



KRK2050

Koncepcja
Rozwoju
Kraju

TRENDY ŚRODOWISKOWE W KONTEKŚCIE KONCEPCJI ROZWOJU KRAJU 2050

TRENDY KRAJOWE
MONOGRAFIA



WWW.KRK2050.PL



TYTUŁ	Trendy środowiskowe w kontekście Koncepcji Rozwoju Kraju 2050. Trendy krajowe
REDAKCJA	Małgorzata Hajto
AUTORZY	Małgorzata Hajto, Anna Bojanowicz-Bablok, Bożena Kornatowska, Krzysztof Skotak, Agnieszka Kuśmierz, Michał Marcinkowski, Ewa Lisowska-Mieszkowska, Izabela Potapowicz, Małgorzata Bidłasik, Aleksandra Bielczyńska, Jakub Bratkowski, Agnieszka Kolada, Agnieszka Ochocka, Agnieszka Pasztaleniec, Anna Romańczak, Maciej Sadowski, Ewelina Siwiec, Paulina Legutko-Kobus
RECENZJA NAUKOWA	dr hab. Grażyna Porębska, dr Agnieszka Rzeńca
KOREKTA, PROJEKT, SKŁAD	Firma Reklamowa GRAF MEDIA
WYDAWCA	Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy, ul. Krucza 5/11D, 00-548 Warszawa, www.ios.edu.pl
WYDANIE	Warszawa 2023
FORMAT	PDF online, publikacja dostępna na licencji CC BY-NC-ND 3.0 PL
ISBN	978-83-966110-0-0

Hajto M. (red.), Bojanowicz-Bablok A., Kornatowska B., Skotak K., Kuśmierz A., Marcinkowski M., Lisowska-Mieszkowska E., Potapowicz I., Bidłasik M., Bielczyńska A., Bratkowski J., Kolada A., Ochocka A., Pasztaleniec A., Romańczak A., Sadowski M., Siwiec E., Legutko-Kobus P., 2023, *Trendy środowiskowe w kontekście Koncepcji Rozwoju Kraju 2050. Trendy krajowe*. IOŚ-PIB. Warszawa.

GOSPOSTRATEG-III/0032/2020 – Operacjonalizacja Systemu Zarządzania Rozwojem Polski. Udoskonalenie i wprowadzenie innowacyjnych i skutecznych rozwiązań do systemu społeczno-gospodarczego i przestrzennego w ramach długookresowego programowania polityki rozwoju.

Spis treści

Skróty zastosowane w publikacji	5
1 WPROWADZENIE	7
2 METODA ANALIZY TRENDÓW ŚRODOWISKOWYCH	8
3 ŚWIATOWE I EUROPEJSKIE TRENDY ŚRODOWISKOWE – SYNTEZA	10
3.1 Trend: postępujące przekształcenie systemu klimatycznego Ziemi	11
3.2 Trend: rosnąca degradacja środowiska przyrodniczego – powietrza atmosferycznego, powierzchni ziemi i gleb, wód	12
3.3 Trend: niezrównoważone wykorzystanie surowców i gospodarka odpadami	13
3.4 Trend: spadek różnorodności biologicznej	14
4 TREND: POSTĘPUJĄCE PRZEKSZTAŁCENIE SYSTEMU KLIMATYCZNEGO ZIEMI	16
4.1 Emisja gazów cieplarnianych	17
4.2 Zmiany klimatu w Polsce	18
4.3 Zjawiska ekstremalne i ich skutki	21
5 TREND: ROSNĄCA DEGRADACJA ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO – POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO, POWIERZCHNI ZIEMI I GLEB, WÓD	29
5.1 Powietrze atmosferyczne	30
5.1.1 Emisja zanieczyszczeń do powietrza	30
5.1.2 Stężenie zanieczyszczeń powietrza i ryzyko zdrowotne	32
5.2 Gleby	37
5.2.1 Degradacja gleb	37
5.2.2 Źródła zanieczyszczenia gleb	38
5.2.3 Jakość gleb	40
5.2.4 Pustynnienie	40
5.3 Wody	41
5.3.1 Ilość zasobów wodnych	41
5.3.2 Zagrożenie suszą	43
5.3.3 Wykorzystanie zasobów wodnych	47
5.3.4 Źródła zanieczyszczenia wód	49
5.3.5 Jakość wód	51

