804	1,244
<b>Model 5 – duży model</b>										
H <sub>0</sub>	(wyraz wolny)	18 923,780	2217,754		8,533	<,001	14 511,146	23 336,415		
H <sub>1</sub>	(wyraz wolny)	14 33,358	14 804,378		0,097	0,923	-28 141,787	31 008,502		
	POP1	222,585	150,419	0,206	1,480	0,144	-77,912	523,082	0,286	3,491
	POP2	-1,306	8,242	-0,018	-0,158	0,875	-17,771	15,160	0,430	2,324
	POP3	-99,453	142,256	-0,067	-0,699	0,487	-383,641	184,736	0,604	1,655

cd. tabeli 3.5

Model	Niestandaryzowane	Błąd standardowy	Standaryzowane	<i>t</i>	<i>p</i>	95-procentowy przedział ufności		Statystyka współliniowości	
						dolna granica	górną granica	tolerancja	VIF
AGR1	11,714	165,737	0,008	0,071	0,944	-319,384	342,812	0,403	2,482
AGR2	-131,149	108,252	-0,137	-1,212	0,230	-347,406	85,108	0,430	2,327
AGR3	-0,177	2,589	-0,007	-0,068	0,946	-5,349	4,996	0,529	1,890
AGR4	-79,654	206,586	-0,062	-0,386	0,701	-492,356	333,049	0,215	4,661
AGR5	0,004	0,011	0,025	0,308	0,759	-0,019	0,026	0,852	1,174
ENV1	-37,456	104,958	-0,040	-0,357	0,722	-247,133	172,221	0,450	2,221
ENV2	-70,370	192,518	-0,035	-0,366	0,716	-454,969	314,229	0,615	1,626
ENV3	216,198	156,679	0,135	1,380	0,172	-96,805	529,201	0,580	1,725
ENV4	-2,316	2,742	-0,094	-0,845	0,402	-7,793	3,162	0,443	2,259
ENE1	3,255	0,907	0,486	3,588	<,001	1,443	5,068	0,301	3,323
ENE2	48,160	78,787	0,056	0,611	0,543	-109,234	205,555	0,650	1,538
ENE3	399,205	144,634	0,250	2,760	0,008	110,265	688,146	0,671	1,490
ENE4	79,518	148,318	0,052	0,536	0,594	-216,781	375,817	0,583	1,716
ENE5	-554,424	395,243	-0,151	-1,403	0,166	-1344,013	235,165	0,475	2,104

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3.4 zawiera zestawienie analizowanych modeli. Wszystkie one są statystycznie istotne na poziomie 0,1%. Model 5 ma mniejszą liczbę stopni swobody (*df*) ze względu na większą liczbę regresorów i mniejszą liczebność próby. Odnacza się on również najwyższym skorygowanym współczynnikiem  $R^2$  (0,552) i najniższym błędem statystycznym.

W tabeli 3.5 zaprezentowano z kolei współczynniki opisujące wszystkie modele. Model 1 zawiera wyłącznie zmienne związane z urbanizacją. Urbanizacja (POP1) i gęstość zaludnienia (POP2) są statystycznie istotne na poziomie 0,1%, a liczba ludności największego miasta (POP3) jest statystycznie istotna na poziomie 5%. Współczynniki dla POP1 i POP2 mają wartość dodatnią, a współczynnik dla POP3 przyjmuje wartość ujemną. Urbanizacja (POP1) wykazuje największy wpływ na DNB przy współczynniku standaryzowanym równym 0,554.

Model 2 uwzględnia zmienne dotyczące rolnictwa. Istotne statystycznie są tylko dwie zmienne: zużycie nawozów (AGR3) na poziomie istotności 5% oraz zatrudnienie w rolnictwie (AGR4) na poziomie 0,1%. Pierwsza z nich ma niewielki dodatni wpływ na DNB, a druga wykazuje silny ujemny wpływ przy współczynniku standaryzowanym równym 0,571.

