



INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA
I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY



**Z badań
nad rolnictwem
społecznie
zrównoważonym
(41)**

**Bezpieczeństwo żywnościowe
i różnorodność biologiczna
w rolnictwie**

63 MONOGRAFIE
PROGRAMU
WIELOLETNIEGO

WARSZAWA 2017

**Z badań
nad rolnictwem
społecznie
zrównoważonym
(41)**

**Bezpieczeństwo żywnościowe
i różnorodność biologiczna
w rolnictwie**



INSTYTUT EKONOMIKI ROLNICTWA
I GOSPODARKI ŻYWNOŚCIOWEJ
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym (41)

**Bezpieczeństwo żywnościowe
i różnorodność biologiczna
w rolnictwie**

Redakcja naukowa

dr hab. Mariola Kwasek, prof. IERiGŻ-PIB

Autorzy:

dr Hanna Kruk

dr hab. Julian Tadeusz Krzyżanowski, prof. IERiGŻ-PIB

dr hab. Mariola Kwasek, prof. IERiGŻ-PIB

dr inż. Agnieszka Obiedzińska



**ROLNICTWO POLSKIE I UE 2020+
WYZWANIA, SZANSE, ZAGROŻENIA, PROPOZYCJE**

Warszawa 2017

Dr Hanna Kruk jest pracownikiem naukowym Akademii Morskiej w Gdyni.

Pozostali Autorzy publikacji są pracownikami naukowymi Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowego Instytutu Badawczego.

Publikację zrealizowano w ramach tematu **Dylematy zrównoważonego rozwoju rolnictwa w Polsce**, w zadaniu *Rolnictwo zrównoważone a bezpieczeństwo żywnościowe*.

Celem pracy jest określenie roli, jaką odgrywa różnorodność biologiczna w rolnictwie i rybołówstwie w zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego.

Recenzent

Dr hab. Krystyna Żelazna, prof. Szkoły Głównej Turystyki i Rekreacji, Grupa Uczelni Vistula w Warszawie

Opracowanie komputerowe

dr hab. Mariola Kwasek, prof. IERiGŻ-PIB

Korekta

Barbara Walkiewicz

Redakcja techniczna

Leszek Ślipki

Projekt okładki

Leszek Ślipki

ISBN 978-83-7658-705-9

*Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej
– Państwowy Instytut Badawczy
ul. Świętokrzyska 20, 00-002 Warszawa
tel.: (22) 50 54 444
faks: (22) 50 54 757
e-mail: dw@ierigz.waw.pl
<http://www.ierigz.waw.pl>*

Spis treści

Wprowadzenie.....	7
I. BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOŚCIOWE I OCHRONA RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ – KLUCZOWE WYZWANIA XXI WIEKU.....	9
1. Sytuacja demograficzna na świecie.....	10
2. Bezpieczeństwo żywnościowe.....	12
3. Różnorodność biologiczna.....	15
4. Różnorodność biologiczna w rolnictwie.....	20
5. Zanikanie różnorodności gatunków, odmian i ras w rolnictwie oraz rybołówstwie.....	22
6. Usługi ekosystemów.....	29
7. Bezpieczeństwo żywnościowe a różnorodność biologiczna.....	37
II. CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA UTRATĘ RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ.....	40
1. Zmiany siedlisk.....	41
2. Zmiany klimatu.....	46
3. Nadmierna eksploatacja ekosystemów.....	49
4. Zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego.....	52
5. Inwazyjne gatunki obce.....	53
6. Wzajemne oddziaływanie czynników bezpośrednich wpływających na różnorodność biologiczną.....	54
III. METODY OCENY RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ W ROLNICTWIE.....	57
1. Ocena różnorodności biologicznej – ogólne założenia.....	57
2. Ocena różnorodności biologicznej odmian uprawnych roślin i ras zwierząt hodowlanych.....	60
3. Ocena różnorodności biologicznej na terenach rolnych – monitoring występowania gatunków wskaźnikowych.....	62
4. Ocena różnorodności biologicznej na terenach rolnych – krajobraz rolniczy (ekosystemy).....	68
5. Kompleksowe metody oceny różnorodności biologicznej w rolnictwie.....	72
6. Ocena różnorodności biologicznej w rybołówstwie.....	74
IV. NARZĘDZIA WSPARCIA OCHRONY RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ W PRZESTRZENI ROLNICZEJ.....	78
1. Ochrona różnorodności biologicznej na najbliższe lata i rola WPR w tym względzie.....	79
2. Klasyfikacja narzędzi ochrony różnorodności biologicznej według instrumentów zrównoważonego rozwoju.....	80
2.1. Przepisy i normy.....	80
2.2. Narzędzia wsparcia.....	81
2.3. Instrumenty ekonomiczne.....	82
2.4. Badania i rozwój.....	83

3. Klasyfikacja narzędzi ochrony różnorodności biologicznej według instrumentów WPR.....	83
3.1. Jednolita płatność obszarowa i „zazielenienie”.....	84
3.2. Główne wymogi dotyczące „zazielenienia”.....	85
3.2.1. Dywersyfikacja upraw.....	85
3.2.2. Utrzymanie trwałych użytków zielonych.....	86
3.2.3. Utrzymanie obszarów proekologicznych.....	86
3.2.4. Możliwość wspólnej realizacji praktyki EFA.....	88
3.3. Pokrywa glebowa (zielona).....	89
3.4. Postęp w założeniach dotyczących ochrony różnorodności biologicznej w stosunku do poprzedniej perspektywy finansowej...	90
3.5. Zmiany w zasadach wzajemnej zgodności.....	93
3.6. Instrumenty zawarte w PROW na lata 2014-2020.....	94
3.7. Programy rolnośrodowiskowe na lata 2014-2020 w stosunku do okresu poprzedniego 2007-2013.....	95
3.8. Europejskie partnerstwo innowacyjne na rzecz produktywnego i zrównoważonego rolnictwa – nowy instrument KE.....	95
4. Ochrona różnorodności biologicznej w świetle dokumentów krajowych.....	96
Podsumowanie i wnioski.....	100
Bibliografia.....	107
Spis wykresów, tabel i rysunków.....	121

Wprowadzenie

Monografia *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym [41] Bezpieczeństwo żywnościowe i różnorodność biologiczna w rolnictwie* została zrealizowana w ramach zadania badawczego *Rolnictwo zrównoważone a bezpieczeństwo żywnościowe* w temacie *Dylematy zrównoważonego rozwoju rolnictwa w Polsce*, będącego częścią Programu Wieloletniego 2015-2019 „Rolnictwo Polskie i UE 2020+. Wyzwania, szanse, zagrożenia, propozycje”, ustanowionego Uchwałą Nr 21/2015 Rady Ministrów z 10 lutego 2015 roku.

Bezpieczeństwo żywnościowe i różnorodność biologiczna stanowią kluczowe wyzwania XXI wieku. Analiza zależności między tymi zagadnieniami i poszukiwanie synergii między nimi może przynieść wiele korzyści dla rozwoju gospodarczego, społecznego i ekologicznego.

Celem pracy jest określenie roli, jaką odgrywa różnorodność biologiczna w rolnictwie i rybołówstwie w zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego. Monografia składa się z wprowadzenia, czterech rozdziałów, podsumowania i wniosków, bibliografii oraz spisu wykresów, tabel i rysunków.

Współczesny świat stoi przed licznymi wyzwaniami. Jednym z najważniejszych z nich jest zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego dla szybko wzrastającej liczby ludności świata. Wśród licznych zagrożeń bezpieczeństwa żywnościowego wymienia się m.in. gwałtowne zanikanie różnorodności biologicznej odzwierciedlającej bogactwo naturalne Ziemi. W rozdziale I *Bezpieczeństwo żywnościowe i ochrona różnorodności biologicznej – kluczowe wyzwania XXI wieku* przedstawiono sytuację demograficzną i liczbę głodujących osób na świecie oraz zdefiniowano pojęcia: różnorodność biologiczna (bioróżnorodność) i różnorodność biologiczna w rolnictwie (agrobioróżnorodność). W rozdziale tym zwrócono uwagę na tempo, w jakim zanika różnorodność gatunków, odmian i ras w rolnictwie oraz rybołówstwie, ochronę bioróżnorodności w rolnictwie, jak również na korzyści, jakie czerpią mieszkańcy Ziemi ze środowiska przyrodniczego w postaci dóbr i usług określanymi mianem „ekosystemów”.

W rozdziale II *Czynniki wpływające na utratę różnorodności biologicznej* zaprezentowano główne czynniki bezpośrednie, które mają istotny wpływ na utratę różnorodności biologicznej, w tym zmiany siedlisk, zmiany klimatu, nadmierna eksploatacja ekosystemów, zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego oraz występowanie inwazyjnych gatunków obcych: zwierząt, roślin, grzybów i mikroorganizmów.

Utrzymanie różnorodności biologicznej jest szczególnie istotne w przypadku gatunków i obszarów istotnych z punktu widzenia zaspokajania potrzeb człowieka. Różnorodność biologiczna może być mierzona na poziomie genetycznym, gatunkowym, zbiorowisk lub ekosystemów i krajobrazu. Liczne metody stosowane do oceny różnorodności biologicznej w rolnictwie i rybołówstwie przedstawiono w rozdziale III *Metody oceny różnorodności biologicznej w rolnictwie i rybołówstwie*.

Ważnym narzędziem wspierającym różnorodność biologiczną, łagodzenie zmian klimatu, a także utrzymanie usług ekosystemowych jest wspólna polityka rolna, która dysponuje środkami mającymi na celu ochronę środowiska przyrodniczego, takie jak oddzielenie płatności od produkcji, zasadę wzajemnej zgodności i środki rolnośrodowiskowe. W rozdziale IV *Narzędzia wsparcia ochrony różnorodności biologicznej w przestrzeni rolniczej* zidentyfikowano narzędzia wspierania ochrony różnorodności biologicznej stosowanych w krajach należących do Unii Europejskiej obecnie i w perspektywie po roku 2020 oraz zaprezentowano zakres ich stosowania. Dociekania pozwolą na sformułowanie nowych zadań badawczych, które będą realizowane w następnych latach.

Monografia powstała przy współpracy pracowników Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowego Instytutu Badawczego oraz Hanną Kruk z Akademii Morskiej w Gdyni.

Autorzy publikacji mają nadzieję, że przyczyni się ona do pogłębienia wiedzy wszystkich uczestników łańcucha rolno-żywnościowego na temat roli różnorodności biologicznej w rolnictwie i rybołówstwie w zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego.

Rozdział I

BEZPIECZEŃSTWO ŻYWNOŚCIOWE I OCHRONA RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ – KLUCZOWE WYZWANIA XXI WIEKU

Współczesny świat stoi przed licznymi wyzwaniami. Jednym z najważniejszych z nich jest zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego dla szybko wzrastającej liczby ludności świata – według prognoz demograficznych Organizacji Narodów Zjednoczonych, ONZ (*United Nations*, UN) do roku 2050 na świecie będzie żyło około 9,8 mld ludzi, a do roku 2100 – 11,2 mld. Wśród licznych zagrożeń bezpieczeństwa żywnościowego wymienia się gwałtowne zanikanie różnorodności biologicznej odzwierciedlającej bogactwo naturalne Ziemi. Niekorzystny wpływ na globalne bezpieczeństwo żywnościowe będą miały również: zmiany klimatu, nowe choroby roślin i zwierząt, rosnące ceny energii i żywności, straty i marnotrawienie żywności, walka o ziemię uprawną z producentami biopaliw, przemysłem i urbanizacją, jak również spekulacje na rynku żywnościowym¹.

Różnorodność biologiczna i bezpieczeństwo żywnościowe są pod wieloma względami powiązane. Różnorodność biologiczna jest kluczem do szerokiego wachlarza usług świadczonych przez ekosystemy. Ponadto pomaga regulować obieg składników odżywczych i wody (np. powodzie) oraz łagodzi skutki zmian klimatu. Różnorodność biologiczna ma również bezpośrednie znaczenie dla dobrobytu człowieka i wartości kulturowych, w tym rekreacji. Dostarczanie czystej wody i różnorodne zaopatrzenie w żywność sprawia, że jest ona niezbędną dla wszystkich mieszkańców świata². Niestety, różnorodność biologiczna na wszystkich poziomach: genetycznym, gatunkowym i ekosystemów zanika w niepokojącym tempie, co wpływa negatywnie na bezpieczeństwo żywnościowe w skali świata.

Bezpieczeństwo żywnościowe i ochrona różnorodności biologicznej stanowią kluczowe wyzwania współczesnego świata. Analiza zależności między tymi zagadnieniami i poszukiwanie synergii między nimi może przynieść wiele korzyści dla rozwoju gospodarczego, społecznego i ekologicznego.

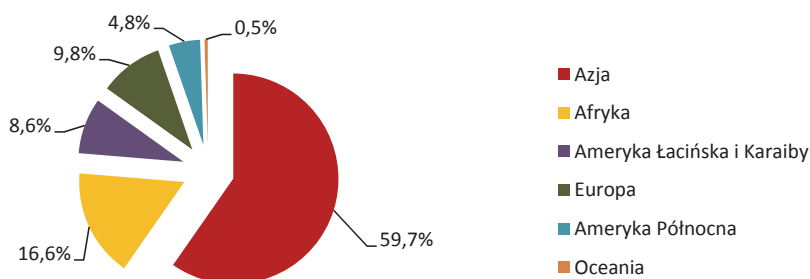
¹ M. Kwasek (2013), *Bezpieczeństwo żywnościowe na świecie – współczesne problemy*, „Przemysł Spożywczy”, nr 3.

² W. Cramer, E. Egea, J. Fischer, A. Lux, J.-M. Salles, J. Settele, M. Tichit (2017), *Biodiversity and food security: from trade-offs to synergies*, „Regional Environmental Change”, nr 17(5), s. 1257-1259.

1. Sytuacja demograficzna na świecie

W latach 1950-2017 liczba ludności na świecie wzrosła z 2,6 do 7,6 mld osób. Rozmieszczenie ludności na świecie jest nierównomierne. Najludniejszym kontynentem jest Azja. Mieszkańcy kontynentu azjatyckiego stanowią 59,7% ogółu ludności świata. Na drugim miejscu znajduje się Afryka, w której żyje 16,6% ludności świata, a na trzecim Europa – 9,8%. Zdecydowanie mniej ludności mieszka w Ameryce Łacińskiej i na Karaibach oraz w Ameryce Północnej. Najmniej zaludnionym kontynentem jest Oceania – 39 mln osób, co stanowi 0,5% ogółu ludności świata (wykres 1).

Wykres 1. Udział kontynentów w zaludnieniu świata w 2017 roku
(wariant umiarkowany prognozy)



Źródło: opracowano na podstawie [United Nations 2017].

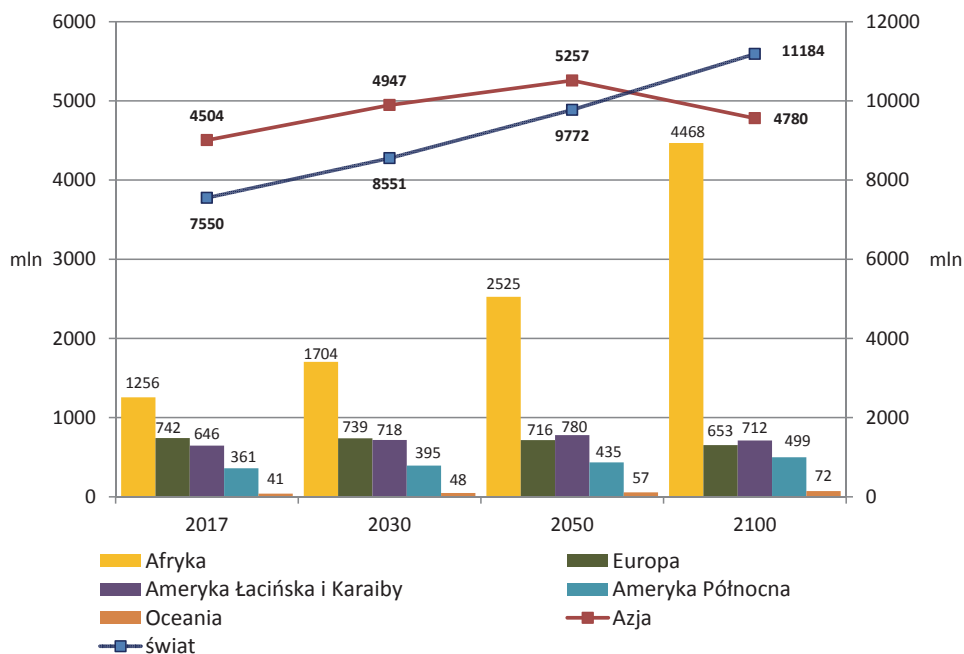
Najludniejszymi krajami świata są Chiny, które liczą ponad 1,4 mld osób, i Indie – ponad 1,3 mld, a w dalszej kolejności Stany Zjednoczone – 324,5 mln, Indonezja – 264,0 mln i Brazylia – 209,3 mln. Na świecie przybywa coraz więcej państw, w których liczba ludności wynosi ponad 100 milionów. Do nich należą: Pakistan (197,0 mln), Nigeria (190,9 mln), Bangladesz (164,7 mln), Rosja (144,0 mln), Meksyk (129,2 mln), Japonia (127,5 mln), Etiopia (105,0 mln) i Filipiny (104,9 mln).

Z prognoz demograficznych ONZ wynika, że liczba mieszkańców Azji wzrośnie z 4,5 mld w 2017 roku do 5,3 mld w 2050 rok (w Chinach będzie żyć 1,4 mld osób, a w Indiach – 1,7 mld), Afryki – z 1,3 do 2,5 mld, Ameryki Łacińskiej i Karaibów – z 646 do 780 mln, Ameryki Północnej – z 361 do 435 mln i Oceanii – z 41 do 57 mln. Jedynie liczba mieszkańców Europy zmniejszy się z 742 do 716 mln (wykres 2).

Szybki wzrost liczby ludności świata, spowodowany przede wszystkim wysokim przyrostem naturalnym w krajach rozwijających się, głównie afrykańskich, a także niektórych azjatyckich i południowoamerykańskich, sprawia, że

wyżywienie ludności jest i nadal będzie jednym z najważniejszych problemów społeczno-gospodarczych. Wyżywienie ludności wiąże się bowiem z: (1) degradacją środowiska przyrodniczego, (2) wyczerpywaniem zasobów naturalnych, (3) zarzewiem konfliktów gospodarczych, politycznych i społecznych oraz (4) katastrofami ekologicznymi (np. wylesianiem, pustynnieniem, zanieczyszczeniem mórz i oceanów, zanikaniem różnorodności biologicznej).

Wykres 2. Liczba ludności na świecie i według regionów w latach 2017, 2030, 2050 i 2100 – w milionach (wariant umiarkowany prognozy)



Źródło: opracowano na podstawie [United Nations 2017].

Wzrost gospodarczy i dynamika ludności są kluczowymi czynnikami mającymi wpływ na przekształcenia. Z prognoz demograficznych ONZ wynika, że w 2050 roku na świecie będzie żyło około 9,8 miliarda osób. Tak duży wzrost liczby ludności świata w połączeniu ze wzrostem dochodów i zmianą we wzorcach konsumpcji żywności, w których zaczynają dominować produkty żywnościowe pochodzenia zwierzęcego spowoduje, według prognoz ONZ ds. Wyżywienia i Rolnictwa (*Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO*), wzrost popytu na żywność o 70%.

Wyżywienie 9,8 miliarda osób będzie możliwe tylko przez 50% wzrost produkcji produktów rolnych i żywności w okresie od 2012 roku do połowy stu-

lecia. Jedną z możliwości zwiększenia produkcji żywności jest przejście na bardziej intensywne systemy produkcji rolniczej, co zwiększyłoby już i tak silną presję na naturalne ekosystemy. Uszczuplenie ziemi, zasobów wody oraz różnorodności biologicznej w połączeniu ze zmianami klimatu hamuje wzrost wydajności rolnictwa, który jest niezbędny do zaspokojenia rosnącego popytu na żywność³. Intensywne systemy produkcji rolniczej nie mogą zagwarantować bezpieczeństwa żywnościowego w dłuższej perspektywie, jeśli zagrażają zasobom naturalnym niezbędnym do zrównoważonej produkcji żywności.

2. Bezpieczeństwo żywnościowe

Przez bezpieczeństwo żywnościowe należy rozumieć taką *sytuację, w której wszyscy ludzie, przez cały czas, mają ciągły dostęp fizyczny, społeczny i ekonomiczny do wystarczającej, bezpiecznej i właściwej pod względem odżywczym żywności, zaspokajającej ich potrzeby żywieniowe i preferencje, zapewniającej prowadzenie aktywnego i zdrowego życia*⁴. Definicja ta zawiera cztery wymiary:

- Fizyczna dostępność żywności – to wystarczająca ilość żywności wyprodukowana w kraju, pochodząca z importu, oferowana w ramach pomocy żywnościowej (nie ma znaczenia skąd pochodzi żywność).
- Ekonomiczna dostępność żywności – to sposoby pozyskiwania żywności. Aby pozyskać właściwą pod względem odżywczym żywność, należy posiadać odpowiednie zasoby, zwłaszcza finansowe.
- Jakość zdrowotna żywności – zapewnienie bezpieczeństwa żywności. Zgodnie z definicją żywność ma zapewnić prowadzenie aktywnego i zdrowego życia, a zatem musi dostarczać odpowiednią ilość energii, zawierać niezbędne składniki odżywcze, takie jak białko, węglowodany i tłuszcze, a także mikro- i makroelementy. Żywność musi być również właściwie przechowywana i przygotowywana. A to oznacza, że nie ma bezpieczeństwa żywnościowego bez zapewnienia bezpieczeństwa żywności, tak aby spożywana żywność nie stanowiła zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka.
- Stabilność – populacja, gospodarstwo domowe lub jednostka muszą mieć zapewniony przez cały czas dostęp do żywności i nie powinni go utracić z powodu gwałtownych zdarzeń losowych⁵.

³ FAO (2017), *The State of Food and Agriculture. Leveraging food systems for inclusive rural transformation*, Rome, s. 2.

⁴ FAO (2009), *The State of Food Insecurity In the World 2009. Economic crises – impacts and lesson learned*, Rome, s. 8.

⁵ S. Bora, I. Ceccacci, C. Delgado, R. Townsend (2010), *Food Security and Conflict*, The World Bank, Washington, DC., s. 2; G.-A. Simon (2012), *Food Security: Definition, Four Dimension, History*, University of Roma Tre, Roma.

Niestety, nie wszyscy mieszkańcy świata mają ciągły fizyczny i ekonomiczny dostęp do żywności, mimo że obecna światowa produkcja żywności, według danych FAO, gwarantuje każdemu mieszkańcowi Ziemi spożycie w ciągu doby 2849 kcal. Jest to poziom o 35,2% wyższy od minimalnego zalecanego poziomu. Żywność jest fundamentalnym prawem człowieka, ale w wielu krajach świata nadal nie jest ono respektowane. W latach 2014-2016 aż 789,1 mln osób cierpiało z powodu chronicznego głodu. Największa liczba głodujących osób na świecie żyje na kontynencie azjatyckim (514,9 mln), w tym w Indiach i Chinach oraz w Afryce Subsaharyjskiej (tabela 1).

Tabela 1. Liczba głodujących osób na świecie w latach 1990-1992 i 2014-2016

Wyszczególnienie	Liczba osób (mln)		Udział osób (procent)	
	1990-1992	2014-2016	1990-1992	2014-2016
Świat	1010,6	789,1	18,6	10,7
Afryka	181,7	223,8	27,6	18,9
Północna	6,0	18,6	< 5,0	8,3
Subsaharyjska	175,7	205,2	33,2	21,3
Azja	741,9	514,9	23,6	11,7
Południowa	291,2	271,6	23,9	14,9
Indie	210,1	190,7	23,7	14,5
Wschodnia	265,4	148,3	23,2	9,2
Chiny	289,0	134,7	23,9	9,6
Ameryka Łacińska i Karaiby	66,1	40,7	14,7	6,4
Oceania	1,0	2,5	15,7	6,4

Źródło: opracowano na podstawie [FAO 2009; FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO 2017].

Rada Unii Europejskiej wyraziła zaniepokojenie faktem, że głód pozostaje jednym z najpilniejszych wyzwań rozwojowych, a jednocześnie na świecie produkuje się żywność w ilościach przekraczających wszelkie potrzeby. Gdyby udało się uratować choćby 1/4 żywności, która obecnie ulega stratom i/lub marnotrawieniu, wystarczyłoby to do wyżywienia głodujących osób na świecie⁶.

Dostęp fizyczny i ekonomiczny do wystarczającej, bezpiecznej oraz właściwej pod względem odżywczym żywności dla wszystkich ludzi jest jednym z najważniejszych globalnych wyzwań XXI wieku, przed jakim stoi świat. Zapewnienie odpowiedniej podaży żywności, przy jednoczesnym respektowaniu podstawowych zasad rolnictwa zrównoważonego ukierunkowanego na wyko-

⁶ Rada Unii Europejskiej (2016), *Marnotrawienie żywności i straty żywności – konkluzje Rady*, 10730/16, Bruksela.

rzystanie zasobów ziemi, które nie niszczy ich naturalnych źródeł, lecz pozwala na zaspokojenie podstawowych potrzeb kolejnych generacji producentów i konsumentów, jest tym warunkiem bezpieczeństwa żywnościowego, którego osiągnięcie oraz utrzymanie powinno być nadrzędnym celem polityki żywnościowej każdego państwa⁷.

Polityka żywnościowa jest coraz bardziej związana z polityką ekologiczną, której celem jest zapewnienie wysokiej jakości życia i zdrowia ludności przez ochronę środowiska przyrodniczego. Konieczność zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego zderza się zatem z koniecznością zapewnienia bezpieczeństwa ekologicznego. Rodzi to ogromne wyzwanie, aby wytwarzać żywność bez zwiększania presji na środowisko przyrodnicze. Temu wyzwaniu nie może samoistnie poddać rynek, który cechuje wytwarzanie ujemnych efektów zewnętrznych w nadmiarze, a dodatnich – w niedoborze. Potrzebna jest zatem interwencja polityczna. Skuteczność oraz efektywność ekonomiczna instrumentów politycznych wymaga oparcia ich na teorii ekonomicznej. Dominujący nurt teorii ekonomicznej, wynoszący na piedestał imperatyw wzrostu i konkurencji, dający prymat sferze finansowej nad sferą materialną, powinien być zmieniony, aby poddać temu wyzwaniu⁸.

W rezolucji *Przekształcamy nasz świat: Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030* określono 17 Celów Zrównoważonego Rozwoju (*Sustainable Development Goals*, SDGs) i 169 powiązanych z nimi zadań. Cele i zadania opierają się na ambitnej wizji świata ukierunkowanej na zmiany. Wizji świata wolnego od ubóstwa, głodu, chorób i niedostatku; świata, w którym obowiązują wzorce zrównoważonej konsumpcji i produkcji, a wykorzystanie wszystkich zasobów naturalnych – od powietrza po glebę, od rzek, jezior i formacji wodonośnych po morza i oceany – ma charakter zrównoważony⁹.

Rolnictwo zrównoważone i bezpieczeństwo żywnościowe mają zatem kluczowe znaczenie dla osiągnięcia Celów Zrównoważonego Rozwoju, w tym Celu 2: *Wylimitować głód, osiągnąć bezpieczeństwo żywnościowe i lepsze odżywianie oraz promować rolnictwo zrównoważone*, jak również Celu 15: *Chronić, przywrócić i promować zrównoważone użytkowanie ekosystemów lądowych, zrównoważone gospodarowanie lasami, zwalczanie pustynnienia, powstrzymywanie i odwracanie proces degradacji gleby oraz powstrzymać utratę różnorodności biologicznej*.

⁷ Por. J. Małyś (2009), *Ekonomiczna interpretacja bezpieczeństwa żywnościowego* [w:] *Bezpieczeństwo żywności w erze globalizacji*, red. naukowa S. Kowalczyk, SGH, Warszawa, s. 83.

⁸ J.St. Zegar (2013), *Kwestia bezpieczeństwa żywnościowego a ekonomia*, referat na IX Kongres Ekonomistów Polskich „Ekonomia dla przyszłości. Odkrywać naturę i przyczyny zjawisk gospodarczych”, Warszawa [<http://www.pte.pl/kongres/referaty>].

⁹ ONZ (2015), *Przekształcamy nasz świat: Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030*, Rezolucja przyjęta przez Zgromadzenie Ogólne ONZ 25 września 2015 roku, A/RES/70/1.

3. Różnorodność biologiczna

Różnorodność biologiczna – to pojęcie, które wprowadził do międzynarodowego obiegu pod koniec XX wieku amerykański naukowiec, profesor Edward Wilson¹⁰. Określenie to obejmuje całe bogactwo życia na Ziemi, od zróżnicowania genetycznego przez różnorodność gatunków po bogactwo ekosystemów oraz zachodzące w nich procesy. Choć z pozoru zagadnienie to zdaje się być domeną jedynie biologii, to w rzeczywistości ma bardzo szeroki zakres. Dotyczy bowiem pośrednio lub bezpośrednio wszystkich dziedzin ludzkiego życia, od zdrowia po kulturę¹¹.

Różnorodność biologiczna (określana mianem „bioróżnorodność”) jest różnie interpretowana. Termin ten zawiera i logicznie łączy powszechnie znane oraz stosowane określenia, takie jak ochrona przyrody, zrównoważone rolnictwo i leśnictwo, a szerzej – rozwój zrównoważony¹².

Zgodnie z *Konwencją o różnorodności biologicznej*, różnorodność biologiczna to *zróżnicowanie wszystkich żywych organizmów, inter alia, pochodzących z ekosystemów lądowych, morskich i innych wodnych ekosystemów oraz w zespołach ekologicznych, których są częścią; dotyczy to różnorodności w obrębie gatunku, między gatunkami oraz ekosystemami*¹³.

W ustawie o ochronie przyrody zapisano zaś, że różnorodność biologiczna to *zróżnicowanie żywych organizmów występujących w ekosystemach, w obrębie gatunku i między gatunkami oraz zróżnicowanie ekosystemów*¹⁴.

Koncepcja różnorodności biologicznej zakłada zatem, że cenne jest całe bogactwo życia, a to oznacza, że nie ma gatunków niepotrzebnych oraz że należy chronić nie tylko dziką przyrodę, ale także wyhodowane przez człowieka rasy i odmiany¹⁵.

¹⁰ E.O. Wilson (1992), *The diversity of Life*, W.W. Norton Company, New York.

¹¹ A. Kalinowska (2011), *Dla trwałości życia – różnorodność biologiczna a dobrostan ludzkości* [w:] *Wybrane zagadnienia z ekologii i ochrony środowiska. Różnorodność biologiczna w wielu odstonach*, red. naukowa A. Kalinowska, Uniwersyteckie Centrum Badań nad Środowiskiem Przyrodniczym, Uniwersytet Warszawski, Warszawa, s. 12.

¹² P. Marczak (2017), *Konwencja o różnorodności biologicznej i jej praktyczne znaczenie*, Opracowania Tematyczne OP – 652, Kancelaria Senatu, Warszawa.

¹³ Konwencja o różnorodności biologicznej (*Convention on Biological Diversity*, CBD) – to najważniejszy akt prawa międzynarodowego dotyczący różnorodności biologicznej, obejmujący ochroną wszystkie organizmy żywe (dzikie i hodowlane), przyjęty w Rio de Janeiro 5 czerwca 1992 roku. Konwencję podpisało 196 państw, w tym Polska. Polska ratyfikowała Konwencję o różnorodności biologicznej w 1996 roku i od tego czasu uczestniczy pełnoprawnie w jej pracach, choć formalnie zaczęła ona obowiązywać dopiero od 2002 roku, kiedy jej tekst ukazał się w Dzienniku Ustaw [Dz.U. 2002, nr 184, poz. 1532, s. 3].

¹⁴ Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody [Dz.U. 2004, nr 92, poz. 880, s. 7].

¹⁵ A. Kalinowska (2011), *Dla trwałości życia...*, jw., s. 13.

Różnorodność biologiczną można rozpatrywać na trzech poziomach:

- różnorodność genetyczna – różnorodność zasobów genowych różnych gatunków oraz zmienność genetyczna w obrębie gatunku;
- różnorodność gatunkowa – bogactwo gatunków występujących na Ziemi, ich liczba i częstość występowania poszczególnych gatunków;
- różnorodność ekosystemów – odnosi się do różnorodności typów ekosystemów, zróżnicowania siedlisk i procesów ekologicznych, do rozmieszczenia i zasięgu gatunków – aspektu biogeograficznego różnorodności – oraz funkcji i roli kluczowych gatunków w ekosystemach¹⁶.

Różnorodność biologiczna ma podstawowe znaczenie dla wielu dziedzin działalności człowieka. Odgrywa ona decydującą rolę w zrównoważonym rozwoju, likwidacji ubóstwa, jest ważna dla dobrobytu całej ludzkości oraz integralności kulturowej społeczeństw. Różnorodność biologiczna uważana jest za podstawę funkcjonowania ekosystemów, ponieważ zapewnia dostarczanie przez nie określonych usług i funkcji. Ponadto jest istotna dla stabilności ekosystemów i ich odporności na szoki zewnętrzne. Wreszcie, różnorodność biologiczna może mieć wartość samą w sobie, jako bezpośrednie źródło użyteczności konsumentów (np. przyjemność z kontemplowania przyrody) i twórczości o znaczeniu kulturowym oraz duchowym¹⁷. Utrzymanie walorów przyrodniczych jest kluczową kwestią zarówno ze względów ekologicznych, jak i ekonomicznych¹⁸.

Różnorodność biologiczna z punktu żywienia człowieka obejmuje różnorodność roślin, zwierząt i innych organizmów wykorzystywanych w systemach rolno-żywnościowych, obejmujących zasoby genetyczne wewnątrz i między gatunkami oraz dostarczanych przez ekosystemy. Jednakże w dziedzinie nauk żywieniowych różnorodność diety obejmuje głównie różnorodność biologiczną między gatunkami, a różnorodność biologiczna wewnątrz gatunku jest nierozpoznawalnym wymiarem z perspektywy żywieniowej. Różnorodność biologiczna jest kluczowym źródłem różnorodności żywności oraz zapewnia naturalne bogactwo składników odżywczych: węglowodanów, białek, tłuszczów, witamin, minerałów oraz bioaktywnych składników żywności, niebędących składnikami odżywczymi, dla zdrowej diety człowieka¹⁹.

¹⁶ J. Sienkiewicz (2010), *Koncepcje bioróżnorodności – ich wymiary i miary w świetle literatury*, „Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych”, nr 45, s. 9-10.

¹⁷ *Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce* (2010), red. naukowa J. Kronenberg i T. Berger, Fundacja Sendzimira, Kraków, s. 31.

¹⁸ Urząd Statystyczny (2016), *Wskaźniki zielonej gospodarki w Polsce*, Białystok, s. 23.

¹⁹ WHO (2015), *Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review*, Geneva, s. 97-98.

Działania w ramach *Konwencji o różnorodności biologicznej* podporządkowane są obecnie wdrażaniu *Planu strategicznego na lata 2011-2020 (Strategic Plan for Biodiversity 2011-2020 and the Aichi Targets)*, który przyjęto podczas 10. posiedzenia Konferencji Stron w Nagoi. W Planie tym przedstawiono dwa kluczowe elementy:

- dalekosiężną wizję osiągnięcia odpowiedniego stanu różnorodności biologicznej do 2050 roku;
- misję, podczas której należy podjąć skuteczne i pilne działania na rzecz zatrzymania utraty różnorodności biologicznej w celu zapewnienia, że w 2020 roku ekosystemy są trwale zachowane oraz nadal dostarczają podstawowe usługi, zapewniając różnorodność form życia na planecie i wnosząc wkład w podniesienie jakości życia oraz zwalczania ubóstwa.

Celem *Planu Strategicznego na lata 2011-2020* jest promowanie i wdrażanie strategicznego planu ochrony różnorodności biologicznej przez zachęcanie rządów państw i instytucji do rozwijania oraz upowszechniania krajowych i lokalnych programów ochrony różnorodności biologicznej, dzięki którym będzie możliwe włączenie odpowiednich zaleceń do innych sektorów. Ponadto określono w nim dwadzieścia celów, które mają zostać osiągnięte do 2020 roku:

Cel 1: Wzrost świadomości ekologicznej – najpóźniej do 2020 roku ludzie będą świadomi wartości różnorodności biologicznej oraz kroków, jakie mogą podjąć dla jej ochrony i użytkowania w sposób zrównoważony.

Cel 2: Uznanie wartości różnorodności biologicznej – najpóźniej do roku 2020 wartości różnorodności biologicznej będą włączone do krajowych i lokalnych strategii rozwoju i ograniczania ubóstwa oraz procesów planowania, jak również do krajowego systemu rachunkowego i systemu raportowania.

Cel 3: Eliminacja szkodliwych bodźców ekonomicznych – najpóźniej do roku 2020 szkodliwe dla różnorodności biologicznej bodźce ekonomiczne, w tym subsydia, zostaną wyeliminowane, stopniowo wycofane lub zreformowane w celu zminimalizowania lub uniknięcia negatywnego wpływu, a pozytywne bodźce dla ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej zostaną opracowane i zastosowane, zgodnie i w harmonii z *Konwencją* oraz innymi stosownymi zobowiązaniami międzynarodowymi.

Cel 4: Zrównoważona produkcja i konsumpcja – najpóźniej do 2020 roku rządy, przedsiębiorstwa i inne zainteresowane podmioty na wszystkich szczeblach podejmą kroki na rzecz opracowania lub wdrożenia planów zrównoważonej produkcji i konsumpcji, a także utrzymania wykorzystywania zasobów przyrodniczych w obrębie bezpiecznych limitów ekologicznych.

Cel 5: Zahamowanie utraty siedlisk naturalnych – do 2020 roku stopień utraty wszystkich siedlisk naturalnych wraz z lasami zostanie zmniejszony co

najmniej o połowę, a tam gdzie to możliwe ograniczony prawie do zera, a degradacja i fragmentacja siedlisk zostanie znacznie zredukowana.

Cel 6: Zrównoważone pozyskiwanie organizmów wodnych (morskich) – do 2020 roku wszystkie zasoby ryb i bezkręgowców oraz rośliny wodne będą zarządzane i pozyskiwane w sposób zrównoważony i legalny, z zastosowaniem podejścia ekosystemowego, tak aby uniknąć przełowienia oraz ustanowić plany i środki naprawcze dla wszystkich wyczerpanych zasobów. Rybołówstwo nie będzie miało znaczącego negatywnego wpływu na zagrożone gatunki i wrażliwe ekosystemy, a jego wpływ na zasoby, gatunki i ekosystemy pozostanie w obrębie bezpiecznych limitów ekologicznych.

Cel 7: Zrównoważone rolnictwo, akwakultura i leśnictwo – do 2020 roku obszary w użytkowaniu rolniczym, akwakulturowym i leśnym będą zarządzane w sposób zrównoważony, zapewniając ochronę różnorodności biologicznej.

Cel 8: Ograniczenie zanieczyszczeń – do 2020 roku zanieczyszczenia, łącznie z tymi z nadmiaru substancji odżywczych, zostaną sprowadzone do poziomu nieszkodliwego dla funkcji ekosystemów i różnorodności biologicznej.

Cel 9: Zapobieganie inwazyjnym gatunkom obcym – do 2020 roku inwazyjne gatunki obce i ich drogi przemieszczania się zostaną określone; najbardziej szkodliwe gatunki będą kontrolowane lub likwidowane, a środki radzenia sobie z ich drogami przemieszczania się, w celu zapobiegania ich wprowadzaniu i osiedlaniu się, zostaną wdrożone.

Cel 10: Minimalizacja antropogenicznych (powstałych na skutek działalności człowieka) oddziaływań na ekosystemy wrażliwe na zmiany klimatu lub zakwaszenie oceanów – do 2015 roku wielorakie antropogeniczne oddziaływania na rafy koralowe oraz inne ekosystemy narażone na oddziaływanie zmian klimatu lub zakwaszenie oceanów zostaną zminimalizowane, tak aby zachować ich integralność i funkcjonalność.

Cel 11: System obszarów chronionych na lądach, morzach i wodach śródlądowych – do 2020 roku co najmniej 17% obszarów lądowych, wód śródlądowych oraz 10% obszarów morskich i przybrzeżnych, zwłaszcza o szczególnym znaczeniu dla różnorodności biologicznej i usług ekosystemowych, będzie chronionych przez skuteczny i odpowiednio zarządzany, ekologicznie reprezentatywny i dobrze ze sobą połączony system obszarów chronionych lub inne skuteczne środki ochrony obszarowej, zintegrowany z otaczającymi je obszarami lądowymi i morskimi.

Cel 12: Zapobieżenie wyginięciu gatunków zagrożonych – do 2020 roku zapobiegnie się wyginięciu znanych gatunków zagrożonych, a ich status ochronny, zwłaszcza gatunków najbardziej zmniejszających swoją liczebność, zostanie polepszony i zrównoważony.

Cel 13: Utrzymanie różnorodności genetycznej roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych – do 2020 roku różnorodność genetyczna roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych oraz domowych, jak i ich dzikich krewniaków, łącznie z innymi gatunkami o znaczeniu społeczno-ekonomicznym i kulturowym, zostanie utrzymana oraz zostaną opracowane i wdrożone strategie zminimalizowania erozji genetycznej oraz zabezpieczenia ich różnorodności genetycznej.

Cel 14: Odtworzenie i zabezpieczenie ekosystemów dostarczających niezbędne usługi – do 2020 roku ekosystemy, które dostarczają niezbędne usługi, łącznie z usługami związanymi z wodą, oraz te, które wpływają na zdrowie, warunki życia i dobrobyt, będą odtworzone i zabezpieczone, biorąc pod uwagę potrzeby kobiet, społeczności rdzennych i lokalnych oraz biednych i bezbronnych.

Cel 15: Wzmocnienie odporności ekosystemów i wkładu w pochłanianie węgla – do 2020 roku odporność ekosystemów i wkład różnorodności biologicznej w pochłanianie węgla zostaną wzmocnione przez ochronę i odtwarzanie, łącznie z odtworzeniem co najmniej 15% ekosystemów zdegradowanych, przyczyniając się w ten sposób do łagodzenia i przystosowywania się do zmian klimatu oraz przeciwdziałania pustynnieniu.

Cel 16: Wdrożenie Protokołu z Nagoi – do 2015 roku Protokół z Nagoi dotyczący dostępu do zasobów genetycznych oraz uczciwego i sprawiedliwego podziału korzyści wynikających z ich wykorzystania wejdzie w życie i będzie funkcjonował zgodnie z krajowym prawodawstwem.

Cel 17: Opracowanie i przyjęcie znowelizowanej strategii różnorodności biologicznej – do 2015 roku każda Strona Konwencji opracuje i przyjmie jako dokument polityczny skuteczną, znowelizowaną krajową strategię różnorodności biologicznej wraz z planem działań oraz rozpocznie jej wdrażanie.

Cel 18: Poszanowanie tradycyjnej wiedzy, innowacji oraz praktyk społeczności rdzennych i lokalnych – do 2020 roku tradycyjna wiedza, innowacje oraz praktyki społeczności rdzennych i lokalnych, odpowiednie dla ochrony i tradycyjnego użytkowania różnorodności biologicznej oraz tradycyjnego użytkowania zasobów biologicznych, zostaną poszanowane, zgodnie z krajowym prawodawstwem i odpowiednimi zobowiązaniami międzynarodowymi, oraz zostaną w pełni włączone i odzwierciedlone we wdrażaniu *Konwencji*, z pełnym i skutecznym uczestnictwem społeczności rdzennych i lokalnych na wszystkich stosownych poziomach.

Cel 19: Wzmocnienie i rozpowszechnienie wiedzy naukowej oraz transferu technologii – do 2020 roku wiedza, podstawa naukowa i technologie stosowane dla różnorodności biologicznej, jej wartości, funkcje, stan i kierunki zmian, jak również konsekwencje jej utraty będą ulepszone, szeroko rozpowszechniane i przenoszone oraz stosowane.

Cel 20: Zwiększenie mobilizacji środków finansowych – najpóźniej do 2020 roku mobilizacja środków finansowych dla skutecznego wdrażania *Planu Strategicznego na lata 2011-2020*, ze wszystkich źródeł i zgodnie ze skonsolidowanym i uzgodnionym procesem w ramach Strategii Mobilizacji Środków, zostanie znacząco zwiększona w stosunku do poziomu obecnego. Cel ten będzie przedmiotem zmian uwarunkowanych ocenami potrzeb finansowych przeprowadzonych i przedstawionych w raportach przez Strony Konwencji.

