

# **ROLNICTWO A ŚRODOWISKO**

**Bioróżnorodność i innowacje  
środowiskowe w rozwoju rolnictwa**

**Barbara Gołębiwska  
Aleksandra Chlebicka  
Mariusz Maciejczak**

Warszawa 2016



Barbara Gołębiewska, Aleksandra Chlebicka,  
Mariusz Maciejczak

Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego  
Wydział Nauk Ekonomicznych

# ROLNICTWO A ŚRODOWISKO

Bioróżnorodność i innowacje  
środowiskowe w rozwoju rolnictwa

Warszawa 2016

Recenzenci:

Dr hab. Mariusz Matyka, prof. IUNG-PIB Puławy

Dr hab. Piotr Bórawski, UWM w Olsztynie

Copyright: Wydział Nauk Ekonomicznych SGGW w Warszawie

ISBN 978-83-62815-33-3

Zdjęcie na okładce: Mariusz Maciejczak

Wydawnictwo Wieś Jutra

ul. Bruzdowa 112 F

02-991 Warszawa

[www.wiesjutra.pl](http://www.wiesjutra.pl)

Nakład 200 egz., ark. wyd. 8,0, ark druk. 7,5

# Spis treści

PRZEDMOWA.....	5
1. ZAGADNIENIA WSTĘPNE .....	7
1.1. Zakres pracy, cele i metody badań.....	7
1.2. Zarys problematyki i przedmiotu badań.....	8
2. ROZWÓJ ROLNICTWA I JEGO WPŁYW NA ŚRODOWISKO.....	15
2.1. Zarys rozwoju rolnictwa .....	15
2.2. Uwarunkowania produkcji rolniczej .....	17
2.2.1. Przyrodnicze uwarunkowania działalności rolniczej.....	17
2.2.2. Otoczenie rolnictwa i jego znaczenie w rozwoju gospodarstw .....	18
2.3. Zasoby przyrody i ich wykorzystywanie w rolnictwie – korzyści i zagrożenia.....	20
2.3.1. Zasoby ziemi wykorzystywane przez rolnictwo.....	23
2.3.2. Grunty zdewastowane oraz nieużytki i ich rola w środowisku .....	31
2.3.3. Usługi ekosystemowe a tereny chronione i ich znaczenie dla rolnictwa.....	37
3. EWOLUCJA FUNKCJI ROLNICTWA.....	44
3.1. Produkcyjne funkcje rolnictwa.....	44
3.2. Pozaprodukcyjne funkcje rolnictwa.....	46
4. RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNA I JEJ OCHRONA, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ROLNICTWA .....	51
4.1. Definicje i poziomy różnorodności biologicznej .....	51
4.2. Znaczenie bioróżnorodności i jej zagrożenia .....	54

4.3. Zależności między bioróżnorodnością a rolnictwem i ich pomiar.....	59
4.4. Czynniki wpływające na różnorodność biologiczną ekosystemów rolniczych w Polsce .....	62
4.5. Strategiczne ramy Wspólnej Polityki Rolnej dotyczące bioróżnorodności .....	66
4.6. Instrumenty ochrony bioróżnorodności we Wspólnej Polityce Rolnej .....	68
5. INNOWACYJNOŚĆ SEKTORA ROLNEGO W ZAKRESIE ZMIAN KLIMATU I OCHRONY ŚRODOWISKA .....	79
5.1. Zmiany paradygmatu rozwoju rolnictwa .....	80
5.2. Innowacje w kontekście zrównoważonego rozwoju .....	84
5.3. Modele innowacyjności .....	85
5.4. Innowacje w produkcji rolniczej na rzecz ochrony środowiska i przeciwdziałania zmianom klimatu .....	91
5.5. Biotechnologia .....	93
5.6. Nanotechnologia .....	96
5.7. Robotyka i technologie informacyjno-komunikacyjne.....	98
5.8. Ocena stopnia dyfuzji innowacji środowiskowych w sektorze rolnym .....	101
5.9. Problemy i wyzwania dla rozwoju rolnictwa przy wykorzystaniu innowacji środowiskowych.....	103
6. PODSUMOWANIE .....	106
LITERATURA .....	108

## PRZEDMOWA

Powiązania między naturą i działalnością gospodarczą człowieka uznawane są obecnie za jeden z głównych tematów zainteresowań ludzkości w kontekście kształtowania współczesnego środowiska życia. Zmiany zachodzące w otoczeniu człowieka następują tak szybko (w każdej dziedzinie), że kwestie dotyczące ochrony środowiska, w tym bioróżnorodności, stają się nieaktualne lub wymagają bieżącego uzupełniania. Przykładem mogą być dotychczas wskazywane czynniki rozwoju społecznego czy gospodarczego. Dotychczasowe podejście do zasobów przyrody jako dóbr wolnych, pozwalało przyjmować, że środowisko pełni rolę służebną w stosunku do człowieka. Okazuje się, że człowiek nadwyreżył „tej służebności”. Wiele gatunków roślin i zwierząt wymarło z powodu rozwoju przemysłu, rolnictwa i produkcji syntetycznej, a przede wszystkim z powodu zanieczyszczeń. Słusznym w tym miejscu jest przytoczenie słów Ralpha Waldo Emersona, który stwierdził już w XIX wieku, że „Rasa ludzka umrze na cywilizację” [<http://www.geoengineeringwatch.org>].

Powstało wiele publikacji o tematyce środowiskowej w kontekście jej ochrony, związanych z prowadzeniem działalności rolniczej (m.in. prace naukowców z IERiGŻ-PIB na temat zrównoważonego rolnictwa, czy opracowania badaczy IUNG-PIB w Puławach). Opisują one problem z różnych punktów widzenia. Problem jest jednak na tyle ważny, że każde opracowanie w tym zakresie przyczynia się do rozpowszechniania wiedzy na temat działalności rolniczej i zagrożeń zeń płynących. Rozwój sytuacji w zakresie zagrożeń środowiskowych postępuje tak szybko, że podnoszenie świadomości społecznej w tej kwestii nie budzi wątpliwości. Dlatego w ocenie autorów tego opracowania każda praca dotycząca kwestii ochrony i kształtowania środowiska w kontekście postępu cywilizacyjnego (w tym gospodarczego) wydaje się mieć znaczenie. Autorzy mają nadzieję, że czytelnik znajdzie w publikacji interesujące kwestie, które pomogą wyrobić sobie własny pogląd w sprawie możliwości i faktycznych działań w zakresie ochrony środowiska oraz wykorzystania innowacji środowiskowych w ochronie bioróżnorodności. Szczególnie dużą rolę w kształtowaniu bioróżnorodności odgrywało i odgrywa rolnictwo. Jest ono podstawą wielu

ekosystemów, które charakteryzują się bogatą bioróżnorodnością. Przyczynia się przez to do utrzymania różnorodności gatunków.

W opinii autorów opracowania, nie można oczekiwać jedynie samoistnych zmian sytuacji. Dlatego próbowano znaleźć odpowiedź m.in. na pytania: jakie są efekty dotychczasowych działań, co osiągnięto, co należy jeszcze zrobić w najważniejszych kwestiach zachowania stanu środowiska w odpowiedniej formie. Szczególną uwagę zwrócono na zagadnienie ochrony środowiska z zakresie zachowania bioróżnorodności oraz wykorzystania innowacji środowiskowych w rolnictwie.

Nadrzędną cechą przyrody jest jej różnorodność, która gwarantuje utrzymanie równowagi na poziomie osobników, gatunków i ekosystemów. W ostatnim czasie bardzo wzrosło znaczenie jej utrzymywania. Utrata bioróżnorodności stanowi zagrożenie dla właściwego funkcjonowania naszej planety, w dalszej konsekwencji – dla gospodarki i ludzkości [GIOŚ 2010]. Zwiększenie unijnych standardów środowiskowych oraz wzrost zainteresowania żywnością dobrej jakości, spowodowały, że również rolnicy dostrzegają zagrożenie dla środowiska w dotychczas stosowanych metodach produkcji. Podkreśla się także, że wprowadzanie nowych rozwiązań w zakresie stosowanych metod produkcji w rolnictwie wymaga „więcej wysiłków w dziedzinie badań, aby lepiej zrozumieć interakcje zarządzania rolnego z bioróżnorodnością oraz aby rolnictwo respektowało w jeszcze większym stopniu środowisko” [Copa-Cogeca 2010].

Wskazane jest w tej sytuacji przedstawienie poglądów różnych autorów (niekiedy bardzo zróżnicowanych), ich badań i wyników, w celu szerszego zobrazowania i zrozumienia omawianych zagadnień. Dlatego w opracowaniu podjęto próbę zestawienia specyficznych zagadnień dotyczących bioróżnorodności w kontekście innowacji środowiskowych w rolnictwie. Współcześnie rolnictwo staje przed wyborem kierunku dalszego rozwoju. Niezmiernie ważne jest więc śledzenie dróg i możliwości tego rozwoju, z uwzględnieniem przesłanek dotyczących instrumentów polityki wspomagających racjonalny wybór. Mimo wielu opracowań w zakresie zagrożeń środowiskowych brakuje prac, które odpowiadałyby zagadnieniom bioróżnorodności i innowacjom środowiskowym w rolnictwie. Jak wskazuje H. Rogall [2010], uderzająca niechęć do innowacji świadczy o braku woli reform w zakresie zrównoważonego rozwoju gospodarki.

# 1. ZAGADNIENIA WSTĘPNE

## 1.1. Zakres pracy, cele i metody badań

Celem opracowania jest zebranie, wyjaśnienie i ocena zagadnień dotyczących zagrożeń dla środowiska ze strony rolnictwa, ze szczególnym zwróceniem uwagi na zachowanie bioróżnorodności oraz ocena podejścia do innowacji w rolnictwie (od tworzenia postępu do ochrony środowiska przed negatywnymi skutkami tego postępu). Na wstępie zwrócono uwagę na tendencje w rozwoju rolnictwa i zmiany, które dokonały się w zakresie produkcji rolniczej w ujęciu historycznym. Wskazano także na konflikty występujące w procesie wykorzystania zasobów naturalnych w działalności rolniczej i zmiany jakie dokonały się w funkcjach rolnictwa w kontekście zagrożeń środowiskowych. Zwrócono uwagę na czynniki wpływające na bioróżnorodność oraz na rolę i znaczenie innowacji środowiskowych w przeciwdziałaniu negatywnym zmianom w zakresie bioróżnorodności.

W zakresie innowacji środowiskowych dokonano diagnozy stanu obecnego dyfuzji innowacji w sektorze rolnym, które odpowiadają na wyzwania związane z ochroną środowiska i zmianami klimatu. Celem dodatkowym jest określenie perspektyw rozwoju sektora rolnego w oparciu o innowacje środowiskowe. Z uwagi na to, że analizie poddano rozwiązania bezpośrednio oddziałujące na środowisko naturalne, które co do zasady związane są z pozytywnymi środowiskowymi efektami zewnętrznymi, za punkt odniesienia przyjęto innowacje w sferze technologicznej i będące ich następstwem innowacje organizacyjne. Ujęcie takie nie wyklucza jednocześnie faktu, że obok udoskonaleń technologicznych czy organizacyjnych, przekładających się pośrednio lub bezpośrednio na kwestie ekonomiczne, innowacje mają najczęściej także wymiar społeczny. Dlatego należy podkreślić, że kształtowanie warunków dla działalności innowacyjnej zależy w istotnej mierze od kapitału społecznego i aspekt ten jest również przedmiotem rozważań.

Źródłem materiałów do badań były dane i analizy GUS, EUROSTAT, Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi (MRiRW), Ministerstwa Środowiska (MŚ), które wykorzystano w ramach pogłębionego i krytycznego przeglądu literatury przedmiotu. Wykorzystano także źródła pierwotne. Stanowiły je analizy pozwalające



na określenie stopnia dyfuzji innowacji środowiskowych do praktyki rolniczej oraz możliwości rozwoju rolnictwa przy ich wykorzystaniu.

## 1.2. Zarys problematyki i przedmiotu badań

W XXI wieku człowiek stanął przed problemem wyboru sposobu funkcjonowania w następnych latach, wskazując na nieodległą przyszłość. Podnosi się obecnie kwestię, że za kilkanaście czy kilkadziesiąt lat negatywne skutki obecnego kształtu działań ludzkich (m.in. w sensie prowadzenia gospodarki, sposobu życia, korzystania ze źródeł nieodnawialnych itp.) mogą być nieodwracalne. Wielu autorów zwraca uwagę na kluczową kwestię, jaką jest rozwój zrównoważony [Rogall 2010, Majewski 2008]. Wskazuje się ważność zagadnienia ochrony środowiska, podając wiele zmiennych, które mają negatywny wpływ na środowisko. Wymienia się czynniki i bariery, które należy wyeliminować, aby zachować równowagę. Jest to zagadnienie niezmiernie ważne, a można nawet powiedzieć, że kluczowe ze względu na istnienie człowieka i życia na Ziemi. Skutki zbyt intensywnie prowadzonej gospodarki odczuwalne są w wielu dziedzinach, w tym także w rolnictwie. Można się nawet pokusić o wskazanie rolnictwa jako prekursora głównego procesu przekształcania przyrody. Najpierw było to związane z pozyskiwaniem nowych terenów pod uprawę roli przez karczowanie lasów, początkowo przynoszące korzyści w sensie zwiększania wolumenu produkcji. Jednak były to początki negatywnych zjawisk, z którymi mamy do czynienia obecnie. W miarę rozwoju społecznego i rosnącej liczby ludności zwiększały się potrzeby człowieka w zakresie pozyskiwania żywności. Żywnościowa funkcja rolnictwa była długo postrzegana jako funkcja podstawowa. Nie trzeba sięgać pamięcią zbyt daleko wstecz. Można wskazać na występujące kłopoty z zaopatrzeniem w żywność (i nie tylko) w okresie gospodarki centralnie planowanej. Zmiany, które nastąpiły po tym okresie spowodowały, że żywność zanim trafi do konsumenta przechodzi przez cały łańcuch żywnościowy. Na początku tego łańcucha zawsze jest rolnik (producent), który w taki lub inny sposób wykorzystuje zasoby i siły przyrody w procesie wytwórczym. Coraz szerszy jest także zakres innych produktów i pożytków uzyskiwanych dzięki działalności rolniczej. Wiele surowców jest obecnie wytwarzanych w rolnictwie na potrzeby nieżywnościowe. Rolnictwo dostarcza również coraz więcej usług,

którymi jest zainteresowane społeczeństwo, w tym usług, które nierozzerwalnie są związane ze środowiskiem naturalnym.

Wydaje się, że dotarto już do granic „wytrzymałości” środowiskowych. Wskazuje na to wiele badań i opracowań dotyczących konieczności ochrony środowiska. Wynika to stąd, że człowiek poczuł się zagrożony dramatycznym pogarszaniem się stanu środowiska. Do niedawna środowisko naturalne „dostosowywało się” do gospodarki, wchłaniało produkty ubocznie rozwoju cywilizacji. Obecnie coraz częściej nie jest w stanie tego robić, ponieważ została zachwiana równowaga. Jak podają A. Woś i J.S. Zegar [2002], jeśli gospodarka i środowisko mają rozwijać się harmonijnie to muszą być respektowane 2 zasady:

1. Odnawialne zasoby należy wykorzystywać tak, aby ich zużycie ( $V$ ) nie było większe od ich odtwarzania ( $R$ ):  $V \leq R$ ,
2. Zanieczyszczenia ( $Z$ ) płynące do środowiska naturalnego nie mogą być większe od zdolności tego środowiska do ich asymilacji ( $A$ ):  $Z \leq A$ .

Niespełnienie tych zasad rodzi wiele negatywnych skutków i zagrożeń dla egzystencji człowieka. Powoduje, że gospodarka i środowisko nie funkcjonują w harmonii.

Podobnego zdania byli G. Steffen i D. Born, gdy wskazywali już w latach 80. ubiegłego wieku, że z „(...) ekologicznego punktu widzenia zachodzi obawa, że tylko systemy organiczne, w których nie stosuje się nakładów pochodzenia przemysłowego, mają mechanizmy samoregulacji uniemożliwiające zniszczenie całego systemu”. Podali także, że nowe badania wskazują, że możliwe jest mieszanie systemów biologicznych i technicznych. Konieczna jest jednak kontrola człowieka, aby nie przekroczyć granicy, od której zaczyna się niszczenie systemu [Steffen, Born 1987, s. 58].

P. Skubała wskazywał, że ludzkość wykorzystuje obecnie aż 130% rocznych mocy produkcyjnych biosfery. Ziemska przyroda potrzebuje zatem ponad 15 miesięcy, aby odtworzyć to, co zużyliśmy w ciągu 12 miesięcy. W raporcie z marca 2006 roku pt. *Ekologiczny ślad narodów*, zaprezentowanym przez Kalifornijski Instytut Badawczy Redefining Progress, ocenia się, że aby Ziemia mogła zaspokoić obecne potrzeby ludzkości powinna mieć o 40% większą powierzchnię. P. Skubała wyjaśnia skąd czerpie się zasoby, które pozwalają na przekroczenie bariery 100%. Stwierdził, że „(...) nasz zachodni styl życia jest w znacznej mierze zależny od zasobów ekosystemów w innych częściach świata, przyczyniamy się w ten sposób do utraty różnorodności biologicznej daleko poza miejscem nasze-

go zamieszkania. Możemy też uznać, że korzystamy z zasobów różnorodności biologicznej przyszłych pokoleń” [Skubała 2010, s. 26].

Postępująca dewastacja elementów środowiskowych powoduje, że zdolności regeneracyjne i absorpcyjne przyrody nie wystarczają, co oznacza, że dalsze niszczenie i nieograniczona eksploatacja zasobów naturalnych przyniesie nieodwracalne skutki [Marciniak (red.) 2013]. Już w XVIII wieku G.P. Marsh stwierdził: „Człowiek zbyt dawno zapomniał, że ziemia została mu dana jedynie w użytkowanie, nie zaś do zużycia, ani tym bardziej do rozrzutnego pustoszenia” [Marsh 1864]. G.P. Marsh twierdził, że starożytne cywilizacje śródziemnomorskie upadły przez degradację środowiska. Wycinanie lasów doprowadza do erozji gruntów, która powoduje spadek produktywności gleby [Marsh 1864]. Wskazuje się, że publikacja G.P. Marsh`a pt. *Man and Nature*, była jednym z pierwszych dzieł dokumentujących skutki oddziaływania człowieka na środowisko.

Z powodu działalności człowieka (np. budowy miast, dróg, zajmowanie terenów przez duże przedsiębiorstwa, itp.), wiele gatunków roślin i zwierząt wyginęło lub znajduje się na granicy wyginięcia. Należy przy tym pamiętać, że jeśli szkody zostały już wyrządzone, ich naprawa jest trudna. Potrzeba do tego zgodnego współdziałania krajów na całym świecie. Jak wskazano we wstępnym raporcie pt. *Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności*: „Zaspokojenie podstawowych potrzeb ludzkości, jakimi są żywność, energia, woda, ratujące życie leki i surowce naturalne, przy jednoczesnym zminimalizowaniu niekorzystnych wpływów na bioróżnorodność i usługi ekosystemowe, stanowi dzisiaj największe wyzwanie dla ludzkości” [EC 2008, s. 25].

Ekonomia klasyczna wskazywała, że jednostka kieruje się wyłącznie interesem własnym prowadzącym do maksymalizacji jej dobrobytu. Eksploatacja przyrody i postęp były określane jako źródła sukcesu gospodarki. Postępowanie zgodnie z prawami przyrody było uważane za prymitywne, nieprzynoszące żadnych korzyści. Najważniejszym stała się działalność nastawiona na zysk, co w pewien sposób ustanawiało relacje człowiek – przyroda, gdzie człowiek sprawuje „władzę zwierzchnią” nad przyrodą. Takie podejście trwające prawie do połowy XX wieku spowodowało lekceważenie procesów odtwarzania zasobów i zagrożeń ze strony zanieczyszczonego środowiska. W latach 60. ubiegłego wieku nastąpiło szersze zainteresowanie tymi problemami. Istotną rolę w tym zakresie odegrał raport Sekretarza Generalnego ONZ U`Thanta z 26 maja 1969 roku pt. *Człowiek i jego środowisko*. [Mering 2010, s. 355]. Zaprezentował on

opinii publicznej dane wskazujące na zagrożenie dla środowiska naturalnego na świecie, wzywał wszystkie kraje do racjonalnego korzystania z zasobów Ziemi i do wysiłków na rzecz ochrony ekosystemu. U`Thant dostrzegał następujące zagadnienia, stanowiące zagrożenia dla świata:

- brak powiązania wysoko rozwiniętej techniki i technologii z wymogami środowiska,
- wyniszczenie ziem uprawnych,
- bezplanowy rozwój stref podmiejskich,
- zmniejszanie się powierzchni wolnych,
- znikanie wielu form życia zwierzęcego i roślinnego,
- zatrucie i zanieczyszczanie środowiska,
- konieczność ochrony elementów środowiska, a szczególnie gleby, wody i powietrza

Znaczący był także wniosek głoszący, że zasoby przyrody, choć bardzo duże, są jednak ograniczone [Mering 2010, s. 355].

W kolejnych latach opracowano wiele modeli rozwoju świata. Wśród nich na szczególną uwagę zasługują opracowane na zlecenie Klubu Rzymskiego raporty: D. Meadowsa w 1972 roku *Granice wzrostu*, D. Meadowsa i E. Pestela w 1974 roku *Ludność w punkcie zwrotnym* i J. Tinbergena w 1976 roku *O nowy ład międzynarodowy*. Od tamtych lat przeprowadzono wiele opracowań dotyczących tego zagadnienia. Wiele badań i publikacji wskazuje, że cały świat upatruje rozwiązań problemu w zrównoważonej, zielonej technologii. Gdyby jednak pójść śladem pesymistycznych rozważań D. Meadows`a, należałoby stwierdzić, że zrobiono niewiele. Autor *Granice wzrostu* dokonał rewizji głównego modelu (w 1972 roku), uzupełniając go o nowe dane w latach 1994, 2004 i 2012. Uzyskane wyniki potwierdziły trafność wcześniejszych analiz, pokazały także, że cywilizacja przemysłowa zmierza do katastrofy szybciej niż się spodziewano. „Nawet jeśli uda się zwiększyć wydajność wykorzystania energii, zastosowanie źródeł odnawialnych, a także ponieść wiele bolesnych wyrzeczeń, aby ograniczyć konsumpcję, nie mamy żadnych szans na przedłużenie życia obecnego systemu. Produkcja ropy zmniejszy się w przybliżeniu o połowę w ciągu najbliższych 20 lat, o czym się nie mówi, gdyż problem wydobywania ropy naftowej (Peak Oil) nie jest omawiany, ponieważ niszczy wiarę we wzrost” [Meadows 2012].

Podobne wnioski wynikają z prac innych autorów. H. Rogall twierdził, że mimo zastosowania niekiedy radykalnych rozwiązań w polityce energetycznej

i ochronie klimatu są one niewystarczające. Łagodzenie negatywnych skutków nie rozwiąże wszystkich problemów. Natomiast konieczna stanie się przebudowa całego społeczeństwa przemysłowego według reguł zrównoważonego rozwoju. Kontynuowanie dotychczasowych działań zagraża naturalnym podstawom życia na Ziemi [Rogall 2010, s. 23-24]. Przy obecnym stanie wiedzy, možnay przyjąć, że jeśli nie nastąpi jakiś niedający się dzisiaj przewidzieć przełom w nauce, to przed końcem życia obecnej generacji, wystąpi ostry kryzys w skali globu w dostępie do niektórych zasobów [A. Pawłowski, L. Pawłowski 2008, s. 53-65]. Wskazuje się także, że problem jest na tyle ważny, że w latach 80. ubiegłego wieku zaczęła się rozwijać ekonomia ekologiczna, natomiast lata 90. to rozwój nowej ekonomii środowiska, której wiele poglądów określa się obecnie, jako ekonomię zrównoważonego rozwoju [Rogall 2010, s. 26]. W ramach teorii ekonomii środowiska T. Żylicz wyróżnił trzy podstawowe teorie ekonomiczne,

- wykorzystania zasobów materialnych,
- zanieczyszczenia i ochrony środowiska,
- zachowania przyrody [Żylicz 2004].

W te zagadnienia wpisuje się również rolnictwo, jako główny producent dóbr niezbędnych człowiekowi do życia. Staje ono przed poważnymi wyzwaniami. Zmiany klimatu już wpływają i będą wpływać bezpośrednio na możliwości produkcyjne, a także na zmiany w zakresie szeroko rozumianej bioróżnorodności. Powoduje to konieczność adaptacji obecnie stosowanych praktyk w produkcji i uwzględniania nowych rozwiązań. Zwrócenie uwagi na innowacyjne rozwiązania w tym zakresie może przyczynić się do pogodzenia interesów rolników (jako producentów) z ochroną środowiska, w tym bioróżnorodności. Innowacje, zarówno w dziedzinie zarządzania, jak i stosowania rozwiązań technicznych, mogą pomóc w spełnianiu potrzeb w zakresie bioróżnorodności, zachowując przy tym konkurencyjność sektora rolnego. Na to, że rolnicy zdają sobie sprawę z konieczności stosowania nowych rozwiązań w zakresie produkcji, wskazuje wiele badań. Podkreśla się w nich jednak zróżnicowany poziom świadomości ekologicznej [m.in. Wielogórska i in. 2011, Kostecka, Mroczek 2007, Kałuża 2009, Michalik 2009, Gołębiewska, Pajewski 2015].

Komitety Copa-Cogeca, jako reprezentant europejskich rolników, wskazują na zaangażowanie sektora rolnictwa w ochronę bioróżnorodności. Rolnictwo tworzy bioróżnorodność oraz krajobraz wiejski, a szczególnie wiele cennych siedlisk zależy od rolnictwa. Skuteczne i produktywne użytkowanie gruntów

Tabela 1. Granice czynników środowiskowych

Wyszczególnienie	Parametry	Proponowana granica	Stan obecny	Wartość przed erą przemysłu
Zmiana klimatu	stężenie dwutlenku węgla w atmosferze [ppm]	350	387	280
	zmiana siły radiacyjnej [W/m <sup>2</sup> ]	1	15	0
Tempo utraty różnorodności biologicznej	szybkość wymierania gatunków (liczba gatunków w przeliczeniu na milion gatunków w ciągu roku)	10	> 100	0,1-1
Cykl azotu (obieg)	ilość azotu z atmosfery zużywana przez człowieka [mln t/rok]	35	121	0
Cykl fosforu	ilość fosforu spływająca do oceanów [mln t/rok]	11	8,5-9,5	-1
Zmniejszenie ozonu w atmosferze	stężenie ozonu [mln t/rok]	276	283	290
Zakwaszenie oceanów	globalna średnia stanu nasycenia aragonitu w powierzchni wody morskiej [DU]	2,75	2,90	3,44
Światowe zużycie wody	zużycie wody słodkiej przez ludzi [km <sup>3</sup> /rok]	4000	2600	415
Zmiana sposobu użytkowania gruntów	odsetek globalnej powierzchni przeznaczonej do uprawy	15	11,7	niska
Zanieczyszczenie aerozolami	ogólnie stężenie pyłów w atmosferze, na poziomie regionalnym	do ustalenia		
Zanieczyszczenia chemiczne	ilość stężenia trwałych zanieczyszczeń organicznych, tworzyw sztucznych, metali ciężkich i odpadów radioaktywnych, w globalnym środowisku	do ustalenia		

Źródło: [Rockström i in. 2009]

rolnych, gwarantujące wystarczające dochody dla rolników, może odbywać się przy respektowaniu celów związanych z ochroną natury. Rolnicy są gotowi dostosować metody produkcji, aby wzmocnić bioróżnorodność przy wykorzystaniu innowacyjności ekologicznej, jednak potrzebują pomocy finansowej oraz pomocy niematerialnej, aby lepiej pogodzić interesy ekonomiczne i cele w zakresie bioróżnorodności [Copa-Cogeca 2010].

J. Rockström i zespół w swoich badaniach wytyczyli bezpieczne wartości dla kluczowych czynników środowiskowych. Wskazali dziewięć czynników, które mają najsilniejszy wpływ na degradację środowiska naturalnego (tab. 1). Z ich ocen wynika, że trzy spośród analizowanych czynników, tj. zanieczyszczenie azotem, zmiana klimatu i spadek różnorodności biologicznej, nie mieszczą się już w granicach bezpieczeństwa. Przy czym przekroczenie progu bezpieczeństwa dla pierwszego z nich jest niewielkie, w przypadku azotu – 3-krotne, a w odniesieniu do różnorodności biologicznej zakres bezpieczeństwa został przekroczony 10-krotnie. Wartości pozostałych sześciu czynników niebezpiecznie zbliżają się do granic bezpieczeństwa [Rockström i in. 2009].

W tym kontekście wydaje się, że jednym z rozwiązań przeciwdziałającym przekraczaniu granic czynników środowiskowych może być wykorzystywanie innowacji. Mogą one w pewnym zakresie umożliwić szybsze dostosowania do oczekiwań i zmian otoczenia, jednocześnie przeciwdziałając zagrożeniom dla środowiska.

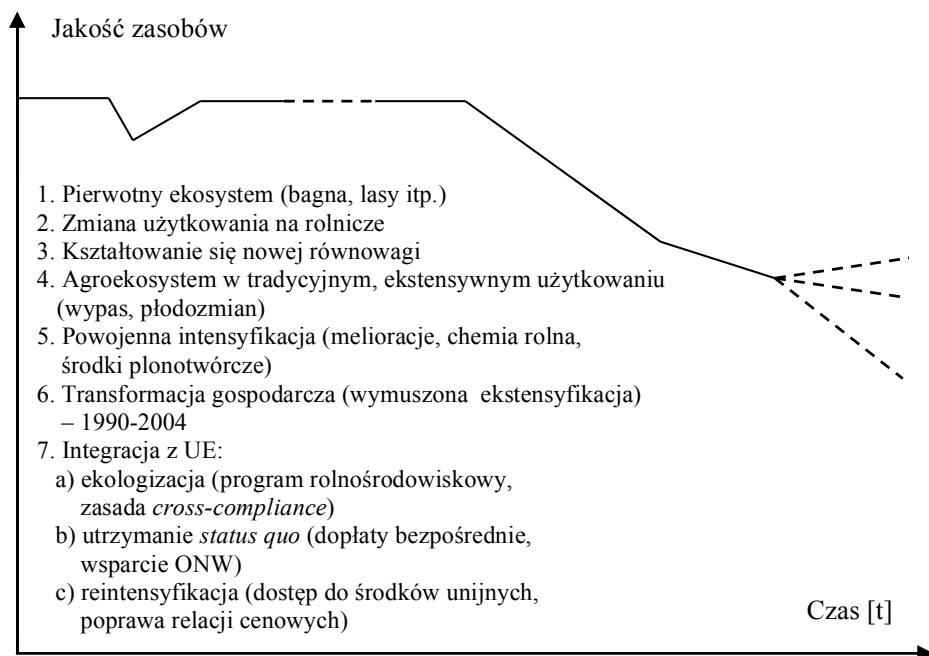
## 2. ROZWÓJ ROLNICTWA I JEGO WPŁYW NA ŚRODOWISKO

### 2.1. Zarys rozwoju rolnictwa

W najdawniejszych, znanych ludzkości czasach, człowiek zaspokajał swoje potrzeby żywnościowe zdobywając to, co dostarczała przyroda. Społeczność pierwotna prowadziła „działalność” głównie w celu zdobycia pożywienia. Jak wskazuje B. Strużek, przeważał wówczas bierny stosunek człowieka do przyrody [Strużek 1966, s. 7]. Według D. Wojnarskiego, mniej więcej 200 tys. lat temu pojawił się archaiczny człowiek rozumny, który przez długi czas przemieszczał się w niewielkich grupach, zajmując się łowiectwem i zbieractwem. Większość zmian w tym okresie dokonywała się w sposób ewolucyjny. Człowiek stopniowo odchodził od przyswajania gotowych produktów natury na rzecz produkcji pożywienia. Skutkowało to zmianą stylu życia, od trybu wędrownego do osiadłego. Pociągało również za sobą zmiany organizacji społecznej. Przyczyniły się do tego zmiany klimatyczne powodujące koncentrację ludności w urodzajnych dorzeczach rzek [Wojnarski 2004, s. 16]. Wspólna praca w większych grupach przyczyniała się także do zapewniania większego bezpieczeństwa przed siłami przyrody. Jednocześnie rozpoczęcie osiadłego trybu życia spowodowało zapoczątkowanie procesu przekształcania tej przyrody. A. Bołtromiuk wskazuje, że rolnictwo zawsze w istotny sposób wpływało na jakość zasobów i walorów środowiska przyrodniczego (rys. 1).

Rolnictwo w ciągu wieków przyczyniało się do tworzenia i zachowania szerokiej gamy półnaturalnych siedlisk i krajobrazów wiejskich, które charakteryzuje znaczna różnorodność biologiczna. Jednak zmiany w sposobie użytkowania gruntów i zmiany w praktykach rolniczych, związane ze specjalizacją i przejściem na rolnictwo intensywne, miały negatywny wpływ na zasoby wodne, glebę, powietrze, różnorodność biologiczną i siedliska. Jednocześnie zaniechanie działalności rolniczej na terenach marginalnych, spowodowane czynnikami społecznymi i gospodarczymi, stanowi poważne zagrożenie dla środowiska rolniczego i krajobrazów wiejskich [KE 2006, COM(2006) 508].





Rysunek 1. Wpływ rolnictwa na jakość zasobów i walorów środowiska w Polsce w ujęciu historycznym

Źródło: [Bołtromiuk 2011]

Pierwotne ekosystemy po włączeniu w system produkcji rolniczej bardzo się zmieniły pod względem różnorodności biologicznej. Dzięki tradycyjnemu gospodarowaniu szybko ukształtowała się równowaga, jednak trudno ocenić, czy skład gatunkowy fauny i flory zastąpił wcześniejsze bogactwo przyrodnicze [Bołtromiuk 2011, s. 50].

Wzrost liczby ludności na świecie, z 3 mld w 1960 roku do ponad 7,3 mld w 2015 roku [GUS 2016], spowodował znaczący wzrost zapotrzebowania na żywność. Jak wskazuje J. Szpak rolnictwo światowe sprostało temu wyzwaniu, dynamizując produkcję rolną i podnosząc jej produktywność. Działania te określono mianem „zielonej rewolucji”, która obejmowała:

- mechanizację prac rolnych,
- wprowadzenie do uprawy wysokopłennych nasion zbóż, wykorzystywanie biotechnologii (manipulacje genetyczne nad nowymi odmianami roślin i gatunkami zwierząt),

- intensywne nawożenie dzięki rozwojowi przemysłu chemicznego,
- wprowadzenie systemu ochrony roślin, którego podstawą były pestycydy,
- rozwój instytucji popierających programy walki z głodem i promujących „zieloną rewolucję” [Szpak 2007, s. 390-391].

Postęp techniczny, biologiczny i organizacyjny w rolnictwie spowodował, że produkuje się obecnie tyle żywności, że możliwe jest wyżywienie prawie całej ludności na świecie. Natomiast przyczyn głodu i ubóstwa należy poszukiwać gdzie indziej, przede wszystkim w otoczeniu politycznym i ekonomicznym.

## **2.2. Uwarunkowania produkcji rolniczej**

Podstawowymi warunkami, które określają możliwości produkcyjne gospodarstw i przedsiębiorstw rolniczych są warunki przyrodnicze i ekonomiczne. W. Ziętara wskazuje, że nie zależą one od rolnika, gdyż nie można mieć na nie wpływu. Można je natomiast odpowiednio wykorzystać do realizacji procesów produkcyjnych [Ziętara 1998, s. 16]. Są one także jednym z rodzajów czynników, które warunkują organizację gospodarstw rolniczych, polegającą na umiejętnym dostosowywaniu się do nich. Obecnie dzięki postępowi biologicznemu i procesom innowacyjnym w rolnictwie, niektóre uwarunkowania przyrodnicze udało się pokonać: np. wprowadzenie nowych odmian roślin, które szybciej dojrzewają, czy stosowanie desykacji. Natomiast wprowadzenie innowacji biologicznych w postaci nowych odmian w produkcji zbóż i kwalifikowanego materiału siewnego, jak wskazuje L. Wicki, przyczyniło się do uzyskiwania wyższych plonów (wyższe w zależności od gatunku, nawet o 22%) [Wicki 2010].

### **2.2.1. Przyrodnicze uwarunkowania działalności rolniczej**

Na warunki przyrodnicze wpływające na produkcję rolniczą składają się przede wszystkim klimat i gleby. Przez pojęcie klimatu G. Blohm rozumie przeciętny wieloletni przebieg stanu pogody. Natomiast w ramach określonej strefy klimatycznej występują różnice jakościowe gleb (gleba wraz z jej fizycznym i chemicznym stanem stanowi w dużym stopniu rezultat warunków klimatycz-

nych) [Blohm 1965, s. 37]. Najważniejszymi czynnikami klimatycznymi według W. Ziętary są:

- usłonecznienie,
- temperatura powietrza,
- opady atmosferyczne,
- ruch powietrza [Ziętara 1998, s. 16].

Usłonecznienie decyduje o ilości światła, a pośrednio o energii niezbędnej do wzrostu i rozwoju roślin. Określa się je liczbą dni słonecznych i pochmurnych. W zakresie temperatury ważna jest średnia temperatura w roku, suma rocznych temperatur, liczba dni mroźnych, dat ostatnich przymrozków wiosennych oraz pierwszych jesiennych, a także długość okresu wegetacji i pokrywa śnieżna [Blohm 1965, s. 16].

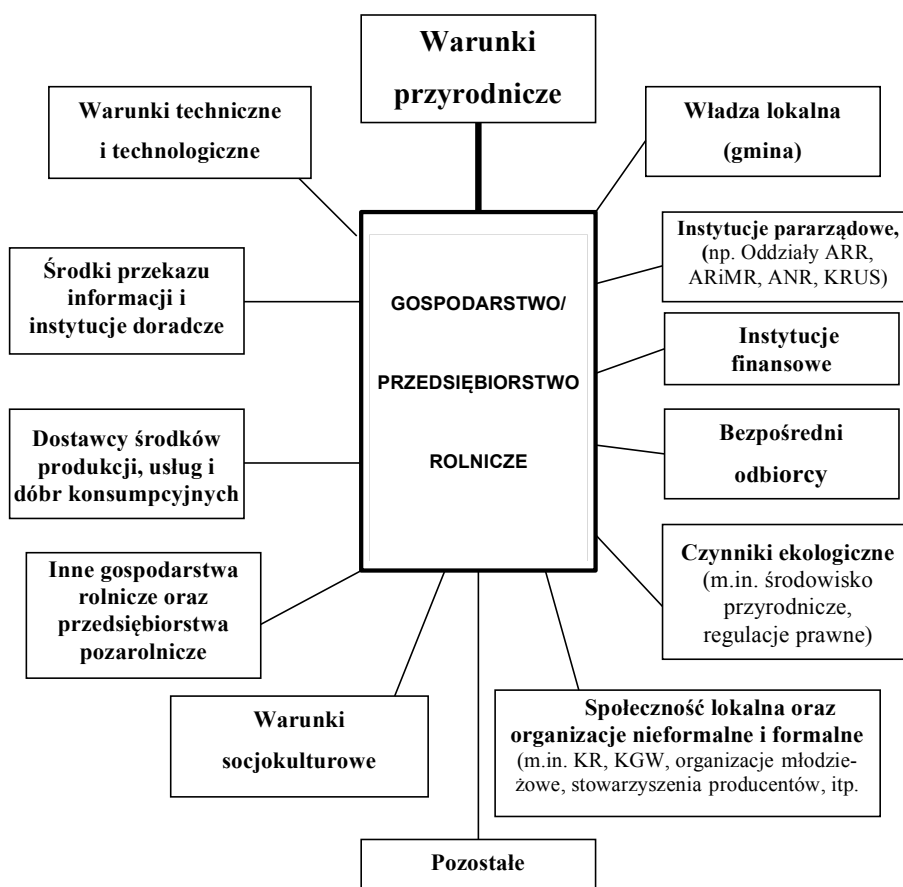
W odniesieniu do klimatu B. Kopec wskazywał na wpływ makroklimatu (często znajduje się w odległych rejonach kuli ziemskiej) i mikroklimatu (warunki lokalne). W przypadku opadów atmosferycznych ważna jest nie tylko ich suma roczna, ale także rozkład w ciągu roku [Kopec 1969, s. 20]. W tym kontekście W. Ziętara za najważniejsze przejawy wpływu klimatu na produkcję rolniczą uznaje:

- dobór roślin uprawnych do okresu wegetacji i sumy temperatur rocznych (obecnie wprowadzono nowe odmiany szybciej dojrzewające np. kukurydza, pomidory i papryka, które dawniej nie dojrzewały w północno-wschodniej Polsce),
- tempo rozkładu substancji organicznej w glebie,
- typ klimatu wpływający np. na sposób zbioru roślin,
- długość okresu wegetacji wpływający na rozkład i tempo prac polowych,
- duże usłonecznienie, wysokie temperatury i długi okres wegetacji umożliwiające uprawę warzyw gruntowych,
- surowy klimat wymagający trwałych budynków inwentarskich, co wpływa na wzrost kosztów produkcji [Ziętara 1998, s. 18].