5.4 Morze Bałtyckie	54
5.4.1 Środowisko Bałtyku	54
5.4.2 Eutrofizacja wód Bałtyku	54
5.4.3 Zanieczyszczenie substancjami niebezpiecznymi i metalami	55
5.4.4 Rybactwo i żegluga	57
5.4.5 Skutki zmian klimatu dla Morza Bałtyckiego	58
6 TREND: NIEZRÓWNOWAŻONE WYKORZYSTANIE SUROWCÓW I GOSPODARKA ODPADAMI	59
6.1 Zasoby złóż kopalin i ich wykorzystanie	60
6.2 Gospodarka odpadami	66
6.2.1 Wytwarzanie odpadów przemysłowych	66
6.2.2 Wytwarzanie odpadów komunalnych	68
6.2.3 Wytwarzanie innych odpadów	71
6.2.4 Postępowanie z odpadami	74
7 TREND: SPADEK RÓŻNORODNOŚCI BIOLOGICZNEJ	77
7.1 Przyczyny spadku różnorodności biologicznej	78
7.2 Utrata siedlisk, ich fragmentacja i zmiany warunków siedliskowych	79
7.3 Zagrożenia różnorodności gatunkowej	83
7.4 Stan ochrony siedlisk przyrodniczych i gatunków	83
7.5 Introdukcja gatunków obcych	85
7.6 Lesistość	87
7.7 Wpływ zmian klimatu na różnorodność biologiczną	87
8 OCENA TRENDÓW W ŚRODOWISKU	89
8.1 Zmiany presji i stanu środowiska	89
8.2 Potencjalne konsekwencje trendów środowiskowych	90
9 PODSUMOWANIE	97
Literatura	99
Informacje o autorach	106
Spis tabel	108
Spis rycin	108

Skróty zastosowane w publikacji

BACC – BACC BALTEX (*Assessment of climate change for the Baltic Sea region*)

DMC – Krajowa konsumpcja materialna (*Domestic Material Consumption*)

EC DG AGRI – Departament Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich Komisji Europejskiej (*European Commission's Directorate-General for Agriculture and Rural Development*)

EEA – Europejska Agencja Środowiska (*European Environment Agency*)

EM-DAT – Baza danych o zdarzeniach kryzysowych (*Emergency Events Database*)

EMEP – Wspólny program monitoringu i oceny przenoszenia zanieczyszczeń powietrza na dalekie odległości w Europie (*European Monitoring and Evaluation Programme*)

FAO – Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (*Food and Agriculture Organization of the United Nations*)

GDOŚ – Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska

GIOŚ – Generalna Inspekcja Ochrony Środowiska

GHG – Gazy cieplarniane (*Greenhouse gases*)

IOŚ-PIB – Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy

IPBES – Międzyrządowa Platforma Naukowo-Polityczna ds. Różnorodności Biologicznej i Usług Ekosystemowych (*The Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*)

IPCC – Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (*Intergovernmental Panel on Climate Change*)

IRMiR – Instytut Rozwoju Miast i Regionów

IRP – Międzynarodowy Panel Zasobów (*International Resource Panel*)

IUCN – Międzynarodowa Unia Ochrony Przyrody (*International Union for Conservation of Nature*)

KE – Komisja Europejska (*European Commission*)

KRK 2050 – Koncepcja Rozwoju Kraju do 2050 roku

MF – Ślad materiałowy (*Material Footprint*)

MFiPR – Ministerstwo Funduszy i Polityki Rozwoju

OECD – Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (*Organisation for Economic Cooperation and Development*)

PKB – Produkt krajowy brutto

UE – Unia Europejska (*European Union*)

UN – Organizacja Narodów Zjednoczonych (*United Nations*)

UNEP – Program Środowiskowy Organizacji Narodów Zjednoczonych (*United Nations Environment Programme*)