Zgodnie z Kartą Narodów Zjednoczonych i zasadami prawa międzynarodowego państwa mają suwerenne prawo wykorzystywania swoich własnych zasobów zgodnie z własną polityką w zakresie środowiska oraz ponoszą odpowiedzialność za zapewnienie, że działalność w ramach ich jurysdykcji lub kontroli nie powoduje szkody w środowisku innych państw lub na obszarach znajdujących się poza jurysdykcją krajową²⁰.

Zachowanie różnorodności biologicznej stanowi ważną kwestię dla trzech sektorów: rolnictwa, rybołówstwa i leśnictwa. Sektory te wykorzystują różnorodność biologiczną do swojej produkcji, która zależy od stanu ekosystemów.

4. Różnorodność biologiczna w rolnictwie

Pojęcie różnorodność biologiczna w rolnictwie (określane mianem „agrobioróżnorodność”) oznacza dziko żyjące na terenach rolniczych gatunki roślin, grzybów i zwierząt oraz wszystkie żyjące organizmy powstałe w wyniku działalności człowieka w ciągu wielowiekowego procesu rozwoju rolnictwa, w tym: gatunki i odmiany roślin uprawnych, gatunki i rasy zwierząt hodowlanych oraz związane z nimi mikroorganizmy. Dzięki tej różnorodności człowiek miał zapewniony dostęp do pożywienia i możliwość zaspokajania potrzeb w zakresie odzieży, materiałów budowlanych, mebli, lekarstw, kosmetyków²¹.

Różnorodność biologiczna w rolnictwie jest największym dziedzictwem biologicznym i kulturowym świata. Gwarantuje ona zachowanie bogactwa genetycznego. Dawne gatunki uprawne lub ich dzicy przodkowie mają wiele cech korzystnych, takich jak: odporność na choroby, susze, zimno, mogą wcześniej wydawać owoce lub dobrze przechowywać się, podobnie jak i rodzime rasy zwierząt gospodarskich, które są przystosowane do lokalnych warunków klimatycznych i paszowych oraz odporne na choroby²².

²⁰ Konwencja o różnorodności..., jw., art. 3.

²¹ MŚ (2010), *Różnorodność biologiczna*, Warszawa, s. 12.

²² E. Priwiezienczew (2011), *Kurpiowski model rolniczej bioróżnorodności. Rolnicza różnorodność biologiczna atutem polskiego rolnictwa* [w:] *Wybrane zagadnienia z ekologii i ochrony środowiska. Różnorodność biologiczna w wielu odślonach*, red. naukowa A. Kalinowska, Uniwersyteckie Centrum Badań nad Środowiskiem Przyrodniczym, Uniwersytet Warszawski, Warszawa, s. 123.

Różnorodność biologiczna w rolnictwie obejmuje cztery komponenty:

1. Zasoby genetyczne dla wyżywienia i rolnictwa – stanowią one podstawę produkcji rolniczej, obejmując uprawiane gatunki roślin i udomowione gatunki zwierząt, dzikich krewnych tych gatunków oraz dzikie rośliny i zwierzęta użytkowane jako źródło pożywienia:

- zasoby genetyczne roślin uprawnych, w tym gatunki trwałych plantacji i pastwisk oraz drzewa będące integralną częścią systemu produkcji rolnej;
- zasoby genetyczne zwierząt gospodarskich, w tym ryby wykorzystywane w akwakulturach i owady użytkowe;
- zasoby genetyczne mikroorganizmów i grzybów.

2. Organizmy świadczące zróżnicowane usługi środowiskowe, m.in. biorąc udział w rozkładzie materii organicznej, przyczyniając się do utrzymania żyzności gleby, w regulacji szkodników i chorób, w zapylaniu, w utrzymaniu siedliska dla gatunków dziko żyjących w agroekosystemach, w kontroli erozji, w utrzymaniu cykli hydrologicznych, regulacji zmian klimatu i innych.

3. Czynniki abiotyczne determinujące funkcjonowanie agroekosystemów.

4. Czynniki społeczno-ekonomiczne i kulturowe, wynikające z działalności człowieka, w tym tradycyjna i lokalna wiedza, czynniki kulturowe, procesy uczestnictwa, agroturystyka²³.

Agrobioróżnorodność jest podstawową cechą systemów rolniczych na całym świecie. Obejmuje wiele rodzajów zasobów biologicznych związanych z rolnictwem, w tym:

- jadalne rośliny i uprawy, m.in. tradycyjne odmiany, kultywary (rośliny wyselekcjonowane przez człowieka do uprawy), mieszańce i inny materiał genetyczny opracowany przez hodowców;
- zwierzęta gospodarskie (małe i duże, rasy liniowe lub pełnej krwi) i ryby słodkowodne;
- organizmy glebowe niezbędne dla żyzności gleby, jej struktury i jakości;
- naturalnie występujące owady, bakterie i grzyby, które zwalczają szkodniki i choroby udomowionych roślin i zwierząt;
- elementy i typy agroekosystemów (polikultura/monokultura, małe/duże, zasilane deszczem/nawadniane itd.) niezbędne do obiegu składników odżywczych, stabilności i produktywności;
- „dzikie” zasoby (gatunki i inne elementy) siedlisk przyrodniczych i krajobrazów, które mogą zapewnić funkcje ekosystemowe oraz usługi w rolnictwie (np. zwalczanie szkodników)²⁴.

²³ P. Marczak (2017), *Konwencja o różnorodności...*, jw.

²⁴ L.A. Thrupp (2000), *Linking agricultural biodiversity and food security: the valuable role of agrobiodiversity for sustainable agriculture*, „International Affairs”, nr 76(2), s. 265-281.

Różnorodność biologiczna w rolnictwie odgrywa kluczową rolę w światowej produkcji żywności oraz dobrobycie wszystkich mieszkańców, niezależnie od zasobów i położenia geograficznego. Agroekosystemy, zarówno dzikie, jak i zarządzane, są źródłem żywności i warunkiem zdrowego życia, a różnorodność biologiczna w rolnictwie przyczynia się do osiągnięcia wszystkich czterech wymiarów bezpieczeństwa żywnościowego²⁵.

Rolnictwo i różnorodność biologiczna są często traktowane jako odrębne kwestie. Chociaż różnorodność biologiczna stanowi podstawę nowoczesnego rolnictwa, to rozwój współczesnych systemów produkcji rolniczej doprowadził do ekstensywnego przekształcania gruntów i jednoczesnej utraty różnorodności biologicznej. Aby wyżywić stale rosnącą liczbę ludności, należy zidentyfikować innowacyjne oraz możliwe do zaakceptowania sposoby łączenia bioróżnorodności z produkcją żywności. Utrzymanie różnorodności biologicznej w systemach produkcji rolniczej nie jest nowatorskim podejściem, ale praktykowane przez wielu drobnych rolników na całym świecie, na wiele różnych sposobów. Takie systemy są bardziej odporne na zdarzenia wywołane zmianami klimatu lub innymi wstrząsami²⁶.

5. Zanikanie różnorodności gatunków, odmian i ras w rolnictwie oraz rybołówstwie

W ciągu ostatnich 150 lat produkcja rolnicza zmieniła się zasadniczo. Początkowo ściśle związana z warunkami lokalnymi stała się zależna od przemysłu agrochemicznego. Naukowo udoskonalone odmiany roślin oraz rasy zwierząt wymagały odpowiednich nawozów, pestycydów, herbicydów, insektycydów, wysokobiałkowej paszy, hormonów i antybiotyków. Polityka rolna, której celem było wysokowydajne rolnictwo, bez względu na rzeczywiste koszty, doprowadziła zaś do nadprodukcji żywności, często niższej jakości. We współczesnym rolnictwie konwencjonalnym liczy się zysk ekonomiczny. Rolnictwo stało się agrobiznesem. To koncerny decydują o produktach rolnych i ich cenach. Rolnictwo konwencjonalne zaczęło kumulować efekty negatywne: erozję gleb, eutrofizację, emisję dwutlenku węgla (CO₂), co w efekcie doprowadziło do kurczenia się podstawy istnienia rolnictwa – rolniczej różnorodności biologicznej²⁷.

Ograniczenie różnorodności biologicznej w rolnictwie wiąże się z zastępowaniem lokalnych gatunków i odmian roślin przez gatunki i odmiany dosto-

²⁵ UNEP, WHO, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2015), *Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health. A State of Knowledge Review*, Geneva, s. 76.

²⁶ T.C.H. Sunderland (2011), *Food security: why is biodiversity important?* „International Forestry Review”, nr 13(3), s. 265-274.

²⁷ E. Priwiezienczew (2011), *Kurpiowski model rolniczej...*, jw., s. 124.

sowane do produkcji monokulturowej. Rośliny te wymagają stosowania większych ilości herbicydów oraz wody, co ma katastrofalny wpływ na stan środowiska przyrodniczego. Tylko erozja gleby, do której w dużym stopniu przyczyniło się rolnictwo plantacyjne, występuje obecnie na 1/3 światowych zasobów obszarów rolnych²⁸.

Tempo utraty różnorodności biologicznej jest bardzo niepokojące. W ciągu ostatniego wieku 75% światowej różnorodności w uprawach rolnych zostało utracone. Na przykład, w latach 1903-1983, w Stanach Zjednoczonych zostało zniszczonych 96% odmian kukurydzy, 95% odmian kapusty, 94% odmian buraków, groszku, ogórków i rzodkiewek, 93% odmian sałaty, 92% odmian melonów, 88% odmian dyni i 81% odmian pomidorów (rysunek 1). W Chinach, w 1949 roku istniało prawie 10 tys. odmian pszenicy zwyczajnej, a w latach 70. XX wieku – zaledwie około tysiąca²⁹. Z raportu FAO na temat stanu zasobów genetycznych roślin w rolnictwie w 113 krajach świata wynika, że erozja genetyczna³⁰ może być największa w przypadku zbóż, warzyw, owoców, orzechów i roślin strączkowych³¹.

Sektor zwierząt gospodarskich jest główną przyczyną ograniczania różnorodności biologicznej. Na świecie 30% utraty różnorodności biologicznej związane jest z produkcją zwierzęcą³², z powodu jej dużego udziału w wylesianiu i przekształcaniu gruntów, nadmiernym wypasie i degradacji użytków zielonych, a także pustynnieniu. Wiele z tych zakłóceń powstaje w wyniku niezrównoważonej uprawy pasz dla zwierząt opartej na uprawach monokulturowych. Około połowa ptaków na całym świecie zagrożona jest zniszczeniem spowodowanym przez te praktyki. Redukcja ras zwierząt gospodarskich na korzyść specjalnie hodowanych zwierząt przyczynia się do globalnych strat wielu gatun-

²⁸ E. Priwiezienczew (2011), *Kurpiowski model rolniczej...*, jw., s. 123.

²⁹ FAO (1997), *The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, Rome, s. 34.

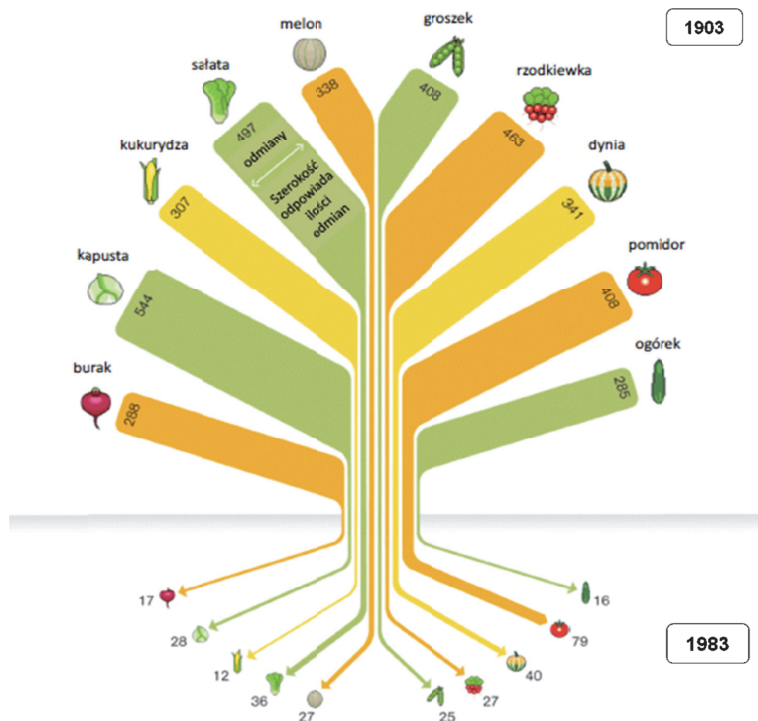
³⁰ Erozja genetyczna – to gwałtowne zmniejszanie się liczby gatunków i odmian roślin uprawnych na terenach ich dotychczasowego występowania. Zjawisko erozji genetycznej występuje w większości regionów świata. Stare tradycyjne odmiany są zastępowane przez niewielką liczbę nowych wysokowydajnych odmian. Główną przyczyną erozji genetycznej są zmiany w sposobach gospodarowania i wprowadzanie nowych odmian. Erozję genetyczną przyspieszają takie zjawiska, jak: (1) niezrównoważone eksploatowanie zasobów przyrodniczych przez człowieka, (2) pojawianie się nowych chorób i szkodników w rejonach wcześniej izolowanych, (3) przemiany ekonomiczne i społeczne, (4) polityka państw i przepisy w nich obowiązujące [G. Hodun, W. Podyma (2009), *Zachowanie zagrożonych zasobów genetycznych roślin w rolnictwie*, Biblioteczka Programu Rolnośrodowiskowego 2007-2013, MRiRW, Warszawa, s. 6].

³¹ FAO (2010), *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, Rome, s. 15.

³² H. Westhoek, T. Rood, M. van den Berg, J. Janse, D. Nijdam, M. Reudink, E. Stehfest (2011), *The Protein Puzzle*, The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

ków. Dziewięć procent oryginalnych ras zwierząt gospodarskich już zniknęło, a ponad 20% pozostałych ras zagrożonych jest wyginięciem, ponieważ są one zastępowane przez bardziej produktywne stada. Prawie 1/4 z 8000 unikalnych ras zwierząt gospodarskich jest zagrożona, głównie ze względu na przejście do sektora zaawansowanych hodowli przemysłowych o wysokiej technologii³³.

Rysunek 1. Zanikanie różnorodności odmian rolniczych



Źródło: opracowano na podstawie [Giovannucci i in. 2012].

W dramatycznym tempie rośnie liczba krytycznie zagrożonych wyginięciem gatunków na świecie. Jak wynika ze zaktualizowanej czerwonej księgi gatunków zagrożonych wyginięciem opracowywanej przez Międzynarodową Unię Ochrony Przyrody (*International Union for Conservation of Nature, IUCN*), liczba gatunków na świecie, które mogą zniknąć z krajobrazu wzrosła o 131,9%, w porównaniu z latami 1996-1998, tj. z 10 533 do 24 431, w tym kręgowców – o 146,5%, bezkręgowców – o 140,8%, roślin – o 119,1% oraz grzybów i prziotków – 17-krotnie (tabela 2).

³³ S. Stoll-Kleemann, T. O’Riordan (2015), *The Sustainability Challenges of Our Meat and Dairy Diets*, „Environment: Science and Policy for Sustainable Development”, nr 57(3), s. 34-38.

Tabela 2. Liczba zagrożonych gatunków na świecie w latach 1996-2017^a

Lata	Ogółem	Kręgowce	Bezkręgowce	Rośliny	Grzyby i protisty
1996-1998	10 533	3 314	1 891	5 328	-
2000	11 046	3 507	1 928	5 611	-
2002	11 167	3 521	1 932	5 714	-
2004	15 503	5 188	1 992	8 321	2
2006	16 117	5 622	2 102	8 390	3
2008	16 928	5 966	2 496	8 457	9
2010	18 351	6 714	2 904	8 724	9
2012	20 219	7 250	3 570	9 390	9
2014	22 413	7 678	4 140	10 584	11
2016	24 307	8 160	4 470	11 643	34
2017	24 431	8 170	4 553	11 674	34

^a do gatunków zagrożonych zalicza się: gatunki krytycznie zagrożone (Critically Endangered, CR), gatunki zagrożone (*Endangered*, EN) lub gatunki podatne na zagrożenia (*Vulnerable*, VU)

Źródło: opracowano na podstawie [IUCN Red List 2017].

W 2017 roku największa liczba zagrożonych wyginięciem gatunków, spośród kręgowców, dotyczyła ryb – 2359, podczas gdy w latach 1996-1998 liczba ta wynosiła 734 (wykres 3). Zasoby ryb są podstawowym, a niekiedy jedynym źródłem białka zwierzęcego, zwłaszcza dla mieszkańców krajów rozwijających się, w tym Bangladeszu, Kambodży, Ghany, Indonezji, Sierra Leone i Sri Lanki³⁴. Jednakże połowa łowisk morskich została już całkowicie wyeksploatowana, a kolejne ćwierć podlega obecnie nadmiernej eksploatacji. Doprowadzono do tzw. „wyłowienia morskiego łańcucha pokarmowego”. Jako że zasoby gatunków zajmujących wysokie miejsce w łańcuchu troficznym (często tych większych gatunków) zostały wyczerpane, celem połowów stały się gatunki o niskiej pozycji w łańcuchu troficznym (zazwyczaj mniejsze gatunki). Drobniejsze ryby coraz częściej wykorzystywane są do produkcji mączki rybnej oraz tranu na potrzeby akwakultury, a także pasz dla drobiu i trzody chlewnej³⁵.

Problem dotyczący tzw. „wyłowienia morskiego łańcucha pokarmowego” prowadzi do zróżnicowanych oddziaływań na różnorodność biologiczną oceanów (*marine biodiversity*). Zjawisko kwitnienia meduz, które w ciągu minionej dekady gwałtownie rozprzestrzeniło się na całym świecie, jest najprawdopodobniej częściowo wynikiem tej sytuacji. Meduzy na wielu obszarach zajęły miejsce ryb, stając się głównymi planktonożercami, przy czym istnieją niepokojące

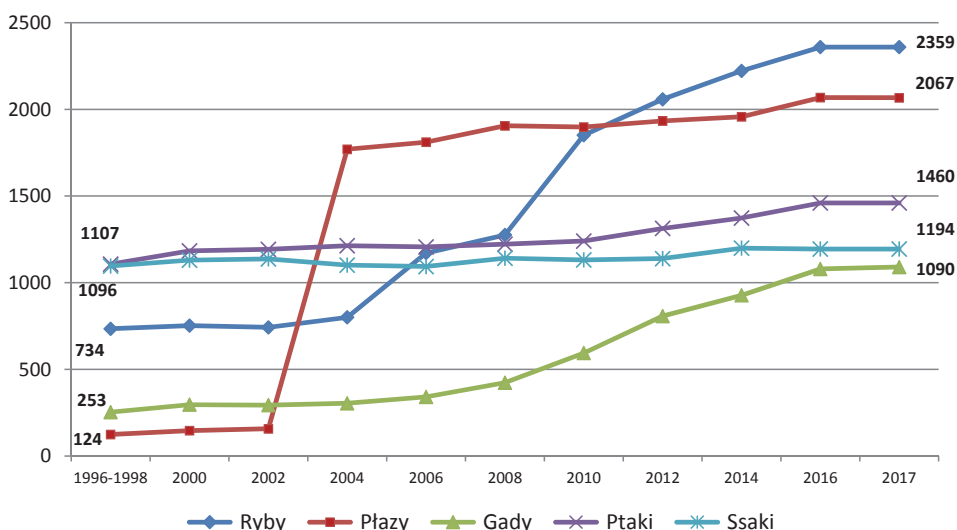
³⁴ FAO (2016), *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all*, Rome.

³⁵ Komisja Europejska (2008), *Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności*, Urząd Oficjalnych Publikacji i Wspólnot Europejskich, Luksemburg, s. 16.

doniesienia, że te zmiany mogą nie być tak łatwo odwracalne, ponieważ meduzy żywią się również jajami konkurujących z nimi gatunków ryb³⁶.

Straty różnorodności biologicznej mogą być tragiczne w skutkach dla zasobów morskich konsumowanych przez ludzi oraz dla gospodarki. Istnieje coraz więcej dowodów na to, że różnorodność gatunków jest istotna dla rybołówstwa morskiego, zarówno w sensie krótkofalowym – przez zwiększenie produktywności, ale także długofalowym – przez zwiększenie żywotności ekosystemów, przy czym różnorodność genetyczna jest szczególnie ważna ze względu na tę drugą kwestię³⁷. Z badań przeprowadzonych przez Borysa Worma i współautorów wynika, że komercyjne rybołówstwo całego świata całkowicie upadnie w ciągu niespełna 50 lat, o ile utrzymają się dzisiejsze tendencje. Stwierdzono również, że niska różnorodność biologiczna jest powiązana z niższą wydajnością zasobów ryb i mniejszą zdolnością do regeneracji po nadmiernej eksploatacji zasobów niż w przypadku naturalnie bogatych w gatunki systemów³⁸.

Wykres 3. Liczba zagrożonych gatunków kręgowców: ryb, płazów, gadów, ptaków i ssaków na świecie w latach 1996-1998 – 2017



Źródło: opracowano na podstawie [IUCN Red List 2017].

³⁶ J.E. Duffy (2015), *Marine biodiversity and food security* [w:] *The Encyclopedia of Earth* [http://editors.eol.org/eoearth/wiki/Marine_biodiversity_and_food_security].

³⁷ Komisja Europejska (2008), *Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności...*, jw., s. 17.

³⁸ B. Worm, E.B. Barbier, N. Beaumont, J.E. Duffy, C. Folke, B.S. Halpern, J.B.C. Jackson, H.K. Lotze, F. Micheli, S.R. Palumbi, E. Sala, K.A. Selkoe, J.J. Stachowicz, R. Watson (2006), *Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services*, „Science”, nr 314(5800), s. 787-790.

Utrata różnorodności biologicznej ekosystemów stanowi zagrożenie dla właściwego funkcjonowania planety, a w dalszej konsekwencji dla gospodarki i ludzkości³⁹, a ponadto zaburza sprawne funkcjonowanie ekosystemów, sprawiając, że są one bardziej podatne na zakłócenia oraz mniej odporne i zdolne do dostarczania ludziom potrzebnych im usług, w tym żywności⁴⁰.

Główne przyczyny utraty różnorodności biologicznej ekosystemów związane z rolnictwem i rybołówstwem to:

- intensyfikacja rolnictwa: powiększanie jednorodnych, monokulturowych upraw, upraszczanie płodozmianu, specjalizacja w chowie zwierząt, zwiększenie użycia środków ochrony roślin, nadmierne nawożenie;
- zanik lokalnych ras zwierząt i lokalnych odmian roślin uprawnych;
- intensywne koszenie i wypas na łąkach oraz pastwiskach lub zaniechanie tych praktyk;
- przeznaczanie użytków rolnych na cele nierolnicze, zmniejszanie powierzchni łąk i pastwisk, fragmentacja siedlisk;
- obniżanie poziomu wód gruntowych, eutrofizacja, zanieczyszczenie wód;
- intensywna gospodarka stawowa, nadmierny połów ryb;
- uproszczenia krajobrazów⁴¹.

W Polsce, w przeciwieństwie do innych krajów europejskich, obszary rolnicze charakteryzują się bogatą mozaiką siedlisk i stosunkowo wysoką różnorodnością biologiczną wynikającą ze stosowanych do tej pory tradycyjnych form gospodarowania. Krajobrazy naturalne lub do nich zbliżone, o wielkiej wartości przyrodniczej i niebagatelnych walorach estetycznych, przetrwały nie tylko w górach, ale spotykane są także na nizinach, zwłaszcza we wschodniej i północnej części Polski, i to w stosunkowo dobrym stanie⁴². Jednakże postępująca modernizacja polskiego rolnictwa stwarza zagrożenie dla miejscowych populacji zwierząt gospodarskich i starych odmian roślin użytkowych. W celu zachowania rolniczych zasobów genetycznych prowadzone są prace badawcze przez Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie i Instytut Zootechniki w Krakowie⁴³.

³⁹ Urząd Statystyczny (2016), *Wskaźniki zielonej gospodarki...*, jw., s. 23.

⁴⁰ Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014), *Global Biodiversity Outlook 4*, Montréal.

⁴¹ Por. B. Feledyn-Szewczyk (2016), *Bioróżnorodność jako wskaźnik monitorowania stanu środowiska* [w:] *Problemy produkcji rolniczej w Polsce w kontekście ich oddziaływania na środowisko*, red. naukowa A. Harasim, J. Kopiński i M. Matyka, Studia i Raporty IUNG-PIB, nr 47(1), IUNG-PIB, Puławy, s. 108-109.

⁴² E. Symonides (2010), *Znaczenie powiązań ekologicznych w krajobrazie rolniczym*, „Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie”, t. 10, z. 4(32), s. 249-263.

⁴³ MŚ (2010), *Różnorodność biologiczna...*, jw., s. 13.

Zróznicowanie rolnictwa to jedyna i najważniejsza metoda osiągnięcia bezpieczeństwa żywnościowego w warunkach zmieniającego się klimatu. Im większa liczba gatunków i odmian na jednym polu uprawnym lub w jednym ekosystemie, tym większe prawdopodobieństwo, że część z nich poradzi sobie ze zmianami w otoczeniu. Różnorodność gatunków obniża także prawdopodobieństwo występowania chorób i szkodników, ograniczając liczbę organizmów-żywcielei, na których mogłyby się one rozwijać⁴⁴.

Ochrona agrobioróżnorodności jest niezmiernie ważna, bowiem baza gatunkowa wykorzystywana w rolnictwie jest bardzo zawężona. Zmniejszenie różnorodności biologicznej w rolnictwie w światowych systemach żywnościowych budzi coraz większy niepokój. Z ogólnej liczby 250 000 znanych gatunków roślin, odkąd ludzie zaczęli uprawiać rośliny, tylko około 7000 gatunków zostało wykorzystanych do spożycia przez ludzi. Spośród nich tylko trzy: ryż, pszenica i kukurydza dostarczają ponad 50% kalorii na świecie. Jedynie 12 odmian roślin i 5 gatunków zwierząt zapewnia dzisiaj 75% światowej produkcji żywności⁴⁵.

Zgodnie z *Programem ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej wraz z Planem działań na lata 2015-2020*⁴⁶ ochrona różnorodności biologicznej w rolnictwie polega na utrzymaniu lub odtworzeniu ekstensywnego użytkowania łąk i pastwisk oraz wspieraniu praktyk utrzymujących siedliska przyrodnicze o szczególnych wartościach przyrodniczych. Istotne jest prowadzenie działań mających na celu zagospodarowanie biomasy powstałej w wyniku wykaszania łąk o niskich wartościach paszowych na cele energetyczne. Działania te obejmują również aktywną ochronę zasobów genetycznych będących podstawą produkcji roślinnej i zwierzęcej, zwłaszcza rodzimych ras zwierząt gospodarskich.

Podstawową metodą zachowania różnorodności biologicznej jest ochrona *in-situ*, czyli w miejscu naturalnego występowania danego elementu. W tym celu tworzy się obszary chronione, ustanawia odpowiednie sposoby zarządzania nimi, jak i obszarami istotnymi dla różnorodności biologicznej położonymi poza terenami chronionymi, odtwarza ekosystemy o zniszczonej różnorodności biologicznej, utrzymuje lub odtwarza populacje cennych i zagrożonych gatunków,

⁴⁴ J. Cotter, R. Tirado (2008), *Problem: Bezpieczeństwo żywnościowe a zmiany klimatu. Rozwiązanie: Różnorodność biologiczna*, Uniwersytet Exeter, Greenpeace, s. 3.

⁴⁵ Biodiversity International, CGIAR (2014), *Biodiversity International's 10-year strategy 2014-2024. Agricultural biodiversity nourishes people and sustains the planets*, s. 4 [http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/Bioversity_International_Strategy_2014-2024_1766.pdf].

⁴⁶ Uchwała nr 213 Rady Ministrów z dnia 6 listopada 2015 r. w sprawie zatwierdzenia „Programu ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej wraz z Planem działań na lata 2015-2020”, s. 38.

zapobiega wprowadzaniu gatunków obcych lub organizmów genetycznie zmodyfikowanych. Na równi z ekosystemami oraz gatunkami i odmianami roślin, grzybów i zwierząt chronić należy tradycyjną ludową wiedzę i praktyki sprzyjające ochronie oraz zrównoważonemu użytkowaniu różnorodności biologicznej. Uzupełnieniem ochrony *in-situ* jest ochrona *ex-situ*, która polega na zachowywaniu elementów różnorodności biologicznej poza miejscem ich naturalnego występowania, tj. w bankach genów, ogrodach zoologicznych i botanicznych⁴⁷.

Ważnym narzędziem wspierającym różnorodność biologiczną jest wspólna polityka rolna (WPR) Unii Europejskiej, która dysponuje środkami mającymi na celu ochronę środowiska przyrodniczego, takie jak np. oddzielenie płatności od produkcji, zasadę wzajemnej zgodności (patrz rozdział IV). Niestety środki te nie powstrzymały dotychczas ogólnej utraty różnorodności biologicznej w Unii Europejskiej i różnorodność gruntów rolnych cały czas się zmniejsza⁴⁸.

Mimo że działania w celu powstrzymania utraty różnorodności biologicznej pociągają za sobą koszty, utrata różnorodności biologicznej sama w sobie jest kosztowna dla całego społeczeństwa, a szczególnie dla podmiotów gospodarczych w sektorach, które są bezpośrednio zależne od funkcji ekosystemu. Przykładowo szacuje się, że wartość gospodarcza zapylania przez owady w Unii Europejskiej wynosi 15 mld euro rocznie. Postępujący spadek liczby pszczoł oraz innych owadów zapylających (populacja motyli łąkowych zmniejszyła się o 70% od 1990 roku) może mieć poważne konsekwencje dla europejskich rolników i sektora rolnego (szacuje się, że ponad 80% upraw w Unii Europejskiej zależy przynajmniej częściowo od owadów zapylających). Sektor prywatny jest coraz bardziej świadomy tych zagrożeń. Wiele przedsiębiorstw w Europie i poza nią ocenia swoją zależność od różnorodności biologicznej i włącza cele dotyczące zrównoważonego wykorzystania zasobów do swoich strategii zarządzania⁴⁹.

6. Usługi ekosystemów

Przyroda dostarcza społecznościom ludzkim wielu korzyści pod postacią pożywienia, włókien, czystej wody, niezanieczyszczonej gleby, możliwości pochłaniania dwutlenku węgla i wielu innych. Mimo że dobrobyt społeczeństwa jest całkowicie zależny od nieprzerwanego dostępu do usług ekosystemowych, stanowią

⁴⁷ <http://www.mos.gov.pl>.

⁴⁸ Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 20 kwietnia 2012 r. w sprawie różnorodności biologicznej będącej naszym ubezpieczeniem na życie i naszym naturalnym kapitałem: unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r. (2011/2307(INI)).

⁴⁹ Komisja Europejska (2011), Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Nasze ubezpieczenie na życie i nasz kapitał naturalny – unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r., KOM 244 wersja ostateczna, Bruksela, s. 3-4.

one głównie dobra publiczne niebędące produktem rynkowym i nieposiadające ceny. W związku z tym różnorodność biologiczna maleje, a ekosystemy podlegają ciągłej degradacji, przez co wszyscy ponoszą tego konsekwencje⁵⁰.

Z punktu widzenia ekonomii bezprecedensowa utrata różnorodności biologicznej na świecie wynika z faktu, że pełna jej wartość nie jest właściwie odzwierciedlana w cenach rynkowych. Prowadzi to do stroniczości na rzecz działań, które są niezgodne z utrzymaniem różnorodności biologicznej. Ludzie nie doceniają zasobów genetycznych, ponieważ wiele publicznych oraz prywatnych korzyści związanych z ochroną oraz wykorzystaniem różnorodności upraw nie ma wartości rynkowej⁵¹. Rozwiązaniem tego problemu zajmuje się największa międzynarodowa organizacja badawczo-rozwojowa *Program Bioversity International* zajmująca się ochroną różnorodności biologicznej w rolnictwie i leśnictwie. Celem badań organizacji jest identyfikacja i kwantyfikacja publicznych i prywatnych kosztów oraz korzyści generowanych przez utrzymywanie różnorodności upraw. Zrozumienie sił rynkowych, które zagrażają bądź wspierają ochronę różnorodności biologicznej w rolnictwie, ma zasadnicze znaczenie dla utrzymania tych zasobów w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego i zdrowych ekosystemów przyszłości⁵².

Do tej pory poczyniono ogromne postępy w opracowaniu metod wyceny dóbr nierynkowych, czyli takich, które nie mają ceny rynkowej. Powstała koncepcja usług ekosystemowych (*Ecosystem Services*), czyli korzyści, jakie czerpią mieszkańcy Ziemi z ekosystemów w szerokim znaczeniu (pojedyncze osoby, społeczności lokalne, całe społeczeństwa i gospodarka). W Milenijnej Ocenie Ekosystemów (*Millenium Ecosystem Assessment*) wyróżniono cztery podstawowe kategorie usług ekosystemowych niezbędnych dla zdrowia i dobrostanu człowieka: (1) usługi zaopatrujące – opisujące materiały i energię, których dostarczają ekosystemy); (2) usługi regulujące – regulujące jakość powietrza i gleby lub zapewniające kontrolę przeciwpożarową oraz przeciwchorobową; (3) usługi podstawowe lub siedliskowe – zapewniające przestrzeń życiową roślinom i zwierzętom i (4) usługi kulturowe – zaliczane są do nich niematerialne korzyści: estetyczne i duchowe, które ludzie czerpią z kontaktu z ekosystemami⁵³. W tabelach 3-6 przedstawiono usługi ekosystemów związane z miastami i ich przykłady.

⁵⁰ Komisja Europejska (2008), *Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności...*, jw., s. 9.

⁵¹ *Economics of agricultural biodiversity conservation & use*

[<http://www.bioversityinternational.org/research-portfolio/conservation-of-crop-diversity/economics-of-agricultural-biodiversity-conservation-use/>].

⁵² Tamże.

⁵³ MEA (2005a), *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*, World Resources Institute, Washington, DC.

Mieszkańcy Ziemi czerpią niezliczone korzyści ze środowiska przyrodniczego w postaci dóbr i usług określanych mianem „ekosystemów”. Dobrobyt każdej populacji ludzkiej na całym świecie jest całkowicie i bezpośrednio zależny od usług ekosystemowych⁵⁴.

Tabela 3. Usługi zaopatrujące wraz z przykładami

Usługa ekosystemu	Opis usługi	Przykład
Żywność	Ekosystemy zapewniają warunki do produkcji żywności. Pochodzi ona najczęściej z zarządzanych przez człowieka ekosystemów rolniczych, chociaż systemy morskie i słodkowodne, lasy i ogrodnictwo miejskie także dostarczają żywności.	W Hawanie na Kubie w 1996 roku duża część żywności dla mieszkańców była produkowana w miejskich ogródkach: 8500 ton produktów rolnych, 7,5 mln jaj, 3650 ton mięsa [Altieri 1999].
Surowce	Ekosystemy dostarczają różnorodnych materiałów budowlanych oraz paliw, w tym drewna, biopaliw i olejów roślinnych, które są pozyskiwane bezpośrednio z dzikich i uprawnych gatunków roślin.	W handlu i działalności prowadzonej na własne potrzeby bardzo ważną rolę odgrywają produkty leśne inne niż drewno, np. kauczuk, lateks, rattan i oleje roślinne. Ocena się, że światowy handel tymi produktami generuje rocznie 11 mld USD [Roe i in. 2002].
Świeża woda	Ekosystemy odgrywają kluczową rolę w dostarczaniu wody dla mieszkańców miast, zapewniając jej przepływ, magazynowanie i oczyszczanie. Roślinność i lasy wpływają na ilość dostępnych lokalnych zasobów wodnych.	Szacowana wartość usług świadczonych przez fynbos (południowo-afrykański ekosystem górski), zajmujący obszar zaledwie 4 km ² wykazała, że wartość tego systemu w największym stopniu zależy od dostarczania wody. Oszacowano, że wartość ta wahała się od około 4,2 do 66,6 mln USD, w zależności od poziomu jakości gospodarowania tym systemem [Higgins i in. 1997].
Zasoby lecznicze	Bioróżnorodne ekosystemy dostarczają wielu roślin, które wykorzystuje się jako tradycyjne leki lub surowce dla branży farmaceutycznej. Wszystkie ekosystemy stanowią potencjalne źródło zasobów leczniczych.	80% ludności na świecie nadal zależy na medycynie opartej na ziołolecznictwie [WHO 2002], a wartość sprzedaży leków produkowanych na bazie naturalnych składników wynosi 57 mld USD rocznie [Kaimowitz 2005].

Źródło: TEEB 2011, s. 3.

⁵⁴ Komisja Europejska (2008), *Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności...*, jw., s. 12.

Tabela 4. Usługi regulacyjne wraz z przykładami

Usługa ekosystemu	Opis usługi	Przykład
<p>Jakość powietrza i klimat</p>	<p>Drzewa i tereny zielone obniżają temperaturę w miastach. Lasy mają wpływ na opady i dostępność wody w skali lokalnej i regionalnej.</p> <p>Drzewa i inne rośliny pełnią również bardzo istotną rolę w regulowaniu jakości powietrza, usuwając zanieczyszczenia z atmosfery.</p>	<p>Udowodniono, że park Cascine we włoskim mieście Florencja utrzymał swoją zdolność usuwania zanieczyszczeń na poziomie około 72,4 kg/ha rocznie (obniżając po 19 latach swoją wydajność o zaledwie 3,4 kg/ha do 69 kg/ha), mimo pewnych strat w drzewostanie i ekstremalnych zdarzeń pogodowych [Paoletti i in. 2011].</p> <p>Szkodliwe zanieczyszczenia usuwane przez drzewa rosnące w parku to głównie: O₃, CO, SO₂, NO₂, CO₂ i zanieczyszczenia pyłowe.</p>
<p>Sekwestracja węgla</p>	<p>Ekosystemy regulują klimat w wymiarze globalnym, magazynując gazy cieplarniane. Rosnące drzewa i rośliny usuwają dwutlenek węgla z atmosfery, skutecznie zamykając go w swoich tkankach (sekwestracja, czyli wychwytywanie i magazynowanie węgla).</p>	<p>Miejskie drzewa pełnią też bardzo ważną rolę w procesie sekwestracji węgla: w Stanach Zjednoczonych zatrzymują one rocznie do 22,8 mln ton węgla (według szacunków wykonanych w 2002 roku).</p> <p>Wskaźnik ten można porównać do emisji tworzonych przez ludność zamieszkującą teren Stanów Zjednoczonych w ciągu pięciu dni.</p> <p>Usługę sekwestracji wycenia się na kwotę 460 mln USD rocznie i całkowitą kwotę wynoszącą 14 300 mln USD.</p>
<p>Zdarzenia ekstremalne</p>	<p>Ekosystemy i żywe organizmy tworzą strefy ochronne zabezpieczające przed klęskami żywiołowymi. Dzięki temu chronią lub obniżają skalę zniszczeń powodowanych przez ekstremalne zdarzenia pogodowe lub naturalne zagrożenia, np. powódzie, sztormy, tsunami, lawiny, osunięcia ziemi.</p> <p>Rośliny stabilizują zbocza gór, a rafy koralowe i lasy namorzynowe pomagają chronić wybrzeża przed zniszczeniami powodowanymi przez sztormy.</p>	<p>W kalifornijskim mieście Napa dorzecze rzeki Napa zostało zrewitalizowane przez utworzenie wokół miasta terenów zalewowych, bagien i mokradeł [Almack 2010].</p> <p>Działania te stworzyły skuteczną zapórę przeciwpowodziową, która spowodowała oszczędności finansowe, majątkowe oraz uratowała życie wielu ludziom.</p>

Usługa ekosystemu	Opis usługi	Przykład
Oczyszczanie ścieków	Ekosystemy w postaci mokradel oczyszczają ścieki. Biologiczna aktywność mikroorganizmów znajdujących się w glebie prowadzi do rozkładu większości odpadów, dzięki czemu dochodzi do eliminacji patogenów (bakterii powodujących choroby) oraz obniżenia ilości biogenów i zanieczyszczeń.	Gdyby w amerykańskim stanie Luizjana zastąpić konwencjonalne oczyszczalnie ścieków mokradłami, można byłoby zaoszczędzić od 785 do 34 700 USD na ha mokradel [Breux i in. 1995 r.].
Erozja i żyzność gleby	Erozja gleby jest kluczowym czynnikiem degradacji gruntów oraz pustynnienia. Tymczasem pokrywa roślinna zapobiega erozji gleby, a jej żyzność jest niezbędna do rozwoju roślin oraz rolnictwa. Dobrze funkcjonujące ekosystemy dostarczają glebie biogenów, które są niezbędne do rozwoju roślin.	W pewnym badaniu oszacowano, że całkowite nakłady niezbędne do zahamowania procesów erozji na terenie Stanów Zjednoczonych wyniosłyby 8,4 mld USD. Straty powodowane przez erozję kosztują budżet Stanów Zjednoczonych 44 mld USD rocznie. Dane te wskazują, że każdy zainwestowany dolar może przynieść 5,24 USD oszczędności [Pimentel i in. 1995].
Zapylenie	Owady, ptaki, nietoperze i wiatr zapylają rośliny, co umożliwia rozwój owoców, warzyw i nasion.	Ze 155 wiodących na świecie upraw roślin konsumpcyjnych około 87 zależy od zapylenia przez zwierzęta, także te uważane za najbardziej dochodowe, np. kakao i kawa [Klein i in. 2007].
Kontrola biologiczna	Ekosystemy pełnią ważną rolę w walce ze szkodnikami i chorobami przenoszonymi przez rośliny, zwierzęta i ludzi. Ekosystemy, poprzez działalność drapieżników i pasożytów, kontrolują szkodniki i choroby. Ptaki, nietoperze, muchy, osy, żaby i grzyby działają jako naturalne mechanizmy kontroli.	W południowym Beninie udało się opanować hiacynta wodnego przy zastosowaniu trzech naturalnych wrogów tej rośliny [De Groote i in. 2003]. Koszt projektu dotyczącego kontroli biologicznej wynosił 2,09 mln USD (wartość bieżąca), ale jego skumulowaną wartość oszacowano na kwotę 260 mln USD (wartość bieżąca), przy założeniu, że projekt będzie nieprzerwanie tworzyć korzyści przez okres 20 lat. Stosunek korzyści i kosztów wyniósł 124:1.

Źródło: TEEB 2011, s. 4.

Tabela 5. Usługi kulturowe wraz z przykładami

Usługa ekosystemu	Opis usługi	Przykład
Rekreacja	<p>Spacery i uprawianie sportu na terenach zielonych pomagają mieszkańcom zachować zdrowie i się zrelaksować. Rola, którą pełni zieleń miejska w utrzymaniu kondycji fizycznej i psychicznej jest coraz bardziej doceniana, chociaż wciąż trudno ją zmierzyć.</p>	<p>Na podstawie danych z 25 obszarów miejskich w USA, Kanadzie i Chinach oszacowano korzyści pieniężne z usług ekosystemów związanych z miejskimi terenami zieleni [Elmqvist i in. 2015]. Wyniki badań pokazują, że inwestowanie w ekologiczną infrastrukturę w miastach oraz ekologiczne przywracanie i odnawianie ekosystemów, takich jak rzeki, jeziora i lasy występujące na obszarach miejskich, może być nie tylko pożądane ekologicznie i społecznie, ale także korzystne gospodarczo (nawet oparte na najbardziej tradycyjnych podejściach ekonomicznych).</p>
Turystyka	<p>Ekosystemy i bioróżnorodność przyczyniają się często do rozwoju turystyki, która z kolei tworzy korzyści gospodarcze i jest ważnym źródłem dochodów wielu państw. W 2008 roku globalne zyski w branży turystycznej osiągnęły wysokość 944 mld USD. Turystyka kulturowa i ekoturystyka mogą edukować ludzi w zakresie znaczenia różnorodności biologicznej.</p>	<p>Na podstawie kwot, które ludzie wydali na podróże i lokalne wydatki związane z wycieczkami na rafy koralowe na Hawajach oszacowano, że lokalny dochód pośrednio związany z tymi rafami wynosi 97 mln USD rocznie [van Beukering i Cesar 2010]. Informacja ta pokazuje jak duże dochody może wygenerować ekosystem (dla osób indywidualnych, firm i państwa).</p>
Wartość estetyczna	<p>Język, wiedza i środowisko przyrodnicze były ze sobą mocno związane od zarania ludzkości. Bioróżnorodność, ekosystemy i naturalne krajobrazy zawsze stanowiły i stanowią źródło inspiracji dla sztuki kultury, i w coraz większym zakresie dla nauki.</p>	<p>Prehistoryczne dzieła sztuki naskalnej w Południowej Afryce, Australii i Europie oraz inne podobne przykłady znajdujące się na całym świecie są dowodem na to, jak mocno przyroda inspirowała sztukę i kulturę od początku historii ludzkości. Współczesna kultura, sztuka i wzornictwo nadal czerpie ze środowiska przyrodniczego.</p>
Doświadczenie duchowe	<p>W wielu częściach świata elementom przyrody, m.in. lasom, jaskiniom lub górom, przypisuje się szczególne znaczenie. Przyroda odgrywa ważną rolę w niektórych tradycjach religijnych i w wiedzy przekazywanej z pokolenia na pokolenie. Związane z nią zwyczaje mają duże znaczenie w tworzeniu poczucia przynależności.</p>	<p>W kościele maronickim w Libanie duchowni bronili posiadanego przez nich wzgórza porośniętego dziewiczym lasem śródziemnomorskim. Zaangażowali się w walkę nie ze względu na argumenty naukowe i prawne, ale dlatego, że obrona wzgórza wpisywała się w kulturę maronicką, teologię i religię [Palmer i Finlay 2003].</p>

Źródło: TEEB 2011, s. 4 oraz Elmqvist i in. 2015, s. 101-108.