### **2.2.2. Otoczenie rolnictwa i jego znaczenie w rozwoju gospodarstw**

Decydujące warunki dla funkcjonowania gospodarstw rolniczych tworzy przyroda. Mimo rozwoju technicznego i technologicznego w rolnictwie warunki naturalne, jak dotąd, dla większości kierunków produkcji w rolnictwie

są ich wyznacznikiem. Drugą grupą czynników określających możliwości produkcyjne oraz rozwój gospodarstw i przedsiębiorstw w rolnictwie są warunki ekonomiczne. Warunki ekonomiczne tworzą razem z przyrodą i innymi elementami zewnętrznymi zbiór elementów otoczenia jednostek produkcyjnych (rys. 2). Wpływ poszczególnych elementów otoczenia zarówno bliższego, jak i dalszego, jest zróżnicowany oraz zmienny w czasie. Dlatego można stwierdzić, że np. wymiar socjokulturowy, chociaż zaliczany do otoczenia dalszego dla przedsiębiorstw przemysłowych, ma niekiedy bezpośredni wpływ na decyzje podejmowane przez rolnika. Dużą rolę w społecznościach wiejskich odgrywają



Rysunek 2. Główne elementy bezpośredniego otoczenia gospodarstwa rolniczego  
Źródło: [Gołębiewska 2010, s. 34]

także jednostki i organizacje nieformalne, z których zdaniem i opinią rolnicy bardzo się liczą. Dlatego w gospodarstwach rolniczych poszczególne elementy otoczenia zarówno bliższego, jak i dalszego, powinno się określać inaczej niż w przedsiębiorstwach przemysłowych [Gołębiewska 2010].

Produkty wytwarzane przez rolnictwo w obecnych czasach w bardzo ograniczonym zakresie służą bezpośrednio do zaspokajania potrzeb życiowych człowieka. Rolnictwo wytwarza głównie surowce dla przemysłu spożywczego. Bezpośredni odbiorcy produktów rynkowych w rolnictwie to przedsiębiorstwa przetwórcze, które są jednym z ogniw w łańcuchu żywnościowym: rolnictwo – ostateczny konsument.

W. Ziętara twierdził, że ekonomiczne warunki gospodarowania oddziałują z zewnątrz na organizację przedsiębiorstwa rolniczego, jednocześnie skłaniają do rozwoju tych kierunków produkcji, które są najbardziej pożądane przez rynek [Ziętara 1998, s. 22].

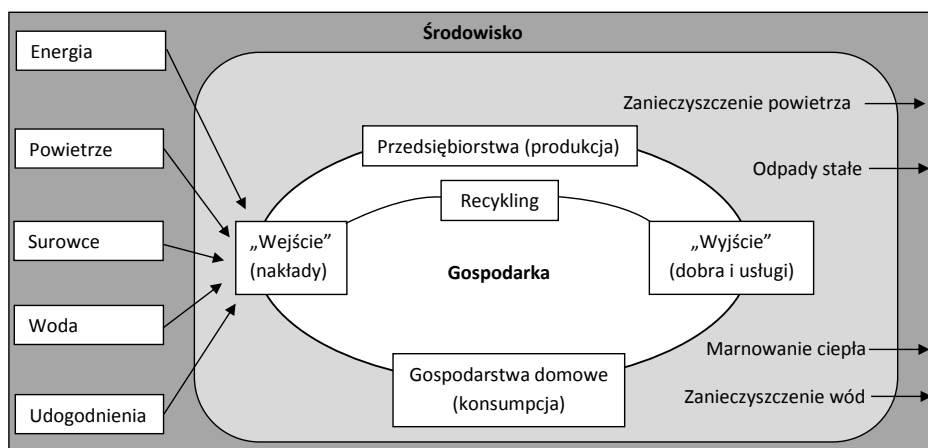
### **2.3. Zasoby przyrody i ich wykorzystywanie w rolnictwie – korzyści i zagrożenia**

Zasoby przyrody są to elementy odgrywające podstawową rolę w egzystencji i działalności gospodarczej prowadzonej przez człowieka. Zasoby naturalne określane często jako bogactwa naturalne, to wszystkie użyteczne elementy środowiska, które pochodzą z materiałów znajdujących się na Ziemi. Zmiany, jakie nastąpiły dzięki rewolucji przemysłowej, wpłynęły na człowieka i jego sposób postrzegania rzeczywistości. W XXI wieku świat nie jawi się już człowiekowi jako niedostępny. W zasadzie można korzystać z naturalnych zasobów bez ograniczeń (z wyjątkiem bardzo trudnodostępnych). Jednak zasoby te w procesie przetwarzania przez człowieka zmieniają swoją postać. Ulegają zniszczeniu (zmiana pierwotnego stanu) lub nadają się do ponownego wykorzystania. Ich przetwarzanie można określać w ujęciu ekonomicznym, gdzie zwraca się uwagę na sposób dystrybucji zasobów tak, aby dopasować popyt do podaży. Z punktu widzenia ekologicznego zasoby można rozpatrywać, jako zespół oddziaływań między żywymi i nieżywymi składnikami biosfery. Człowiek może w tych

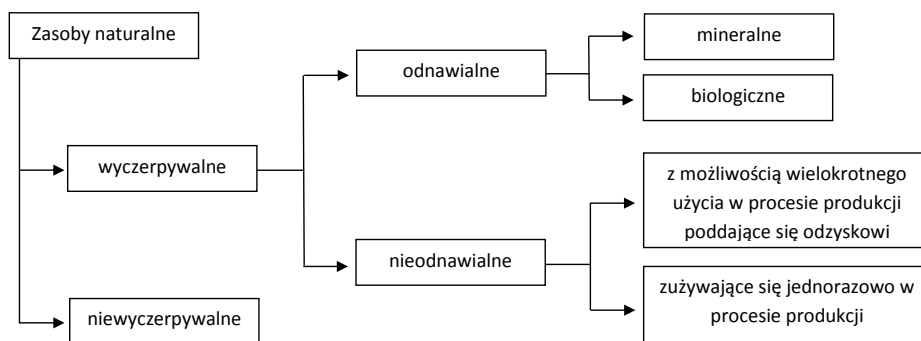
układach pełnić rolę dominującą lub też nie. Można również oceniać, w jaki sposób człowiek powinien korzystać z zasobów w kontekście wymogów poszczególnych kultur czy gatunku jako całości.

Zasoby naturalne to surowce, które pozyskiwane ze środowiska zapewniają rozwój gospodarki. Są one przekształcane w procesie produkcji w produkty finalne dla konsumentów. Wiele produktów i usług dostarczanych ze środowiska nie ma substytutów. Jak wskazywali T. Tietenberg i L. Lewis, jeśli środowisko jest zdefiniowane odpowiednio szeroko, związek między nim a systemem gospodarczym można uznać jako układ zamknięty. Układ zamknięty, czyli taki, w którym nie ma „wejścia” (materii czy energii) i „wyjścia”, które są przenoszone poza system (rys. 3). Jednak w przypadku zależności system gospodarczy – środowisko nie mamy do czynienia z zamkniętym układem. Dlatego wszystkie nakłady z zewnątrz wpływające do systemu gospodarczego albo są gromadzone w tym systemie lub też wracają do środowiska jako „odpady” zanieczyszczające powietrze, wodę itd. [Tietenberg, Lewis 2015, s. 42].

Zasoby, z punktu widzenia ich wykorzystania, dzieli się na wyczerpywalne i niewyczerpywalne (rys. 4). W ujęciu ekonomicznym z pojęciem zasobów związany jest problem rzadkości, czyli ograniczonej ich ilości będącej do dyspozycji poszczególnych podmiotów biorących udział w procesie gospodarowania. Konieczne staje się więc dokonywanie wyborów, jakie zasoby i w jakiej ilości będą przeznaczone



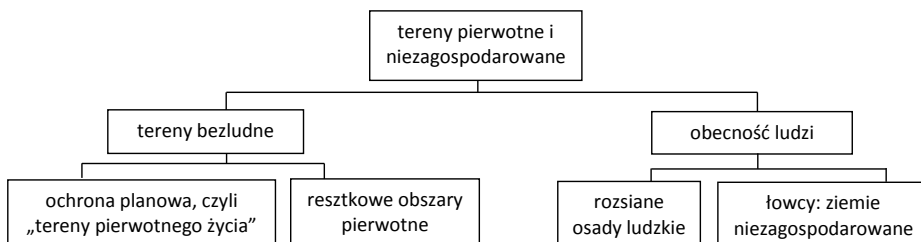
Rysunek 3. System gospodarczy i środowisko  
 Źródło: [Tietenberg, Lewis 2015, s. 42]



Rysunek 4. Podział zasobów naturalnych  
 Źródło: [Deszczka, Wąsowicz 2013, s. 116]

do produkcji określonych dóbr ekonomicznych. Problem rzadkości dotyczy głównie zasobów wyczerpywalnych, których ilość jest ograniczona w danym miejscu i czasie oraz zależy głównie od intensywności i sposobu użytkowania środowiska naturalnego przez człowieka [Deszczka, Wąsowicz 2013]. Szybkość wyczerpywania się zasobów jest uzależniona głównie od intensywności pożytkiwania ich przez człowieka.

W początkowym okresie użytkowania zasobów Ziemi przez człowieka ekosystemy były dziewicze, pierwotne (rys. 5). Obecnie nie ma wielu takich miejsc, a intensywność procesu przekształcania ziemi określa się w zależności od stopnia zmian w stosunku do warunków pierwotnych. Tylko w miejscach, gdzie siedliska ludzkie są rozrzucone i stosowane są proste technologie wytwórcze, można znaleźć tereny niezagospodarowane lub pierwotne.



Rysunek 5. Tereny niezagospodarowane oraz obszary pierwotnego życia  
 Źródło: [Simmons 1979, s. 75]

Wśród terenów pierwotnych, jak wskazuje I.G. Simmons [1979], obecnie znajdują się obszary, gdzie celowo utrzymuje się stan naturalny ze względu na jego wartość. Są to głównie parki narodowe i rezerваты. Przy czym, jak dalej podaje ten sam autor, w wielu przypadkach takich terenów (w stanie naturalnym) nie dostrzega się zalet w ich ochronie. Twierdzi się, że jest to dobro, na które mogą pozwolić sobie bogate kraje. Jednak w ostatnich latach problem zanieczyszczeń urasta do takiego poziomu, że stanowi zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi. Konieczna więc jest kontrola sposobów prowadzenia działalności, a kraje biedniejsze niekiedy są zmuszone znosić negatywne jej skutki, jeśli związane to jest ze wzrastającym dobrobytem.

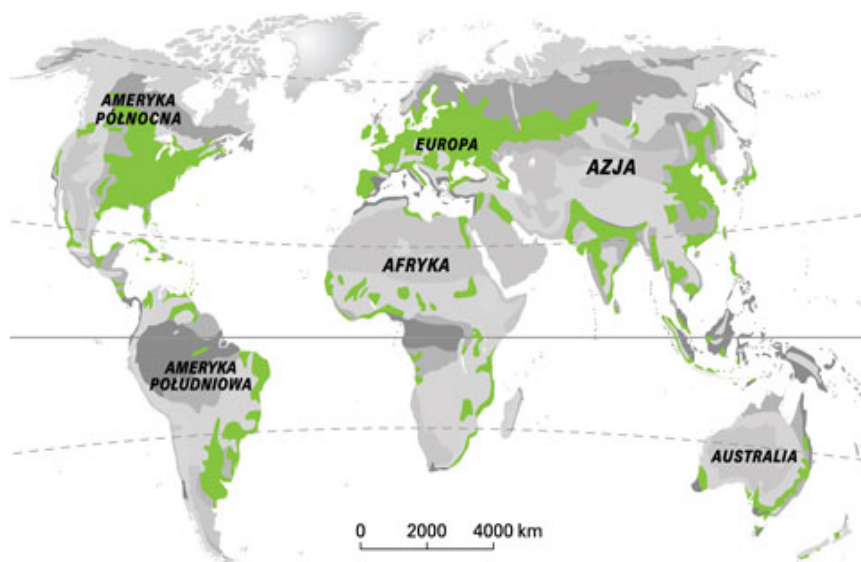
Jak twierdzili M. Friedman i R. Friedman, człowiek współczesny znalazł się w sytuacji, gdzie świat, który nas otacza nie skłania do jakichkolwiek ograniczeń, nie zakłada żadnego *veta* ani nie stawia przed nim żadnych barier, a nawet wręcz przeciwnie, rozbudza w nim nowe potrzeby, które teoretycznie rzecz biorąc, rosnać mogą w nieskończoność [M. Friedman, R. Friedman 2006].

### **2.3.1. Zasoby ziemi wykorzystywane przez rolnictwo**

Oceniając zasoby wykorzystywane w produkcji rolnej należy przede wszystkim zwrócić uwagę na zasoby ziemi, będące podstawą produkcji roślinnej. Grunty rolne służą przede wszystkim do produkcji żywności i pasz, coraz częściej są również źródłem surowców odnawialnych. Analizując rolnicze użytkowanie gruntów, należy wskazać, że na świecie około 38% ich jest użytkowanych rolniczo. Poszczególne kontynenty charakteryzują się zróżnicowanym poziomem tych zasobów (mapa 1). Dodatkowo można stwierdzić, że w stosunku do powierzchni kontynentów użytki rolnicze stanowią niewielki jej udział. Na mapie 1 zielony kolor wskazuje większe kompleksy terenów rolniczych na świecie. W stosunku do powierzchni lądów niewiele jest terenów, które mogą być zagospodarowane przez rolnictwo (około 38%) [World Bank 2016]. Największy udział terenów zagospodarowanych rolniczo znajduje się w Europie (około 30%), chociaż największy potencjał pod względem ziemi rolniczej mają Azja i Ameryka Północna.

Rozmieszczenie obszarów rolniczych na świecie zależy od wielu czynników. Tylko piąta część lądowej powierzchni Ziemi ma dobre warunki do uprawy. Według FAO około 1,6 mld ha (około 12% powierzchni lądowej świata) jest



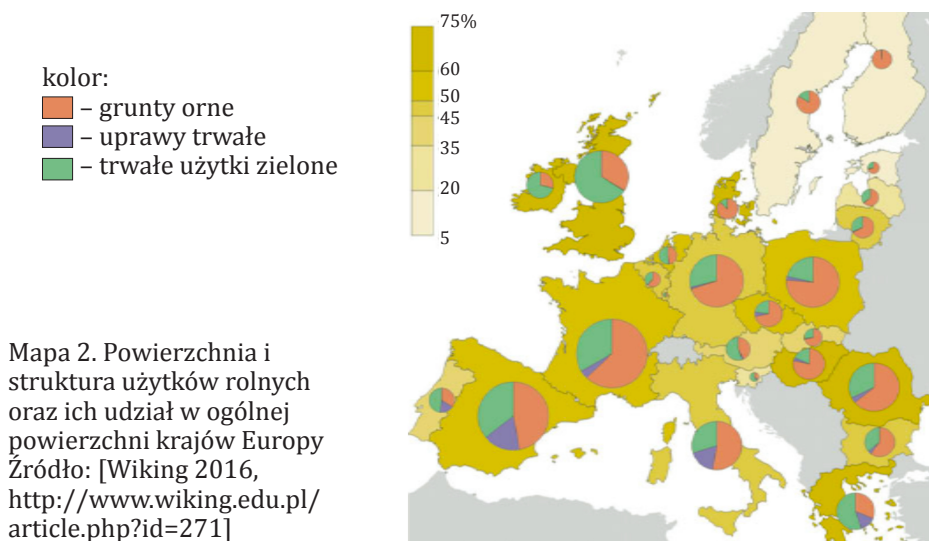


Mapa 1. Powierzchnia terenów rolniczych na świecie

Źródło: [Wiking 2016, <http://www.wiking.edu.pl/article.php?id=271>]

wykorzystywane do produkcji roślinnej. Chociaż znaczna część powierzchni ziemi jest potencjalnie korzystna dla rolnictwa, to jest wiele terenów pokrytych lasami i chronionych ze względów ekologicznych lub znajdujących się na obszarach miejskich [FAO 2015].

W krajach UE-28 w 2013 roku łączna powierzchnia użytków rolnych wynosiła 174 351 tys. ha (stanowiło to nieco ponad 40% powierzchni krajów UE), 59,8% z nich było używanych jako grunty orne [EUROSTAT 2016]. Największe zasoby użytków rolnych miała Francja (mapa 2, tab. 2). Polska pod względem powierzchni użytków rolnych zajmuje 5. miejsce w Europie [GUS 2015c]. Znaczna część tych terenów, to podobnie jak średnio w UE, grunty orne (około 60%). M. Matyka stwierdza w tym kontekście, że rolnictwo w UE ze względu na użytkowanie około 40% powierzchni gruntów w znacznym stopniu oddziałuje na środowisko przyrodnicze i krajobraz [Matyka 2014, s. 9-28]. W niektórych krajach, np. w Danii i Belgii, nie obserwowano większych zmian – jeśli następowało, to głównie zmniejszenie użytkowanej powierzchni. Największe obniżenie zasobów użytkowanych rolniczo w Europie w analizowanym okresie wystąpiło we Włoszech, Hiszpanii i Polsce. Znaczny spadek wystąpił także w Stanach Zjednoczonych oraz Australii.



Mapa 2. Powierzchnia i struktura użytków rolnych oraz ich udział w ogólnej powierzchni krajów Europy  
 Źródło: [Wiking 2016, <http://www.wiking.edu.pl/article.php?id=271>]

Tabela 2. Zmiany w zasobach ziemi użytkowanej rolniczo w wybranych krajach UE oraz na świecie

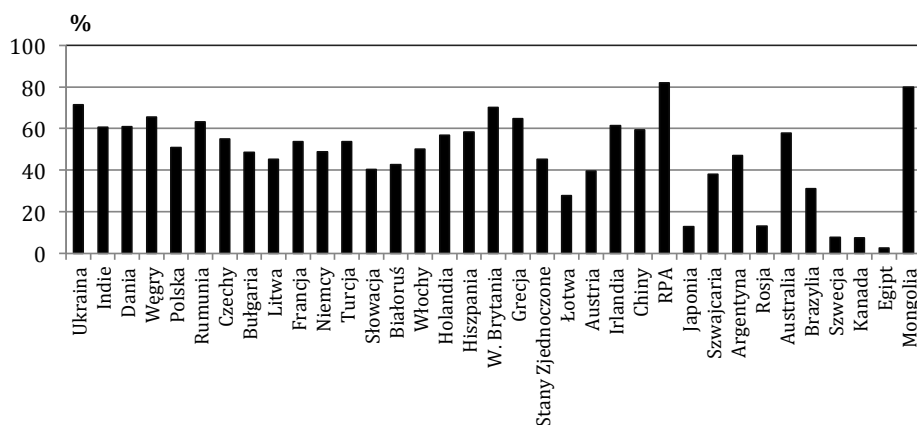
Kraj*	Powierzchnia użytków rolnych [tys. ha] w latach:							
	1990	1995	2000	2005	2010	2013	2014	2015
Belgia	1 384	1 374	1 395	1 386	1 400	1 308	bd	bd
Czechy	4 288	4 285	4 282	3 605	3 523	3 521	3 515	3 492
Dania	2 788	2 785	2 650	2 712	2 630	2 628	2 652	2 632
Niemcy	18 032	17 136	17 064	17 035	16 730	16 699	16 724	16 370
Hiszpania	30 625	30 054	25 394	25 859	23 719	23 494	23 571	23 897
Francja	30 494	30 369	29 719	29 588	29 311	28 975	28 929	29 115
Włochy	18 166	17 570	15 628	14 709	14 320	12 426	12 720	12 648
Holandia	2 019	1 970	1 969	1 924	1 920	1 848	1 839	1 845
Austria	3 458	3 477	3 381	3 263	3 165	2 862	2 716	2 720
Polska	18 645	18 600	18 220	15 906	15 503	14 409	14 424	15 398
Słowacja	2 416	2 416	2 402	1 941	1 921	1 928	1 924	1 921
Japonia	5 243	5 038	4 830	4 692	4 592	4 541	bd	4 500
Australia	464 300	463 300	455 516	445 149	398 580	bd	bd	396 600
N. Zelandia	13 164	12 952	12 670	11 712	11 150	11 100	bd	bd
USA	426 948	420 139	415 208	412 878	413 354	405 400	bd	bd
Turcja	42 033	39 212	38 757	41 223	39 011	38 551	bd	bd

\* Ze względu na brak danych w niektórych latach, podano jedynie kraje, gdzie większość informacji była dostępna.

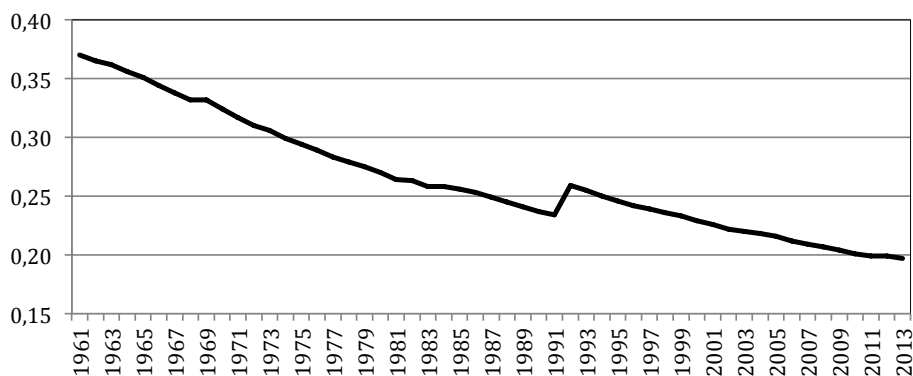
Źródło: [GUS 2015c, EUROSTAT 2016, <http://stats.oecd.org>]

O potencjale zasobów ziemi rolniczej w poszczególnych krajach świadczy ich udział w powierzchni ogólnej kraju (rys. 6). Największy udział gruntów rolnych występuje w RPA i Mongolii (około 80% powierzchni kraju). Znaczny udział takich gruntów mają także Ukraina i Wielka Brytania (około 70%), najmniej natomiast występuje ich w Egipcie, Kanadzie i Szwecji.

Inaczej kształtują się zasoby ziemi w przeliczeniu na 1 mieszkańca. Powierzchnia użytków rolnych przypadająca na 1 mieszkańca na świecie uległa w ostatnim stuleciu znacznemu obniżeniu (rys. 7). Jest to przede wszystkim



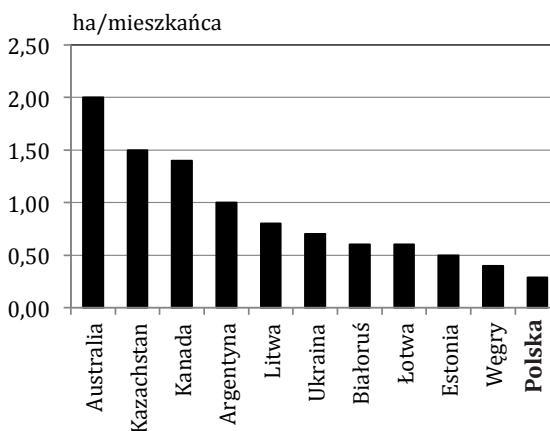
Rysunek 6. Użytkowanie gruntów w wybranych krajach (% powierzchni ogólnej)  
Źródło: [GUS 2015c]



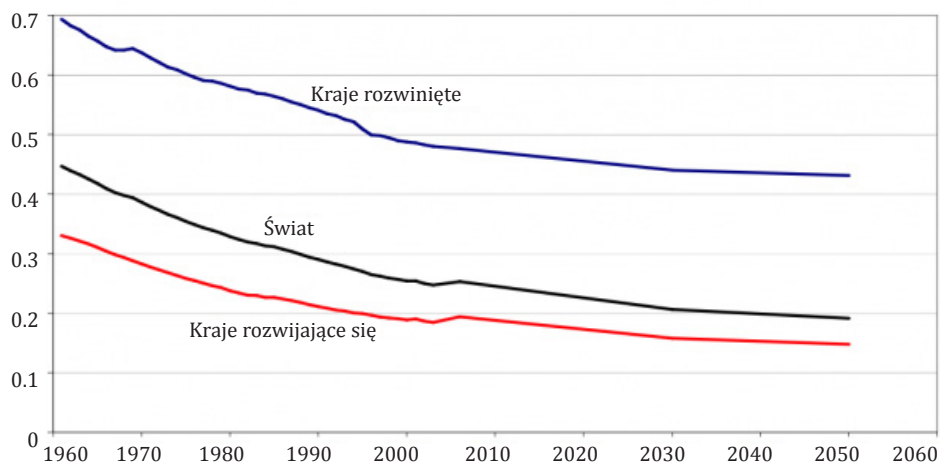
Rysunek 7. Zmiany w powierzchni ziemi uprawnej na 1 mieszkańca świata  
Źródło: [World Bank 2016]

związane ze wzrostem liczby ludności, ale także ze zmniejszaniem się gruntów użytkowanych rolniczo. Przy czym liczba ludności wzrosła ponaddwukrotnie (2,4 razy), natomiast powierzchnia gruntów przypadająca na 1 mieszkańca zmniejszyła się niecałe dwa razy (1,8). Najwięcej gruntów rolnych w przeliczeniu na mieszkańca znajduje się w Australii (rys. 8). W krajach UE średnio na 1 mieszkańca przypada 0,22 ha gruntów ornych. Najwięcej gruntów ornych na mieszkańca ma Litwa (0,75 ha w 2012 roku), natomiast najmniej Holandia [<http://www.fao.org/3/a-i4691e.2016>].

Rysunek 8. Grunty rolne przypadające na 1 mieszkańca w wybranych krajach na świecie  
Źródło:  
[FAO 2015, GUS 2015c]



Na tle dotychczasowych zmian dokonano także ich projekcji do 2050 roku w krajach rozwiniętych i rozwijających się (rys. 9). Obszary gruntów rolnych na świecie od 1960 roku ogółem wzrosły o 187 mln ha, co było wynikiem dwóch przeciwstawnych tendencji: Nastąpił wzrost o 227 mln ha w krajach rozwijających się, a spadek o 40 mln ha w krajach rozwiniętych. Jednak wzrost liczby ludności powoduje, że na 1 mieszkańca Ziemi powierzchnia gruntów zmniejsza się. Według J. Bruinsma [2009] przewiduje się dalszy powolny spadek powierzchni uprawnej do 587 mln ha w 2050 roku (choć może się to zmienić pod wpływem ewentualnego szybkiego wzrostu zapotrzebowania na biopaliwa) [Bruinsma 2009]. Mimo spadku powierzchni ziemi, na której wytwarza się żywność, produkcja wzrasta. Jest to oczywiście związane z rosnącą wydajnością produkcji rolnej. Wskazują na to także J. Kopiński i M. Matyka [2014. s. 45-58] – oceniając wpływ rolnictwa



Rysunek 9. Zmiana użytkowania gruntów rolnych na 1 mieszkańca w krajach rozwiniętych i rozwijających się od 1960 roku z prognozą do 2050 roku  
Źródło: [Bruinsma 2009, Roser 2016]

na środowisko przyrodnicze można założyć, że powierzchnia użytków rolnych będzie nadal się zmniejszać. Wzrastać natomiast będzie poziom uzyskiwanych plonów i zużycie nawozów mineralnych [Kopiński, Matyka 2014. s. 45-58].

Analizując wykorzystanie zasobów Ziemi według *Ecological footprint atlas*, wylicza się wskaźnik określający stopień konsumpcji zasobów planety, tzw. ślad ekologiczny (ang. *ecological footprint*). Jest on mierzony powierzchnią łądu i mórz konieczną do wyprodukowania obecnie wykorzystywanych przez nas zasobów i absorbowania wytwarzanych przez nas odpadów. Porównuje się więc konsumpcję zasobów naturalnych przez człowieka ze zdolnością Ziemi do ich odtwarzania. Wskaźnik ten wyrażany jest w globalnych hektarach na osobę (gha/os.). Z analizy powierzchni ziemi w hektarach globalnych na świecie wynika, że w 2007 roku wykorzystano około 3,9 mld globalnych hektarów ziemi w stosunku do 1,6 mld jakie są dostępne [Ewing i in. 2010]. Różnica wskazuje na wielkość surowców naturalnych, których Ziemia nie jest w stanie odnowić w ciągu roku.

Według *Living Planet Report 2016* w 2016 roku tzw. dzień „długu ekologicznego” przypadł na 8 sierpnia. W roku 2000 natomiast był to jeszcze koniec września [WWF 2016]. Już w *Report Living Planet 2008* stwierdzono, że przeciętnie człowiek potrzebuje 2,7 gha/os., aby zaspokoić swoje potrzeby życiowe. Jeżeli

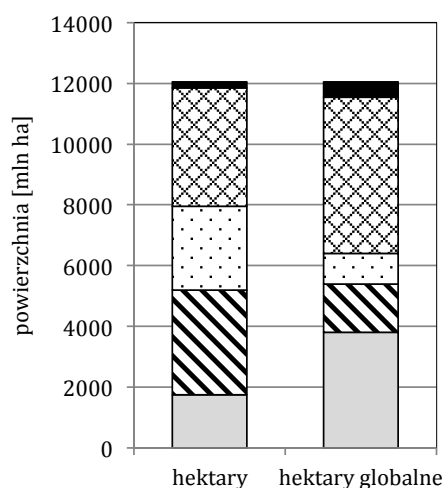
podzieli się powierzchnię produkcyjną naszej planety przez liczbę jej mieszkańców, to na jedną osobę przypada tylko 2,1 gha [WWF 2010]. Można więc stwierdzić, że zużywa się więcej zasobów niż Ziemia jest w stanie wytworzyć. Oznacza to, że globalnie ludzkość żyje na kredyt (środowiskowy). *Report Living Planet 2010* [WWF 2010] wskazuje, że jeśli nic się nie zmieni, to w 2030 roku ludność będzie potrzebować dwóch, a w 2050 roku prawie trzech kul ziemskich, żeby zaspokoić swoje potrzeby. W skali globalnej przewiduje się, że utrata terenów naturalnych w okresie od 2000 do 2050 roku wyniesie 7,5 mln km<sup>2</sup> lub około 750 mln ha, co stanowi obszar wielkości Australii.

W 2010 roku łączny biopotencjał ziemi wynosił 12 mld gha. Jednak wykorzystywana powierzchnia liczona w hektarach fizycznych i globalnych różniła się w zależności od rodzaju zasobów (gruntów, wód itd.) (rys.10).

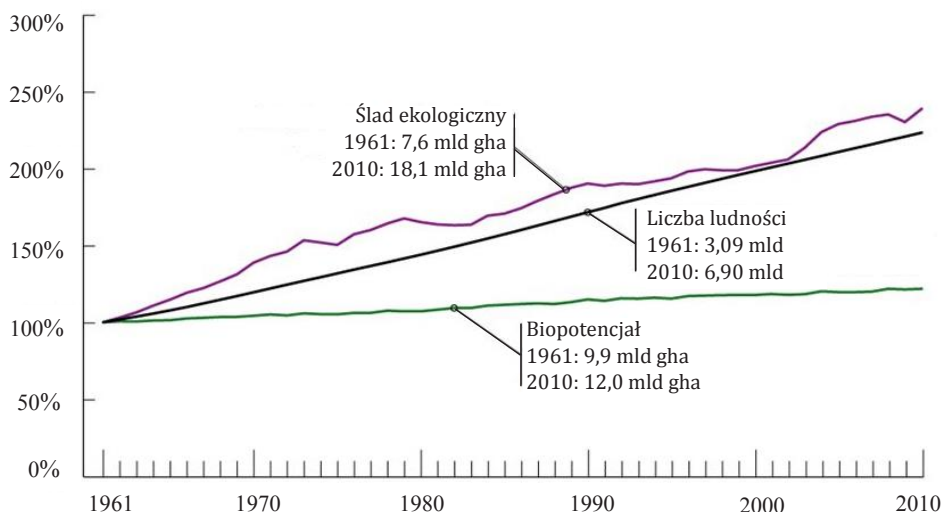
Wiele krajów o niskich dochodach posiada jeszcze znaczne zasoby naturalne. Kraje w Afryce, Ameryce Łacińskiej i Południowej, Wschodniej Azji mają najniższe na osobę „ślady ekologiczne” na świecie. Niekiedy są one zbyt niskie, aby zaspokoić podstawowe potrzeby w zakresie żywności, schronienia, zdrowia i warunków sanitarnych [WWF 2014]. Największy narodowy ślad ekologiczny mają Peru, Australia, Rosja, Indie, Meksyk, Japonia, Indonezja, Chiny, Stany Zjednoczone oraz Brazylia. Natomiast „najzieleńsze” kraje, to w porządku rosnącym: Islandia, Finlandia, Austria, Szwajcaria, Dania, Niemcy, Kostaryka, Norwegia oraz Szwecja. „Ślad ekologiczny” dla mieszkańca Chin wynosił średnio jedynie

- uprawy
- ▨ trwałe użytki zielone
- wody morskie i śródlądowe
- ▨ lasy
- tereny zabudowane

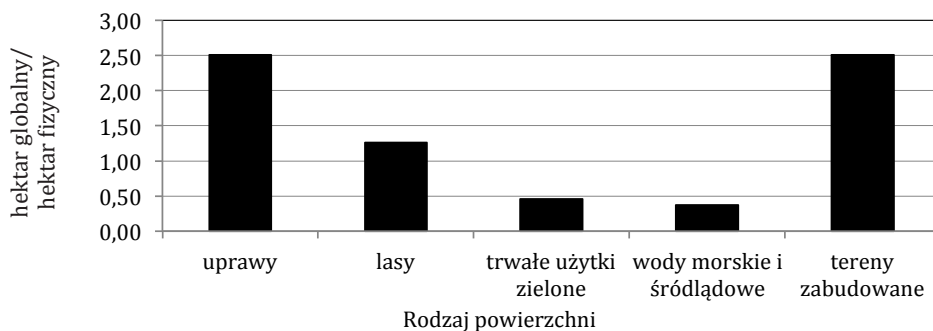
Rysunek 10. Względna powierzchnia użytkowanych gruntów w hektarach fizycznych i globalnych  
Źródło: [Ewing i in. 2010]



2,0 gha, natomiast dla mieszkańca USA ponad 9 gha [Liu 2016]. Natomiast „ślad ekologiczny” mieszkańca Kongo, które ma siódmą najwyższą zdolność biologiczną na świecie (13,9 gha/os.), wynosi zaledwie 0,5 gha/os. Polski „ślad ekologiczny” wynosi średnio 4 gha/os., a zdolność biologiczna Polski to 2,1 gha/os. Oznacza to, że wykorzystuje się średnio prawie dwa razy więcej niż Ziemia mogłaby nam zaoferować, gdyby wszyscy korzystali z jej bogactw w takim samym stopniu [Ewing i in. 2010, s. 21]. „Ślad ekologiczny” rośnie szybciej niż globalny biopotencjał, czyli obszar dostępny do wytworzenia tych usług, a wzrost produktywności Ziemi nie jest wystarczający do tego, aby zaspokoić potrzeby rosnącej liczby ludzi (rys. 11) [WWF 2014]. Można to również wyrazić obliczając współczynnik równoważności (ang. *equivalence factor*), który przekształca określony rodzaj gruntu (np. obszaru uprawnego lub leśnego) w hektar globalny, czyli uniwersalną jednostkę powierzchni obszaru biologicznie produktywnego. Stosunek hektarów globalnych do hektarów fizycznych w zależności od rodzaju użytkowania powierzchni na świecie (tj. grunty orne, trwałe użytki zielone, lasy, łowiska, tereny zabudowane) wskazuje, że np. ziemie uprawne i tereny zabudowane miały współczynnik równoważności 2,51 (rys. 12) [GFN 2016]. Wskazuje to, że na całym świecie przeciętne wykorzystanie ziem uprawnych oraz terenów



Rysunek 11. Zmiany globalnego śladu ekologicznego w latach 1961-2010  
Źródło: [WWF 2014]



Rysunek 12. Współczynnik równoważności według rodzaju powierzchni (hektary globalne do hektarów fizycznych)

Zródło: [Ewing i in. 2010, s. 14]

zabudowanych było dwa i pół razy wyższe niż średnia wydajność (biopotencjał) dla tych gruntów na Ziemi (przekroczono wykorzystanie produktywności tych terenów 2,5-krotnie). Trwałe użytki zielone miały współczynnik równoważności 0,46, czyli wykorzystanie (przekroczenie) było niższe.

„Ślad ekologiczny” wykorzystywany jest również jako część składowa przy obliczaniu tzw. wskaźnika szczęśliwej planety – HPI (ang. *Happy Planet Index*), określający dobrobyt życia ludzi. HPI oblicza się dzieląc lata szczęśliwego życia przez „ślad ekologiczny”. Licznik tego ułamka to oczekiwana długość życia mieszkańców danego kraju pomnożona przez subiektywnie odczuwaną satysfakcję życiową. Mianownik, czyli „ślad ekologiczny”, to powierzchnia ziemi niezbędna do wytworzenia wszystkich dóbr zużywanych w ciągu całego życia przez jednego człowieka [Kłós 2014, s. 67-77].

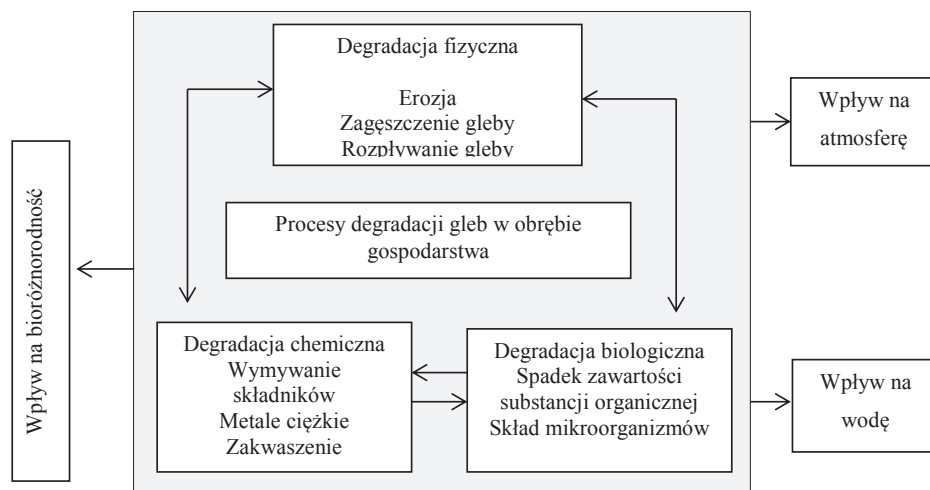
### 2.3.2. Grunty zdewastowane oraz nieużytki i ich rola w środowisku

Oceniając stan i zagrożenie zasobów ziemi należy zwrócić uwagę na procesy degradacji i dewastacji gruntów. Ziemia użytkowana rolniczo jest tym zasobem, który wyznacza granice tolerancji dla działalności człowieka w zakresie jej zanieczyszczenia. Zwrócić uwagę należy przede wszystkim na glebę, która jest wytworem złożonego procesu, zwanego procesem glebotwórczym, na który



składa się wiele elementów. Zalicza się do nich głównie klimat, skały macierzyste, położenie w terenie i przede wszystkim oddziaływanie organizmów roślinnych i zwierzęcych. Proces ten jest bardzo powolny. Z tego względu glebę uważa się za zasób nieodnawialny i dlatego powinna ona podlegać szczególnej ochronie. Gleby podlegają stałym zjawiskom degradacji, które są wynikiem naturalnych procesów, ale także niemała jest w tym rola człowieka.

Wyróżnia się procesy degradacji fizycznej, chemicznej i biologicznej gleb. Procesy te są ze sobą ściśle połączone i mogą być wywoływane tymi samymi przyczynami. Degradacja gleb powoduje również określone skutki środowiskowe (rys. 13), często wykraczające poza samo środowisko glebowe. Żyzne gleby odznaczają się wysoką aktywnością biologiczną. Gleby takie zamieszkują bardzo różnorodne i liczne organizmy (bakterie, grzyby, drobne zwierzęta), spełniające właściwą dla danego gatunku rolę w utrzymaniu żyzności. Żyzna gleba charakteryzuje się przewagą organizmów pożytecznych dla roślin uprawnych [MRiRW, MŚ 2004, s. 42]. Z tego względu ochrona gleb jest szczególnie ważna, gdyż degradacja prowadzi do zmniejszania się środowiskowej roli gleby, polegającej na magazynowaniu wody, składników mineralnych oraz zapobieganiu ujemnym skutkom nagromadzenia się szkodliwych substancji.