Model 3 opisuje wpływ środowiska i zasobów wodnych. Podobnie jak w przypadku poprzedniego modelu istnieją tu dwie statystycznie istotne zmienne: morskie obszary chronione (ENV3, poziom 1%) oraz emisja dwutlenku węgla na mieszkańca (ENV5, poziom 0,1%). Oba mają dodatni związek z DNB, ale współczynnik standaryzowany emisji dwutlenku węgla na mieszkańca jest najwyższy (0,509).

Model 4 dotyczy produkcji energii i eksploatacji zasobów naturalnych. Jedyną zmienną nieistotną statystycznie jest tu zużycie węgla (ENE2). Energia jądrowa (ENE4) i renta surowcowa ogółem (ENE5) są istotne na poziomie 5%, podczas gdy zużycie energii na mieszkańca (ENE1) i energii odnawialnej (ENE3) to zmienne istotne na poziomie 0,1%. Zużycie energii na mieszkańca ma silny dodatni wpływ na DNB przy współczynniku standaryzowanym równym 0,612.

Model 5 obejmuje wszystkie zmienne oprócz jednej. Aproksymanty dla aktywności gospodarczej na mieszkańca (ENV5 i ENE1) nie mogą znajdować się w tym samym modelu, ponieważ istnieje między nimi bardzo wysoka wielowspółliniowość mierzona czynnikiem inflacji wariancji (VIF). Obie są statystycznie istotne, jeśli są uwzględnione w modelu, ale model z ENE1 ma nieco wyższy skorygowany współczynnik  $R^2$  (0,552 w porównaniu z 0,524). W związku z tym model obejmuje ostatecznie zużycie energii na mieszkańca (ENE1), lecz nie emisję dwutlenku węgla na mieszkańca (ENV5). Ponadto, ze względu na dostępność danych dla wszystkich 17 regresorów, model ten ma najniższą liczebność próby na poziomie 82. Model 5 zawiera dwa statystycznie istotne regresory: zużycie energii na mieszkańca (ENE1) na poziomie 0,1% i energię odnawialną (ENE3) na poziomie 1%. Inne regresory tracą istotność, co dotyczy zarówno urbanizacji (POP1), jak i zatrudnienia w rolnictwie (AGR4). Standaryzowany współczynnik ENE1 wynosi 0,486 (co stanowi znaczący spadek w porównaniu z 0,612 w modelu 4), a ENE3 wynosi 0,250 (niewielki spadek z 0,255).

Widać, że włączenie zmiennych w postaci energii i zasobów naturalnych do największego modelu przekłada się na niższą istotność pozostałych zmiennych. Co ważne, żaden model nie wskazuje na istotność statystyczną zużycia węgla w kontekście polityki energetycznej i aspiracji Polski. Model 2 ujawnia silny ujemny wpływ zatrudnienia w rolnictwie na DNB na mieszkańca, co może niepokoić, ponieważ Polska (10,6%) plasuje się w tej kategorii bardzo wysoko w porównaniu z rozwiniętymi gospodarkami europejskimi. Wyłączając aproksymanty dla działalności gospodarczej na mieszkańca, model 5 pokazuje, że energia odnawialna jest najważniejszym motorem rozwoju kraju. Co istotniejsze, choć Polska pod wieloma względami pozostaje w tyle za krajami o wysokim dochodzie, to wyprzedza je w tej kategorii (12,7% w porównaniu z 9,6%). Powodem tego jest najprawdopodobniej silny w polskim społeczeństwie strach przed energetyką jądrową. Rezultat oddziaływania tego zjawiska jest jednak taki, że Polska zajmuje wysokie miejsce pod względem jednego z najważniejszych aspektów rozwoju.

### 3.7. Podsumowanie

Eksploracja zasobów ziemi i wody wiąże się z wieloma ważnymi kwestiami stojącymi przed współczesnymi gospodarkami, w tym urbanizacją, rolnictwem i produkcją energii. Wraz z pracą i kapitałem tworzą one trzy czynniki produkcji kluczowe z perspektywy klasycznej teorii wzrostu gospodarczego.