UNESCO – Organizacja Narodów Zjednoczonych do spraw Oświaty, Nauki i Kultury
(*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation*)

WHO – Światowa Organizacja Zdrowia (*World Health Organization*)

WMO – Światowa Organizacja Meteorologiczna
(*World Meteorological Organization*)

ZSEE – Zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny

1 Wprowadzenie

Niniejsza publikacja została opracowana w ramach projektu *Operacjonalizacja Systemu Zarządzania Rozwojem Polski. Udoskonalenie i wprowadzenie innowacyjnych i skutecznych rozwiązań do systemu społeczno-gospodarczego i przestrzennego w ramach długookresowego programowania polityki rozwoju* (GOSPOSTRATEG-III/0032/2020).

Projekt ma na celu wsparcie budowy systemu zarządzania rozwojem Polski, w tym zintegrowanie systemu programowania społeczno-gospodarczego i planowania przestrzennego na wszystkich jego poziomach. Wiedza pozyskana i pogłębiona podczas realizacji projektu będzie wykorzystana w opracowaniu Koncepcji Rozwoju Kraju do 2050 roku (dalej KRK2050) – kluczowego elementu zarządzania rozwojem Polski, określonego w Uchwale nr 162/2018 Rady Ministrów z dnia 29 października 2018 roku w sprawie przyjęcia *Systemu zarządzania rozwojem Polski*.

Główne założenia projektu to:

- stworzenie ram dla długookresowego programowania i zarządzania polityką rozwoju kraju w oparciu o wiedzę naukową i scenariusze rozwojowe;
- integracja planowania społeczno-gospodarczego i przestrzennego na wszystkich etapach polityki rozwoju (od programowania po monitoring);
- wzmocnienie współpracy różnych środowisk (naukowo-eksperymentalnych, politycznych, samorządowych, biznesowych, społecznych) w długookresowym programowaniu rozwoju kraju.

Projekt jest realizowany przez konsorcjum: Ministerstwo Funduszy i Polityki Rozwoju (MFiPR – koordynator merytoryczny), Instytut Rozwoju Miast i Regionów (IRMiR – lider projektu) oraz Instytut Ochrony Środowiska – Państwowy Instytut Badawczy (IOŚ-PIB – partner).

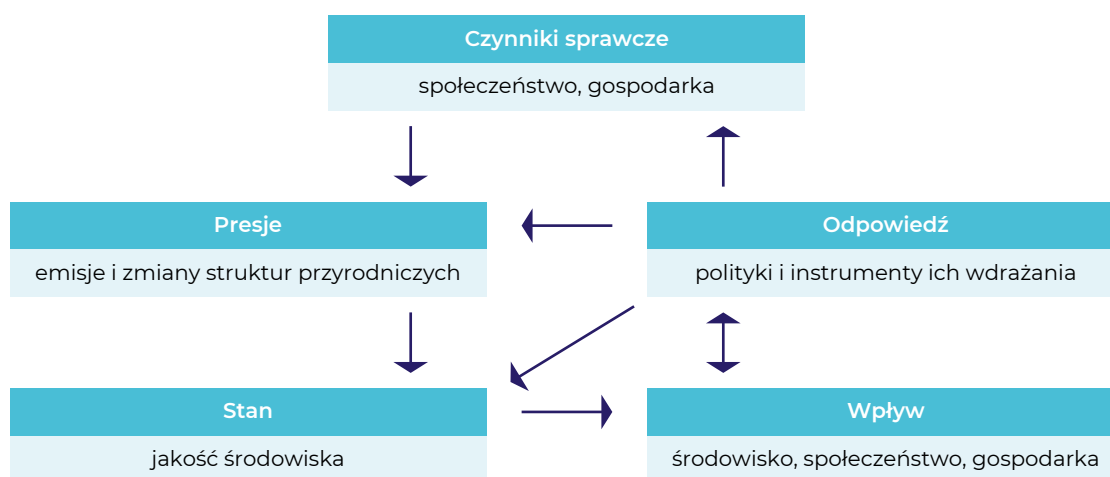
Głównym celem prac, których wyniki zaprezentowano w niniejszej publikacji, było usystematyzowanie i pogłębienie wiedzy na temat trendów środowiskowych, stanowiących uwarunkowanie rozwoju społeczno-gospodarczego kraju. Monografia przedstawia zidentyfikowane trendy w środowisku na poziomie krajowym, wraz z ich charakterystyką i oceną.