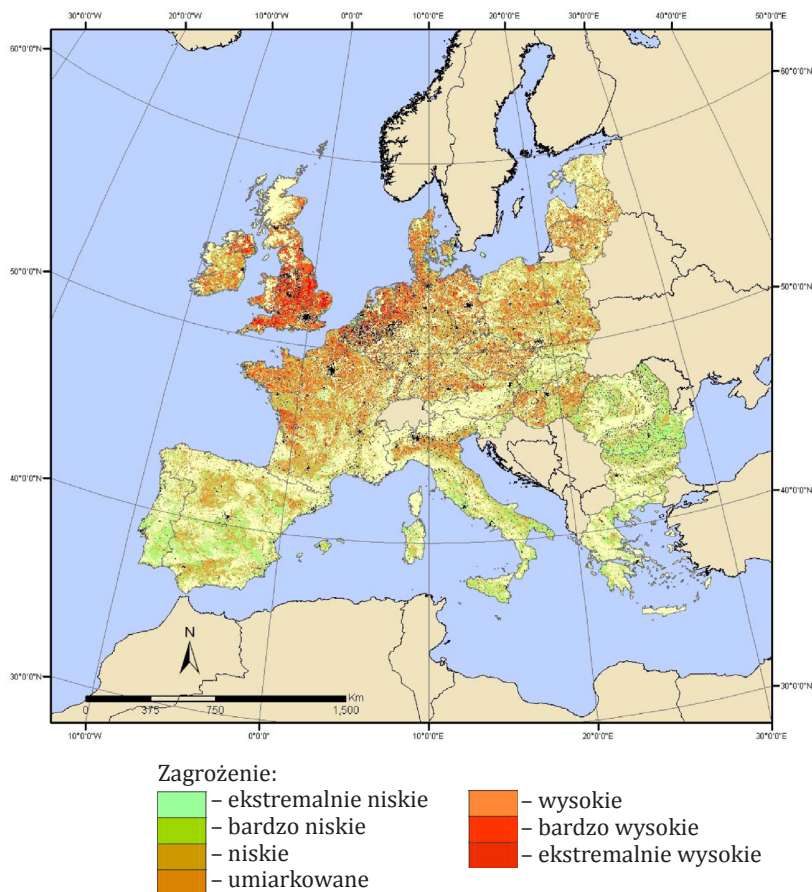


Rysunek 13. Procesy degradacji gleb i ich wpływ na środowisko  
Źródło: [MRiRW, MŚ 2004, s. 42]

Ze względu na obserwowane znaczne nasilenie procesów niszczenia środowiska w XX wieku coraz bardziej zaczęto zwracać uwagę na konieczność regulacji tego zagadnienia od strony prawnej. Jak stwierdzono w Raporcie Komisji Europejskiej, dotychczas, pomimo zasadniczej roli dla ekosystemu i gospodarki, funkcje gleby – w przeciwieństwie do powietrza i wody – były niedoceniane [EC 2016a]. Z uwagi na konieczność rozwiązania problemów dotyczących produktywności gleby oraz na zagrożenia dla zdrowia ludzkiego i środowiska, Komisja Europejska zaproponowała w 2006 roku dyrektywę ramową w sprawie gleby, ze względu na występującą jej degradację, mającą negatywny wpływ na środowisko. Przyspieszające pustynnienie, zasklepienie gleby (trwałe pokrycie nieprzepuszczalnym materiałem), zakwaszanie, osuwiska, utrata różnorodności biologicznej czy susze dotykają ponad 1,5 mld osób na świecie. Na mapie 3 wskazano, w których miejscach zagrożona jest różnorodność biologiczna gleby. Miejsca te obejmują obszary o dużej gęstości zaludnienia i/lub intensywnej działalności rolnej (np. zboża i uprawy przemysłowe, chów i hodowla zwierząt, szklarnictwo, sady owocowe, winnice i ogrodnictwo) [UE 2012].

Oceniając dane zaprezentowane na mapie 3 można stwierdzić, że główne zagrożenia występują w północnej części Europy (głównie Wielka Brytania, Niemcy, Francja). Stosunkowo mniejszy problem występuje na południu Europy – Portugalia, Hiszpania, Włochy. Nie oznacza to jednak, że w tych krajach nie ma problemu i zagrożeń dla gleby. Jednym z nich jest erozja powodowana przez wodę (mapa 4). Stanowi ona poważny problem nie tylko z punktu widzenia funkcji gleby, ale oddziałuje również na jakość wody słodkiej, ponieważ powoduje, że zanieczyszczenia (np. nawozy, pestycydy, itp.) przedostają się do wód. Zmniejszenie erozji jest więc jednym z najważniejszych działań w kierunku realizacji celów UE dotyczących gleb i wody. Erozja gleby jest szczególnie znacząca na obszarach dotkniętych pożarami lasów. Jak wskazują dane zaprezentowane na mapie 4, znaczną część terenów Włoch, Hiszpanii i Portugalii charakteryzuje duże obciążenie erozją wodną (ponad 10 t/ha rocznie).

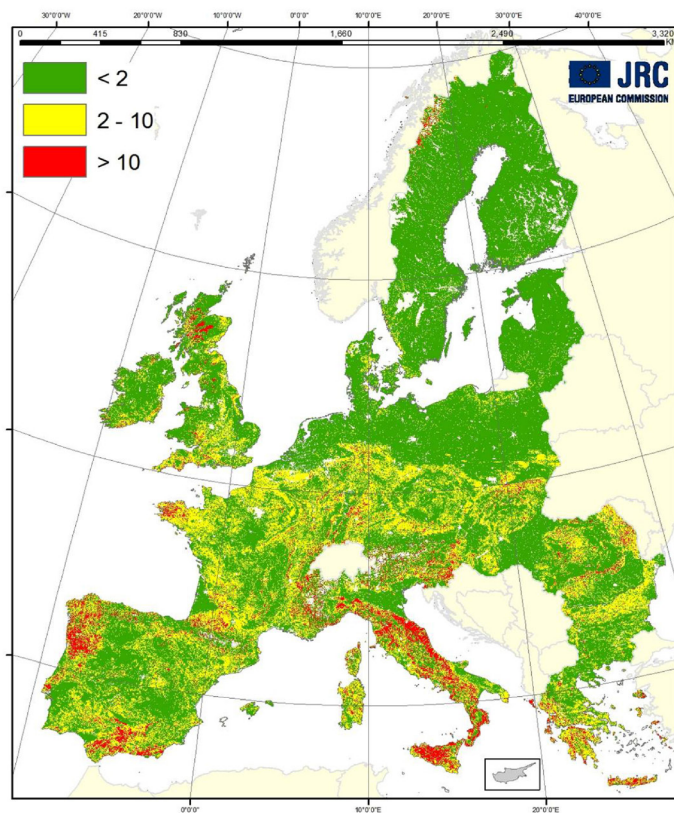
Historia ochrony środowiska sięga czasów średniowiecza, gdy to na początku XI wieku król Bolesław Chrobry zabronił polowania na bobry na podległych mu terenach. W pierwszej połowie XVI wieku ochronie przyrody zaczęły przyświecać inne cele. W 1535 roku w szwajcarskim kantonie Zurych weszło w życie prawo dotyczące ochrony ptaków śpiewających, i to nie tylko ze względów estetycznych, ale także z uwagi na rolę jaką odgrywają w zwalczaniu szkodliwych owadów.



Mapa 3. Potencjalne zagrożenia dla różnorodności biologicznej gleby  
 Źródło: [EU 2012, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF>]

W 1671 roku duński król Christian V wydał prawo o ochronie lasów. Lasów dotyczyły również dekrety cara Rosji Piotra I, który w XVIII wieku objął ochroną lasy podmoskiewskie oraz lasy i zadrzewienia wzdłuż rzek [Szafer (red.) 1965, za: Radziejowski 2011].

W Polsce gleby i grunty podlegają ochronie prawnej. W latach 70. ubiegłego wieku pojawiły się przepisy dotyczące ochrony środowiska. Najnowsze regulacje dotyczące ochrony gruntów zawarto w *Ustawie z dnia 8 marca 2013 roku o zmianie ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych* (art. 3.1). Wskazują się w niej, że ochrona gruntów rolnych polega na:



Mapa 4. Erozja gleby powodowana przez wodę w UE (t/ha rocznie)  
 Źródło: [EU 2012, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF>]

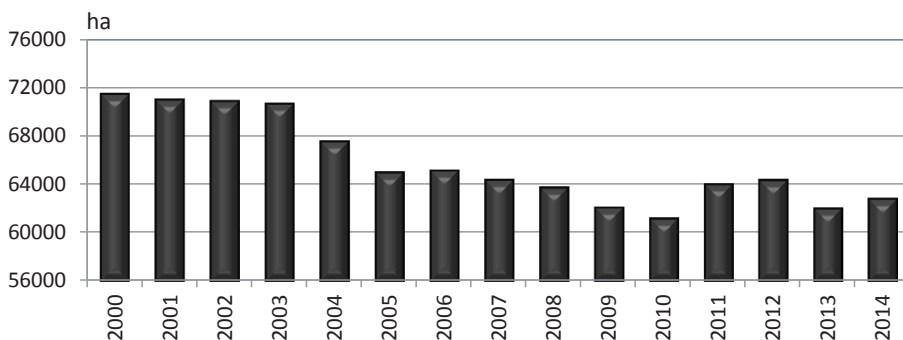
- ograniczaniu przeznaczania ich na cele nierolnicze lub nieleśne;
- zapobieganiu procesom degradacji i dewastacji gruntów rolnych oraz szkodom w produkcji rolniczej, powstającym wskutek działalności nierolniczej i ruchów masowych ziemi;
- rekultywacji i zagospodarowaniu gruntów na cele rolnicze;
- zachowaniu torfowisk i oczek wodnych jako naturalnych zbiorników wodnych;
- ograniczaniu zmian naturalnego ukształtowania powierzchni ziemi [Dz.U. 2013, poz. 1205].

Ochrona prawna gruntów oznacza, że należy zapobiegać wszystkim niekorzystnym zmianom, a w przypadku, gdy do nich doszło należy przywrócić stan

pierwotny. Zobowiązuje to jednostki organizacyjne i osoby fizyczne do racjonalnej gospodarki zasobami gleby w celu zapewnienia ochrony jej wartości produkcyjnych i innych do zachowania równowagi przyrodniczej [Misiółek i in. 2014, s. 251].

Ochrona gruntów i ich użytkowanie mają także swoje ujęcie jako jeden ze wskaźników zachowania ładu środowiskowego w zrównoważonym rozwoju kraju. Użytkowanie w tym ujęciu obejmuje: powierzchnię zabudowaną i zurbanizowaną, grunty zdewastowane i zdegradowane oraz lesistość. Elementem tego wskaźnika jest obliczanie udziału gruntów zdewastowanych i zdegradowanych w ogólnej powierzchni geodezyjnej kraju. Można w ten sposób monitorować poziom dewastacji i degradacji gleby w kraju. Grunty zdewastowane to grunty, które utraciły całkowicie wartości użytkowe, natomiast grunty zdegradowane, to te których wartość użytkowa zmalała w wyniku pogorszenia się warunków przyrodniczych lub wskutek zmian środowiska oraz działalności przemysłowej, a także wadliwej działalności rolniczej. Według danych GUS, w latach 2000-2010 powierzchnia gruntów zdewastowanych i zdegradowanych w Polsce systematycznie obniżała się (rys. 14). W kolejnych latach nieznacznie zwiększyła się, jednak nie był to tak wysoki poziom jak w roku 2000 (o ok. 5%).

Było to związane ze zmniejszaniem się udziału gruntów zdewastowanych i zdegradowanych w powierzchni kraju (z 0,23% w 2000 roku do 0,19% w 2010 roku) i ze wzrostem do 0,20% w 2014 roku. Czynniki, które najbardziej niekorzystnie oddziałują na grunty to przede wszystkim przemysł, komunikacja i gospodarka komunalna. Jednak generalnie udział gruntów zdewastowanych i zdegradowanych systematycznie maleje, co jest związane z działaniami naprawczymi.



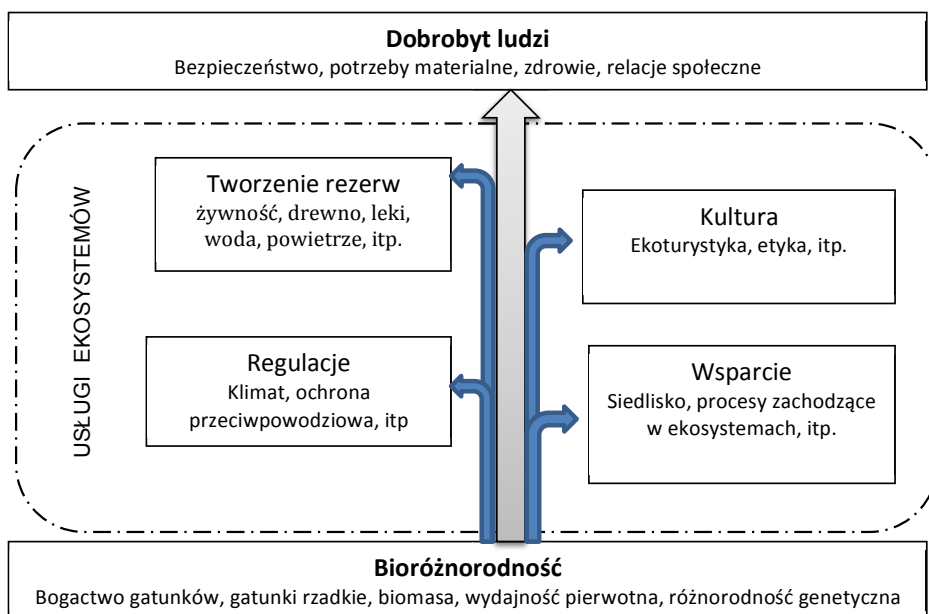
Rysunek 14. Grunty zdewastowane i zdegradowane w Polsce w latach 2000-2014  
Źródło: [GUS, 2011, 2015b]

Na świecie generalnie rośnie popyt na surowce rolne. Konieczne więc staje się m.in. zwiększanie powierzchni gruntów rolnych. Rekultywacja terenów, które zostały poważnie zdegradowane lub silnie zanieczyszczone i w obecnym stanie nie mogą być wykorzystywane do celów rolnych, jest sposobem na zwiększenie powierzchni gruntów rolnych dostępnych pod uprawy. Jak wskazano w dyrektywie Parlamentu Europejskiego nr 2009/30/WE system zrównoważonego rozwoju powinien zachęcać do użytkowania rekultywowanych terenów zdegradowanych ze względu na fakt, że szersze użycie biopaliw przyczyni się do zwiększonego zapotrzebowania na produkty rolne [Dz.U. 2001, nr 62, poz. 627].

### **2.3.3. Usługi ekosystemowe a tereny chronione i ich znaczenie dla rolnictwa**

Życie człowieka jest nierozzerwalnie związane ze stanem ekosystemów i siedlisk. Siedliska są niezbędne dla naszego przetrwania i dobrobytu. Zapas odnawialnych i nieodnawialnych zasobów naturalnych można opisać jako pewien „kapitał naturalny”. Zapewnia on przepływ korzyści dla ludzi, zarówno lokalnie, jak i globalnie [Ewing i in. 2010]. Nie każdy z nas musi znać dokładnie wszystkie zjawiska i procesy biologiczne czy ekologiczne. Wszyscy jednak powinni być świadomi, że nasza egzystencja zależy bezpośrednio od usług świadczonych przez ekosystemy. Na rysunku 15 zaprezentowano zestaw usług ekosystemów wpływających na dobrobyt ludzi.

Usługi ekosystemowe obejmują wszystkie aspekty dotyczące tworzenia rezerw, regulacji np. w zakresie zmian klimatycznych. Dotyczy to m.in. żywności wytwarzanej na gruntach rolnych. Ze względu na korzyści wynikające z tych usług, konieczne jest wsparcie zewnętrzne. Tereny chronione i gospodarowanie na nich stanowi dla rolników konieczność dostosowania się do wymogów ochrony przyrody. Wzajemne zależności między możliwościami korzystania z zasobów naturalnych, jak i ochrona przyrody muszą mieć pewne regulacje. W Polsce warunki korzystania z zasobów środowiska określa ustawa *Prawo ochrony środowiska* [Dz.U. 2001, nr 62, poz. 627]. Ochrona przyrody, w rozumieniu ustawy, polega na zachowaniu, zrównoważonym użytkowaniu oraz odnawianiu zasobów, tworów i składników przyrody:



Rysunek 15. Usługi ekosystemowe wpływające na dobrobyt ludzi  
 Źródło: [Ewing i in. 2010]

- 1) dziko występujących roślin, zwierząt i grzybów;
- 2) roślin, zwierząt i grzybów objętych ochroną gatunkową;
- 3) zwierząt prowadzących wędrowny tryb życia;
- 4) siedlisk przyrodniczych;
- 5) siedlisk zagrożonych wyginięciem, rzadkich i chronionych gatunków roślin, zwierząt i grzybów;
- 6) tworów przyrody żywej i nieożywionej oraz kopalnych szczątków roślin i zwierząt;
- 7) krajobrazu;
- 8) zieleni w miastach i na wsiach;
- 9) zadrzewień.

Celem ochrony przyrody w myśl ustawy jest:

- 1) utrzymanie procesów ekologicznych i stabilności ekosystemów;
- 2) zachowanie różnorodności biologicznej;
- 3) zachowanie dziedzictwa geologicznego i paleontologicznego;

- 4) zapewnienie ciągłości istnienia gatunków roślin, zwierząt i grzybów wraz z ich siedliskami, przez ich utrzymywanie lub przywracanie do właściwego stanu ochrony;
- 5) ochrona walorów krajobrazowych, zieleni w miastach i wsiach oraz zadrzewień;
- 6) utrzymywanie lub przywracanie do właściwego stanu ochrony siedlisk przyrodniczych, a także pozostałych zasobów, tworów i składników przyrody;
- 7) kształtowanie właściwych postaw człowieka wobec przyrody przez edukację, informowanie i promocję w dziedzinie ochrony przyrody.

Zróznicowanie kategorii obszarów chronionych wynika z celów ochronnych, jakie są im przypisane oraz różnych funkcji. Formami ochrony przyrody są:

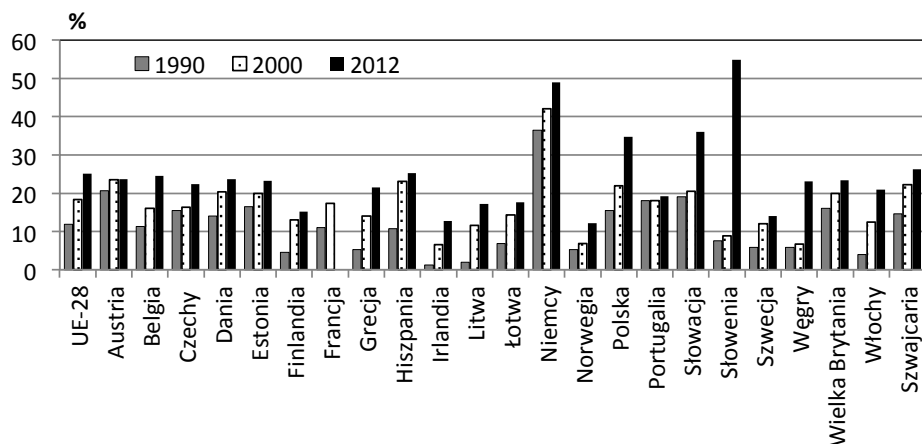
- 1) parki narodowe;
- 2) rezerваты przyrody;
- 3) parki krajobrazowe;
- 4) obszary chronionego krajobrazu;
- 5) obszary Natura 2000;
- 6) pomniki przyrody;
- 7) stanowiska dokumentacyjne;
- 8) użytki ekologiczne;
- 9) zespoły przyrodniczo-krajobrazowe;
- 10) ochrona gatunkowa roślin, zwierząt i grzybów [Dz.U. 2004, nr 92, poz. 880].

Parki narodowe i rezerваты przyrody wraz z ich otulinami, wyróżniają się szczególnymi wartościami naukowymi i kulturowymi. Obejmują one obszar o powierzchni nie mniejszej niż 1000 ha, na którym ochronie podlega cała przyroda oraz walory krajobrazowe. Park narodowy tworzy się w celu zachowania różnorodności biologicznej, zasobów, tworów i składników przyrody nieożywionej i walorów krajobrazowych, przywrócenia właściwego stanu zasobów i składników przyrody oraz odtworzenia zniekształconych siedlisk: przyrodniczych, roślin, zwierząt lub grzybów [GUS 2015a].

Organizację parków narodowych opierano na wzorze najstarszego parku, utworzonego w 1872 roku Parku Narodowego Yellowstone w Stanach Zjednoczonych. Tworzenie terenów ochronnych było podyktowane, jak podawał w latach 50. ubiegłego wieku W. Goetel, wzrostem produkcji i to zarówno przemysłowej, jak i rolniczej, który okazał się bardzo niebezpieczny, a to tym bardziej, że forsując



ten wzrost, nie liczone się zupełnie z jakimikolwiek ujemnymi następstwami i zaniedbywano całkowicie przyrodniczą stronę zagadnienia. Dopóki powiększenie produkcji nie przerosło pewnej miary, niebezpieczeństwo widzieli tylko ludzie umiejący przewidywać przyszłość. W. Goetel wskazuje na rolę jaką odegrał w tym względzie Jan G. Pawlikowski [Goetel 1959]. J.G. Pawlikowski w książce pt. *Kultura a natura* już w roku 1913 tak pisał na ten temat „Człowiek odkąd pojawił się na ziemi począł ujarzmić przyrodę. Aż wreszcie ujarzmił ją tak gruntownie, że poczynają mu włosy stawać z przerażenia, aby w pustce przestrzeni nie został sam na sam z trupem”. Takie i podobne wypowiedzi spowodowały, że zaczęto coraz bardziej zwracać uwagę na ten problem. Prowadzi to obecnie do podejmowania działań polegających na wydzieleniu terenów, na których występują pewne ograniczenia odnośnie działań człowieka. Powierzchnie te objęte są prawną ochroną, a gospodarujący na nich są zobligowani do stosowania się do obowiązujących na nich ograniczeń. Tereny objęte ochroną prawną w UE od 1990 roku znacznie wzrosły (rys. 16). W Polsce tereny o szczególnych walorach przyrodniczych prawnie chronione w 2014 roku zajmowały 10 165,1 tys. ha, co stanowiło 32,5% powierzchni kraju [GUS 2015a].

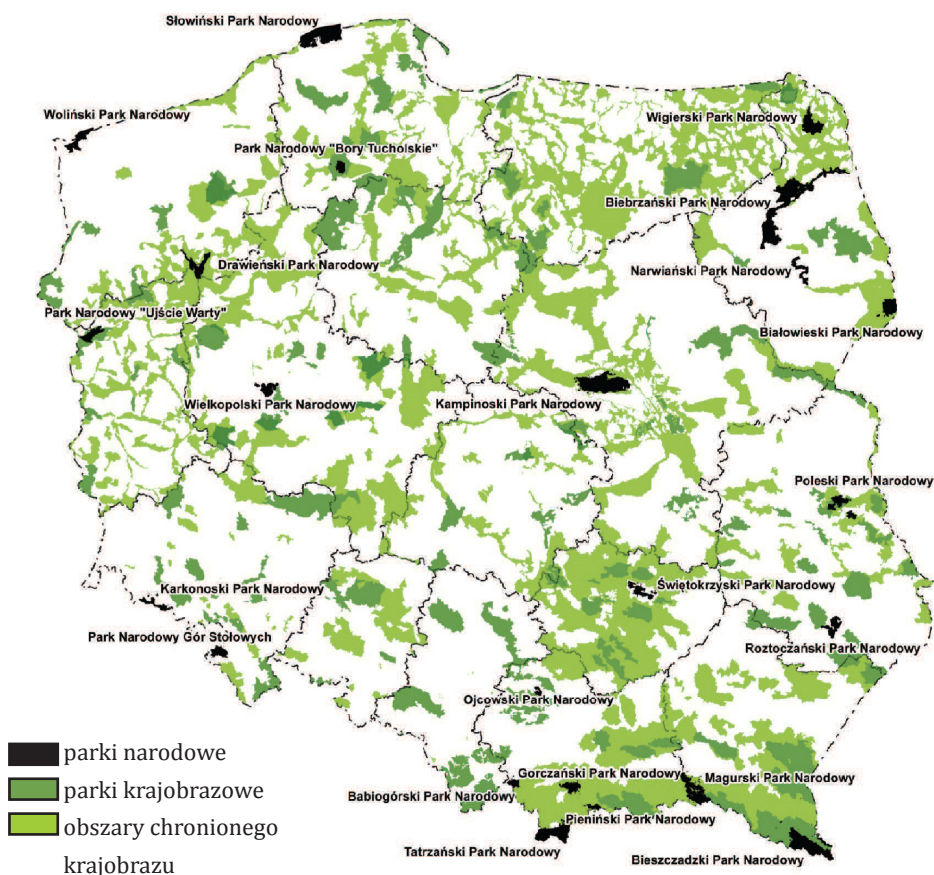


\* nie podano wszystkich krajów ze względu na brak lub niepełnych danych w analizowanych latach

Rysunek 16. Łądowe obszary chronione w wybranych krajach Europy\* (udział w % powierzchni ogólnej) w latach 1990-2012

Źródło: opracowanie własne na podstawie [GUS 2015c]

Największy udział terenów chronionych miała Słowenia, ale dopiero w 2012 roku – można wskazać na największy „skok” pod względem wzrostu powierzchni chronionej (od 1990 do 2012 roku ponad 7-krotny). Generalnie wysokim udziałem charakteryzowały się Niemcy, gdyż w 1990 roku zaczynały od najwyższego poziomu obszarów chronionych. Znaczący wzrost udziału nastąpił także w Polsce (ponad 2-krotnie) oraz na Słowacji (prawie 2-krotnie). Rozkład powierzchni chronionej w Polsce zaprezentowano na mapie 5. Polska należy do krajów, których udział terenów chronionych w ogólnej powierzchni kraju jest znaczny. Pierwszym parkiem powstałym w 1932 roku były tereny Puszczy Białowieskiej.



Mapa 5. Obszary chronione w Polsce w 2014 roku

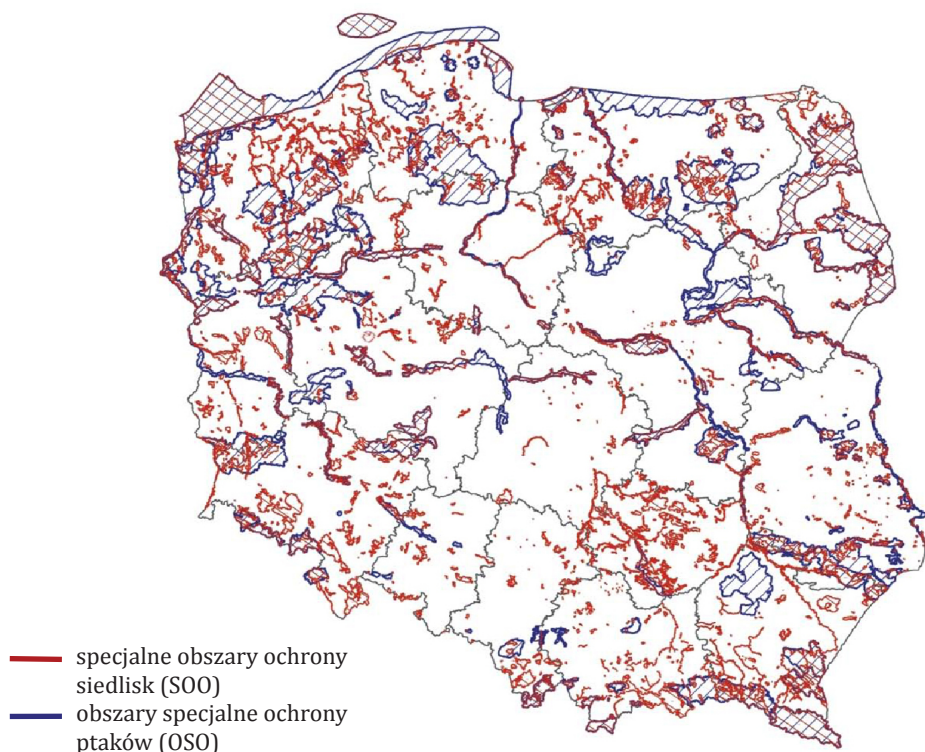
Źródło: [GUS 2015a, s. 534, <http://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/srodowisko/ochrona-srodowiska-2015,1,16.html>]

Analizując niekorzystne zmiany środowiskowe okazało się, że dotychczasowe systemy ochrony przyrody są niewystarczające i należy poszukiwać nowych rozwiązań pomagających skutecznie chronić przyrodę na większych obszarach. Dla zahamowania negatywnych zjawisk postanowiono w Europie opracować koncepcję sieci ekologicznej Natura 2000. Jej zadaniem jest utrzymanie różnorodności biologicznej, ale też najbardziej typowych, wciąż jeszcze powszechnych układów przyrodniczych charakterystycznych dla regionów biogeograficznych (np. alpejskiego, atlantyckiego, kontynentalnego) [GUS 2012].

Jednak tak jak niemożliwa jest nieograniczona działalność w zakresie użytkowania bogactw naturalnych (nie licząca się z przyrodniczymi uwarunkowaniami), tak samo niedopuszczalna jest całkowita ochrona środowiska, wykluczająca możliwość działań człowieka w zakresie produkcji czy konsumpcji, chociaż działania te muszą uwzględniać wymogi gospodarcze, społeczne i kulturowe oraz cechy regionalne i lokalne danego obszaru Natura 2000. Na mapie 6 przedstawiono obszary Natura 2000 dla obszaru Polski.

System obszarów chronionych mający na celu utrzymanie naturalnych warunków bytowania oraz rozwoju chronionych i zagrożonych gatunków zwierząt, roślin oraz glebowego i wodnego środowiska dotyczy w dużej mierze rolnictwa. Przez prowadzenie działalności rolniczej na terenach o szczególnych wartościach przyrodniczych, rolnicy w sposób szczególny odpowiadają za zachowanie tych walorów. Wiele gatunków będących przedmiotem ochrony występuje na gruntach rolnych. Jak twierdzi I. Kaługa zachowanie takiego charakteru siedlisk jest uzależnione od ich odpowiedniego użytkowania i jest warunkiem skutecznej ochrony obszarów cennych, a w efekcie zachowania różnorodności biologicznej [Kaługa 2009]. Można więc stwierdzić, że zasoby środowiskowe determinują wielkość i kierunki produkcji rolniczej, a gospodarowanie zmienia ekosystemy, kształtuje krajobraz, wpływa na jakość poszczególnych składników przyrody.

Jak wynika z badań W. Gotkiewicza, rolnicy, obok niewątpliwych zalet gospodarowania na terenach chronionych czy też w ich pobliżu, dostrzegają jednak wiele barier i niekorzystnych zjawisk, które utrudniają rozwój gospodarstw. Połowa badanych rolników, którzy odczuwali wpływ obszarów chronionych stwierdziła, że obszary te generują wiele ograniczeń, w tym dochodowych [Gotkiewicz 2005]. Mogło to częściowo wynikać z braku świadomości rolników odnośnie roli i znaczenia terenów chronionych, gdyż jak stwierdziła w swoich



Mapa 6. Europejska sieć ekologiczna Natura 2000 w Polsce (stan na 2011 rok)  
Źródło: [GUS 2012, s. 547, [http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/se\\_ochrona\\_srodowiska\\_2012\\_notatka.pdf](http://stat.gov.pl/cps/rde/xbcr/gus/se_ochrona_srodowiska_2012_notatka.pdf)]

badaniach A. Siedlecka oceniając zainteresowanie problematyką ochrony środowiska, w grupie 200 gospodarstw rolnych blisko 75% respondentów określiło swoje zainteresowanie tym tematem na niskim i zdecydowanie niskim poziomie. Autorka oceniła, że biorąc pod uwagę wagę zagadnienia, wydaje się, że środowisko i problemy związane z jego ochroną są zdecydowanie mało istotne dla badanych gospodarstw. Ciekawe jest również to, że pomimo dużej dostępności do różnych źródeł informacji o problematyce środowiskowej, zainteresowanie rolników dotyczące podnoszenia wiedzy było niewielkie. Jedynie 36% kierowników gospodarstw wyraziło chęć uczestnictwa w kursach, szkoleniach z zakresu podnoszenia wiedzy na temat problematyki środowiskowej i zarządzania środowiskowego [Siedlecka 2015, s. 138].

## 3. EWOLUCJA FUNKCJI ROLNICTWA

### 3.1. Produkcyjne funkcje rolnictwa

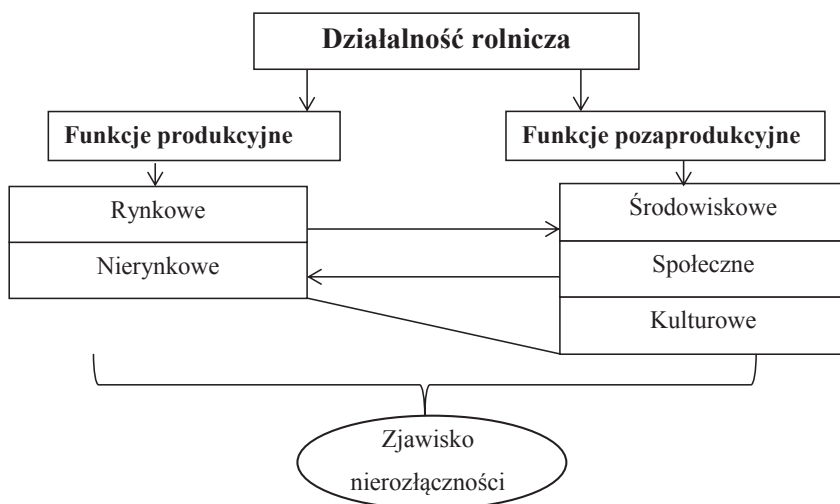
W rozdziale pierwszym wskazano na znaczenie rolnictwa od początku jego powstania, gdy rolnik gospodarujący w sposób tradycyjny z konieczności pełnił wiele funkcji. Słaby rozwój otoczenia rolnictwa w tamtym okresie wymagał nie tylko produkcji płodów rolnych, ale także ich przetwórstwa, wytwarzania narzędzi, produkcji odzieży itp., wewnątrz gospodarstwa. Rozpatrując zagadnienie w długim okresie można zaobserwować, że zmieniają się funkcje i zadania poszczególnych gałęzi gospodarki, w tym także rolnictwa. W latach 80. ubiegłego wieku T. Rychlik stwierdził, że płody rolne mają podstawowe znaczenie w produkcji żywności, która zaspokaja potrzeby decydujące o istnieniu człowieka. Autor wymieniał także funkcje rolnictwa w kontekście jego służebnej roli w stosunku do całej gospodarki narodowej, uwzględniając funkcję dochodową (udział w akumulacji społecznej i w kreowaniu dochodów ludności rolniczej), produkcyjną, zatrudnieniową, udział w przepływach międzygałęziowych strumieni dóbr materialnych oraz udział w obrotach handlu zagranicznego [Rychlik 1983, s. 42]. Mimo wielu zmian, które dokonały się od tamtego czasu (ponad 30 lat), należy zgodzić się z takim podziałem funkcji rolnictwa również obecnie. Rolnictwo mimo malejącego udziału w tworzeniu PKB (spadek z 58% udziału w dochodzie narodowym w 1946 roku do około 3% w 2014 roku [Czerwińska 2003]) nie traci znaczenia jako dostawca żywności. Wskazuje się, że udział poszczególnych działów gospodarki w tworzeniu PKB jest miarą roli i znaczenia danego działu w rozwoju gospodarczym kraju. O stopniu rozwoju danej gospodarki można wnioskować na podstawie jej struktury gospodarczej. Dodatkowo spadek udziału rolnictwa w PKB wynika przede wszystkim ze znacznego wzrostu innych działów, głównie usług, a także ze względu na rosnącą wydajność pracy w działach pozarolniczych. L. Wicki i A. Grontkowska analizując agrobiznes wskazywali, że „(...) w obrębie agrobiznesu rolnictwo w zasadzie tylko utrzymuje notowany wcześniej poziom produkcji, a realny wzrost sektora wynika ze zwiększenia stopnia przetworzenia i wartości dodanej w przetwórstwie rolno-żywnościowym” [Wicki, Grontkowska 2015, s. 20-32].

Rozwój cywilizacji, postęp techniczny, technologiczny i wprowadzanie wielu innowacji, umożliwiły realizację procesów specjalizacji produkcji rolniczej, co doprowadziło do ograniczenia funkcji rolnika przede wszystkim do wytwarzania żywności, surowców do produkcji żywności, surowców przemysłowych, na samozaopatrzenie i obrót wewnętrzny. Obecnie podkreśla się także w tym zestawie produktów znaczenie rolnictwa w wytwarzaniu odnawialnych źródeł energii. W działalności rolniczej stale unowocześnianej, wprowadza się coraz doskonalsze technologie produkcji, wdraża do produkcji nowe wydajniejsze odmiany roślin i ras zwierząt, intensyfikuje produkcję osiągając coraz lepsze wyniki produkcyjne. W pewnym okresie doprowadziło to do nadprodukcji żywności [Runowski 2009, s. 36]. Początkowo ze względu na braki żywności w Europie, jako cel wspólnej polityki rolnej (WPR) przyjęto wzrost wydajności w rolnictwie. Wprowadzano więc nowoczesne rozwiązania i inwestycje w postęp techniczny w celu maksymalizacji wyników produkcyjnych rolnictwa. Konsekwencją takich działań był wzrost skali produkcji i poprawa samowystarczalności żywnościowej. Doprowadziło to także do nadprodukcji żywności, co wiązało się niekiedy z paradoksalnymi rozwiązaniami (np. niszczenie nadwyżek żywności, tylko po to, aby zapewnić producentom wysoką cenę). Wiązało się to nawet z karami płaconymi przez rolników, gdy poziom produkcji przekraczał ustaloną kwotę (np. produkcja mleka). Obecnie sytuacja się ustabilizowała ze względu na to, że zapotrzebowanie na żywność wzrasta w sytuacji zwiększającej się populacji ludności świata. Wzrasta również popyt na surowce rolnicze wykorzystywane do produkcji energii odnawialnej.

Wśród funkcji produkcyjnych rolnictwa J. Wilkin wydziela funkcje rynkowe i nierynkowe (lub inaczej komercyjne i niekomercyjne). Funkcje rynkowe to wszystkie produkty (surowce) rolnicze, które są przedmiotem obrotu rynkowego (rys. 17) [Wilkin 2010].

Funkcje nierynkowe obejmują materiały wytworzone w rolnictwie i w nim zużyte (przeznaczone zarówno na spożycie naturalne, jak i obrót wewnętrzny)<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Spożycie naturalne – środki przeznaczone na zużycie w gospodarstwie domowym rolnika, obrót wewnętrzny materiały do produkcji w gospodarstwie produkcyjnym (por. [Ziętara 1998, s. 87]).



Rysunek 17. Funkcje działalności rolniczej  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie [Wilkin 2010, s. 24]

### 3.2. Pozaprodukcyjne funkcje rolnictwa

W ostatnich latach coraz częściej zaczęto zwracać również uwagę, że oprócz podstawowej funkcji, jaką jest produkcja żywności, rolnictwo pełni wiele funkcji pozaprodukcyjnych, które są niejako dodatkowymi funkcjami. Są one na ogół powiązane z funkcjami produkcyjnymi, a powstają jako „produkt uboczny” działalności rolniczej. Pozaprodukcyjne funkcje rolnictwa są związane z wytwarzaniem dóbr i usług, które nie mają ceny rynkowej, z tego względu często określane są jako funkcje pozarynkowe. Zwraca na to uwagę J. Wilkin wskazując, że rodzi się w tej sytuacji pytanie: „(...) co wytwarza współczesne rolnictwo i jaką część tego efektu stanowią dobra rynkowe, a jaką dobra nierynkowe, wśród których są dobra o charakterze dóbr merytorycznych i dóbr publicznych?” [Wilkin 2010, s. 12] Autor wskazuje także, że funkcje te wiążą się z wytwarzaniem określonych dóbr, mających coraz większe znaczenie dla ludzi i środowiska (tab. 3).

Wśród pozaprodukcyjnych funkcji rolnictwa można wyróżnić dobra środowiskowe oraz społeczno-kulturowe. Dobra społeczno-kulturowe to m.in. ochrona dziedzictwa kulturowego wsi (zachowanie i odtwarzanie elementów

Tabela 3. Klasyfikacja rynkowych i pozarynkowych funkcji rolnictwa

Produkcyjne	Społeczne	Kulturowe	Przyrodnicze
<p><b>Komercyjne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– artykuły żywnościowe przeznaczone na rynek</li> <li>– artykuły rolne stanowiące surowce przemysłowe</li> <li>– produkty rolne służące wytwarzaniu energii</li> <li>– usługi turystyczne związane z działalnością rolniczą</li> </ul> <p><b>Niekomercyjne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– samozaopatrzenie gospodarstwa domowego w żywność</li> <li>– wytworzone w gospodarstwie środki produkcji na własne potrzeby</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– wpływ na żywotność ekonomiczną i spójność społeczną wsi</li> <li>– element zabezpieczenia społecznego dla rodzin rolniczych i części rodzin nierolniczych</li> <li>– stabilizacja wstrząsów wywołanych zmianami gospodarczymi i instytucjonalnymi (tzw. bufor szoków zewnętrznych)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ochrona i wzbogacanie tradycji kulturalnych na wsi</li> <li>– wzbogacanie kultury narodowej</li> <li>– wzmacnianie tożsamości i różnorodności kulturowej na poziomie lokalnym i krajowym,</li> <li>– kształtowanie kapitału kulturowego</li> <li>– ochrona i wzbogacanie pejzażu kulturowego wsi</li> </ul>	<p><b>Negatywne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– zanieczyszczenie gleby i wód środkami chemicznymi, ściekami komunalnymi i gospodarczymi</li> <li>– erozja gleb</li> <li>– zmniejszanie bioróżnorodności terenów rolniczych</li> <li>– emisja gazów cieplarnianych</li> </ul> <p><b>Pozytywne:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– zapobieganie degradacji przyrodniczej użytków rolnych</li> <li>– ochrona bioróżnorodności terenów rolniczych,</li> <li>– ochrona bądź poprawa stosunków wodnych na terenach rolniczych</li> <li>– zapobieganie erozji gleb</li> </ul>

Źródło: [Wilkin 2010, s. 29]



krajobrazu rolniczego o znaczeniu kulturowym), ochrona tradycji, wzmacnianie tożsamości kulturowej na poziomie lokalnym i regionalnym, krajowym, kształtowanie tożsamości lokalnej i tworzenie warunków do rekreacji i wypoczynku. Wśród środowiskowych funkcji rolnictwa można mówić o ich pozytywnym lub negatywnym znaczeniu. Znaczenie pozytywne jest związane ze świadczeniem pewnych usług na rzecz środowiska naturalnego, takich jak ochrona środowiska przyrodniczego i krajobrazu, ochrona różnorodności biologicznej obszarów rolnych, zachowanie i odtwarzanie elementów krajobrazu rolniczego o znaczeniu ochronnym czy ochrona zasobów genetycznych w rolnictwie [Wilkin 2010, s. 29].