Tabela 6. Usługi podstawowe lub siedliskowe wraz z przykładami

Usługa ekosystemu	Opis usługi	Przykład
Siedliska dla gatunków	Siedliska zapewniają wszystko, co jest potrzebne każdej roślinie i zwierzęciu, aby przetrwać: żywność, wodę i schronienie. Każdy ekosystem udostępnia różne siedliska, które mogą być niezbędne do cyklu życiowego danego gatunku. Wszystkie gatunki wędrowne, np. ptaki, ryby, ssaki i owady, zależą od różnych ekosystemów, z których korzystają podczas swoich wędrówek.	Utrata siedlisk jest największym zagrożeniem dla motyli europejskich i może doprowadzić do wyginięcia kilku gatunków. Utrata siedlisk następuje w wyniku zmian klimatycznych oraz przez niezrównoważoną działalność rolną. Winne są także pożary lasów i rozwój turystyki [IUCN 2010].
Różnorodność genetyczna	Różnorodność genetyczna (między populacjami gatunku oraz wewnątrz tych populacji) wyodrębnia wiele odmian lub ras. Jest ona podstawą dobrze dostosowanych do danego miejsca kultywarów (odrębnych, jednorodnych, trwałych odmian). Bioróżnorodność zapewnia także pulę genów potrzebnych do rozwoju upraw komercyjnych i zwierząt hodowlanych. W niektórych siedliskach występuje wiele gatunków. Powoduje to, że w stosunku do innych siedlisk są one bardziej różnorodne pod względem genetycznym. Ten rodzaj siedlisk nosi nazwę „zagrożone obszary bioróżnorodności” (<i>biodiversity hotspots</i>).	Na Filipinach podjęto inicjatywę dotyczącą ochrony lokalnych odmian ryżu. Starano się także wyhodować takie szczepy, które będą lepiej dostosowane do lokalnych warunków. Celem było zwiększenie zbiorów i podniesienie jakości nasion. Dałoby to mieszkańcom większą niezależność wobec hodowców roślin. Hodowla taka byłaby też znacznie tańsza [Southeast Asia Regional Initiatives for Community Empowerment 2007].

Źródło: TEEB 2011, s. 4.

Podejmowano wiele prób kwantyfikacji i ekonomicznej wyceny różnorodności biologicznej. Tym niemniej ekonomiści napotykają dwa podstawowe problemy przy próbach przypisania wartości do zmian różnorodności biologicznej. Po pierwsze, istnieje bardzo wiele jej kwantyfikowalnych wskaźników i nie jest oczywiste, który z nich jest najodpowiedniejszy. Na przykład, różnorodność biologiczna może być mierzona za pomocą liczby gatunków lub ekosystemów i ich rozkładów albo przy uwzględnieniu różnic w ich funkcjonalności. Po drugie, wiele wskaźników, które byłyby najlepsze z ekologicznego punktu widzenia, może nie być zrozumiałych dla przeciętnego respondenta. A to właśnie preferencje konsumentów mają znaczenie dla analizy kosztów i korzyści jakiegos

przedsięwzięcia. Mikołaj Czajkowski, Małgorzata Buszko-Briggs i Nick Hanley połączyli wiele aspektów różnorodności biologicznej, które ekolodzy uważają za istotne, w jednym badaniu wyceny ekonomicznej, stosując metodę wyboru warunkowego⁵⁵.

Pełna wycena potencjału przyrody przyczyni się do realizacji wielu celów strategicznych Unii Europejskiej:

- *Gospodarka efektywniej korzystająca z zasobów*: Ślad ekologiczny Unii Europejskiej obecnie przekracza 2-krotnie jej biologiczny potencjał. Przez ochronę i poprawę swojej bazy zasobów naturalnych i wykorzystanie ich w zrównoważony sposób Unia Europejska może poprawić efektywność wykorzystania zasobów przez gospodarkę oraz ograniczyć uzależnienia od zasobów naturalnych spoza Europy.
- *Gospodarka niskoemisyjna i bardziej odporna na zmianę klimatu*: Oparte na ekosystemie podejścia do łagodzenia zmian klimatu i przystosowywania się do niej mogą przynieść opłacalne rozwiązania stanowiące alternatywę w stosunku do rozwiązań technologicznych, dostarczając jednocześnie wiele korzyści wykraczających poza ochronę różnorodności biologicznej.
- *Pozycja lidera w dziedzinie badań i innowacji*: Postęp w wielu dziedzinach nauk stosowanych zależy od długoterminowej dostępności i różnorodności zasobów naturalnych. Przykładowo, różnorodność genetyczna jest głównym źródłem innowacji dla przemysłu medycznego i kosmetycznego, potencjał innowacyjny odbudowy ekosystemu i zielonej infrastruktury pozostaje zaś w dużej mierze niewykorzystany.
- *Nowe umiejętności, miejsca pracy i możliwości biznesowe*: Innowacje oparte na przyrodzie, a także działania na rzecz odbudowy ekosystemów i zachowania różnorodności biologicznej mogą prowadzić do wykształcania nowych umiejętności oraz powstawania miejsc pracy i możliwości biznesowych. W projekcie *Ekonomia Ekosystemów i Bioróżnorodności (The Economics of Ecosystems and Biodiversity, TEEB)* oszacowano, że możliwości biznesowe na świecie wynikające z inwestowania w różnorodność biologiczną mogą być warte 2-6 bln dolarów do 2050 roku⁵⁶.

⁵⁵ M. Czajkowski, M. Buszko-Briggs, N. Hanley (2009), *Valuing changes in forest biodiversity*, „Ecological Economics”, nr 68(12), s. 2910-2917.

⁵⁶ Komisja Europejska (2011), Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, *Nasze ubezpieczenie na życie...*, jw., s. 3-4.

7. Bezpieczeństwo żywnościowe a różnorodność biologiczna

W świecie o ograniczonych zasobach dwa problemy mające zasięg globalny, pierwszy dotyczący braku bezpieczeństwa żywnościowego, a drugi – utraty różnorodności biologicznej, nie mogą być rozpatrywane niezależnie. Ziemia jest zasobem ograniczonym. Z powodu erozji gleb, wyczerpywania składników pokarmowych, rozwoju infrastruktury i urbanizacji powierzchnia ziemi uprawnej się zmniejsza. Prognozowany poziom użytków rolnych w 2030 roku wyniesie poniżej 0,22 ha/osobę (obecnie – 0,27 ha/osobę). Przy tak dużym przewidywanym wzroście liczby ludności świata do 2050 roku trzeba będzie ją wyżywić przy coraz mniejszym areale ziem uprawnych.

Na szczególną uwagę zasługuje problem wody, a w zasadzie pogłębiający się jej niedobór i to zarówno w zaspokajaniu potrzeb człowieka, jak i produkcji rolniczej. Szacuje się, że około 140 milionów ludności żyje w strefie głębokiego deficytu wody. Stan ten prowadzi do wzrostu napięć w stosunkach międzynarodowych. Świadczą o tym spory między Egiptem, Sudanem i Etiopią o pozyskiwanie wody z Nilu oraz między Turcją, Syrią i Irakiem – z rzek Eufrat i Tygrys. Zasoby wodne na świecie ocenia się na 1387 mln km³, z czego 97% to wody słone. Zasoby wody na Ziemi się kurczą. Ilość wody przypadająca na jednego mieszkańca wynosi 0,23 km³. Według Światowego Raportu o Gospodarce Wodnej w ciągu najbliższych 20 lat przeciętna ilość wody przypadająca na jednego mieszkańca Ziemi zmniejszy się o 1/3. Rolnictwo zużywa 70% globalnych zasobów wody słodkiej. Takie wykorzystanie zasobów światowych musi mieć poważne konsekwencje dla ekosystemów i ich zdolności do wspierania różnorodności biologicznej⁵⁷.

Różnorodność biologiczna w rolnictwie stanowi bogate źródło naturalnie dostępnych składników odżywczych, które mogą poprawić różnorodność dietetyczną. Aby uzyskać tak zróżnicowane, bogate w składniki odżywcze diety, gospodarstwa domowe i społeczności wiejskie muszą zarządzać krajobrazami, biorąc pod uwagę perspektywy żywieniowe, sektory rolno-żywnościowe – wprowadzać do obrotu różnorodne produkty odżywcze, a gospodarstwa domowe – poprawić jakość żywienia dzięki tzw. podejściu „całkowicie dietetycznemu” (*whole-of-diet*)⁵⁸.

Zaspokojenie podstawowych potrzeb człowieka, jakimi są żywność, energia, woda, ratujące życie leki i surowce naturalne, przy jednoczesnym zminimalizowaniu niekorzystnych wpływów na różnorodność biologiczną i usługi ekosystemowe, stanowi dzisiaj największe wyzwanie dla ludzkości. Zachowanie

⁵⁷ J. Chappell, L.A. LaValle (2011), *Food security and biodiversity: can we have both? An agroecological analysis*, „Agriculture and Human Values”, nr 28(1), s. 3-26.

⁵⁸ Biodiversity International, CGIAR (2014), *Biodiversity International's 10-year...*, jw., s. 7.

właściwej równowagi między konkurującymi ze sobą potrzebami oznacza zrozumienie ekonomicznego przepływu zasobów i monitorowanie potencjału biologicznego, niezbędnego do podtrzymania tego przepływu i wchłonięcia odpadów będących wynikiem tego procesu. Z wielowymiarowości problemów, jakie dotyczą bezpieczeństwa żywnościowego, różnorodności biologicznej oraz usług ekosystemowych, wyłania się pięć wspólnych wątków:

- problem utraty różnorodności biologicznej staje się coraz bardziej palący ze względu na szybkość następowania strat i kosztów ponoszonych w ich wyniku, a także ryzyka przekroczenia „punktów krytycznych”;
- coraz lepsze, choć nadal fragmentaryczne, zrozumienie problemu stanowi wystarczające ostrzeżenie, aby podjąć działania naprawcze;
- nie jest jeszcze za późno, jednak z każdą chwilą czasu jest coraz mniej;
- pozornie drobne zmiany wprowadzone w jednym obszarze, mogą mieć potężne – choć zarazem w znacznym stopniu nieprzewidywalne – skutki gdzie indziej;
- we wszystkich przypadkach ciężar konsekwencji spada na ubogich⁵⁹.

Konflikty między rolnictwem a różnorodnością biologiczną są nieuniknione. Dzięki zrównoważonym praktykom rolniczym i zmianom w politykach i instytucjach rolniczych można je przewyciężyć. Dowody historyczne i aktualne obserwacje pokazują, że utrzymanie różnorodności biologicznej musi być zintegrowane z praktykami rolniczymi – strategią, która może przynieść wiele korzyści zarówno ekologicznych, jak i społeczno-ekonomicznych, w szczególności w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego. Praktyki, które chronią, wykorzystują w sposób zrównoważony i zwiększają różnorodność biologiczną, są niezbędne na wszystkich poziomach systemów produkcji rolniczej i mają kluczowe znaczenie dla produkcji żywności, zdrowia i życia człowieka oraz utrzymania ekosystemów⁶⁰.

Ochrona różnorodności biologicznej wpisuje się w ogólne ramy zrównoważonego rolnictwa, łącząc cele produktywności, bezpieczeństwa żywnościowego, bezpieczeństwa ekologicznego i sprawiedliwości społecznej. Przejście na zrównoważone rolnictwo wymaga zmian w metodach produkcji i politykach, jak również pełnego uczestnictwa mieszkańców Ziemi. Postęp naukowy w dziedzinie genetyki może odegrać znaczącą rolę w tym podejściu, ale musi być ukierunkowany na wykorzystywanie oraz wzmacnianie różnorodności biologicznej w systemach produkcji rolniczej⁶¹.

⁵⁹ Komisja Europejska (2008), *Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności...*, jw., s. 24-25.

⁶⁰ L.A. Thrupp (2000), *Linking agricultural biodiversity...*, jw., s. 265-281.

⁶¹ Tamże, s. 265-281.

W interesie człowieka jest zatrzymanie procesu wymierania gatunków, postępującego w dużym, ciągle rosnącym tempie, aby nie utracić bezpowrotnie tego olbrzymiego i w pełni niepoznanego potencjału różnorodnych właściwości świata ożywionego. Całe to bogactwo, zarówno organizmów dzikich, jak i wyhodowanych przez człowieka, jest niezbędne do życia i utrzymania względnego komfortu dla ciągle rosnącej populacji ludności⁶².

Łączenie produkcji podstawowych produktów rolnych z ochroną różnorodności biologicznej w rolnictwie i rybołówstwie, a także utrzymaniem usług ekosystemów, powinno stać się priorytetem w wysiłkach na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego na świecie.

⁶² P. Marczak (2017), *Konwencja o różnorodności...*, jw.

Rozdział II

CZYNNIKI WPLYWAJĄCE NA UTRATĘ RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ

Różnorodność biologiczna na wszystkich poziomach: genetycznym, gatunkowym i ekosystemów ulega ciągłemu przekształcaniu. Początkowo zmiany te wynikały z procesów zachodzących wewnątrz Ziemi (m.in. z ruchów tektonicznych), czy zmian klimatu zachodzących na przestrzeni setek tysięcy lat⁶³. Obecnie różnorodność biologiczna zmienia się w szybkim tempie w odpowiedzi na liczne procesy zainicjowane aktywną działalnością człowieka⁶⁴. Niezrównoważona działalność człowieka stanowi zagrożenie dla różnorodności biologicznej na wszystkich poziomach, prowadząc do jej zubożenia⁶⁵. Z czerwonej księgi IUCN gatunków zagrożonych wyginięciem wynika, że w obrębie wyższych grup taksonomicznych wyginięciu grozi od 13 do 56% gatunków.

Istnieje wiele różnorodnych czynników pośrednich i bezpośrednich, które wpływają na utratę różnorodności biologicznej (rysunek 2). Aktywna działalność człowieka przyczynia się do występowania antropogenicznych czynników bezpośrednich, które wpływają na różnorodność biologiczną. Czynniki te jednoznacznie wpływają na procesy ekosystemowe, czynniki pośrednie zaś – na jeden lub więcej bezpośrednich czynników⁶⁶. Zmiany w różnorodności biologicznej są prawie zawsze wypadkową oddziaływania wielu czynników⁶⁷. Przykładowo, rozwój i industrializacja rolnictwa spowodowana zwiększającym się popytem na żywność oraz postępujące procesy urbanizacyjne sprawiają, że zachowanie bioróżnorodności genetycznej, w tym agrobioróżnorodności, jest bardzo trudne.

Do głównych czynników bezpośrednich, które mają wpływ na utratę różnorodności biologicznej należą: zmiany siedlisk, zmiany klimatu, nadmierna eksploatacja ekosystemów, zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego oraz występowanie inwazyjnych gatunków obcych.

⁶³ Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2006), *Global Biodiversity Outlook 2*, Montreal.

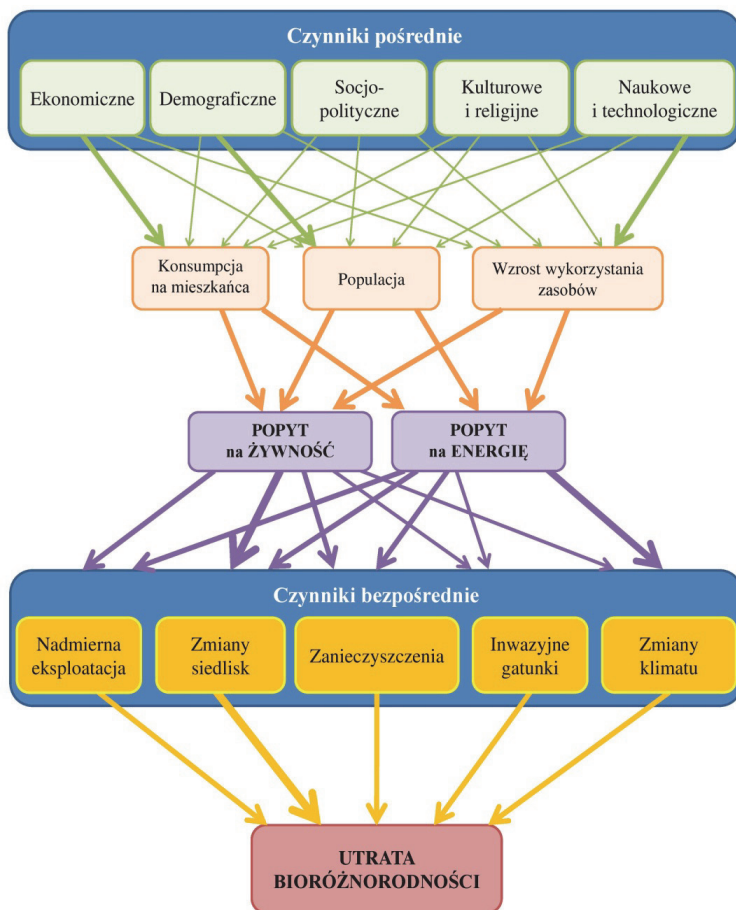
⁶⁴ O.E. Sala, F.S. Chapin III, J.J. Armesto, E. Berlow, J. Bloomfield, R. Dirzo, E. Huber-Sanwald, L.F. Huenneke, R.B. Jackson, A. Kinzig, R. Leemans, D.M. Lodge, H.A. Mooney, M. Oesterheld, N. LeRoy Poff, M.T. Sykes, B.H. Walker, M. Walker, D.H. Wall (2000), *Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100*, „Science”, nr 287, s. 1770-1774.

⁶⁵ N. Ratajczyk (2013), *Różnorodność biologiczna – stan, zagrożenia, metody ochrony* [w:] *Prawo ochrony różnorodności biologicznej*, red. naukowa M. Górski i J. Miłkowska-Rębowska, Wolters Kluwer Polska, Warszawa.

⁶⁶ MEA (2005b), *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Island Press, Washington, DC.

⁶⁷ EEA (2010), *EU 2010 biodiversity baseline*, EEA Technical report Nr 12, Copenhagen.

Rysunek 2. Czynniki pośrednie i bezpośrednie wpływające na utratę różnorodności biologicznej



Źródło: opracowano na podstawie [Secretariat of the Convention on Biological Diversity 2006, s. 65].

1. Zmiany siedlisk

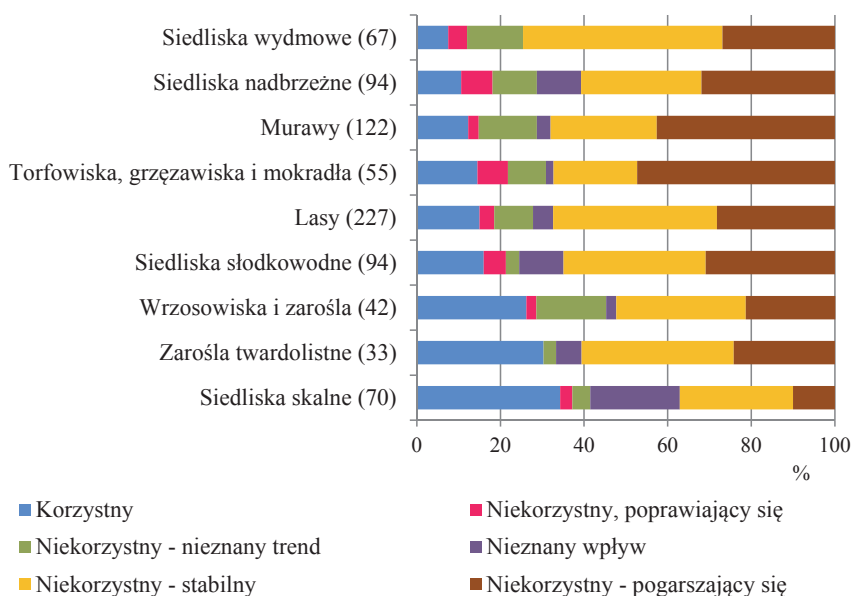
Jednym z głównych czynników bezpośrednich mających wpływ na utratę różnorodności biologicznej są zmiany siedlisk, do których może dochodzić przez:

- utratę siedlisk – czyli całkowite zniszczenie siedliska wskutek procesu zmiany sposobu użytkowania gruntów, w którym usunięto typ siedliska przyrodniczego i zastąpiono go innym typem siedliska;
- fragmentację siedlisk – czyli podział siedliska na nieciągłe, wyizolowane fragmenty;
- degradację siedlisk – czyli zmniejszenie jakości siedlisk, co powoduje obniżoną zdolność do wspierania zbiorowisk biologicznych.

Do obszarów, na których doszło do gwałtownych zmian ekosystemów lądowych zalicza się: dorzecze Amazonii i Południowo-Wschodniej Azji (wylesianie i ekspansja pól uprawnych), Azję (degradacja gleb na suchych terenach), Bangladesz, tereny doliny Indusu, część Bliskiego Wschodu i Azji Centralnej, oraz tereny Wielkich Jezior w Afryce Wschodniej⁶⁸.

Szacuje się, że od 2000 roku traconych jest 6 mln hektarów lasów pierwotnych rocznie⁶⁹. W przypadku ekosystemów morskich i nadbrzeżnych działalność człowieka doprowadziła do zmniejszenia pokrycia łąk krasnorostów, wodorostów i koralowców. W ciągu ostatnich trzydziestu lat, w rejonie Karaibów, powierzchnia zajęta przez rafy koralowe zmniejszyła się z 50 do 10%⁷⁰. W Unii Europejskiej jedynie 16% siedlisk chronionych, na mocy dyrektywy siedliskowej⁷¹, ma korzystny stan ochrony różnorodności biologicznej. W Europie niekorzystny stan ochrony różnorodności biologicznej odnotowano dla ponad 40% torfowisk, grzęzawisk i mokradeł oraz muraw (wykres 4).

Wykres 4. Trendy stanu ochrony różnorodności biologicznej typów siedlisk w Europie



Źródło: opracowano na podstawie [<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicatorst>].

⁶⁸ MEA (2005b), *Ecosystems and Human...*, jw.

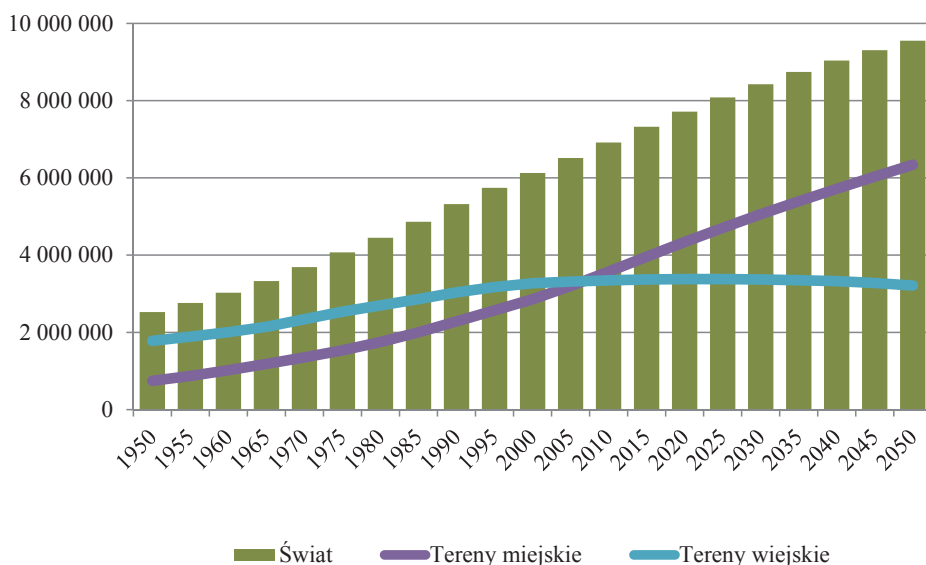
⁶⁹ Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2006), *Global Biodiversity Outlook...*, jw., s. 2.

⁷⁰ Tamże, s. 3.

⁷¹ Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory [Dz.U. WE z 22.07.1992].

Zachodzące procesy urbanizacyjne powodują, że w miejscu siedlisk naturalnych rozprzestrzeniają się miasta. W latach 1950-2015 liczba ludności zamieszkująca tereny miejskie w stosunku do całej populacji świata zwiększyła się ponad 5-krotnie, a w 2015 roku jej udział wynosił 66% (wykres 5). Tereny miejskie zajmują około 3% powierzchni Ziemi, jednakże wzrastająca liczba ludności miejskiej silnie wpływa na kierunki wykorzystania ziemi i wylesianie terenów podmiejskich, co w konsekwencji prowadzi do utraty różnorodności biologicznej. Przykładowo, procesy urbanizacyjne spowodowały w Wiejskiej Brytanii wymarcie 35% rzadkich gatunków roślin na terenach podmiejskich, a w Stanach Zjednoczonych ponad 275 gatunków było zagrożonych⁷².

Wykres 5. Liczba ludności zamieszkująca tereny miejskie i wiejskie na świecie w latach 1950-2050



Źródło: opracowano na podstawie [United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division 2014].

Ziemia, która jest użytkowana na cele rolnictwa (użytki rolne: grunty orne, plantacje trwałe, łąki, pastwiska stałe) stanowi obecnie ponad 50% całkowitej powierzchni światowych ziem (wylączając wody śródlądowe). Intensyfikacja rolnictwa i specjalizacja w produkcji rolniczej doprowadziły do znacznej redukcji

⁷² K. Thompson, A. Jones (1999), *Human Population Density and Prediction of Local Plant Extinction in Britain*, „Conservation Biology”, nr 13, s. 185-189; B. Czech, P.R. Krausman, P.K. Devers (2000), *Economic Associations Among Causes of Species Endangerment in the United States*, „BioScience”, nr 50, s. 593-601.

różnorodności biologicznej udomowionych/hodowlanych roślin i zwierząt⁷³. Rolnicy na całym świecie porzucili wiele lokalnych oraz rodzimych odmian na rzecz uprawy odmian genetycznie jednolitych i wysokowydajnych⁷⁴. Światowe zasoby genetyczne roślin i zwierząt wykorzystywanych do produkcji żywności przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Światowe zasoby genetyczne roślin i zwierząt wykorzystywanych do produkcji żywności

Liczba gatunków znanych	Liczba gatunków udomowionych	Liczba odmian i ras	Liczba zagrożonych odmian i ras udomowionych	Liczba wymarłych odmian i ras udomowionych
Rośliny 270 000	200	Wiele tysięcy	Tysiące	Brak danych
Ssaki 5 000	20	> 3000	> 500	238
Ptaki 10 000	10	> 860	> 370	25

Źródło: opracowano na podstawie [Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2006, s. 114].

Duży wpływ na różnorodność biologiczną ma przekształcanie systemów stabilnych (np. lasy, pastwiska, zbiorniki wodne) w systemy niestabilne (np. pola uprawne, tereny zabudowane). Wylesianie, które wynika z konwersji lasów na pola uprawne dotyczy głównie krajów afrykańskich⁷⁵. Szacuje się, że od roku 1990 utracono prawie 70% śródziemnomorskich lasów, obszarów leśnych i zarośli, 50% tropikalnych i subtropikalnych łąk, sawann i krzewów oraz 30% ekosystemów pustynnych⁷⁶. Las atlantycki i dorzecze Amazonki to obszary, które przeszły istotne przekształcanie i przewiduje się, że w przyszłości proces ten będzie postępował, działając na niekorzyść różnorodności biologicznej⁷⁷.

⁷³ MEA (2005b), *Ecosystems and Human...*, jw.; D. Tilman, J. Fargione, B. Wolff, C. D'Antonio, A. Dobson, R. Howarth, D. Schindler, W.H. Schlesinger, D. Simberloff, D. Swackhamer (2001), *Forecasting agriculturally driven global environmental change*, „Science”, 292, s. 281-284.

⁷⁴ FAO (1999), *Women: users, preservers and managers of agrobiodiversity*, Rome.

⁷⁵ FAO (1997), *The State of the World's...*, jw.; R.J. Scholes, R. Biggs (2004), *Ecosystem Services in Southern Africa: A Regional Assessment. The Regional-Scale Component of the Southern African Millennium Ecosystem Assessment*, CSIR, Pretoria.

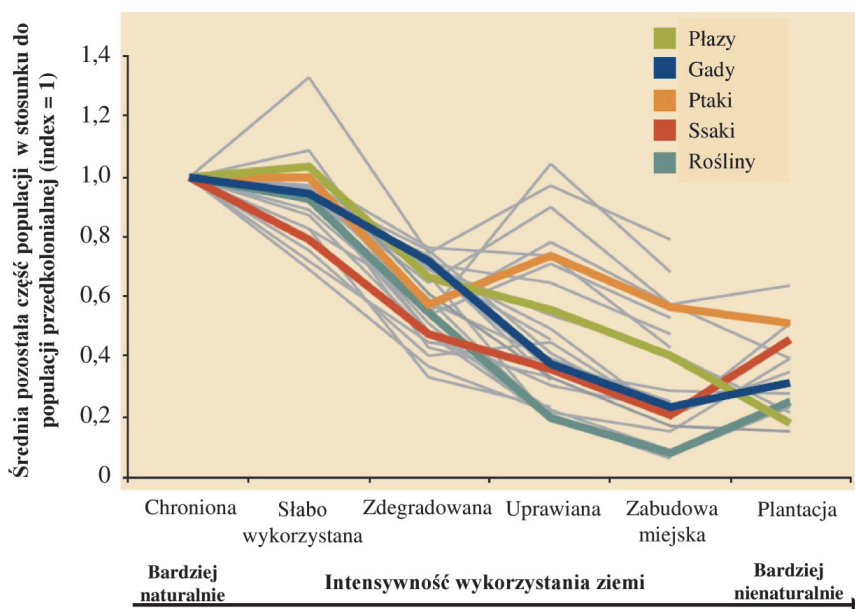
⁷⁶ Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2006), *Global Biodiversity Outlook...*, jw., s. 24.

⁷⁷ C.A. Nobrea, G. Sampaio, L.S. Borma, J.C. Castilla-Rubio, J.S. Silva, M. Cardoso (2016), *Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable devel-*

Ujemny wpływ na różnorodność biologiczną ma także fragmentaryzacja, czyli dzielenie siedlisk bytowania zwierząt i roślin. Do podziału może dochodzić z przyczyn naturalnych, np. pożaru, destrukcyjnej działalności wiatru, bezpośredniej działalności człowieka (np. budowania infrastruktury transportowej, przekształcanie danego terenu pod pola uprawne)⁷⁸. Fragmentaryzacja siedlisk ma największy wpływ na ekosystemy leśne i ekosystemy wody słodkiej⁷⁹.

Na rysunku 3 przedstawiono, jak degradacja siedlisk wpłynęła na utratę różnorodności biologicznej wśród różnych taksonów (płazów, gadów, ptaków, ssaków, roślin) w Afryce Południowej w stosunku do różnorodności biologicznej z okresu przedkolonialnego (indeks=1). Przekształcanie ziemi i jej degradacja, np. w postaci nadmiernego wypasu na polach, czy też wycinania drzew (wyręb lasu), zmniejszyła populację gatunków średnio o 40-60%⁸⁰.

Rysunek 3. Wpływ wzrostu intensywności wykorzystania ziemi na populację różnych taksonów w Afryce Południowej



Źródło: opracowano na podstawie [Scholes, Biggs 2004, s. 18].

opment paradigm, „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America”, nr 113(39), s. 10759-10768.

⁷⁸ MEA (2005b), *Ecosystems and Human...*, jw.

⁷⁹ MEA (2005c), *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends: findings of the Condition and Trends Working Group*, red. naukowa R. Hassan, R. Scholes i N. Ash, Island Press, Washington, DC.

⁸⁰ MEA (2005b), *Ecosystems and Human...*, jw.

2. Zmiany klimatu

Głównym źródłem zmian klimatu jest działalność człowieka, m.in. spalanie paliw kopalnianych i przekształcanie ekosystemów w agroekosystemy oraz tereny zurbanizowane. Działania te prowadzą do antropogenicznej emisji gazów cieplarnianych⁸¹, a rolnictwo jest jednym z jej głównych źródeł. Szacuje się, że rolnictwo odpowiedzialne jest za około 24% globalnej emisji gazów cieplarnianych. Oznacza to, że do atmosfery uwalnianych jest ponad 5,3 mld ton CO₂ (w ekwiwalencie dwutlenku węgla)⁸².

Do końca XXI wieku zmiany klimatu mogą przyczynić się do utraty różnorodności biologicznej⁸³. W ciągu ostatnich stuleci zmiany klimatu miały znaczący wpływ na bogactwo, fenologię i fizjologię wielu gatunków⁸⁴. Najbardziej narażone są te gatunki, które cechuje: ograniczony zakres adaptacyjny do egzystencji, ograniczone wymagania siedliskowe i ograniczona mobilność, a także te gatunki, które tworzą pojedyncze lub małe populacje. Przykładowo, dla Europy określono wskaźnik wpływu zmian klimatu dla ptaków (*Climatic Impact Indicator*, CII) pokazujący rozbieżność między tendencjami populacji gatunków ptaków, które mają zwiększyć zasięg, a tymi populacjami, które mają zmniejszyć zasięg z powodu zmian klimatu. W latach 1985-2005 obserwowano długoterminowe trendy populacji dla 122 gatunków ptaków w 20 krajach europejskich. Otrzymane dane wprowadzono do stworzonych modeli określających sposób reakcji populacji ptaków na zmiany klimatu, otrzymując wskaźnik wpływu zmian klimatu na populację ptaków w Europie. Dla roku 1980 ustalono początkową wielkość wskaźnika jako 100. Wzrost wielkości wskaźnika pokazuje, że dana populacja ptaków zmienia się zgodnie z przewidywaniami modelu oraz potwierdza występowanie zależności między obserwowaną zmianą populacji ptaków a występującymi zmianami klimatu (wykres 6).

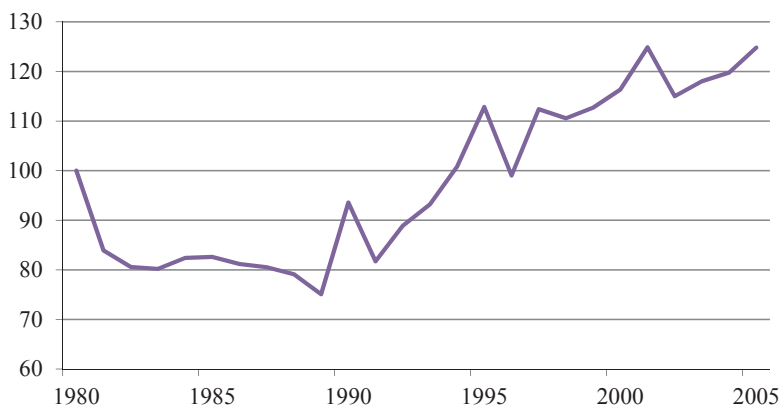
⁸¹ Dwutlenek węgla (CO₂), metan (CH₄), podtlenek azotu (N₂O) i wodorofluorowęglowodory (HFC) to gazy, które – pochłaniając promieniowanie słoneczne – przyczyniają się do efektu cieplarnianego [Europejski Trybunał Obrachunkowy (2014), *W jaki sposób instytucje i organy UE obliczają, ograniczają i kompensują własną emisję gazów cieplarnianych?* Sprawozdanie specjalne nr 14, Luksemburg].

⁸² Uniwersalna jednostka pomiaru emisji gazów cieplarnianych, która odzwierciedla potencjalny wpływ na globalne ocieplenie [IPCC (2014a), *Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU)* [w:] *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, red. naukowa O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, J.C. Minx, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow i T. Zwickel, Cambridge University Press, Cambridge and New York, s. 25-26].

⁸³ MEA (2005b), *Ecosystems and Human...*, jw.

⁸⁴ A. Jarvis, A. Lane, R.J. Hijmans (2008), *The effect of climate change on crop wild relatives*, „Agriculture, Ecosystems and Environment”, nr 126, s. 13-23.

Wykres 6. Wskaźnik wpływu zmian klimatu na populację ptaków w Europie



Źródło: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/climate-change-impact-indicator-for-european-birds>.

W skali regionów/świata również przewiduje się, jaki wpływ będą miały zmiany klimatu na różnorodność biologiczną⁸⁵. Z metaanalizy przeprowadzonej przez Marka Urbana dotyczącej wpływu zmian klimatu na współczynnik wymarcia roślin i zwierząt wynika, że ryzyko wyginięcia będzie wzrastało wraz ze wzrostem temperatury, zagrażając 1 na 6 gatunków (16%)⁸⁶. W Ameryce Południowej, Australii i Nowej Zelandii zagrożonych wyginięciem będzie od 14 do 23% gatunków (najwyższe ryzyko zagrożenia), a w Ameryce Północnej i Europie – od 5 do 6% (najniższe ryzyko zagrożenia). Gatunki, które nie są zagrożone, mogą doświadczyć zaś istotnych zmian w obrębie liczebności, rozmieszczenia i interakcji między gatunkami, a to może wpłynąć na ekosystemy i świadczone usługi. Postępująca utrata różnorodności biologicznej i degradacja ekosystemów zmniejsza ich zdolność do pełnienia podstawowych funkcji.

Na podstawie różnych scenariuszy dotyczących zmian klimatu, opracowanych przez Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC) szacuje się, że do 2100 roku wzrost temperatury

⁸⁵ G.F. Midgley, L. Hannah, D. Millar, W. Thuiller, A. Booth (2003), *Developing regional and species-level assessments of climate change impacts on biodiversity in the Cape Floristic Region*, „Biological Conservation”, nr 112(1-2), s. 87-97; J.O. Meynecke (2004), *Effects of global climate change on geographic distributions of vertebrates in North Queensland*, „Ecological Modelling”, nr 174(4), s. 347-357; M.B. Araújo, W. Thuiller, R.G. Pearson (2006), *Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe*, „Journal of Biogeography”, nr 33, s. 1712-1728; W. Thuiller, O. Broennimann, G. Hughes, J.R.M. Alkemade, G.F. Midgley, F. Corsi (2006), *Vulnerability of African mammals to anthropogenic climate change under conservative land transformation assumptions*, „Global Change Biology”, nr 12(3), s. 424-440.

⁸⁶ M.C. Urban (2015), *Accelerating extinction risk from climate change*, „Science”, nr 348(6234), s. 571-573.

o 2-3°C może wpłynąć na wyginięcie 20-30% gatunków roślin i zwierząt⁸⁷. Zagrożone są głównie te gatunki, które występują na terenach górskich, wyspach, półwyspach i terenach przybrzeżnych⁸⁸. Rify koralowe, wrażliwe na zmiany temperatury morza, mogą być pierwszym globalnym ekosystemem, który całkowicie wyginie, pozostawiając wiele wybrzeży bez ochrony przed sztormami i powodzią. Zwiększenie częstotliwości występowania i nasilania się ekstremalnych zjawisk pogodowych (długie okresy bezdeszczowe, trąby powietrzne) może wpływać na zwiększenie eutrofizacji wód śródlądowych i przybrzeżnych, zmianę siedlisk leśnych, spadek zasobów wodnych oraz zwiększenie działalności inwazyjnych gatunków obcych.

Zmiany klimatu prowadzą do występowania suszy, a ich częste nawracanie – do pustynnienia. Zjawisko to zaobserwowano w Kamerunie, Burkina Faso, Gwinei, Kenii, Maroku, Nigerii, Senegal, Arabii Saudyjskiej i Jemenie. Inne zjawiska pogodowe, takie jak powódzie w Bangladeszu i cyklony na Pacyfiku, mogą również powodować zubożenie różnorodności biologicznej⁸⁹.

W Polsce w 2012 roku na zlecenie Generalnej Dyrekcji Ochrony Środowiska przeprowadzono ocenę potencjalnego wpływu zmian klimatu w perspektywie do 2030 roku na siedliska, rośliny, ssaki, gady i płazy, ryby i kręgowce oraz bezkręgowce. Analiza siedlisk wykazała, że 15 na 81 wykazuje silną wrażliwość na zmiany klimatu, w tym torfowiska, źródliska, śródlądowe słone łąki, solniska z solirodkiem zielnym, wilgotne zagłębienia międzywydmowe i wilgotne wrzosowiska z wrzoścem bagiennym. W przypadku analizowanych gatunków roślin, najbardziej wrażliwe na zmiany klimatu jest 12 z 38 gatunków (np. mieczyk błotny, kaldejsza dziewięciornikowata, warzucha polska, warzucha tatrzańska, gnidosz sudecki, skalnica torfowiskowa, lipiennik Loesela). Wśród badanych 151 gatunków ptaków 26 było mniej lub bardziej zagrożonych zmianami klimatu, a 25 było potencjalnie narażonych na niekorzystne efekty zmian klimatu. Analizowane siedliska przyrodnicze oraz gatunki roślin i zwierząt stanowią przedmiot ochrony na obszarach Natura 2000⁹⁰. W tabeli 8 podano przykłady gatunków zwierząt zagrożonych zmianami klimatu.

⁸⁷ IPCC (2007), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, red. naukowa B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave i L.A. Meyer, Cambridge University Press, Cambridge, New York; IPCC (2014b), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, red. naukowa R.K. Pachauri i L.A. Meyer, IPCC, Geneva.

⁸⁸ MEA (2005b), *Ecosystems and Human...*, jw.

⁸⁹ FAO (1997), *The state of World's...*, jw.

⁹⁰ R. Bartosz, M. Bukowska, P. Chylarecki, A. Ignatowicz, A. Puzio, A. Wilińska (2012), *Ocena wpływu zmian klimatu na różnorodność biologiczną oraz wynikające z niej wytyczne dla działań administracji ochrony przyrody do roku 2030*, FundEko, Warszawa.

Tabela 8. Czynniki klimatyczne zagrażające określonym gatunkom zwierząt

Gatunek	Przykłady	Naturalne czynniki klimatyczne
Ptaki	ptaki siewkowe, ptaki szponiaste (rybołów, orlik grubodzioby, błotniak stawowy, błotniak łąkowy), ptaki blaszkodziobe (cyranka i płaskonos)	zmiana stosunków wodnych wskutek zmienionego reżimu opadów i wzrostu częstotliwości susz
Ssaki	suseł perełkowany, suseł moręgowany, smużka stepowa	skrajne stany pogodowe (długotrwałe upały, powtarzające się ulewne deszcze), ciepłe zimy
	foka szara	zimy i skrócenie okresu zlodzenia morza
Płazy i gady	żółw błotny	długotrwałe okresy upalnej bezdeszczowej pogody, mniej dni z temperaturami mroźnymi, rozprzestrzenienie chorób i pasożytów
Ryby i kręglouste	minóg strumieniowy, minóg ukraiński, aloza, parposz, strzebla błotna	długie okresy bezdeszczowe
Bezkęgowce	poczwarówka Geyera, poczwarówka jajowata, poczwarówka zmienna, zatoczek łamliwy, łąka ozdobna, strzępotek edypus	długotrwałe okresy bezopadowe i częste upały

Źródło: opracowano na podstawie [Bartosz i in. 2012].

3. Nadmierna eksploatacja ekosystemów

Kolejnym zagrożeniem związanym z utratą różnorodności biologicznej jest nadmierna eksploatacja ekosystemów, która może dotyczyć wykorzystania zasobów naturalnych oraz zasobów roślinnych i zwierzęcych. Jedną z możliwości śledzenia wykorzystania zasobów naturalnych jest szacowanie tzw. „śladu ekologicznego”, który wyraża zapotrzebowanie człowieka na zasoby naturalne biosfery pod względem biologicznie produktywnych powierzchni gruntów i wód potrzebnych do wytworzenia zasobów, z których korzysta, a także do absorbowania powstałych odpadów⁹¹. Ślad ekologiczny mierzony jest w globalnych hektarach⁹², ale może być wyrażany także w ekwiwalencie Ziemi⁹³ (wykres 7).