Trendy środowiskowe zostały przeanalizowane w kontekście ewidentnych zmian zachodzących w środowisku, takich jak: przekształcenie systemu klimatycznego i jego skutki, zanikanie różnorodności biologicznej, ubożenie wykorzystywanych gospodarczo zasobów środowiska przyrodniczego, zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego, przekształcanie powierzchni ziemi, gleb oraz wód. Wiedza o trendach środowiskowych będzie wykorzystana w identyfikowaniu wyzwań rozwojowych Polski na kolejnych etapach projektu.

2 Metoda analizy trendów środowiskowych

Punktem wyjścia do rozpoznaniu krajowych trendów w środowisku są trendy globalne i europejskie. W identyfikacji i charakterystyce trendów środowiskowych wykorzystywany jest model DPSIR (*Driving Forces – Pressures – State – Impact – Response*, Smeets, Weterings 1999, OECD 2003), stosowany m.in. przez Komisję Europejską (EC), Europejską Agencję Środowiska (EEA) oraz Organizację Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (OECD) w planowaniu polityk wdrażających zrównoważony rozwój i ocenach ich skuteczności. Model pozwala na zintegrowaną, wieloaspektową i bazującą na wiedzy ocenę środowiska na potrzeby tworzenia polityk i podejmowania decyzji na poziomie lokalnym, krajowym i międzynarodowym.

Model DPSIR (ryc. 1) obrazuje złożone relacje pomiędzy środowiskiem naturalnym a systemami społecznym i gospodarczym. Wiele z tych relacji wymaga dalszych badań, aby je dokładnie poznać i zrozumieć, zatem nadal trudno jest ująć te zagadnienia w proste ramy, przydatne z punktu widzenia polityki. W jej kontekście, istnieje zapotrzebowanie na czytelne, konkretne informacje w zakresie **czynników sprawczych**, które wywierają **presję na środowisko naturalne**, modyfikując jego **stan**, co z kolei wpływa na gospodarkę i społeczeństwo, a także wymusza **odpowiedź** społeczeństwa na zmiany zachodzące w środowisku (Smeets, Weterings 1999).