G. Van Huylenbroeck i współautorzy w kontekście oceny wielofunkcyjności rolnictwa wskazywali na inną klasyfikację pozaprodukcyjnych funkcji rolnictwa. Autorzy wydzielili cztery grupy funkcji oznaczone kolorami:

- 1) zielony** – utrzymanie krajobrazu, gospodarki łowieckiej, tworzenie siedlisk dzikich zwierząt i dobrostanu zwierząt, utrzymanie bioróżnorodności, poprawa obiegu substancji odżywczych, zarządzanie zasobami ziemi,
- 2) żółty** – m.in. odnosi się do roli rolnictwa w utrzymywaniu spójności i żywotności obszarów wiejskich, wzbogacania tradycji kulturowej tworząc tożsamość regionalną, rozwoju agroturystyki,
- 3) niebieski** – gospodarka wodna, poprawa jakości wód, ochrony przeciwpowodziowej, energia wodna i wiatrowa,
- 4) biały** – zapewnianie bezpieczeństwa żywnościowego i bezpiecznej żywności [Van Huylenbroeck 2007].

Zauważyć trzeba, że część z pozaprodukcyjnych funkcji rolnictwa realizowanych jest jako samoistne (spontaniczne) zjawiska gospodarcze lub społeczne, a część indukowana jest intencjonalnie przez działania o charakterze politycznym. Dotyczy to zarówno funkcji powiązanych z produkcją, jak i pozostałych. Na przykład dbałość o jakość gleby jest jak najbardziej powiązana z prowadzeniem produkcji rolniczej i jako taka jest przedmiotem troski samego rolnika, realizując przy tym ważny społeczny cel, jakim jest zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego [Sadowski 2012]. Z kolei, czynna ochrona cennych siedlisk przyrodniczych użytkowanych rolniczo (np. łąk kserotermicznych) w większości przypadków nie byłaby możliwa bez zdefiniowanej woli politycznej, zoperacjonalizowanej w formie określonych działań polityki rolnej.

Wskazane pozaprodukcyjne funkcje rolnictwa – środowiskowe i społeczne (łącznie z podstawową funkcją produkcyjną) wpisują się w dwie ważne koncepcje

rozwojowe, jakimi są zrównoważony rozwój oraz wielofunkcyjny rozwój wsi i rolnictwa. W odniesieniu do rozwoju zrównoważonego wymienione funkcje dotyczą sfery ekonomicznej, społecznej i środowiskowej w ich wzajemnych relacjach, zależnościach, a czasem też konfliktach celów. Przykładem może być wyłączenie z użytkowania części arealu rolniczego ze względu na elementy szczególnie cenne środowiskowo, co jednak ogranicza potencjalną produkcję sprzedaną z gospodarstwa i przez to stoi w sprzeczności z mikroekonomicznym interesem zarządzającego gospodarstwem, ale też z innym celem polityki rolnej, którym jest produkcja żywności i utrzymanie odpowiednio wysokich dochodów w rolnictwie. Wystąpienie takich sprzeczności oznacza konieczność rekompensaty utraconych korzyści wynikających z administracyjnego przymusu nakładanego przez działania polityki rolnej.

Jak podkreślają A. Pawlewicz i P. Bórawski [2015, s. 271-276], właściciele gospodarstw rolnych przez rezygnację z intensywnej produkcji uzyskują rekompensatę w postaci dopłat do powierzchni, na której realizowany jest program ochronny, dzięki czemu nie będzie zmniejszać się efektywność ekonomiczna gospodarstwa, co jest wystarczającą motywacją dla rolników. Jednak najważniejsze są efekty związane z dostarczaniem usług i dóbr środowiskowych. Podstawowe, długoterminowe, efekty pozaekonomiczne, jakie można osiągnąć przez wdrażanie płatności rolnośrodowiskowych, to przede wszystkim: odnowa i zachowanie tradycyjnego krajobrazu obszarów wiejskich, wyeliminowanie wykorzystywania nawozów mineralnych i środków ochrony roślin, ograniczenie nawożenia azotem, ekstensyfikacja produkcji na łąkach i pastwiskach, co przyczynia się do poprawy i zachowania bioróżnorodności oraz funkcjonowania rolnictwa na zasadach zrównoważonego rozwoju.

Rolnictwo wykorzystując w procesie gospodarowania ponad połowę ogólnej powierzchni kraju wyznacza główne funkcje i kierunki użytkowania ziemi oraz kształtuje środowisko przyrodnicze i krajobraz. Ogólnie gospodarka rolna pełni funkcje ekonomiczne (polegające na produkcji żywności i pasz, wytwarzaniu surowców dla przemysłu przetwórczego, udział w tworzeniu PKB), społeczne, które polegają na zapewnianiu społeczeństwu miejsc pracy oraz przestrzenne (przekształcanie krajobrazu naturalnego w rolniczy). Wskazuje się, że rolnictwo w odniesieniu do obszarów wiejskich pełni podstawową funkcję w zakresie możliwości rozwoju społecznego i ekonomicznego, daje zatrudnienie dużej grupie mieszkańców wsi oraz kształtuje strukturę przestrzenną terenów wiejskich.

Pełni też ważne role społeczne i kulturowe. Dzięki zachowaniu na niektórych obszarach tradycyjnych metod produkcji i zagospodarowania terenu, kształtuje krajobraz kulturowy wsi. W odróżnieniu od mieszkańców miast, ludność wsi, a szczególnie ludność rolnicza, zachowuje tradycje i wielowiekowe wartości kulturowe [IGiPZ PAN, dostęp 2016].

Prześledzenie zmian w funkcjach rolnictwa od najwcześniejszych czasów, przechodząc przez epokę zbieractwa i myślistwa, epokę agrarną, industrialną aż do dnia dzisiejszego, czyli epoki informacyjnej lub inaczej postindustrialnej, nasuwa się pytanie, czy powinno powrócić się do czasów, gdy środowisko „dawało sobie radę” z niwelowaniem szkodliwej działalności człowieka. Oczywiście powrotu do takich form i funkcji rolnictwa, jakie miały miejsce w dawnych czasach już nie ma. Na pewno jednak zarówno rolnictwo, jak i inne działy gospodarki muszą brać pod uwagę aspekt środowiskowy, co niewątpliwie wpłynie na zmianę sposobu gospodarowania. Obecnie, jak wskazuje A. Kowalski, podstawowe funkcje rolnictwa związane z produkcją żywności są w coraz szerszym zakresie realizowane nie tyle przez samo rolnictwo, ile przez kompleks działań, w których zaangażowane są różne czynniki i uwarunkowania niezależne od rolnictwa [Kowalski 2010, s. 11]. Dlatego ta odpowiedzialność rozszerza się, nie spada tylko na samo rolnictwo czy rolników. Należy więc w tym przypadku zgodzić się z opinią W. Chomicza i B. Balewskiego [2012], że paradoksalną sytuacją może dzisiaj wydawać się fakt, że mimo malejącego udziału rolnictwa w tworzeniu dochodu narodowego mówi się jednocześnie o tym, że jego znaczenie stale rośnie. Rolnictwo zajmuje i zapewne w najbliższej przyszłości będzie zajmować bardzo wysoką pozycję wśród wszystkich dziedzin wytwarzania, ze względu na swoją strategiczną funkcję wytwarzania żywności (czy też surowców do produkcji żywności). W tym kontekście autorzy wskazują na znaczenie rolnictwa, które powinno posiadać pewien priorytet w stosunku do problemów niektórych innych gałęzi gospodarki narodowej.

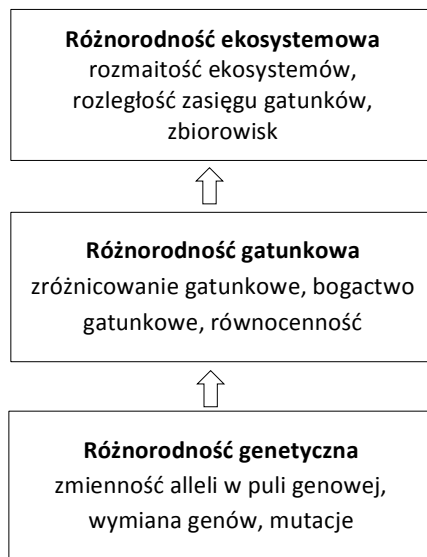
## **4. RÓŻNORODNOŚĆ BIOLOGICZNA I JEJ OCHRONA, ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM ROLNICTWA**

### **4.1. Definicje i poziomy różnorodności biologicznej**

Termin bioróżnorodność (ang. *biodiversity*) został po raz pierwszy użyty przez R. Dalesmana w 1968 roku w klasycznej pozycji na temat idei ochrony przyrody pt. *A different kind of country* [Soulé, Wilcox 1980, za: Kędziora, Karg 2010, s. 107]. W naukach przyrodniczych bioróżnorodność definiuje się jako różnorodność przejawów życia na Ziemi [Jeffries 2006, s. 5]. Pojęcie to obejmuje zmienność żywych organizmów zamieszkujących wszystkie środowiska oraz zmienność systemów ekologicznych, których częścią są te organizmy, przy czym tak ujęta zmienność obejmuje różnorodność wewnątrzgatunkową, międzygatunkową i różnorodność ekosystemów [Dz.U. z 2002 r. nr 184, poz. 1532]. Bioróżnorodność tworzy tym samym podstawę szerokiego wachlarza świadczeń ekosystemów, który w istotny sposób kształtuje dobrobyt człowieka [MEA 2005].

Różnorodność biologiczna jest to zatem zróżnicowanie organizmów rozpatrywane na wszystkich poziomach organizacji przyrody – od odmian genetycznych należących do tego samego gatunku, przez zestawy gatunków, rodzajów, rodzin i wyższych jednostek taksonomicznych, a także różnorodność ekosystemów, które składają się z zespołów organizmów żyjących w określonych siedliskach, jak i samych warunków fizycznych, w których żyją. Inaczej mówiąc, różnorodność biologiczna to zróżnicowanie organizmów na poziomie biogeograficznym, krajobrazowym, ekosystemowym, gatunkowym i genetycznym [Poskrobko i in. 2007]. Pierwszy ze wskazywanych poziomów dotyczy rozpatrywania bioróżnorodności w skali globalnej, gdzie przedmiotem analizy jest biosfera. Bioróżnorodność krajobrazowa odnosi się do określonego fragmentu przyrody, wyodrębnionego na podstawie przyjętych kryteriów i wynika z różnorodności tworzących ten obszar elementów. Kolejny poziom różnorodności biologicznej obejmuje zbiorowiska roślin i zwierząt, tworzących charakterystyczne układy ekologiczne, zwane ekosystemami. Różnorodność gatunkowa w najwęższym ujęciu dotyczy liczby gatun-

ków w określonej próbce, siedlisku czy na danym terenie, natomiast w szerokim rozumieniu uwzględnia bogactwo gatunkowe, równomierność występowania gatunków oraz ich ekologię. Najniższy poziom analizy bioróżnorodności (różnorodność genetyczna) ma związek ze zmiennością i różnorodnością materiału genetycznego w obrębie gatunku (rys. 18). M. Czajkowski i M. Buszko-Briggs wskazywali na trzy odrębne aspekty różnorodności biologicznej:



Rysunek 18. Poziomy bioróżnorodności

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Sienkiewicz 2013, s. 7-29]

- 1) bogactwo gatunków i bezpieczeństwo ich przetrwania;
- 2) instytucjonalne zapewnienie ochrony obszarowej;
- 3) naturalność procesów (brak czynnej ingerencji człowieka) [Czajkowski, Buszko-Briggs 2009, s. 2910-2917].

Szacuje się, że na Ziemi żyje od 3 do 100 mln gatunków, z czego około 1,8 mln jest opisanych<sup>2</sup>. Nieomal 70% gatunków żyjących na świecie znajduje się na terenie zaledwie 12 krajów: Australii, Brazylii, Chin, Kolumbii, Kostaryki,

<sup>2</sup> W konwencji o bioróżnorodności biologicznej ONZ z 1992 roku wskazano liczbę 13 mln gatunków, z czego 1,75 opisanych. Bardziej aktualne źródło – Czerwona księga gatunków zagrożonych (z 2008 roku) podaje liczbę od 5 do 30 mln gatunków żyjących na Ziemi, w tym 1,8 mln opisanych [Dz.U. z 2002 r. nr 184, poz. 1532].

Demokratycznej Republiki Konga, Ekwadoru, Indii, Indonezji, Madagaskaru, Meksyku i Peru. Bogata różnorodność gatunkowa jest cechą charakterystyczną regionów tropikalnych, gdzie występuje około 250 tys. gatunków roślin, a w samych lasach tropikalnych około żyje 50-90% wszystkich gatunków [WRI 2016].

Polska charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem siedlisk i naturalnego krajobrazu [Kędziora, Karg 2010, s. 107-114]. Szacuje się, że w Polsce występuje około 70 tys. gatunków organizmów żywych, w tym około 3 tys. gatunków roślin naczyniowych oraz 33-47 tys. gatunków zwierząt. Decyduje o tym: tradycyjna gospodarka rolna (szczególnie w regionach o mozaikowatej strukturze rolnictwa), wysoki udział trwałych użytków zielonych, występowanie obszarów półnaturalnych, w tym mokradłowych, których duża część położona jest na obszarach Natura 2000. Blisko połowa typów zespołów roślinnych występujących w Polsce ma swoje siedliska na obszarach wiejskich, a główną ostoję dla różnorodności biologicznej stanowią ekstensywne łąki, pastwiska, stawy i lasy.

Obszary o szczególnych walorach przyrodniczych prawnie chronione zajmowały w Polsce w 2014 roku 32,5% powierzchni kraju, obejmując: 23 parki narodowe, 1481 rezerваты przyrody, 122 parki krajobrazowe, 385 obszary chronionego krajobrazu, 165 stanowisk dokumentacyjnych, 7029 użytki ekologiczne, 335 zespoły przyrodniczo-krajobrazowe i 36 417 pomniki przyrody. Nieco ponad 30% powierzchni parków krajobrazowych stanowiły użytki rolne o łącznej powierzchni 816 tys. ha. Ponadto użytki rolne stanowiły 36,3% powierzchni obszarów chronionego krajobrazu. Obszary specjalnej ochrony ptaków Natura 2000 stanowiły wówczas 15,8% powierzchni ogólnej kraju, a specjalne obszary ochrony siedlisk Natura 2000 – 11,2% [GUS 2014]. Na podstawie danych z CORINE Land Cover [CLC 2000] dotyczących obecności obszarów Natura 2000, ważnych obszarów występowania ptaków (IBA) i podstawowych

Tabela 4. Liczba opisanych gatunków żyjących na Ziemi

Gatunki	Liczba
Bakterie	4 000
Głony	80 000
Zwierzęta – kręgowce	52 000
Zwierzęta – bezkręgowce	1 272 000
Grzyby	72 000
Rośliny	270 000
Wszystkie gatunki opisane	<b>1 750 000</b>

Źródło: [UN 2003, 2013, UNEP 1972]

obszarów występowania motyli (PBA) oraz narodowych danych o różnorodności biologicznej, określono prawdopodobieństwo występowania gruntów rolnych o wysokiej wartości przyrodnicze. Dla obszaru Polski oszacowano je na poziomie 23,8%. Najwyższą wartość oszacowano dla województwa podlaskiego – 35,8%, najniższą dla warmińsko-mazurskiego – 18,2%.

O różnorodności biologicznej kraju decydują w dużej mierze lasy. Są one silnie zróżnicowane pod względem przyrodniczym. W końcu 2013 roku lasy zajmowały powierzchnię 9,2 mln ha, obejmując 29,4 % powierzchni kraju. Od 1995 roku nastąpił wzrost powierzchni lasów o ponad 400 tys. ha. Prowadzone projekty zalesiania gleb najsłabszych pod względem przydatności rolniczej przyczyniają się do wzrostu powierzchni lasów, powstawania korytarzy ekologicznych, sprzyjają naturalnej sukcesji dzikiej roślinności i zwierząt oraz wpływają na regulację stosunków wilgotnościowych. Pod względem struktury własności dominowały lasy publiczne stanowiące 81,1% łącznej powierzchni. Jednocześnie wzrastał udział lasów prywatnych, który w niektórych województwach stanowił ponad 40% [GUS 2014].

Ważną rolę w utrzymaniu bioróżnorodności odgrywają obiekty stawowe, których powierzchnia ewidencyjna w Polsce w roku 2012 wynosiła 74 733 ha (dane Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii, stan na 1 stycznia 2012 roku). Stawy dają możliwość rozwoju zróżnicowanej i bujnej roślinności, która zapewnia siedliska dużej liczbie zwierząt, tworząc warunki sprzyjające bogactwu fauny i flory. Stawy stanowią ostoję wielu gatunków roślin i zwierząt, którym grozi wyginięcie z powodu zaniku lub zniszczenia ich naturalnych siedlisk. Wśród 174 wytypowanych w Polsce międzynarodowych obszarów ptasich (IBA), na 29 z nich zlokalizowane są kompleksy stawów rybnych mające istotne znaczenie dla ptaków wodno-błotnych [Turkowski, Lirski 2011].

## **4.2. Znaczenie bioróżnorodności i jej zagrożenia**

Coraz większe zainteresowanie problematyką bioróżnorodności oraz jej ochrony wynika z intensyfikacji presji człowieka na środowisko naturalne. Według szacunków w Europie pozostało jedynie 16% nieprzekształconych ekosystemów, a ekosystemy zdominowane przez człowieka obejmują 65% powierzchni tego kontynentu [Kozłowski 2004, s. 13-34]. Utrata różnorodności biologicznej

jest rezultatem złożonego systemu zależności, podstawowe znaczenie przypisuje się jednak utracie i fragmentacji siedlisk, wprowadzaniu do ekosystemów gatunków obcych, nadmiernej eksploatacji oraz zanieczyszczeniom i zmianom klimatu [Soulé, Orians 2001, s. 6, Budnikowski 1998, s. 28-33]. Według R. Kapuścińskiego, do najbardziej znaczących zagrożeń dla różnorodności biologicznej, typowych dla współczesnej cywilizacji zaliczyć należy:

- postępującą urbanizację i zagospodarowanie kraju, realizowane często bez uwzględnienia wymagań ekologicznych;
- procesy eutrofizacji, odwadniania, zakwaszenia gleb, skażenie toksycznymi związkami chemicznymi bądź zmianami termicznymi;
- zmiany sposobów użytkowania ziemi, w tym ograniczenie lub zaniechanie tradycyjnych metod produkcji rolnej;
- negatywną presję człowieka na gatunki postrzegane jako konfliktowe (np. bóbr, kormoran, wydra);
- nadmierną eksploatację populacji wybranych gatunków dziko żyjących (np. grzyby, zioła, ślimaki, niektóre gatunki łowne), co powoduje ograniczenie liczebności ich populacji;
- postępującą synantropizację fauny i flory oraz przenikanie gatunków obcych, co powoduje wypieranie gatunków rodzimych, słabszych konkurencyjnie;
- genetyczne modyfikacje gatunków i ich uwalnianie do środowiska, czego efekty w większości przypadków jak dotychczas są nierozpoznane [Kapuściński 2010, s. 6-7].

Do korzyści, które płyną dla ludzkości z ekosystemów należą przede wszystkim: żywność, woda pitna, drewno, regulacja klimatu, ochrona przed naturalnymi zagrożeniami, kontrola erozji gleby, składniki farmaceutyczne, miejsce rekreacji, itp. [EC 2008]. Skutki utraty bioróżnorodności mogą zatem przyjąć formę nasilonego występowania katastrof naturalnych, zagrożenia bezpieczeństwa energetycznego tej części ludności świata, która korzysta przede wszystkim z energii pochodzącej ze spalania drzewa, zagrożenia bezpieczeństwa żywnościowego wskutek zaniku wielości odmian roślin i zwierząt uprawnych, zmniejszonej odporności organizmów na choroby i ataki patogenów na skutek zmniejszania się różnorodności genetycznej oraz utrudnienie do zasobów czystej wody dostępu i zmniejszenia się tych zasobów w skali globalnej, z uwagi na wycinanie lasów oraz zanieczyszczanie zbiorników wodnych [EC 2008]. Utrzymanie bioróżnorodności



jest niezbędne do podtrzymania funkcji i procesów ekologicznych, które zapewniają żyzność gleby i produktywność ekosystemów rolniczych. Jak podkreśla B. Feledyn-Szewczyk, z punktu widzenia rolnictwa bioróżnorodność ma kluczowe znaczenie – zapewnia utrzymanie struktury i żyzności gleby, zapylenie upraw, biologiczną kontrolę, zapobieganie erozji gleby, obieg składników pokarmowych oraz kontrolę przepływu i dystrybucji wody [Feledyn-Szewczyk 2016, s. 105-124].

Do 2000 roku w skali globalnej zdołało się uchronić zaledwie około 73% pierwotnej naturalnej bioróżnorodności. Szacuje się, że do 2050 roku nastąpi utrata kolejnych 11% bioróżnorodności na Ziemi (poziom średni, obejmujący pustynie, tundrę i rejony polarne). Przy czym w niektórych regionach straty szacuje się na około 20% [EC 2016b, s. 25]. Jednak kluczowym pytaniem pozostaje, czy obecny poziom utraty bioróżnorodności utrzyma się w przyszłości. Wielu autorów wskazuje możliwe skutki braku działań w zakresie poprawy różnorodności biologicznej:

- obszary naturalne nadal będą przekształcane w ziemie uprawne i będą narażone na oddziaływanie coraz bardziej rozbudowywanej infrastruktury oraz zmian klimatu;
- ziemie, na których prowadzona jest obecnie ekstensywna gospodarka rolna, co często znacząco sprzyja bioróżnorodności, będą sukcesywnie przekształcane w tereny użytkowane intensywnie, wskutek czego nastąpi dalsza utrata różnorodności biologicznej i degradacja środowiska [Braat i in. 2008];
- istnieje zagrożenie załamania się zasobów znacznej liczby łowisk, jeśli połowy będą utrzymane na dotychczasowym poziomie; w drugiej połowie XXI wieku może nastąpić całkowita utrata większości zasobów ryb morskich na świecie [Worm i in. 2006, s. 787-790];
- w wyniku zniszczeń spowodowanych rybołówstwem, zanieczyszczeniem wód, chorobami, aktywnością obcych gatunków inwazyjnych, do 2030 roku może zniknąć 60% raf koralowych [Hughes i in. 2003].

R.D. Holt twierdzi, że kluczowym zadaniem na najbliższe lata będzie przewidzenie i złagodzenie utraty różnorodności biologicznej i degradacji funkcji ekosystemu [Holt 2010, s. 26-32]. D.R. Montgomery podkreślał znaczenie ochrony gleb, oceniając negatywnie nadmierne użycie nawozów mineralnych i mechanizacji. Jego zdaniem zapewnienie w przyszłości bezpieczeństwa żywnościowego będzie wymagało starannego dostosowania praktyki rolniczej do zmian zachodzących w środowisku [Montgomery 2010, s. 26-32].

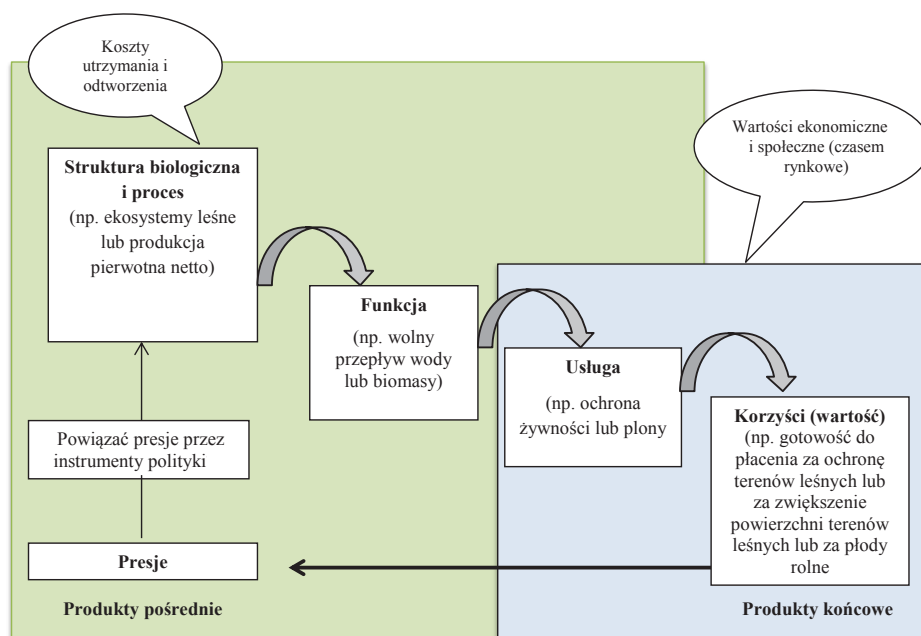
Utrata różnorodności biologicznej ma również wymiar ekonomiczny. Straty w bioróżnorodności wynikające z przyspieszonej degradacji ekosystemów i zanikania gatunków przynoszą szkody w postaci utraty typowych funkcji około 2/3 wszystkich ekosystemów w skali całego świata. Według badań przeprowadzonych z inicjatywy Komisji UE dla G8 „The Economics of Ecosystems and Biodiversity”, straty funkcji ekosystemów na świecie oceniono na 50 mld euro rocznie, a do 2050 roku skumulowane straty świadczeń mają wynieść około 7% globalnej konsumpcji [Braat i in. 2008]. Światowe Forum Ekonomiczne wymieniło „utrata różnorodności biologicznej i załamanie się ekosystemu” wśród 10 największych globalnych zagrożeń w 2015 roku [<http://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2015>].

Według wyników badań prowadzonych przez zespół naukowców w 44 krajach<sup>3</sup>, wpływ bioróżnorodności na wspieranie samej tylko produktywności lasów warty jest 166-490 mln dolarów rocznie. Tylko ten jeden z wielu pozytywnych aspektów bioróżnorodności warty jest dwadzieścia razy więcej niż roczne wydatki na ochronę przyrody w skali całego świata. Pozytywną i ścisłą relację pomiędzy zróżnicowaniem gatunkowym a produktywnością ekosystemów dostrzec można zarówno w skali kraju, krajobrazu, jak i ekosystemu. Przeciętnie 10-procentowe zubożenie bioróżnorodności prowadzi do 3-procentowego zmniejszenia produktywności. Odkrycie to wskazuje na potrzebę weryfikacji wartości jaką niesie różnorodność biologiczna, a co za tym idzie modyfikacji strategii gospodarek leśnych poszczególnych państw i priorytetów ochrony bioróżnorodności w wymiarze globalnym [Liang i in. 2016].

Badanie relacji bioróżnorodność – wydajność ekosystemów (ang. *biodiversity-productivity Relationship, BPR*) od dziesięcioleci stanowi ważny obszar rozważań naukowych w obszarze ekologii, a ostatnio również ekonomii. Zależność pomiędzy zmniejszającą się bioróżnorodnością a stratami w dostarczaniu usług ekosystemowych jest coraz lepiej udokumentowana<sup>4</sup> (rys. 19). Większość prowadzonych analiz ma jednak charakter regionalny bądź lokalny. Ze względu na globalny charakter znaczenia i zagrożeń bioróżnorodności podejmuje się w ostatnim czasie wysiłki wspierające badania w tym obszarze prowadzone w skali świata.

<sup>3</sup> Wykonawcami projektu w Polsce były Wydział Leśny SGGW oraz Lasy Państwowe.

<sup>4</sup> Badania m.in. B.J. Cardinale i in. [2012, s. 59-67], Y. Zhang, H.Y.H. Chen, P.B. Reich [2012, s. 742-749], F. Isbell, D. Tilman, S. Polasky, M. Loreau [2015, s. 119-134].



Rysunek 19. Związek pomiędzy różnorodnością biologiczną a wydajnością usług ekosystemowych

Źródło: [R. Haines-Young, schemat przedstawiony przez J.L. Webera 5-6 marca 2008 w Brukseli, Globalna utrata różnorodności biologicznej, Bruksela, za: EC 2008, s. 32]

Warto wspomnieć przede wszystkim o inicjatywach, takich jak: Międzypaństwowa Platforma ds. Bioróżnorodności i Usług Ekosystemów – IPES (Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, [<http://www.ipbes.net>]), Program Środowiskowy Organizacji Narodów Zjednoczonych – UNEP (United Nations Environment Programme, [<http://www.unep.org>]) oraz międzynarodowe programy badań z zakresu globalnych aspektów zrównoważonego rozwoju i transformacji w kierunku zrównoważonego społeczeństwa, takie jak: Ekonomia Ekosystemów i Bioróżnorodności (The Economics of Ecosystems and Biodiversity [<http://www.teebweb.org>]), Ziemia w Przyszłości (Future Earth [<http://www.futureearth.org/projects>]). Wyniki badań prowadzonych na skalę globalną są szczególnie istotne dla tworzenia wytycznych do polityki gospodarczej i środowiskowej, które poprzez odpowiednio ukształtowane instrumentarium mogą przyczynić się do skuteczniejszej ochrony bioróżnorodności.

### 4.3. Zależności między bioróżnorodnością a rolnictwem i ich pomiar

Podstawową i niezbywalną funkcją rolnictwa jest produkcja żywności. Poza tym działalność rolnicza – a dokładniej realizujące ją gospodarstwa rolne – generują liczne dobra i usługi innego typu. Część z nich związana jest ściśle i nierozzerwalnie z prowadzeniem produkcji rolniczej. Te efekty zewnętrzne produkcji rolniczej są swego rodzaju nieuniknionym skutkiem ubocznym procesów produkcji [Czyżewski, Kułyk 2011], które J. Wilkin określa jako nierozdzielność (ang. *jointness*) [Wilkin 2010]. Zaliczyć tu można takie zjawiska, jak: kształtowanie krajobrazu rolniczego, kreowanie cennych ekosystemów rolniczych (np. łąk i pastwisk), zapewnienie odpowiedniej retencji wody. Utrzymanie bioróżnorodności jest niezbędne do podtrzymania funkcji i procesów ekologicznych, które zapewniają żyzność gleby i produktywność ekosystemów rolniczych. Bioróżnorodność w rolnictwie zapewnia przede wszystkim utrzymanie struktury i żyzności gleby, zapylanie upraw, biologiczną kontrolę, zapobieganie erozji gleby, obieg składników pokarmowych, kontrolę przepływu i dystrybucji wody [Feledyn-Szewczyk 2014].

Rolnictwo może być traktowane jako zarządzanie ekosystemami lądowymi w celu zaspokojenia podstawowej potrzeby człowieka – konsumpcji żywności. Wykorzystywanie zdolności ekosystemów do produkcji żywności ogranicza ich nierolniczą produktywność oraz stanowi presję dla gatunków niewykorzystywanych rolniczo. Presja ta zwiększa się wraz z potrzebą zapewnienia coraz większej podaży żywności, wynikającą ze wzrostu demograficznego obserwowanego na poziomie globalnym. Wpływ praktyk rolniczych na różnorodność biologiczną był przedmiotem opisu zarówno w literaturze zagranicznej, jak i krajowej. Związki między rolnictwem a bogactwem gatunków opisywali m.in. J.A. Vickery i współautorzy [2001, s. 647-664], L.G. Firbank z zespołem [2013, s. 73-85], zagrożenia związane ze zmianami w rolnictwie dla różnorodności biologicznej S. Petit i współautorzy [2001, s. 81-88], sposoby modyfikacji praktyk rolniczych w celu łagodzenia negatywnych efektów dla bioróżnorodności proponowali J.A. McNeely i S.J. Scherr [2003]. Z oczywistych powodów presja rolnictwa na różnorodność biologiczną jest zróżnicowana geograficznie. Zależy także od systemu rolnictwa, na który składają się według L.G. Firbanka i współautorów

[2008, s. 777-787]: struktura użytkowania ziemi, struktura agrarna oraz sposób zarządzania uprawami.

Autorzy zgodnie wskazują, że biofizyczne interakcje pomiędzy rolnictwem a bioróżnorodnością są tak liczne, że trudno jednoznacznie przypisać odpowiedź w obszarze bioróżnorodności do jednego, określonego czynnika występującego w rolnictwie. D. Chamberlain i współautorzy [2000] w rozważaniach nad metodyką badań w obszarze na styku rolnictwa i ekonomii wskazują na trudności pomiaru wynikające ze wzajemnego skorelowania wielu zmiennych, a także kwestii opóźnienia w czasie efektów występujących w sferze przyrodniczej [Chamberlain i in. 2000, s. 771-788]. Właśnie ze względu na tę złożoność wzajemnych relacji pomiędzy rolnictwem a bioróżnorodnością, nie udało się dotychczas stworzyć modelu, który pozwoliłby jasno określić w jaki sposób intensyfikacja (oraz dezintensyfikacja) rolnictwa wpływa na bioróżnorodność.

Dodatkową trudnością jest dobór właściwych miar opisujących występujące zjawiska, zwłaszcza w odniesieniu do bioróżnorodności. Przy ocenie bioróżnorodności najczęściej bada się wybrane gatunki wskaźnikowe (zwierzęta i rośliny) – albo te powszechnie występujące, albo rzadkie (zagrożone, często objęte ochroną prawną) lub też skład gatunkowy danego zbiorowiska. Ocena prowadzona w skali lokalnej daje podstawy do oceny bioróżnorodności w skali regionalnej, na poziomie kraju, kontynentu lub całego świata. Badanie pojedynczego wskaźnika (parametru) nie daje pełnego obrazu sytuacji, dlatego badając bioróżnorodność najlepiej stosować kilka różnych metod. Na tę problematykę zwracali uwagę również polscy autorzy [Kruk 2014, s. 49-57, Feledyn-Szewczyk, Kopiński 2010, s. 25-33].

Warto wspomnieć o międzynarodowych pracach, które w sposób szczególny uwzględniają interakcje pomiędzy różnorodnością biologiczną a rolnictwem. Należy do nich zaliczyć opracowania FAO, w tym zwłaszcza przygotowywany obecnie raport pt. *The state of the world's biodiversity for food and agriculture (Stan bioróżnorodności na świecie na rzecz żywności i rolnictwa)*, którego publikację przewiduje się na 2017 rok [FAO 2013]. Podobne prace prowadzone są na forum OECD<sup>5</sup>. Trzeba podkreślić istotny dorobek tej organizacji w zakresie opracowania metodyki pomiaru związków bioróżnorodności z rolnictwem, w

<sup>5</sup> Na potrzeby dyskusji przygotowywanych dokumentów powołało specjalną grupę roboczą Rolnictwo i Środowisko (Joint Working Party on Agriculture and the Environment).

tym rozbudowanie bazy wskaźników środowiskowych [OECD 2000, 2003]. Zalecane przez OECD wskaźniki pomiaru bioróżnorodności można podzielić na trzy grupy:

- 1) presji (zmiany siedlisk i sposobu użytkowania terenu w odniesieniu do stanu naturalnego),
- 2) stanu (udział gatunków zagrożonych lub ginących, powierzchnia ekosystemów uznanych za kluczowe),
- 3) reakcji (udział obszarów chronionych jako procent ogólnej powierzchni kraju i zgodnie z typem ekosystemów oraz gatunki chronione) [OECD 2008, s. 8, 12-31].

Podobnie jak w dokumentach unijnych, w krajowej Strategii Zrównoważonego Rozwoju Wsi, Rolnictwa i Rybactwa na lata 2012-2020 do pomiaru rezultatów działań państwa w obszarze ochrony bioróżnorodności w rolnictwie i na obszarach wiejskich przyjęto wskaźnik FBI (ang. *Farmland Bird Index*), tj. zagregowany indeks stanu populacji 23 gatunków ptaków typowych dla siedlisk krajobrazu rolniczego, będący oficjalnie stosowanym wskaźnikiem stanu środowiska w ekosystemach użytkowanych rolniczo [MRiRW 2012]. Wartość tego wskaźnika w Polsce od 2008 roku stale spada (rys. 20). Należy jednak zaznaczyć, że używany



Rysunek 20. Zmiany wartości wskaźnika liczebności pospolitych ptaków krajobrazu rolniczego FBI (2000 = 1) na podstawie danych zbieranych w ramach programu „Monitoring Pospolitych Ptaków Lęgowych”

Źródło: opracowanie na podstawie danych GIOŚ zbieranych w ramach programu Monitoring Pospolitych Ptaków Lęgowych” i [MRiRW 2012]

w krajach UE wskaźnik FBI generalizuje sytuację grupy ptaków o podobnych wymaganiach siedliskowych, a pośród wybranych do obliczeń gatunków znajdują się również takie, które w warunkach polskich niekoniecznie kojarzone są z krajobrazem rolniczym. W badanej grupie, obok gatunków silnie zmniejszających swoją liczebność, znajdują się również te, dla których odnotowano istotny przyrost [IOŚ 2012].

#### **4.4. Czynniki wpływające na różnorodność biologiczną ekosystemów rolniczych w Polsce**

Ekosystemy rolnicze są jednymi z najbardziej zagrożonych utratą różnorodności biologicznej. Obecnie do największych zagrożeń dla różnorodności biologicznej przestrzeni rolniczej w Polsce należą [MRiRW 2006]:

- rozwój intensywnego wielkoobszarowego rolnictwa, co wiąże się z intensyfikacją użytkowania gruntów oraz eliminacją ostoi bioróżnorodności, takich jak zakrzaczenia, zadrzewienia, oczka wodne itp.;
- zanik niektórych cennych przyrodniczo ekosystemów krajobrazu rolniczego, zwłaszcza związanych z bardzo ekstensywnymi lub historycznymi sposobami użytkowania (np. łąki trzęślicowe);
- gwałtowny spadek liczby stanowisk wielu gatunków płazów związany z zanikiem śródpolnych oczek wodnych;
- giniecie wielu gatunków chwastów polnych oraz roślin łąkowych (np. kaczeniec, rdest węzownik, świetliki);
- regres populacji wielu do niedawna pospolitych gatunków ptaków związanych z krajobrazem rolniczym (np. dudek, czajka, wróbel mazurek, świergotek łąkowy, szczygieł, dzierlatka), zaznaczający się głównie w zachodniej i północnej Polsce, czyli rejonach bardziej intensywnego rolnictwa.

Autorzy *Raportu o stanie środowiska w Polsce 2008* [GIOŚ 2010, s.123] do głównych niekorzystnych zmian w przyrodzie, obserwowanych m.in. w ramach monitoringu gatunków i siedlisk przyrodniczych, zaliczyli: utratę siedlisk nieleśnych i wodno-błotnych dla ptaków, fragmentację siedlisk, w tym przerywanie korytarzy ekologicznych, zaburzenie składu gatunkowego siedlisk przyrodniczych (zwłaszcza nieleśnych, mokradłowych i seminaturalnych), sukcesję wtórną siedlisk nieleśnych przez wkraczanie drzew i krzewów oraz eutrofizację jezior

i zbiorowisk roślinnych, wypieranie gatunków typowych i rodzimych przez gatunki inwazyjne i obce, zanieczyszczenie wód jako środowiska flory i fauny, niszczenie mechaniczne rzadkich roślin i siedlisk przyrodniczych, degradację walorów krajobrazowych. Za główne czynniki sprawcze, mogące stanowić zagrożenie w przyszłości uznano: melioracje, zaniechanie użytkowania rolniczego, niewłaściwą zabudowę hydrotechniczną i regulację rzek, budowę infrastruktury komunikacyjnej i turystycznej, urbanizację, nadmierne nawożenie, a także huragany i pożary lasów.

Stan zachowania różnorodności biologicznej na terenach wiejskich w Polsce jest silnie zróżnicowany przestrzennie. Rysuje się wyraźny podział kraju pod tym względem na dwie części: strefę ekstensywnego rolnictwa i lepiej zachowanej agrobioróżnorodności w południowo-wschodniej Polsce (głównie województwa: lubelskie, mazowieckie, łódzkie, świętokrzyskie, śląskie, małopolskie i podkarpackie) oraz intensywnego rolnictwa, w którym różnorodność biologiczna przestrzeni rolniczej doznała już poważnego uszczerbku, a jej utrata postępuje wciąż w stosunkowo szybkim tempie (województwa: zachodniopomorskie, lubuskie, dolnośląskie, pomorskie, wielkopolskie, opolskie, kujawsko-pomorskie, warmińsko-mazurskie i częściowo podlaskie) [MRiRW 2006].

Jednym z ważniejszych czynników wpływających na bioróżnorodność agroekosystemów jest sposób rolniczego gospodarowania i wykorzystania gruntów. Intensywne rolnictwo, wykorzystujące znaczne ilości nawozów mineralnych i chemicznych środków ochrony roślin uważane jest przez wielu autorów za główną przyczynę zmniejszania się różnorodności gatunkowej i liczebności flory i fauny w agrocenozach [Tryjanowski i in. 2011, s. 113-119]. Podczas gdy grunty rolne dobrej jakości są poddawane intensyfikacji, obszary o gorszych warunkach do produkcji rolnej zostają porzucone bądź zalesione. Tradycyjnie, ekstensywnie uprawiane tereny rolne o wysokiej wartości przyrodniczej zanikają w szybkim tempie [EEA 2010]. Stosowanie nawozów i pestycydów, usuwanie zadrzewień śródpolnych, nieużytków oraz miedz prowadzące do fragmentacji i degradacji siedlisk to jedne z najistotniejszych zagrożeń [Rosin i in. 2011, 3-20]. W mniejszym nasileniu niż w krajach Europy Zachodniej, również w Polsce występują zagrożenia różnorodności biologicznej typowe dla procesów cywilizacyjnych, takie jak: postępująca urbanizacja, niekorzystne zmiany sposobów użytkowania ziemi, synantropizacja flory i fauny, przenikanie gatunków obcych. W Polsce spośród 165 gatunków archeofitów towarzyszących roślinom uprawnym około



60% jest zagrożonych wyginięciem, głównie z powodu intensyfikacji rolnictwa [Zajac i in. 2009, s. 17-24].