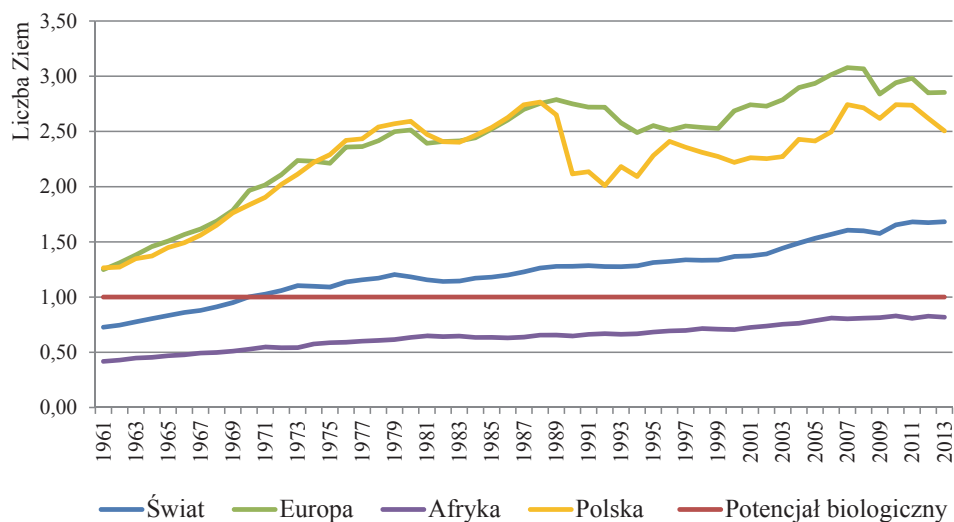
⁹¹ <http://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>.

⁹² Globalny hektar (gha) – oznacza powierzchnię łądy i morza potrzebną do rekompensacji zasobów zużytych na konsumpcję i absorpcję odpadów w ciągu roku. Jest on jednostką miary, która służy do ilościowego określania śladu ekologicznego człowieka lub jego działalności, jak również potencjału biologicznego Ziemi lub jej regionów.

⁹³ Liczba Ziemi, które są wykorzystywane przez człowieka pod względem dostarczenia zasobów naturalnych i absorpcji odpadów w ciągu roku.

Na świecie i w Europie już dawno został przekroczony potencjał biologiczny Ziemi, tzn. zasobów biologicznych, które są wykorzystywane w nadmiarze do tego, co Ziemia jest w stanie zregenerować w przeciągu roku. W przypadku Polski potrzeba obecnie 2,5 potencjału biologicznego Ziemi, aby zaspokoić konsumpcję Polaków. Kraje rozwijające się, w tym kraje Afryki, nie wykorzystują potencjału biologicznego Ziemi. Należy jednak podkreślić, że w latach 1961-2013 kraje Afryki zbliżyły się do potencjału biologicznego Ziemi i patrząc na trend wzrostowy w przyszłości może dojść do nadmiernego wykorzystania potencjału biologicznego Ziemi przez te kraje.

Wykres 7. Ślad ekologiczny świata, Afryki, Europy i Polski w latach 1961-2013



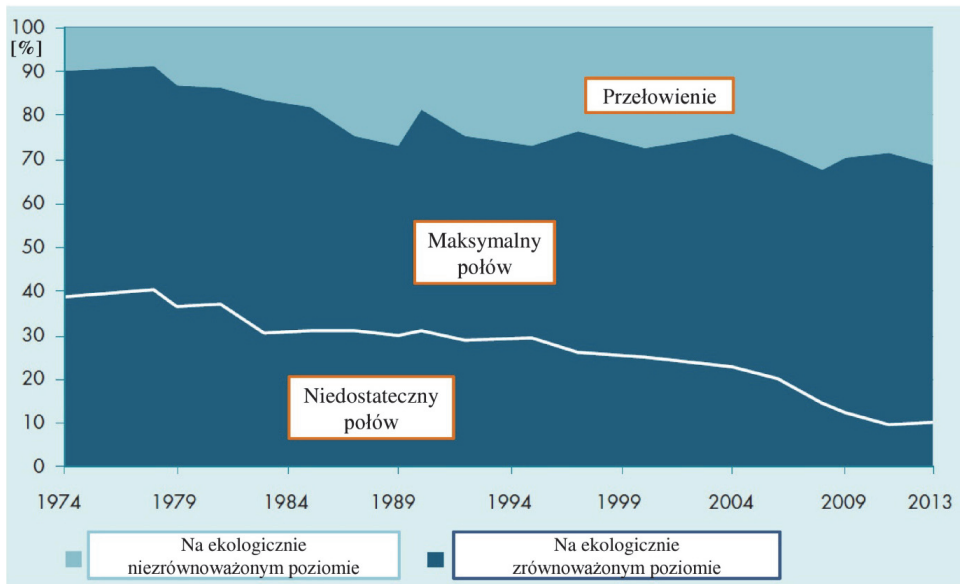
Źródło: opracowano na podstawie [<http://data.footprintnetwork.org/>].

W przypadku ekosystemów morskich i nadmorskich rybołówstwo jest najistotniejszym czynnikiem wpływającym na utratę różnorodności biologicznej. Analiza przeprowadzona przez FAO wskazuje, że zasoby morskie są coraz częściej nadmiernie eksploatowane (wykres 8). W 1974 roku udział przelowienia ryb morskich na ekologicznie niezrównoważonym poziomie wynosił 10% i do 2013 roku wzrósł ponad 3-krotnie⁹⁴. Ponad 90% światowych zasobów rybnych jest przelowionych albo poławianych na granicy limitu danej populacji ryb. Wzrastająca intensywność połowów doprowadziła do spadku wartościowych zasobów ryb morskich, takich jak tuńczyk, dorsz, labraks, miecznik⁹⁵.

⁹⁴ FAO (2016), *The State of World...*, jw.

⁹⁵ International Conference On Challenges To Biodiversity And Environment For Sustainable Development (2010), *Proceedings*, JSS, Mysore [<https://www.researchgate.net>].

Wykres 8. Światowe trendy w połowie ryb morskich w latach 1974-2013



Źródło: FAO 2016, s. 39.

Działania połowowe mogą mieć zarówno niszczący wpływ fizyczny na dno morza, jak i mogą oddziaływać na poziomy populacji gatunków niebędących przedmiotem połowu, np. przez przypadkowe złowienie, które ma szczególne znaczenie dla waleni, żółwi morskich i ptaków morskich⁹⁶. Wszystkie komercyjne połowy zakłócają funkcjonowanie mórz i dna morskiego, wpływając zarówno na ich siedliska, jak i poszczególne gatunki.

Oprócz morskich ekosystemów, także różnorodność biologiczna leśnych ekosystemów jest zagrożona. Lasy głównie dostarczają drewna oraz innych produktów drzewnych (drewno opałowe, węgiel drzewny). Ekosystemy leśne są bogatym źródłem surowców roślinnych (nasion, owoców, grzybów, ziół) i surowców zwierzęcych (mięso zwierząt łownych, jadalne owady i miód)⁹⁷. Korzystanie z leśnych produktów/surowców nie drzewnych w sposób niekontrolowany, nieświadomy i nierównoważony szczególnie dla celów komercyjnych może prowadzić do wyczerpania zasobów⁹⁸.

⁹⁶ FAO (2016), *The State of World...*, jw.

⁹⁷ P. Staniszewski, W.Ł. Nowacka (2014), *Leśne pożytki nie drzewne jako dziedzina nauki oraz element gospodarki leśnej*, „Studia i Materiały CEPL w Rogowie”, z. 38/1, s. 61-68.

⁹⁸ K. Kusters, R. Achdiawan, B. Belcher, M. Ruiz Pérez (2006), *Balancing development and conservation? An assessment of livelihood and environmental outcomes of nontimber forest product trade in Asia, Africa, and Latin America*, „Ecology and Society”, nr 11(2).

4. Zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego

Wszystkie formy zanieczyszczeń, które mogą występować w powietrzu, glebie i wodzie stanowią potencjalne zagrożenie różnorodności biologicznej⁹⁹. Głównym źródłem zanieczyszczeń są: rolnictwo, wykorzystanie paliw kopalnianych i produkcja przemysłowa. Praktyki stosowane w rolnictwie konwencjonalnym, które opierają się na ciągłej zależności od nakładów zewnętrznych (m.in. stosowanie nawozów mineralnych, pestycydów, herbicydów oraz antybiotyków w produkcji zwierzęcej i akwakulturze) mogą obciążać środowisko przyrodnicze i prowadzić do ograniczenia podstawowych usług ekosystemów, a co za tym idzie do utraty różnorodności biologicznej¹⁰⁰.

W rolnictwie konwencjonalnym stosuje się nawozy mineralne w celu podniesienia wydajności produkcji przez: (1) uzupełnienie podaży składników odżywczych w glebie; (2) zrekompensowanie składników odżywczych utraczonych w wyniku zebrania plonu, wymywania z gleby bądź emisji składników do atmosfery oraz (c) poprawę niekorzystnych bądź utrzymania dobrych warunków glebowych¹⁰¹. W ciągu ostatnich dziesięciu lat największy wzrost odnotowano w stosowaniu nawozów azotowych, zbyt duży względem potasu i fosforu. Taka sytuacja wpływa na pogorszenie proporcji nawożenia azotem, fosforem i potasem oraz prowadzi do zubożenia gleby w składniki mineralne. Mimo zalet, jakie oferuje stosowanie nawozów mineralnych, środki te generują efekty negatywne (wyczerpywanie nieodnawialnych zasobów azotu i fosforu, zakwaszanie i zanieczyszczanie gleb oraz utratę różnorodności biologicznej)¹⁰².

Dwutlenek siarki i tlenek azotu, powstające podczas spalania paliw kopalnianych i procesów przemysłowych, osadzają się w wodzie, na roślinach i zwierzętach oraz wnikają do gleby, prowadząc do ujemnego oddziaływania na faunę i florę. Chroniczne osadzanie się azotu w glebie stwarza zagrożenie dla różnorodności biologicznej w wyniku eutrofizacji¹⁰³ wrażliwych ekosystemów

⁹⁹ CBD (2010), *Examination of the outcome-oriented goals and targets (and associated indicators) and considerations of their possible adjustment for the period beyond 2010*, Conference of the parties to the convention on biological diversity, Nagoya, 18-29 October.

¹⁰⁰ MEA (2005d), *Ecosystems and Human Well-being. A Framework for Assessment*, Island Press, Washington, DC.

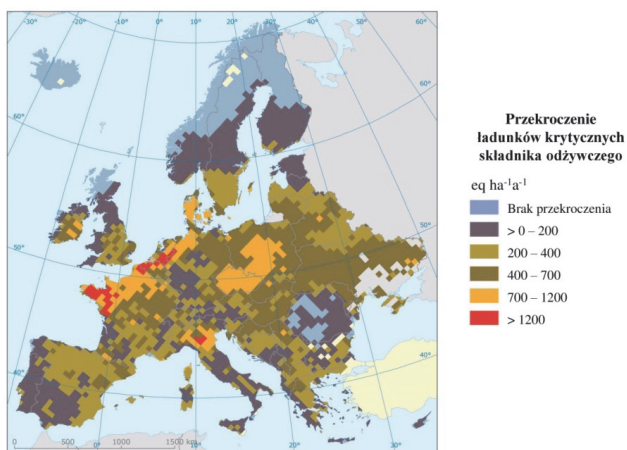
¹⁰¹ IFIA, UNEP (1998), *Mineral Fertilizer Use and the Environment*, Paris.

¹⁰² E.A. Davidson, M.B. David, J.N. Galloway, C.L. Goodale, R. Haeuber, J.A. Harrison, R.W. Howarth, D.B. Jaynes, R.R. Lowrance, N.B. Thomas, J.L. Peel, R.W. Pinder, E. Porter, C.S. Snyder, A.R. Townsend, M.H. Ward (2012), *Excess Nitrogen in the U.S. Environment: Trends, Risks and Solutions*, Issues in Ecology Report Nr 15, Ecological Society of America, Washington; UNEP (2014), *UNEP Year book. Emerging Issues in Our Global Environment 2014*, Nairobi.

¹⁰³ Wzbogacenie akwenów wodnych w substancje odżywcze, pierwiastki biogenne, głównie azot i fosfor, ale także potas i sól, powoduje nadmierną produkcję biomasy glonów, co objawia się tzw. „zakwitom glonów”.

i prowadzi do zmiany składu gatunkowego, a w ostateczności do utraty różnorodności ekosystemów¹⁰⁴. Dla Europy największe zagrożenie związane z eutrofizacją w 2010 roku występowało w zachodniej Francji, na niektórych terenach Belgii, Holandii i w północnych Włoszech, gdzie ładunek krytyczny azotu przekraczał ponad 1200 równoważnych ilości azotu na hektar na rok (rysunek 4).

Rysunek 4. Przekroczenie ładunku krytycznego dla eutrofizacji wskutek osadzenia się azotu w 2010 roku w Europie



Źródło: <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/exceedance-of-critical-loads-for-eutrophication-due-to-the-deposition-of-nutrient-nitrogen-in-2010>.

5. Inwazyjne gatunki obce

Zgodnie z definicją przyjętą przez *Konwencję o różnorodności biologicznej* gatunki obce, które po introdukcji na nowy obszar wywierają negatywny wpływ na rodzime gatunki, siedliska lub ekosystemy nazywane są inwazyjnymi gatunkami obcymi (często zalicza się do nich także gatunki obce, które stanowią zagrożenie dla zdrowia i/lub życia człowieka oraz powodują straty gospodarcze).

¹⁰⁴ R. Bobbink, K. Hicks, J. Galloway, T. Spranger, R. Alkemade, M. Ashmore, M. Bustamante, S. Cinderby, E. Davidson, F. Dentener, B. Emmett, J.W. Erisman, M. Fenn, F. Gilliam, A. Nordin, L. Pardo, W. De Vries (2010), *Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis*, „Ecological Applications”, nr 20, s. 30-59; C.J. Stevens, C. Duprè, E. Dorland, C. Gaudnik, D.J.G. Gowing, A. Bleeker, M. Diekmann, D. Alard, R. Bobbink, D. Fowler, E. Corcket, J.O. Mountford, V. Vandvik, P.A. Arrestad, S. Muller, N.B. Dise (2010), *Nitrogen deposition threatens species richness of grasslands across Europe*, „Environmental Pollution”, nr 158, s. 2940-2945; G.K. Phoenix, W.K. Hicks, S. Cinderby, J.C.I. Kuylensstierna, W.D. Stock, F.J. Dentener, K.E. Giller, A.T. Austin, R.D.B. Lefroy, B.S. Gimeno, M.R. Ashmore, P. Ineson (2006), *Atmospheric nitrogen deposition in world biodiversity hotspots: the need for a greater global perspective in assessing N deposition impacts*, „Global Change Biology”, nr 12, s. 470-476.

Na skutek działalności człowieka inwazyjne gatunki obce zwierząt, roślin, grzybów i mikroorganizmów, które wprowadzono poza obszar swojego naturalnego występowania, stanowią zagrożenie dla innych naturalnie występujących gatunków bądź mogą niszczyć uprawy i plony, lub być odpowiedzialne za wywoływanie chorób u zwierząt hodowlanych¹⁰⁵.

Od XVII wieku inwazyjne gatunki obce przyczyniły się do wymarcia ponad 40% gatunków zwierząt. Szczególnie groźne są inwazyjne gatunki obce na wyspach i siedliskach słodkowodnych¹⁰⁶. Szacuje się, że w Europie występuje ponad 14 000 obcych gatunków¹⁰⁷. Około 10% z nich zaliczanych jest do grupy inwazyjnych gatunków obcych¹⁰⁸.

W ramach działalności Europejskiej Sieci ds. Inwazyjnych Gatunków Obcych (*The European Network on Invasive Alien Species*, NOBANIS) stworzono katalog gatunków obcych do identyfikacji gatunków inwazyjnych obecnie oraz gatunków, które w przyszłości mogą mieć taki charakter. W Polsce na 1120 gatunków obcych 10,4% – to obce gatunki, którym nadano charakter inwazyjny¹⁰⁹.

Każdego roku identyfikuje się nowe gatunki o charakterze inwazyjnym, które wykorzystują wrażliwość ekosystemów spowodowaną utratą siedlisk, degradacją, fragmentacją, nadmiernym wykorzystaniem zasobów naturalnych oraz zmianami klimatu¹¹⁰.

6. Wzajemne oddziaływanie czynników bezpośrednich wpływających na różnorodność biologiczną

Czynniki bezpośrednie mogą wpływać w różnym stopniu na każdy z poziomów różnorodności biologicznej¹¹¹. Zmiany siedlisk, w tym fragmentacja siedlisk, to główne czynniki wynikające z działalności rolniczej i postępujących procesów urbanizacyjnych. Dlatego różnorodność biologiczna może być zagro-

¹⁰⁵ I. Deriu, F. D'Amico, K. Tsiamis, E. Gervasini, A.C. Cardoso (2017), *Handling Big Data of Alien Species in Europe: The European Alien Species Information Network Geodatabase*, „Frontiers in ICT”, nr 4(20).

¹⁰⁶ C.T. Atkinson, R.J. Dusek, K.L. Woods, W.M. Iko (2000), *Pathogenicity of avian malaria in experimentally-infected Hawaii Amakihi*, „Journal of Wildlife Diseases”, nr 36(2), s. 197-201; G.J. Wiles, J. Bart, Jr. R.E. Beck, C.F. Aguon (2003), *Impacts of the Brown Tree Snake: Patterns of Decline and Species Persistence in Guam's Avifauna*, „Conservation Biology”, nr 17(5), s. 1350-1360.

¹⁰⁷ <http://easin.jrc.ec.europa.eu>.

¹⁰⁸ I. Deriu i in. (2017), *Handling Big Data...*, jw.

¹⁰⁹ Do sieci NOBANIS należą następujące kraje: Austria, Białoruś, Belgia, Czechy, Dania, Estonia, Wyspy Owcze, Finlandia, Niemcy, Grenlandia, Islandia, Irlandia, Łotwa, Litwa, Holandia, Norwegia, Polska, Słowacja, Szwecja i europejska część Rosji.

¹¹⁰ EEA (2010), *EU 2010 biodiversity...*, jw.

¹¹¹ MEA (2005c), *Ecosystems and Human...*, jw.

zona pod względem bogactwa odmian oraz dystrybucji danych zasobów genetycznych (tabela 9). Z kolei zmiany klimatu i wprowadzenie inwazyjnych gatunków obcych są najtrudniejsze do odwrócenia w skutkach.

Tabela 9. Wpływ głównych czynników antropogenicznych na różnych poziomach różnorodności biologicznej

Czynniki antropogeniczne	Poziom organizacji ekologicznej		
	Geny	Populacje/gatunki	Ekosystemy
Zmiany siedliska	↑4	↑3	↑1
Fragmentacja/budowa tam	↑2	↑2	?2
Inwazyjne gatunki	?4	↑4	↑4
Nadmierna eksploatacja	?4	↑2	↑2
Nakłady (nawozy, kwaśne deszcze, zanieczyszczenie)	?2	↑2	↑2
Choroby	?2	↑3	?3
Zmiany klimatu	?5	↑5	↑5

Kolor: stopień wpływu poszczególnych czynników (czerwony – maksymalny, pomarańczowy – umiarkowany, żółty – niski; cieniowanie – stopień pewności opracowany na podstawie wiedzy eksperckiej); ↑ – trend wzrostowy, 1-5 – stopień odwracalności (5 – najmniej odwracalny); ? – informacja na temat trendów nieznana

Źródło: opracowano na podstawie [MEA 2005c, s. 843].

Każdy z czynników może oddziaływać w różnym stopniu i w różnym kierunku. Prognozuje się, że siła oddziaływania czynników stanowiących zagrożenie dla bioróżnorodności pozostanie bez zmian bądź zwiększy się i będzie różnić się w zależności od regionu. W tabeli 10 przedstawiono, jaki wpływ miały bezpośrednie czynniki w okresie ostatnich 50-100 lat na różnorodność biologiczną różnych typów ekosystemów. Im ciemniejszy kolor, tym siła oddziaływania była większa. W przypadku lasów tropikalnych, użytków zielonych w strefie umiarkowanej czy wód śródlądowych i przybrzeżnych bardzo wysoki wpływ na różnorodność biologiczną tych ekosystemów miały zmiany siedlisk, a w przypadku trzech ostatnich ekosystemów także występujące zanieczyszczenia m.in. z powodu nadmiernego nawożenia azotem i fosforem¹¹². Dodatkowo nadmierna eksploatacja w przypadku ekosystemów morskich miała istotny wpływ na różnorodność biologiczną zasobów. Prognozuje się, że w przyszłości zmiany klimatu oraz zanieczyszczenia powietrza, gleby i wody będą miały bardzo wysoki wpływ na wszystkie ekosystemy.

¹¹² Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2006), *Global Biodiversity Outlook...*, jw.

Tabela 10. Wpływ czynników obecnych trendów na bioróżnorodność różnych z biomów

		Zmiana siedliska	Zmiana klimatu	Gatunki inwazyjne	Nadmierna eksploatacja	Zanieczyszczenia (azot, fosfor)
Las	Borealny	↗	↑	↗	↑	↑
	Strefy umiarkowanej	↘	↑	↑	↑	↑
	Tropikalny	↑	↑	↑	↗	↑
Tereny suche	Użytki zielone w strefie umiarkowanej	↗	↑	↑	↑	↓
	Śródziemnomorskie	↗	↑	↑	↑	↑
	Tropikalne użytki zielone i sawanny	↗	↑	↑	↓	↑
	Pustynie	↑	↑	↑	↑	↑
Wody śródlądowe	↓	↑	↑	↑	↑	↓
Wody przybrzeżne	↗	↑	↗	↗	↑	↓
Wody nadmorskie	↑	↑	↑	↑	↓	↑
Wyspy	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Góry	↑	↑	↑	↑	↑	↑
Pustynie lodowe	↗	↑	↑	↑	↗	↑

Legenda

Wpływ na bioróżnorodność przez ostatni wiek

Light yellow	Niski
Yellow	Umiarkowany
Orange	Wysoki
Red	Bardzo wysoki

Kierunek obecnych trendów

↗	Niski
↑	Umiarkowany
↘	Wysoki
←	Bardzo wysoki

Źródło: opracowano na podstawie [MEA 2005b, s. 50].

Rozdział III

METODY OCENY RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ W ROLNICTWIE

Współcześnie obserwowana degradacja ekosystemów i utrata różnorodności biologicznej stanowią istotny problem – nie tylko przyrodniczy, ale również gospodarczy¹¹³. Utrzymanie lub odtwarzanie różnorodności biologicznej jest jednym z głównych celów rozwoju zrównoważonego. Przyjmuje się, że cel ten można osiągnąć przez ochronę bierną i czynną, racjonalne wykorzystanie zasobów naturalnych (bez przekraczania pojemności ekosystemów) oraz dbałość o zachowanie zasobów genetycznych w obrębie poszczególnych gatunków. Utrzymanie różnorodności biologicznej jest szczególnie ważne w przypadku gatunków i obszarów istotnych z punktu widzenia zaspokajania potrzeb człowieka. Chodzi tutaj zarówno o zróżnicowanie genetyczne gatunków roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych, zachowanie różnorodności gatunków (bogactwa gatunkowego), jak również całych ekosystemów polnych i ich stabilności, co wpływa na świadczone przez nie usługi środowiskowe. Skuteczność ochrony tych zasobów wiąże się z koniecznością ustalenia ich stanu zachowania, a więc z oceną różnorodności biologicznej.

1. Ocena różnorodności biologicznej – ogólne założenia

Różnorodność biologiczna może być mierzona na poziomie genetycznym, gatunkowym, zbiorowisk (siedlisk) lub ekosystemów i krajobrazu. Przy ocenie różnorodności biologicznej można monitorować wszystkie gatunki występujące na danym obszarze (bogactwo gatunkowe) lub tylko wybrane gatunki wskaźnikowe. Za te ostatnie uważa się takie, które są ściśle powiązane z innymi gatunkami (warunkujące ich obecność i kondycję), a także mają znaczący wpływ na procesy ekologiczne, funkcjonowanie ekosystemów i modyfikują środowisko.

¹¹³ A. Balmford, B. Fisher, R.E. Green, R. Naidoo, B. Strassburg, R. Kerry Turner, A.S.L. Rodrigues (2011), *Bringing ecosystem services into the real world: an operational framework for assessing the economic consequences of losing wild nature*, „Environmental and Resource Economics”, nr 48(2), s. 162-163; R. Costanza, B. Fisher, K. Mulder, S. Liu, T. Christopher (2007), *Biodiversity and ecosystem services: a multi-scale empirical study of the relationship between species richness and net primary production*, „Ecological Economics”, nr 61, s. 485; S.E. Nielsen, E.M. Bayne, J. Schieck, J. Herbers, S. Boutin (2007), *A new method to estimate species and biodiversity intactness using empirically derived reference conditions*, „Biological Conservation”, nr 137, s. 403-404.

Zalicza się tutaj również gatunki specjalnego zainteresowania (rzadkie, chronione, zagrożone itp.), łącznikowe (stanowiące istotne ogniwo w sieci troficznej), o ograniczonych możliwościach rozprzestrzeniania się, czy też takie, których występowanie jest uzależnione od wybranych, specyficznych zasobów, albo gatunki niespecyficzne, wielosiedliskowe.

Ocena różnorodności biologicznej dokonywana jest najczęściej na podstawie wybranych gatunków¹¹⁴ roślin (fitoindykacja) lub zwierząt (zooindykacja), najrzadziej zaś na poziomie genetycznym. Gatunki bada się pod kątem ich występowania, liczebności oraz rozmieszczenia na badanym terenie. Gatunki, które pełnią funkcję bioindykatorów, można podzielić na dwie główne grupy: (1) wskaźniki pozytywne – wskutek zmian rośnie ich liczebność i (2) wskaźniki negatywne – ich liczebność się zmniejsza.

Zgodnie z inną klasyfikacją gatunki wskaźnikowe dzieli się na bioindykatory: (1) bezpośrednie (reagują na zmianę danego czynnika) oraz (2) pośrednie (reakcja następuje wskutek ciągu różnych zależności ekologicznych wywołanych pierwotną zmianą). Można również analizować nie pojedyncze gatunki czy grupy gatunków, ale całe populacje roślin i tworzone przez nie zbiorowiska roślinne (względnie siedliska, krajobrazy) oraz zbiorowiska (populacje) zwierząt.

Przy ocenie różnorodności biologicznej na poziomie ekosystemów badany jest ich skład gatunkowy, częstość występowania poszczególnych gatunków, obecność gatunków rodzimych, obcych geograficznie i gatunków synantropijnych¹¹⁵. Wyniki pomiaru (np. liczebność czy zasięgu występowania danego gatunku) są porównywane z wynikami poprzednich badań (stan z przeszłości), co pozwala na ustalenie ogólnych trendów zachodzących zmian. W alternatywnej metodzie wyniki są porównywane nie z danymi historycznymi, ale z rezultatami oceny dokonywanej w podobnych ekosystemach na terenach chronionych (w rezerwatach przyrody, parkach narodowych itp.), a więc na obszarach mało przekształconych wskutek gospodarczej działalności człowieka¹¹⁶.

¹¹⁴ Por. N. Gerber (2011), *Biodiversity measures based on species-level dissimilarities: a methodology for assessment*, „Ecological Economics”, nr 70(12), s. 2276; S.E. Nielsen i in. (2007), *A new method...*, jw., s. 404; J. Sienkiewicz (2010), *Koncepcje bioróżnorodności – ich...*, jw.

¹¹⁵ Gatunki synantropijne – to rośliny lub zwierzęta, które towarzyszą człowiekowi. Gatunki te dostosowały się do silnie zmienionych przez człowieka warunków życia.

¹¹⁶ E. Biesiadka (2013), *Teoretyczne podstawy bioindykacji [w:] Biologiczne metody oceny stanu środowiska. Tom 1: Ekosystemy lądowe*, red. naukowa M. Dynowska i H. Ciecierska, Wydawnictwo Mantis, Olsztyn, s. 29; R.G.H. Bunce, M.M.B. Bogers, D. Evans, L. Halada, R.H.G. Jongman, C.A. Mucher, B. Bauch, G. de Blust, T.W. Parr, L. Olsvit-Whittaker (2013), *The significance of habitats as indicators of biodiversity and their links to species*, „Ecological Indicators”, nr 33, s. 19-23; P. Duelli (1997), *Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 62, s. 83; K. Falińska (2004), *Ekologia roślin*, PWN, Warszawa, s. 272-273; N. Gerber (2011), *Biodiversity measures*

Powyższe metody bazują na wynikach inwentaryzacji przyrodniczych. Na podstawie uzyskanych rezultatów szacuje się mierniki, które są wykorzystywane do określenia stanu zachowania różnorodności biologicznej na poziomie gatunkowym lub ekosystemów w skali lokalnej, regionalnej lub wyższej.

Najczęściej mierzona jest równocенność (udział danego gatunku w bioceozie, częstość jego występowania)¹¹⁷. W przypadku zbiorowisk roślinnych mierzy się stopień pokrycia przez dany gatunek badanej powierzchni (zgodnie ze skalą ilościowości – pokrycia Braun-Blanqueta) oraz miano towarzyskości (sposób skupienia osobników danego gatunku, także mierzony skalą zaproponowaną przez Braun-Blanqueta)¹¹⁸. W przypadku ekosystemów można zaś badać stopień ich zachowania przez ustalenie zmian zachodzących w składzie gatunkowym. W tym celu oblicza się mierniki: synantropizacji, obecności gatunków obcych, czy też stosuje inne metody oceny. Oprócz tego można określać stopień utraty różnorodności biologicznej m.in. przez analizę liczby gatunków znajdujących się na czerwonych listach lub w czerwonych księgach, chociaż część badaczy kwestionuje przydatność tej metody, z uwagi na pominięcie gatunków pospolitych (np. w przypadku ptaków) lub też braku zależności między gatunkami znajdującymi się na czerwonej liście a przeciętną liczbą gatunków występującą na danym obszarze¹¹⁹.

based...., jw., s. 2275-2276; S.E. Nielsen i in. (2007), *A new method...*, jw., s. 404; P. Pawlaczyk, A. Jermaczek (1995), *Poradnik lokalnej ochrony przyrody*, Wydawnictwo Lubuskiego Klubu Przyrodników, Świebodzin, s. 93-94; E. Roo-Zielińska (2004), *Fitoindykacja jako narzędzie oceny środowiska fizycznogeograficznego. Podstawy teoretyczne i analiza porównawcza stosowanych metod*, IGiPZ PAN, Warszawa, s. 31-35; E. Roo-Zielińska, J. Solon, M. Degórski (2007), *Ocena stanu i przekształceń środowiska przyrodniczego na podstawie wskaźników geobotanicznych, krajobrazowych i glebowych (podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań)*, IGiPZ PAN, Monografie, nr 9, Warszawa, s. 34; C. Wysocki, P. Sikorski (2002), *Ocena środowiska przyrodniczego na podstawie szaty roślinnej [w:] Ocena i wycena zasobów przyrodniczych*, red. naukowa J. Szyszko, J. Rylke i P. Jeżowski, SGGW, Warszawa, s. 99-110.

¹¹⁷ Często do oceny różnorodności (równocенności) stosowany jest wskaźnik Shannona (Shannona-Wienera) lub wskaźnik Simpsona [Por. C. Bockstaller, F. Lasserre-Joulin, S. Slezack-Deschaumes, S. Piutti, J. Villerd, B. Amiaud, S. Plantureux (2011), *Assessing biodiversity in arable farmland by means of indicators: an overview*, „OCL – Oilseeds and fats, Crops and Lipids”, nr 18(3), s. 139; K. Falińska (2004), *Ekologia roślin...*, jw., s. 273; J. Sienkiewicz (2010), *Koncepcje bioróżnorodności – ich wymiary...*, jw., s. 18-20.

¹¹⁸ T. Korniak, P.M. Loro (2013), *Zbiorowiska roślinne jako indykatory jakości środowiska lądowego [w:] Biologiczne metody oceny stanu środowiska. Tom 1: Ekosystemy lądowe*, red. naukowa M. Dynowska, H. Ciecierska, Wydawnictwo Mantis, Olsztyn, s. 39-41.

¹¹⁹ P. Duelli, M.K. Obrist (2003), *Biodiversity indicators: the choice of values and measures*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 98, s. 92-94; R.D. Gregory, D. Noble, R. Field, J. Marchant, M. Raven, D.W. Gibbons (2003), *Using birds as indicators of biodiversity*, „Ornis Hungarica”, nr 12-13, s. 12-13; T. Korniak, P.M. Loro (2013), *Zbiorowiska roślinne jako...*, jw., s. 54-56; H. Kruk (2014), *Przegląd wybranych metod oceny bioróżnorodności*,

2. Ocena różnorodności biologicznej odmian uprawnych roślin i ras zwierząt hodowlanych

Różnorodność biologiczna stanowi podstawę do rozwoju rolnictwa, które bazuje na hodowli udomowionych zwierząt i uprawach wybranych gatunków roślin. Zarówno rośliny, jak i zwierzęta były poddawane procesom selektywnej hodowli i krzyżowania w celu uzyskania oraz wzmocnienia cech pożądanых z punktu widzenia potrzeb człowieka¹²⁰. Istotną kwestią w przypadku zachowania różnorodności biologicznej w rolnictwie jest zróżnicowanie genetyczne uprawianych roślin i zwierząt hodowlanych.

Komisja FAO ds. Zasobów Genetycznych dla Wyżywienia i Rolnictwa (*Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture, CGRFA*) za kluczowe wskaźniki do oceny zachowania różnorodności gatunkowej zwierząt hodowlanych w wybranych krajach lub różnych regionach świata przyjęła: liczbę ras dostosowanych do warunków lokalnych, proporcję całkowitej populacji zwierząt liczoną zarówno dla ras lokalnych i obcych oraz liczbę ras uznanych za: zagrożone, niezagrożone i o nieznanym statusie¹²¹. W przypadku roślin użytkowych do oceny różnorodności biologicznej zastosowano wskaźniki dotyczące erozji genetycznej, czyli utraty różnorodności genetycznej w obrębie jednego, wybranego gatunku oraz podatności na zagrożenia. Można zaliczyć tutaj m.in.: zmienność genów odporności na szkodniki, choroby i zagrożenia abiotyczne, pojawianie się tzw. wąskich gardel podczas udomowiania gatunków, hodowli czy migracji, dominację jednej odmiany na dużym obszarze czy dystans genetyczny między liniami rodzicielskimi danej odmiany¹²².

Zgodnie z metodyką Organizacji Współpracy Gospodarczej i Rozwoju, (*Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD*) do oceny różnorodności genetycznej na poziomie kraju stosowany jest następujący zespół wskaźników:

- odmiany zarejestrowane i certyfikowane głównych kategorii roślin uprawnych (zbóż, owoców, warzyw, roślin okopowych, oleistych, strączkowych);
- pięć dominujących odmian w ogólnej produkcji roślin użytkowych (pszenica, jęczmień, kukurydza, owies i rzepak, a także groch i soja);

„Ekonomia i Środowisko”, nr 2(49), s. 51-56; C. Wysocki, P. Sikorski (2002), *Ocena środowiska przyrodniczego...*, jw., s. 105.

¹²⁰ M.A. Altieri (1999), *The ecological role of biodiversity in agroecosystems*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 74, s. 19-20.

¹²¹ FAO (2015), *The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*, red. naukowa B.D. Scherf i D. Pilling, FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessment, Rome, s. 26.

¹²² FAO (2010), *The Second Report...*, jw, s. 17.

- udział procentowy terenu zajętego pod uprawy transgeniczne w powierzchni upraw ogółem;
- zarejestrowane i certyfikowane rasy dla głównych grup zwierząt gospodarskich (bydło, świnie, drób, owce i kozy);
- trzy dominujące pod względem liczebności rasy zwierząt dla głównych kategorii inwentarza żywego;
- rasy inwentarza żywego, które mają status zagrożonych albo ginących lub też są pod ochroną;
- status zasobów genetycznych roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych przyznany w krajowych programach ochrony *ex situ* oraz *in situ*¹²³.

Ocena zachowania różnorodności biologicznej dokonywana jest również na niższych poziomach: regionu i gospodarstw. W projekcie BioBio za kluczowe wskaźniki różnorodności genetycznej dla pomiaru dokonywanego na poziomie gospodarstwa rolnego (lub grupy gospodarstw) przyjęto:

- rasy zwierząt i ich liczebność – jednostką pomiaru była przeciętna liczba ras w farmie, natomiast wskaźnikiem pomocniczym: obecność ras (odmian) rzadkich i lokalnych;
- liczba i liczebność odmian roślin uprawnych – mierzona przeciętną liczbą odmian danego gatunku uprawianego w gospodarstwie; dodatkowe wskaźniki brane pod uwagę to: średnia liczba odmian wszystkich roślin uprawnych w gospodarstwie oraz udział procentowy silnie zagrożonych wyginęciem odmian roślin uprawnych w gospodarstwie;
- pochodzenie roślin uprawnych – szacowane na podstawie udziału procentowego miejscowych populacji gatunków i odmian roślin użytkowych na wszystkie uprawy ogółem w gospodarstwie rolnym; dodatkowym miernikiem jest udział miejscowych odmian roślin w danym gospodarstwie;
- różnorodność genetyczną udomowionych zwierząt wynikającą z rodowodu gatunków – jednostką pomiaru w tym wypadku był współczynnik podobieństwa genetycznego (odziedziczalności);
- różnorodność genetyczną modelowych gatunków łąk i pastwisk¹²⁴ – mierzona indeksem różnorodności genetycznej i różnorodnością genów na działkę (gospodarstwo)¹²⁵.

¹²³ OECD (2008), *Environmental Performance of Agriculture in OECD Countries Since 1990*, Paris, s. 136.

¹²⁴ Za gatunki modelowe uznaje się te gatunki, które są wykorzystywane do badań genetycznych z uwagi na szereg specyficznych cech, takich jak krótki cykl życia, szybki rozwój, samopylność, relatywnie mały genom i podatność na bodźce stresowe.

¹²⁵ ART (2012), *Biodiversity indicators for European farming systems. A guidebook*, red. naukowa F. Herzog, K. Balázs, P. Dennis, J. Friedel, I. Geijzendorffer, P. Jeanneret, M. Kainz i P. Pointereau, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Reckenholz, Zürich.

Na różnorodność biologiczną obszarów rolniczych, poza roślinami uprawnymi i zwierzętami hodowlanymi, składa się również występowanie innych gatunków, które nie są wykorzystywane bezpośrednio przez człowieka, ale towarzyszą uprawom, zwiększając przez to bogactwo gatunkowe agroekosystemów. Część z nich jest również wykorzystywana jako bioindykatory do badania zmian zachodzących w środowisku oraz poziomu zachowania różnorodności biologicznej na poziomie ekosystemów.

Stopień bioróżnorodności biologicznej obszarów rolniczych zależy od czterech podstawowych cech: (1) intensywności gospodarki rolnej, (2) różnorodności roślinności tworzącej agroekosystem (struktury zasiewów), (3) ciągłości upraw różnych gatunków roślin w danym agroekosystemie i (4) stopnia jego izolacji od otaczających go naturalnych ekosystemów¹²⁶.

Beata Feledyn-Szewczyk uwzględnia dodatkowo poziom zróżnicowania krajobrazu (miedze, zadrzewienia i zakrzewienia śródpolne, oczka wodne, nieużytki itp.)¹²⁷. Ocena różnorodności biologicznej powinna więc uwzględniać powyższe elementy. Szczególnie istotną kwestią jest zachowanie różnorodności biologicznej roślin uprawnych i zwierząt hodowlanych, a szczególnie – starych, tradycyjnych odmian i ras. Utrzymanie puli genowej w przypadku takich gatunków jest kluczowe, gdyż decyduje ona o zmienności wewnątrzgatunkowej oraz o odporności na choroby, czy możliwości dostosowania się do zmian zachodzących w otoczeniu. Utrata bioróżnorodności na poziomie genetycznym może doprowadzić do problemów z produkcją żywności w przyszłości.

3. Ocena różnorodności biologicznej na terenach rolnych – monitoring występowania gatunków wskaźnikowych

Agrobioróżnorodność można rozpatrywać na czterech różnych poziomach: pola uprawnego, gospodarstwa rolnego: w skali lokalnej, w skali regionalnej i w odniesieniu do całego kraju¹²⁸. Wielu badaczy do oceny agrobioróżnorodności wykorzystuje chwasty (florę segetalną). Są one dobrymi bioindykatorami jakości gleby, ich obecność (lub brak), liczebność oraz skład gatunkowy świadczy o metodach uprawy (płodozmian, uprawa płuzna lub bezpłuzna itp.) i poziomie intensyfikacji rolnictwa (w tym stosowania nawozów, herbicydów)

¹²⁶ T.R.E. Southwood, M.J. Way (1970), *Ecological background to pest management* [w:] *Concepts of Pest Management*, red. naukowa R.C. Rabb i F.E. Guthrie, North Carolina State University, Raleigh, NC, s. 6-29, przytoczono za: M.A. Altieri (1999), *The ecological role...*, jw., nr 74, s. 21.

¹²⁷ B. Feledyn-Szewczyk (2014), *Bioróżnorodność roślin jako element zrównoważonego rolnictwa* [w:] *Wybrane problemy rolnictwa polskiego z uwzględnieniem stanu jego zrównoważenia*, red. naukowa A. Harasim, Studia i Raporty IUNG-PIB, z. 40(14), IUNG-PIB, Puławy.

¹²⁸ ART (2012), *Biodiversity indicators for...*, jw., s. 165.

oraz wiąże się z występowaniem i liczebnością innych gatunków, w tym uznanych za zagrożone. Przyjmuje się, że roślinność segetalna jest dobrym wskaźnikiem różnorodności biologicznej¹²⁹. Chwasty konkurują z roślinami uprawnymi, ale ich obecność może w niektórych przypadkach pozytywnie oddziaływać na rośliny uprawne i zwiększać bioróżnorodność agroekosystemu. Ponadto część badaczy uważa, że większe bogactwo gatunkowe chwastów wiąże się z ich mniejszym zagrożeniem dla uprawianych roślin¹³⁰.

Do oceny różnorodności biologicznej w rolnictwie można stosować zarówno mierniki proste, jak i złożone (agregatowe), o charakterze bezpośrednim lub pośrednim. Jedną z najczęściej stosowanych metod oceny jest stosowanie wskaźników dotyczących występowania i liczebności wybranych gatunków roślin i zwierząt (bezkęgowców i kęgowców). Mogą to być gatunki kluczowe (*keystone species*), od których zależy struktura i funkcjonowanie biocenozy, w tym występowanie i przetrwanie innych gatunków tworzących agrosystem; gatunki tarczowe (osłonowe, *umbrella species*), typowe dla danego siedliska, które stanowią o występowaniu i ochronie wielu innych gatunków współwystępujących w ekosystemach rolnych, czy też inne, wybrane gatunki wskaźnikowe (np. ziola, pająki, motyle, biegaczowate, pszczoły, trzmiele, ptaki polne)¹³¹.

¹²⁹ H. Albrecht (2003), *Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agricultural ecosystems*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 98, s. 202-209; A. Blecharczyk, I. Małecka, D. Zawada, Z. Sawinska (2007), *Bioróżnorodność chwastów w pszenicy ozimej w zależności od wieloletniego nawożenia i systemu następstwa roślin*, „Fragmenta Agronomica”, nr 3(95), s. 27-32; I. Brzozowska, J. Brzozowski (2014), *Bioróżnorodność flory segetalnej w pszenicy ozimym uprawianym w warunkach różnych metod odchwaszczania i nawożenia azotem*, „Zeszyty Problemane Postępów Nauk Rolniczych”, nr 577, s. 19-21; Dec D. (2010), *Różnorodność biologiczna chwastów na terenach rolniczych* [w:] *Rolnictwo w kontekście zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich*, red. naukowa B. Kryk i M. Malicki, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin, s. 16; H. Gołębiwska (2013), *Zmiany w zbiorowiskach chwastów towarzyszących kukurydzy zachodzących pod wpływem uproszczeń w uprawie roli*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Rolnictwo”, nr 594, s. 17-23; J. Kapeluszy, M. Haliniarz (2010), *Ekspansywne i zagrożone gatunki flory segetalnej w środkowo-wschodniej Polsce*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska”, sectio E, nr LXV(1), s. 26-27; I. Suwara, W. Stępień, A. Tymińska, K. Pruska (2016), *Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i zmianowania na zachwaszczenie pszenżyta ozimego*, „Fragmenta Agronomica”, nr 33(3), s. 108-114; E. Stupnicka-Rodzinkiewicz, K. Stępnik, A. Lepiarczyk (2004), *Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów*, „Acta Scientiarum Polonicum, Agricultura”, nr 3(2), s. 236-244.

¹³⁰ I. Brzozowska, J. Brzozowski (2014), *Bioróżnorodność flory segetalnej...*, jw., s. 14; D. Dec (2010), *Różnorodność biologiczna chwastów...*, jw., s. 16-17; I. Suwara i in. (2016), *Wpływ wieloletniego nawożenia...*, jw., s. 107.