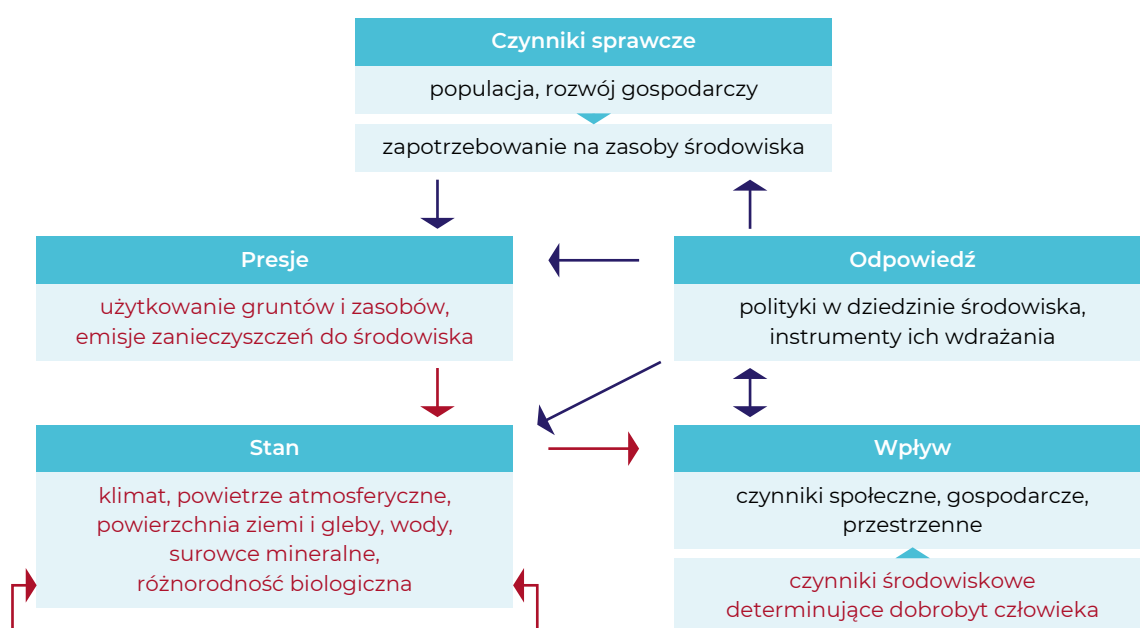
Ryc. 1. Model DPSIR

Źródło: opracowanie własne

Analizy i oceny przeprowadzone w oparciu o system pojęciowy modelu DPSIR dostarczą danych i informacji niezbędnych do charakterystyk trendów w środowisku, które będą przydatne w formułowaniu wyzwań rozwojowych Polski, scenariuszy jej rozwoju oraz rekomendacji dla polityk publicznych. Wykorzystanie modelu DPSIR daje także podstawę do podejmowania decyzji dotyczących polityki rozwoju kraju, jej wdrażania i monitorowania.

Bazując na modelu DPSIR, przyjęto, że **trendem środowiskowym** jest obserwowana kierunkowa zmiana w środowisku naturalnym, wynikająca z bezpośrednich i pośrednich wpływów działalności człowieka na środowisko.

W rozpoznaniu trendów środowiskowych uwzględniono szereg charakterystyk opisujących presje wywierane na środowisko w wyniku użytkowania gruntów i zasobów przyrodniczych oraz emisji do środowiska, a także stan poszczególnych komponentów środowiska. Rezultatem analizy jest także wskazanie głównych czynników środowiskowych mających istotny wpływ na społeczeństwo i gospodarkę (ryc. 2). Polityki w dziedzinie środowiska będą przedmiotem badań na kolejnym etapie prac, dotyczącym formułowania wyzwań rozwojowych dla Polski.



Ryc. 2. Ramy koncepcyjne analizy trendów środowiskowych¹

Źródło: opracowanie własne

Synteza wyników badań dotyczących trendów w środowisku na poziomie światowym i europejskim jest punktem wyjścia identyfikacji trendów w kraju. Przeprowadzone są przegląd i analiza wybranych źródeł informacji pod kątem zmian w środowisku. W rozpoznaniu krajowych trendów środowiskowych przedmiotem analiz są raporty i dane Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ), Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE), statystyki publiczne oraz literatura przedmiotu. Charakterystyki krajowych trendów środowiskowych opracowane są na podstawie analizy danych historycznych, statystycznych i przestrzennych, z wykorzystaniem wybranych wskaźników. Wyniki oceny trendów oraz identyfikacji ich konsekwencji, przeprowadzonych przez ekspertów zespołu projektowego IOŚ-PIB, przedstawiono w rozdziale 8 niniejszej publikacji.

¹ Czerwoną czcionką wyróżniono elementy, będące przedmiotem analiz, których wyniki prezentuje niniejsza publikacja.

ŚWIATOWE I EUROPEJSKIE
TRENDY ŚRODOWISKOWE
– SYNTEZA

3



3 Światowe i europejskie trendy środowiskowe – synteza

Trendy środowiskowe, które będą miały wpływ na możliwości rozwoju społeczeństw na świecie i w Europie, to:

1. Postępujące przekształcenie systemu klimatycznego Ziemi.
2. Rosnąca degradacja środowiska przyrodniczego – powietrza atmosferycznego, powierzchni ziemi i gleb, wód.
3. Niezrównoważone wykorzystanie surowców i gospodarka odpadami.
4. Spadek różnorodności biologicznej.

Analizy presji i stanu środowiska na poziomie globalnym i europejskim pokazują, że niekorzystne zmiany w środowisku w ostatnich trzech dekadach pogłębiają się, pomimo postępów we wdrażaniu polityk dotyczących ochrony środowiska oraz korzyści, które są przez nie wnoszone dla rozwoju społecznego i gospodarczego.