Badania wykonane w różnych typach gospodarstw w Polsce potwierdziły na ogół większą różnorodność gatunków chwastów oraz ogólną liczebność i stopień pokrycia na polach gospodarstw ekologicznych w porównaniu z konwencjonalnymi i integrowanymi [Kapeluszny, Haliniarz 2000, s. 39-49, Skrzyczyńska, Rzymowska 2000, s. 51-58]. W badaniach T. Dąbkowskiej i współautorów różnorodność i liczebność flory segetalnej była największa w łąkach zbóż uprawianych w systemie ekologicznym, najmniejsza w uprawach konwencjonalnej, a pośrednia w gospodarstwach tradycyjnych [Dąbkowska i in. 2007, s. 5-16]. Według niektórych autorów stosowanie herbicydów nie zmienia znacząco składu gatunkowego zbiorowisk, jedynie liczebność niektórych gatunków [Heller, Adamczewski 2002, s. 349-357, Stupnicka-Rodzynekiewicz i in. 2004, s. 235-245]. Zdaniem tych autorów uprawom rolniczym towarzyszą względnie stałe gatunkowo zbiorowiska chwastów, na liczbę których niewielki wpływ ma intensyfikacja rolnictwa i nie należy obawiać się, że chemiczne zwalczanie chwastów spowoduje zubożenie gatunkowe agrofitycenozy.

Jednym z zagrożeń dla bioróżnorodności jest upowszechnianie upraw monokulturowych i intensyfikacja uprawy roli [Tryjanowski i in. 2011]. Uprawa zbóż w monokulturze, zwłaszcza przy stosowaniu chemicznej regulacji zachwaszczenia, działa degradująco na zbiorowiska chwastów i z upływem lat powoduje obniżenie indeksu różnorodności, a wzrost indeksu dominacji [Jędruszczak, Antoszek 2004, s. 47-59]. Proces upraszczania płodozmianu oraz zwiększania powierzchni pól i scalania gruntów ma również negatywny wpływ na zróżnicowanie pszczół w środowisku rolniczym. W agrocenozach w Polsce dominują obecnie rośliny zbożowe, dodatkowo zmniejsza się powierzchnia upraw roślin motylkowych, co powoduje spadek liczebności trzmieli i innych wyspecjalizowanych zapylaczy [Rosin 2011].

W kształtowaniu składu gatunkowego roślin towarzyszących uprawom rolniczym w ostatnich latach coraz większe znaczenie odgrywają czynniki agrotechniczne wynikające ze zmian w technologii uprawy, takich jak uproszczenia uprawowe, a zwłaszcza siewy bezpośrednie, które dodatkowo mogą sprzyjać migracji gatunków obcych lub pojawianiu się w zbiorowiskach gatunków ekspansywnych<sup>6</sup>.

<sup>6</sup> Listę obcych gatunków inwazyjnych wśród roślin, stanowiących zagrożenie dla naturalnej flory Polski, zamieszczono w opracowaniu [Tokarskiej-Guzik i in. 2012].

Ważnym czynnikiem kształtującym bioróżnorodność agroekosystemów jest klimat. Do końca XXI możliwy jest wzrost średniej rocznej temperatury powietrza na obszarze Polski o około 3°C w stosunku do normy z lat 1961-1990 [IPCC 2007, s. 541-580]. Sumy opadu atmosferycznego mają zwiększyć się w miesiącach zimowych, natomiast zmniejszyć się w miesiącach okresu wegetacyjnego. W wyniku ocieplenia nastąpi przyśpieszenie tempa rozwoju roślin, w tym chwastów i szkodników, których uciążliwość dla rolnictwa znacznie wzrośnie. Częściej występujące ekstremalne zjawiska meteorologiczne, takie jak susze, powodzie, fale upałów czy ekstremalne opady, powodują już obecnie znaczące straty plonów roślin uprawnych oraz erozyjną degradację gleb [Górski i in. 2008, s. 35-49]. W ostatnich latach obserwuje się w Polsce wzrost populacji chwastów ciepłolubnych, np. włośnica sina, włośnica zielona, psianka czarna w kukurydzy oraz większe przetrwanie chwastów dotychczas bardzo słabo zimujących [Gołębiowska 2011, s. 7-113]. Częściej występujące łagodne zimy i wyższa temperatura podczas lata będą sprzyjać rozwojowi szkodników roślin uprawnych. Dużym problemem staje się już obecnie zwalczanie chwastów w uprawach w przypadku wystąpienia chłódów majowych i przy niskim uwilgotnieniu gleby. W uprawach pojawiają się szkodniki, które dotychczas nie odgrywały większego znaczenia gospodarczego [Lisowicz 2003, s. 247-250]. Ponadto zaobserwowano istotne zmiany w systemach biologicznych, w tym zmiany fenologiczne roślin: terminów rozwijania się liści, kwitnienia, dojrzewania owoców, oraz aktywności fauny – pojawiania się motyli, czasu przylotów i odlotów ptaków [Kundzewicz, Kozyra 2011, s. 68-81].

Do poprawy stanu środowiska na obszarach wiejskich, w tym utrzymywania i zwiększania różnorodności biologicznej obszarów wiejskich przyczyniają się działania podejmowane przez rolników w ramach WPR, w tym szczególnie przestrzeganie wymogów wzajemnej zgodności (ang. *cross-compliance*) oraz realizacja niektórych działań PROW, takich jak program rolnośrodowiskowy (w latach 2004-2006 i 2007-2013). Ponadto około 1/3 użytków rolnych włączonych jest do sieci obszarów Natura 2000, gdzie obowiązują przepisy Dyrektywy Ptasiej i Siedliskowej, zobowiązujące do niepogarszania istniejącego stanu siedlisk przyrodniczych oraz liczebności tych gatunków roślin i zwierząt, dla ochrony których wyznaczono dany obszar.

#### **4.5. Strategiczne ramy Wspólnej Polityki Rolnej dotyczące bioróżnorodności**

Niektóre usługi ekosystemowe nie mogą być zastąpione wytworami działalności człowieka, dlatego różnorodność biologiczna powinna podlegać ochronie. Ochrona różnorodności biologicznej jest integralną częścią ochrony przyrody, która polega na zachowaniu, zrównoważonym użytkowaniu oraz odnawianiu zasobów, tworów i składników przyrody. Na gruncie nauk przyrodniczych opracowano katalog działań, które powinny być wdrożone w celu skutecznego zapobiegania utracie bioróżnorodności. Należą do nich: intensyfikacja badań ukierunkowanych na inwentaryzację gatunków, tworzenie bogactwa biologicznego (ocena potencjału ekonomicznego ekosystemów także przez badanie właściwości zamieszkujących je organizmów), upowszechnianie zasad zrównoważonego rozwoju, zachowanie gatunków zagrożonych i ginących oraz odtworzenie ekosystemów naturalnych.

Unijna polityka ochrony bioróżnorodności stanowi w dużej mierze przeniesienie ustaleń międzynarodowych konwencji o ochronie przyrody, m.in. konwencji waszyngtońskiej, bońskiej, berneńskiej, ramsarskiej oraz w konwencji o różnorodności biologicznej [Sienkiewicz 2013, s. 45-52]. Wdrażanie nowej europejskiej polityki ochrony bioróżnorodności w państwach członkowskich uwzględnia zalecenia ostatniej, 10. konferencji Stron Konwencji o różnorodności biologicznej w Nagoi w 2010 roku, podczas której przyjęto: Strategiczny Plan Ochrony Bioróżnorodności w latach 2011-2020 wraz z celami Aichi.

Unijna strategia różnorodności biologicznej do 2020 roku [KE 2011] obejmuje 6 uzupełniających się priorytetów, których realizacja ma się przyczynić do powstrzymania utraty różnorodności biologicznej i degradacji funkcji ekosystemów. Za główne cele uznano:

1. Pełne wdrożenie prawa UE dot. ochrony przyrody by zapewnić lepszą ochronę bioróżnorodności.
2. Wdrożenie lepszej ochrony ekosystemów poprzez rozwój zielonej infrastruktury.
3. Wdrożenie zasad i praktyk zrównoważonego rolnictwa i leśnictwa.
4. Poprawę zagospodarowania zasobów ryb.
5. Ścisłą kontrolę obcych gatunków inwazyjnych.

6. Większy wkład UE w zapobieganie procesom utraty bioróżnorodności w skali świata.

Osiąganie tych celów strategii zakłada, biorąc pod uwagę interdyscyplinarny charakter ochrony bioróżnorodności, konieczność podejmowania działań przez wiele branżowych polityk unijnych, w tym m.in. politykę rolną. Jeśli chodzi o postęp w realizacji celu strategicznego bezpośrednio odnoszącego się do rolnictwa, należy stwierdzić za średniookresowym sprawozdaniem z realizacji strategii<sup>7</sup>, że nie odniesiono znaczących sukcesów w tym zakresie. Jednocześnie zwrócono uwagę, że reforma WPR po 2013 roku przewiduje wiele instrumentów, które mogą przyczynić się do wspierania różnorodności biologicznej. Cel ten w sposób wymierny określono jako maksymalizację obszarów rolnych obejmujących użytki zielone, grunty orne i plantacje trwałe, które są objęte środkami związanymi z różnorodnością biologiczną na mocy WPR, tak by zapewnić zachowanie różnorodności biologicznej i wymierną poprawę stanu ochrony gatunków i siedlisk, które zależą od rolnictwa lub podlegają jego wpływowi, a także poprawę w zakresie świadczenia usług ekosystemowych w porównaniu z unijnym poziomem odniesienia z 2010 roku.

Wezwanie do zintegrowania celów w zakresie różnorodności biologicznej z działalnością rolniczą widoczne jest zresztą w wielu wcześniejszych aktach prawnych i dokumentach UE poświęconych zarówno różnorodności biologicznej, jak i WPR. W średniookresowym przeglądzie 6. Wspólnotowego Programu Działań w Zakresie Środowiska Naturalnego [Dz.Urz. WE C 247 E z 15.10.2009, s. 18] podkreślono konieczność silniejszego i bardziej spójnego włączania polityki środowiskowej, a zwłaszcza kwestii różnorodności biologicznej (także w odniesieniu do WPR) do innych dziedzin polityki UE. W Unijnym Planie Działania na Rzecz Różnorodności Biologicznej oraz w dokonanej w 2010 roku ocenie jego realizacji [UE 2010], jak również w Unijnej Strategii Ochrony Bioróżnorodności do 2020 roku [KE 2011, COM (2011) 244] wskazuje się, że WPR to polityczny instrument mający największe znaczenie dla różnorodności biologicznej na obszarach wiejskich. Z tego też względu w Strategicznych Wytocznych Wspólnoty dla rozwoju obszarów wiejskich, określonych w drodze decyzji Rady nr 144/2006/WE [Dz.Urz. UE L 55 z 25.02.2006, s. 20-29] oraz decyzji Rady nr 2009/61/WE [Dz.Urz. UE L 30 z 31.01.2009, s. 112-115] wskazano,

<sup>7</sup> Dla każdego z 6 celów przegląd przedstawia: (i) sytuację na etapie przeglądu śródkresowego; (ii) podjęte działania; (iii) braki i dalsze wysiłki niezbędne do osiągnięcia celu do 2020 r. [UE 2015].

że różnorodność biologiczna w znacznym stopniu zależy od rolnictwa i leśnictwa. Podkreślono też złożoną rolę, jaką odgrywa działalność rolnicza dla bogactwa i różnorodności krajobrazów oraz dla dziedzictwa kultury i przyrody w całej Wspólnocie<sup>8</sup>.

W wymienionych dokumentach polityki ekologicznej wskazuje się, że rolnictwo ma decydujący wpływ nie tylko na sytuację społeczno-ekonomiczną obszarów wiejskich, ale także na stan środowiska przyrodniczego, strukturę krajobrazu oraz różnorodność biologiczną. Postępująca „ekologizacja” polityki rolnej to nie tylko uznanie ochrony różnorodności biologicznej za jedno z pięciu nowych jej wyzwań, ale przede wszystkim zmiany w instrumentarium związanym ze wsparciem rolnictwa i wsi.

#### **4.6. Instrumenty ochrony bioróżnorodności we Wspólnej Polityce Rolnej**

Elementy dotyczące ochrony środowiska wprowadziła do WPR reforma MacSharry’ego z 1992 roku. Uznanie ochrony środowiska za jeden z najważniejszych celów wprowadziła do WPR [Chlebicka i in. 2009, s. 125-138]. Działania przewidziane w Agendzie 2000 dotyczyły wielu kwestii środowiskowych, w tym dbałości o dobry stan ekosystemów. Wspomniane reformy nie zawierały jednak bezpośrednich odniesień do ochrony różnorodności biologicznej.

Istotne znaczenie dla ochrony różnorodności biologicznej w rolnictwie miał komunikat Komisji i Parlamentu Europejskiego *Plan działań na rzecz różnorodności biologicznej* [KE 2001, COM(2001)162], którego III tom dotyczył rolnictwa. Dokument zawierał priorytety i zalecenia oraz określa środki niezbędne do sporządzania planów obszarów wiejskich. Znalazły się wśród nich:

- opracowanie dobrych praktyk rolniczych uwzględniających kwestie różnorodności biologicznej,
- wprowadzenie zachęt do mniej intensywnego wykorzystania nawozów i pestycydów,
- promocja spójnych systemów produkcji rolnej, korzystnych dla różnorodności biologicznej, takich jak rolnictwo ekologiczne i zintegrowane zarządzanie uprawami,
- wspieranie metod ekstensywnych, szczególnie w produkcji zwierzęcej,

<sup>8</sup> Motyw 2 preambuły decyzji 2006/144/WE.

- wdrażanie zrównoważonego zarządzania zasobami naturalnymi, zwłaszcza wodą.

Plan odnosił się także do ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej, a jako główne narzędzie do realizacji działań ochronnych przyjęto w nim rozwój sieci Natura 2000. W pewnych sytuacjach za narzędzia strategiczne ochrony bioróżnorodności uznano dopłaty rolnicze (agrośrodowiskowe, odszkodowania lub płatności). Jako kolejne narzędzie zawarte w planie wymieniono badania nad ochroną i poprawą różnorodności genetycznej w rolnictwie, a także nad systemem zrównoważonej produkcji rolnej oraz interakcją między oddziaływaniami antropogenicznymi i zmianami w różnorodności biologicznej.

W ramach reformy WPR na lata 2014-2020 przewidziano wiele instrumentów, które mogą przyczynić się do wsparcia różnorodności biologicznej [Chlebicka 2012]. Zasada wzajemnej zgodności stanowi główny element wymogów i zobowiązań środowiskowych, które muszą wypełnić rolnicy. Płatności bezpośrednie stanowią wynagrodzenie za zapewnianie środowiskowych dóbr publicznych. Jedną z trzech praktyk w zakresie „zazieleniania” w ramach I filaru, czyli obszary proekologiczne, jest specjalnie ukierunkowana na różnorodność biologiczną.

Zmiany w systemie płatności bezpośrednich odnoszące się do ochrony bioróżnorodności obejmują przede wszystkim tzw. „zazielenienie”, czyli wprowadzenie komponentów uzależniających otrzymanie dopłat od spełnienia wymogów środowiskowych. Co do zasady, wszyscy rolnicy ubiegający się o jednolitą płatność obszarową otrzymają płatność z tytułu realizacji praktyk rolniczych korzystnych dla klimatu i środowiska, czyli tzw. płatność za zazielenienie. Jednak praktyki te nie są bezwzględnie obowiązkowe dla wszystkich rolników, ponieważ obowiązek ich stosowania oraz szczegółowy zakres ich realizacji zależy od kilku podstawowych czynników, tj. od powierzchni gruntów ornych w gospodarstwie i od tego, czy rolnik ma trwałe użytki zielone, czy przystąpi do systemu dla małych gospodarstw i czy prowadzi gospodarstwo ekologiczne.

W przypadku rolników, którzy prowadzą działalność rolniczą na powierzchni gruntów ornych mniejszej niż 10 ha i nie posiadają trwałych użytków zielonych lub przystąpili w 2015 roku do systemu dla małych gospodarstw albo prowadzą gospodarstwo ekologiczne, otrzymanie płatności na „zazielenienie” nie wiąże się z koniecznością dokonania jakichkolwiek zmian. Natomiast po-

zostali rolnicy co do zasady zobowiązani są do przestrzegania na wszystkich hektarach kwalifikujących się do jednolitej płatności obszarowej, praktyk rolniczych korzystnych dla klimatu i środowiska lub tzw. praktyk równoważnych.

Nowe zasady zakładają, że 30% płatności, które rolnik otrzymuje do powierzchni gospodarstwa, uzależnione jest od spełnienia przez niego konkretnych wymogów środowiskowych, pod rygorem zmniejszenia wysokości wsparcia. W przypadku nieprzestrzegania praktyk zazieleniania na rolników nakładane będą kary administracyjne polegające na zmniejszaniu kwot otrzymywanych w danym roku płatności bezpośrednich. W ramach zazieleniania dopłat przewidziano trzy praktyki:

- 1) dywersyfikacja upraw (dotyczy gospodarstw powyżej 10 ha gruntów ornych); cel – zwiększanie bioróżnorodności.
- 2) utrzymanie istniejących trwałych użytków zielonych (TUZ) – dotyczy gospodarstw mających trwałe użytki zielone; cel – zachowanie różnorodności biologicznej, pochłanianie dwutlenku węgla, ochrona gleby;
- 3) utrzymanie na użytkach rolnych obszarów proekologicznych (EFA) – dotyczy gospodarstw powyżej 15 ha GO, lub praktyk równoważnych<sup>9</sup>; cel – zwiększenie bioróżnorodności, stworzenie „korytarzy przyrodniczych” dla fauny.

Trzeba zaznaczyć, że po 2013 roku utrzymano też istotne z punktu widzenia ochrony różnorodności biologicznej wymogi wzajemnej zgodności, czyli prawne wymagania stawiane obecnie producentom rolnym w zakresie spełnienia obowiązków związanych z ochroną środowiska, zdrowiem publicznym i dobrostanem zwierząt.

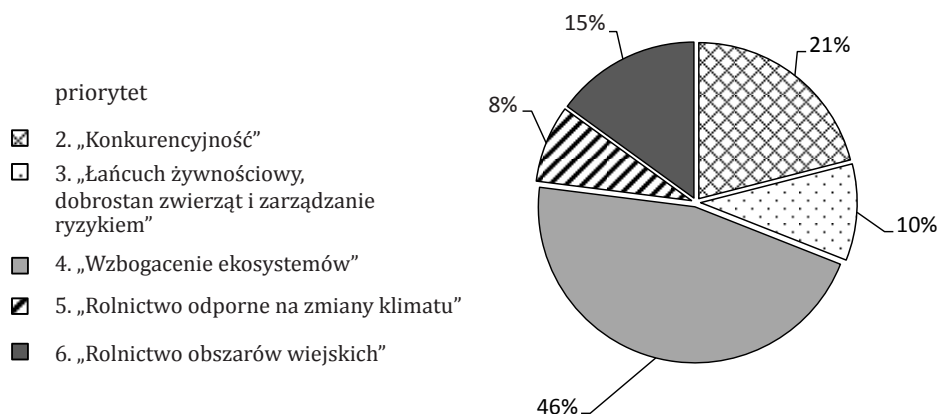
Ponadto w rozporządzeniu w sprawie rozwoju obszarów wiejskich [Dz.U. L 347 z 20.12.2013, s. 487] zapewniono szeroki wybór działań sprzyjających różnorodności biologicznej. Działania te obejmują jeden z 6. priorytetów polityki rozwoju obszarów wiejskich realizowanej w ramach II filaru WPR, dotyczącego przywracania, ochrony i wzmacniania ekosystemów. Środki alokowane na realizację tego priorytetu w skali całej UE-28 wynoszą nieomal połowę budżetu przeznaczanego na II filar WPR. Alokację na priorytet polegający na wzmacnianiu ekosystemów przedstawiono na rysunku 21.

<sup>9</sup> Za praktyki równoważne dla dywersyfikacji upraw uznawane będą następujące przypadki: w działaniu rolnośrodowiskowo-klimatycznym PROW 2014-2020 działaniem równoważnym do dywersyfikacji upraw będzie pakiet „Rolnictwo zrównoważone” oraz pakiet „Ochrona gleb i wód”, pod warunkiem wypełnienia przez rolników wymogów określonych ramach pakietów.

Tabela 5. Kryteria ekologizacji systemu dopłat bezpośrednich w ramach WPR na lata 2014-2020

Kryterium ekologizacji	Wstępna propozycja KE z 2011 r.	Ustalenia AGRIFISH z 2013 r.
Odsetek płatności uzależnionej od wymogów ekologizacji	30% płatności bezpośrednich	30% płatności bezpośrednich
Dywersyfikacja upraw	minimum 3 gatunki roślin dla gospodarstw powyżej 3 ha; jeden gatunek maksymalnie 70% powierzchni	minimum trzy gatunki roślin dla gospodarstw powyżej 10 ha; 3 gatunki dla gospodarstw powyżej 30 ha; główna uprawa maksymalnie 75% powierzchni
Obszary ekologiczne	7% powierzchni UR, dla gospodarstw powyżej 3 ha	5% powierzchni, dla gospodarstw powyżej 15 ha; możliwy wzrost z 5 do 7% od 2017 r.
Trwałe użytki zielone	przekształcenie max. 5% trwałych użytków zielonych w porównaniu do 2013 r.; kryterium spełniona na poziomie gospodarstwa	przekształcenie max. 5% trwałych użytków zielonych w porównaniu do 2013 r.; kryterium spełnione na poziomie regionalnym lub krajowym

Źródło: [Czyżewski, Stępień 2014, s. 43]



Rysunek 21. Alokacja na priorytety rozwoju obszarów wiejskich w ramach WPR na lata 2014-2020 w UE-28

Źródło: opracowanie własne na podstawie [PE 2016]



Ze względu na alokacje finansowe przyjęte przez wszystkie kraje członkowskie UE, można przyjąć, że największe znaczenie wśród działań sprzyjających ochronie bioróżnorodności mają płatności ONW, działanie rolnośrodowiskowo-klimatyczne oraz rolnictwo ekologiczne (tab. 6).

Ochrona bioróżnorodności w PROW 2014-2020 w PROW w Polsce została określona w ramach następujących działań opisanych w rozdziale VI: „Ochrona ekosystemów i efektywne gospodarowanie zasobami naturalnymi”:

- „Inwestycje w rozwój obszarów leśnych i poprawę żywotności lasów”,
- działanie rolnośrodowiskowo-klimatyczne,

Tabela 6. Alokacje na poszczególne działania w PROW 2014-2020 dla UE 28

Działanie	Nazwa działania	% funduszy publicznych PROW
1.	Transfer wiedzy	1,20
2.	Usługi doradcze	0,92
3	System jakości	0,39
4.	Inwestycje w środki trwałe	22,83
5.	Przywracanie potencjału produkcji	1,20
6.	Rozwój gospodarstw i działalności gospodarczej	7,27
7.	Usługi podstawowe	6,79
8.	Inwestycje w rozwój obszarów leśnych	4,40
9.	Tworzenie grup producentów	0,44
10.	Działania rolno-środowiskowo-klimatyczne	16,83
11.	Rolnictwo ekologiczne	6,40
12.	Natura 2000 i obszary ONW	0,57
13.	Obszary z ograniczeniami naturalnymi	17,01
14.	Dobrostan zwierząt	1,45
15.	Działania leśno-środowiskowo-klimatyczne	0,24
16.	Współpraca	1,84
17.	Instrumenty zarządzania ryzykiem	1,37
18.	Płatności bezpośrednie dla Chorwacji	0,07
19.	LEADER	6,21
20.	Pomoc techniczna	2,05
OM	Działanie 113 2007-2013 (renty strukturalne)	0,53

Źródło: opracowanie własne na podstawie [PE 2016]

- „Rolnictwo ekologiczne”,
- „Płatności dla obszarów z ograniczeniami naturalnymi lub innymi szczególnymi ograniczeniami (ONW)”.

Zgodnie z PROW<sup>10</sup>, wsparcie w ramach działania „Inwestycje w rozwój obszarów leśnych i poprawa żywotności lasów” obejmuje poddziałanie „Zalesianie i tworzenie terenów zalesionych”, obejmujące koszty założenia (tzw. wsparcie na zalesienie) oraz premię pielęgnacyjną i zalesieniową. Działanie to realizuje następujące cele: odtwarzanie, ochrona i wzbogacanie ekosystemów powiązanych z rolnictwem i leśnictwem przez wspieranie możliwości zakładania upraw leśnych na gruntach rolnych i odłogowanych, w szczególności położonych w enklawach lub półenklawach kompleksów leśnych, w następujących obszarach:

- odtwarzanie, ochrona i wzbogacanie różnorodności biologicznej, w tym na obszarach Natura 2000 i obszarach z ograniczeniami naturalnymi lub innymi szczególnymi ograniczeniami oraz rolnictwa o wysokiej wartości przyrodniczej, a także stanu europejskich krajobrazów,
- poprawa gospodarki wodnej, w tym nawożenia i stosowania pestycydów,
- zapobieganie erozji gleby i poprawa gospodarowania glebą [MRiRW 2014, s. 265].

Zalesienia, realizowane w ramach PROW 2014-2020 przyczynią się do powiększenia istniejących kompleksów leśnych przez zalesienia gruntów łączących mniejsze kompleksy leśne w zwarte i ciągłe struktury krajobrazu, tzw. korytarze ekologiczne. W konsekwencji, zadaniem zalesień jest ochrona i wzmacnianie najcenniejszych obszarów przyrodniczych, przez co rozumie się tworzenie oraz wzmacnianie powiązań między istniejącymi obszarami chronionymi, a także rezygnację z zalesienia w celu zachowania w stanie niezmienionym siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory. Na terenach obszarów chronionych oraz sieci obszarów Natura 2000 decyzje o zalesieniu będą zatem zgodne z celami ich ochrony. Zalesienia wspierane w ramach poddziałania mają być dostosowane do lokalnych warunków siedliskowych i krajobrazowych, zgodnie z wymogami określonymi w dokumentach dotyczących zagospodarowania przestrzennego gminy, w szczególności w oparciu o przepisy ustawy o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym [Dz.U. z 2015 r. poz. 199].

<sup>10</sup> Źródłem charakterystyk działań i poddziałań jest część opisowa PROW.

Z kolei istotą działania rolnośrodowiskowo-klimatycznego jest promowanie praktyk przyczyniających się do zrównoważonego gospodarowania gruntami (w celu ochrony gleb, wód, klimatu), ochrony cennych siedlisk przyrodniczych i zagrożonych gatunków ptaków, różnorodności krajobrazu oraz ochrony zagrożonych zasobów genetycznych roślin uprawnych i zwierząt gospodarskich, a także ochrony różnorodności krajobrazu. Działanie to stanowi jeden z komponentów realizujących strategiczne unijne i krajowe cele środowiskowe, uwzględniające przy tym gospodarcze i społeczne znaczenie rolnictwa w kontekście rosnącego zapotrzebowania na surowce rolne oraz wciąż duże znaczenie działalności rolniczej dla zatrudnienia i rozwoju terytorialnego w Polsce. Jak podkreślono w RROW, podczas projektowania działania uwzględniono w poszczególnych pakietach wymogi przeciwdziałające zmianom klimatu i przyczyniające się do adaptacji sektora do tych zmian. Kluczowe praktyki mitygacyjne, promowane w ramach działania to:

- zachowanie trwałych użytków zielonych (we wszystkich pakietach),
- poprawa bilansu materii organicznej, w tym przez płodozmian (pakiet 1.), międzyplony jako okrywa glebowa na obszarach OSN, obszarach zagrożonych erozją oraz o niskiej zawartości próchnicy (pakiet 2.),
- optymalizacja nawożenia m.in. przez plan nawozowy (pakiet 1.),
- ekstensyfikacja produkcji na obszarach Natura 2000 i poza nimi (pakiet 4. i 5.),
- zachowanie starych sadów tradycyjnych (pakiet 3.).

Do poprawy odporności sektora na zmiany klimatyczne przyczyniać się będą wszystkie spośród ww. praktyk przeciwdziałających utracie (lub prowadzące do zwiększenia) zawartości substancji organicznej i przeciwdziałające procesom erozyjnym gleb, a także zachowanie zasobów genetycznych roślin i zwierząt (pakiet 6. i 7.). Ograniczeniu ma również ulec zanieczyszczenie powietrza przez zmniejszenie uwalniania do atmosfery tlenków azotu związanych z nadmiernym i nieracjonalnym stosowaniem nawozów zawierających azot.

Pakiety przyrodnicze w ramach działania rolnośrodowiskowo-klimatycznego są także ukierunkowane na ochronę cennych siedlisk zarówno na obszarach Natura 2000, jak i poza nimi. Wsparcie w ramach działania obejmuje następujące poddziałania płatności w ramach zobowiązań rolnośrodowiskowo-klimatycznych oraz wsparcie ochrony i zrównoważonego użytkowania oraz rozwoju zasobów genetycznych w rolnictwie. W ramach poddziałania płatności w ramach zobowiązań rolnośrodowiskowo-klimatycznych pomoc jest dedykowana na:

- praktyki agrotechniczne promujące zrównoważony system gospodarowania, w tym racjonalne nawożenie oraz ochronę wód przed zanieczyszczeniami, odpowiednie użytkowanie gleb w celu przeciwdziałania utracie substancji organicznej w glebie,
- działania służące ochronie różnorodności biologicznej obszarów wiejskich, w tym ochronę cennych siedlisk przyrodniczych na obszarach Natura 2000 oraz poza nimi, a także zachowanie tradycyjnych odmian i gatunków drzew owocowych.

W ramach poddziałania „Płatności w ramach zobowiązań rolnośrodowiskowo-klimatycznych” pomoc jest adresowana na następujące typy operacji (pakiety):

1. „Rolnictwo zrównoważone”;
2. „Ochrona gleb i wód”;
3. „Zachowanie sadów tradycyjnych odmian drzew owocowych”;
4. „Cenne siedliska i zagrożone gatunki ptaków na obszarach Natura 2000”;
5. „Cenne siedliska poza obszarami Natura 2000”.

Natomiast w ramach poddziałania „Wsparcie ochrony i zrównoważonego użytkowania oraz rozwoju zasobów genetycznych w rolnictwie” pomoc zaadresowano na zachowanie lokalnych odmian roślin uprawnych oraz ochronę szczególnie cennych ras zwierząt gospodarskich, w przypadku których niska lub malejąca liczebność stwarza zagrożenie ich wyginięcia. Pomocy w ramach tego poddziałania udziela się na następujące typy operacji (pakiety): 6. „Zachowanie zagrożonych zasobów genetycznych roślin w rolnictwie”; 7. „Zachowanie zagrożonych zasobów genetycznych zwierząt w rolnictwie”.

Kolejnym działaniem, realizującym zadanie ochrony bioróżnorodności jest „Rolnictwo ekologiczne”, którego celem jest wspieranie dobrowolnych zobowiązań rolników, podejmujących się utrzymać lub przejść na praktyki i metody rolnictwa ekologicznego określone w *Rozporządzeniu Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych* [Dz.Urz. UE L 189 z 20.07.2007, ze zm.]. Wsparcie w ramach tego działania obejmuje następujące poddziałania:

- „Płatności w okresie konwersji na rolnictwo ekologiczne”;
- „Płatności w celu utrzymania rolnictwa ekologicznego”.

W ramach poddziałania „Płatności w okresie konwersji na rolnictwo ekologiczne” pomocy udziela się na następujące typy operacji (pakiety):

1. „Uprawy rolnicze w okresie konwersji”;
2. „Uprawy warzywne w okresie konwersji”;
3. „Uprawy zielarskie w okresie konwersji”;
4. „Uprawy sadownicze w okresie konwersji”;
5. „Uprawy paszowe na gruntach ornych w okresie konwersji”;
6. „Trwałe użytki zielone w okresie konwersji”.

W ramach poddziałania „Płatności w celu utrzymania rolnictwa ekologicznego” pomoc dedykowana jest na następujące typy operacji (pakiety):

1. „Uprawy rolnicze po okresie konwersji”;
2. „Uprawy warzywne po okresie konwersji”;
3. „Uprawy zielarskie po okresie konwersji”;
4. „Uprawy sadownicze po okresie konwersji”;
5. „Uprawy paszowe na gruntach ornych po okresie konwersji”;
6. „Trwałe użytki zielone po okresie konwersji”.

Działanie „Rolnictwo ekologiczne” przyczynia się bezpośrednio do realizacji priorytetu 4. „Odtwarzanie, ochrona i wzbogacanie ekosystemów powiązanych z rolnictwem i leśnictwem”, a przede wszystkim celu szczegółowego: „Zapobieganie erozji gleby i poprawa gospodarowania glebą”.

Oprócz głównego celu szczegółowego, działanie „Rolnictwo ekologiczne” ma również przyczynić się pośrednio do realizacji innych celów szczegółowych w ramach priorytetu 4. „Odtwarzanie, ochrona i wzbogacanie różnorodności biologicznej, w tym na obszarach Natura 2000 i obszarach z ograniczeniami naturalnymi lub innymi szczególnymi ograniczeniami oraz rolnictwa o wysokiej wartości przyrodniczej, a także stanu europejskich krajobrazów”, a także poprawa gospodarki wodnej, w tym nawożenia i stosowania pestycydów.

Istotą kolejnego działania PROW – „Płatności dla obszarów z ograniczeniami naturalnymi lub innymi szczególnymi ograniczeniami” jest ułatwienie rolnikom kontynuowania rolniczego użytkowania ziemi, a także umożliwienie zachowania walorów krajobrazowych obszarów wiejskich oraz utrzymanie i promowanie zrównoważonych systemów działalności rolniczej na tych terenach. W efekcie, wsparcie to ma wpływać na utrzymanie żywotności obszarów wiejskich i na zachowanie różnorodności biologicznej. Działanie to jest instrumentem wsparcia finansowego dla rolników, którzy prowadzą działalność rolniczą na obszarach górskich i innych obszarach z ograniczeniami naturalnymi lub innymi szczególnymi ograniczeniami (obszary ONW). Wsparcie w ramach tego działania obejmuje następujące poddziałania:

- „Płatności dla obszarów górskich (ONW typ górski)”;
- „Płatności dla obszarów innych niż obszary górskie, charakteryzujących się znaczącymi ograniczeniami naturalnymi (ONW typ nizinny)”;
- „Płatności dla innych obszarów charakteryzujących się szczególnymi ograniczeniami (ONW typ specyficzny)”.

W ocenie wyrażonej w PROW, działanie „Płatności dla obszarów z ograniczeniami naturalnymi lub innymi szczególnymi ograniczeniami” przyczynia się bezpośrednio do realizacji priorytetu 4. „Odtwarzanie, ochrona i wzbogacanie ekosystemów powiązanych z rolnictwem i leśnictwem, a w szczególności celu szczegółowego: „Odtwarzanie, ochrona i wzbogacanie różnorodności biologicznej, w tym na obszarach Natura 2000 i obszarach z ograniczeniami naturalnymi lub innymi szczególnymi ograniczeniami oraz rolnictwa o wysokiej wartości przyrodniczej, a także stanu europejskich krajobrazów”. Działanie to ma również wpłynąć pośrednio na osiągnięcie innych celów szczegółowych w ramach priorytetu 4. „Poprawa gospodarki wodnej, w tym nawożenia i stosowania pestycydów oraz zapobiegania erozji gleby i poprawy gospodarowania glebą”.

Na realizację PROW w latach 2014-2020 zaplanowano środki publiczne w kwocie około 13,6 mld euro, w tym: 8,7 mld euro z budżetu UE oraz 4,9 mld euro wkładu krajowego. Trzeba podkreślić, że w związku z coraz silniejszym ukierunkowywaniem II filaru WPR na politykę sprzyjającą środowisku, wprowadzono limit przeznaczania co najmniej 30% budżetu PROW na działania ukierunkowane na realizację celów rolnośrodowiskowo-klimatycznych. Cele te mają być realizowane za pomocą następujących działań: „Rolnictwo ekologiczne”, „Program rolnośrodowiskowy”, „ONW”, „Inwestycje o pozytywnych skutkach dla środowiska”, „Natura 2000” i działania związane z zalesianiem i gospodarką leśną. W perspektywie 2014-2020 na realizację celu zarządzanie zasobami naturalnymi i działaniami w dziedzinie klimatu przeznaczono ponad 4,4 mld euro (32% budżetu PROW). Analiza wydatków na działania środowiskowe w dwóch ostatnich PROW (2007-2013 i 2014-2020) wskazuje na zachowanie zbliżonej struktury interwencji w obu programach. Nominalnie wydatki na te działania w PROW 2014-2020 zmniejszyły się – w poprzedniej perspektywie było to w sumie 5,4 mld euro (tab. 7).

Tabela 7. Alokacje na cele środowiskowe w PROW 2014-2020 w porównaniu z PROW 2007-2013

Działania środowiskowe w PROW	Budżet [euro]		Struktura budżetu [%]	
	PROW 2014-2020	PROW 2007-2013	PROW 2014-2020	PROW 2007-2013
Płatności dla obszarów z ograniczeniami naturalnymi lub innymi szczególnymi ograniczeniami (ONW)	1 983 345 943	2 448 750 000	14,6	14,2
Działanie rolno-środowiskowo-klimatyczne + rolnictwo ekologiczne*	2 066 677 006*	2 303 750 000	15,1	13,4
Inwestycje w rozwój obszarów leśnych i poprawę żywotności lasów	300 997 069	653 501 520	2,2	3,8

\* działanie rolnośrodowiskowo-klimatyczne – 1 366 715 491 euro, „Rolnictwo ekologiczne” – 699 961 515 euro; w poprzednim okresie rolnictwo ekologiczne było częścią programu rolnośrodowiskowego

Źródło: obliczenia własne na podstawie [Chlebicka, Poślednik 2014, s. 18-31, PROW 2014-2020

## **5. INNOWACYJNOŚĆ SEKTORA ROLNEGO W ZAKRESIE ZMIAN KLIMATU I OCHRONY ŚRODOWISKA**

Rolnictwo, jest jednym z podstawowych czynników warunkując zmiany o charakterze globalnym. Zdaniem G. Steffena i zespołu [2015], rolnictwo jako główny obszar działalności człowieka, który wpływa zarówno na jego bezpieczeństwo żywnościowe i dobrobyt, jak i na środowisko, w którym żyje człowiek. Jednak oddziaływanie rolnictwa wykracza daleko poza klasyczne funkcje ekonomiczne ujawniając związki między gospodarowaniem (przekształcaniem zasobów w produkty i usługi) a funkcjonowaniem przyrody czy życiem społecznym. Holistyczne ujęcie rolnictwa ujawnia przede wszystkim jego pozaekonomiczne funkcje [Krasowicz 2009]. Postrzeganie rolnictwa nie tylko przez ekonomistów, ale także przez innych interesariuszy, w tym decydentów i samych rolników, można powiedzieć że prowadziło przez wieki do kształtowania jego funkcji przede wszystkim przez pryzmat racjonalności przedsiębiorcy (rolnika), maksymalizacji nadwyżki ekonomicznej, osiągania opłacalności i rozwoju w oparciu o kryteria efektywności. Związane to było z podejściem, które działalność rolniczą zrównywało z działalnością przemysłową, narzucając tym samym rolnictwu charakter industrialny [Zegar 2012]. Działania takie, jakkolwiek pozwoliły na znaczny postęp w sferze ekonomicznej, doprowadziły do zachwiania równowagi zarówno w systemie przyrodniczym, jak i społecznym. Presja ekonomiczna doprowadziła do systemowej dominacji rolnictwa opartego o mechanizmy komercjalizacji, koncentracji, specjalizacji czy intensyfikacji kapitałochłonnej [Kowalski 2014]. Należy podkreślić, że ani mechanizmy rynkowe, ani instytucjonalne nie były w stanie jednak skutecznie zapobiegać bezpośrednim jak i pośrednim skutkom takiej dominacji, co podkreślano m.in. w analizach ONZ [UNCTD 2013].

Pojawienie się nowej koncepcji rozwoju rolnictwa było zatem naturalnym efektem dążenia do przywrócenia względnej równowagi w całym układzie człowiek i jego środowisko. Zdaniem m.in. A. Kowalskiego [2014] i J. Prettiiego i zespołu [2010], następuje przewartościowanie koncepcji rozwoju rolnictwa.



Podstawowe funkcje rolnictwa związane z produkcją żywności w coraz szerszym zakresie realizowane są nie tyle przez samą działalność związaną z produkcją rolną, co przez kompleks działań, w ramach których zaangażowane są różne czynniki i uwarunkowania, w tym niezależne od samego rolnictwa. Jak wskazuje J.S. Zegar [2005], model rolnictwa zrównoważonego dążący do przywrócenia i utrwalenia równowagi, w ujęciu teoretycznym powinien jednocześnie spełnić wymogi w trzech obszarach: ekonomicznej, ekologicznej i społecznej, tak aby zbiór gospodarstw zrównoważonych stanowił podzbiór całej zbiorowości podmiotów spełniających kryteria progowe ustalone dla wybranych cech ekonomicznych, środowiskowych i społecznych.