Oparta na przeglądzie literatury analiza empiryczna obejmuje zmienną zależną opisującą rozwój gospodarczy i 18 regresorów związanych z zasobami ziemi i wody, pogrupowanych w cztery kategorie: „ludność i urbanizacja”, „rolnictwo”, „środowisko i woda” oraz „energia i zasoby naturalne”. Analiza porównawcza koncentruje się głównie na trzech największych gospodarkach europejskich, czterech krajach Grupy Wyszehradzkiej, średniej światowej i średniej dla krajów o wysokim dochodzie.

Polska nadal priorytetowo traktuje wydobycie węgla. Umiarkowane wysiłki na rzecz wyparcia paliw kopalnych koncentrują się na energii odnawialnej zamiast na energii jądrowej – Polska jest jedynym krajem w zaprezentowanym zestawieniu, który nie posiada energetyki jądrowej. Inne wskaźniki, w przypadku których Polska notuje stosunkowo niskie wartości, to DNB na mieszkańca, urbanizacja i wydajność rolnictwa. Ta ostatnia ma szczególne znaczenie z uwagi na wysoki poziom zatrudnienia w tym sektorze. Mimo powszechnego stosowania węgla Polska charakteryzuje się umiarkowanym poziomem emisji dwutlenku węgla, utrzymującym się poniżej średniej dla krajów o wysokim dochodzie. Ludność Warszawy stanowi niewielki odsetek całkowitej liczby ludności miejskiej w porównaniu z innymi krajami (z wyłączeniem Niemiec), co jest nieco zaskakujące, zważywszy na rolę tego miasta w gospodarce narodowej. Lesistość w Polsce przekracza średnią światową. Pozycja Polski w obszarze produkcji akwakultury jest stosunkowo silna, a pozycja floty rybackiej zbliżona do średniej.

Z macierzy korelacji Pearsona wynika, że zużycie energii na mieszkańca, urbanizacja i emisja dwutlenku węgla na mieszkańca wykazują silną dodatnią korelację z DNB na mieszkańca. Z drugiej strony zatrudnienie w rolnictwie wykazuje silną ujemną korelację. Zaprezentowane w opracowaniu modele 1–4 pokazują statystycznie istotny pozytywny wpływ urbanizacji, gęstości zaludnienia, zużycia nawozów, morskich obszarów chronionych, emisji dwutlenku węgla na mieszkańca, energii jądrowej, zużycia energii na mieszkańca i energii odnawialnej. Modele 1–4 wskazują również na występowanie statystycznie istotnego ujemnego wpływu zatrudnienia w rolnictwie, ludności miejskiej największego miasta i renty surowcowej ogółem. Model 5 ma najwięcej regresorów i najwyższy skorygowany  $R^2$ . Tylko dwa regresory zastosowane w tym modelu wykazują istotność statystyczną: zużycie energii na mieszkańca

i energia odnawialna. W obu przypadkach współczynniki mają wartość dodatnią. W kontekście polityki energetycznej Polski należy zauważyć, że żaden model nie pokazuje statystycznej istotności zużycia węgla.