¹³¹ C. Bockstaller i in. (2011), *Assessing biodiversity in...*, jw., s. 138, 140-141.

Do najczęściej stosowanych metod w ocenie bioróżnorodności terenów rolniczych można zaliczyć: liczbę osobników danego gatunku na wybranej, określonej jednostce powierzchni badawczej, liczbę wszystkich gatunków występujących na badanym obszarze (na danym polu, w gospodarstwie itp.), stopień pokrycia badanego obszaru, wskaźnik Simpsona (proporcja gatunku w próbie badawczej) oraz wskaźnik różnorodności Shannona (miara uwzględniająca liczebność danego gatunku i jego udział w stosunku do sumy udziałów wszystkich gatunków)¹³².

Oceny różnorodności biologicznej obszarów rolniczych można dokonywać również bazując na wynikach inwentaryzacji florystycznych wszystkich roślin naczyniowych występujących na badanym obszarze. Wyniki spisów florystycznych umożliwiają ustalenie zbiorowisk roślinnych (typów siedlisk) oraz na wyodrębnienie gatunków zagrożonych lub objętych ochroną prawną. Zbiorowiska z udziałem tych ostatnich są uważane za przyrodniczo cenne¹³³.

Można również analizować płaty roślinności (zespoły lub ich warianty czy podzespoły) na podstawie zdjęć fitosocjologicznych. Pod uwagę bierze się strukturę i warunki siedliskowe płatu oceniane w oparciu o liczbę (udział) danych gatunków roślin (lub ekologicznych grup gatunków) w odniesieniu do ogólnej liczby roślin oraz współczynnik pokrycia pojedynczego gatunku¹³⁴. W ten sposób można również analizować zmiany zachodzące w czasie. Zwiększenie pokrycia terenu lub wzrost zagęszczenia występowania danego gatunku oznacza jego ekspansję¹³⁵.

Do oceny różnorodności biologicznej gleb wykorzystuje się często bezkręgowce, najczęściej owady i pajęczaki, jak również pierwotniaki. Niektóre pierwotniaki (bada się np. orzęski i ameby skorupowe) są wrażliwymi bioindykatorami reagującymi na stosowanie pestycydów, herbicydów i fungicydów oraz na odmienne systemy upraw. Zmiany wywołane stosowaniem środków ochrony roślin i intensywną gospodarką skutkują spadkiem liczebności i ograniczeniem składu gatunkowego pierwotniaków, szczególnie ameb¹³⁶.

Niektórzy badacze do oceny bioróżnorodności agroekosystemów wykorzystują dżdżownice. Ich skład gatunkowy, liczba i biomasa zmieniają się nie

¹³² C. Bockstaller i in. (2011), *Assessing biodiversity in...*, jw., s. 139; B. Feledyn-Szewczyk (2014), *Bioróżnorodność roślin jako...*, jw., s. 172; H. Kruk (2014), *Przegląd wybranych metod...*, jw., s. 51.

¹³³ K. Musiał, B. Grygierzec (2017), *Mozaikowość siedlisk i różnorodność florystyczna na terenie rolniczej gminy Sędziszów*, „Fragmenta Agronomica”, nr 34(2), s. 57-64.

¹³⁴ E. Roo-Zielińska, J. Solon, M. Degórski (2007), *Ocena stanu i przekształceń...*, jw., s. 47-48.

¹³⁵ J. Kapeluszy, M. Haliniarz (2010), *Ekspansywne i zagrożone...*, jw., s. 27.

¹³⁶ W. Foissner (1997), *Protozoa as bioindicators in agroecosystems, with emphasis on farming practices, biocides and biodiversity*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 62, s. 96-102.

tylko w zależności od typu siedliska czy rodzaju gleby, ale także wskutek stosowania różnych metod upraw (rodzajów orki, nawożenia, stosowania środków ochrony roślin, metali ciężkich). Dżdżownice są uznawane za dobry wskaźnik prowadzonej gospodarki rolnej (szczególnie w porównaniach: rolnictwo organiczne i konwencjonalne), mogą być także wykorzystywane do oceny bioróżnorodności na wyższych poziomach: im bardziej urozmaicony krajobraz, tym więcej różnych siedlisk, co przyczynia się również do zwiększenia liczebności i bogactwa gatunkowego¹³⁷.

Na poziomie pola czy gospodarstwa rolnego, a także przy porównywaniu agroekosystemów dwóch obiektów (np. pól) najczęściej stosuje się jednak badanie liczebności i bogactwa gatunkowego bezkręgowców, szczególnie pająków i owadów. Stwierdzono zależność między występowaniem i wielkością pająków oraz strukturą i wielkością ich sieci a intensywnością gospodarki rolnej czy stosowaniem pestycydów¹³⁸. Można również analizować występowanie, liczebność i skład gatunkowy owadów, które występują w różnych biotopach. Często stosowane jako bioindykatory są chrząszcze z rodziny biegaczowatych – niewyspecjalizowane drapieżniki, które żywią się różnym pokarmem, m.in. owadami, w tym szkodnikami pól uprawnych. Obecność biegaczowatych, ich rozmiary ciała i różnorodność gatunków (bogactwo gatunkowe) zależą od warunków życia, w tym od intensywności gospodarki rolnej oraz stosowania pestycydów i herbicydów. Chrząszcze z tej rodziny są wykorzystywane do oceny jakości gleby, rodzajów rolnictwa (tradycyjne lub organiczne) oraz intensywności gospodarki rolnej (związek między możliwością pozyskania pokarmu a warunkami bytowymi). Stwierdzono również zależność między wielkością pola a liczbą gatunków tych owadów. Niektórzy autorzy podważają jednak przydatność wykorzystania tylko i wyłącznie biegaczowatych do oceny różnorodności biologicznej, postulując równoczesną analizę innych owadów i/lub pająków. Badania wykazują, że istnieje współzależność między występowaniem i liczebnością takich bezkręgowców jak: pszczoły, osy, mrówki i pluskwiaki różnoskrzydłe a ogólnym poziomem agrobioróżnorodności¹³⁹. Z tego powodu wielu badaczy, ocenia-

¹³⁷ M.G. Paoletti (1999), *The role of earthworms for assessment of sustainability and as bio-indicators*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 74(1-3), s. 148-153.

¹³⁸ W. Büchs (2003), *Biodiversity and agri-environmental indicators – general scopes and skills with species reference to the habitat level*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 98, s. 44-45.

¹³⁹ C. Bockstaller i in. (2011), *Assessing biodiversity in...*, jw., s. 138-139; W. Büchs (2003), *Biodiversity and agri-environmental...*, jw., s. 44-54; P. Duelli (1997), *Biodiversity evaluation...*, jw., s. 85; M. Grabowski, P.K. Bereś, Z.T. Dąbrowski (2010), *Charakterystyka wybranych gatunków biegaczowatych (Coleoptera: Carabidae) pod kątem ich przydatności do oceny ryzyka i monitoringu uwalniania GMO do środowiska*, „Progress in Plant Protection”, nr 50(4), s. 1603-1605; A. Kosewska, K. Nijak (2012), *Analiza struktur zgrupowań*

jąc różnorodność biologiczną, bada zespoły bezkręgowców, np. wybrane stawonogi: biegaczowate, pająki, muchówki, pluskwiaki różnoskrzydłe, które wykazują korelację z ogólnym bogactwem gatunkowym agroekosystemu¹⁴⁰.

Do oceny agrobioróżnorodności stosuje się zwierzęta kręgowce lub łącznie (wybrane bezkręgowce i kręgowce). Światowy Fundusz na Rzecz Przyrody (*World Wide Fund for Nature*, dawniej: *World Wildlife Fund*, WWF) przygotowując *Living Planet Report* monitoruje występowanie ptaków (126 gatunków), a w niektórych przypadkach motyli (17 gatunków – badanie dotyczyło wybranych krajów europejskich) na pastwiskach i łąkach w skali poszczególnych kontynentów i świata¹⁴¹. Wskaźnik liczebności ptaków pospolitych krajobrazu rolniczego dla Europy (*European Farmland Bird Index*, EFBI) obliczono zgodnie z metodą Eurostatu. Analizie poddano zmiany liczebności 39 gatunków ptaków stanowiących zespoły (awicenozy) typowe dla terenów uprawnych, których obecność zależy od stosowanych metod upraw, intensyfikacji gospodarki rolnej, wykorzystywania pestycydów, zachowania pól zbiorowisk nieuprawnych itp. Warto zwrócić uwagę na fakt, iż liczba analizowanych gatunków jest różna w poszczególnych krajach z uwagi na odmienne zasięgi geograficzne występowania gatunków ptaków¹⁴². Olivier Keichinger analizował zaś zmiany różnorodności biologicznej terenów rolniczych na podstawie zmian liczebności wybranych ptaków i ssaków: bażantów, kuropatw, zajęcy szaraków i dzikich królików¹⁴³.

Ocena różnorodności biologicznej na terenach rolniczych może być prowadzona na podstawie analizy występowania wielu różnych gatunków roślin oraz zwierząt (bezkęgowców i kręgowców). Taką kompleksową metodę oceny różnorodności biologicznej krajobrazu rolniczego zastosowali Simon Butler i współautorzy¹⁴⁴. Na podstawie przeprowadzonych badań występowania 14 gatunków trzmieli, 23 gatunków motyli, 63 gatunków ptaków, 44 gatunków

biegaczowatych (Col., Carabidae) w integrowanej i ekologicznej uprawie ziemiaka. Komunikat, Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin, nr 265, s. 158-160.

¹⁴⁰ P. Duelli (1997), *Biodiversity evaluation in...*, jw., s. 84-87.

¹⁴¹ WWF (2016), *Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era*, Gland, s. 26-27.

¹⁴² B. Dulisz (2013), *Ptaki jako wskaźniki stanu środowiska [w:] Biologiczne metody oceny stanu środowiska. Tom 1: Ekosystemy lądowe*, red. naukowa M. Dynowska i H. Ciecierska, Wydawnictwo Mantis, Olsztyn, s. 235-238, 249-253; P. Scholefield, L. Firbank, S. Butler, K. Norris, L.M. Jones, S. Petit (2011), *Modelling the European Farmland Bird Indicator in response to forecast land-use change in Europe*, „Ecological Indicators”, nr 11, s. 47-49.

¹⁴³ O. Keichinger (2001), *Evaluation de l'impact des pratiques agricoles d'exploitations de grandes cultures sur la valeur cynegétique à l'aide d'indicateurs agro-écologiques*, Doctorat INPL-ENSAIA, Nancy, przytoczono za: C. Bockstaller i in. (2011), *Assessing biodiversity in...*, jw., s. 141.

¹⁴⁴ S.J. Butler, D. Brooks, R.E. Feber, J. Storkey, J.A. Vickery, K. Norris (2009), *A cross-taxonomic index for quantifying the health of farmland biodiversity*, „Journal of Applied Ecology”, nr 46, s. 1155-1159.

ssaków i 192 gatunków uprawnych roślin dwuliściennych w Wielkiej Brytanii dokonali oni kompleksowej oceny punktu zrównoważenia oraz wskaźnika stanu bioróżnorodności. Punkt zrównoważenia (*point of sustainability*, POS) zdefiniowano jako maksymalny poziom ryzyka¹⁴⁵ dla krajobrazu rolniczego, przy którym krajowe populacje wybranych gatunków pozostają stabilne. Indeks stanu bioróżnorodności został ustalony po określeniu dla danego gatunku zrównoważenia zgodnie ze wzorem: $(POS - \text{ustandaryzowane ryzyko}^{146})/POS$.

Adam Berbeć i współautorzy do określenia poziomu różnorodności biologicznej również zastosowali system wskaźników mieszanych: roślin segetalnych (chwastów pól uprawnych) i owadów prostoskrzydłych¹⁴⁷. W przypadku roślin oszacowano liczbę gatunków, ich liczebność oraz frekwencję dominujących gatunków. Przy analizie owadów uwzględniono ich bogactwo gatunkowe i liczebność gatunków. Następnie zbadano korelację między liczebnością chwastów i owadów oraz przeanalizowano ich występowanie w zależności od typu uprawy (organiczne i konwencjonalne).

Philippe Jeanneret i współautorzy do oceny różnorodności biologicznej wykorzystali aż 11 grup bioindykatorów¹⁴⁸. Były to gatunki roślin oraz różnych zwierząt: pająków, owadów (biegaczowate, pszczoły i trzmiele, motyle i owady prostoskrzydłe), ślimaków, płazów, ptaków i małych ssaków. Ich występowanie i liczebność zależą od siedliska (pola uprawne, łąki i pastwiska, siedliska półnaturalne) oraz stosowanych metod upraw. Wpływ każdej z metod upraw i danego typu siedliska na różnorodność biologiczną były oceniany w skali punktowej (od 1: negatywny do 5: pozytywny). Z uwagi na nieporównywalność siedlisk (tereny uprawne i siedliska półnaturalne) stworzono również system współczynników (od 1 do 10) dla każdego siedliska i osobny system (od 0 do 10) dla sto-

¹⁴⁵ Ryzyko oszacowano w skali od 0 (brak) po wysokie (3 lub 6 w zależności od taksonu) dla poszczególnych gatunków. Przy określaniu ryzyka brano pod uwagę np. możliwość gniazdowania, dostęp do pokarmu (w siedliska, które zapewniają żywność i schronienie) czy wymagania glebowe w przypadku roślin. Dla gatunków, których populacja zwiększała się, ryzyko uznano za równe zero [S.J. Butler i in. (2009), *A cross-taxonomic index...*, jw., s. 1155-1159].

¹⁴⁶ Ustandaryzowane ryzyko zdefiniowano jako wartość, przy której roczne tempo wzrostu populacji danego gatunku wynosi zero lub (w przypadku braku dokładnych danych o liczebności populacji) jako punkt, w którym prawdopodobieństwo wzrostu lub utrzymania niezmiennego poziomu populacji jest większe od prawdopodobieństwa zmniejszenia (lub możliwego zmniejszenia) populacji [Tamże, s. 1157].

¹⁴⁷ A. Berbeć, P. Radzikowski, J. Stalenga, B. Feledyn-Szewczyk, I. Hajdamowicz, M. Stańska (2013), *Ocena różnorodności flory segetalnej i owadów prostoskrzydłych w zbożach ozimych uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym*, „Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie”, t. 13, z. 4, s. 7-14.

¹⁴⁸ P. Jeanneret, D.U. Baumgartner, R.F. Knuchel, B. Koch, G. Gaillard (2014), *An expert system for integrating biodiversity into agricultural life cycle assessment*, „Ecological Indicators”, nr 46, s. 225-229.

sowanych metod gospodarowania (użytkowania i nawożenia). Ostateczny wynik dla danej grupy gatunków wskaźnikowych był liczony jako średnia dla tych dwóch parametrów, a następnie zagregowany w celu ustalenia poziomu bioróżnorodności po uwzględnieniu udziału danej grupy gatunków w łańcuchach pokarmowych i bogactwa gatunkowego.

* * *

Do oceny różnorodności biologicznej wykorzystywane są zatem wybrane bezkręgowce, kręgowce (ptaki, niektóre ssaki) oraz dwie grupy roślin: typowe dla siedlisk półnaturalnych oraz te rosnące na polach uprawnych (chwasty). W przypadku bezkręgowców oceny dokonuje się analizując występowanie bioindykatorów wskazujących na stan gleby (pierwotniaki, roztocza, dżdżownice), owady zapylające (pszczoły, trzmiele, osy, motyle) i drapieżniki (biegaczowate, mrówki, pająki). Należy podkreślić, że te gatunki zwierząt traktowane są przez OECD, w porównaniach międzynarodowych, jako wskaźnikowe do oceny bioróżnorodności obszarów rolniczych. Do tego typu zestawień OECD używa dwóch głównych wskaźników identyfikowanych na poziomie krajów: populacji dziko żyjących gatunków, które obszary rolnicze traktują jako swoje główne siedlisko, oraz populacji wybranych gatunków ptaków gniazdujących lub bytujących, w tym żerujących na terenach rolniczych¹⁴⁹.

Metody oceny bioróżnorodności bazujące na analizie występowania oraz liczebności poszczególnych gatunków wskaźnikowych należą do najczęściej stosowanych w praktyce, szczególnie w odniesieniu do wybranego pola, pastwiska czy gospodarstwa rolnego. Można jednak badać agrobioróżnorodność na poziomie regionu lub kraju – albo w oparciu o bioindykatory, albo sprawdzając strukturę siedlisk (ekosystemów) lub krajobrazów rolniczych.

4. Ocena różnorodności biologicznej na terenach rolnych – krajobraz rolniczy (ekosystemy)

W skali lokalnej czy regionalnej nie jest możliwa dokładna ocena bioróżnorodności każdego pola uprawnego, łąki, pastwiska i innych zbiorowisk roślinnych. Do oceny różnorodności krajobrazu rolniczego (mozaikowatości tworzących go zbiorowisk roślinnych) wykorzystuje się różne modele¹⁵⁰. Przy ocenie krajobrazu można wyróżnić mierniki kompozycji krajobrazu (np. liczba typów płatów, ich powierzchnia, wskaźnik równomierności) oraz konfiguracji krajobrazu (np. kontrastowość, stopień izolacji), określane również jako tzw. „metryki krajobrazowe”.

¹⁴⁹ OECD (2008), *Environmental Performance of...*, jw., s. 146-148.

¹⁵⁰ E. Roo-Zielińska, J. Solon, M. Degórski M. (2007), *Ocena stanu i przekształceń...*, jw., s. 107-113.

Do oceny różnorodności biologicznej obszarów rolniczych, w których występują przeplatające się płaty siedlisk (zbiorowisk roślinnych), można stosować następujące parametry:

- zmienność siedlisk – mierzoną liczbą rodzajów biotopów występujących na badanym obszarze; przyjmuje się, że im większa liczba biotopów, tym wyższa bioróżnorodność;
- różnorodność siedlisk – szacowaną na podstawie liczby płatów różnych siedlisk oraz długości ekotonu na badanym terenie; im wyższy poziom mozaikowatości, tym większa różnorodność biologiczna;
- proporcję powierzchni zajmowanych przez ekosystemy naturalne (niezmienione), półnaturalne i obszary intensywnie uprawiane¹⁵¹.

Do oceny różnorodności biologicznej wykorzystywane są również wskaźniki krajobrazowe, które dotyczą trzech poziomów:

- szczegółowego (płaty roślinności);
- ogólnego – gdzie podstawową jednostką jest katena geoeekologiczna (jednostka przestrzenna¹⁵²);
- ogólnego – dla gminy¹⁵³.

Badania mogą być prowadzone nie na całym wyznaczonym obszarze, ale na wybranych, reprezentatywnych powierzchniach próbnych, np. kwadratach¹⁵⁴.

Zgodnie z *Konwencją o różnorodności biologicznej* agrobioróżnorodność może być również mierzona udziałem terenów zajętych przez uprawy prowadzone zgodnie z założeniami zrównoważonego rolnictwa, wielkością lub wartością tak powstałej produkcji rolnej, czy powierzchnią siedlisk naturalnych lub półnaturalnych w krajobrazie rolniczym¹⁵⁵. W celu ustalenia poziomu agrobioróżnorodności można także określić w regionie udział procentowy powierzchni zajmowanej przez: uprawy organiczne, obszary objęte programem rolnośrodowiskowym, obszary o wysokich walorach przyrodniczych, tereny intensywnie

¹⁵¹ P. Duelli (1997), *Biodiversity evaluation in...*, jw., s. 87-89.

¹⁵² Katena – to układ gradientów środowiskowych (geokompleks złożony z ekotopów). Można analizować pojedyncze kateny (np. stok wzniesienia) lub ich kompleksy (kateny złożone).

¹⁵³ E. Roo-Zielińska, J. Solon, M. Degórski (2011), *Wykorzystanie wskaźników ekologicznych do oceny stanu i zmian środowiska geograficznego* [w:] *Priorytety badawcze i aplikacyjne geografii polskiej*, red. naukowa Z. Długosz i T. Rachwał, Wydawnictwo Naukowe UP, Kraków, s. 54-55, 67-73.

¹⁵⁴ J. Jaroszewska (2016), *Efekty zewnętrzne w kontekście zapewnienia zróżnicowania biologicznego (zazielenienie)* [w:] *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym* [36]. *Internalizacja efektów zewnętrznych w rolnictwie – europejskie doświadczenia*, red. naukowa K. Prandecki, seria: Monografie Programu Wieloletniego 2015-2019, nr 42, IERiGŻ-PIB, Warszawa, s. 41; K. Musiał, B. Grygierzec (2017), *Mozaikowość siedlisk i różnorodność...*, jw., s. 57.

¹⁵⁵ N. Dudley, D. Baldock, R. Nasi, S. Solton (2005), *Measuring biodiversity and sustainable management in forests and agricultural landscapes*, „Philosophical Transactions of The Royal Society B, Biological Sciences”, nr 360, s. 456-467.

nawożone lub nawadniane, zajęte pod intensywną produkcję rolniczą czy powierzchnię ekosystemów półnaturalnych¹⁵⁶. Bada się również trendy zmian w czasie powierzchni takich obszarów.

Wskaźnik liczebności ptaków pospolitych krajobrazu rolniczego może być wykorzystany do oceny różnorodności biologicznej krajobrazu rolniczego, z uwagi na fakt, iż występowanie tych gatunków wiąże się z mozaikowością siedlisk (ptaki gnieźdzą się w zadrzewieniach czy zakrzewieniach śródpolnych a żerują na polach). Wykazano, że im większy udział pól ornych i mniejsza różnorodność siedlisk, tym mniejsze bogactwo gatunkowe i liczebność poszczególnych gatunków ptaków. Stwierdzono również zależność między różnorodnością awifauny a metodami upraw i intensyfikacją rolnictwa¹⁵⁷.

Badacze wykorzystują strukturę krajobrazu jako wskaźnik poziomu agrobioróżnorodności. W badaniach prowadzonych w Niemczech przez Jensa Daubera i współautorów¹⁵⁸ użyto dwóch typów zmiennych: dotyczących charakterystyki badanego płatu (siedliska), jak np. wielkość pola, typ gleby, zbiorowiska roślinne, oraz dotyczących samej struktury, w tym: heterogeniczność krajobrazu i otaczające powierzchnię próbną tereny (sklasyfikowane według form wykorzystania ziemi: tereny uprawne, łąki i pastwiska, ugory, lasy, tereny zurbanizowane). Różnorodność biologiczną powierzchni próbnej badano również na podstawie analizy występowania i liczebności wybranych bezkręgowców i roślin naczyniowych, co pozwoliło na ustalenie zależności między zróżnicowaniem krajobrazu a bogactwem gatunkowym.

Mozaikowość krajobrazu (siedlisk) jest ściśle związana z intensywnością gospodarki rolnej: im więcej płatów (fragmentów) różnych zbiorowisk roślinnych na danym obszarze (typowych dla rolnictwa ekstensywnego), tym większa różnorodność biologiczna. Rozmaitość w obrębie jednego, określonego siedliska to tzw. α -różnorodność, razem ze zmiennością na poziomie siedlisk (krajobrazów) stanowi γ -różnorodność, definiowaną jako całkowita liczba gatunków z uwzględnieniem ich przestrzennego rozmieszczenia. Krajobrazy rolnicze różnią się od siebie znacząco. Możliwe jest dobranie gatunku wskaźnikowego dla każdego typu krajobrazu i na tej podstawie dokonanie jego oceny, a następnie opracowanie miernika mozaikowości krajobrazu¹⁵⁹. Przykładowo, dla

¹⁵⁶ C. Bockstaller i in. (2011), *Assessing biodiversity in...*, jw., s. 140.

¹⁵⁷ B. Dulisz (2013), *Ptaki jako wskaźniki...*, jw., s. 249-257; P. Scholefield i in. (2011), *Modelling the European...*, jw., s. 47-51.

¹⁵⁸ J. Dauber, M. Hirsch, D. Simmerling, R. Waldhardt, A. Otte, V. Wolters (2003), *Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 98, s. 322-327.

¹⁵⁹ Wskaźnik ten można następnie odnieść również do poziomu różnorodności biologicznej na poziomie gatunkowym.

północnych Niemiec, dla krajobrazu rolniczego o silnej strukturze mozaikowej (wiele małych pól uprawnych, z dużą ilością stref ekotonowych, żywopłotów itp.), za gatunki wskaźnikowe uznano takie ptaki, jak trznadel zwyczajny lub cierniówka. Potrzeszcz i skowronek zaś – to gatunki typowe dla krajobrazu o średnim poziomie mozaikowości, tworzonego przez mniejszą liczbę pól o większej powierzchni. W przypadku silnie uproszczonego krajobrazu rolniczego, gdzie prowadzona jest intensywna gospodarka (duże pola, niewielka liczba, powierzchnia innych zbiorowisk), gatunkami wskaźnikowymi były występujące tam gęś zbożowa i żuraw zwyczajny¹⁶⁰.

Kolejną metodą oceny różnorodności biologicznej jest analiza obiektów i obszarów chronionych znajdujących się na badanym obszarze (np. w granicach gminy lub powiatu), takich jak: pomniki przyrody, użytki ekologiczne, stanowiska dokumentacyjne, zespoły przyrodniczo-krajobrazowe, obszary chronionego krajobrazu, parki krajobrazowe, rezerваты przyrody i obszary Natura 2000¹⁶¹. Warto jednak zwrócić uwagę, iż tego typu formy ochrony przyrody nie muszą jednak być zlokalizowane na terenach rolniczych, ale również np. w lasach czy w miastach (pomniki przyrody). Można więc przyjąć, iż powyższa metoda może być wykorzystywana jako pomocnicza, po wyłączeniu obiektów znajdujących się na terenach pozarolniczych.

Ogólną metodę do oceny ekosystemów rolniczych w skali kraju stosuje OECD. Monitoring zmian jest dokonywany na podstawie trzech wskaźników: (1) przekształceń netto terenów rolniczych na inne (np. pod zabudowę, zalesianie), (2) udziału rolniczych siedlisk półnaturalnych w ogólnej powierzchni użytków rolnych oraz (3) lokalizacji ważnych w skali kraju ostoi ptaków, gdzie prowadzona jest intensywna gospodarka rolna, powodująca duże zagrożenie lub silnie oddziałująca na funkcje ekosystemowe¹⁶².

Badania różnorodności biologicznej zarówno na podstawie analizy bioindykatorów, jak i stopnia naturalności krajobrazu daje korespondujące ze sobą wyniki¹⁶³. Obie te metody mogą więc, niezależnie od siebie, być wykorzystywane do oceny różnorodności biologicznej obszarów rolniczych.

¹⁶⁰ J. Hoffman, J.M. Geef (2003), *Mosaic indicators – theoretical approach for the development of indicators for species diversity in agricultural landscapes*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 98, s. 388-391.

¹⁶¹ N. Ratajczyk, A. Wolańska-Kamińska (2015), *Ochrona różnorodności biologicznej obszarów wiejskich w świetle zapisów gminnych programów ochrony środowiska*, „Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie”, t. 15, z. 3, s. 115-116.

¹⁶² OECD (2008), *Environmental Performance of...*, jw., s. 148-151, 154-158.

¹⁶³ R. Billeter, J. Liira, D. Bailey, R. Bugter, P. Arens, I. Augenstein, S. Aviron, J. Baudry, R. Bukacek, F. Burnel, M. Cerny, G. De Blust, R. De Cock, T. Diekötter, H. Dietz, J. Dirksen, C. Dormann, W. Durka, M. Frenzel, R. Hamersky, F. Hendrickx, F. Herzog, S. Klotz, B. Koolstra, A. Lausch, D. Le Coeur, J.P. Maelfait, P. Opdam, M. Roubalova, A. Schermann, N. Schermann,

5. Kompleksowe metody oceny różnorodności biologicznej w rolnictwie

Wielu autorów bada nie tylko występowanie wybranych gatunków, czy też urozmaicenie krajobrazu, ale stosuje zestawy wskaźników, a to umożliwia dokładniejszą, całościową ocenę różnorodności biologicznej na poziomie regionów lub krajów.

Regula Billeter i współautorzy dokonali oceny na wybranych, reprezentatywnych powierzchniach badawczych w różnych krajach świata. Analizowano dane w trzech głównych grupach:

1. Dane ogólne: nazwa kraju, taksonomiczne grupy gatunków (badano rośliny dwuliścienne, wybrane gatunki zwierząt: dżdżownice, pająki, dzikie pszczoły i trzmiele oraz ptaki), okres wegetacyjny, liczba powierzchni badawczych.
2. Parametry dotyczące intensywności gospodarki: różnorodność upraw, stosowanie nawozów, udział terenów intensywnie nawożonych, stosowanie pestycydów, ilość żywego inwentarza w gospodarstwie.
3. Parametry dotyczące krajobrazu: udział półnaturalnych siedlisk, różnorodność (liczba) półnaturalnych siedlisk, liczba płątów wybranych zbiorowisk nieleśnych (murawy, ziołorośla, łąki itp.) i płątów terenu zajętych przez półnaturalne zadrzewienia czy siedliska leśne, przeciętna wielkość takiego płątu oraz ich liczba na 100 ha, przeciętna gęstość siedlisk półnaturalnych, przeciętna odległość między takimi siedliskami, ich bliskość w badanym promieniu 5000 m oraz współczynnik obecności półnaturalnych elementów krajobrazu.

Analizę tę uzupełniono o badanie liczby gatunków roślin naczyniowych, w tym roślin zielnych i drzew, a także ptaków polnych, pająków, biegaczowatych, pluskwiaków i pszczół na wybranych, mniejszych poletkach badawczych¹⁶⁴.

Zgodnie z metodą stosowaną w projekcie badawczym BioBio dotyczącym oceny różnorodności biologicznej na poziomie gospodarstw rolnych (badanie przeprowadzono w różnych krajach europejskich) wykorzystano zestaw około 20 (w zależności od typu gospodarstwa) wskaźników przyporządkowanych do jednej z czterech grup:

1. Zróżnicowanie genetyczne inwentarza żywego i upraw – liczba i liczebność różnych ras zwierząt hodowlanych, liczba i liczebność poszczególnych odmian, pochodzenie uprawianych roślin.

T. Schmidt, O. Schweiger, J.M.J. Mulders, M. Speelmans, P. Simova, J. Verboom, W.K.R.E. van Wingerden, M. Zobel, P.J. Edwards (2008), *Indicators for biodiversity in agricultural landscapes: a pan-European study*, „Journal of Applied Ecology”, nr 45, s. 145-148; J. Dauber i in. (2003), *Landscape structure as...*, jw., s. 327; P. Duelli (1997), *Biodiversity evaluation in...*, jw., s. 88.

¹⁶⁴ R. Billeter i in. (2008), *Indicators for biodiversity...*, jw. s. 143-144.

2. Bogactwo gatunków – liczba dziko żyjących gatunków, ich liczebność i rozmieszczenie: rośliny naczyniowe, dzikie pszczoły i trzmiele (zapylacze), pająki i dżdżownice.
3. Różnorodność siedlisk – bogactwo siedlisk, zróżnicowanie siedlisk, przeciętna powierzchnia płatów zbiorowisk półnaturalnych i terenów upraw, długość elementów o charakterze liniowym (np. żywopłoty, aleje drzew, ciek wodne), różnorodność roślin uprawnych, udział procentowy powierzchni gospodarstwa zajętej przez zakrzewienia, siedliska leśne o małej powierzchni, kępy drzew i inne zadrzewienia śródpolne, udział procentowy siedlisk półnaturalnych.
4. Zarządzanie gospodarstwem – całkowite zużycie energii, ekstensyfikacja/intensyfikacja gospodarki rolnej, częstotliwość prowadzonych zabiegów polowych, powierzchnia na której zastosowano nawozy mineralne (azotowe), całkowity wkład azotu, wykorzystanie pestycydów, przeciętne zagęszczenie zwierząt hodowlanych oraz intensywność wypasu¹⁶⁵.

Badanie prowadzone na poziomie gospodarstw rolnych miało pięć etapów: wybór gospodarstwa, stworzenie mapy siedlisk, wyznaczenie pól i/lub siedlisk, z których pobierano próbki, zebranie i zbadanie bioindykatorów (występowania, liczebności) oraz wywiad z właścicielem gospodarstwa na temat metod hodowli oraz genetycznego zróżnicowania upraw i zwierząt hodowlanych.

OECD dla poszczególnych państw stosuje zaś uproszczoną metodę oceny różnorodności biologicznej, bazując na dwóch wskaźnikach: (1) udziale procentowym terenów zajętych pod uprawy organiczne w ogólnej powierzchni użytków rolnych oraz (2) udziale obszarów rolniczych objętych programami zarządzania bioróżnorodnością¹⁶⁶.

Możliwe jest również wielowymiarowe badanie różnorodności biologicznej na kilku poziomach: od ekotopu (powierzchnie próbne – kwadraty), przez pośredni, określane jako ekomozaikowy (płat przyrodniczy typowy dla danego krajobrazu) do ekoregionu (obszar o dużej powierzchni złożony z różnych typów krajobrazu). Ocena ekotypów jest dokonywana w oparciu o gatunki wskaźnikowe, w przypadku poziomu ekomozaikowego można analizować płaty poszczególnych ekotypów (skład gatunkowy i strukturę roślinności), ocena bioróżnorodności ekoregionów zaś jest prowadzona na podstawie tworzących go typów krajobrazu (mozaikowatość siedlisk – ich struktura i układ)¹⁶⁷.

¹⁶⁵ ART (2012) *Biodiversity indicators for...*, jw., s. 7-8, 25-28, 41-48, 52-54, 62, 66-68, 71-72, 76-77.

¹⁶⁶ OECD (2008), *Environmental Performance of...*, jw., s. 173-175.

¹⁶⁷ H. Nagendra, M. Gadgil (1999), *Biodiversity assessment at multiple scales: Linking remotely sensed data with field information*, „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America”, nr 96(16), s. 9154-9158.

Różnorodność biologiczna może stanowić część szerszej oceny rolnictwa, np. część oceny cyklu życia (*life cycle assessment*) w różnych typach upraw (intensywnym, ekstensywnym lub organicznym). Guido Haas, Frank Wetterich i Ulrich Köpke do kompleksowej oceny gospodarki prowadzonej w wybranych fermach mleczarskich zastosowali następujące kategorie: zużycie energii i minerałów, potencjał emisji gazów cieplarnianych, funkcje gleb, jakość wód, toksyczność (stosowanie środków ochrony roślin), hodowla zwierząt, estetyka krajobrazu oraz bioróżnorodność. Ta ostatnia była oceniana na podstawie liczby gatunków występujących na łąkach i pastwiskach, i daty pierwszego pokosu oraz obecności żywoplotów i miedz śródpolnych (zbiorowisk okrajkowych) na badanych obszarach¹⁶⁸.

Jest wiele różnych metod oceny różnorodności biologicznej w rolnictwie, stosowanych w zależności od przyjętych celów analizy, skali oceny oraz specjalizacji badaczy. Aby prawidłowo ustalić stan zachowania różnorodności biologicznej, należy brać pod uwagę zarówno różnorodność genetyczną roślin uprawnych i zwierząt gospodarskich, jak i różnorodność gatunków dziko żyjących oraz ekosystemów stanowiących ich miejsca bytowania.

6. Ocena różnorodności biologicznej w rybołówstwie

W dokumentach strategicznych na poziomie Unii Europejskiej, w tym w *Traktacie o funkcjonowaniu Unii Europejskiej*, jak również w analizach statystycznych, rolnictwo jest często łączone z rybołówstwem¹⁶⁹. Z tego powodu warto przedstawić założenia dotyczące oceny różnorodności biologicznej i zachowania ekosystemów w rybołówstwie oraz gospodarce morskiej. W *Strategii ochrony bioróżnorodności* przyjęto m.in. konieczność utrzymania zasobów ryb oraz odpowiednie nimi gospodarowanie tak, aby nie zagrażała trwałości występowania poszczególnych gatunków ryb, liczebności ich lokalnych populacji (stad) oraz nie naruszyć równowagi ekologicznej ekosystemów morskich. Oznacza to również unikanie wprowadzania obcych geograficznie gatunków do danego akwenu¹⁷⁰.

Ocena różnorodności biologicznej morskiej może być dokonywana na poziomie genetycznym (stosunkowo rzadko), gatunkowym, siedliskowym lub ekosystemowym. W analizach dotyczących zachowania różnorodności biologicznej,

¹⁶⁸ G. Haas, F. Wetterich, U. Köpke (2001), *Comparing intensive, extensive and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 83, s. 44-45.

¹⁶⁹ Rybołówstwo oznacza poławianie ryb w morzach i oceanach, podczas gdy rybactwo oznacza hodowlę i połów ryb w wodach słodkich i słonych.

¹⁷⁰ J. Sienkiewicz (2013), *Ochrona różnorodności biologicznej w krajach UE do 2020 r. – nowa strategia europejska*, „Polish Journal of Agronomy”, nr 14, s. 47-49.

prawidłowego funkcjonowania ekosystemów wód słonych i zrównoważonego zarządzania rybołówstwem najczęściej stosuje się wskaźniki dotyczące całkowitej biomasy, struktury troficznej ekosystemu, obecności zagrożonych gatunków bądź siedlisk, reprezentatywności (lub unikatowości) składu gatunkowego, etapów sukcesji (z ewentualnym uwzględnieniem stanu degradacji lub stanu pożądanego)¹⁷¹. Najczęściej rozpatrywaną kwestią jest wpływ rybołówstwa na zachowanie różnorodności biologicznej¹⁷².

Badacze, analizując stan zachowania różnorodności biologicznej, do oceny stosują wybrane gatunki, na przykład same bezkręgowce lub tylko wybrane bezkręgowce: jednokomórkowe eukarionty stanowiące fitoplankton czy orzęski¹⁷³. Inni badacze zaś wybierają kręgowce. W tym przypadku można określić ich status (gatunki rodzime: niezagrożone, narażone, zagrożone wyginięciem, wymagające specjalnego traktowania itp. oraz gatunki inwazyjne)¹⁷⁴. Poławiane ryby również mogą być wykorzystywane do oceny morskiej różnorodności biologicznej. Pod uwagę, poza składem gatunkowym i liczebnością ryb, można brać również udział dużych gatunków ryb w danym ekosystemie czy długość i wagę złowionych ryb danego gatunku¹⁷⁵.

Analizować można zmiany (mierzone wielkością poławianej biomasy) zachodzące w populacjach nie tylko ryb, ale również innych gatunków, które są

¹⁷¹ T.J. Done, R.E. Reichelt (1998), *Integrated coastal zone and fisheries ecosystem management: generic goals and performance indices*, „Ecological Applications”, nr 8(1), supplement, s. 112-116.

¹⁷² P.S. Levin, I. Kaplan, R. Grober-Dunsmore, P.M. Chittaro, S. Oyamada, K. Andrews, M. Mangel (2009), *A framework for assessing the biodiversity and fishery aspects of marine reserves*, „Journal of Applied Ecology”, nr 46, s. 736-739; W.J.F. Le Quesne, S. Jennings (2012), *Predicting species vulnerability with minimal data to support rapid risk assessment of fishing impacts on biodiversity*, „Journal of Applied Ecology”, nr 49, s. 20-21.

¹⁷³ M. Obst, S. Vicario, K. Lundin, M. Berggren, A. Karlsson, R. Haines, A. Williams, C. Goble, C. Mathew, A. Güntsch (2017), *Marine long-term biodiversity assessment suggests loss of rare species in the Skagerrak and Kattegat region*, „Marine Biodiversity”, s. 2; M. Poulin, N. Daugbjerg, R. Gradinger, L. Ilyash, T. Ratkova, C. von Quillfeldt (2011), *The pan-Arctic biodiversity of marine pelagic and sea-ice unicellular eukaryotes: a first attempt assessment*, „Marine Biodiversity”, nr 41, s. 15-16; H. Xu, Y. Jiang, K.A.S. Al-Rasheid, S.A. Al-Farraj, W. Song (2011), *Application of an indicator based on taxonomic relatedness of ciliated protozoan assemblages for marine environmental assessment*, „Environmental Science and Pollution Research”, nr 18(7), s. 1214-1215.

¹⁷⁴ P. Archambault, P.V.R. Snelgrove, J.A.D. Fisher, J.-M. Gagnon, D.J. Garbary, M. Harvey, E.L. Kenchington, V. Lesage, M. Levesque, C. Lovejoy, D.L. Mackas, C.W. McKindsey, J.R. Nelson, P. Pepin, L. Piché, M. Poulin (2010), *From sea to sea: Canada's three oceans biodiversity*, PLOS ONE, nr 5(8), s. 5.

¹⁷⁵ J. Cotter, S. Rogers, J. Ellis, S. Mackinson, N. Dulvy, J. Pinnegar, S. Jennings, S. Greenstreet (2007), *Marine Ecosystem Integrity: development of a marine trophic Index for UK waters and recommendations for further indicator development*, Cefas contrast report C3140, Natural Environment Group, Science Division, Defra, Bristol, s. 23-27, 46-49.

gospodarczo pozyskiwane, np. krewetek i krabów¹⁷⁶. Zmiany w poziomie różnorodności biologicznej łowisk można rozpatrywać na podstawie danych dostarczanych przez rybaków, pozyskanych w trakcie indywidualnych wywiadów (ankiety z pytaniami zamkniętymi lub otwartymi). Tego typu badanie umożliwia m.in. ustalenie zmian w składzie gatunkowym, liczebności poszczególnych gatunków ryb, zmiany zasięgu ich występowania¹⁷⁷.

Do oceny różnorodności biologicznej w rybołówstwie wykorzystuje się również analizę występowania wybranych gatunków wskaźnikowych lub uznanych za kluczowe czy sztandarowe (osłonowe). Są to np. wybrane ptaki i ssaki morskie. Dodatkowo bada się stan zachowania kluczowych dla funkcjonowania siedlisk i ich bogactwo gatunkowe oraz dokonuje się oceny głównych grup taksonomicznych ryb¹⁷⁸. Fundacja WWF, konstruując wskaźnik żyjącej planety dla mórz i oceanów (*Marine Living Planet Index*), bazowała na ocenie zmian liczebności 6170 monitorowanych populacji spośród 1353 gatunków morskich (ryb, gadów, ptaków i ssaków) na świecie¹⁷⁹.

W przypadku ekosystemów wód morskich można prowadzić kompleksowe badanie bioróżnorodności (zmiany w składzie gatunkowym i liczebności poszczególnych gatunków tworzących dany ekosystem), w którym uwzględnia się wszystkie grupy taksonomiczne od mikroobów, przez fitoplankton, makroglony, zooplankton, bezkręgowce, ryby i ptaki po ssaki morskie. Tego typu całościowa analiza jest jednak trudna do przeprowadzenia z uwagi na częste braki danych dotyczących składu gatunkowego mikroobów lub planktonu. Można również rozpatrywać obecność lub brak pewnych ekosystemów, jak np. klify, zatoeki, estuaria, piaszczyste ławice podmorskie, skupiska trawy morskiej, rafy koralowe i skaliste (kamieniste)¹⁸⁰.

¹⁷⁶ A. Mohapatra, R.J. Mohanty, S.K. Mohanty, K.S. Bhatta, N.R. Das (2007), *Fisheries enhancement and biodiversity assessment of fish, prawn and mud crab in Chilika lagoon through hydrological intervention*, „Wetlands Ecology and Management”, nr 15, s. 234-236.

¹⁷⁷ M. Coll, M. Carreras, C. Ciercoles, M.-J. Cornax, G. Gorelli, E. Morote, R. Sáez (2014), *Assessing Fishing and Marine Biodiversity Changes Using Fishers' Perceptions: The Spanish Mediterranean and Gulf of Cadiz Case Study*, PLOS ONE, nr 14(9), s. 2-9.

¹⁷⁸ V. Kripa, R. Narayanakumar, K.S. Mohamed (2014), *UN Global Marine Assessment – Food Security – India. Report for the Workshop*, Chennai, s. 15.

¹⁷⁹ WWF (2016), *Living Planet Report...*, jw., s. 38-39.