### **5.1. Zmiany paradygmatu rozwoju rolnictwa**

Trwająca obecnie transformacja rolnictwa ma charakter ewolucyjny [Zegar 2012]. Jednak J. Pretty z zespołem potwierdzili, że skala zmian zależy w dużym stopniu od stopnia dyfuzji innowacji, będących kumulacją wiedzy w wytworzonej i adoptowanej do określonych warunków danej technologii [Pretty i in. 2010]. W dyskursie naukowym nad zmianami paradygmatu rolnictwa można przychylić się jednocześnie do argumentów Pansio i zespołu [2015] czy T. Tschardtke i zespołu [2012], którzy wskazują, że kluczowymi wyznacznikami ewolucji modelu rolnictwa jest z jednej strony, postrzeganie roli i znaczenia samej przyrody w złożonym systemie rolnym, z drugiej zaś, znaczenie wykorzystania wiedzy w rozwoju tego systemu. Jednocześnie A. Czyżewski i B. Czyżewski [2013] zwrócili uwagę, że warunkiem upowszechnienia nowego modelu rozwoju rolnictwa jest społeczna świadomość ograniczoności ekosystemu w skali globalnej, a także uznanie, że dla rozwoju rolnictwa ważne są nie tylko dobra rynkowe, ale także publiczne. Jak podkreślali, uznanie potrzeby dóbr rynkowych oznacza, że efekty upowszechniania wiedzy nie mogą być mierzone wyłącznie kategoriami ekonomicznymi, ale także stopniem zrównoważenia produkcji z wymogami społecznymi i środowiskowymi. Model taki wymaga zatem nie tylko większej wiedzy, ale i społecznego zaangażowania, dając tym samym rękojmie produkcji bardziej zrównoważonej. Podobnie H. Kałuża i A. Ginter [2015] stwierdziły, że w nowym paradygmacie rozwoju rolnictwa ważne jest także znaczenie jakości życia, zharmonizowanego

rozwoju społecznego właśnie przez ochronę środowiska i jego zasobów. Tym samym realizacja celów rolnictwa zrównoważonego wymaga odpowiednio dużej świadomości ekologicznej całego społeczeństwa, ze szczególnym zwróceniem uwagi na zamierzenia samych rolników w kwestii ich odpowiedzialności za stan środowiska naturalnego. Na rolnikach ciąży duża odpowiedzialność, bowiem prośrodowiskowe odpowiedzialne gospodarowanie ma szeroki wachlarz zadań. W rolnictwie do działań zapewniających trwałą i zrównoważony rozwój można zaliczyć np. produkcję określonej jakości i ilości żywności, ochronę gleb, wód i powietrza, właściwie postępowanie z powstającymi w gospodarstwie odpadami, utrzymanie bioróżnorodności lub funkcje związane z poprawą jakości życia na obszarach wiejskich.

W szerszym kontekście, tak ukierunkowany rozwój rolnictwa wpisuje się w założenia wdrażania ekoinnowacji w skali całej gospodarki, jak również jej całościowego przemodelowania w kierunku systemu zielonej gospodarki, a w konsekwencji nowej koncepcji biogospodarki.

Koncepcja ekoinnowacji pojawiła się w latach 90. XX wieku w związku ze wzrostem świadomości na temat zagrożeń środowiskowych z jednej strony, a znaczenia innowacji dla konkurencyjności i rozwoju gospodarczego z drugiej. Podejście do ekoinnowacji cały czas ewoluuje wraz z pogłębianiem się zrozumienia złożoności interakcji nowatorskich rozwiązań na gruncie technologicznym ze środowiskiem naturalnym. Definicja ekoinnowacji zaproponowana przez M. Carley i P. Spapens [2000] wskazuje, że jest to zamierzone postępowanie cechujące się przedsiębiorczością, obejmujące etap projektowania produktu i zintegrowane zarządzanie nim w ciągu jego cyklu życia, które przyczynia się do proekologicznego unowocześnienia społeczeństw epoki przemysłowej, dzięki uwzględnieniu problemów ekologicznych przy opracowywaniu produktów i związanych z nimi procesów. Ekoinnowacje prowadzą do zintegrowanych rozwiązań mających na celu zmniejszenie nakładów zasobów i energii, jednocześnie podnosząc jakość produktu lub usługi. Innowacja technologiczna jest jednym ze sposobów ekoinnowacji. Zdaniem Ł. Popławskiego [2015], ekoinnowacje generują nowe produkty i procesy, które dostarczają konsumentowi i biznesowi wartości, lecz również redukują oddziaływanie na środowisko, wpisując się tym samym w założenia „zielonej gospodarki” i stając się jednocześnie jej głównym motorem napędowym.

Określenie „zielonej gospodarki” zostało upowszechnione za sprawą kryzysu gospodarki realnej lat 2008-2010. Głównie w wyniku zaangażowania państw, które przez przyjęte programy naprawcze zainicjowały projekty związane z transformacją gospodarek na rzecz rozwiązań przyjaznych dla środowiska naturalnego. Jak stwierdził P. Szyja [2015], w założeniu koncepcji „zielona gospodarka” służy poprawie dobrobytu człowieka, równości społecznej, a jednocześnie zmniejszeniu ryzyka dla środowiska naturalnego i niedoborów ekologicznych. Charakteryzują ją trzy elementy: niska emisyjność, wydajność surowcowa i włączenie społeczne. Kluczowymi elementami dla jej tworzenia są publiczne i prywatne inwestycje związane z redukcją emisji gazów i zanieczyszczeń, zwiększeniem efektywności wykorzystania energii i surowców, ochroną bioróżnorodności i ekosystemu, które przyczynią się do wzrostu dochodów i zatrudnienia. Według UNEP [2011] „zielona gospodarka” nie zastępuje koncepcji zrównoważonego i trwałego rozwoju. Jednak dla odróżnienia wyraźniej podkreśla wagę zachowania kapitału naturalnego dla kształtowania rozwoju gospodarczego. Stąd tak ważna rola przekształceń strukturalnych w gospodarce oparta na technologiach przyjaznych środowisku naturalnemu.

Jednocześnie pojęcie biogospodarki jest stosunkowo nowe i jego definiowanie jest przedmiotem dyskusji. W zależności od źródeł przedstawia się różne definicje. Jak zauważają M. Maciejczak i K. Hofreiter [2013] samo podejście do koncepcji biogospodarki, niejednokrotnie, naprzemiennie nazywanej bioekonomią, ewoluowało od ujęcia wąskiego, gdzie za podstawę rozróżnienia przyjmowano samo wykorzystanie odnawialnych źródeł surowców (podażowe), w szczególności biomasy, poprzez ujęcie nakierowane na rezultaty zastosowania innowacji (popytowe), aż do najszerszego ujęcia, wskazującego na główne cele i wyzwania w zakresie ekonomii politycznej, nie tylko gospodarczej. Odnosząc się do najwęższego ujęcia biogospodarki J. Enriquez-Cabot [1998] stwierdził, że jest to ta część gospodarki, która wykorzystuje nową wiedzę biologiczną w celach komercyjnych i przemysłowych, żeby poprawić ludzkie życie. A. Sheppard i współautorzy [2011] rozszerzyli to podejście dowodząc, że biogospodarka łączy wszystkie rodzaje działalności ekonomicznej związanej z poszukiwaniem, rozwojem i produkcją produktów nieżywnościowych i procesów bazujących na zasobach biologicznych. Jest to spowodowane w dużym stopniu przewidywanymi potrzebami w zakresie produktów przemysłowych i paliw pochodzących z odnawialnych surowców biologicznych oraz systemów produkcyjnych w rolnictwie

i leśnictwie. Innym ujęcie biogospodarki zaproponował D. Viaggi [2012], który argumentował, że biogospodarka obejmuje produkcję odnawialnych zasobów biologicznych i ich przetwórstwo do produktów żywnościowych, pasz, produktów bazujących na biosurowcach i bioenergii. Obejmuje ona rolnictwo, leśnictwo, rybołówstwo, produkcję żywności, przemysł drzewny i papierniczy, a także część przemysłu chemicznego, biotechnologicznego i energetycznego. Natomiast Komisja Europejska [2010] identyfikuje biogospodarkę jako trwałą produkcję i przetwórstwo biomasy na żywność, produkty przemysłowe, produkty ochrony zdrowia, a także energię. Odnawialna biomasa obejmuje każdy materiał biologiczny (rolny, leśny, a także pochodzenia zwierzęcego, włączając ryby) jako produkt sam w sobie, albo jako surowiec. Podobne ujęcie reprezentowane jest w Stanach Zjednoczonych. Oficjalna definicja przyjęta przez Biały Dom [White House 2012] określa biogospodarkę jako opartą na zastosowaniu badań i innowacji w naukach biologicznych w celu napędzania aktywności ekonomicznej oraz generowania zysków publicznych. Najszersze, a zarazem odbiegające od czysto gospodarczego, w kierunku politycznego, ujęcie biogospodarki reprezentowane jest w definicji Rady Premierów Krajóv Nordyckich – NORDEN [2015]. Określa ona biogospodarkę jako zrównoważoną produkcję i wykorzystanie zasobów naturalnych, stosowanie międzysektorowego i systemowego podejścia, będących podstawą gospodarki cyrkulacyjnej. Zdaniem M. Maciejczaka [2016b], to właśnie biogospodarka jest najbardziej realną koncepcją, która pozwoli sprostać wyzwaniom związanym ze zrównoważonym rozwojem, w tym w szczególności z kwestiami ochrony środowiska przyrodniczego i zapobieganiu zmianom klimatycznym. Jak zauważył M. Maciejczak [2012], istotną rolę w działalności innowacyjnej w sektorze rolnym i szerzej rolno-żywnościowym w kontekście ochrony przyrody i zmian klimatu, odgrywają głównie źródła wewnętrzne. Natomiast niezwykle słabą rolę w dostarczaniu wiedzy o innowacjach pełnią obecnie źródła zewnętrzne. Im większa współpraca różnych stron zainteresowanych w rozwoju danej branży czy sektora, w szczególności przepływ informacji i wiedzy od użytkownika końcowego do początkowych etapów łańcucha wartości, tym większe urynkowienie całego łańcucha i jego większa konkurencyjność. Działania takie wpisują się w koncepcje innowacji otwartych, gdzie kwestie dzielenia się wiedzą stają się podstawą rozwoju.



Rysunek 22. Koncepcja biogospodarki  
 Źródło: [Chyłek, Rzepecka 2011, s. 3-13]

## 5.2. Innowacje w kontekście zrównoważonego rozwoju

Innowacja jako pojęcie jest przedmiotem zainteresowania różnych dyscyplin naukowych i dlatego trudno jest podać jedną i uniwersalną jej definicję. J. Schumpeter [1960], który jako pierwszy użył tego pojęcia, podkreślał efekt „nowości” produktów oraz rozwiązań i rozumiał innowację jako nie tylko wprowadzenie na rynek nowego, nieznanego wcześniej konsumentom produktu bądź nowej odmiany produktów już istniejących, ale także wdrożenie nowego procesu produkcyjnego. Pod pojęciem innowacji rozumiał także otwarcie lub stworzenie nowego rynku dla konkretnego przemysłu (w tym rynku zagranicznego), wykorzystanie nowych surowców lub materiałów do produkcji bądź zastosowanie nowej organizacji produkcji. J. Schumpeter [1958] wiązał innowacje z wiecznym wichrem kreatywnej destrukcji, którym określał niekończący się proces narodzin i upadków firm i gałęzi przemysłu, który jest centralną – choć często niedostrzeżoną – kwestią mechanizmu wolnego rynku. Tym samym jego zdaniem powstawał

dynamiczny system, który w niekończącym się procesie innowacji zmienia ustawnie metody produkcji oraz strukturę konsumpcji. Współcześnie powszechnie stosuje się definicję zaproponowaną przez OECD [2002], która rozróżnia cztery rodzaje innowacji wprowadzanych przez przedsiębiorstwa. Określa ona innowacje jako zastosowanie nowych lub znacznie udoskonalonych dóbr (towarów lub usług), procesów, metod marketingowych i organizacyjnych, zmian stosunków z otoczeniem lub organizacji pracy. Definicja ta wyróżnia kilka typów innowacji: produktowe, procesowe, organizacyjne, marketingowe.

Jednak ujęcie J. Schumpetera jak i podejście OECD do innowacji mają charakter ograniczony. Odwołują się bowiem do poziomu mikro, jakim jest przedsiębiorstwo. Należy mieć jednak na uwadze, że innowacje są nie tylko efektem działań pojedynczych podmiotów, ale procesu zbiorowego uczenia się przy udziale intensywnych interakcji pomiędzy różnymi aktorami [VINNOVA 2014].

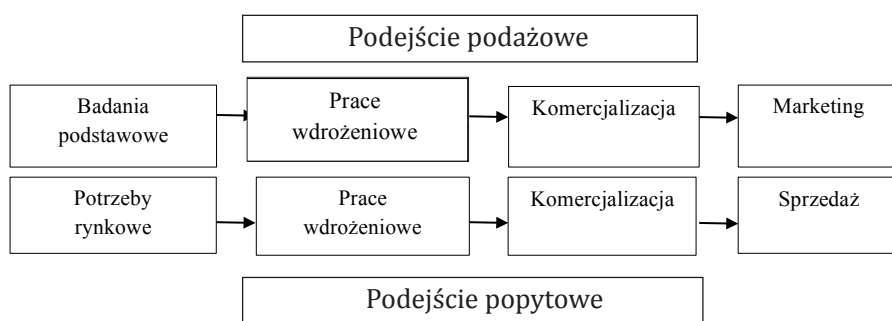
We współczesnej literaturze przedmiotu, czerpiącej z dorobku podejścia odrzucającego koncepcje ekonomii głównego nurtu, dominuje przekonanie, że akumulacja wiedzy, efekty uczenia się, powstawanie innowacji i ich dyfuzja zależą od różnorodnych czynników społecznych i ekonomicznych, często o charakterze lokalnym i sieciowym [Suorsa 2007]. W takim ujęciu innowacje nie są procesami indywidualnymi firm czy gospodarek, lecz efektem wspólnych działań i licznych interakcji podmiotów powiązanych relacjami formalnymi i nieformalnymi. G. Gomułka [1998] podkreślał, że w szerokim ujęciu innowacja i innowacyjność oznaczają aktywność społeczną i ekonomiczną, której celem jest nowe wykorzystanie zasobów, nowe idee, nowy sposób działania i wprowadzania zmian, które polegają na zastąpieniu obecnego stanu rzeczy innym.

### **5.3. Modele innowacyjności**

Innowacyjność można określić jako zdolność przedsiębiorstw, branż, sektorów lub gospodarek do tworzenia wynalazków oraz ich skutecznego wdrażania na rynku. Zdolność taka składa się z wielu powiązanych ze sobą kompetencji, dzięki którym powstają innowacje i są komercjalizowane [Rogers 1983].

Wczesne modele innowacyjności odnosiły się głównie do przedsiębiorstw i miały charakter liniowy, tj. przedstawiały system, w którym tworzenie in-

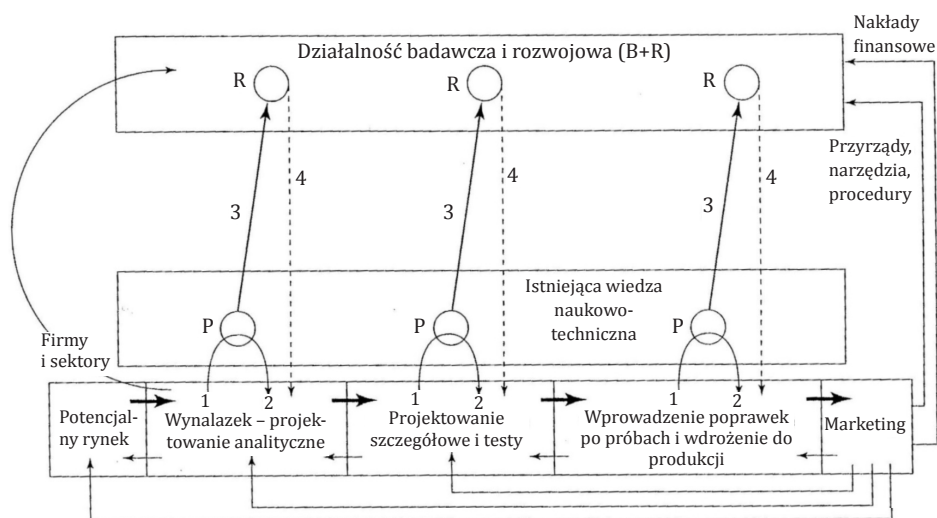
nowacji obejmowało kilka następujących po sobie czynności. W literaturze przedmiotu model liniowy ma dwa warianty: podaźowy („pchany przez naukę”), który opiera się na koncepcji J. Schumpetera [1960] oraz popytowy („ciągniony przez rynek”), który z kolei opiera się na koncepcji J. Schmooklera [1962]. W modelu podaźowym osiągnięcia w sferze badań prowadzą do rozwoju nowych produktów i technologii, które włączane są do procesu produkcji, a następnie wdrażane na rynku. Model popytowy akcentuje natomiast znaczenie potrzeb rynkowych. Rynek jest tu postrzegany jako źródło pomysłów i inspiracji dla sfery badań (rys. 23).



Rysunek 23. Popytowe i podaźowe ujęcie innowacji liniowych  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [Urban, Hauser 1993]

Jak stwierdzili W. Janasz i K. Kozioł [2007], w rzeczywistej sytuacji gospodarczej proces innowacyjny rzadko jednak przebiega zgodnie z klasycznym, liniowym modelem i charakteryzuje go interakcyjność i multidyscyplinarność, wyrażające się wielosekwencyjnością procesów, funkcjonalną odrębnością, ale zarazem równoczesnym sprzężeniem i współzależnością faz. Z tego powodu modele liniowe zastąpiono nieliniowymi. Przykładem modelu interakcyjnego procesu innowacyjnego jest model „związków w łańcuchu” Klinea’a i Rosenberga (rys. 24).

Zgodnie z podejściem nieliniowym, firma na podstawie potrzeb rynku projektuje innowacyjny produkt, mający znamiona wynalazku, testuje jego prototyp, wprowadza go do produkcji i sprzedaje. W poszczególnych fazach tego cyklu mogą występować różne problemy, które próbuje rozwiązać się wykorzystując własny potencjał naukowo-techniczny lub wiedzę z ośrodków naukowych. Jeżeli



Rysunek 24. Nieliniowy model innowacji, tzw. sprzężeń zwrotnych Kline'a i Rosenberga  
 Źródło: [Rogoda 2005, s. 28]

naukowcom uda się rozwiązać problem, rozwiązanie zostaje przekazane do przedsiębiorstwa zlecającego badania. Jak podkreśla [Rogoda 2005] powiązanie to posiada cechy niepewności i ryzyka, ponieważ w sferze nauki nie zawsze udaje się rozwiązać problemy gospodarcze. W modelu tym pomiędzy etapami realizowanymi w przedsiębiorstwie zachodzą sprzężenia zwrotne, wynikające ze współpracy różnych komórek w czasie procesu innowacyjnego. Natomiast transfer wiedzy zachodzi nie tylko ze sfery naukowej do gospodarczej, ale też odwrotnie, gdyż wiele wynalazków absorbowanych przez ośrodki naukowe powstaje w przedsiębiorstwach. Jednocześnie istotą takiego podejścia było to, że przedsiębiorstwo sprzęga możliwości techniczne z potrzebami rynku i dostępną wiedzą od najwcześniejszych etapów prac nad wynalazkiem.

Modele sprzężone posłużyły do zbudowania dynamicznych modeli interakcyjnych. Tworzenie innowacji jest postrzegane zarówno jako wynik sprzężenia zwrotnego między możliwościami technicznymi przedsiębiorstwa a potrzebami rynkowymi, jak i bogaty zbiór interakcji obejmujący sferę B+R, produkcję i marketing przedsiębiorstwa oraz jego otoczenie. Interakcje występują więc zarówno wewnątrz samego przedsiębiorstwa (np. komunikacja i koordynacja



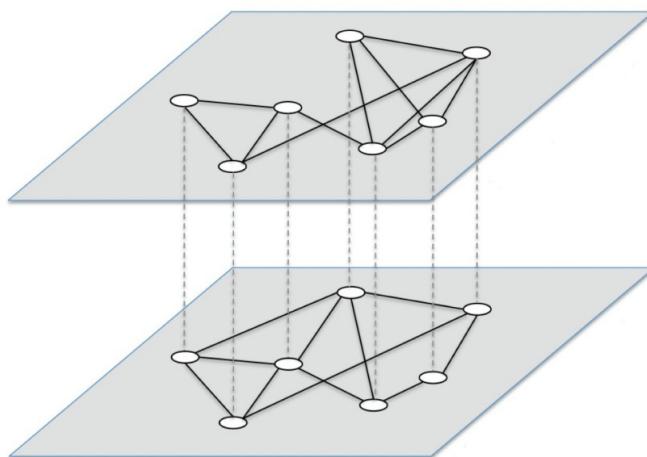
prac pomiędzy działami), jak i pomiędzy przedsiębiorstwem a jego otoczeniem (klientami, dostawcami, konkurentami, instytucjami). Przepływy w komunikacji nie są tu konieczne liniowe, gdyż w modelu występują liczne pętle (powiązania zwrotne).

Obecnie modele interakcyjne stopniowo wypierane są przez modele sieciowe. Modele sieciowe są grafami, których wierzchołki symbolizują przedsiębiorstwo oraz współpracujące z nim podmioty w procesie tworzenia innowacji. Wierzchołki grafu mogą więc symbolizować rywali przedsiębiorstwa (w przypadku poziomej współpracy badawczej), dostawców lub klientów przedsiębiorstwa (w przypadku pionowej współpracy badawczej) oraz instytucje (np. uniwersytety, instytuty badawcze, organizacje rządowe i pozarządowe w przypadku instytucjonalnej współpracy badawczej). Krawędzie grafu oznaczają interakcje między uczestnikami sieci. Krawędzie mają zazwyczaj wagi (przypisane liczby), które określają znaczenie danej interakcji dla procesu innowacyjnego. Zwraca się uwagę na zdolność sieci do wewnętrznego transformowania się wraz z rozwojem innowacji. Podkreśla się, że sieć uczy się w czasie trwania projektu innowacyjnego, dynamicznie zapewniając mu najbardziej odpowiednią formę organizacyjną. Początkowo, tj. na etapie formowania się pomysłu innowacyjnego (faza eksploracji poszukiwania i gromadzenia wiedzy) niezbędne jest występowanie środowiska charakteryzującego się dużą liczbą słabych więzi (są to tzw. sieci luźne) [Gay 2010]. Takie środowisko zapewnia bogaty przepływ informacji, sprzyja procesom powstawania wiedzy, jest twórcze. Sieć luźna jest dynamiczna, tj. wielokrotnie zmienia strukturę powiązań pomiędzy uczestnikami sieci (przecina więzi oraz tworzy nowe więzi), zapewniając im dostęp do bogatej i różnorodnej informacji. Dzięki temu procesowi sieć nasycy się wiedzą. W konsekwencji rośnie szansa powstania nieszablonowego pomysłu, który może zostać skomercjalizowany i zamieniony w innowację. W przypadku złożonych technologii sieć obejmuje zazwyczaj kilkanaście firm i różne agencje rządowe, a także organizacje z sektora *non-profit*, jak uniwersytety. Ponadto taka sieć, integrująca różne umiejętności nie może być statyczna. Innowacyjne sieci nieustannie się zmieniają. Podobnie poszczególne ich elementy ciągle podlegają wspólnemu procesowi uczenia się.

Ekosystemy innowacji to formy współpracy, w ramach których firmy łączą swoje indywidualne oferty w spójne, gotowe do użytku przez konsumenta rozwiązania. Dobrze funkcjonujące środowiska pozwalają organizacjom wykreować

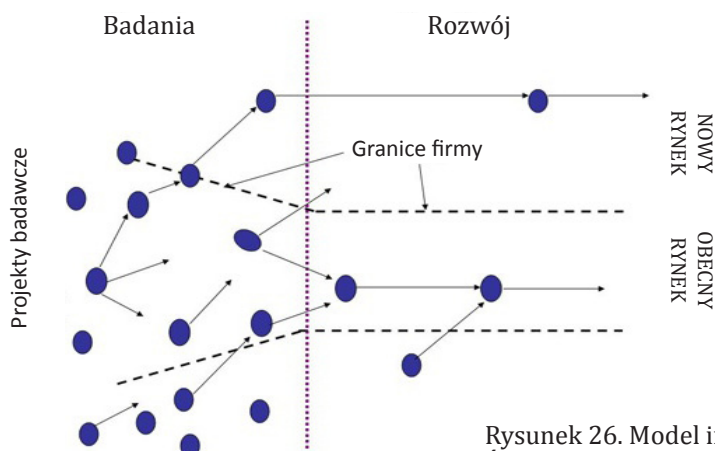
wartość, której nie byłaby w stanie wygenerować żadna pojedyncza firma. Zalety tych systemów z uwagi na generowane efekty synergii mają realny wymiar. Sieciowy model innowacji przedstawiono na rysunku 25.

W ocenie A. Karbowskiego [2015] proste modele liniowe, mechanistyczne w swojej naturze, eksponowały sekwencyjność procesu innowacyjnego. Modele liniowe przedstawiały systemy następujących po sobie czynności, w których ukończenie jednej z nich umożliwiało przejście do następnej (przy czym modele te nie przewidywały powrotów do zakończonych już operacji). Pętle (sprzężenia zwrotne) wprowadzono w modelach sprzężonych, które eksponowały współzależność możliwości technicznych przedsiębiorstwa i potrzeb rynkowych. Modele interakcyjne zwróciły natomiast uwagę na rolę oddziaływań między różnymi podmiotami zaangażowanymi w proces tworzenia innowacji. Modele sieciowe rozwinęły zaś ten aspekt modeli interakcyjnych, który poświęcony był relacjom przedsiębiorstwa z otoczeniem.



Rysunek 25. Sieciowy model innowacji  
Źródło: opracowanie własne na podstawie [Gay 2010, s. 2-12]

Najnowszym rozwiązaniem, które w jeszcze większym stopniu pozwala na wyzwolenie pozytywnych efektów synergicznych jest model innowacji otwartych (rys. 26). B. Mierzejewska [2008] stwierdza, że w modelu innowacji otwartych zakłada się, że w procesie dokonywania odkryć i rozwoju innowacyjnych możliwości przedsiębiorstwa bazują zarówno na zewnętrznych, jak i na wewnętrznych pomysłach. Dzielą się także posiadaną wiedzą w postaci licencji czy sprzedaży patentów. Korzyści ze stosowania w rozwoju firmy modelu otwartych innowa-



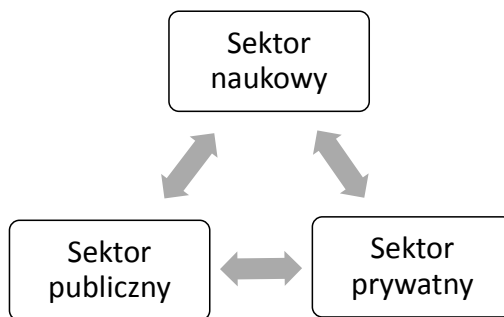
Rysunek 26. Model innowacji otwartych  
Źródło: [Mierzejewska 2008]

cji to poszerzenie dostępu do wiedzy oraz obniżenie kosztów technologii oraz innych nowych rozwiązań, a jednocześnie możliwość czerpania zysku z zamrożonych aktywów (np. patentów). Wyznacznikiem otwartego modelu innowacji jest tworzenie wartości dodanej, zminimalizowanie ryzyka i czasu potrzebnego do wprowadzenia nowego produktu na rynek. Mniejsze ma znaczenie w tym wypadku ochrona procesu innowacyjnego przed konkurencją.

Model innowacji otwartych nie jest jedynym, który stosuje podejście otwarte rozwoju innowacyjności. Istnieją inne podejścia stosowane w praktyce, oparte na podobnych zasadach i zbudowane na jednym fundamencie otwartości, współpracy, wykorzystywania pomysłów własnych i obcych oraz dzielenia się wiedzą. Taką koncepcją, podkreślającą otwartość w tworzeniu i dzieleniu się innowacjami jest teoria potrójnej helisy. H. Etzkowitz i L. Leydesdorff [1995] wprowadzili model potrójnej helisy dla określania dynamiki związków pomiędzy nauką, przemysłem i administracją. System trzech dynamik uważany jest stabilniejszy. Instytucjonalna konfiguracja w opartym na wiedzy systemie innowacji może także być rozpatrywana jako wyraz trzech, powiązanych funkcjonalnie poddynamik konkurencyjnych systemów:

- dynamika gospodarcza generacji bogactwa przez wymianę,
- dynamika rekonstrukcji i innowacji oparta na wiedzy,
- polityczna i zarządcza potrzeba i troska o kontrolę normatywną nad powiązaniem.

Powodzenie tych trzech funkcji nie powinno być traktowane jako indywidualne związki pomiędzy przemysłem, nauką i administracją. Zidentyfikowano trzy przestrzenie, które wzajemnie się przenikają: przestrzeń wiedzy, przestrzeń innowacji i przestrzeń konsensusu (rys. 27).



Rysunek 27. Model potrójnej helisy  
Źródło: [Leydesdorff 2006]

Potrójna helisa jest modelem innowacji, w którym o potencjalnie współpracy decydują relacje

między trzema podmiotami, a brak tych powiązań znacznie utrudnia przepływ wiedzy. Koncepcja potrójnej helisy zdaniem E. Carayannisa i D. Campbella [2011], ze względu na fakt, że kładzie nacisk na tworzenie wiedzy i innowacji, wiąże się z koncepcją gospodarki opartej na wiedzy. Dla rozwoju gospodarki opartej na wiedzy wspólnym celem powinny być działania w środowisku innowacyjnym. Model potrójnej helisy umożliwia uwzględnienie paradygmatu innowacji, który jako warunek *sine qua non*, określa wymiar tych proinnowacyjnych relacji powstających na styku nauki, biznesu i administracji. Istotne jest takie ukierunkowanie polityki współpracy, które kreuje popyt wśród odbiorców, nie zaś ogranicza się do organizacji podaży już wypracowanych rozwiązań innowacyjnych.

#### 5.4. Innowacje w produkcji rolniczej na rzecz ochrony środowiska i przeciwdziałania zmianom klimatu

Postęp biologiczny w rolnictwie to tworzenie nowych odmian roślin uprawnych i linii zwierząt hodowlanych, bardziej plennych i lepszych jakościowo. Jest to najlepszy sposób rozwoju produkcji zarówno pod względem ilościowym, jak i jakościowym.

W zakresie produkcji roślinnej nowe, ulepszone odmiany roślin uprawnych są czynnikiem intensyfikującym produkcję rolniczą. Zastosowanie w hodowli nowoczesnych technologii, w tym kultur *in vitro*, markerów molekularnych,

genetycznej modyfikacji roślin, mikrometod do oceny jakości materiału roślinnego na wczesnych etapach hodowli, umożliwiają skrócenie cyklu hodowlanego, świadomy i monitorowany transfer genów, zwiększenie efektywności selekcji, a w konsekwencji – znaczące obniżenie kosztów wyhodowania nowych odmian. Prowadzi to przede wszystkim do uzyskania nowej technologii w produkcji roślinnej, która ukierunkowana jest na osiągnięcie określonych zmian jakościowych i ilościowych warunkujących postęp biologiczny. Zdaniem T. Phillipsa [2008] oraz L. Jabłońskiej i D. Olewnickiego [2014], właśnie ta forma postępu poza postępowaniem technicznym i organizacyjnym jest głównym czynnikiem rozwoju w rolnictwie. Należy jednak zaznaczyć, że rozwój oparty o metody przemysłowej intensyfikacji dokonuje się w wyniku synergii uzyskanych korzyści z współdziałania każdej z tych form.

W zakresie produkcji zwierzęcej obejmującej zarówno hodowlę, jak i chów zwierząt użytkowanych rolniczo zmiany indukowane innowacjami mają także charakter przede wszystkim postępu biologicznego, w dalszej zaś kolejności związane są z postępowaniem technologicznym i organizacyjnym [Wall i in. 2009, Aerni 2004]. Rozwiązania wprowadzane jako innowacje oparte na modelach dyfuzji nieliniowej umożliwią przede wszystkim zwiększenie efektywności czynników produkcji w produkcji zwierzęcej [Gupta i in. 2012]. Tworzenie postępu w zakresie produkcji zwierzęcej warunkowane jest z dwoma kierunkami, także powiązаныmi synergicznie. Pierwszym są rosnące i zmieniające się w czasie oczekiwania konsumentów względem jakości żywności pochodzenia zwierzęcego, także w odniesieniu do standardów związanych z chowem i utrzymaniem zwierząt oraz oddziaływania produkcji zwierzęcej na środowisko naturalne. Z drugiej strony, widoczna jest presja producentów rolnych zainteresowanych tańszymi, efektywniejszymi, szybszymi, a jednocześnie bardziej bezpiecznymi i ekologicznymi technologiami opartymi na wykorzystywaniu organizmów żywych w procesach produkcji rolnej.

Zdaniem J. Krupińskiego i zespołu [2011] oraz F. Knighta [2009], dążenie do zaspokojenia potrzeb i wymagań społecznych oraz oczekiwań rolników i przetwórców w zakresie jakości oferowanych produktów zwierzęcych, jest obecnie ukierunkowane przede wszystkim na czynniki jakościowe, bezpieczeństwo żywności w całym łańcuchu żywnościowym oraz aspekty redukujące ryzyka środowiskowe. Rosnące wymagania konsumentów w stosunku do żywności pochodzenia zwierzęcego obejmują jej wartość odżywczą, prozdrowotną oraz

cechy sensoryczne, a także wymuszają poszukiwanie możliwości poprawy jakości pozyskiwanych surowców i produktów zwierzęcych oraz wprowadzania nowych technologii ich przetwarzania.

Dodatkowo, jak zauważa M. Jurkiewicz [2012], prace nad zwierzętami użytkowanymi rolniczo prowadzone są w dwóch celach: naukowym i praktycznym. Badania naukowe dotyczą kwestii genetycznej kontroli funkcjonowania systemów fizjologicznych u zwierząt i człowieka oraz opracowaniu modeli genetycznych uwarunkowań niektórych chorób. Natomiast cele praktyczne obejmują zmiany jakościowe produktów zwierzęcych, np. mleczności krów i jakości mleka (poprawa właściwości produktów białkowych), zwiększenie ilości tkanki mięsnej, przy obniżeniu ilości tkanki tłuszczowej, zmiany w odporności zwierząt na choroby i pasożyty (np. kury odporne na wirus ptasiej grypy, krowy odporne na choroby powodowane przez priony), polepszenie trawienia i metabolizmu, a przez to lepsze wykorzystanie pasz, szybsze i kontrolowane rozmnażanie, a także wykorzystanie zwierząt w celach biomedycznych. G. Laible [2009] dodaje, że także kwestie środowiskowe wynikające z negatywnych efektów zewnętrznych produkcji rolniczej, w tym nie tylko zanieczyszczenie środowiska, ale także bezpieczeństwo zdrowotne, stają się przedmiotem badań i dokonujących się zmian w zakresie produkcji zwierzęcej w oparciu o rozwiązania innowacyjne.

## 5.5. Biotechnologia

Poza klasycznymi metodami hodowli roślin, polegającymi na hodowli wyselekcjonowanych odmian pochodzących np. z krzyżowań, w rozwoju opartym na metodach przemysłowej intensyfikacji szerokie zastosowanie znajdują kultury *in vitro*. Ich podstawową zaletą jest wykorzystanie do skracania cyklu hodowlanego. Jak podkreślał K.W. Świącicki z zespołem [2011], hodowla nowych odmian roślin uprawnych jest procesem długotrwałym, np. u pszenicy od wykonania krzyżowań do wprowadzenia odmiany na rynek wynosi kilkanaście lat. Czas jest więc w dużym stopniu czynnikiem decydującym o sukcesie hodowlanym. Skrócenie cyklu hodowlanego o kilka lat pozwala na obniżenie kosztów wytwarzania nowych odmian, np. u rzepaku o prawie 50%. Techniki kultur tkankowych, takie jak metoda ratowania zarodków lub fuzja protoplastów, umożliwiają krzyżowanie

roślin, których nie da się skrzyżować w sposób naturalny. Rozszerza to możliwość wykorzystania zmienność genetyczną. Rośliny są łączone na poziomie komórkowym, a następnie sztucznie uprawiane w specjalnych mediach do hodowli komórkowych, które zawierają różne hormony roślinne sprzyjające wzrostowi rośliny, aby uzyskać z nich rośliny zdolne do rozmnażania się. Techniki oparte na kulturach tkankowych, m.in. mikropropagacja, odgrywają ważną rolę w utrzymywaniu i reprodukcji upraw sklonowanych roślin, takich jak ziemniak. Niewielkie części materiału roślinnego danej rośliny są hodowane na specjalnej pożywce, przez co wytwarza się wiele identycznych klonów. Ważną zaletą tej metody jest możliwość wyprodukowania materiału roślinnego pozbawionego chorób. Z ekonomicznego punktu widzenia uzyskana technologia ogranicza koszty nakładów środków ochrony roślin i nie budzi zastrzeżeń społecznych, takich jak np. modyfikacje genetyczne.

Rozwój wiedzy w zakresie biologii molekularnej umożliwił prowadzenie selekcji roślin w oparciu o genotyp tzw. gatunków modelowych. Rozwijane są liczne systemy markerowe, które mogą mieć różnorakie zastosowanie w hodowli. Najważniejsze z nich to analiza zróżnicowania genetycznego materiałów wyjściowych, której wyniki mogą być pomocne w wyborze komponentów do krzyżowań, oraz markery mające zastosowanie w tzw. selekcji MAS (ang. *marker-assisted selection*). Zaletą jest możliwość stosowania ich już na wczesnych etapach hodowli oraz we wczesnych stadiach rozwoju roślin (np. na 2-tygodniowych siewkach). Pozwala to na wyeliminowanie roślin niezawierających pożądanego genu, co ogranicza liczebność materiałów przeznaczonych do dalszych etapów hodowli.

Hodowla wspomagana markerami otwiera nowe możliwości przejścia z selekcji fenotypowej na metody oparte w większym stopniu na genotypie, takie jak selekcja za pomocą markerów (MAS) i selekcja za pomocą markerów i zaawansowanych technologii reprodukcyjnych (SMART). Ich główną zasadą jest analizowanie składu DNA roślin i identyfikowanie osobników z najlepszymi cechami genetycznymi w odniesieniu do wybranego elementu. Obecnie selekcja za pomocą markerów (MAS) jest powszechnie stosowana przez główne firmy zajmujące się hodowlą w przypadku różnych roślin uprawnych. W hodowli metoda MAS jest głównie wykorzystywana do określania odporności biotycznej, klasyfikacji puli genowej, kontroli jakości w produkcji nasion i zapewnianiu odporności na stres abiotyczny. Metody selekcji oparte na genach mają coraz większe znaczenie ze względu na szybkie postępy w sektorze sekwencjonowa-

nia i identyfikacji genów. R. Fuecks [2015] uważa, że metody selekcji oparte na genach umożliwią znacznie precyzyjniejszą i efektywniejszą selekcję w trakcie programów hodowli i zwiększają dokładność i powodzenie hodowli. Jednocześnie metody te prowadzą do uzyskania bardzo wydajnych odmian roślin, które wykorzystywane są do intensywnej uprawy i pozwalają na osiągnięcie bardzo wysokich plonów z jednostki powierzchni.

Postęp w zakresie produkcji zwierzęcej dokonujący się na drodze biologicznej charakteryzuje się największym stopniem wykorzystania i zakumulowania rozwijającej się wiedzy z równych dziedzin, w szczególności biotechnologii. L.J. Frewer i zespół [2013] stwierdzili, że proces doskonalenia zwierząt gospodarskich w oparciu o standardowe metody genetyki populacji, najmniej kontestowane społecznie, wydaje się w obecnych czasach niewystarczający wobec rosnących potrzeb i oczekiwań. Podobnie twierdził J. Krupiński z zespołem [2011], zauważając jednocześnie, że prowadzone dotychczas badania pozwoliły co prawda np. na wytypowanie markerów genetycznych, które mogą mieć zastosowanie w selekcji poprawy cech jakości produktów pochodzenia zwierzęcego, jednak z uwagi na czasochłonny i kapitałochłonny transfer do praktyki są o wiele rzadziej stosowane niż metody biotechnologiczne.

W zakresie prac hodowlanych jedną z głównych technik jest tzw. selekcja genomowa, która jest obecnie uznawana za najbardziej zaawansowaną formę selekcji opartej na markerach, dającą możliwość dokładnej weryfikacji potencjału hodowlanego zwierząt gospodarskich. Pozwala ona na typowanie genotypów dopasowanych do określonego środowiska. To dopasowanie do środowiska ma ogromne znaczenie do wykorzystywania zwierząt do wydajnej produkcji mięsa lub mleka o pożądanej jakości i składzie, gdyż poziom ekspresji genów jako cecha odziedziczalna również podlega zmianom w zależności od czynników środowiskowych [Krupiński i in. 2011].