3.1 Trend: postępujące przekształcenie systemu klimatycznego Ziemi

Zmiany klimatu postępują mimo wysiłków podejmowanych na forum międzynarodowym, w tym w ramach UE, na rzecz redukcji emisji gazów cieplarnianych. Równocześnie badania wskazują, że zmiany klimatu będą nasilać się, także w sytuacji redukcji wszelkich emisji gazów cieplarnianych pochodzących z działalności człowieka (IPCC 2018, 2021, 2022). Wraz z globalnym ociepleniem postępuje wzrost zagrożeń związanych z wysoką temperaturą. Prognozuje się dalsze zmniejszanie się obszaru wieloletniej zmarzliny, pokrywy śnieżnej, lodowców i lądolodów, lodu na jeziorach i arktycznego lodu morskiego. Zmiany te oznaczają rosnące ryzyko dla wszystkich regionów świata, które już doświadczają i w coraz większym stopniu będą doświadczały złożonych zagrożeń klimatycznych. Wzrost globalnej temperatury o 1,5°C spowoduje, że intensywne opady i związane z nimi powodzie nasilą się i częściej będą występować w większości regionów Afryki i Azji, Ameryki Północnej, a także Europy. W wielu regionach na wszystkich kontynentach, z wyjątkiem Azji, prognozuje się częstsze lub bardziej dotkliwe susze. Wraz z globalnym ociepleniem następuje wzrost średniego i lokalnego poziomu morza, co wiąże się ze zwiększeniem zagrożeń, takich jak: wezbrania, powodzie w obszarach przybrzeżnych, erozja piaszczystych wybrzeży. W miastach następuje sprzężenie pomiędzy skutkami zmian klimatu i urbanizacją, w efekcie którego coraz większa populacja narażona jest na negatywny wpływ ekstremalnie wysokich temperatur, w tym fal upałów. Skutki zmiany klimatu pogłębiają także degradację innych komponentów środowiska – wód i gleb oraz ekosystemów.

3.2 Trend: rosnąca degradacja środowiska przyrodniczego – powietrza atmosferycznego, powierzchni ziemi i gleb, wód

W zanieczyszczeniu środowiska naturalnego widoczne są tendencje wzrostowe. W wielu regionach świata wzrasta zanieczyszczenie powietrza, gleby i wód. Obserwuje się silne zróżnicowanie regionalne w jakości tych elementów środowiska. W Azji Wschodniej i Afryce następuje wzrost emisji zanieczyszczeń powietrza, a w Europie i Ameryce Północnej obserwuje się wyraźne spadki emisji pyłu zawieszonego (PM10, PM2,5, PM1). Analiza stężeń zanieczyszczenia powietrza pyłem zawieszonym PM2,5 wskazuje, że w krajach G20 występują poziomy wyższe niż średnia globalna. Stężenia w Europie są znacznie niższe niż w krajach G20, a także średnia na świecie. Szacuje się, iż około 99% światowej populacji mieszka w miejscach, w których niedotrzymywane są standardy jakości powietrza zalecane przez WHO. Największa skala problemów wynikających z zanieczyszczenia powietrza występuje w regionie zachodniego Pacyfiku i Azji Południowo-Wschodniej.

Zarówno na poziomie globalnym, jak i europejskim wzrasta presja wywierana na gleby. Intensywne użytkowanie gleby ma negatywny wpływ na jej różnorodność biologiczną, która odpowiada za obieg węgla i składników odżywczych w ekosystemach lądowych. Na całym świecie obserwuje się wzrost zużycia nawozów, które są źródłem zanieczyszczenia gleb i wód. Gleba poddawana częstym zabiegom chemicznym i nawożeniu mineralnemu ulega degradacji, a organizmy, które produkują w niej próchnicę, zamierają. Zawartość próchnicy, a tym samym zawartość węgla organicznego w glebach intensywnie użytkowanych rolniczo, systematycznie spada. Spadek zawartości materii organicznej poprzedza pustyńnienie gleb, które stanowi ekstremalną formę degradacji gleby i powoduje poważne upośledzenie wszystkich jej funkcji. Każdego roku na skutek degradacji (głównie z powodu erozji) ubywa do 50 000 km² gleb. Jednocześnie degradacja gleb przyczynia się do zmian klimatu – degradacja gleb torfowych, w tym osuszanie torfowisk, powoduje wzrost emisji gazów cieplarnianych. Torfowiska, zajmując około 3% lądowej powierzchni Ziemi, akumulują globalnie 600 Gt węgla, dwa razy więcej niż lasy, które zajmują 30% powierzchni kontynentów na Ziemi.