## Bibliografia

- Alcamo, J., Flörke, M., Märker, M. (2007). Future Long-Term Changes in Global Water Resources Driven by Socio-Economic and Climatic Changes, *Hydrological Sciences Journal*, 52(2), s. 247–275. DOI: 10.1623/hysj.52.2.247.
- Alderson, A.S., Beckfield, J. (2004). Power and Position in the World City System, *American Journal of Sociology*, 109(4), s. 811–851. DOI: 10.1086/378930.
- Bian, Z., Inyang, H.I., Daniels, J.L., Otto, F., Struthers, S. (2010). Environmental Issues from Coal Mining and Their Solutions, *Mining Science and Technology (China)*, 20(2), s. 215–223. DOI: 10.1016/S1674-5264(09)60187-3.
- Brown, C., Lall, U. (2006). Water and Economic Development: The Role of Variability and a Framework for Resilience, *Natural Resources Forum*, 30(4), s. 306–317. DOI: 10.1111/j.1477-8947.2006.00118.x.
- Cheeseman, N., Gramont, D. de (2017). Managing a Mega-City: Learning the Lessons from Lagos, *Oxford Review of Economic Policy*, 33(3), s. 457–477. DOI: 10.1093/oxrep/grx033.
- Distefano, T., Kelly, S. (2017). Are We in Deep Water? Water Scarcity and Its Limits to Economic Growth, *Ecological Economics*, 142, s. 130–147. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.06.019.
- Dzun, O. (2014). Produkcyjne wykorzystanie zasobów ziemi rolnej w gospodarstwach rolnych z uwzględnieniem ich form prawno-organizacyjnych, *Wies i Rolnictwo*, 165, s. 61–81.
- Dzun, W. (2012). Zmiany skali wykorzystania zasobów gruntów rolnych w Polsce w procesie przemian systemowych i integracji z Unią Europejską, *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 1, s. 18–39.
- Emilia, M., Toma, L., Sanduleac, M. (2017). The Smart City Concept in the 21st Century, *Procedia Engineering*, 181, s. 12–19. DOI: 10.1016/j.proeng.2017.02.357.
- Eurostat (2021). *Fisheries*, <https://ec.europa.eu/eurostat/web/fisheries> (dostęp: 1.09.2021).
- Górka, K. (2014). Zasoby naturalne jako czynnik rozwoju społeczno-gospodarczego, *Gospodarka w Praktyce i Teorii*, 36, s. 35–51. DOI: 10.18778/1429-3730.36.03.
- Hall, P., Pain, K. (Eds.). (2006). *The Polycentric Metropolis: Learning from Mega-City Regions in Europe*. London: Routledge.
- Hendrychová, M., Kabrna, M. (2016). An Analysis of 200-Year-Long Changes in a Landscape Affected by Large-Scale Surface Coal Mining: History, Present and Future, *Applied Geography*, 74, s. 151–159. DOI: 10.1016/j.apgeog.2016.07.009.
- Hu, Z., Yang, G., Xiao, W., Li, J., Yang, Y., Yu, Y. (2014). Farmland Damage and Its Impact on the Overlapped Areas of Cropland and Coal Resources in the Eastern Plains of China, *Resources, Conservation and Recycling*, 86, s. 1–8. DOI: 10.1016/j.resconrec.2014.01.002.

- Kagan, A., Ziętara, W. (2018). Ekonomiczna efektywność gospodarowania w zależności od formy własności użytkowanej ziemi, *Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich*, 105(2), s. 25–37. DOI: 10.22630/RNR.2018.105.2.13.
- Kowalski, A.M. (2010). Kooperacja w ramach klastrów jako czynnik zwiększenia innowacyjności i konkurencyjności regionów, *Gospodarka Narodowa. The Polish Journal of Economics*, 240 (5–6), s. 1–17.
- Kowalski, A.M. (2013). *Znaczenie klastrów dla innowacyjności gospodarki w Polsce*. Warszawa: Oficyna Wydawnicza SGH.
- Li, Y., Chiu, Y., Lin, T.Y. (2019). Coal Production Efficiency and Land Destruction in China's Coal Mining Industry, *Resources Policy*, 63, s. 101449. DOI: 10.1016/j.resourpol.2019.101449.
- Lis, A.M., Kowalski, A.M., Mackiewicz, M. (2021). Smart Specialization through Cluster Policy: Evidence from Poland and Germany. W: *Partnerships for Regional Innovation and Development: Implementing Smart Specialization in Europe* (s. 218–245), M. Gancarczyk, A. Ujwary-Gil, M. González-López (Eds.). London: Routledge.
- Mackiewicz, M. (2019). Role of Clusters in the Polish Innovation System, *Central European Economic Journal*, 6(53), s. 305–310. DOI: 10.2478/ceej-2019-0021.
- Małecki, Z.J., Gołębiak, P. (2012). Zasoby wodne Polski i świata, *Zeszyty Naukowe. Inżynieria Łądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska*, 7, s. 50–56.
- Marks-Bielska, R. (2013). Factors Shaping the Agricultural Land Market in Poland, *Land Use Policy*, 30(1), s. 791–799. DOI: 10.1016/j.landusepol.2012.06.003.
- Mioduszewski, W. (2006). Woda na obszarach wiejskich, *Woda. Środowisko. Obszary Wiejskie*, 16, s. 93–100.
- Nyga-Lukaszewska, H., Aruga, K. (2020). Energy Prices and COVID-Immunity: The Case of Crude Oil and Natural Gas Prices in the US and Japan, *Energies*, 13(23), s. 6300. DOI: 10.3390/en13236300.
- Nyga-Lukaszewska, H., Aruga, K., Stala-Szlugaj, K. (2020). Energy Security of Poland and Coal Supply: Price Analysis, *Sustainability*, 12(6), s. 2541. DOI: 10.3390/su12062541.
- Ochoa, J.J., Tan, Y., Qian, Q.K., Shen, L., Moreno, E.L. (2018). Learning from Best Practices in Sustainable Urbanization, *Habitat International*, 78, s. 83–95. DOI: 10.1016/j.habitatint.2018.05.013.
- OECD (2021). *OECD Glossary of Statistical Terms*, <https://stats.oecd.org/glossary/> (dostęp: 17.09.2021).
- Pierzgalski, E. (2008). Relacje między lasem a wodą – przegląd problemów, *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 18, s. 13–23.
- Rosner, A. (2014). Migracje wewnętrzne i ich związek z przestrzennym zróżnicowaniem rozwoju społeczno-gospodarczego wsi, *Wieś i Rolnictwo*, 162(1), s. 63–79.
- Szczech-Pietkiewicz, E. (2015). Smart city – próba definicji i pomiaru, *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 391, s. 71–82.