¹⁸⁰ P. Archambault i in. (2010), *From sea to...*, jw., s. 5, 14; A.E. Elhaweet, M.R. Fishar, Y. Geneid, E. Abdel-Moula (2011), *Assessment of fisheries and marine bio-diversity of Sallum Gulf, Egypt*, „International Journal of Environmental Science and Engineering”, nr 1, s. 22-26; J.S. Gray (1997), *Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs*, „Biodiversity and Conservation”, nr 6, s. 157-159; B.S. Halpern, S. Walbridge, K.A. Selkoe, C.V. Kappel, F. Micheli, C. D'Agrosa, J.F. Bruno, K.S. Casey, C. Ebert, H.E. Fox, R. Fujita, D. Heinemann, H.S. Lenihan, E.M.P. Madin, M.T. Perry, E.R. Selig, M. Spalding, R. Steneck, R. Watson

Metody oceny stanu zasobów naturalnych i różnorodności biologicznej zastosowano również przy sporządzaniu *Studium Uwarunkowań Zagospodarowania Przestrzennego Polskich Obszarów Morskich*. Uwzględniono zarówno kryteria ilościowe (liczebność gatunków, ich biomasa i bogactwo), jak i kryteria jakościowe dotyczące gatunków lub siedlisk. Do tych ostatnich zaliczono stopień zachowania siedliska (naturalność) i rzadkość występowania (unikatowość) gatunku lub siedliska, obecność gatunków i/lub siedlisk chronionych albo uznanych za rzadkie oraz ich istotność dla przebiegu procesów ekologicznych. Poza wymiarem przestrzennym brano pod uwagę wymiar czasowy, czyli np. obecność wybranych gatunków kręgowców w danych porach roku, w określonych rejonach, stanowiących ich miejsca rozrodu, odpoczynku czy żerowania¹⁸¹.

Rozbudowaną listę wskaźników do oceny różnorodności biologicznej Morza Bałtyckiego opracowano w ramach projektu *The Life MARMONI*. Zgodnie z przyjętą metodyką analizowane są m.in. takie czynniki, jak: liczba gatunków, rozmieszczenie roślinności pod względem głębokości, pokrycie dna glonami, stabilność zbiorowisk, bogactwo gatunkowe, poziom troficzny, mierniki dotyczące połowów i wiele innych. Wskaźniki opracowano dla różnych grup organizmów żywych, roślin i zwierząt. Do oceny różnorodności biologicznej zastosowano trójpoziomowy układ indykatorów: od poziomu gatunku (oceniane jest rozmieszczenie gatunków, wielkość i kondycja populacji) przez poziom siedlisk (rozmieszczenie, rozmiar i ich stan zachowania) do poziomu ekosystemów (badanie struktury: układu i proporcji składników)¹⁸².

We wszystkich tych metodach można prowadzić monitoring zmian rozmieszczenia i liczebności poszczególnych gatunków¹⁸³. W przypadku badania różnorodności biologicznej w rybołówstwie, uzyskane wyniki można porównywać z rezultatami dla podobnych akwenów, które są objęte ochroną (morskimi obszarami chronionymi) lub gdzie pozyskuje się mało ryb lub nie łowi ich w ogóle¹⁸⁴.

(2008), *A global map of human impact on marine ecosystems*, „Science”, nr 319(5865), s. 949-951; M. Obst i in. (2017), *Marine long-term biodiversity...*, jw., s. 2-5.

¹⁸¹ *Studium Uwarunkowań Zagospodarowania Przestrzennego Polskich Obszarów Morskich wraz z analizami przestrzennymi* (2015), red. naukowa J. Zaucha i M. Matczak, Instytut Morski w Gdańsku, Gdańsk, s. 61-66, 71, 75.

¹⁸² MARMONI (2015) *The MARMONI approach to marine biodiversity indicators. Volume II: List of indicators for assessing the state of marine biodiversity in the Baltic Sea developed by the Life MARMONI Project*, Report Series, nr 16, University of Tartu, Estonian Marine Institute, Tallinn, s. 3-6, 161-166;

Methodological guidelines for the demonstration of the biodiversity assessment (2011), s. 22-28. [<http://marmoni.balticseaportal.net/wp/wp-content/uploads/2011/03/Methodological-guidelines.pdf>].

¹⁸³ A. Mohapatra i in. (2007), *Fisheries enhancement and ...*, jw., s. 236-240; WWF (2016), *Living Planet Report...*, jw., 38-39; V. Kripa i in. (2014), *UN Global Marine...*, jw., s. 15.

¹⁸⁴ P.S. Levin i in. (2009), *A framework for...*, jw., s. 736-739.

Rozdział IV

NARZĘDZIA WSPARCIA OCHRONY RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ W PRZESTRZENI ROLNICZEJ

Komunikat Komisji Europejskiej określający kierunki rozwoju wspólnej polityki rolnej do 2020 roku wskazuje, wśród dwóch innych głównych zadań do wypełnienia w najbliższych latach, na zapewnienie trwałości ekologicznej (*ecological sustainability*)¹⁸⁵. Trwałość ekologiczną można zdefiniować jako *zdolność ekosystemów do utrzymania ich podstawowych funkcji i procesów oraz zachowania w pełnym wymiarze ich bioróżnorodności w długim okresie*¹⁸⁶. Pojęcie trwałości ekologicznej ma zasadnicze znaczenie dla istoty kategorii rozwoju zrównoważonego¹⁸⁷, który z kolei leży w centrum zainteresowań badań prowadzonych w Instytucie Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej – Państwowym Instytucie Badawczym.

Niezależnie od długotrwałej debaty na temat precyzyjnego określenia koncepcji rozwoju zrównoważonego istnieje szeroki konsens w tej sprawie, że działalność gospodarcza powinna być spójna z:

- użyciem odnawialnych zasobów naturalnych zapewniającym trwałość;
- ochroną właściwości i funkcji ekosystemów;
- zachowaniem różnorodności biologicznej;
- utrzymaniem szkodliwych emisji poniżej krytycznego progu, tj. zdolności asymilacyjnej;
- unikaniem nieodwracalnych zniszczeń w środowisku i przyrodzie¹⁸⁸.

Konieczność zapewnienia trwałości ekologicznej wynika także z imperatywu sprostania czterem wyzwaniom: emisji gazów cieplarnianych, wyjałowieniu gleby, jakości wody i powietrza, ochronie siedlisk przyrodniczych i ochronie różnorodności biologicznej¹⁸⁹. Wyzwania te mają być podjęte przez zrównoważoną gospodarkę zasobami naturalnymi i działania klimatyczne. Te dwa ostatnie

¹⁸⁵ Komisja Europejska (2010), Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, WPR do 2020 r.: sprostac wyzwaniom przyszłości związanym z żywnością, zasobami naturalnymi oraz aspektami terytorialnymi, KOM 672 wersja ostateczna, Bruksela.

¹⁸⁶ <http://www.businessdictionary.com/definition/ecological-sustainability.html>.

¹⁸⁷ P. Jeżowski (2012), *Rozwój zrównoważony i jego nowe wyzwania*, „Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego, Studia i Prace”, nr 2, SGH, Warszawa, s. 99-124.

¹⁸⁸ P. Mulder, J.C.J.M. van der Bergh (2001), *Evolutionary economics theories of sustainable development*, „Growth and Change”, nr 32, s. 110-134.

¹⁸⁹ Komisja Europejska (2010), Komunikat Komisji do..., jw.

należy rozumieć jako ogólne narzędzia wdrażania trwałości ekologicznej. Różnorodność biologiczna i jej zachowanie jest więc skutkiem trwałości ekologicznej i rozwoju zrównoważonego.

Julian Krzyżanowski, we wcześniejszym opracowaniu¹⁹⁰, zaproponował podział instrumentów zrównoważonego rozwoju rolnictwa na: akty prawne (przepisy i normy), instrumenty wsparcia bezpośredniego (subwencje), ekonomiczne (podatki i opłaty), środki handlowe, badania naukowe oraz edukację ekologiczną. Omówienie ostatniego instrumentu uprzednio pominięto, niemniej należy do niego wrócić, ze względu na duże zainteresowanie tym narzędziem w nowej postaci i wagę, jaką do jego wdrażania przywiązuje Komisja Europejska. Mając pewien zestaw narzędzi, można zatem próbować zastosować je do wspierania ochrony różnorodności biologicznej.

Należy podkreślić, że Unia Europejska postawiła przed sobą, jako część strategii Europa 2020, ambitne globalne wyzwania dotyczące: zmian klimatu, zarządzania zasobami wodnymi, różnorodności biologicznej, zdrowia zwierząt i ich dobrostanu, bezpieczeństwa żywnościowego, bezpieczeństwa paszowego, zdrowia roślin, zdrowia ludzi oraz interesów konsumentów. Zrównoważona gospodarka zasobami naturalnymi i działania klimatyczne znajdują się wśród głównych celów wspólnej polityki rolnej na najbliższe lata, podobnie jak zrównoważony rozwój rolnictwa i zrównoważony rozwój terytorialny w Unii Europejskiej.

1. Ochrona różnorodności biologicznej na najbliższe lata i rola WPR w tym względzie

Wspólna polityka rolna, jako główny instrument, którym dysponuje Unia Europejska w zakresie kształtowania i wdrażania zadań dotyczących rolnictwa, powinna w znaczący sposób przyczynić się do sprostania ambitnemu celowi zapewnienia różnorodności biologicznej w Unii Europejskiej do 2020 roku. Unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 roku zawiera następujący cel dla rolnictwa: *Maksymalizacja powierzchni użytków zielonych, gruntów ornych i plantacji wieloletnich, które objęte są działaniami związanymi z bioróżnorodnością w ramach WPR tak, aby zapewnić ochronę bioróżnorodności i spowodować wymierną poprawę w statusie ochrony gatunków zwierząt i siedlisk. Powinno też nastąpić zwiększenie służebnej roli ekosystemów, w stosunku do poziomu bazowego 2010, przyczyniając się tym samym do poprawy*

¹⁹⁰ J. Krzyżanowski (2016), *Instrumenty zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich* [w:] *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym* [35], red. naukowa J.St. Zegar, seria: Monografie Programu Wieloletniego 2015-2019, nr 24, IERiGŻ-PIB, Warszawa.

zrównoważenia gospodarki¹⁹¹. Powołując się na konwencję o różnorodności biologicznej, można dodać, że kluczowe znaczenie dla zachowania różnorodności biologicznej w przestrzeni rolniczej mają zadrzewienia śródpolne, oczka wodne i torfowiska, miedze, ekstensywnie użytkowane łąki i pastwiska (odnotowano to także w programie polskim)¹⁹². Ochrona różnorodności biologicznej jest także od kilku lat jednym z czterech priorytetowych obszarów działania UE, nakreślonych przez VII Europejski program działań na rzecz ochrony środowiska przyrodniczego (*The 7th Environment Action Programme, EAP*)¹⁹³.

2. Klasyfikacja narzędzi ochrony różnorodności biologicznej według instrumentów zrównoważonego rozwoju

2.1. Przepisy i normy

Akty prawne stanowią jeden z podstawowych środków nacisku, jakie władze gospodarcze mogą wykorzystywać w celu promowania warunków dla ochrony różnorodności biologicznej w rolnictwie, włączając w to zasady dotyczące wykorzystywania gruntów i wody oraz stosowanie środków chemicznych. Większość polityk gospodarczych, w tym w dziedzinie ochrony środowiska, bazuje na konieczności skorygowania nieprawidłowości w funkcjonowaniu rynków, aby uwzględnić dobro publiczne, a nie tylko prywatne. Legislacja jest najbardziej powszechnym instrumentem polityki publicznej wykorzystywanym po to, aby zarówno poszczególne rynki, jak i producenci ponieśli koszty publiczne szkodliwych „efektów zewnętrznych”, takich jak zanieczyszczenie i degradacja zasobów naturalnych w rolnictwie i innych sektorach gospodarki.

Zarówno kraje Unii Europejskiej, jak i OECD mają rozbudowany zestaw przepisów, które zapobiegają negatywnemu oddziaływaniu działalności rolniczej na środowisko¹⁹⁴. Przepisy te obejmują limity intensywności produkcji, stosowania środków chemicznych i pestycydów oraz generowania zanieczyszczeń i odpadów. Istnieją także wymogi dotyczące wykorzystywania gruntów, włączając w to wymogi w zakresie stref buforowych i zadrzewienia oraz utrzymania jakości wody. Surowsze przepisy stosowane są na obszarach o wyższych walorach środowiskowych.

¹⁹¹ European Commission (2011), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020, COM 244 final, Brussels, s. 6.

¹⁹² Konwencja o różnorodności..., jw.

¹⁹³ <http://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci>.

¹⁹⁴ C. Stevens (2011), *Agriculture and Green Growth*, OECD, Paris, s. 10.

2.2. Narzędzia wsparcia

Władze gospodarcze zapewniają wsparcie dla rolników i przedsiębiorstw rolnych w celu zarządzania podażą produktów rolnych, wpływania na koszt ich wytworzenia, uzupełnienia dochodów producentów oraz osiągnięcia innych celów społecznych i środowiskowych. Płatności można uszeregować ze względu na ich oddziaływanie na środowisko przyrodnicze (tabela 11). Zestawienie płatności opracowano na podstawie podziału środków wsparcia wypracowanym przez Światową Organizację Handlu (*World Trade Organization*, WTO) na początku lat 90. XX wieku¹⁹⁵, adaptowanym na potrzeby klasyfikacji instrumentów wsparcia i ich wpływu na środowisko przyrodnicze.

Tabela 11. Ranking wsparcia mierzony wskaźnikiem poziomu wsparcia producenta (PSE^a) według typu oddziaływania na środowisko przyrodnicze

Oddziaływanie na środowisko przyrodnicze	Rodzaj środka wsparcia	Procent PSE w krajach OECD	
		2001	2009
Najbardziej szkodliwe	Wsparcie cen rynkowych	69	48
	Płatności bazujące na wielkości produkcji Płatności związane ze stosowaniem nakładów	9	13
Bardziej neutralne	Płatności bazujące na powierzchni uprawnej/na liczbie zwierząt	13	12
	Płatności bazujące na uprawnieniach historycznych/ogólnych dochodach rolnych	7	23
Korzystne	Płatności bazujące na ograniczeniach nakładów/zasobów	2	4

^a PSE – Producer Support Estimate

Źródło: opracowano na podstawie [Stevens 2011, s. 12].

Płatności oparte na ograniczeniach nakładów i zasobów są korzystne dla zrównoważonego rozwoju sektora, ponieważ pomagają zmniejszyć presję rolnictwa na środowisko przyrodnicze. Płatności te obejmują wsparcie dla systemów i praktyk rolnych, które chronią tereny wrażliwe ekologicznie oraz różnorodność biologiczną, wspomagają kontrolę stosunków wodnych, suszy lub erozji gleby oraz zapewniają pochłanianie gazów cieplarnianych i dwutlenku węgla. Jednakże efekt „zielonego” wsparcia dla rolnictwa zostaje w dużej mierze zniweczony przez wsparcie produkcyjne i skłaniające do nieograniczonego stosowania środków produkcji. Według OECD w zestawie instrumentów na rzecz

¹⁹⁵ J. Krzyżanowski (2015b), *Wspólna Polityka Rolna Unii Europejskiej w Polsce*, CeDeWu, Warszawa.

„zielonego” wzrostu bezpośrednio wsparcie dla produkcji towarowej i swobodnego wykorzystania nakładów należy zredukować lub odpowiednio przekierować w celu osiągnięcia celów ekologicznych¹⁹⁶.

Wsparcie prośrodowiskowe lub bazujące na produkcji nietowarowej nadal zwiększa swój udział w całkowitym PSE i stanowi obecnie około 4% wsparcia rolnego w krajach OECD. Płatności dokonywane są na rzecz producentów rolnych w celu przyjęcia przez nich konkretnych praktyk rolniczych, takich jak np. sadzenie drzew lub zmiana praktyk uprawy w sposób, który może pomóc złagodzić zmiany klimatu lub ryzyko powodzi. Płatności są również dokonywane na rzecz rolników, aby świadczyli dobra publiczne, takie jak ochrona: krajobrazu, różnorodności biologicznej czy terenów podmokłych.

W niektórych krajach możliwe jest uzależnienie wsparcia od tego, czy producenci przestrzegają określonych praktyk produkcyjnych, dążąc do osiągnięcia szerszych celów środowiskowych. Wymagane może być przestrzeganie zasady wzajemnej zgodności (*cross-compliance*), przy czym stosuje się rekompensaty lub zachęty, aby spełniać wymogi regulacyjne¹⁹⁷. Systemy wzajemnej zgodności uległy rozszerzeniu – w okresie 2007-2009 miały zastosowanie do 33% całkowitej wartości PSE. Wśród krajów OECD kraje Unii Europejskiej, Stany Zjednoczone i Szwajcaria nakładają na około 50% swojego wsparcia rolnego ograniczenia, związane z ochroną środowiska przyrodniczego. Należy podkreślić, że w obecnej perspektywie finansowej środki te są w krajach Unii Europejskiej znacznie większe. Środki na „zazielenienie” stanowią 30% koperty na dopłaty bezpośrednie, zaś środki przeznaczone bezpośrednio i pośrednio na cele klimatyczne – około 40% środków PROW (2014-2020)¹⁹⁸.

2.3. Instrumenty ekonomiczne

Instrumenty ekonomiczne – to przede wszystkim podatki, opłaty i systemy pozwoleń. Narzędzia te są wykorzystywane w celu zniechęcenia do stosowania szkodliwych praktyk dla środowiska przyrodniczego. Odbywa się to poprzez zwiększenie kosztów tych działań dla producentów. Jednakże wymienione instrumenty ekonomiczne nie odgrywają znaczącej roli w promowaniu zielonego rozwoju w rolnictwie. W innych sektorach gospodarki działają one na dużo szerszą skalę.

¹⁹⁶ C. Stevens (2011), *Agriculture and Green...*, jw, s. 9.

¹⁹⁷ P. Webster, N. Williams (2002), *Environmental Cross Compliance – Panacea or Placebo?* Paper prepared for presentation at the 13th International Farm Management Congress, Wageningen, July 7-12.

¹⁹⁸ MRiRW (2014), *Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020*, Warszawa.

2.4. Badania i rozwój

Nowe technologie mogą przyczynić się do poprawy stanu środowiska przyrodniczego i osiągnięcia celów zrównoważonego rozwoju przez stopniową eliminację zasobochłonnych oraz zanieczyszczających działań lub sprawić, aby istniejące działania były bardziej ekologiczne. Z kolei innowacje technologiczne mogą poprawić wydajność środowiskową systemów rolniczych przez innowacje w dziedzinie inżynierii, technologii informatycznych i biotechnologii. Nowsze technologie mogą zmniejszyć zawartość toksyn w produkcji rolniczej, wprowadzić bezpieczniejsze odpowiedniki szczególnie zjadliwych środków chemicznych, chronić wody podziemne lub powierzchniowe, zachować siedliska przyrodnicze, modyfikować składniki pokarmowe w glebie, obniżyć straty azotu i zmniejszyć ilość nieodnawialnej energii stosowanej w cyklu uprawy. Innowacje te oznaczają zmiany bieżących praktyk rolniczych i wykorzystywanie różnych technik produkcyjnych w celu zwiększenia zarówno produktywności zasobów, jak i efektywności ekologicznej.

Niestety, według danych OECD maleje społeczne poparcie społeczne dla Badań i Rozwoju (B&R) w rolnictwie¹⁹⁹ (być może jest to wpływ badań nad GMO, klonowaniem itp.), a środki na badania zostają zwrócone w innych kierunkach. Dynamika wzrostu publicznych inwestycji w badania w dziedzinie rolnictwa zmniejszyła się od lat 80. XX wieku. Mimo znaczenia sektora rolnictwa dla bezpieczeństwa żywnościowego i zrównoważonego rozwoju, tylko około 4% wydatków publicznych i prywatnych krajów OECD na B&R jest nastawione na rolnictwo.

3. Klasyfikacja narzędzi ochrony różnorodności biologicznej według instrumentów WPR

Trwałość ekologiczna realizowana jest przez instrumenty wspólnej polityki rolnej, takie jak: nowa proekologiczna płatność w ramach filaru I, rozszerzenie zasady wzajemnej zgodności także o praktyki odnoszące się do zmian klimatu²⁰⁰, dwa priorytety dotyczące ochrony środowiska przyrodniczego w Programie Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 oraz europejskie partnerstwo innowacyjne na rzecz produktywnego i zrównoważonego rolnictwa. Należy zatem poddać analizie, które z tych instrumentów można zaangażować do ochrony różnorodności biologicznej.

¹⁹⁹ C. Stevens (2011), *Agriculture and Green...*, jw.

²⁰⁰ P. Webster, N. Williams (2002), *Environmental Cross Compliance...*, jw.

3.1. Jednolita płatność obszarowa i „zazielenienie”

W niektórych krajach Unii Europejskiej, w tym w Polsce, oprócz płatności „zielonych” nadal stosowany jest uproszczony system płatności bezpośrednich, gdzie podstawową płatnością jest jednolita płatność obszarowa. Płatność ta przysługuje do każdego kwalifikującego się hektara²⁰¹.

Do jednolitej płatności obszarowej kwalifikują się również powierzchnie zajmowane przez elementy krajobrazu, położone w obrębie gruntów deklarowanych do płatności. Do elementów tych zalicza się: (1) elementy podlegające zachowaniu w ramach norm, tj. rowy do dwóch metrów szerokości, drzewa będące pomnikami przyrody, oczka wodne o łącznej powierzchni mniejszej niż 100 m² oraz (2) elementy krajobrazu, tj. powierzchnie zajęte przez nieutwardzone drogi dojazdowe, pasy zadrzewień, żywopłoty, ściany tarasów, których szerokość nie przekracza dwóch metrów, grunty orne oraz trwałe użytki zielone (TUZ), na których znajdują się pojedyncze drzewa, o ile ich zagęszczenie na hektar nie przekracza 100 drzew i działalność rolnicza na tych gruntach prowadzona jest w podobny sposób, jak na działkach rolnych bez drzew.

Płatność z tytułu praktyk rolniczych korzystnych dla klimatu i środowiska przyrodniczego, czyli „zazielenienie” – to obowiązkowy komponent nowego systemu płatności bezpośrednich, który niewątpliwie poprawia stan różnorodności biologicznej. Działanie to realizowane jest przez: dywersyfikację upraw, utrzymanie trwałych użytków zielonych i utrzymanie obszarów proekologicznych (*Ecological Focus Area*, EFA).

Możliwa jest także realizacja dywersyfikacji upraw przez praktykę równoważną w ramach *Działania rolno-środowiskowo-klimatycznego PROW 2014-2020*, przez realizację wymogu: *Zastosowanie minimum 4 upraw w plonie głównym w ciągu roku w gospodarstwie, w tym udział głównej uprawy, oraz łącznie zbóż w strukturze zasiewów nie może przekraczać 65% i udział każdej uprawy nie może być mniejszy niż 10%*²⁰².

Wszyscy rolnicy uprawnieni do jednolitej płatności obszarowej zobowiązani są do realizacji „zazielenienia”. W zależności od ilości posiadanych w gospodarstwie gruntów ornych oraz udziału trwałych użytków zielonych, rolnicy są zobowiązani do przestrzegania jednej, dwóch lub trzech praktyk „zazielenienia”. Przepisy unijne przewidują szereg wyłączeń z obowiązku ich spełniania, m.in. gospodarstwa, w których ponad 75% użytków rolnych to trwałe użytki zielone lub gospodarstwa o wysokim udziale gruntów ornych (ponad 75%) wykorzystywanych do produkcji traw lub innych zielonych roślin pastewnych albo

²⁰¹ J. Krzyżanowski (2015b), *Wspólna Polityka Rolna...*, jw.

²⁰² MRiRW (2014), *Program Rozwoju Obszarów...*, jw.

ugorowanych, z uwagi na korzystne oddziaływanie na środowisko przyrodnicze, są zwolnione z obowiązku realizacji dywersyfikacji upraw lub utrzymywania obszarów proekologicznych, pod warunkiem, że pozostałe grunty orne nie przekraczają 30 ha²⁰³.

Gospodarstwa uczestniczące w systemie dla małych gospodarstw rolnych, mimo że są zwolnione z realizacji „zazielenienia”, uprawnione są do otrzymania tej płatności. Płatność za „zazielenienie”, w sposób automatyczny, otrzymują rolnicy prowadzący produkcję rolniczą zgodnie z zasadami rolnictwa ekologicznego²⁰⁴ – przepis ten ma zastosowanie jedynie do tej części obszaru gospodarstwa rolnego, która jest wykorzystywana do produkcji ekologicznej zgodnie z art. 11 rozporządzenia (WE) nr 834/2007.

3.2. Główne wymogi dotyczące „zazielenienia”

3.2.1. Dywersyfikacja upraw

Dywersyfikacja dotyczy gospodarstw rolnych o powierzchni od 10 ha gruntów ornych, w wariacie:

- od 10 do 30 ha gruntów ornych – gospodarstwa zobowiązane są do prowadzenia co najmniej dwóch różnych upraw na gruntach ornych, przy czym uprawa główna nie może zajmować więcej niż 75% gruntów ornych;
- powyżej 30 ha gruntów ornych – gospodarstwa zobowiązane są do prowadzenia co najmniej 3 różnych upraw na gruntach ornych, przy czym uprawa główna nie może zajmować więcej niż 75% gruntów ornych, a dwie uprawy łącznie nie mogą zajmować więcej niż 95% gruntów ornych.

Za odrębną uprawę uznaje się: rodzaj w klasyfikacji botanicznej upraw – gatunek z rodzin kapustowatych (*Brassicaceae*), psiankowatych (*Solanaceae*) i dyniowatych (*Cucurbitaceae*), formę (ozima i jara tego samego rodzaju), grunt ugorowany oraz trawę lub inne pastewne rośliny zielne.

W okresie od 15 maja do 15 lipca organ kontrolny sprawdza realizację dywersyfikacji upraw, tzn. czy w tym okresie rośliny są uprawiane i zajmują określony odsetek powierzchni gruntów ornych. Kontrola w tym zakresie będzie możliwa zarówno na podstawie obecności uprawy, jak i jej pozostałości na polu po

²⁰³ Patrz: odstępstwa w zakresie dywersyfikacji upraw (art. 44 ust. 3 Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1307/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające przepisy dotyczące płatności bezpośrednich dla rolników na podstawie systemów wsparcia w ramach wspólnej polityki rolnej oraz uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 637/2008 i rozporządzenie Rady (WE) nr 73/2009) lub utrzymywania obszarów proekologicznych (art. 46 ust. 4).

²⁰⁴ Spełniający wymogi określone w art. 29 ust. 1. Rozporządzenia Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 2092/91.

zbiorze. W celu obliczenia udziału upraw rolnik może zadeklarować daną działkę tylko raz w danym roku składania wniosków.

3.2.2. Utrzymanie trwałych użytków zielonych

W celu ochrony trwałych użytków zielonych, które w dużym stopniu przyczyniają się do zachowania różnorodności biologicznej, a ponadto odgrywają ważną rolę w pochłanianiu dwutlenku węgla i ochronie gleby, wprowadzono wymogi dotyczące ich utrzymania.

W ramach tych wymogów na obszarach Natura 2000 obowiązuje zakaz przekształcania lub zaorywania wyznaczonych cennych przyrodniczo trwałych użytków zielonych, w tym obejmujących gleby torfowe i podmokłe, które wymagają ścisłej ochrony, aby osiągnąć cele dyrektywy ptasiej²⁰⁵ i siedliskowej²⁰⁶. Każdy rolnik, który posiada cenne przyrodniczo trwałe użytki zielone, został o tym poinformowany w karcie informacyjnej dołączanej do wstępnie wypełnionego wniosku o płatność w 2015 roku. W przypadku, gdy rolnik zaorze lub przekształci cenne przyrodniczo trwałe użytki zielone, oprócz sankcji w postaci zmniejszenia płatności, ma obowiązek ponownego przekształcenia tego obszaru w trwałe użytki zielone.

W celu zapobieżenia masowemu przekształcaniu trwałych użytków zielonych na grunty orne wprowadzono obowiązek utrzymania ich udziału w powierzchni gruntów rolnych w skali całego kraju, przy czym nie może on zmniejszyć się o więcej niż 5% w stosunku do poziomu referencyjnego z roku 2015²⁰⁷. Jest to analogiczny mechanizm do obecnie funkcjonującego w ramach zasady wzajemnej zgodności.

W razie zmniejszenia wskaźnika trwałych użytków zielonych o więcej niż 5% w skali kraju konieczne będzie wdrożenie działań naprawczych polegających na zobowiązaniu rolników, którzy przekształcili trwałe użytki zielone, do przywrócenia określonej powierzchni gruntu lub odtworzenia takiej samej powierzchni na innym gruncie trwałych użytków zielonych.

3.2.3. Utrzymanie obszarów proekologicznych

Utrzymanie obszarów proekologicznych (obszarów EFA) dotyczy gospodarstw o powierzchni powyżej 15 ha gruntów ornych, które są zobowiązane, aby

²⁰⁵ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 roku w sprawie ochrony dzikiego ptactwa [Dz.U. UE z 26.01.2010].

²⁰⁶ Dyrektywa Rady 92/43/EWG..., jw.

²⁰⁷ Poziom referencyjny jest obliczany jako relacja powierzchni TUZ (zadeklarowanych w 2012 roku oraz nowych TUZ, nieuwzględnionych w 2012 roku, które zostały zadeklarowane w 2015 roku) do całkowitej powierzchni UR zadeklarowanych w 2015 roku.

posiadać obszary proekologiczne na powierzchni co najmniej 5% gruntów ornych²⁰⁸. Do obszarów proekologicznych rolnicy mogą zaliczyć:

1. Grunty ugorowane, na których w okresie od 1 stycznia do 31 lipca w danym roku nie jest prowadzona produkcja rolnicza (po upływie tego terminu rolnik będzie mógł przywrócić grunty do produkcji). Na ugorach w ramach obszarów proekologicznych: (1) obowiązuje zakaz wysiewu i uprawy gatunków roślin na cele produkcyjne, w tym zakaz wypasu i koszenia oraz (2) dopuszcza się stosowanie herbicydów w celu przeciwdziałania wkraczaniu niepożądanego roślinności (zgodne z zasadą wzajemnej zgodności) oraz wysiew mieszanek nasion roślin polnych w celu zwiększenia korzyści płynących z różnorodności biologicznej, pod warunkiem, iż nie są one wykorzystywane w celach produkcyjnych i do skarmiania zwierząt.

2. Elementy krajobrazu, które są w posiadaniu rolnika:

a) chronione w ramach norm Dobrej Kultury Rolnej (DKR): drzewa będące pomnikami przyrody, oczka wodne o łącznej powierzchni mniejszej niż 100 m² oraz rowy, których szerokość nie przekracza 2 m;

b) pozostałe elementy spełniające następujące kryteria: (1) żywopłoty lub pasy zadrzewione – o maksymalnej szerokości do 10 m, (2) drzewa wolnostojące o średnicy korony wynoszącej przynajmniej 4 m, (3) zadrzewienia liniowe obejmujące drzewa o średnicy korony wynoszącej przynajmniej 4 m, odległość między koronami drzew nie powinna przekraczać 5 m, (4) zadrzewienia grupowe, których korony zachodzą na siebie oraz zagajniki śródpolne o maksymalnej powierzchni do 0,3 ha, (5) miedze śródpolne o szerokości od 1 do 20 m, na których nie jest prowadzona produkcja rolnicza, (6) oczka wodne o maksymalnej powierzchni do 0,1 ha, z wyłączeniem zbiorników zawierających elementy betonowe lub plastik, do której wlicza się roślinność nadbrzeżną o szerokości do 10 metrów oraz (7) rowy o maksymalnej szerokości do 6 m, włączając otwarte ciek wodne służące do nawadniania i odwadniania, z wyłączeniem kanałów wykonanych z betonu.

3) Strefy buforowe, w tym na trwałych użytkach zielonych, pod warunkiem, że różnią się one od przylegającej kwalifikującej się powierzchni użytków rolnych – o szerokości ustanowionej: w ramach norm DKR (5, 10 lub 20 m) oraz inne strefy buforowe o szerokości nie mniejszej niż 1 m i nie większej niż 10 m. Strefy buforowe mogą obejmować również pasy z roślinnością nadbrzeżną o szerokości do 10 m występującą wzdłuż cieku wodnego. W strefach buforowych nie

²⁰⁸ Odsetek ten, po przedstawieniu przez Komisję Europejską raportu oceniającego wdrażanie tej praktyki po 2017 roku, mógł zostać podwyższony do 7%, aczkolwiek nie dokonano tego [http://www.europarl.europa.eu/cmsdata/117863/COMAGRI-02-05-2017_D%20slides_%20Ecological%20Focus%20Areas.pdf].

może być prowadzona produkcja rolnicza, niemniej jednak wypas lub koszenie na tych obszarach jest możliwe.

4) Pasy gruntów kwalifikujących się do płatności wzdłuż obrzeży lasu o szerokości od 1 do 10 m. Na pasach tych dopuszcza się prowadzenie produkcji (obowiązkowe jest wówczas stosowanie współczynnika ważenia – 0,3). Jeśli zaś produkcja nie będzie prowadzona, dopuszcza się wypas lub koszenie, pod warunkiem, że pasy te można odróżnić od przyległych gruntów rolnych.

5) Zagajniki o krótkiej rotacji, na których obowiązuje zakaz stosowania środków ochrony roślin oraz możliwe jest stosowanie nawożenia mineralnego w określonych limitach. Do zagajników traktowanych jako obszary proekologiczne zaliczane są gatunki z rodzaju: wierzba, brzoza, topola czarna i jej krzyżówki (powierzchnia zaliczana do obszarów EFA może stanowić jedynie 30% powierzchni rzeczywistej).

6) Obszary zalesione po 2008 roku w ramach PROW 2007-2013 (zalesienia na gruntach rolnych) i PROW 2014-2020, które kwalifikowały się do jednolitej płatności obszarowej w 2008 roku.

7) Międzyplony lub pokrywa zielona w postaci wsiewek traw w uprawę główną lub mieszanek utworzonych z co najmniej dwóch gatunków z następujących grup roślin uprawnych: zbóż, oleistych, pastewnych, bobowatych drobnonasiennych, bobowatych grubonasiennych i roślin miododajnych. Mieszanek tych nie utrzymuje się na tej samej działce rolnej jako uprawy w plonie głównym w roku następującym po wysiewie mieszanki.

Powierzchnia zaliczana do obszarów EFA stanowić może jedynie 30% powierzchni rzeczywistej. Mieszanki złożone z samych gatunków zbóż nie są uznawane za obszar proekologiczny.

3.2.4. Możliwość wspólnej realizacji praktyki EFA

W sytuacji dużego zróżnicowania wielkości obszarów EFA między sąsiadującymi gospodarstwami mogą one skorzystać z możliwości wspólnej realizacji tego wymogu. W takim przypadku muszą być spełnione następujące warunki:

- we wspólnej realizacji praktyki EFA może uczestniczyć do dziesięciu rolników;
- gospodarstwa muszą znajdować się w bliskiej odległości – 80% powierzchni każdego z gospodarstw powinno znajdować się w promieniu maksymalnie 15 km, tj. w okręgu o średnicy 30 km;
- wspólnie rozliczane mogą być jedynie przylegające obszary EFA (nie jest określona minimalna wielkość punktu styczności);
- każdy z rolników zapewnia, aby przynajmniej 50% obszarów, które powinien przeznaczyć na obszary EFA (czyli powierzchnia odpowiadająca

2,5% jego gruntu ornego) była położona na terenie jego gospodarstwa rolnego; pozostała część może być realizowana poprzez „wspólny obszar proekologiczny”;

- obszary EFA objęte wspólnym wdrożeniem mogą stanowić jeden lub kilka obszarów i znajdować się na gruncie jednego lub więcej rolników, tzn. nie wszyscy rolnicy biorący udział we wspólnej realizacji praktyki EFA muszą uczestniczyć w tworzeniu wspólnego obszaru proekologicznego;
- rolnicy są zobowiązani zawrzeć pisemną umowę w odniesieniu do: szczegółów finansowych porozumienia i sankcji w przypadku stwierdzenia niezgodności na wspólnym obszarze EFA²⁰⁹.

Analizując postępy w zakresie „zazieleniania”, należy też wskazać na istotne powiązania między systemem płatności bezpośrednich a Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020. Cele środowiskowe oraz klimatyczne są realizowane przez płatność zieloną. Dodatkowe wymagania ponad Dobrą Kulturę Rolną oraz „zazielenienie” ukierunkowane na wybrane obszary: Natura 2000, obszary szczególnego narażenia (OSN) i obszary erozyjne są realizowane w ramach działań PROW 2014-2020.

3.3. Pokrywa glebowa (zielona)

Komisja Europejska proponuje jeszcze jedno narzędzie ochrony różnorodności biologicznej, tj. pokrycie gruntów orných roślinnością (*green coverage*). Instrument ten jest jednocześnie miarą poziomu zrównoważenia środowiskowego²¹⁰. Nie jest on jeszcze w pełni wypracowany, aczkolwiek jest już elementem nowych norm i wymogów wzajemnej zgodności (GAEC 4)²¹¹.

W UE-28 w okresie zimowym 44% powierzchni użytków rolnych zostało pokryte roślinami ozimymi, 5% okrywającymi, 9% – to pozostałości poźniwne, 25% gleba nieosłonięta, a 16% – to obszary pod szkłem i nieobsiane w danym roku. Pokrywa glebowa powierzchni użytków rolnych w okresie zimowym różni się w poszczególnych krajach UE. Na Cyprze i Malcie klimat w zimie jest mniej ostry niż w innych krajach UE, a większość powierzchni użytków rolnych jest objęta zwyczajowymi uprawami ozimymi, w Islandii, Finlandii i Norwegii zaś zimy są surowe, a okrycie użytków rolnych oziminami jest znikome. W Austrii

²⁰⁹ J. Krzyżanowski (2015a), *Wpływ WPR 2014-2020 na zrównoważenie polskiego rolnictwa w świetle dotychczasowych badań i bieżących dokumentów* [w:] *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym* [31], seria: Monografie Programu Wieloletniego 2015-2019, nr 6, IERiGŻ-PIB, Warszawa.

²¹⁰ W. Wrzaszcz (2012), *Czynniki kształtujące poziom zrównoważenia gospodarstw rolnych* [w:] *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym* [15], seria: Program Wieloletni 2011-2014, nr 50, IERiGŻ-PIB, Warszawa.

²¹¹ J. Krzyżanowski (2015a), *Wpływ WPR 2014-2020...*, jw.

i Szwajcarii znajduje się największy odsetek gruntów ornych pokrytych uprawami okrywającymi, a w Irlandii i Portugalii najwięcej jest pozostałości poźniwnych. W Bułgarii, Chorwacji, Estonii, we Francji, na Litwie, w Rumunii, na Węgrzech i Słowacji więcej niż 1/3 gruntów ornych została pozostawiona jako gleba nieosłonięta. Udział odmian ozimych pszenicy w krajach Unii Europejskiej, w tym w Polsce, wynosi ponad 80%²¹². Udział jęczmienia ozimego w powierzchni całkowitej produkcji jęczmienia jest również wysoki w Belgii, Bułgarii, Chorwacji, Finlandii, we Francji, w Grecji, Niemczech, Norwegii, Portugalii, Słowenii, Szwajcarii i we Włoszech (> 66%) oraz niski w Czechach, Danii, Irlandii, nadbałtyckich państwach członkowskich, Hiszpanii, Holandii, Polsce i na Słowacji (< 33%). Ta ostatnia wielkość przyjmowana jest w literaturze przedmiotu jako minimum glebochronności²¹³.

3.4. Postęp w założeniach dotyczących ochrony różnorodności biologicznej w stosunku do poprzedniej perspektywy finansowej

Greening, główne novum reformy WPR na lata 2014-2020, miało warunkować wsparcie wsi i rolnictwa dostarczaniem przez gospodarstwa dóbr publicznych (*public money for public goods*)²¹⁴. Patrząc na ewolucję celów i wydatków WPR, poczynając od reformy 1992 roku, można się było spodziewać postulatu i realizacji znacznego przesunięcia środków na II filar polityki, w tym na cele zrównoważonego rozwoju. Tak się jednak nie stało i jeszcze przed wdrożeniem polityki na obecną perspektywę finansową nastąpił pewien krok wstecz w stosunku do pierwotnych założeń²¹⁵.

Ostatnia poważna reforma, która nadała kształt WPR do 2013 roku, miała miejsce w 2003 roku w Luksemburgu²¹⁶. Wśród postanowień dotyczących modyfikacji istniejących instrumentów WPR znalazło się również postanowienie o przeprowadzeniu oceny funkcjonowania WPR (*Health Check*) w 2008 roku.

Przegląd wytyczał także kierunki przyszłych zmian WPR (po roku 2013). Zdefiniowano bowiem i dołączono do listy celów WPR nowe wyzwania dotyczące: zmian klimatu, energii odnawialnej, gospodarki wodnej, różnorodności

²¹² http://ec.europa/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_soil_cocer.

²¹³ W. Wrzaszcz (2012), *Czynniki kształtujące poziom...*, jw.

²¹⁴ K. Kociszewski (2014), *Ekologiczne aspekty zmian Wspólnej Polityki Rolnej a zrównoważony rozwój polskiego rolnictwa* [w:] *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym [20]*, seria: Program Wieloletni 2011-2014, nr 100, IERiGŻ-PIB, Warszawa.

²¹⁵ A. Matthews (2013), *Greening the CAP: A Missed Opportunity?*, The Institute of International and European Affairs, Dublin.

²¹⁶ J.T. Krzyżanowski (2005), *Niektóre elementy reformy wspólnej polityki rolnej Unii Europejskiej – 2003*, „Problemy Rolnictwa Światowego. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego”, Tom XIII, s. 153-162.

biologicznej, środków towarzyszących restrukturyzacji mleczarstwa oraz innowacyjności w zakresie czterech pierwszych zadań²¹⁷.

Zgodnie z ustaleniami *Health Check*²¹⁸, jeśli chodzi o związany z płatnościami warunek przestrzegania *cross-compliance*, to dodano dwa dodatkowe kryteria do zasad w ramach dobrej kultury rolnej zgodnej z wymogami środowiska (*Good Agricultural and Environmental Conditions*, GAEC) – strefy buforowe wzdłuż cieków wodnych oraz zasady korzystania z wody do celów nawadniania. Nadano również opcjonalny charakter części standardów w ramach GAEC, dając tym samym możliwość lepszego dopasowania tych standardów do specyficznych uwarunkowań naturalnych państw członkowskich²¹⁹.

Gospodarstwa do 15 ha powierzchni gruntów ornych (pierwotnie Komisja proponowała, aby obowiązek ten dotyczył gruntów rolnych) są wyłączone z wymogu utrzymywania obszarów EFA. Po dokonaniu przeglądu w 2008 roku rozszerzono listę kategorii gruntów traktowanych jako proekologiczne, m.in. o uprawy wiążące azot (motylkowate), międzyplony i pokrywę zieloną, oprócz gruntów ugorowanych, tarasów, elementów krajobrazu, włączając elementy położone na obszarze przylegającym do gruntu ornego, stref buforowych, systemów rolno-leśnych, obszarów pod zagajnikami o krótkiej rotacji, na których nie stosuje się nawozów mineralnych i/lub środków ochrony roślin, pasów działki przylegającej do krawędzi lasu, obszarów zalesionych, spośród których państwo członkowskie wybierze te obowiązujące na jego terenie. Do określenia procentowej powierzchni obszarów EFA państwa członkowskie mogą stosować odpowiednie współczynniki ważenia uwzględniające znaczenie poszczególnych obszarów dla środowiska²²⁰.

Po ustaleniach *Health Check* innowacje, zmiana klimatu i ochrona środowiska przyrodniczego stanowią motyw przekrojowy w działaniach PROW. Rolnictwo ekologiczne jest teraz odrębnym działaniem.

Określona część działań w ramach nowego programu rozwoju obszarów wiejskich ma przyczyniać się do realizacji celów środowiskowo-klimatycznych. Dla działań tych wprowadzono minimalny próg alokacji wydatków Europejskiego Funduszu Rolnego na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich na poziomie 30% (pierwotnie KE proponowała próg 25%). Ich zakres (poszerzony w toku negocjacji), oprócz rolnictwa ekologicznego, działania rolnośrodowiskowo-klimatycznego, wsparcia dla obszarów z ograniczeniami naturalnymi i innymi

²¹⁷ J.T. Krzyżanowski (2013), *Od Health Check do perspektywy finansowej 2013-2020*, „Journal of Agribusiness and Rural Development”, nr 4(30), s. 115.

²¹⁸ MRiRW (2008), *Sprawozdanie z posiedzenia Rady UE ds. Rolnictwa i Rybołówstwa w dniach 18-20 listopada 2008 roku*, Warszawa.

²¹⁹ J.T. Krzyżanowski (2013), *Od Health Check...*, jw., s. 117.

²²⁰ Tamże, s. 118.

szczególnymi ograniczeniami, obejmuje także inwestycje w środki trwałe o pozytywnych efektach środowiskowo-klimatycznych, grupę działań „leśnych” oraz płatności dla obszarów Natura 2000²²¹.

W programie rolnośrodowiskowo-klimatycznym, rolnictwie ekologicznym oraz w ramach płatności dla obszarów Natura 2000 i płatności związanych z Ramową Dyrektywą Wodną: po pierwsze podstawowe wymogi uzupełniono o wymóg dotyczący działalności rolniczej w zakresie powierzchni użytków rolnych (określonej w art. 4 ust. 1 lit. c *tiret* drugi i trzeci Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1307/2013) i po drugie nie może być podwójnego finansowania (tj. równoczesnego płacenia za te same wymogi co w ramach płatności za „zazielenienie”)²²².