Degradacja wód wynika przede wszystkim ze zrzutów ścieków oraz wymywania zanieczyszczeń, głównie biogenów, z gruntów rolnych. Dostępne dane dotyczące ilości zrzucanych ścieków oraz stopnia ich oczyszczenia nie pozwalają na obiektywne określenie wielkości presji w skali globalnej. Szacunkowo w skali świata około 80% ścieków przemysłowych i komunalnych odprowadzana jest do środowiska bez jakiegokolwiek oczyszczenia (UNESCO 2021). W Europie około 90% mieszkańców korzysta z sieci kanalizacyjnej, choć nadal istnieją (malejące) różnice w stopniu oczyszczania ścieków komunalnych w poszczególnych krajach. Nie bez znaczenia dla jakości wód powierzchniowych jest też przekształcanie koryt rzecznych i ich regulacja. Zmiany hydromorfologiczne sprawiają, iż w istotnym stopniu obniżona zostaje naturalna zdolność rzek do samooczyszczania. Z tego względu dostarczają one znacznie większą ilość zanieczyszczeń do mórz i oceanów. Rosnący trend presji człowieka na oceany utrzymywał się przez ostatnią dekadę (UNEP 2019).

Obserwowane jest stopniowe ograniczanie dostępności zasobów wodnych, wynikające z procesów demograficznych i gospodarczych. Na procesy te nakładają się skutki zmian klimatu. Szacuje się, iż około 4 mld osób zamieszkuje obszary, na których występują fizyczne niedobory wody przez okres przynajmniej 1 miesiąca w ciągu roku. Natomiast około 1,6 mld osób cierpi ze względu na utrudniony dostęp do wody wynikający z braku niezbędnej infrastruktury (UNESCO 2021).

3.3 Trend: nieźrównoważone wykorzystanie surowców i gospodarka odpadami

Kolejnym trendem światowym i europejskim jest **nieźrównoważone wykorzystanie zasobów**. W XX wieku znacznie wzrosła eksploatacja zasobów, zwłaszcza metali (takich jak żelazo i miedź), minerałów (takich jak kwarc i wapień), a także paliw kopalnych (IRP 2019). W ciągu ostatnich 50 lat światowe pozyskanie (wydobycie) surowców potrojiło się, przy czym od 2000 roku wzrost ten przyspieszył (IRP 2019). Obecnie największe pozyskanie (wydobycie) surowców ma miejsce w krajach o średnio-wysokich dochodach (56% ogółu surowców), zarówno w wartościach ogółem, jak i w przeliczeniu na 1 mieszkańca (19,8 tony na osobę). Zapasy i rezerwy surowców nie są równomiernie rozmieszczone na świecie, co wymusza przepływy handlowe między krajami. W latach 1970–2017 poziom obrotów handlowych surowcami na świecie rósł szybciej niż wydobywanie. Obserwowane są również znaczne nierówności globalne w zużyciu surowców i materiałów. Ślad materiałowy² – miernik ilości surowców i materiałów, które muszą być zmobilizowane na całym świecie, aby zaspokoić konsumpcję pojedynczego kraju – w krajach o wysokich dochodach w przeliczeniu na 1 mieszkańca wynosi 27 ton, czyli o 60% więcej niż w krajach o średnio-wysokich dochodach i ponad trzynaście razy więcej niż w grupie krajów o niskich dochodach (2 tony/osobę). Problemem jest zagospodarowanie odpadów. Ilość powstających odpadów komunalnych w przeliczeniu na 1 mieszkańca jest mocno zróżnicowana pomiędzy krajami, waha się od 0,11 do 4,54 kg na osobę na dzień, przy średniej światowej 0,74 kg, i jest skorelowana z poziomem dochodów i stopniem urbanizacji (WB 2018). Ilość odpadów powstających w krajach rozwiniętych stabilizuje się, jednak prognozowany jest znaczny wzrost ilości odpadów powstających w Azji i Afryce. Prognozy dla całego świata zakładają wzrost ilości powstających odpadów komunalnych do 3,4 mld ton w 2050 roku. Udział odpadów komunalnych zagospodarowanych w sposób zorganizowany waha się od 7% w krajach o niskich dochodach do 98% w krajach o wysokich dochodach. Odpady coraz częściej poddawane są procesom recyklingu, niemniej jednak składowanie pozostaje główną metodą ich zagospodarowania. W skali światowej najwięcej odpadów jest składowanych (prawie 40%), z czego 33% w sposób zupełnie niekontrolowany, około 19% poddaje się odzyskowi (recykling i kompostowanie), a 11% jest spalanych. Wraz z rozwojem gospodarczym zagospodarowanie odpadów odbywa się w sposób coraz bardziej zaawansowany technologicznie (WB 2018).