Jednym z kluczowych kierunków rozwoju biotechnologii w zakresie produkcji zwierzęcej jest hodowla komórek zwierzęcych *in vitro*. Ich zastosowanie w praktyce rolniczej jest wciąż na średnio rozwiniętym poziomie [Wheeler 2013]. Co prawda ułatwiają one opracowanie nowych rozwiązań o potencjale komercyjnych i umożliwiają prowadzenie wielu procesów na skalę przemysłową, ale wiele kontrowersji budzą wciąż kwestie etyczne ich stosowania. Właśnie głównie z uwagi na zastrzeżenia etyczne w zakresie praktyki rolniczej wdrożono wiele uregulowań prawnych i innych o charakterze instytucjonalnym, które zdecydo-



wanie ograniczają dyfuzję takich innowacji [Forabosco i in. 2012]. Mimo to, w innych obszarach, powiązanych z rolnictwem hodowla komórek *in vitro* doprowadziła do innowacyjnych badań nad komórkami macierzystymi, produkcji ciał monoklonalnych i wykorzystaniu technologii hodowli na skalę przemysłową. Metody *in vitro* stanowią również ważną strategię zabezpieczającą w sytuacji, gdy nie można prowadzić ochrony zapewniającej wymagane wielkości populacji (np. rasy zagrożone i potencjalnie zagrożone) [Krupiński 2014].

## 5.6. Nanotechnologia

Jak podkreślają M. Kachel-Jakubowska i zespół [2015], rozwój technologii oraz nowoczesnych przyrządów umożliwił obserwację złożonych nanoskomponowanych obiektów żywej materii, otwierając drogę do nowego podejścia naukowego określanego mianem nanotechnologii. Nanotechnologia to jedna z nowatorskich technologii obejmująca charakterystykę, wytwarzanie i/lub sterowanie strukturami, urządzeniami lub materiałami, których co najmniej jeden wymiar wynosi od 1 do 100 nanometrów [Głód i in. 2014].

Zastosowanie nanotechnologii wskazywane są w produkcji roślinnej, w szczególności w zakresie wytwarzania innowacyjnych pestycydów i nawozów oraz wykrywania patogenów. Korzyści wynikające z wdrożenia innowacji bazujących na nanotechnologii w rolnictwie intensywnym związane są głównie z podniesieniem efektywności stosowanych nakładów oraz ograniczeniem ryzyka produkcyjnego. Jednocześnie niosą ze sobą niepewności związane z występowaniem negatywnych efektów zewnętrznych, których dotychczas nie rozpoznano i zwalidowano empirycznie [Kuiken i in. 2015]. Jednym z głównych zagrożeń jest możliwość akumulacji nanocząsteczek w organizmie człowieka i zwierząt oraz występowanie zagrożeń dla środowiska naturalnego [Głód i in. 2014]. Jednak jak pokazują badania J. Browna i J. Kuzmana [2013], mimo wielu niewiadomych istnieje przyzwolenie społeczne na wdrażanie takich innowacji.

Jak stwierdził L.F. Fraceto z zespołem [2016], dalszy rozwój nanotechnologii związany jest z przeprowadzeniem pełnego rachunku kosztów związanych ze stosowaniem tej technologii oraz przeprowadzenia analiz ryzyka w dłuższej perspektywie czasowej dla określenia oddziaływania na zdrowie człowieka i

środowisko. Tym niemniej technologia ta jest jedną z bardziej obiecujących w rozwoju produkcji roślinnej. Wykorzystanie nanotechnologii w przyszłości stworzy całkiem nowe możliwości w rolnictwie, ochronie środowiska i technologii żywności. Nanocząsteczki będzie można wykorzystywać do monitorowania jakości żywności i wody do picia, do wykrywania obecności związków szkodliwych, np. metali ciężkich i gazów trujących. Nanotechnologia będzie miała wpływ na cały proces produkcji żywności (od wytwórcy do konsumenta), na utrwalanie produktów, poprawę ich cech organoleptycznych, zachowanie jakości i bezpieczeństwa oraz na właściwości opakowań do żywności [Peters i in. 2016]. Wśród wielu przyszłościowych zastosowań wymienia się m.in.:

- nanokapsułki jako dostawy pestycydów, nawozów, środków ochrony roślin;
- nanoczuJNIKI monitorowania warunków glebowych i wzrostu roślin uprawnych;
- nanoprocesory dla zachowania tożsamości i śledzenia procesów fizjologicznych;
- nanosensory do wykrywania patogenów roślin;
- nanosensory – urządzenia ręczne do wykrywania mykotoksyn i mikroorganizmów;
- pestycydy – w formie nanokapsuł lub nanoemulsji, celem zwiększenia skuteczności działania i zwiększenia rozpuszczalności w wodzie [Sanford i in. 2013].

Przedstawione możliwe zastosowania, poza czynnikami ekonomicznymi, wpływać będą także na zmiany organizacji produkcji roślinnej wymagając przede wszystkim większej wiedzy od samych rolników.

Nanotechnologia znalazła zastosowanie w produkcji zwierzęcej głównie w związanych z nią problemami zanieczyszczenia środowiska, np. emisją nieprzyjemnych odorów i gazów wpływających na globalne ocieplenie [Parisi i in. 2014]. Ponadto wdrażanie nanotechnologii do produkcji zwierzęcej pozwala poprawić dobrostan zwierząt i warunki zoohigieniczne, ogranicza uciążliwość dla otoczenia oraz zmniejsza zagrożenia środowiskowe wywołane emisją gazów pochodzących z fermentacji jelitowej i odchodów [Sokół 2012]. W badaniach dla praktyki rolniczej wykorzystuje się m.in. nanocząsteczki srebra (Ag) oraz nanocząsteczki tytanu (TiO<sub>2</sub>) do sanityzacji i dezodoryzacji budynków inwentarskich oraz zmniejszenia emisji gazów, głównie amoniaku (o około 50%) i

podtlenku azotu (o około 70-75%) [Kuzma, Ver Hage 2006]. Jak wskazywał A. Myczko [2006], wymaga to jednak zmian w konstrukcji wielu budynków w celu zwiększenia powierzchni styku zagrożeń z powłokami katalitycznymi. Jakkolwiek nanotechnologia w produkcji zwierzęcej jest na bardzo wstępnym etapie dyfuzji wskazuje się na korzyści ekonomiczne wynikające z jej zastosowania głównie w zakresie podniesienia efektywności gospodarowania przez poprawę warunków siedliskowych zwierząt. Z drugiej strony, nie znane są także zagrożenia wynikające z zastosowania tej technologii, głównie środowiskowe i ekologiczne. Przede wszystkim zwraca się uwagę na fakt, że wykorzystywane nanocząstki pochodzące z różnych źródeł nie są biodegradowalne [Rongione i in. 2016]. Nieznane są ciągle interakcje pomiędzy preparatami zawierającymi nanocząsteczki a zwierzętami, owadami i drobnoustrojami, które przebywają w budynkach, oraz ich wpływ na produkty pochodzenia zwierzęcego [Bush 2008].

## 5.7. Robotyka i technologie informacyjno-komunikacyjne

Postęp techniczny i technologiczny w zakresie produkcji roślinnej związany jest z wdrażaniem koncepcji rolnictwa precyzyjnego. W rolnictwie precyzyjnym stosuje się różne nowe i zaawansowane technologie, takie jak: systemy pozycjonowania wspomagane satelitarne, mapowanie plonów, teledetekcja, technologie wykorzystujące czujniki do gromadzenia danych, systemy geoinformacyjne, różne techniki doboru sposobu dystrybucji na polu i systemy wspierania procesu decyzyjnego [Takács-György i in. 2014]. Rolnictwo precyzyjne wykorzystuje się na wszystkich głównych etapach procesu produkcji rolnej, takich jak: dostarczanie składników odżywczych, dystrybucja obornika, odchwaszczanie, zapobieganie chorobom i zwalczanie ich oraz gospodarowanie wodą. Różnorodne podejścia stosowane w ramach rolnictwa precyzyjnego znajdują się na różnych etapach rozwoju, począwszy od badań i demonstracji po dostępność na rynku [Jensen i in. 2012].

Jedną z technologii na wczesnym etapie dyfuzji w zakresie rolnictwa jest możliwość zastosowania dronów w produkcji roślinnej. Termin „drony” odnosi się do zdalnie pilotowanych lub autonomicznie wykonujących lot obiektów latających. Loty dronów odbywają się na niskim pułapie, gdzie do sterowania wykorzystywana jest technika bardzo dokładnego satelitarnego pozycjonowania – RTK GPS. Zamontowane na dronach sensory fotooptyczne zbierają dane o terenie podczas

lotu. Rozwój fotogrametrii, a także teledetekcji, udoskonalenie technik wykonywania zdjęć i skanowania obiektów, nawet w trudnych warunkach pogodowych, umożliwi sporządzanie bardzo dokładnych map. Zastosowanie dronów, które nie wymagają lotnisk oraz coraz niższe ceny aparatury pomiarowej stanowiącej ich wyposażenie, sprawiają, że ocena stanu upraw roślin i ich wykorzystanie staje się coraz tańsze. Drony umożliwiają zdobywanie w krótkim czasie informacji o zasobności gleby i zmianach w uprawie, co przy systemach odczytu umożliwia automatyczne sterowanie maszyn stosowanych w pielęgnacji, nawożeniu i ochronie roślin, a także do zbioru plonów [Berner, Chojnacki 2016].

Jedną z dynamicznie rozwijających się technologii na najwyższym poziomie gotowości technologicznej (wdrożeń w produkcji) są technologie teledetekcji bazujące na satelitach. Zarówno w przypadku satelitów pasywnych, jak i aktywnych powszechne jest dążenie do zwiększania rozdzielczości uzyskiwanych obrazów (nawet w przypadku relatywnie tanich mikrosatelitów), a przez to uzyskanie precyzyjniejszej informacji [Dukaczewski, Bielecka 2009]. W ramach systemów klasy GPS (ang. *global positioning systems*) wykorzystywane są systemy do graficznej prezentacji informacji związanych z produkcją rolną (pola, nawożenie, sadzenia itp.), a także wykorzystuje się panujące uwarunkowania zewnętrzne (pogoda, rodzaj gleby, itp.). Funkcjonalność oprogramowania to również tworzenie wielowarstwowych map wektorowych i rastrowych, import danych (np. z GPS lub rejestratora wbudowanego w ciągnik) oraz eksport danych do innych aplikacji. Celem aplikacji jest również udostępnianie danych: bieżącej i prognozowanej pogody, rodzaju gleby w rejonie, wymagań uprawianej rośliny, zagrożeń chorobami i szkodnikami. Systemy pozwolą zaproponować nawożenie, systemy nawadniania, systemy zapobiegania i ochrony przed szkodnikami i chorobami [Gozdowski i in. 2010]. Istnieje szeroki wachlarz programów wspierających procesy produkcji roślinnej w gospodarstwach rolnych. Jednak na rynku ciągle jest widoczny brak aplikacji wspomagających procesy uprawy [English i in. 2013]. W przypadku oprogramowania związanego z organizacją upraw roślin obecne aplikacje pozwalają na: rejestr zakupów i sprzedaży gruntów, rejestr upraw polowych, planowanie prac polowych, porównanie wyników plonów, zarządzanie produktami chemicznymi (nawozów, pestycydów, itp.), planowanie budżetu, przygotowanie wniosków o dopłatę, zarządzanie magazynem, planowanie zasiewów i zasadzeń, zarządzanie nawożeniem, projektowanie i zarządzanie systemem irygacyjnym (drenaż i nawadnianie), tworzenie bilansów nawozowych, planowanie i kontrolę orki itp.

Można zauważyć, że w sensie ogólnym rolnictwo precyzyjne to zarządzanie systemami produkcji roślinnej na podstawie informacji. W węższym sensie to zróżnicowane przestrzennie zarządzanie produkcją roślinną, na której koncentruje się ocena. Jak zauważają K.T. Sanders i S.F. Masri [2016], ogólnym celem jest zastosowanie właściwego podejścia w odpowiednim miejscu i we właściwym czasie, biorąc pod uwagę lokalną charakterystykę gleby i upraw. Prowadzi to do zwiększenia efektywności produkcji przez zmniejszenie nakładów i podniesienie uzyskiwanych efektów. Nie bez znaczenia jest redukcja ryzyk zarówno ekonomicznych, jak i produkcyjnych.

Jak wykazywał T. Ojha z zespołem [2015], w obecnych czasach istnieje wiele technologii informatycznych, w tym programów i aplikacji wykorzystywanych w produkcji zwierzęcej. Oprogramowania związane z chowem i hodowlą zwierząt to m.in.: prowadzenie ewidencji populacji zwierząt hodowlanych, rejestr karmienia paszami (kontrola węglowodanów i protein), rejestr zabiegów weterynaryjnych, przypominanie o paszportach zwierząt, poradnik leków weterynaryjnych, obsługa kodów paskowych i identyfikatorów radiowych, zabieranie danych laktacyjnych, rejestr przemieszczania zwierząt w gospodarstwie, kontrola procesów rozrodczych, wsparcie w kontrolowaniu bezpieczeństwa zdrowotnego, rejestrowanie narodzonych zwierząt, zarządzanie wypasem zwierząt, kontrola wagi zwierząt, zarządzanie fermą drobiu, w tym w produkcją jajek, wylęgarnią, produkcją młodych kur/indyków, rejestrowanie zasad karmienia, stanu zdrowia, otoczenia (pojenie, oświetlenie), produkcją nawozów, zarządzanie hodowlą trzody chlewnej, w tym monitorowanie pogłowia, zasad żywienia, procesów rozrodczych, rejestracja śmiertelności prosiąt, szacowania opłacalności hodowli.

Tego typu technologie wymagają zastosowania: systemów elektronicznej identyfikacji, automatycznych systemów sortujących, robotów udojowych, robotów do żywienia cieląt, monitorów wskazujących temperaturę i informujących o stanie zdrowia zwierząt i procesach zachodzących w przewodach pokarmowych, czujników elektronicznych do wykrywania zagrożeń nieprawidłowości porodów u krów, wag elektronicznych do rejestracji zmian masy ciała zwierząt, czujników do pomiaru temperatury wewnątrz ucha, automatycznych systemów zadawania pasz, czujników informujących o jakości i składzie mleka oraz fazie cyklu reprodukcyjnego krów.

W ramach nowoczesnych technologii informatycznych wykorzystywane są komputery PC oraz palmtopy, gdzie następuje transfer danych i współpraca z odbiornikami GPS, czytnikami kodów paskowych i identyfikatorami radiowymi.

W produkcji zwierzęcej wykorzystywany jest m.in. radiowy odczyt danych o zwierzęciu, czyli zastosowanie technologii RFID (ang. *Radio Frequency IDentification*), np. w kolczykach dla bydła pozwala na bezstykowy odczyt danych o zwierzęciu. Zastosowanie technologii RFID pozwala m.in. na: automatyzację procesu karmienia indywidualnie dobraną ilością paszy i sortowanie zwierząt, zbieranie w jednym miejscu różnych informacji i historii zdarzeń o zwierzęciu (np. dane ilościowe i jakościowe o udoju). Jak wykazali T. Griffin i B.M. Tylor [2016], rozwiązania bazujące na zastosowaniu komputerów będą nadal się rozwijały, z jednoczesnymi ograniczeniami, jakimi są z jednej strony, ilość gromadzonych danych i powstający chaos informacyjny, z drugiej strony – ważniejszej – możliwości integrowania urządzeń, ich łączności i ciągłości działania. Autorzy ci twierdzą, że jakkolwiek korzyści z automatyki w produkcji zwierzęcej przekładają się bezpośrednio na redukcję kosztów i wzrost wykorzystania zasobów, to uzyskanie szerszych efektów skali w najbliższym czasie będzie ograniczone w związku ze stopniem wdrożenia obecnych technologii, które są na wczesnych etapach cyklu życia i z jednoczesnym dużym dynamizmem w powstawaniu nowych rozwiązań.

W produkcji zwierzęcej przewiduje się dalszy postęp w zakresie: regulacji mikroklimatu w budynkach inwentarskich, systemów utrzymania zwierząt, automatyzacji i robotyzacji, zwłaszcza czynności szczególnie uciążliwych, obniżania materiałochołności i kapitałochłności budynków inwentarskich przy zachowaniu ich walorów funkcjonalnych i warunków środowiska, skomputeryzowanych systemów informacji i sterowania, rejestracji danych o procesach produkcji w celu zapewnienia pełnej informacji o produktach żywnościowych, zmniejszenia strat i poprawy jakości uzyskiwanych produktów [Zarco-Tejada i in. 2014].

## **5.8. Ocena stopnia dyfuzji innowacji środowiskowych w sektorze rolnym**

Należy zauważyć, że w rozwiązywaniu problemów związanych z wdrażaniem w produkcji roślinnej innowacji środowiskowych przytoczone rozwiązania mają charakter przyczynkowy, umożliwiając kompleksowe wykorzystanie postępu biologicznego, technicznego i organizacyjnego. W tabeli 8 przedstawiono ocenę technologii będących podstawą innowacji środowiskowych w rolnictwie. Można zauważyć, że jeżeli technologie (w szczególności te oparte o postęp biologiczny)

Tabela 8. Ocena technologii służących do wdrażania innowacji środowiskowych w rolnictwie

Technologia	Poziom gotowości	
	technologicznej (1-9)*	rynkowej (1-5)**
Kultury tkankowe	7-9	4-5
Selekcja genomowa	7-9	4-5
Nanotechnologia – nanokapsułki i nanoemulsje	5-8	2-3
Nanotechnologia – nanosensory	5-8	3-4
Nanotechnologia – nanoczuJNIKI	5-8	4-5
Drony	8-9	4-5
Systemy geoinformacyjne – satelity i mikrosatelity	5-8	4-5
Robotyka i automatyka	7-9	4-5
Oprogramowanie rolnictwa precyzyjnego	8-9	5

\* Poziomy gotowości technologicznej – TRLs (ang. *technology readiness levels*) to sposób opisu dojrzałości komercjalizacyjnej technologii oraz narzędzie służące porównaniu stanu zaawansowania prac nad różnymi technologiami. Według tej metodyki dojrzałość technologii opisuje się od fazy konceptualizacji konkretnego rozwiązania (TRL 1), aż do etapu dojrzałości (TRL 9), gdy ten koncept (w wyniku prowadzonych badań naukowych i prac rozwojowych) przybiera postać rozwiązania technologicznego, który można zastosować w praktyce – np. w postaci uruchomienia rynkowej produkcji [por. Kaczmarek i in. 2015, s. 104-115],

\*\* Poziom gotowości rynkowej – MRLs (ang. *market readiness lever*) to sposób opisu dojrzałości rynkowej technologii oraz narzędzie służące porównaniu stanu zaawansowania prac nad różnymi technologiami. Metodyka ta uwzględnia trzy podstawowe obszary decydujące o wdrożeniu technologii na rynek: gotowość rynkową, gotowość polityczną (społeczną) i gotowość instytucjonalną. Według tej metodyki dojrzałość rynkową technologii opisuje się od fazy oceny *ex-ante* skutków wdrożenia i stanu prawno-instytucjonalnego oraz wymaganych zmian (MRL 1), aż do etapu pełnego wdrożenia i oceny *ex-post* jego skutków w 3 uwzględnianych obszarach (TRL 5) [por. Aasrud i in. 2010].

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Schrijver (red.) 2016]

mają wysokie poziomy gotowości technologicznej, to już ich gotowość rynkowa jest niższa. Gotowość rynkowa jest pochodną zagrożeń i ryzyk, co powoduje, że mimo bezdyskusyjnej wartości dodanej oferowanej przez te technologie, nie doczekały się one wysokiego stopnia dyfuzji.

W rozwiązywaniu problemów związanych z innowacyjnością produkcji zwierzęcej przytoczone rozwiązania nie mają podejścia holistycznego, umożliwiające kompleksowe wykorzystanie postępu biologicznego, technicznego i organizacyjnego [Wheeler i in. 2010]. Na przykład rozwiązań powodujących zmniejszenie emisji szkodliwych gazów należy poszukiwać m.in. w modyfikacji

składu dawek pokarmowych dla zwierząt, w zmianach składu flory bakteryjnej w układach pokarmowych, a także w doborze materiałów stosowanych w budownictwie inwentarskim. Przeprowadzone w IBMER w Kłudzienko badania laboratoryjne wykazały, że emisja odoru z gnojowicy świńskiej umieszczonej w modelu kanału gnojowego o ściankach wewnętrznych pokrytych preparatem zawierającym nanocząsteczki o działaniu bakteriobójczym, grzybobójczym i neutralizującym lotne związki organiczne była 10-krotnie niższa w porównaniu z próbą kontrolną [Szulc i in. 2006].

### **5.9. Problemy i wyzwania dla rozwoju rolnictwa przy wykorzystaniu innowacji środowiskowych**

W celu zbadania szans oraz zagrożeń wynikających z dalszego rozwoju modelu rozwoju rolnictwa opartego o założenia zrównoważoności i rozwiązania innowacji środowiskowych oraz czynników wpływających na ten rozwój wykorzystano metodę delficką z grupy metod heurystycznych. Jest to nieparametryczna metoda badań zjawisk w średniej i długiej perspektywie czasu w oparciu o zakumulowaną i uśrednioną wiedzę ekspercką [Monguet i in. 2010]. Na potrzeby badania wykorzystano niestandardową wersję metody delfickiej, przeprowadzając ją w tzw. czasie rzeczywistym. Polega to na tym, że eksperci wyrażają swoje zdanie, a następnie dokonują wartościowania argumentów nie w sposób ukryty, a jawny, widząc odpowiedzi innych ekspertów. Dzięki temu mogą dokonać korekt swoich opinii w czasie rzeczywistym. Jak podkreślali m.in. T. Gnatzy z zespołem [2011] oraz S. Zipfinger [2007], taki sposób poznawania i wartościowania opinii jest o wiele bardziej skuteczny z uwagi na możliwość konfrontacji argumentów i polemiki, które dokonują się w czasie rzeczywistym przy jednoczesnej autonomii ekspertów. Dzięki takiemu podejściu zakumulowana wiedza jest pełniejsza i lepiej odzwierciedla zdanie panelu uczestniczącego w badaniu. Metodę delficką w czasie rzeczywistym do badań w zakresie rozwoju sektora rolno-żywnościowego wykorzystali m.in. M.T.A. Wentholta z zespołem [2012] i M. Maciejczak [2016a].

Przedmiotowe badanie przeprowadzono w listopadzie 2016 roku. Wzięło w nim udział 12 ekspertów legitymujących się wiedzą i doświadczeniem w badaniach nad rozwojem sektora rolnego, postępu w rolnictwie, ekonomiki i organizacji gospodarstw rolnych, posiadających także wiedzę z szerokiej współpracy z praktyką



gospodarczą. Badanie przeprowadzono w trzech rundach. W trakcie pierwszej rundy poproszono ekspertów o wyrażenie opinii na temat rozwoju rolnictwa na drodze zrównoważonego rozwoju przy wykorzystaniu innowacji środowiskowych. Na podstawie zgromadzonych opinii wybrano najczęściej pojawiające się argumenty i w ramach drugiej rundy badania poproszono panelistów o wskazanie, z którymi argumentami zgadzają się najsilniej lub najsłabiej – wykorzystano do tego skalę od +5 – zdecydowanie się zgadzam, 0 – nie mam zdania, do -5 – nie zgadzam się zdecydowanie. Opinie uszeregowano w dwie główne grupy wykorzystywane w analizie pól siły (ang. *force field*). Teorię pola siłę wykorzystywano m.in. w badaniach FAO [2016] nad zrównoważonym rozwojem i rolą w nim innowacji. Wyniki uśredniono wykorzystując średnią arytmetyczną. Na podstawie uzyskanych wyników określono czynniki pobudzające i ograniczające. W ramach rundy trzeciej, uzyskane wyniki zostały omówione i uszczegółowione w ramach dyskusji panelowej. Wyniki zaprezentowano w tabeli 9.

Paneliści jako czynniki pobudzające wykorzystanie innowacji środowiskowych wskazali przede wszystkim na kwestie zmiany ogólnego paradygmatu rozwoju rolnictwa. Pozwoliło to przede wszystkim na uwzględnienie czynników pozaekonomicznych, w tym środowiskowych. Jednocześnie model ten

Tabela 9. Analiza pól siły dla rozwój rolnictwa przy wykorzystaniu innowacji środowiskowych

<b>Czynniki pobudzające</b> (średnia wskazań z metody delfickiej)	<b>Czynniki ograniczające</b> (średnia wskazań z metody delfickiej)
Zmiana paradygmatu modelu rolnictwa (+4,45)	Presja rynkowa na dalsze wykorzystywanie technologii niesprzyjających zrównoważonemu rozwojowi (+5,0)
Zaawansowanie technologiczne – badania (+4,05)	Negatywne efekty zewnętrzne innowacji środowiskowych (+3,5)
Stopień dyfuzji innowacji środowiskowych (+3,85)	Koszty innowacji środowiskowych (+2,85)
Społecznie odczuwalne skutki wdrażania innowacji (+3,0)	Nierównomierność rozwoju społeczno-gospodarczego regionów (+2,15)
Stopień zagrożeń środowiskowych (+2,15)	Konkurencja na rynku (+1,5)

Źródło: opracowanie własne

opierać się będzie na kilku kluczowych atrybutach, w tym: wielofunkcyjności, zrównoważeniu, uwzględnianiu efektów zewnętrznych oraz wykorzystywaniu polityki (czynnika instytucjonalnego). Tak ukierunkowany rozwój pozwoli na zintensyfikowanie sprężeń zwrotnych do obszaru badań i rozwoju, w ramach których prowadzone będą prace nad nowymi technologiami uwzględniającymi nie tylko ekonomiczność i użyteczność, ale także oddziaływanie środowiskowe. Oddziaływanie to, przejawiające się w pozytywnych efektach zewnętrznych technologii i ograniczaniu zagrożeń, stworzy dobry obraz społeczny i pobudzi akceptację dla takiego kierunku rozwoju.

Jednocześnie paneliści wskazywali na czynniki ograniczające tak indukowany rozwój. Wskazywali przede wszystkim na czynniki czysto ekonomiczne, w tym konkurencję rynkową wpływającą na wykorzystywanie przewag rynkowych przez rozwiązania alternatywne do innowacji środowiskowych. Presja ta będzie tym większa, że stopień dyfuzji tych rozwiązań jest o wiele wyższy. Fakt ten powoduje także naturalny opór społeczny z uwagi na lęk przed możliwymi negatywnymi efektami zewnętrznymi innowacji środowiskowych.

Niezależnie od przyjętej optyki oddziaływania różnych sił na stopień i skalę wykorzystania innowacji środowiskowych, za cel wspólny przyjmuje się wypracowanie mechanizmów i sposobów działania, które pozwolą pogodzić zachowanie praw przyrody i społeczno-gospodarcze aspiracje ludzi.

Wnioski takie wynikają także z prac m.in. L. Stocker i zespołu [2012] czy A. Hezri i S. Doversa [2006]. Wspólnym mianownikiem wniosków wynikających z prac tych autorów jest wskazanie na ważną kwestię wynikającą, z jednej strony, z bezpośrednich działań człowieka, z drugiej zaś, z natury procesów decyzyjnych. Jakkolwiek innowacje środowiskowe są niezbędne do indukowania zmian, tak samo ważne są mechanizmy instytucjonalne o charakterze politycznym, społecznym i gospodarczym, które zmiany te mogą uczynić realnymi i wspierać w fazie implementacji. Stąd też wydaje się, że warto aby paradygmat zrównoważonego rozwoju poszerzyć o czwartą perspektywę – instytucjonalną, która będzie stanowiła czynnik zarówno sprawczy, jak i regulacyjny zmian.

## 6. PODSUMOWANIE

Rolnictwo funkcjonujące w obecnej formie odgrywa kluczową rolę nie tylko w dostarczaniu żywności, ale spełnia również funkcje w ochronie środowiska i bioróżnorodności czy utrzymania atrakcyjnych krajobrazów. Należy również pamiętać, że wytwarzanie produktów rolniczych zgodnie z wysokimi standardami środowiskowymi i utrzymanie odpowiedniego poziomu bioróżnorodności wiąże się z kosztami i prowadzeniem produkcji o niskiej dochodowości.

Zmiany w prowadzeniu produkcji rolniczej prowadzące do jej intensyfikacji, czy specjalizacja rolnictwa, mają negatywny wpływ na zasoby środowiskowe, w tym glebę, wodę, powietrze i różnorodność biologiczną. Wyższy poziom intensywności produkcji rolnej był koniecznością m.in. ze względu na wzrost liczby ludności, co skutkowało większym zapotrzebowaniem na żywność. Wprowadzenie postępu, w tym biologicznego i wzrost intensywności produkcji przyczyniły się do osiągnięcia wyższych wydajności. Spowodowało to jednak przekroczenie granic czynników środowiskowych, przede wszystkim w zakresie zmian klimatu, utraty tempa bioróżnorodności oraz cyklu obiegu azotu.

Innym zagrożeniem dla środowiska jest sposób wykorzystywania zasobów naturalnych, w tym przez rolnictwo. Szybkość ich wyczerpywania się jest uzależniona przede wszystkim od intensywności pozyskiwania ich przez człowieka. Z tego względu jest konieczna kontrola sposobów ich wykorzystywania. Jak wskazują wyniki analiz zmniejszają się zasoby ziemi użytkowanej rolniczo. Zmniejsza się bardzo szybko powierzchnia gruntów przypadająca na jednego mieszkańca świata. Ważnych informacji w tym zakresie dostarcza ustalanie wskaźnika określającego stopień konsumpcji zasobów planety, tzw. „ślad ekologiczny”, który wskazuje na wielkość zużytych surowców naturalnych, których natura nie jest w stanie odnowić w ciągu roku. Wskazuje się, że zużywa się więcej zasobów niż Ziemia jest w stanie odtworzyć.

Oceniając z kolei zagrożenia dla różnorodności biologicznej gleb, najwyższy ich poziom występuje z północnej części Europy. Autorzy zgodnie wskazują, że zależności pomiędzy rolnictwem a bioróżnorodnością są tak liczne i zróżnicowane, że trudno jednoznacznie wskazać jeden czynnik występujący w rolnictwie mający wpływ na zachowanie bioróżnorodności. Dewastacyjny potencjał człowieka najlepiej wyraził J. Diamond, umieszczając go w metaforze dwóch czarnych chmur wiszących nad światem: zagłady atomowej i zagłady ekologicznej na skutek stopniowego tępienia wielu gatunków [Diamond 1996].

Rozwój cywilizacji spowodował, że nastąpiła zmiana funkcji, które do tej pory spełniało rolnictwo. Obecnie oprócz funkcji produkcyjnych spełnia wiele funkcji określanych jako pozaprodukcyjne, dotyczące m.in. zagadnień środowiskowych, społecznych czy też kulturowych. Chociaż w tym aspekcie nazwa „funkcje pozaprodukcyjne” nie wydaje się właściwa, gdyż ich wynikiem jest też pewien rodzaj „produktu”. Jest to przeważnie produkt uboczny działalności rolniczej, jednak związany z wytwarzaniem dóbr i usług, chociaż niemających ceny rynkowej.

Przeprowadzone analizy na podstawie dostępnej i stosunkowo obszernej literatury przedmiotu nie dają jednoznacznej odpowiedzi na pytanie dotyczące perspektyw rozwoju rolnictwa przy wykorzystaniu innowacji środowiskowych. Z uwagi na przyjęte koncepcyjne modele rozwoju rolnictwa, wykorzystanie innowacji środowiskowych jest naturalnym następstwem dotychczas stosowanych rozwiązań dążących do zmniejszania negatywnych efektów zewnętrznych i dostarczania większej ilości dóbr publicznych, poza bezpośrednimi efektami o charakterze rynkowym. Wykorzystywane do tego w coraz większym stopniu będą technologie kładące nacisk na zmiany bardziej o charakterze jakościowym. Jednocześnie technologie te będą w większym stopniu integrowały różne sfery działalności rolnej.

Należy jednak pamiętać, że technologie te, będące niejednokrotnie na wczesnym etapie transmisji do praktyki rolniczej, budzą wiele niepewności w szczególności w zakresie ich oddziaływania przez efekty zewnętrzne. Efekty te, głównie o charakterze negatywnym, dotyczyć mogą bezpieczeństwa żywnościowego oraz, paradoksalnie, bezpieczeństwa środowiskowego. Z drugiej strony, jednym z efektów zewnętrznych, który może, chociaż nie musi mieć pozytywnego oddźwięku, jest wzrost wiedzy i świadomości producentów chcących korzystać z nowych, innowacyjnych rozwiązań.

Można stwierdzić, że podstawowym czynnikiem warunkującym rozwój rolnictwa opartego o innowacje środowiskowe będzie systemowy charakter tak określonego kierunku zmian. Pojedyncze rozwiązania nacechowane dbałością o poprawę wybranych elementów systemu będą rezonowały we właściwy sposób z wymaganiami stawianymi przez zmiany w otoczeniu, głównie przyrodniczym, ale także społecznym czy ekonomicznym. Da to niewymuszoną możliwość szybkiego dostosowania się do oczekiwań i zmian otoczenia.

Potrzeba rozwoju rolnictwa i jej pogodzenie z zachowaniem równowagi środowiska naturalnego jest rzeczą skomplikowaną i trudną. Wydaje się jednak, że człowiek potrafi wymyślić nowe rozwiązania, a tworzenie zdrowego i nieszkodzącego środowisku rolnictwa na pewno jest jednym z nich. Jaka jednak będzie odpowiedź przyrody na poczynania człowieka? Tego niewątpliwie doświadczymy w najbliższej przyszłości.

## LITERATURA

- Aasrud A., Baron R., Karousakis K. 2010: *Market readiness: building blocks for market approaches*. Organisation for Economic Co-operation and Development. COM/ENV/EPOC/IEA/SLT(2010)3.
- Aerni P. 2004: *Risk, regulation and innovation: The case of aquaculture and transgenic fish*. *Aquatic Sciences*, 66, s. 327-341.
- Berner B., Chojnacki J. 2016: *Wykorzystanie dronów w rolnictwie precyzyjnych*. *Technika Rolnicza, Ogrodnicza i Leśna*, nr 3/2016, s. 19-21.
- Blohm G. 1965: *Ogólna ekonomika i organizacja gospodarstwa rolniczego*. PWRiL, Warszawa.
- Bołtromiuk A. 2011: *Zrównoważony rozwój wsi i rolnictwa w kontekście WPR UE*. [W] *Natura 2000 jako czynnik zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich regionu Zielonych Płuc Polski*, red. A. Bołtromiuk, M. Kłodziński. IRWiR PAN, Warszawa.
- Braat L., Brink P. i in. 2008: *The Cost of Policy Inaction. The Case of Not Meeting the 2010 Biodiversity Target*. Raport na zlecenie Komisji Europejskiej. Wageningen/Bruksela.
- Brown J., Kuzman J. 2013: *Hungry for information: public attitudes toward food nanotechnology and labeling*. *Review of Policy Research*, 30 (5), s. 512-548.
- Bruinsma J. 2009: *The Resource Outlook to 2050*. FAO Expert Meeting, 24-26 June 2009, Rome, <http://ftp.fao.org/docrep/fao/012/ak971e/ak971e00.pdf>.
- Budnikowski A. 1998: *Ochrona środowiska naturalnego jako problem globalny*. PWE, Warszawa.
- Busch L. 2008: *Nanotechnologies, food, and agriculture: next big thing or flash in the pan?* *Agric Hum Values* 25, s. 215-218.
- Carayannis E., Campbell D. 2011: *Open Innovation Diplomacy and a 21st Century Fractal Research, Education and Innovation (FREIE) Ecosystem: Building on the Quadruple and Quintuple Helix Innovation Concepts and the "Mode 3". Knowledge Production System*. Springer Science and Business Media, LLC.
- Cardinale B.J., Duffy J.E., Gonzalez A., i in. 2012: *Biodiversity loss and its impact on humanity*. *Nature*, nr 486, s. Pages: 59-67.
- Carley M., Spapens P. 2000: *Dzielenie się światem*. Instytut na Rzecz Ekorozwoju. Biały-stok-Warszawa, 1-272.
- Chamberlain D., Fuller R.J., Bunce R.G.H., i in. 2000: *Changes in the abundance of farmland birds in relation to the timing of agricultural intensification in England and Wales*. *Journal Appl. Ecol.*, nr 37 (5), s. 771-788.
- Chlebicka A. 2012: *Rozwój obszarów wiejskich w propozycji reformy Wspólnej Polityki Rolnej po 2013 r. Rozwój polskiego rolnictwa i obszarów wiejskich w aspekcie Wspólnej Polityki Rolnej*. FAPA, Warszawa, s. 33-38.

- Chlebicka A., Fałkowski J., Wołek T. 2009: Ocena poprawności sposobu zdefiniowania celów Wspólnej Polityki Rolnej, [w] *Wspólna polityka rolna Unii Europejskiej: uwarunkowania, mechanizmy, efekty*, red. M. Adamowicz, Wydawnictwo SGGW, Warszawa, s. 125-138.
- Chlebicka A., Pośrednik A. 2014: Financial support for Polish agriculture and rural areas in 2004-2014, [w] *10 years of Poland's EU membership: achievements in the agri-food sector and rural areas*, red. A. Chlebicka, P. Litwiniuk, FAPA, Warszawa, s. 18-31
- Chomicz W., Balewski B. 2012: *Zadania i funkcje rolnictwa w warunkach polskiej gospodarki rynkowej XXI wieku*. [http://www.balewski.pl/media\\_f\\_450/file/728\\_plwskm-rolnictwo.pdf](http://www.balewski.pl/media_f_450/file/728_plwskm-rolnictwo.pdf) [dostęp: 29.11.2016].
- Chyłek E.K., Rzepecka M. 2011: *Biogospodarka – konkurencyjność i zrównoważone wykorzystanie zasobów*. Polish Journal of Agronomy, nr 7, s. 3-13.
- Copa-Cogeca. 2010: *Bioróżnorodność w rolnictwie*. 2010. [www.copa-cogeca.be](http://www.copa-cogeca.be) [dostęp: 21.11.2016].
- CLC, 2000: CORINE Land Cover 2000: [http://clc.gios.gov.pl/index.php?option=com\\_content&view=article&id=33&Itemid=367&lang=pl](http://clc.gios.gov.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=33&Itemid=367&lang=pl).
- Czajkowski M., Buszko-Briggs M. 2009: *Valuing changes in forest biodiversity*. Ecological Economic, vol. 68 (12), s. 15.
- Czerwińska E. 2003: *Usługi w gospodarce*. Informacja nr 991. Kancelaria Sejmu, Biuro Studiów i Ekspertyz, Wydział Analiz Ekonomicznych i Społecznych.
- Czyżewski A., Czyżewski B. 2013: *Ziemia i jej renty w nowym paradygmacie rolnictwa*. IX Kongres Ekonomistów Polskich, PTE, Warszawa, s. 4-7.
- Czyżewski A., Kułyk P. 2011: *Dobra publiczne w koncepcji wielofunkcyjnego rozwoju rolnictwa, ujęcie teoretyczne i praktyczne*. Zeszyty Naukowe SGGW w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego, t. 11 (26), z. 2, s. 16-25.
- Czyżewski A., Stępień S. 2014: *Elementy nowości wspólnej polityki rolnej po 2014 roku w odniesieniu do polskiego rolnictwa*. Zeszyty Naukowe SGGW. Problemy Rolnictwa Światowego, t. 14 (XXIX), z. 3, s. 37-47.
- Dąbkowska T., Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Łabza T. 2007: *Zachwaszczenie upraw zbóż w gospodarstwach ekologicznym, konwencjonalnym i intensywnym na wybranych przykładach z Małopolski*. Pamiętnik Puławski, nr 145, s. 5-16.
- Decyzja Rady 2006/144/WE z dnia 20 lutego 2006 r. w sprawie strategicznych wytycznych Wspólnoty dla rozwoju obszarów wiejskich, okres programowania 2007-2013. Dz.Urz. UE L 55 z 25.02.2006, s. 20-29.
- Decyzja Rady 2009/61/WE z dnia 19 stycznia 2009 r. zmieniająca decyzję 2006/144/WE w sprawie strategicznych wytycznych Wspólnoty dla rozwoju obszarów wiejskich, okres programowania 2007-2013. Dz.Urz. UE L 30 z 31.01.2009, s. 112-115.
- Deszczka M., Wąsowicz M. 2013: *Gospodarka, ekologia, postęp techniczny*. [W] *Makro i mikroekonomia*, red. S. Marciniak. PWN, Warszawa.