Dwa lata później w dokumencie Komisji²²³ powtórzono główne postulaty odnośnie zrównoważonego rozwoju rolnictwa. W ramach realizowanej WPR ma nastąpić poprawa działalności środowiskowej przez wprowadzenie obowiązkowego „zielonego” komponentu w płatnościach bezpośrednich i wsparcie działań na rzecz środowiska przyrodniczego, stosowanych na terytorium Unii Europejskiej. Powyższe może mieć formę prostych, ogólnych i przeprowadzonych co-roczenie działań środowiskowych (np. utrzymanie użytków zielonych, okrywa zielona, płodozmian czy odłogowanie ekologiczne). W rozporządzeniach konkludujących reformę²²⁴ utrzymano większość upraszczających rozwiązań Rady dotyczących „zazielenienia” płatności bezpośrednich, tak jak w *Health Check*.

Zmodyfikowano zapis co do obowiązku utrzymania TUZ na poziomie gospodarstwa. Ograniczono go do wyznaczonych przez państwa członkowskie cennych przyrodniczo TUZ na obszarach Natura 2000 obejmujących gleby torfowe i podmokłe. Ponadto, jeśli w danym kraju lub regionie udział TUZ w całkowitej powierzchni użytków rolnych nie zmniejszył się o więcej niż 5%,

²²¹ J. Krzyżanowski (2015b), *Wspólna Polityka Rolna...*, jw.

²²² J.T. Krzyżanowski (2013), *Od Health Check...*, jw., s. 117.

²²³ Komisja Europejska (2010), Komunikat Komisji do..., jw.

²²⁴ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1306/2013 z dnia 17 grudnia 2013 w sprawie finansowania wspólnej polityki rolnej, zarządzania nią i monitorowania jej oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 352/78, (WE) nr 165/94, (WE) nr 2799/98, (WE) nr 814/2000, (WE) nr 1290/2005 i (WE) nr 485/2008, Dz.U. UE z 20.12.2013, L 347/549; Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1307/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r..., jw.; Rozporządzenie (UE) nr 1310/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające niektóre przepisy przejściowe w sprawie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich przez Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW) oraz zmieniające Rozporządzenie (UE) nr 1305/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie środków i ich rozdziału w odniesieniu do roku 2014, a także i zmieniające rozporządzenie Rady (WE) nr 73/2009 oraz rozporządzenia (UE) nr 1307/2013, (UE) nr 1306/2013 i (UE) nr 1308/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie ich stosowania w roku 2014 Dz.U. UE z 20.12.2013, L 347/865.

wprowadzono możliwość kontroli utrzymania TUZ na poziomie kraju lub regionu, a nie jak w pierwotnej propozycji Komisji – na poziomie gospodarstwa.

Ogólnie można stwierdzić, że nastąpił pewien postęp w ochronie różnorodności biologicznej oraz w zrównoważeniu rolnictwa w stosunku do okresu poprzedniego (jego wielkość będzie można zbadać dopiero po kilku latach funkcjonowania programów). Jednak nie tak duży jak można było oczekiwać po początkowych unijnych dokumentach²²⁵.

3.5. Zmiany w zasadach wzajemnej zgodności

W nowym systemie płatności i jednocześnie ochrony środowiska, o którym Julian Krzyżanowski pisał we wcześniejszej publikacji²²⁶ obowiązują (tak jak dotychczas) normy i wymogi wzajemnej zgodności (*Statutory Management Requirements, SMR*)²²⁷. Zmodyfikowano także wymogi wynikające z dyrektywy ptasiej i siedliskowej, tzn. usunięto wymogi obowiązujące na obszarze całego kraju dotyczące zakazów, takich jak: umyślne chwytanie i zabijanie ptaków, niszczenie gniazd i jaj, płoszenie ptaków objętych ochroną oraz zrywanie, niszczenie, uszkodzanie i zbieranie roślin objętych ochroną.

W zakresie normy Dobrej Kultury Rolnej, dotyczącej zachowania cech krajobrazu (GAEC 7), uzupełniono przepisy o obowiązkowy zakaz przycinania drzew i żywopłotów znajdujących się na użytkach rolnych będących w posiadaniu rolnika w okresie od 15 kwietnia do 31 lipca. Przepisy nie obejmują wierzb, drzew owocowych i zagajników o krótkiej rotacji.

Ponadto z zakresu norm i wymogów wzajemnej zgodności usunięto m.in. obowiązek ochrony TUZ i przeciwdziałania wkraczaniu niepożądanego rośliności na grunty rolne przez obowiązek corocznego koszenia. Obowiązek ten został wzmocniony i stanowić będzie kryterium kwalifikowalności do płatności bezpośrednich dla gruntów, na których nie jest prowadzona produkcja. Obecnie zapisy te brzmią: SMR 2 – *Ochrona określonych gatunków ptaków przez przestrzeganie działań obligatoryjnych na obszarach Natura 2000 oraz na terenie całego kraju przez respektowanie określonych zakazów* oraz SMR 3 – *Ochrona określonych typów siedlisk przyrodniczych, gatunków zwierząt oraz gatunków roślin poprzez przestrzeganie działań obligatoryjnych na obszarach Natury 2000*²²⁸.

²²⁵ J. Krzyżanowski (2015b), *Wspólna Polityka Rolna...*, jw.

²²⁶ J. Krzyżanowski (2015a), *Wpływ WPR 2014-2020...*, jw.

²²⁷ Oficjalne zasady zarządzania (*Statutory Management Requirements, SMR*) – to część systemu wzajemnej zgodności obejmująca przepisy dotyczące wymogów z zakresu zmian klimatu, zdrowia publicznego, zdrowia zwierząt i roślin, a także dobrostanu zwierząt.

²²⁸ MRiRW (2015), *System płatności bezpośrednich w Polsce w latach 2015-2020*, Warszawa.

3.6. Instrumenty zawarte w PROW 2014-2020

W Programie Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020 listę priorytetów powiększono o dwie nowe grupy działań dotyczące ochrony środowiska przyrodniczego: (1) odtwarzanie, ochrona i wzbogacanie ekosystemów związanych z rolnictwem i leśnictwem oraz (2) promowanie efektywnego gospodarowania zasobami i wspieranie przechodzenia w sektorach rolnym, spożywczym i leśnym na gospodarkę niskoemisyjną i odporną na zmianę klimatu²²⁹.

Pierwszy priorytet zawiera następujące cele szczegółowe:

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

Drugi priorytet zawiera następujące cele szczegółowe:

- ułatwianie dostaw i wykorzystywania odnawialnych źródeł energii, produktów ubocznych, odpadów i pozostałości oraz innych surowców niezwywnościowych dla celów biogospodarki;
- redukcja emisji gazów cieplarnianych i amoniaku z rolnictwa;
- promowanie ochrony pochłaniaczy dwutlenku węgla oraz pochłaniania dwutlenku węgla w rolnictwie i leśnictwie.

Realizacji tych działań służą określone instrumenty, o których wspomniano wcześniej. Należy w tym miejscu przypomnieć o konieczności oszczędzania wody na wszystkich stadiach jej wykorzystania i stosowania zmodyfikowanych proekologicznych technik produkcji w rolnictwie oraz o wpływie zalesiania na sekwestrację dwutlenku węgla. Do realizacji pierwszego priorytetu przyczynia się działanie „Rolnictwo ekologiczne”.

Jeśli chodzi o „stare” elementy Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich, jako narzędzia zrównoważonego rozwoju, należy wymienić przede wszystkim płatności dla obszarów z ograniczeniami naturalnymi lub innymi szczególnymi ograniczeniami (na obszarach ONW), zalesianie i program rolnośrodowiskowy. Próbuując jednak umieścić te instrumenty w zaproponowaną klasyfikację, wszystkie instrumenty wspólnej polityki rolnej mieszczą się w kategorii „narzędzia wsparcia”. Nie należy jednak negować kategorii „przepisy i normy”. Niewątpliwie rozporządzenia Unii Europejskiej dotyczące zarówno wspólnej polityki rolnej, jak i środowiska przyrodniczego stanowią podstawę, która określa środki działań.

²²⁹ MRiRW (2014), *Program Rozwoju Obszarów...*, jw.

3.7. Programy rolnośrodowiskowe na lata 2014-2020 w stosunku do okresu poprzedniego 2007-2013

Celem realizacji programu rolnośrodowiskowego w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007-2013 była poprawa środowiska przyrodniczego i obszarów wiejskich, a przede wszystkim: (1) przywracanie walorów lub utrzymanie stanu cennych siedlisk użytkowanych rolniczo oraz zachowanie różnorodności biologicznej na obszarach wiejskich, (2) promowanie zrównoważonego systemu gospodarowania, (3) odpowiednie użytkowanie gleb i ochrona wód oraz (4) ochrona zagrożonych lokalnych ras zwierząt gospodarskich i lokalnych odmian roślin uprawnych.

Programy rolnośrodowiskowe były istotnym elementem PROW od którego Polska przystąpiła do struktur UE. W perspektywie finansowej 2007-2013 wydano na powyższe cele 2,5 mld zł, a na lata 2014-2020 przewidziano wydatki na ok. 2 mld euro – w działaniu „Rolnośrodowiskowo-klimatyczne”²³⁰.

Realizacja dywersyfikacji upraw, jako jednego z głównych narzędzi zazielenienia, jest możliwa przez praktykę równoważną w ramach Działania 10, które obejmuje dwa poddziałania: (1) płatności w ramach zobowiązań rolnośrodowiskowo-klimatycznych i (2) wsparcie ochrony i zrównoważonego użytkowania oraz rozwoju zasobów genetycznych w rolnictwie.

W ramach pierwszego poddziałania pomoc będzie udzielana na: praktyki agrotechniczne promujące zrównoważony system gospodarowania, w tym racjonalne nawożenie, ochronę wód przed zanieczyszczeniami, i 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 i poza nimi oraz zachowanie tradycyjnych odmian i gatunków drzew owocowych.

3.8. Europejskie partnerstwo innowacyjne na rzecz produktywnego i zrównoważonego rolnictwa – nowy instrument KE

Europejskie partnerstwo innowacyjne na rzecz produktywnego i zrównoważonego rolnictwa (*The Agricultural European Innovation Partnership*, EIP-AGRI)²³¹ – to instrument utworzony w 2012 roku, który w perspektywie finansowej 2014-2020 ma m.in. przyczynić się do zwiększenia trwałości ekologicznej. EIP-AGRI ma przyczyniać się do realizacji strategii Unii Europejskiej Europa 2020 na rzecz inteligentnego, trwałego wzrostu gospodarczego sprzyjającego włączeniu społecznemu. Intensyfikacja badań i innowacji jest jednym z pięciu

²³⁰ MRiRW (2014), *Program Rozwoju Obszarów...*, jw.

²³¹ http://ec.europa.eu/agriculture/research-innovation_en.

głównych celów tej strategii, która promuje nowe interaktywne podejście do wspierania innowacji, tj. europejskie partnerstwa innowacji.

Europejskie partnerstwo innowacyjne w dziedzinie rolnictwa w Polsce działa na rzecz konkurencyjnego oraz zrównoważonego rolnictwa i leśnictwa, aby sektory te rozwijały się przy mniejszym zużyciu zasobów, oraz wnoszą wkład w zapewnianie stabilnych dostaw żywności, paszy i biomateriałów, chroniąc podstawowe surowce naturalne, na których opierają się rolnictwo i leśnictwo.

Innowacyjne projekty w rolnictwie mogą uzyskać finansowanie z różnych źródeł, takich jak europejska polityka rozwoju obszarów wiejskich czy unijny program w zakresie badań naukowych i innowacji Horyzont 2020. W ramach EIP-AGRI rolnicy, doradcy, naukowcy, osoby prowadzące działalność gospodarczą związaną z rolnictwem, organizacje pozarządowe i inne podmioty współpracują ze sobą jako partnerzy innowacji w rolnictwie i leśnictwie. Razem tworzą ogólnounijną sieć, którą kieruje Komisja Europejska.

Praktycznie jest to nowe działanie PROW 2014-2020 (priorytet 1. *Ułatwianie transferu wiedzy i innowacji w rolnictwie, leśnictwie i na obszarach wiejskich*) zmierzające do tworzenia grup operacyjnych na rzecz innowacji, które mają prowadzić do opracowania nowych rozwiązań.

4. Ochrona różnorodności biologicznej w świetle dokumentów krajowych

Aby sprostać zadaniom, także w zakresie ochrony różnorodności biologicznej, Resort Rolnictwa opracował *Strategię zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012-2020* (SZRWRiR), w której zdiagnozowano potrzeby i cele interwencji w rolnictwie oraz na obszarach wiejskich²³². Celem SZRWRiR jest określenie kluczowych kierunków rozwoju obszarów wiejskich, rolnictwa i rybactwa w perspektywie do 2020 roku, a tym samym właściwe adresowanie zakresu interwencji publicznych finansowanych ze środków krajowych i wspólnotowych. Długookresowy cel główny działań służących rozwojowi obszarów wiejskich, rolnictwa i rybactwa zdefiniowano w strategii w następujący sposób: *poprawa jakości życia na obszarach wiejskich oraz efektywne wykorzystanie ich zasobów i potencjałów, w tym rolnictwa i rybactwa, dla zrównoważonego rozwoju kraju*.

Dążenie do osiągnięcia celu głównego realizowane jest przez działania przypisane do pięciu celów szczegółowych, w tym Celu 5. *Ochrona środowiska i adaptacja do zmian klimatu na obszarach wiejskich*. W Strategii cele szczegółowe przekładają się na priorytety. Priorytet 5.1. to *Ochrona środowiska naturalnego w sektorze rolniczym i różnorodności biologicznej na obszarach wiej-*

²³² MRiRW (2012) *Strategia zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012-2020*, Warszawa.

skich. W priorytecie tym działalność rolnicza i rybacka odgrywa istotną rolę w kontekście ochrony wartości przyrodniczych kraju, a zwłaszcza na terenach będących ostojami występowania rzadkich gatunków roślin i zwierząt oraz utrzymanie siedlisk przyrodniczych (łąk, pastwisk, siedlisk lęgowych ptaków, stawów), wymagających stosowania tradycyjnych lub odpowiednio zaplanowanych form gospodarowania.

Podjęmowane są zatem działania w zakresie *ochrony różnorodności biologicznej, w tym unikalnych ekosystemów oraz flory i fauny związanych z gospodarką rolną i rybacką*²³³ (m.in. zbieżne z dotychczas wdrażanymi w ramach PROW na lata 2004-2006 i 2007-2013 działaniami rolnośrodowiskowymi, działaniem polegającym na wsparciu rolniczego użytkowania obszarów o niekorzystnych warunkach gospodarowania i obszarów o wysokiej wartości przyrodniczej).

Skuteczna ochrona różnorodności biologicznej powinna polegać na analizie efektywności wdrażanych rozwiązań systemowych. Dlatego w celu określenia wpływu zmian w gospodarce rolnej i rybackiej na organizmy/środowisko jest prowadzony monitoring przyrodniczy, który wpisuje się w zadania określone mianem *rozwój wiedzy w zakresie ochrony środowiska rolniczego i różnorodności biologicznej na obszarach wiejskich i jej upowszechnianie*.

W ramach realizacji SZRWRiR podejmowane są działania służące minimalizacji ryzyka wprowadzania do środowiska przyrodniczego gatunków obcych zagrażających różnorodności biologicznej lub bazie genetycznej produkcji roślinnej, zwierzęcej i rybackiej. Mając na uwadze ochronę jakości wód, w tym przez racjonalną gospodarkę nawozami i środkami ochrony roślin oraz ochronę gleb przed erozją, zakwaszeniem, spadkiem zawartości materii organicznej i zanieczyszczeniem metalami ciężkimi, zmierza się do upowszechnienia zasad DKR i utrzymania stawów w dobrej kulturze uwzględniających potrzeby ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej.

Uzupełnieniem przywołanych działań jest rozwój badań dotyczących: (1) ochrony środowiska rolniczego i różnorodności biologicznej na obszarach wiejskich i ich upowszechnianie, realizowane m.in. przez doskonalenie i rozwijanie systemu doradztwa (rozwój doradztwa rolnośrodowiskowego i doradztwa nawozowego oraz szkoleń rolników w zakresie rolnictwa ekologicznego, rozpowszechniania Dobrych Praktyk Rolniczych i zachęcanie do ich stosowania) oraz (2) ochrony różnorodności biologicznej i środowiska, w tym wód i gleby.

Instrumenty wynikające ze wspólnej polityki rolnej UE, jak i krajowe, ujęto w jednym zestawieniu w tabeli 12.

²³³ W ramach priorytetu 5.1. kierunek interwencji 5.1.1. wdrażany jest przede wszystkim na terenach, gdzie występują gatunki objęte systemem ochrony (np. parki narodowe czy obszary Natura 2000) oraz tereny sąsiadujące z tymi terenami. Kierunek interwencji 5.1.1 [MRiRW (2012), *Strategia zrównoważonego rozwoju...*, jw., s. 26].

Tabela 12. Zestaw instrumentów na rzecz zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich wynikające ze wspólnej polityki rolnej oraz krajowej polityki

Grupa instrumentów	Instrumenty
Przepisy i normy	<p>Rozporządzenia UE:</p> <p>Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1307/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające przepisy dotyczące płatności bezpośrednich dla rolników na podstawie systemów wsparcia w ramach wspólnej polityki rolnej oraz uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 637/2008 i rozporządzenie Rady (WE) nr 73/200.</p> <p>Rozporządzenie (UE) nr 1310/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające niektóre przepisy przejściowe w sprawie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich przez Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW) oraz zmieniające Rozporządzenie (UE) nr 1305/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie środków i ich rozdziału w odniesieniu do roku 2014, a także i zmieniające rozporządzenie Rady (WE) nr 73/2009 oraz rozporządzenia (UE) nr 1307/2013, (UE) nr 1306/2013 i (UE) nr 1308/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie ich stosowania w roku 2014 [Dz.U. UE z 20.12.2013].</p> <p>Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów [Dz.U. UE z 24.11.2009].</p> <p>Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa [Dz.U. UE z 26.01.2010].</p> <p>Dyrektywa Rady 91/676/EWG z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego (tzw. Dyrektywa Azotanowa) [Dz.U. UE z 31.12.1991] i [Dz.U. UE z 24.11.2009].</p> <p>Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 roku w sprawie ochrony siedlisk naturalnych oraz dzikiej fauny i flory, D.U. UE z 22.07.1992.</p> <p>Wzmacnianie norm agrotechnicznych.</p> <p>Poprawa egzekwowania przepisów dotyczących ochrony środowiska w rolnictwie.</p>

Grupa instrumentów	Instrumenty
Narzędzia wsparcia	<p>Wsparcie oddzielone od wielkości produkcji (<i>decoupled</i>).</p> <p>Rozszerzenie środowiskowych działań wzajemnej zgodności (<i>cross-compliance</i>).</p> <p>Płatność z tytułu zazielenienia.</p> <p>Dywersyfikacja upraw.</p> <p>Utrzymanie trwałych użytków zielonych (TUZ).</p> <p>Utrzymanie obszarów proekologicznych (EFA).</p> <p>Pokrywa zielona.</p> <p>Bepośrednie inwestycje np. melioracyjne.</p> <p>Zwiększenie wsparcia dla praktyk środowiskowych.</p>
Specyficzne instrumenty prawno-ekonomiczne	<p>Prawo własności i prawa użytkownika w sektorze rolnym.</p> <p>Nakładanie opłat z tytułu nadmiernego wykorzystywania środków produkcji szkodliwych dla środowiska.</p>
Badania i rozwój	<p>Intensyfikacja prowadzonych przez instytucje państwowe i NGO badań nad zielonymi technologiami rolnymi. Wspieranie projektów badawczych prowadzonych przez instytucje prywatne poprzez dotacje i ulgi podatkowe.</p> <p>Ustanawianie partnerstw publiczno-prywatnych na rzecz zielonych badań rolnych.</p>
Instrumenty informacyjno-edukacyjne	<p>Edukacja i propaganda ekologiczna.</p> <p>Upowszechnianie wiedzy w zakresie ochrony środowiska rolniczego i różnorodności biologicznej na obszarach wiejskich.</p> <p>Formy nacisku bezpośredniego (np. konsumenckiego).</p> <p>Bepośrednie inicjatywy społeczne.</p>

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie i wnioski

Jednym z najważniejszych globalnych wyzwań XXI wieku jest podjęcie działań zapewniających odpowiednią podaż żywności przy jednoczesnym respektowaniu podstawowych zasad rolnictwa zrównoważonego, oferującego żywność wyprodukowaną z zastosowaniem minimalnej ilości nawozów i środków ochrony roślin oraz ukierunkowanego na takie wykorzystanie zasobów ziemi, które nie niszczy ich naturalnych źródeł, lecz pozwala na zaspokajanie podstawowych potrzeb kolejnych generacji producentów i konsumentów. Rolnictwo zrównoważone oraz bezpieczeństwo żywnościowe mają zatem kluczowe znaczenie dla osiągnięcia Celów Zrównoważonego Rozwoju. Wśród licznych zagrożeń bezpieczeństwa żywnościowego wymienia się gwałtowne zanikanie różnorodności biologicznej odzwierciedlającej bogactwo naturalne Ziemi.

Różnorodność biologiczna jest źródłem różnorodności żywności oraz zapewnia naturalne bogactwo składników odżywczych: węglowodanów, białek, tłuszczów, witamin, minerałów oraz bioaktywnych składników żywności, niebędących składnikami odżywczymi, dla zdrowej diety człowieka.

Różnorodność biologiczna na poziomie mikroorganizmów, roślin, zwierząt zapewnia bogactwo składników bioaktywnych, które mogą w pozytywny sposób wpływać na zdrowie i życie człowieka, m.in. przez wykorzystanie w tradycyjnych lekarstwach. Szacuje się, że tradycyjne leki są wykorzystywane przez 60% ludności świata, a w niektórych krajach są w znacznym stopniu włączane do systemu zdrowia publicznego.

Różnorodność biologiczna ma podstawowe znaczenie dla wielu dziedzin działalności człowieka. Odgrywa ona decydującą rolę w zrównoważonym rozwoju, likwidacji ubóstwa, jest ważna dla ludzkiego dobrobytu, środków egzystencji oraz integralności kulturowej społeczeństw. Ponadto może mieć wartość samą w sobie, jako bezpośrednie źródło użyteczności konsumentów.

Zaspokojenie podstawowych potrzeb człowieka, jakimi są żywność, energia, woda, ratujące życie leki i surowce naturalne, przy jednoczesnym zminimalizowaniu niekorzystnych wpływów na różnorodność biologiczną i usługi ekosystemowe, stanowi dzisiaj największe wyzwanie dla ludzkości. Zachowanie właściwej równowagi między konkurującymi ze sobą potrzebami oznacza zrozumienie ekonomicznego przepływu zasobów oraz monitorowanie potencjału biologicznego, niezbędnego do podtrzymania tego przepływu i wchłonięcia odpadów będących wynikiem tego procesu.

Różnorodność biologiczna w rolnictwie jest największym dziedzictwem biologicznym i kulturowym świata. Gwarantuje ona zachowanie bogactwa gene-

tycznego. Dawne gatunki uprawne lub ich dzicy przodkowie mają wiele cech korzystnych, takich jak: odporność na choroby, susze, zimno, mogą wcześniej wydawać owoce lub dobrze przechowywać się, podobnie jak i rodzime rasy zwierząt gospodarskich, które są przystosowane do lokalnych warunków klimatycznych i paszowych oraz odporne na choroby.

Różnorodność biologiczna na wszystkich poziomach: genetycznym, gatunkowym i ekosystemów zanika w niepokojącym tempie, co wpływa negatywnie na bezpieczeństwo żywnościowe w skali świata. Różnorodność biologiczna zmienia się w odpowiedzi na wiele procesów zainicjowanych aktywną działalnością człowieka. Niezrównoważona działalność człowieka stanowi zagrożenie dla różnorodności biologicznej na wszystkich poziomach, prowadząc do jej zubożenia.

Utrata różnorodności biologicznej ekosystemów, na poziomie lokalnym, regionalnym, krajowym oraz światowym, stanowi zagrożenie dla funkcjonowania planety, a w konsekwencji dla gospodarki i ludzkości. Według danych FAO ponad 60% światowych ekosystemów uległo degradacji lub jest niewłaściwie wykorzystywanych, zaś 75% stad ryb jest nadmiernie eksploatowanych lub w znacznym stopniu wyczerpanych. Skutki utraty różnorodności biologicznej można rozpatrywać w sześciu aspektach: ekonomicznym, ekologicznym, genetycznym, egzystencjalnym, moralny i estetycznym.

W interesie człowieka jest zatrzymanie procesu wymierania gatunków, postępującego w dużym, ciągle rosnącym tempie, aby nie utracić bezpowrotnie tego olbrzymiego i w pełni niepoznanego potencjału różnorodnych właściwości świata ożywionego. Całe to bogactwo, zarówno organizmów dzikich, jak i wyhodowanych przez człowieka, jest niezbędne do życia i utrzymania względnego komfortu dla ciągle rosnącej populacji człowieka.

Ochrona i poprawa różnorodności biologicznej wpisują się w ogólne ramy zrównoważonego rolnictwa, łącząc cele produktywności, bezpieczeństwa żywnościowego, bezpieczeństwa ekologicznego i sprawiedliwości społecznej. Przejście na zrównoważone rolnictwo wymaga zmian w metodach produkcji i politykach, jak również pełnego uczestnictwa mieszkańców Ziemi. Postęp naukowy w dziedzinie genetyki może odegrać znaczącą rolę w tym podejściu, ale musi być ukierunkowany na wykorzystywanie i wzmacnianie różnorodności w systemach produkcji rolniczej.

Zachowanie różnorodności biologicznej stanowi ważną kwestię dla trzech sektorów: rolnictwa, rybołówstwa i leśnictwa. Sektory te wykorzystują różnorodność biologiczną do swojej produkcji, która zależy od stanu ekosystemów.

Na podstawie przeglądu literatury przeanalizowano liczne zagrożenia bioróżnorodności. Niektóre z zagrożeń związane są pośrednio lub bezpośrednio z aktywną działalnością człowieka: (1) zmiany siedlisk, które wynikają m.in.

z ich fragmentacji i działalności rolniczej; (2) zmiany klimatu; (3) nadmiernej eksploatacji ekosystemów (rybołówstwo, łowiectwo, gospodarka leśna) i zasobów naturalnych; (4) zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego (powietrza, wody, ziemi) oraz (5) występowania inwazyjnych gatunków obcych: zwierząt, roślin, grzybów i mikroorganizmów.

Każdy z czynników wpływa z różną siłą i kierunkiem zmian na poszczególne ekosystemy, czy gatunki roślin i zwierząt. Jeżeli działalność człowieka nie zmieni się, to można spodziewać się dalszej utraty różnorodności biologicznej roślinnej i zwierzęcej. Kontrolowane, zrównoważone i świadome korzystanie z dobrodziejstw różnych ekosystemów będzie wpływać na utrzymanie różnorodności biologicznej, która jest zabezpieczeniem przed różnego typu klęskami oraz jest tzw. „poduszką bezpieczeństwa” zarówno dla ekosystemów, jak i dobrobytu człowieka. Dlatego potrzebne są kampanie informujące społeczeństwo o istniejących zagrożeniach oraz muszą być podejmowane odpowiednie kroki na szczeblu krajowym, międzynarodowym i światowym. Potrzebne jest zintegrowane podejście, obejmujące działania naprawcze, monitoring oraz działania korygujące, które będą przeciwdziałać utracie różnorodności biologicznej roślinnej i zwierzęcej.

W 2011 roku Komisja Europejska przyjęła nową strategię *Nasze ubezpieczenie na życie i nasz kapitał naturalny – unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r.*, w której określono ramy działań Unii Europejskiej w nadchodzącej dekadzie, zmierzających do realizacji przewodniego celu w zakresie różnorodności biologicznej na okres do 2020 roku. Celem przewodnim Strategii jest powstrzymanie utraty różnorodności biologicznej i degradacji funkcji ekosystemów w Unii Europejskiej do 2020 roku oraz przywrócenie ich w możliwie największym stopniu, a także zwiększenie wkładu Unii Europejskiej w zapobieganie utracie różnorodności biologicznej na świecie. Unijna strategia obejmuje sześć wzajemnie uzupełniających się celów, które dotyczą głównych czynników wpływających na utratę bioróżnorodności oraz mają zmniejszyć kluczowe zagrożenia przyrody oraz usług ekosystemowych w Unii Europejskiej: (1) pełne wdrożenie dyrektywy ptasiej i siedliskowej, (2) utrzymanie oraz odbudowa ekosystemów i ich funkcji, (3) zwiększenie wkładu rolnictwa i leśnictwa w utrzymanie oraz wzmocnienie bioróżnorodności, (4) zapewnienie zrównoważonego wykorzystania zasobów rybnych, (5) zwalczanie inwazyjnych gatunków obcych oraz (6) pomoc na rzecz zapobiegania utracie światowej bioróżnorodności.

Utrzymanie różnorodności biologicznej zarówno w przypadku rolnictwa, jak i rybołówstwa jest kluczową sprawą z uwagi na fakt, iż ekosystemy te dostarczają zasobów do żywienia ludności.

Do oceny różnorodności biologicznej w rolnictwie stosowane są różne metody, zależne od rozpatrywanego poziomu (różnorodność genetyczna, gatunko-

wa, ekosystemowa) i skali badania (pole, gospodarstwo, krajobraz, region, kraj). Co istotne, różnorodność biologiczna agroekosystemów jest wypadkową różnorodności uprawianych gatunków roślin i zwierząt hodowlanych oraz różnorodności gatunków dzikich, występujących na terenach rolniczych. Najczęściej ocena dokonywana jest na podstawie występowania wybranych gatunków wskaźnikowych: roślin i/lub zwierząt. Wykorzystanie bioindykatorów pozwala na określenie wpływu prowadzonej gospodarki rolnej na poziom agrobioróżnorodności. Im wyższy poziom oceny (regionu, kraju), tym bardziej ogólne metody są stosowane. Zazwyczaj na poziomie regionu, czy kraju badacze w swoich analizach ograniczają się do jednego lub kilku wybranych wskaźników. Najdokładniejsze oceny poziomu różnorodności biologicznej są prowadzone na poziomie pojedynczego pola uprawnego, łąki (pastwiska) i gospodarstwa rolnego.

Warto zwrócić uwagę na fakt, iż różnorodność biologiczna obszarów rolniczych zależy nie tylko od metod upraw, intensyfikacji gospodarki rolnej oraz uprawianych gatunków roślin lub gatunków zwierząt hodowlanych, ale również, szczególnie w odniesieniu do gatunków dziko występujących, od układu krajobrazu. Im bardziej zróżnicowana struktura krajobrazu, tym większe bogactwo gatunkowe agroekosystemu. Ogólnie można przyjąć, iż różnorodność biologiczna obszarów rolniczych jest wypadkową intensyfikacji prowadzonej gospodarki, wielkości pól uprawnych, stosowanych metod, urozmaicenia uprawianych gatunków roślin i zwierząt hodowlanych, a także mozaikowości krajobrazu, czyli obecności siedlisk nierolniczych (miedze, zadrzewienia i zakrzewienia śródpolne, oczka wodne, struktury liniowe).

Istotną kwestią jest odpowiedni dobór wskaźników stosowanych do oceny różnorodności biologicznej obszarów rolniczych. Wybór kilku mierników opisujących konkretną cechę może prowadzić do jej przeszacowania, pominięcie zaś innego miernika – brak reprezentacji danej właściwości agroekosystemu. Ssaki lub ptaki mogą być dobrymi bioindykatorami wskazującymi na występowanie danego siedliska, nie zawsze jednak na tej podstawie można wnioskować o jego kondycji (jakości). Wskaźniki muszą być odpowiednio dobierane do danego regionu z uwagi na różne zasięgi geograficzne występowania poszczególnych gatunków. Problemem może być również brak danych do analizy, brak standaryzacji używanych metod badawczych, ustalanie wag poszczególnych mierników lub niedostosowanie teoretycznych modeli do potrzeb praktyki.

Na poziom różnorodności biologicznej obszarów rolniczych pozytywnie wpływa mozaikowość zbiorowisk roślinnych oraz sposób uprawy, a także stosowanie polikultur. Wyższą różnorodność biologiczną odnotowuje się na mniejszych polach niż na większych, na terenach, gdzie prowadzi się ekstensywną,

a nie intensywną produkcje rolną, i tam, gdzie są uprawy organiczne w porównaniu do rolnictwa konwencjonalnego.

W przypadku biologicznej różnorodności morskiej stosuje się podobne metody oceny jak w rolnictwie, a więc analizuje się występowanie wybranych gatunków bezkręgowców lub kręgowców, czasem z uwzględnieniem różnych typów dna/siedlisk czy lub stref głębokości. Ważną kwestią jest dobór bioindykatorów, a problemem może być brak danych do porównań z poprzednich okresów. Najprostszą do przeprowadzenia analizą jest analiza poławianych ryb, chociaż badacze rozpatrują także zmiany występowania innych gatunków.

Różnorodne metody badawcze wykorzystywane w ocenie różnorodności biologicznej w rolnictwie i w rybołówstwie potwierdzają utratę różnorodności biologicznej w skali regionów, krajów i całego świata. Należy dokonać wszelkich starań, aby zatrzymać ten trend zarówno w odniesieniu do gatunków gospodarczo wykorzystywanych przez człowieka, jak i gatunków dziko żyjących oraz zachowanie ich miejsc bytowania.

Ważnym narzędziem wspierającym różnorodność biologiczną jest wspólna polityka rolna, która dysponuje środkami mającymi na celu ochronę środowiska przyrodniczego. Z analizowanych materiałów źródłowych wynika jednoznacznie, że po raz pierwszy w dotychczasowej historii wspólnej polityki rolnej, położono tak duży nacisk na sprawy rolnośrodowiskowe. Obecna wspólna polityka rolna m.in. uzależnia wypłatę 30% płatności bezpośrednich od przedstawienia sektora rolnego na kierunek bardziej zrównoważony, tzw. „zazielenienie”. Znacznie wzrosły też środki przeznaczane na programy rolnośrodowiskowe.

Analizowane dokumenty pokazują obraz dość optymistyczny. Rolnictwo Unii Europejskiej dostarcza środowiskowych dóbr publicznych i przyczynia się (przynajmniej w założeniach) do zmniejszenia fluktuacji klimatu. Wspólna polityka rolna zapewnia ochronę różnorodności biologicznej i przyczynia się do poprawy ochrony gatunków zwierząt i siedlisk.

Należy zwrócić uwagę na wielofunkcyjny charakter rolnictwa krajów Unii Europejskiej, jako istotną cechę tego sektora, całkowicie odmienną od występujących w innych krajach, np. w Stanach Zjednoczonych, gdzie rolnictwo nastawione jest na maksymalizację produkcji rolniczej i eksportu. Unia Europejska przywiązuje duże znaczenie do środowiskowych aspektów rolnictwa, takich jak: ochrona środowiska przyrodniczego, różnorodność biologiczna, zachowanie krajobrazu oraz dziedzictwa kulturowego i tradycyjnego modelu życia, bezpieczeństwo żywnościowe (*food security*), bezpieczeństwo żywności (*food safety*), zrównoważony rozwój obszarów wiejskich i dobrostan zwierząt. Jednocześnie rolnictwu unijnemu nie jest łatwo działać w otoczeniu międzynarodowym, nieprzyjmującym na razie tych wartości.

Narzędzia i środki ochrony różnorodności biologicznej stwarzają szansę faktycznego polepszenia jakości życia mieszkańców obszarów wiejskich, jak również ogółu obywateli.

Ochrona bioróżnorodności realizowana jest przez wiele instrumentów. Jednym z kryteriów podziału, szczególnie w przypadku Polski, może być to, czy jest to instrumentarium wynikające z przepisów wspólnej polityki rolnej Unii Europejskiej, czy też z polityki krajowej. Szczególną uwagę należy zwrócić na instrumenty zawarte w Programie Rozwoju Obszarów Wiejskich. Taki podział nie przesądza jednak o dalszej klasyfikacji instrumentów. W literaturze przedmiotu dotyczącej ochrony środowiska przyrodniczego spotyka się klasyfikację narzędzi na: (1) akty prawne, (2) instrumenty wsparcia oraz (3) badania naukowe oraz wdrożenia ukierunkowane na zwiększenie przyjaznej środowisku przyrodniczemu produkcji rolniczej. Optymalny wybór instrumentu uzależniony jest przede wszystkim od celów gospodarczych, środowiskowych oraz społecznych, jakie mają zostać osiągnięte. Szczegółowa identyfikacja instrumentów jest niezbędna, gdyż niektóre z nich są jednocześnie, przy zastosowaniu odpowiedniego kryterium, wskaźnikami realizacji celu. Tak jest na przykład z instrumentem *po-krycie gruntów ornych roślinnością w okresie zimy*, który przeciwdziała erozji gleby i utracie przez nią żyzności.

Prowadząc dalsze badania, w dłuższej perspektywie należałoby się skupić nad szerszym arsenałem narzędzi wspomagających zrównoważony rozwój obszarów wiejskich, w tym ochronę bioróżnorodności. Dotychczas wypracowane narzędzia można wykorzystać do analizy podjętych działań w rolnictwie Unii Europejskiej, a także w polskim rolnictwie.

Uzyskane wyniki z przeprowadzonych badań dotyczących bezpieczeństwa żywnościowego i różnorodności biologicznej w rolnictwie pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków aplikacyjnych:

1. Różnorodność biologiczna stanowi podstawę do rozwoju rolnictwa, która bazuje na hodowli udomowionych gatunków zwierząt i uprawach wybranych gatunków roślin. Istotną kwestią w zachowaniu agrobioróżnorodności jest zróżnicowanie genetyczne uprawianych roślin i zwierząt hodowlanych.

2. Ekosystemy zapewniają człowiekowi dostęp do żywności, świeżej wody i źródeł kopalnianych. Różnorodność biologiczna jest jednym z elementów umożliwiających dostęp do żywności cechującej się różnorodnością pod względem ilościowym i jakościowym (zapewnia naturalne bogactwo składników odżywczych: węglowodanów, białek, tłuszczów i mikroelementów).

3. Zapewnienie różnorodności biologicznej jest tzw. „poduszką bezpieczeństwa” na wypadek takich zdarzeń, jak kłęska nieurodzaju, ataki szkodników, choroby roślin lub epidemie chorób zwierząt gospodarskich. Wykorzysta-

nie różnorodności biologicznej w rolnictwie pozytywnie oddziałuje na użytki rolne, m.in. utrzymując strukturę i żyzność gleby, zapobiegając erozji gleby, zapewniając obieg składników mineralnych w glebie oraz odpowiedni przepływ i dystrybucję wody, czy zapewniając zapylenie roślin uprawnych.

4. Konflikty między rolnictwem a różnorodnością biologiczną są nieuniknione. Dzięki zrównoważonym praktykom rolniczym oraz zmianom w politykach i instytucjach rolniczych można je przewyciężyć. Dowody historyczne oraz aktualne obserwacje pokazują, że utrzymanie różnorodności biologicznej musi być zintegrowane z praktykami rolniczymi – strategią, która może przynieść wiele korzyści ekologicznych i społeczno-ekonomicznych, w szczególności w celu zapewnienia bezpieczeństwa żywnościowego.

5. Ochrona i poprawa bioróżnorodności wpisują się w ogólne ramy zrównoważonego rolnictwa, łącząc cele produktywności, bezpieczeństwa żywnościowego, bezpieczeństwa ekologicznego i sprawiedliwości społecznej. Przejście na zrównoważone rolnictwo wymaga zmian w metodach produkcji i politykach, jak również pełnego uczestnictwa wszystkich mieszkańców Ziemi.

6. Należy promować alternatywne formy rolnictwa, które korzystnie oddziałują na środowisko przyrodnicze, w tym na bioróżnorodność genetyczną. Stosowane ekologiczne praktyki nie tylko chronią, ale także wzbogacają rolniczą i pozarolniczą różnorodność biologiczną roślinną i zwierzęcą, m.in. przez uprawę tradycyjnych, mniej znanych gatunków roślin oraz hodowlę starych lokalnych ras zwierząt.

7. Należy uświadamiać konsumentów w zakresie korzyści wynikających z wpływu bioróżnorodności na aspekty społeczne, środowiskowe i zdrowotne. Jednym z rozwiązań jest rozpowszechnianie zrównoważonej diety.

8. Z wielowymiarowości problemów, jakie dotyczą bezpieczeństwa żywnościowego, różnorodności biologicznej i usług ekosystemowych, wyłania się wspólny wątek: utrata różnorodności biologicznej jest jednym z najważniejszych problemów do rozwiązania ze względu na szybkość następowania strat i kosztów ponoszonych w ich wyniku.

Bibliografia

Albrecht H. (2003), *Suitability of arable weeds as indicator organisms to evaluate species conservation effects of management in agricultural ecosystems*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 98.

Altieri M.A. (1999), *The ecological role of biodiversity in agroecosystems*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 74.

Altieri M.A., Companioni N., Cañizares K., Murphy C., Rosset P., Bourque M., Nicholls C.I. (1999), *The greening of the “barrios”: Urban agriculture for food security in Cuba*, „Agriculture and Human Values”, nr 16.

Araújo M.B., Thuiller W., Pearson R.G. (2006), *Climate warming and the decline of amphibians and reptiles in Europe*, „Journal of Biogeography”, nr 33.

Archambault P., Snelgrove P.V.R., Fisher J.A.D., Gagnon J.-M., Garbary D.J., Harvey M., Kenchington E.L., Lesage V., Levesque M., Lovejoy C., Mackas D.L., McKindsey C.W., Nelson J.R., Pepin P., Piché L., Poulin M. (2010), *From sea to sea: Canada's three oceans biodiversity*, PLOS ONE, nr 5(8).

ART (2012), *Biodiversity indicators for European farming systems. A guidebook*, red. naukowa F. Herzog, K. Balázs, P. Dennis, J. Friedel, I. Geijzendorffer, P. Jeanneret, M. Kainz i P. Pointereau, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART Reckenholz, Zürich.

Atkinson C.T., Dusek R.J., Woods K.L., Iko W.M. (2000), *Pathogenicity of avian malaria in experimentally-infected Hawaii Amakihi*, „Journal of Wildlife Diseases”, nr 36(2).

Balmford A., Fisher B., Green R.E., Naidoo R., Strassburg B., Kerry Turner R., Rodrigues A.S.L. (2011), *Bringing ecosystem services into the real world: an operational framework for assessing the economic consequences of losing wild nature*, „Environmental and Resource Economics”, nr 48(2).

Bartosz R., Bukowska M., Chylarecki P., Ignatowicz A., Puzio A., Wilińska A. (2012), *Ocena wpływu zmian klimatu na różnorodność biologiczną oraz wynikające z niej wytyczne dla działań administracji ochrony przyrody do roku 2030*, FundEko, Warszawa.

Berbec A., Radzikowski P., Stalenga J., Feledyn-Szewczyk B., Hajdamowicz I., Stańska M. (2013), *Ocena różnorodności flory segetalnej i owadów prostoskrzydłych w zbożach ozimych uprawianych w systemie ekologicznym i konwencjonalnym*, „Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie”, t. 13, z. 4.

Biesiadka E. (2013), *Teoretyczne podstawy bioindykacji [w:] Biologiczne metody oceny stanu środowiska. Tom 1: Ekosystemy lądowe*, red. naukowa M. Dynowska i H. Ciecierska, Wydawnictwo Mantis, Olsztyn.

Billeter R., Liira J., Bailey D., Bugter R., Arens P., Augenstein I., Aviron S., Baudry J., Bukacek R., Burnel F., Cerny M., De Blust G., De Cock R., Diekötter T., Dietz H., Dirksen J., Dormann C., Durka W., Frenzel M., Hamersky R., Hendrickx F., Herzog F., Klotz S., Koolstra B., Lausch A., Le Coeur D., Maelfait J.P., Opdam P., Roubalova M., Schermann A., Schermann N., Schmidt T., Schweiger O., mulders J.M.J., Speelmans M., Simova P., Verboom J., van Wingerden W.K.R.E., Zobel M., Edwards P.J. (2008), *Indicators for biodiversity in agricultural land-scapes: a pan-European study*, „Journal of Applied Ecology”, nr 45.