- Szwed, M., Karg, G., Pińskwar, I., Radziejewski, M., Graczyk, D., Kędziora, A., Kundzewicz, Z.W. (2010). Climate Change and Its Effect on Agriculture, Water Resources and Human Health Sectors in Poland, *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 10(8), s. 1725–1737. DOI: 10.5194/nhess-10-1725-2010.
- Szymańska, J. (2015). Ubytek ziemi rolniczej w Polsce w długim okresie (wybrane problemy), *Czasopismo Roczniki Ekonomiczne Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej w Bydgoszczy*, 8, s. 145–163.
- Taylor, P.J. (2001). Specification of the World City Network, *Geographical Analysis*, 33(2), s. 181–194. DOI: 10.1111/j.1538-4632.2001.tb00443.x.
- World Bank (2021a). *World Development Indicators*, <http://wdi.worldbank.org/table/> (dostęp: 1.09.2021).
- World Bank (2021b). *Databank*, <https://databank.worldbank.org/> (dostęp: 1.09.2021).
- Wu, J. (2010). Urban Sustainability: An Inevitable Goal of Landscape Research, *Landscape Ecology*, 25, s. 1–4. DOI: 10.1007/s10980-009-9444-7.
- Xiao, W., Hu, Z., Fu, Y. (2014). Zoning of Land Reclamation in Coal Mining Area and New Progresses for the Past 10 Years, *International Journal of Coal Science Technology*, 1(2), s. 177–183. DOI: 10.1007/s40789-014-0024–3.
- Ziernicka-Wojtaszek, A. (2015). Klimatyczny bilans wodny na obszarze Polski w świetle współczesnych zmian klimatu, *Woda. Środowisko. Obszary Wiejskie*, 52, s. 93–100.
- Ziętara, W. (2008). Wewnętrzne uwarunkowania rozwoju polskiego rolnictwa, *Roczniki Nauk Rolniczych. Seria G: Ekonomika Rolnictwa*, 94, s. 80–94.
- Żróbek-Różańska, A., Zysk, E. (2015). Czy rozlewające się miasto odmładza podmiejską wieś? Studium podolsztyńskich gmin wiejskich, *Wieś i Rolnictwo*, 169(4), s. 123–137.
- Żurek, G. (2008). Zasoby wodne Polski. Obecne i przyszłe wyzwania dla praktyki rolniczej, *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 2, s. 33–40.