- Diamond J. 1996: *Trzeci szympan: ewolucja i przyszłości zwierzęcia zwanego człowiekiem*. PIW, Warszawa.
- Dukaczewski D., Bielecka E. 2009: *Nowe teledetekcyjne misje satelitarne i możliwości wykorzystania ich wyników do zasilania baz danych przestrzennych*. Roczniki Geomatyki, t. VII, z. 5 (35), s. 41-54.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego Rady 2009/30/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. Dz.U. 2001, nr 62, poz. 627.
- EC (European Commission), 2008: *Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności. Raport wstępny*. [http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/teeb\\_report\\_pl.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/teeb_report_pl.pdf).
- EC (European Commission), 2016a: *Environment*. [http://ec.europa.eu/environment/soil/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/soil/index_en.htm) [dostęp: 20.11.2016].
- EC (European Commission), 2016b: *Raport wstępny. Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności – Europa*. [www.ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/teeb\\_report\\_pl](http://www.ec.europa.eu/environment/nature/biodiversity/economics/pdf/teeb_report_pl). [dostęp: 20.09.2016].
- EEA (European Environment Agency), 2010: *10 messages for 2010. Agricultural ecosystems*. European Environment Agency, European Union.
- English A., Ball D., Ross P., Upcroft B., Wyeth G., Corke P. 2013: *Low Cost Localisation for Agricultural Robotics*. Proceedings of Australasian Conference on Robotics and Automation, 2-4 Dec 2013, University of New South Wales, Sydney Australia.
- Enriquez-Cabot J. 1998: *Genomics and the World's Economy*. Science, nr 281, s. 925-926.
- Etzkowitz H., Leydesdorff L. 1995: *The Triple Helix – University – Industry – Government Relations. A Laboratory for Knowledge Based Economic Development*, EASST Review 14, 14-19.
- EU (European Union), 2010: *Sprawozdanie Komisji dla Rady i Parlamentu Europejskiego z 8 października 2010 r. w sprawie oceny realizacji unijnego planu działania na rzecz różnorodności biologicznej*, COM (2010) 548.
- EU (European Union), 2012: *Realizacja strategii tematycznej w dziedzinie ochrony gleby i prowadzone działania*. Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/PDF> [dostęp: 20.11.2016],
- EU (European Commission), 2015: *Mid-term review of the EU biodiversity strategy to 2020 EU assessment of progress towards the targets and actions*. European Commission, Bruksela.
- EUROSTAT, 2016: *Agriculture and fisheries*, <http://ec.europa.eu/eurostat> [dostęp: 12.11.2016]
- Ewing B., Moore D., Goldfinger S., Oursler A., Reed A., Wackernagel M. 2010: *The Ecological footprint atlas*. Oakland, Global Footprint Network [http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological\\_Footprint\\_Atlas\\_2010.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/Ecological_Footprint_Atlas_2010.pdf). [dostęp 12.11.2016].

- FAO, 2013: *Guidelines for the preparation of the Country Reports for The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, <http://www.fao.org/3/a-as644e.pdf>, [dostęp: 20.10.2016].
- FAO, 2015: *FAO Statistical Pocketbook. World food and agriculture*. <http://www.fao.org/3/a-i4691e.pdf> [dostęp 1.11.2016].
- FAO, 2016: *Innovative markets for sustainable agriculture – How innovations in market institutions encourage sustainable agriculture in developing countries*, red. A. Loconto, A.S. Poisot, P. Santacoloma. Rome, Italy.
- Feledyn-Szewczyk B. 2014: *Bioróżnorodność – znaczenie i zagrożenia*. Materiały konferencyjne, [http://iung.pl/SD/images/materiały/Bioroznorodnosc\\_znaczenie%20i%20zagrozenia.pdf](http://iung.pl/SD/images/materiały/Bioroznorodnosc_znaczenie%20i%20zagrozenia.pdf), [dostęp 10.10.2016].
- Feledyn-Szewczyk B. 2016: *Bioróżnorodność jako wskaźnik monitorowania stanu środowiska*. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 47 (21). s. 105-124.
- Feledyn-Szewczyk B., Kopiński J. 2010: *Ocena zrównoważenia produkcji rolniczej w gospodarstwach uczestniczących w programie rolnośrodowiskowym za pomocą modelu RISE*. *Fragmenta Agronomca*, 27 (4), s. 25-33.
- Firbank L.G., Petit S., Smart S., i in. 2008: *Assessing the impacts of agricultural intensification on biodiversity: a British perspective*. *Philosophical Transaction Royal Society B*, 363, s. 777-787, <http://rstb.royalsocietypublishing.org> [dostęp 11.10.2016].
- Firbank L.G., Smart S.M., Crabb J. i in. 2013: *Agronomic and ecological costs and benefits of set-aside in England*. *Agr. Ecosyst. Environ.* nr 95, s. 73-85.
- Forabosco F., Lohmus M., Rydhmer L., Sundstrom L.F. 2013: *Genetically modified farm animals and fish in agriculture: A review*. *Livestock Science*, 153, s. 1-9.
- Fraceto L.F., Grillo R., De Medeiros G.A., Scognamiglio V., Rea Gand Bartolucci C. 2016: *Nanotechnology in Agriculture: Which Innovation Potential Does It Have?* *Frontiers in Environmental Science*, 4 (20), doi: 10.3389/fenvs.2016.00020.
- Frewer L.J., Kleter G.A., Brennan M. i in. 2013: *Genetically modified animals from life-science, socio-economic and ethical perspectives: examining issues in an EU policy context*. *New Biotechnology*, vol. 30 (5), s. 447-458.
- Friedman M, Friedman R. 2006: *Wolny wybór*. Wydawnictwo Aspekt, Warszawa.
- Fuecks R. 2015: *Green growth, smart growth: A new approach to economics. Innovation and the environment*. Anthem Press, London.
- Gay B. 2010: *Open innovation, networking, and business model dynamics: the two sides*. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*. A Systems View Across Time and Space, 3 (2), s. 2-12.
- GIOŚ (Główny Inspektorat Ochrony Środowiska), 2010: *Raport o stanie środowiska w Polsce 2008*. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Biblioteka Monitoringu Środowiska, <http://www.gios.gov.pl/stansrodowiska/gios> [dostęp: 3.11.2016].
- Głód D., Adamczak M., Bednarski W. 2014: *Wybrane aspekty zastosowania nanotechnologii w produkcji żywności*. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, nr 5 (96), s. 36-52.



- Gnatzy T., Warth J., Von der Gracht H., Darkow I.L. 2011: *Validating an innovative real-time Delphi approach. A methodological comparison between real-time and conventional Delphi studies*. Technological Forecasting & Social Change, 78, s. 1681-1694.
- Goetel W. 1959: *Rozwój idei parków narodowych*. Kraków, <http://winntbg.bg.agh.edu.pl/skrypty4/0537/0537.pdf> [dostęp: 12.11.2016].
- Gołębiewska B. 2010: *Organizacyjno-ekonomiczne skutki zróżnicowania powiazań gospodarstw rolniczych z otoczeniem*. Wydawnictwo SGGW.
- Gołębiewska B., Pajewski T. 2015: *Odpowiedzialność rolników za stan środowiska naturalnego*. Rocznik Naukowe SERiA, t. XVII, z. 2, s. 64-68.
- Gołębiewska H. 2011: *Dynamika występowania flory segetalnej w uprawie kukurydzy na Dolnym Śląsku w latach 1972-2008 i obecne możliwości jej regulacji*. Monografie i Rozprawy Naukowe, nr 30, Wydawnictwo IUNG-PIB, Puławy.
- Gomułka G. 1998: *Teoria innowacji i wzrostu gospodarczego*. Wydawnictwo CASE, Warszawa.
- Gotkiewicz W. 2005: *Uwarunkowania i możliwości aktywizacji właścicieli gospodarstw rolnych na obszarach prawnie chronionych*. Rozprawy i Monografie. UWM Olsztyn, nr 109, s. 183.
- Gozdowski D., Samborski S., Bobers E.S. 2010: *Evaluation of methods for detection of spatial outliers in the yield data of winter wheat*. Colloquium Biometricum, 40, s. 41-51.
- Górski T., Kozyra J., Doroszewski A. 2008: *Field crop losses in Poland due to extreme weather conditions – case studies*, [W] *The Influence of Extreme Phenomena on the Natural Environment and Human Living Conditions*, red. Liszewski. Łódzkie Towarzystwo Naukowe, Łódź.
- Gupta N., Fischer A.R.H., Frewer L.J. 2012: *Socio-psychological determinants of public acceptance of technologies: a review*. Public Understanding of Science, 21 (7), s. 782-795.
- GUS, 2011: *Wskaźniki rozwoju zrównoważonego Polski 2011*. US w Katowicach.
- GUS, 2012: *Ochrona środowiska. Informacje i opracowania statystyczne*. Warszawa.
- GUS, 2014: *Ochrona środowiska*. Warszawa.
- GUS, 2015a: *Ochrona środowiska. Informacje i opracowania statystyczne*. Warszawa.
- GUS, 2015b: *Wskaźniki rozwoju zrównoważonego Polski 2015*. US w Katowicach.
- GUS, 2015c: *Rocznik statystyczny rolnictwa*, Warszawa.
- GUS, 2016: *Rocznik demograficzny*. Warszawa.
- Heller K., Adamczewski K. 2002: *Zmiany w zachwaszczeniu wywołane zmianami w agrotechnice roślin i zmianami klimatycznymi*. Progress in Plant Protection/Postępy w Ochronie Roślin, nr 42 (1), s. 349-357.
- Hezari A.A., Dovers S. R., 2006: *Sustainability indicators, policy and governance: Issues for ecological economics*. Ecological Economics, 60 (2006): 86-99.
- Holt R.D. 2010: *Ecology. 2020 Visions*. Nature, vol. 463, s. 26-32. [https://www.researchgate.net/publication/42635384\\_2020\\_Visions](https://www.researchgate.net/publication/42635384_2020_Visions) [dostęp: 7.11.2016].

- Hughes T.P., Baird A.H., Bellwood D.R. i in. 2003: *Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs*. Science, 301 (5635), s. 929-933.
- IGiPZ PAN: *Znaczenie rolnictwa w gospodarce Polski*. [https://www.igipz.pan.pl/tl\\_files/igipz/ZGWiRL/ARP/01](https://www.igipz.pan.pl/tl_files/igipz/ZGWiRL/ARP/01) [dostęp: 29.11.2016].
- IOŚ (Inspekcja Ochrony Środowiska), 2012: *Monitoring populacji ptaków w latach 2010-2012*. Biuletyn Monitoringu Przyrody 9/2012.
- IPCC, 2007: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, red. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, C.E.Hanson. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Isbell F., Tilman D., Polasky S., Loreau M. 2015: *The biodiversity dependent ecosystem service debt*. Ecology Letters, 18 (2), s. 119-134.
- Jabłońska L., Olewnicki D. 2014: *Rozwój i znaczenie sektora ogrodniczego w Polsce w ostatnim półwieczu*. Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich, t. 101, z. 3, s. 25-35.
- Janasz W., Kozioł K. 2007: *Determinanty działalności innowacyjnej przedsiębiorstw*. PWE, Warszawa 2007, s. 37.
- Jeffries M.J. 2006: *Biodiversity and conservation*. Routledge, New York.
- Jensen H.G., Jacobsen L., Pedersen S. M., Tavella E. 2012: *Socioeconomic impact of widespread adoption of precision farming and controlled traffic systems in Denmark*. Precision Agriculture, 13, s. 661-667.
- Jędruszczak M., Antoszek R. 2004: *Sposoby uprawy roli a bioróżnorodność zbiorowisk chwastów w monokulturze pszenicy ozimej*. Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura, nr 3 (2), 47-59.
- Jurkiewicz A. 2012: *Genetyczne modyfikacje organizmów – biotechnologiczny eksperyment na organizmach żywych*, Medycyna Ogólna i Nauki o Zdrowiu, 18 (3), s. 236-242.
- Kachel-Jakubowska M., Szymanek M., Dziwulska-Hunek A. 2015: *Nanotechnologia – możliwości rozwoju i zastosowań*. Materiały Konferencyjne Konferencjapt „Innowacje w Zarządzaniu i Inżynierii Produkcji”, tom I, s. 1-12.
- Kaczmarska B., Bochnia J., Gerulski W. 2015: *Ocena gotowości technologii jako element procesu komercjalizacji*. Roczniki Polskiego Towarzystwa Zarządzania Produkcją, t. 1, s. 104-115.
- Kaługa I. 2009: *Korzyści dla rolnictwa wynikające z gospodarowania na obszarach natura 2000*. Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Kałuża H. 2009: *Świadomość ekologiczna rolników a zrównoważony rozwój rolnictwa*. Journal of Agribusiness and Rural Development, z. 3 (13), s. 63-71.
- Kałuża H., Ginter A. 2015: *Rola wiedzy i informacji w procesie dyfuzji eko-innowacji w gospodarstwach rolniczych powiatu siedleckiego*. Roczniki Naukowe SERIA, t. XVII, z. 3, s. 171-174.

- Kapeluszny J., Haliniarz M. 2000: *Zachwaszczenie zbóż uprawianych w gospodarstwach ekologicznych na Lubelszczyźnie*. Pamiętnik Puławski, nr 122, s. 39-49.
- Kapuściński R. 2010: Źródła informacji o różnorodności biologicznej w Polsce, *Przyroda Polska*, nr 6, s. 6-7.
- Karbowski A. 2015: *Innowacyjność przedsiębiorstw – miary oraz modele*. *Kwartalnik Nauk o Przedsiębiorstwie*, nr 3, s. 70-77.
- KE (Komisja Europejska), 2001: *Plan działań na rzecz różnorodności biologicznej*. COM(2001)162, Bruksela.
- KE (Komisja Europejska), 2006: *Opracowanie rolnośrodowiskowych wskaźników monitorowania włączenia problematyki ochrony środowiska do wspólnej polityki rolnej*. Komunikat Komisji dla Rady i Parlamentu Europejskiego. COM(2006) 508, Bruksela.
- KE (Komisja Europejska), 2011: *Nasze ubezpieczenie na życie i nasz kapitał naturalny – unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r.* Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. COM(2011) 244 końcowy z 3 maja 2011, Bruksela.
- Kędziora A., Karg J. 2010: *Zagrożenia i ochrona różnorodności biologicznej*, *Nauka*, nr 4, 107-114.
- Kłós L. 2014: *Ślad ekologiczny jako nieekonomiczny miernik jakości życia społeczeństwa*. *Studia Ekonomiczne Uniwersytetu Ekonomicznego w Katowicach*, nr 166, 67-77.
- Knight A.J. 2009: *Perceptions, knowledge and ethical concerns with GM foods and the GM process*. *Public Understanding of Science*, 18(2), s. 177-188.
- Konwencja o różnorodności biologicznej, sporządzona w Rio de Janeiro dnia 5 czerwca 1992 r.* Dz.U. z 2002 r. nr 184, poz. 1532.
- Kopeć B. 1969: *Ekonomika i organizacja gospodarstw rolniczych w zarysie*. PWRiL, Warszawa.
- Kopiński J., Matyka M. 2014: *Stan obecny i przewidywane zmiany produkcji rolniczej w Polsce w perspektywie roku 2030*. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, nr 40 (14), s. 45-58.
- Kostecka J., Mroczek J. 2007: Świadomość ekologiczna rolników a zrównoważony rozwój obszarów wiejskich *Podkarpacia*. *Ekonomia i Środowisko*, 2 (32), s. 164-177.
- Kowalski A. 2010: *Miejsce polskiego rolnictwa na globalnym rynku żywnościowym*. [W] *Ekonomiczne i społeczne uwarunkowania rozwoju polskiej gospodarki żywnościowej po wstąpieniu Polski do Unii Europejskiej*, red. A. Kowalski. IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Kowalski A. 2014: *Wyzwania dla sektora rolno-spożywczego we współczesnym świecie*. [W] *Analiza uwarunkowań i wyzwań rozwoju sektora rolno-żywnościowego w Polsce na tle tendencji światowych (Synteza)*, red. A. Kowalski, R. Grochowska, B. Nosecka. IERiGŻ-PIB, Warszawa.

- Kozłowski S. 2004: Ochrona różnorodności biologicznej i geobioróżnorodności jako element zrównoważonego rozwoju Europy. [W] *Problemy organizacji i funkcjonowania systemu ostoi siedliskowych Natura 2000 w Polsce*, red. T.J. Chmielewski, Zeszyty Naukowe PAN, nr 38, s. 13-34.
- Krasowicz S. 2009: *Możliwości rozwoju różnych systemów rolniczych w Polsce*, Roczniki Nauk Rolniczych, seria G, t. 96, z. 4, s. 110-121.
- Kruk H. 2014: *Przegląd wybranych metod oceny bioróżnorodności*. *Ekonomia i Środowisko*, nr 2 (49) s. 44-62.
- Krupiński J., Horbańczuk J., Kołacz R., Litwińczuk Z., Niemiec J., Ziętek A. 2011: *Strategiczne kierunki rozwoju produkcji zwierzęcej uwarunkowane oczekiwaniem społecznym, ochroną środowiska i dobrostanem zwierząt*. *Polish Journal of Agronomy*, nr 7, s. 59-67.
- Kuiken T., Quadros M.E., McGinnis S., Hull M. 2015: *Public's Understanding, Perceptions, and Acceptance of Nanotechnology through the Lens of Consumer Products*. *Nanoeengineering*, Springer Verlag, s. 150-171.
- Kundzewicz Z., Kozyra J. 2011: *Ograniczanie wpływu zagrożeń klimatycznych w odniesieniu do rolnictwa i obszarów wiejskich*. *Polish Journal of Agronomy*, 7, s. 68-81.
- Kuzma, J., VerHage P. 2006: *Nanotechnology in Agriculture and Food Production: Anticipated Applications. Project on Emerging Nanotechnologies*. Wilson International Center for Scholars, Washington, DC.
- Laible G. 2009: *Enhancing livestock through genetic engineering. Recent advances and future prospects*. *Comparative Immunology, Microbiology and Infectious Diseases*, 32, s. 123-137.
- Leydesdorff L. 2006: *The Knowledge-Based Economy: Modeled, Measured, Simulated*. Boca Raton, FL, Universal Publishers.
- Liang J., Crowther T.W., Picard N. i in. 2016: *Positive biodiversity-productivity relationship predominant in global forests*. *Science*, vol. 354 (6309), doi: 10.1126/science.aaf8957.
- Lisowicz F. 2003: *Narastająca szkodliwość omacnicy prosowianki (Ostrinia nubilalis Hbn.) dla kukurydzy w południowo-wschodniej Polsce*. *Progress in Plant Protection/ Postępy w Ochronie Roślin*, nr 43, s. 247-250.
- Liu M. 2016: *W sierpniu zużyliśmy wszystkie zasoby ludzkości na ten rok*. <http://www.paszportdowallstreet.pl> [dostęp 14.11.2016].
- Maciejczak M. 2012: *Innowacyjność sektora agrobiznesu. Uwarunkowania i perspektywy rozwoju*. [W] *Raport o innowacyjności gospodarki Polski w 2011 roku*, red. T. Baczek. INE PAN Warszawa.
- Maciejczak M. 2016a: *Real-Time Delphi Survey on Competition and Competitiveness of Geographical Indications as a Negotiations' Issue of the Transatlantic Trade and Investment Partnership*, *Acta Scientiarum Polonorum. Oeconomia*, 15 (1), s. 65-74.
- Maciejczak M. 2016b: *Bioeconomy as a complex adaptive system*. *Proceedings of the International Conference Economic Science For Rural Development*, Jelgava, LLU ESAF, 21-22 April 2016, s. 219-229.

- Maciejczak M. 2016c: *Open innovations as a key driver of bioeconomy development in Europe*. Proceedings of the 15th International Scientific Days Károly Róbert College, Gyöngyös, Hungary March 30-31.
- Maciejczak M., Hofreiter K. 2013: *How to Define Bioeconomy?* Annals of Polish Association of Agricultural and Agribusiness Economists, vol. 15 (4), s. 243-248.
- Majewski E. 2008: *Trwały rozwój i trwałe rolnictwo. Teoria a praktyka gospodarstw rolniczych*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Marciniak S. (red.), 2013: *Makro- i mikroekonomia. Podstawowe problemy współczesności*. PWN, Warszawa.
- Marsh G.P. 1864: *Man and Nature. Physical geography as modified by human action*. New York, <https://archive.org/details/manandnatureorp00marsgoog> [dostęp: 30.10.2016].
- Matyka M. 2014: Stan rolnictwa w Polsce na tle Unii Europejskiej. *Studia i Raporty IUNG-PIB*, z. 40 (14), 9-28.
- McNeely J.A, Scherr S.J. 2003: *Ecoagriculture*. Island Press, Washington.
- MEA (Millenium Ecosystem Assessment), 2005: *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC. World Resources Institute.
- Meadows D. 2012: Nic już nie poradzimy. Wywiad z D. Meadows`em. <https://damn-thematrix.wordpress.com/2013/03/31/there-is-nothing-we-can-do-meadows/> [dostęp: 2.11.2016].
- Mering L. 2010: Społeczna szkodliwość przestępstw przeciwko środowisku. [W] *Wybrane problemy prawa ochrony środowiska*, red. B. Rakoczy, M. Pchałek. Wolters Kluwer Business, Warszawa.
- Michalik P. 2009: *Niska emisja – świadomość zagrożeń z niej wynikających wśród różnych grup społecznych na przykładzie rolników z powiatu płockiego i sierpeckiego*. *Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych*, nr 40, s. 617-622.
- Mierzejewska B. 2008: *Open Innovation - nowe podejście w procesach innowacji*. E-mentor, nr 2 (24), Wyd. SGH, Warszawa, <http://www.e-mentor.edu.pl/arttykul/index/numer/24/id/539>.
- Misiołek A., Kowal E., Kucińska-Landwójtowicz A. 2014: *Ekologia*. PWE, Warszawa.
- Monguet J., Ferruzca M., Gutiérrez A., Alatryste Y., Martínez C., Cordoba C., Fernández J. 2010: *Vector Consensus: Decision Making for Collaborative Innovation Communities*. *Communications in Computer and Information Sciences*, vol. 110, s. 218-227.
- Montgomery D.R. 2010: *Soil. 2020 Visions*. *Nature*, vol. 463, s. 26-32, [https://www.researchgate.net/publication/42635384\\_2020\\_Visions](https://www.researchgate.net/publication/42635384_2020_Visions) [dostęp: 7.11.2016].
- MRiRW. 2006: *Prognoza oddziaływania na środowisko projektu PROW na lata 2007-2013*. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Warszawa.
- MRiRW. 2012: *Strategia zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012-2020*. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Warszawa.

- MRiRW, 2014: *Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020*. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Warszawa.
- MRiRW, MŚ, 2004: *Kodeks dobrej praktyki rolniczej. Ochrona gruntów rolnych*. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska, [http://iung.pl/dpr/publikacje/kodeks\\_dobrej\\_praktyki\\_rolniczej.pdf](http://iung.pl/dpr/publikacje/kodeks_dobrej_praktyki_rolniczej.pdf) [dostęp: 10.11.2016].
- Myczko A. 2006: *Zastosowanie nanotechnologii w praktyce rolniczej/ Inżynieria Rolnicza*, nr 2/2006, s. 45-50.
- NORDEN, 2015: *Nordic Bioeconomy*. Rada Premierów Krajów Nordyckich, <http://www.norden.org/en/theme/nordic-bioeconomy> [dostęp: 15.10.2015].
- Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 18 lipca 2013 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o ochronie gruntów rolnych i leśnych*. Dz.U. 2013, poz. 1205.
- OECD, 2000: *Towards Sustainable Development. Indicators to measure progress*, OECD Publishing, Paris.
- OECD, 2002: *Frascati Manual. Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, OECD Publishing, Paris.
- OECD, 2003: *Agriculture and Biodiversity. Developing indicators for policy analysis*. OECD Publishing, Paris.
- OECD, 2008: *OECD key environmental indicators*. OECD Publishing, Paris.
- Ojha T, Misra S., Raghuvanshi N.S. 2015: *Wireless sensor networks for agriculture: The state-of-the-art in practice and future challenges*. Computers and Electronics in Agriculture, 118 (2015), s. 66-84.
- Parisi C., Vigani M. and Rodríguez-Cerezo E. 2014: *Proceedings of a workshop on "Nanotechnology for the agricultural sector: from research to the field"*. The Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) of the European Commission's Joint Research Centre (JRC), Seville, Spain, s. 42-56.
- Pawlewicz A., Bórawski P. 2015: *Realizacja Programu Rolnośrodowiskowego w Polsce*. Roczniki Naukowe SERIA, t. XV, z. 2, s. 271-276.
- Pawlikowski J.G. 1913: *Kultura a natura*. Nowy Obywatel, Łódź.
- Pawłowski A., Pawłowski L. 2008: *Zrównoważony rozwój we współczesnej cywilizacji. Cz. 1. Środowisko a zrównoważony rozwój*. Problemy Ekorozwoju, vol. 3, no 1, s. 53-65.
- PE (Parlament Europejski), 2016: *Programmes implementing the 2015-2020 Rural Development Policy*. Parlament Europejski, Bruksela, [http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/573448/IPOL\\_STU\(2016\)573448\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2016/573448/IPOL_STU(2016)573448_EN.pdf).
- Petit S., Firbank L.G., Wyatt B., Howard D. 2001: *MIRABEL: models for integrated review and assessment of biodiversity in European landscapes*. Ambio, nr 30 (2), s. 81-88.
- Phillips T. 2008: *Genetically modified organisms (GMOs): Transgenic crops and recombinant DNA technology*. Nature Education, 1 (1), s. 213.

- Ponisio L.C., M'Gonigle L.K., Mace K.C., Palomino J., de Valpine P., Kremen C. 2015: *Diversification practices reduce organic to conventional yield gap*. Proceedings of the Royal Society B 282: 20141396. doi:10.1098/rspb.2014.1396.
- Popławski Ł. 2015: *Ekoinnowacje – wybrane aspekty*. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie. Problemy Rolnictwa Światowego, t. 15 (XXX), z. 1, s. 106-112.
- Poskrobko T. i in. 2007: *Ochrona biosfery*. PWN, Warszawa.
- Pretty J., Sutherland W.J., Ashby J., Auburn J. i in. 2010: *The top 100 questions of importance to the future of global agriculture*. International Journal Agricultural Sustainability, 8 (4), s. 219-236.
- Radziejowski J. 2011: *Obszary chronionej przyrody. Historia, stan obecny, wyzwania przyszłości*. Wsztechnica Polska. [http://www.wsztechnicapolska.edu.pl/dokumenty/biblioteka/publikacje-cyfrowe/J-Radziejowski\\_Obszary-chronionej-przy-rody.pdf](http://www.wsztechnicapolska.edu.pl/dokumenty/biblioteka/publikacje-cyfrowe/J-Radziejowski_Obszary-chronionej-przy-rody.pdf).
- Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 10 kwietnia 2008 r., 2007/2204 (INI)*. Dz.Urz. WE C 247 E z 15.10.2009, s. 18.
- Rockström J., Steffen W., Noone K. i in. 2009: *A safe operating space for humanity*. Nature, vol. 461, s. 472-475.
- Rogall H. 2010: *Ekonomia zrównoważonego rozwoju. Teoria i praktyka*. Wydawnictwo Zysk i S-ka.
- Rogers, E.M. 1983: *The Diffusion of Innovation*. 3d ed. New York, The Free Press.
- Rogoda B. 2005: *Przedsiębiorczość i innowacje*. Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, s. 28.
- Rongione N.A., Floerke S.A., Celik E. 2016: *Developments in Antibacterial Disinfection Techniques: Applications of Nanotechnology*. [W] *Applying Nanotechnology for Environmental Sustainability*, red. Sung Hee Joo. IGI Global, s. 85-203.
- Roser M. 2016: *Our World in Data. Land Use in Agriculture*, <https://ourworldindata.org> [dostęp: 19.11.2016].
- Rosin Z.M., Takacs V, Báldi A. i in. 2011: *Koncepcja świadczeń ekosystemowych i jej znaczenie w ochronie przyrody krajobrazu rolniczego*. Chrońmy Przyrodę Ojczyzną, nr 67 (1), s. 3-20.
- Rozporządzenie (UE) Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1305/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. w sprawie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich przez Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW) i uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 1698/2005*. Dz.U. L 347 z 20.12.2013.
- Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych*. Dz.Urz. UE L 189 z 20.07.2007, ze zm.
- Runowski H. 2009: *Ekonomiczne aspekty ekologicznej produkcji mleka*. Roczniki Nauk Rolniczych, seria G, t. 96, z. 1, s. 36-51.
- Rychlik T. 1983: *Ekonomika rolnictwa*. PWRiL, Warszawa.

- Sadowski A. 2012: *Zrównoważony rozwój gospodarstw rolnych z uwzględnieniem wpływu Wspólnej Polityki Rolnej Unii Europejskiej*. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu.
- Sanders K.T., Masri S.F. 2016: *The energy-water agriculture nexus: the past, present and future of holistic resource management via remote sensing technologies*. Journal of Cleaner Production 117, s. 73-88.
- Sanford J., El-Badawy A., Feldhake D., Venkatapathy R. 2013: *State of the science literature review: everything nanosilver and more*. Washington, DC: USEPA, s. 221-234.
- Schmookler J. 1962: *Economic Sources of Inventive Activity*. Journal of Economic History, 22 (1), s. 1-20.
- Schrijver R. (red.). 2016: *Precision Agriculture and the Future of Farming in Europe. Technical Horizon Scan*. European Parliamentary Research Service. Scientific Foresight Unit (STOA), PE 581.892.
- Schumpeter J. 1958: *Kapitalizm, socjalizm, demokracja*. PWN, Warszawa.
- Schumpeter J. 1960: *Teoria rozwoju gospodarczego*. PWN, Warszawa.
- Sheppard A., Begley C., Rughu S., Richardson D. 2011: *Biosecurity in the new bioeconomy. Editorial overview*. Current Opinion in Environmental Sustainability, nr 3, s. 1-3.
- Siedlecka A. 2015: *Środowiskowe aspekty funkcjonowania wiejskich gospodarstw domowych na obszarach przyrodniczo cennych województwa lubelskiego*. Monografie i Rozprawy, nr 5, 1-300.
- Sienkiewicz J. 2013: *Ochrona różnorodności biologicznej w krajach UE do 2020 r. – nowa strategia europejska*. Polish Journal of Agronomy, nr 14, s. 45-52.
- Simmons I.G. 1979: *Ekologia zasobów naturalnych*. PWN, Warszawa, s. 75.
- Skrzyczyńska J., Rzymowska Z. 2000: *Zachwaszczenie zbóż w gospodarstwach ekologicznych i tradycyjnych Podlasia Zachodniego*. Pamiętnik Puławski, nr 122, s. 51-58
- Skubała P. 2010: *Różnorodność biologiczna w zrównoważonym świecie*. [W] *Homo Naturalis. Człowiek, przyroda, przestrzeń w myśl rozwoju zrównoważonego*, red. R. Masztalski. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław.
- Sokół J.K. 2012: *Nanotechnologia w żywieniu człowieka*. Economy and Management, 1, s. 18-29.
- Soulé M., Orians G. 2001: *Conservation biology. Research priorities for the next decade, society for conservation biology*, Washington, DC, Island Press.
- Steffen G., Born D. 1987: *Prowadzenie gospodarstw i przedsiębiorstw w rolnictwie*. Książka i Wiedza, Warszawa.
- Steffen W., Richardson K., Rockstrom J., Cornell S.E., Fetzer I., Bennett E.M, Biggs R., Carpenter S.R. i in. 2015: *Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet*. Science, 347, s. 736-747.
- Stocker L. Burke G., Kennedy D., Wood D. 2012: *Sustainability and climate adaptation: Using Google Earth to engage stakeholders*. Ecological Economics, 80 (2012): 15-24.



- Strużek B. 1966: *Historia rolnictwa na ziemiach polskich na tle rozwoju rolnictwa w świecie. Część I. Okres do 1914 roku*. Dział Wydawnictw SGGW, Warszawa.
- Stupnicka-Rodzinkiewicz E., Stępnik K., Lepiarczyk A. 2004: Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów. *Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura*, nr 3 (2), s. 235-245.
- Suorsa K. 2007: *Regionality, Innovation Policy and Peripheral Regions in Finland, Sweden and Norway*. *Fennia*, 185 (1), s. 15-29.
- Święcicki K.W., Surma M., Koziara W., Skrzypczak G., Szukała J., Bartkowiak-Broda I., Zimny J., Banaszak Z., Marciniak K. 2011: *Nowoczesne technologie w produkcji roślinnej – przyjazne dla człowieka i środowiska*. *Polish Journal of Agronomy*, vol. 11 (7), s. 102-112.
- Szafer W. (red.), 1965: *Ochrona przyrody i jej zasobów*. Zakład Ochrony Przyrody PAN, Kraków.
- Szpak J. 2007: *Historia gospodarcza powszechna*. PWE, Warszawa.
- Szulc R.J., Malicka M., Piotrkowski M., Myczko A. 2006: *The effect of coating manure channels with nanoproductions on the reduction of odor emissions*. *Annual Review of Agricultural Engineering*, vol. 5 (1), s. 165-170.
- Szyja P. 2015: *Pojęcie, tworzenie i pomiar zielonej gospodarki*. *Gospodarka w Praktyce i Teorii*, nr 2 (39), 21-38.
- Takács-György K., Rahoveanu T., Magdalena M., Takács I. 2014: *Sustainable New Agricultural Technology – Economic Aspects of Precision Crop Protection*. *Procedia Economics and Finance*, vol. 8, s. 729-736.
- Tietenberg T., Lewis L. 2015: *Environmental & Natural Resource Economics*. Pearson Education, Boston.
- Tokarska-Guzik B., Z. Dajdok, M. Zając, i in. 2012: *Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych*. Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Toruński J., Wyrębek H. 2009: *Źródła finansowania inwestycji ekologicznych w Polsce. Source of finances of ecological investments in Poland*. *Zeszyty Naukowe Akademii Podlaskiej. Seria Administracja i Zarządzanie*, 9 (82), s. 43-63.
- Tryjanowski P., Dajdok Z., Kujawa K., Mrówczyński M. 2011: *Zagrożenia różnorodności biologicznej w krajobrazie rolniczym: czy badania wykonywane w Europie Zachodniej pozwalają na poprawną diagnozę w Polsce*. *Polish Journal of Agronomy*, nr 7, 113-119.
- Tscharntke T., Clough Y., Wanger T.C., Jackson L., i in. 2012: *Global food security, biodiversity conservation and the future of agricultural intensification*. *Biological Conservation*, 151 (2012), s. 53-59.
- Turkowski K., Lirski A. 2011: *Funkcje pozaprodukcyjne stawów rybnych i próba ich ekonomicznej wyceny*. *Komunikaty Rybackie*, nr 5 (124), s. 5-40.

- Tyler B.M., Griffin T. 2016: *Defining the Barriers to Telematics for Precision Agriculture: Connectivity Supply and Demand*. Paper prepared for presentation at the Southern Agricultural Economics Association's 2016 Annual Meeting, San Antonio, Texas, February, 6-9 2016.
- UE (European Commission), 1999: *Agenda 2000*. Rada Europejska, Berlin, COM(97)2000 z 15.07.1997.
- UN (United Nations), 2003: *United Nations Global Environment Outlook. Environment Programme*. United Nations, Genewa, Switzerland.
- UNCTD, 2013: *United Nations Conference on Trade and Development: Wake Up before It Is Too Late: Make Agriculture Truly Sustainable Now for Food Security and Changing Climate*. United Nations Conference on Trade and Development, Geneva, Switzerland, 341-365.
- UNEP (United Nations Environment Programme), 1972. *Program Środowiskowy Organizacji Narodów Zjednoczonych*, <http://www.unep.org>.
- UNEP (United Nations Environment Programme), 2011: *Towards a Green economy. Pathways to Sustainable Development and Poverty Eradication*. <http://www.unep.org>.
- Urban G.L., Hauser J.R. 1993: *Design and Marketing of New Products*. Prentice Hall, Englewood.
- Ustawa o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym z dnia 27 marca 2003 r. Dz.U. z 2015 r. poz. 199.*
- Ustawa o ochronie przyrody z dnia 16 kwietnia 2004 r. Dz.U. 2004, nr 92, poz. 880.*
- Van Huylenbroeck G., Vandermeulen V., Mettepenningen E., Verspecht A. 2007: *Multifunctionality of Agriculture: A Review of Definitions, Evidence and Instruments*. <http://lrlr.landscapeonline.de/Articles/lrlr-2007-3/download/lrlr-2007-3Color.pdf> [dostęp: 24.11.2016].
- Viaggi D. 2012: *From Agricultural to Bio-based Economics? Context, State of the Art and Challenges*. *Bio-based and Applied Economics*, 1, s. 3-11.
- Vickery J.A., Tallowin J.R., Feber R.E. i in. 2001: *The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources*. *Journal of Applied Ecology*, nr 38, s. 647-664.
- VINNOVA. 2014: *Innovations and new technology what is the role of research? Implications for public policy*. Lennart El – VINNOVA.
- Wall R.J., Laible G., Maga E.A., Seidel Jr. G., Whitelaw B. 2009: *Animal productivity and genetic diversity: Cloned and transgenic animals. Animal Agriculture's Future Through Biotechnology, Part 8*. CAST Issue Paper no. 43, Council for Agricultural Science and Technology, Ames, IA, s. 1-16.
- Wentholt M.T.A., Cardoeb S., Imberechts H., Van Huffelb X., Oomsd B.W., Frewera L.J. 2012: *Defining European preparedness and research needs regarding emerging infectious animal diseases: Results from a Delphi expert consultation*. *Preventive Veterinary Medicine*, 103, s. 81-92.

- Wheeler M.B. i in. 2010: *The role of existing and emerging biotechnologies for livestock production: Toward holism*. Acta Scientiae Veterinariae, 38 (2), s. 463-484.
- Wheeler M.B. 2013: *Transgenic Animals in Agriculture*. Nature Education Knowledge, 4 (11), s. 1-12.
- White House. 2012: *National bioeconomy*. Blueprint, Washington DC.
- Wicki L. 2010: *Efekty upowszechniania postępu biologicznego w produkcji roślinnej*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Wicki L., Grontkowska A. 2015: *Zmiany znaczenia agrobiznesu w gospodarce i w jego wewnętrznej strukturze*. Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich, 102 (3), s. 20-32.
- Wielogórska G., Turska A., Czarnocki S. 2011: *Wpływ rolnictwa na środowisko w opinii właścicieli wybranych gospodarstw środkowowschodniej Polski*. Fragmenta Agronomica, 28 (2), s. 119-127.
- Wiking. 2016: *Rolnictwo na świecie*. www.wiking.edu.pl [dostęp: 31.11.2016].
- Wilkin J. 2007: *Uwarunkowania rozwoju polskiego rolnictwa w kontekście europejskim i globalnym. Implikacje teoretyczne i praktyczne*. Referat przygotowany na VIII Kongres Ekonomistów Polskich pt. „Polska w gospodarce światowej – szanse i zagrożenia rozwoju”, 29-30 listopada 2007, s. 15-18.
- Wilkin J. (red.). 2010: *Wielofunkcyjność rolnictwa. Kierunki badań, podstawy metodologiczne i implikacje praktyczne*. IRWiR-PAN, Warszawa.
- Wojnarski D. 2004: *Powszechna historia gospodarcza*. Poltext, Warszawa.
- World Bank. 2016: <http://data.worldbank.org/indicator/AG.LND.AGRI.ZS?end=2013&start=1966> [dostęp: 19.11.2016].
- Worm B., Barbier E.B., Beaumont N., i in. 2006: *Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services*. Science, 314 (3), s. 787-791.
- Woś A., Zegar J.S. 2002: *Rolnictwo społecznie zrównoważone*. IERiGŻ, Warszawa.
- WRI (World Resources Institute), 2016: *Earth Trends*, <http://www.wri.org/our-work/project/earthtrends-environmental-information> [dostęp 10.10.2016].
- WWF (World Wildlife Foundation), 2010: *Living Planet Report. Global Footprint Network*, [www.footprintnetwork.org/press/LPR2010.pdf](http://www.footprintnetwork.org/press/LPR2010.pdf) [dostęp: 14.09.2016].
- WWF (World Wildlife Foundation), 2014: *Living Planet Report. Podsumowanie*. [ocplayer.pl/4069425-Raport-powstal-we-wspolpracy-z-raport-podsumowanie.html](http://ocplayer.pl/4069425-Raport-powstal-we-wspolpracy-z-raport-podsumowanie.html) [dostęp: 14.11.2016].
- WWF (World Wildlife Foundation), 2016: *Living Planet Report. Risk and Resilience in a new area*, [https://www.wnf.nl/custom/LPR\\_2016\\_fullreport](https://www.wnf.nl/custom/LPR_2016_fullreport) [dostęp: 14.11.2016] <https://www.islandconservation.org/living-planet-report>.
- Zajac M., Zajac A., Tokarska-Guzik B. 2009: *Extinct and endangered archaeophytes and the dynamics of their diversity in Poland*. Biodiversity Research Conservation, nr 13, s. 17-24.

- Zarco-Tejada P.J., Hubbard N., Loudjani P. 2014: *Precision agriculture an opportunity for EU farmers – potential support with the CAP 2014-2020*. Komisja Europejska, Bruksela, s. 18-21.
- Zegar J.S. 2005: *Koncepcja badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym*. IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Zegar J.S. 2012: *Współczesne wyzwania rolnictwa*. PWN, Warszawa.
- Zhang Y., Chen H., Reich P. 2012: *Forest productivity increases with evenness, species richness and trait variation: A global meta-analysis*. *Journal Ecological*, nr 100, s. 742-749.
- Ziętara W. 1998: *Ekonomika i organizacja przedsiębiorstwa rolniczego*. FAPA, Warszawa.
- Zipfinger S. 2007: *Computer-Aided Delphi: An Experimental Study of Comparing Round-Based with Real-Time Implementation of the Method*. Linz: Trauner Verlag.
- Żylicz T. 2004: *Ekonomia środowiska i zasobów naturalnych*. PWE, Warszawa.
- <http://www.unep.org>.
- <http://stats.oecd.org>.
- <http://www.fao.org/3/a-i4691e.pdf> [dostęp 1.11.2016].
- <http://www.geoengineeringwatch.org/the-end-of-the-human-race-will-be-that-it-will-eventually-die-of-civilization-ralph-waldo-emerson/> [dostęp: 29.11.2016].
- <http://footprintnetwork.org/glossary> [dostęp: 15.11.2016].
- <http://www.ipbes.net>.
- <http://www.teebweb.org>.
- <http://www.futureearth.org/projects>.
- <http://www.geoengineeringwatch.org/the-end-of-the-human-race-will-be-that-it-will-eventually-die-of-civilization-ralph-waldo-emerson/> [dostęp: 29.11.2016].
- <http://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2015>.