- Blecharczyk A., Małecka I., Zawada D., Sawinska Z. (2007), *Bioróżnorodność chwastów w pszenicy ozimej w zależności od wieloletniego nawożenia i systemu następstwa roślin*, „Fragmenta Agronomica”, nr 3(95).
- Bobbink R., Hicks K., Galloway J., Spranger T., Alkemade R., Ashmore M., Bustamante M., Cinderby S., Davidson E., Dentener F., Emmett B., Erisman J.W., Fenn M., Gilliam F., Nordin A., Pardo L., De Vries W. (2010), *Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis*, „Ecological Applications”, nr 20.
- Bockstaller C., Lasserre-Joulin F., Slezack-Deschaumes S., Piutti S., Villerd J., Amiaud B., Planureux S. (2011), *Assessing biodiversity in arable farmland by means of indicators: an overview*, „OCL – Oilseeds and fats, Crops and Lipids”, nr 18(3).
- Bora S., Ceccacci I., Delgado C., Townsend R. (2010), *Food Security and Conflict*, The World Bank, Washington, DC.
- Breaux A., Farber S., Day J. (1995), *Using natural coastal wetlands systems for wastewater treatment: and economic benefit analysis*, „Journal of Environmental Management”, nr 44.
- Brzozowska I., Brzozowski J. (2014), *Bioróżnorodność flory segetalnej w pszenicy ozimym uprawianym w warunkach różnych metod odchwaszczania i nawożenia azotem*, „Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych”, nr 577.
- Bunce R.G.H., Bogers M.M.B., Evans D., Halada L., Jongman R.H.G., Mucher C.A., Bauch B., de Blust G., Parr T.W., Olsvit-Whittaker L. (2013), *The significance of habitats as indicators of biodiversity and their links to species*, „Ecological Indicators”, nr 33.
- Butler S.J., Brooks D., Feber R.E., Storkey J., Vickery J.A., Norris K. (2009), *A cross-taxonomic index for quantifying the health of farmland biodiversity*, „Journal of Applied Ecology”, nr 46.
- Büchs W. (2003), *Biodiversity and agri-environmental indicators – general scopes and skills with species reference to the habitat level*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 98.
- CBD (2010), *Examination of the outcome-oriented goals and targets (and associated indicators) and considerations of their possible adjustment for the period beyond 2010*, Conference of the parties to the convention on biological diversity, Nagoya, 18-29 October.
- Chappell J., LaValle L.A. (2011), *Food security and biodiversity: can we have both? An agroecological analysis*, „Agriculture and Human Values”, nr 28(1).
- Coll M., Carreras M., Ciercoles C., Cornax M.-J., Gorelli G., Morote E., Sáez R. (2014), *Assessing Fishing and Marine Biodiversity Changes Using Fishers' Perceptions: The Spanish Mediterranean and Gulf of Cadiz Case Study*, PLOS ONE, nr 14(9).
- Costanza R., Fisher B., Mulder K., Liu S., Christopher T. (2007), *Biodiversity and ecosystem services: a multi-scale empirical study of the relationship between species richness and net primary production*, „Ecological Economics”, nr 61.
- Cotter J., Rogers S., Ellis J., Mackinson S., Dulvy N., Pinnegar J., Jennings S., Greenstreet S. (2007), *Marine Ecosystem Integrity: development of a marine trophic Index for UK waters and recommendations for further indicator development*, Cefas contrast report C3140, Natural Environment Group, Science Division, Defra, Bristol.
- Cotter J., Tirado R. (2008), *Problem: Bezpieczeństwo żywnościowe a zmiany klimatu. Rozwiązanie: Różnorodność biologiczna*, Uniwersytet Exeter, Greenpeace.

- Cramer W., Egea E., Fischer J., Lux A., Salles J-M., Settele J., Tichit M. (2017), *Biodiversity and food security: from trade-offs to synergies*, „Regional Environmental Change”, nr 17(5).
- Czajkowski M., Buszko-Briggs M., Hanley N. (2009), *Valuing changes in forest biodiversity*, „Ecological Economics”, nr 68(12).
- Czech B., Krausman P.R., Devers P.K. (2000), Economic Associations Among Causes of Species Endangerment in the United States, „BioScience”, nr 50.
- Damalas C.A., Eleftherohorinos I.G. (2011), *Pesticide exposure, safety issues, and risk assessment indicators*, „International Journal of Environmental Research and Public Health”, nr 8(5).
- Dauber J., Hirsch M., Simmerling D., Waldhardt R., Otte A., Wolters V. (2003), *Landscape structure as an indicator of biodiversity: matrix effects on species richness*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 98.
- Davidson E.A., David M.B., Galloway J.N., Goodale C.L., Haeuber R., Harrison J.A., Howarth R.W., Jaynes D.B., Lowrance R.R., Thomas N.B., Peel J.L., Pinder R.W., Porter E., Snyder C.S., Townsend A.R., Ward M.H. (2012), *Excess Nitrogen in the U.S. Environment: Trends, Risks and Solutions*, Issues in Ecology Report Nr 15, Ecological Society of America, Washington.
- De Groote H., Ajuonu O., Attignon S., Djessou R., Neuenschwander P. (2003), *Economic impact of biological control of water hyacinth in Southern Benin*, „Ecological Economics”, nr 45(1).
- Dec D. (2010), *Różnorodność biologiczna chwastów na terenach rolniczych* [w:] *Rolnictwo w kontekście zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich*, red. naukowa B. Kryk i M. Malicki, Uniwersytet Szczeciński, Szczecin.
- Deriu I., D'Amico F., Tsiamis K., Gervasini E., Cardoso A.C. (2017), *Handling Big Data of Alien Species in Europe: The European Alien Species Information Network Geodatabase*, „Frontiers in ICT”, nr 4(20).
- Done T.J., Reichelt R.E. (1998), *Integrated coastal zone and fisheries ecosystem management: generic goals and performance indices*, „Ecological Applications”, nr 8(1), supplement.
- Dudley N., Baldock D., Nasi R., Solton S. (2005), *Measuring biodiversity and sustainable management in forests and agricultural landscapes*, „Philosophical Transactions of The Royal Society B, Biological Sciences”, nr 360.
- Duelli P. (1997), *Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: An approach at two different scales*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 62.
- Duelli P., Obrist M.K. (2003), *Biodiversity indicators: the choice of values and measures*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 98.
- Dulisz B. (2013), *Ptaki jako wskaźniki stanu środowiska* [w:] *Biologiczne metody oceny stanu środowiska. Tom 1: Ekosystemy lądowe*, red. naukowa M. Dynowska i H. Ciecierska, Wydawnictwo Mantis, Olsztyn.
- EEA (2010), *EU 2010 biodiversity baseline*, EEA Technical report Nr 12, Copenhagen.
- Elhaweet A.E., Fishar M.R., Geneid Y., Abdel-Moula E. (2011), *Assessment of fisheries and marine biodiversity of Sallum Gulf, Egypt*, „International Journal of Environmental Science and Engineering”, nr 1.
- Elmqvist T., Setälä H., Handel S.N., van der Ploeg S., Aronson J., Blignaut J.N., Gómez-Baggethun E., Nowak D.J., Kronenberg J., de Groot R. (2015), *Benefits of restoring ecosystem services in urban areas*, „Current Opinion in Environmental Sustainability”, nr 14.

European Commission (2011), Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Our life insurance, our natural capital: an EU biodiversity strategy to 2020, COM 244 final, Brussels.

Europejski Trybunał Obrachunkowy (2014), *W jaki sposób instytucje i organy UE obliczają, ograniczają i kompensują własną emisję gazów cieplarnianych?* Sprawozdanie specjalne nr 14, Luksemburg.

Falińska K. (2004), *Ekologia roślin*, PWN, Warszawa.

Fanzo J., Remans R., Termote C. (2016), *Smallholders, agro-biodiversity and mixed cropping and livestock systems* [w:] *Routledge Handbooks of Food and Nutrition Situation*, red. naukowa B. Pritchard, R. Ortiz i M. Shekar, Routledge, London, New York.

FAO (2017), *The State of Food and Agriculture. Leveraging food systems for inclusive rural transformation*, Rome.

FAO (2016), *The State of World Fisheries and Aquaculture 2016. Contributing to food security and nutrition for all*, Rome.

FAO (2015), *The Second Report on the State of the World's Animal Genetic Resources for Food and Agriculture*, red. naukowa B.D. Scherf i D. Pilling, FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessment, Rome.

FAO (2010), *The Second Report on the State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, Rome.

FAO (2009), *The State of Food Insecurity In the World 2009. Economic crises – impacts and lesson learned*, Rome.

FAO (2007), *The State of World Fisheries and Aquaculture 2006*, Rome.

FAO (1999), *Women: users, preservers and managers of agrobiodiversity*, Rome.

FAO (1997), *The State of the World's Plant Genetic Resources for Food and Agriculture*, Rome.

FAO, IFAD, UNICEF, WFP, WHO (2017), *The State of Food Security and Nutrition in the World 2017. Building resilience for peace and food security*, Rome.

FAO-PAR (2011), *Biodiversity for food and agriculture*, Rome.

Feledyn-Szewczyk B. (2016), *Bioróżnorodność jako wskaźnik monitorowania stanu środowiska* [w:] *Problemy produkcji rolniczej w Polsce w kontekście ich oddziaływania na środowisko*, red. naukowa A. Harasim, J. Kopiński i M. Matyka, Studia i Raporty IUNG-PIB, nr 47(1), IUNG-PIB, Puławy.

Feledyn-Szewczyk B. (2014), *Bioróżnorodność roślin jako element zrównoważonego rolnictwa* [w:] *Wybrane problemy rolnictwa polskiego z uwzględnieniem stanu jego zrównoważenia*, red. naukowa A. Harasim, Studia i Raporty IUNG-PIB, z. 40(14), IUNG-PIB, Puławy.

Foissner W. (1997), *Protozoa as bioindicators in agroecosystems, with emphasis on farming practices, biocides and biodiversity*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 62.

Gallai N., Vaissière B.E. (2009), *Guidelines for the economic valuation of pollination services at a national scale*, FAO, Rome.

Gerber N. (2011), *Biodiversity measures based on species-level dissimilarities: a methodology for assessment*, „Ecological Economics”, nr 70(12).

Giovanucci D., Scherr S., Nierenberg D., Hebebrand Ch., Shapiro J., Milder J., Wheeler K., (2012), *Food and Agriculture: the future of sustainability. A strategic input to the Sustainable Development in the 21st Century (SD21) project*, United Nations Department of Economic and Social Affairs, Division for Sustainable Development New York.

Gołębiewska H. (2013), *Zmiany w zbiorowiskach chwastów towarzyszących kukurydzy zachodzących pod wpływem uproszczeń w uprawie roli*, „Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Rolnictwo”, nr 594.

Grabowski M., Bereś P.K., Dąbrowski Z.T. (2010), *Charakterystyka wybranych gatunków biegaczowatych (Coleoptera: Carabidae) pod kątem ich przydatności do oceny ryzyka i monitoringu uwalniania GMO do środowiska*, „Progress in Plant Protection”, nr 50(4).

Gray J.S. (1997), *Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs*, „Biodiversity and Conservation”, nr 6.

Gregory R.D., Noble D., Field R., Marchant J., Raven M., Gibbons D.W. (2003), *Using birds as indicators of biodiversity*, „Ornis Hungarica”, nr 12-13.

Haas G., Wetterich F., Köpke U. (2001), *Compering intensive, extensive and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 83.

Halpern B.S., Walbridge S., Selkoe K.A., Kappel C.V., Micheli F., D'Agrosa C., Bruno J.F., Casey K.S., Ebert C., Fox H.E., Fujita R., Heinemann D., Lenihan H.S., Madin E.M.P., Perry M.T., Selig E.R., Spalding M., Steneck R., Watson R. (2008), *A global map of human impact on marine ecosystems*, „Science”, nr 319(5865).

Higgins S.I., Turpie J.K., Costanza R., Cowling R.M., Le Maitre D.C., Marais Ch., Midgley G.F. (1997), *An ecological simulation model of mountain fynbos ecosystems: Dynamics, valuation and management*, „Ecological Economics”, nr 22.

Hodun G., Podyma W. (2009), *Zachowanie zagrożonych zasobów genetycznych roślin w rolnictwie*, Biblioteczka Programu Rolnośrodowiskowego 2007-2013, MRiRW, Warszawa.

Hoffman J., Geef J.M. (2003), *Mosaic indicators – theoretical approach for the development of indicators for species diversity in agricultural landscapes*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 98.

IFIA, UNEP (1998), *Mineral Fertilizer Use and the Environment*, Paris.

IPCC (2007), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, red. naukowa B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave i L.A. Meyer, Cambridge University Press, Cambridge, New York.

IPCC (2014a), *Agriculture, Forestry and Other Land Use (AFOLU) [w:] Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, red. naukowa O. Edenhofer, R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, J.C. Minx, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, Ch. von Stechow i T. Zwickel, Cambridge University Press, Cambridge and New York.

IPCC (2014b), *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, red. naukowa R.K. Pachauri i L.A. Meyer, IPCC, Geneva.

- Jaroszevska J. (2016), *Efekte zewnętrzne w kontekście zapewnienia różnicowania biologicznego (zazielenienie)* [w:] *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym [36]. Internalizacja efektów zewnętrznych w rolnictwie – europejskie doświadczenia*, red. naukowa K. Prandecki, seria: Monografie Programu Wieloletniego 2015-2019, nr 42, IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Jarvis A., Lane A., Hijmans R.J. (2008), *The effect of climate change on crop wild relatives*, „Agriculture, Ecosystems and Environment”, nr 126.
- Jeanneret P., Baumgartner D.U., Knuchel R.F., Koch B., Gaillard G. (2014), *An expert system for integrating biodiversity into agricultural life cycle assessment*, „Ecological Indicators”, nr 46.
- Jeżowski P. (2012), *Rozwój zrównoważony i jego nowe wyzwania*, „Kwartalnik Kolegium Ekonomiczno-Społecznego, Studia i Prace”, nr 2, Warszawa.
- Kaimowitz D. (2005), *Forests and Human Health: Some Vital Connections*, Swedish CGIAR, Bogor.
- Kalinowska A. (2011), *Dla trwałości życia – różnorodność biologiczna a dobrostan ludzkości* [w:] *Wybrane zagadnienia z ekologii i ochrony środowiska. Różnorodność biologiczna w wielu odślonach*, red. naukowa A. Kalinowska, Uniwersyteckie Centrum Badań nad Środowiskiem Przyrodniczym, Uniwersytet Warszawski, Warszawa.
- Kapeluszny J., Haliniarz M. (2010), *Ekspansywne i zagrożone gatunki flory segetalnej w środkowo-wschodniej Polsce*, „Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska”, sectio E, nr LXV(1).
- Keichinger O. (2001), *Evaluation de l'impact des pratiques agricoles d'exploitations de grandes cultures sur la valeur cynegétique à l'aide d'indicateurs agro-écologiques*, Doctorat INPL-ENSAIA, Nancy.
- Kędziora A., Karg J. (2010), *Zagrożenia i ochrona różnorodności biologicznej*, „NAUKA”, nr 4.
- Klein A.-M., Vaissière B.E., Cane J.H., Steffan-Dewenter I., Cunningham S.A., Kremen C., Tscharntke T. (2007), *Importance of pollinators in changing landscapes for world crops*, „Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences”, nr 274(1608).
- Kociszewski K. (2014), *Ekologiczne aspekty zmian Wspólnej Polityki Rolnej a zrównoważony rozwój polskiego rolnictwa* [w:] *Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym [20]*, seria: Program Wieloletni 2011-2014, nr 100, IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Komisja Europejska (2011), *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Nasze ubezpieczenie na życie i nasz kapitał naturalny – unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r.*, KOM 244 wersja ostateczna, Bruksela.
- Komisja Europejska (2010), *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, WPR do 2020 r.: sprostac wyzwaniom przyszłości związanym z żywnością, zasobami naturalnymi oraz aspektami terytorialnymi*, KOM 672 wersja ostateczna, Bruksela.
- Komisja Europejska (2008), *Ekonomia ekosystemów i bioróżnorodności*, Urząd Oficjalnych Publikacji i Wspólnot Europejskich, Luksemburg.
- Korniak T., Loro P.M. (2013), *Zbiorowiska roślinne jako indykatory jakości środowiska lądowego* [w:] *Biologiczne metody oceny stanu środowiska. Tom 1: Ekosystemy lądowe*, red. naukowa M. Dynowska i H. Ciecierska, Wydawnictwo Mantis, Olsztyn.

- Kosewska A., Nijak K. (2012), *Analiza struktur zgrupowań biegaczowatych (Col., Carabidae) w integrowanej i ekologicznej uprawie ziemniaka. Komunikat*, „Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roślin”, nr 265.
- Kripa V., Narayanakumar R., Mohamed K.S. (2014), *UN Global Marine Assessment – Food Security – India*, Report for the Workshop, Chennai.
- Kruk H. (2014), *Przegląd wybranych metod oceny bioróżnorodności*, „Ekonomia i Środowisko”, nr 2(49).
- Krzyżanowski J. (2016), *Instrumenty zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich [w:] Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym [35]*, red. naukowa J.St. Zegar, seria: Monografie Programu Wieloletniego 2015-2019, nr 24, IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Krzyżanowski J. (2015a), *Wpływ WPR 2014-2020 na zrównoważenie polskiego rolnictwa w świetle dotychczasowych badań i bieżących dokumentów [w:] Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym [31]*, seria: Monografie Programu Wieloletniego 2015-2019, nr 6, IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Krzyżanowski J. (2015b), *Wspólna Polityka Rolna Unii Europejskiej w Polsce*, CeDeWu, Warszawa.
- Krzyżanowski J.T. (2005), *Niektóre elementy reformy wspólnej polityki rolnej Unii Europejskiej – 2003*, „Problemy Rolnictwa Światowego. Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego”, Tom XIII.
- Krzyżanowski J.T. (2013), *Od Health Check do perspektywy finansowej 2013-2020*, „Journal of Agribusiness and Rural Development”, nr 4(30).
- Kusters K., Achdiawan R., Belcher B., Ruiz Pérez M. (2006), *Balancing development and conservation? An assessment of livelihood and environmental outcomes of nontimber forest product trade in Asia, Africa, and Latin America*, „Ecology and Society”, nr 11(2).
- Kwasek M. (2013), *Bezpieczeństwo żywnościowe na świecie – współczesne problemy*, „Przemysł Spożywczy”, nr 3.
- Kwasek M., Obiedzińska A. (2012), *Bezpieczeństwo żywnościowe w kontekście Wspólnej Polityki Rolnej [w:] Propozycja rozwiązań WPR 2013+ a konkurencyjność gospodarki żywnościowej i obszarów wiejskich*, praca zbiorowa pod redakcją A. Kowalskiego, M. Wigiera i M. Dudka, seria: Program Wieloletni 2011-2014, nr 61, IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Lawler J.J., Shafer S.L., White D., Kareiva P., Maurer E.P., Blaustein A.R., Bartlein P.J., (2009), *Projected climate-induced faunal change in the Western Hemisphere*, „Ecology”, nr 90.
- Le Quesne W.J.F., Jennings S. (2012), *Predicting species vulnerability with minimal data to support rapid risk assessment of fishing impacts on biodiversity*, „Journal of Applied Ecology”, nr 49.
- Levin P.S., Kaplan I., Grober-Dunsmore R., Chittaro P.M., Oyamada S., Andrews K., Mangel M. (2009), *A framework for assessing the biodiversity and fishery aspects of marine reserves*, „Journal of Applied Ecology”, nr 46.
- Małysz J. (2009), *Ekonomiczna interpretacja bezpieczeństwa żywnościowego [w:] Bezpieczeństwo żywności w erze globalizacji*, red. naukowa S. Kowalczyk, SGH, Warszawa.
- Marczak P. (2017), *Konwencja o różnorodności biologicznej i jej praktyczne znaczenie*, Opracowania Tematyczne OP – 652, Kancelaria Senatu, Warszawa.

- MARMONI (2015) *The MARMONI approach to marine biodiversity indicators. Volume II: List of indicators for assessing the state of marine biodiversity in the Baltic Sea developed by the Life MARMONI Project*, Report Series, nr 16, University of Tartu, Estonian Marine Institute, Tallinn.
- Matthews A. (2013), *Greening the CAP: A Missed Opportunity?*, The Institute of International and European Affairs, Dublin.
- MEA (2005a), *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis*, World Resources Institute, Washington, DC.
- MEA (2005b), *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*, Island Press, Washington, DC.
- MEA (2005c), *Ecosystems and Human Well-being: Current State and Trends: findings of the Condition and Trends Working Group*, red. naukowa R. Hassan, R. Scholes i N. Ash, Island Press, Washington, DC.
- MEA (2005d), *Ecosystems and Human Well-being. A Framework for Assessment*, Island Press, Washington, DC.
- Meynecke J.O. (2004), *Effects of global climate change on geographic distributions of vertebrates in North Queensland*, „Ecological Modelling”, nr 174(4).
- Midgley G.F., Hannah L., Millar D., Thuiller W., Booth A. (2003), *Developing regional and species-level assessments of climate change impacts on biodiversity in the Cape Floristic Region*, „Biological Conservation”, nr 112(1-2).
- Mohapatra A., Mohanty R.J., Mohanty S.K., Bhatta K.S., Das N.R. (2007), *Fisheries enhancement and biodiversity assessment of fish, prawn and mud crab in Chilika lagoon through hydrological intervention*, „Wetlands Ecology and Management”, nr 15.
- MRiRW (2015), *System płatności bezpośrednich w Polsce w latach 2015-2020*, Warszawa.
- MRiRW (2014), *Program Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020*, Warszawa.
- MRiRW (2012) *Strategia zrównoważonego rozwoju wsi, rolnictwa i rybactwa na lata 2012-2020*, Warszawa.
- MRiRW (2008), *Sprawozdanie z posiedzenia Rady UE ds. Rolnictwa i Rybołówstwa w dniach 18-20 listopada*, Warszawa.
- MŚ (2010), *Różnorodność biologiczna*, Warszawa.
- Mulder P., van der Bergh J.C.J.M. (2001), *Evolutionary economics theories of sustainable development*, „Growth and Change”, nr 32.
- Musiał K., Grygierzec B. (2017), *Mozaikowość siedlisk i różnorodność florystyczna na terenie rolniczej gminy Sędziszów*, „Fragmenta Agronomica”, nr 34(2).
- Nagendra H., Gadgil M. (1999), *Biodiversity assessment at multiple scales: Linking remotely sensed data with field information*, „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America”, nr 96(16).
- Nielsen S.E., Bayne E.M., Schieck J., Herbers J., Boutin S. (2007), *A new method to estimate species and biodiversity intactness using empirically derived reference conditions*, „Biological Conservation”, nr 137.
- Nobrea C.A., Sampaio G., Borma L.S., Castilla-Rubio J.C., Silva J.S., Cardoso M. (2016), *Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable devel-*

opment paradigm, „Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America”, nr 113(39).

Obst M., Vicario S., Lundin K., Berggren M., Karlsson A., Haines R., Williams A., Goble C., Mathew C., Güntsch A. (2017), *Marine long-term biodiversity assessment suggests loss of rare species in the Skagerrak and Kattegat region*, „Marine Biodiversity”.

OECD (2008), *Environmental Performance of Agriculture in OECD Countries Since 1990*, Paris.

ONZ (2015), *Przekształcamy nasz świat: Agenda na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030*, Rezolucja przyjęta przez Zgromadzenie Ogólne 25 września 2015 roku, A/RES/70/1.

Palmer M., Finlay V. (2003), *Faith in Conservation: New Approaches to Religions and the Environment*, Bank Światowy, Waszyngton.

Palmer M. Finlay V. (2003), *Faith in Conservation: New Approaches to Religions and the Environment*, Bank Światowy, Waszyngton.

Paoletti M.G. (1999), *The role of earthworms for assessment of sustainability and as bio-indicators*, „Agriculture, Ecosystems & Environment”, nr 74(1-3).

Paoletti E., Bardelli T., Giovannini G., Pecchioli L. (2011), *Air quality impact of an urban park over time*, „Procedia Environmental Sciences”, nr 4.

Pawlaczyk P., Jermaczek A. (1995), *Poradnik lokalnej ochrony przyrody*, Wydawnictwo Lubuskiego Klubu Przyrodników, Świebodzin.

Phoenix G.K., Hicks W.K., Cinderby S., Kuylenstierna J.C.I., Stock W.D., Dentener F.J., Giller K.E., Austin A.T., Lefroy R.D.B., Gimeno B.S., Ashmore M.R., Ineson P. (2006), *Atmospheric nitrogen deposition in world biodiversity hotspots: the need for a greater global perspective in assessing N deposition impacts*, „Global Change Biology”, nr 12.

Pimentel D., Harvey C., Resosudarmo P., Sinclair K., Kurz D., McNair M., Crist S., Shpritz L., Fitton L., Saffouri R., Blair R. (1995), *Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits*, „Science”, nr 267(5201).

Poulin M., Daugbjerg N., Gradinger R., Ilyash L., Ratkova T., von Quillfeldt C. (2011), *The pan-Arctic biodiversity of marine pelagic and sea-ice unicellular eukaryotes: a first attempt assessment*, „Marine Biodiversity”, nr 41(1).

Priwiezienczew E. (2011), *Kurpiowski model rolniczej bioróżnorodności. Rolnicza różnorodność biologiczna atutem polskiego rolnictwa [w:] Wybrane zagadnienia z ekologii i ochrony środowiska. Różnorodność biologiczna w wielu odślonach*, red. naukowa A. Kalinowska, Uniwersyteckie Centrum Badań nad Środowiskiem Przyrodniczym, Uniwersytet Warszawski, Warszawa.

Rada Unii Europejskiej (2016), *Marnotrawienie żywności i starty żywności – konkluzje Rady*, 10730/16, Bruksela.

Ratajczyk N. (2013), *Różnorodność biologiczna – stan, zagrożenia, metody ochrony [w:] Prawo ochrony różnorodności biologicznej*, red. naukowa M. Górski i J. Miłkowska-Rębowska, Wolters Kluwer Polska, Warszawa.

Ratajczyk N., Wolańska-Kamińska A. (2015), *Ochrona różnorodności biologicznej obszarów wiejskich w świetle zapisów gminnych programów ochrony środowiska*, „Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie”, t. 15, z. 3.

Roe D., Mulliken T., Milledge S., Mremi J., Mosha S., Grieg-Gran M. (2002), *Making a Killing or Making a Living? Wildlife trade, trade controls and rural livelihoods*, „Biodiversity and Livelihood”, nr 6, IIED and TRAFFIC, Stevenage.

- Roo-Zielińska E. (2004), *Fitoindykacja jako narzędzie oceny środowiska fizycznogeograficznego. Podstawy teoretyczne i analiza porównawcza stosowanych metod*, IGiPZ PAN, Warszawa.
- Roo-Zielińska E., Solon J., Degórski M. (2007), *Ocena stanu i przekształceń środowiska przyrodniczego na podstawie wskaźników geobotanicznych, krajobrazowych i glebowych (podstawy teoretyczne i przykłady zastosowań)*, IGiPZ PAN, Monografie, nr 9, Warszawa.
- Roo-Zielińska E., Solon J., Degórski M. (2011), *Wykorzystanie wskaźników ekologicznych do oceny stanu i zmian środowiska geograficznego [w:] Priorytety badawcze i aplikacyjne geografii polskiej*, red. naukowa Z. Długosz i T. Rachwał, Wydawnictwo Naukowe UP, Kraków.
- Sala O.E., Chapin III F.S., Armesto J.J., Berlow E., Bloomfield J., Dirzo R., Huber-Sanwald E., Huenneke L.F., Jackson R.B., Kinzig A., Leemans R., Lodge D.M., Mooney H.A., Oesterheld M., LeRoy Poff N., Sykes M.T., Walker B.H., Walker M., Wall D.H. (2000), *Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100*, „Science”, nr 287.
- Sanderson F.J., Kucharz M., Jobda M., Donald P.F. (2013), *Impacts of agricultural intensification and abandonment on farmland birds in Poland following EU accession*, „Agriculture, Ecosystems and Environment”, nr 168.
- Scholefield P., Firbank L., Butler S., Norris K., Jones L.M., Petit S. (2011), *Modelling the European Farmland Bird Indicator in response to forecast land-use change in Europe*, „Ecological Indicators”, nr 11.
- Scholes R.J., Biggs R. (2004), *Ecosystem Services in Southern Africa: A Regional Assessment. The Regional-Scale Component of the Southern African Millennium Ecosystem Assessment*, CSIR, Pretoria.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2014), *Global Biodiversity Outlook 4*, Montréal.
- Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2006), *Global Biodiversity Outlook 2*, Montreal.
- Sienkiewicz J. (2013), *Ochrona różnorodności biologicznej w krajach UE do 2020 r. – nowa strategia europejska*, „Polish Journal of Agronomy”, nr 14.
- Sienkiewicz J. (2010), *Koncepcje bioróżnorodności – ich wymiary i miary w świetle literatury*, „Ochrona Środowiska i Zasobów Naturalnych”, nr 45.
- Simon G.-A. (2012), *Food Security: Definition, Four Dimension, History*, University of Roma Tre, Roma.
- Southeast Asia Regional Initiatives for Community Empowerment (2007), *Valuing Participatory Plant Breeding: A review of tools and methods*, Manila, Philippines: SEARICE.
- Southwood T.R.E., Way M.J. (1970), *Ecological background to pest management [w:] Concepts of Pest Management*, red. naukowa R.C. Rabb i F.E. Guthrie, North Carolina State University, Raleigh, NC.
- Społeczny Instytut Ekologiczny (2008), *Ochrona różnorodności poprzez rolnictwo ekologiczne*, Biblioteczka SIE, z. 10, Warszawa.
- Staniszewski P., Nowacka W.Ł. (2014), *Leśne pożytki nieдрzewne jako dziedzina nauki oraz element gospodarki leśnej*, „Studia i Materiały CEPL w Rogowie”, z. 38(1).
- Stevens C. (2011), *Agriculture and Green Growth*, OECD, Paris.

- Stevens C.J., Duprè C., Dorland E., Gaudnik C., Gowing D.J.G., Bleeker A., Diekmann M., Alard D., Bobbink R., Fowler D., Corcket E., Mountford J.O., Vandvik V., Aarrestad P.A., Muller S., Dise N.B. (2010), *Nitrogen deposition threatens species richness of grasslands across Europe*, „Environmental Pollution”, nr 158.
- Stoll-Kleemann S., O’Riordan T. (2015), *The Sustainability Challenges of Our Meat and Dairy Diets*, „Environment: Science and Policy for Sustainable Development”, nr 57(3).
- Storkey J., Meyer S., Still K.S., Leuschner C. (2012), *The impact of agricultural intensification and land-use change on the European arable flora*, „Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences”, nr 279.
- Studium Uwarunkowań Zagospodarowania Przestrzennego Polskich Obszarów Morskich wraz z analizami przestrzennymi* (2015), red. naukowa J. Zaucha i M. Matczak, Instytut Morski w Gdańsku, Gdańsk.
- Stupnicka-Rodzyńkiewicz E., Stępnik K., Lepiarczyk A. (2004), *Wpływ zmianowania, sposobu uprawy roli i herbicydów na bioróżnorodność zbiorowisk chwastów*, „Acta Scientiarum Polonicum, Agricultura”, nr 3(2).
- Sunderland T.C.H. (2011), *Food security: why is biodiversity important?*, „International Forestry Review”, nr 13(3).
- Suvara I., Stępień W., Tymińska A., Pruska K. (2016), *Wpływ wieloletniego nawożenia mineralnego i zmianowania na zachwaszczenie pszenżyta ozimego*, „Fragmenta Agronomica”, nr 33(3).
- Symonides E. (2010), *Znaczenie powiązań ekologicznych w krajobrazie rolniczym*, „Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie”, t. 10, z. 4(32).
- TEEB (2011), *Poradnik TEEB dla miast: usługi ekosystemów w gospodarce miejskiej*, wydanie polskie: Fundacja Sendzimira, Kraków.
- Thompson K., Jones A. (1999), *Human Population Density and Prediction of Local Plant Extinction in Britain*, „Conservation Biology”, nr 13.
- Thrupp L.A. (2000), *Linking agricultural biodiversity and food security: the valuable role of agrobiodiversity for sustainable agriculture*, „International Affairs”, nr 76(2).
- Thuiller W., Broennimann O., Hughes G., Alkemade J.R.M., Midgley G.F., Corsi F. (2006), *Vulnerability of African mammals to anthropogenic climate change under conservative land transformation assumptions*, „Global Change Biology”, nr 12(3).
- Tilman D., Fargione J., Wolff B., D’Antonio C., Dobson A., Howarth R., Schindler D., Schlesinger W.H., Simberloff D., Swackhamer D. (2001), *Forecasting agriculturally driven global environmental change*, „Science”, nr 292.
- UNEP (2014), *UNEP Year book. Emerging Issues in Our Global Environment 2014*, Nairobi.
- UNEP, WHO, Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2015), *Connecting Global Priorities: Biodiversity and Human Health. A State of Knowledge Review*, Geneva.
- United Nations (2017), *World Population Prospects. The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables*, Working Paper No. ESA/P/WP/248, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York.
- United Nations (1992), *Convention on Biological Diversity*.
- Urban M.C. (2015), *Accelerating extinction risk from climate change*, „Science”, nr 348(6234).
- Urząd Statystyczny (2016), *Wskaźniki zielonej gospodarki w Polsce*, Białystok.

Vaes-Petignat S., Nentwig W. (2014), *Environmental and economic impact of alien terrestrial arthropods in Europe*, „NeoBiota”, nr 22, s. 23-42.

Webster P., Williams N. (2002), *Environmental Cross Compliance – Panacea or Placebo?* Paper prepared for presentation at the 13th International Farm Management Congress, Wageningen, July 7-12.

Westhoek H., Rood T., van den Berg M., Janse J., Nijdam D., Reudink M., Stehfest E. (2011), *The Protein Puzzle*, The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.

WHO (2015), *Connecting global priorities: biodiversity and human health: a state of knowledge review*, Geneva.

WHO (2002), *WHO Traditional Medicine Strategy 2002-2005*, Genewa.

Wiles G.J., Bart J., Beck Jr. R.E., Aguon C.F. (2003), *Impacts of the Brown Tree Snake: Patterns of Decline and Species Persistence in Guam's Avifauna*, „Conservation Biology”, nr 17(5).

Wilson E.O. (1992), *The diversity of Life*, W.W. Norton Company, New York.

Worm B., Barbier E.B., Beaumont N., Duffy J.E., Folke C., Halpern B.S., Jackson J.B.C., Lotze H.K., Micheli F., Palumbi S.R., Sala E., Selkoe K.A., Stachowicz J.J., Watson R. (2006), *Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services*, „Science”, nr 314(5800).

Wretenberg J., Pärt T., Berg A. (2010), *Changes in local species richness of farmland birds in relation to land-use changes and landscape structure*, „Biological Conservation”, nr 143.

Wrzaszcz W. (2012), *Czynniki kształtujące poziom zrównowazenia gospodarstw rolnych [w:] Z badań nad rolnictwem społecznie zrównoważonym [15]*, seria: Program Wieloletni 2011-2014, nr 50, IERiGŻ-PIB, Warszawa.

WWF (2016), *Living Planet Report 2016. Risk and resilience in a new era*, Gland.

Wysocki C., Sikorski P. (2002), *Ocena środowiska przyrodniczego na podstawie szaty roślinnej [w:] Ocena i wycena zasobów przyrodniczych*, red. naukowa J. Szyszko, J. Rylke, P i Jeżowski, SGGW, Warszawa.

Wyzwania zrównoważonego rozwoju w Polsce (2010), red. naukowa J. Kronenberg i T. Bergier, Fundacja Sendzimira, Kraków.

Xu H., Jiang Y., Al-Rasheid K.A.S., Al-Farraj S.A., Song W. (2011), *Application of an indicator based on taxonomic relatedness of ciliated protozoan assemblages for marine environmental assessment*, „Environmental Science and Pollution Research”, nr 18(7).

AKTY PRAWNE

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/128/WE z dnia 21 października 2009 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania na rzecz zrównoważonego stosowania pestycydów [Dz.U. UE z 24.11.2009].

Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/147/WE z dnia 30 listopada 2009 roku w sprawie ochrony dzikiego ptactwa [Dz.U. UE z 26.01.2010].

Dyrektywa Rady z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego 91/676/EWG [Dz.U. UE z 31.12.1991].

Dyrektywa Rady 92/43/EWG z dnia 21 maja 1992 r. w sprawie ochrony siedlisk przyrodniczych oraz dzikiej fauny i flory [Dz.U. WE z 22.07.1992].

Konwencja o różnorodności biologicznej [Dz.U. 2002, nr 184, poz. 1532].

Ramowa Dyrektywa Wodna – Dyrektywa 2000/60/WE Rady i Parlamentu Europejskiego z dnia 23 października 2000 r. [Dz.U. UE z 22.12.2000].

Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 20 kwietnia 2012 r. w sprawie różnorodności biologicznej będącej naszym ubezpieczeniem na życie i naszym naturalnym kapitałem: unijna strategia ochrony różnorodności biologicznej na okres do 2020 r. (2011/2307(INI)).

Rozporządzenie Rady (WE) nr 834/2007 z dnia 28 czerwca 2007 r. w sprawie produkcji ekologicznej i znakowania produktów ekologicznych i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 2092/91.

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1306/2013 z dnia 17 grudnia 2013 w sprawie finansowania wspólnej polityki rolnej, zarządzania nią i monitorowania jej oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 352/78, (WE) nr 165/94, (WE) nr 2799/98, (WE) nr 814/2000, (WE) nr 1290/2005 i (WE) nr 485/2008 [Dz.U. UE z 20.12.2013].

Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1307/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające przepisy dotyczące płatności bezpośrednich dla rolników na podstawie systemów wsparcia w ramach wspólnej polityki rolnej oraz uchylające rozporządzenie Rady (WE) nr 637/2008 i rozporządzenie Rady (WE) nr 73/2009.

Rozporządzenie (UE) nr 1310/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające niektóre przepisy przejściowe w sprawie wsparcia rozwoju obszarów wiejskich przez Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich (EFRROW) oraz zmieniające Rozporządzenie (UE) nr 1305/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie środków i ich rozdziału w odniesieniu do roku 2014, a także i zmieniające rozporządzenie Rady (WE) nr 73/2009 oraz rozporządzenia (UE) nr 1307/2013, (UE) nr 1306/2013 i (UE) nr 1308/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady w zakresie ich stosowania w roku 2014 [Dz.U. UE z 20.12.2013].

Uchwała nr 213 Rady Ministrów z dnia 6 listopada 2015 r. w sprawie zatwierdzenia „Programu ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej wraz z Planem działań na lata 2015-2020”.

Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o ochronie przyrody [Dz.U. 2004, nr 92, poz. 880].

NETOGRAFIA

Almack K. (2010), *River restoration to avoid flood damage, USA, TEEBcase* [<http://doc.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/01/River-restoration-to-avoid-flood-damage-USA.pdf>].

Biodiversity International, CGIAR (2014), *Biodiversity International's 10-year strategy 2014-2024. Agricultural biodiversity nourishes people and sustains the planets* [http://www.biodiversityinternational.org/uploads/tx_news/Biodiversity_International_Strategy_2014-2024_1766.pdf].

Duffy J.E. (2015), *Marine biodiversity and food security* [w:] *The Encyclopedia of Earth* [http://editors.eol.org/eoearth/wiki/Marine_biodiversity_and_food_security].

Economics of agricultural biodiversity conservation & use [<http://www.biodiversityinternational.org/research-portfolio/conservation-of-cropdiversity/economics-of-agricultural-biodiversity-conservation-use/>].

International Conference On Challenges To Biodiversity And Environment For Sustainable Development (2010), Proceedings, JSS, Mysore [<https://www.researchgate.net>].

IUCN Red List (2017)

[http://cmsdocs.s3.amazonaws.com/summarystats/20171_Summary_Stats_Page_Documents/2017_1_RL_Stats_Table_1.pdf].

IUCN (2010), *Habitat loss blamed for more species decline*, *International news release*

[http://www.iucn.org/what/tpas/biodiversity/about/species_on_the_brink/?4896/Habitatloss-blamed-for-more-species-decline].

Makower J. (2011), *State of Green Business 2011*, GreenBiz group

[http://www.greenbiz.it/pdf/state_ofgb_report_2011.pdf].

Methodological guidelines for the demonstration of the biodiversity assessment (2011)

[<http://marmoni.balticseaportal.net/wp/wp-content/uploads/2011/03/Methodological-guidelines.pdf>].

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2014), *World Urbanization Prospects: The 2014*

[<http://esa.un.org/unpd/wup/CD-ROM/>].

van Beukering P., Cesar H. (2010), *Recreational value of coral reefs*, Hawaii, TEEBcase

[<http://img.teebweb.org/wp-content/uploads/2013/01/Recreational-value-of-coral-reefs-Hawaii.pdf>].

Zegar J.St. (2013), *Kwestia bezpieczeństwa żywnościowego a ekonomia*, referat na IX Kongres Ekonomistów Polskich „Ekonomia dla przyszłości. Odkrywać naturę i przyczyny zjawisk gospodarczych”, Warszawa [<http://www.pte.pl/kongres/referaty>].

<http://businessdictionary.com/definition/ecological-sustainability.html>.

<http://data.footprintnetwork.org/>.

<http://easin.jrc.ec.europa.eu/>.

http://ec.europa.eu/agriculture/research-innovation_en.

http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Agri-environmental_indicator_-_soil_cocer.

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/climate-change-impact-indicator-for-european-birds>.

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/figures/exceedance-of-critical-loads-for-eutrophication-due-to-the-deposition-of-nutrient-nitrogen-in-2010>.

<http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicatorst>.

http://www.europarl.europa.eu/cmsdata/117863/COMAGRI-02-05-2017_D%20slides_\Ecological%20Focus%20Areas.pdf.

<http://www.footprintnetwork.org/our-work/ecological-footprint/>.

<http://www.mos.gov.pl>.

<http://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci>.

Spis wykresów, tabel i rysunków

Wykres 1	Udział kontynentów w zaludnieniu świata w 2017 roku (wariant umiarkowany prognozy).....	10
Wykres 2	Liczba ludności na świecie i według regionów w latach 2017, 2030, 2050 i 2100 – w milionach (wariant umiarkowany prognozy).....	11
Wykres 3	Liczba zagrożonych gatunków kręgowców: ryb, płazów, gadów, ptaków i ssaków na świecie w latach 1966-1998 – 2017.....	26
Wykres 4	Trendy stanu ochrony różnorodności biologicznej typów siedlisk w Europie.....	42
Wykres 5	Liczba ludności zamieszkująca tereny miejskie i wiejskie na świecie w latach 1950-2050.....	43
Wykres 6	Wskaźnik wpływu zmian klimatu na populację ptaków w Europie.....	47
Wykres 7	Ślad ekologiczny świata, Afryki, Europy i Polski w latach 1961-2013....	50
Wykres 8	Światowe trendy w połowie ryb morskich w latach 1974-2013.....	51
Tabela 1	Liczba osób głodujących na świecie w latach 1990-1992 i 2014-2016....	13
Tabela 2	Liczba zagrożonych gatunków na świecie w latach 1996-2017 ^a	25
Tabela 3	Usługi zaopatrujące wraz z przykładami	31
Tabela 4	Usługi regulacyjne wraz z przykładami	32
Tabela 5	Usługi kulturowe wraz z przykładami	34
Tabela 6	Usługi podstawowe lub siedliskowe wraz z przykładami	35
Tabela 7	Światowe zasoby genetyczne roślin i zwierząt wykorzystywanych do produkcji żywności.....	44
Tabela 8	Czynniki klimatyczne zagrażające określonym gatunkom zwierząt.....	49
Tabela 9	Wpływ głównych czynników antropogenicznych na różnych poziomach różnorodności biologicznej.....	55
Tabela 10	Wpływ czynników oraz kierunek obecnych trendów na bioróżnorodność różnych z biomów.....	56
Tabela 11	Ranking wsparcia mierzony wskaźnikiem poziomu wsparcia producenta (PSE ^a) według typu oddziaływania na środowisko przyrodnicze.....	81
Tabela 12	Zestaw instrumentów na rzecz zrównoważonego rozwoju rolnictwa i obszarów wiejskich wynikające ze wspólnej polityki rolnej oraz krajowej polityki.....	98
Rysunek 1	Zanikanie różnorodności odmian rolniczych.....	24
Rysunek 2	Czynniki pośrednie i bezpośrednie wpływające na utratę różnorodności biologicznej.....	41
Rysunek 3	Wpływ wzrostu intensywności wykorzystania ziemi na populację różnych taksonów w Afryce Południowej.....	45
Rysunek 4	Przekroczenie ładunku krytycznego dla eutrofizacji wskutek osadzania się azotu w 2010 roku w Europie.....	53

EGZEMPLARZ BEZPŁATNY

Nakład 800 egz., ark. wyd. 8,1

Druk i oprawa: ZAPOL Sobczyk Spółka Jawna