² Ślad materiałowy (ang. *Material Footprint*, MF) na poziomie światowym równy jest wydobyciu (*Domestic Extraction*, DE) oraz konsumpcji materialnej (*Domestic Material Consumption*, DMC).

3.4 Trend: spadek różnorodności biologicznej

Trendem środowiskowym, który ma kluczowy wpływ na rozwój społeczeństwa w przyszłości, jest **spadek różnorodności biologicznej**. Globalne analizy wskazują spadkowe trendy różnorodności biologicznej na wszystkich jej poziomach – ekosystemowym, gatunkowym i genetycznym. Przewiduje się, że negatywne tendencje zachodzące w przyrodzie, także w świadczeniach ekosystemów na rzecz człowieka, będą utrzymywać się do 2050 roku i później. Są one wynikiem: zmian w użytkowaniu gruntów oraz mórz i oceanów, nadmiernej eksploatacji zasobów naturalnych, zmian klimatu, zanieczyszczeń gleb, wód i powietrza oraz antropogenicznego przemieszczania gatunków. Powyższe bezpośrednio czynniki i wynikające z nich presje mają źródło w czynnikach pośrednich, takich jak: wzorce produkcji i konsumpcji powodujące nadmierną eksploatację zasobów naturalnych, rosnąca liczba ludności, handel, rozwój technologiczny oraz zarządzanie na poziomie globalnym, regionalnym, krajowym i lokalnym (IPBES 2018, 2019).

W skali globalnej, na skutek działań człowieka 75% powierzchni lądów jest przekształcone w znacznym stopniu, 66% powierzchni oceanów doświadcza coraz silniejszej presji, a ponad 85% terenów podmokłych zostało utraconych (IPBES 2019). W Europie zwiększa się stopień fragmentacji ekosystemów, szczególnie na obszarach rolniczych. Fragmentacja krajobrazu, wynikająca m.in. z powstawania barier przestrzennych, takich jak drogi i powierzchnie nieprzepuszczalne, prowadzi do przekształcania i zaniku siedlisk wielu gatunków oraz zwiększa trendy spadkowe w ich populacjach (EEA 2019). Wiele ekosystemów, głównie wodnych (śródlądowych i morskich), jest dotkniętych lub zagrożonych eutrofizacją, która może prowadzić do nieodwracalnych zmian w ich funkcjonowaniu. Dostawa składników odżywczych (substancji biogennych, takich jak związki azotu i fosforu) do wód śródlądowych i morskich pochodzi przede wszystkim z działalności rolniczej i gospodarki komunalnej.

Od 1970 roku obserwuje się rosnący, negatywny wpływ na ekosystemy lądowe, słodkowodne i morskie wynikający z nadmiernej, bezpośredniej eksploatacji organizmów (roślin i zwierząt), głównie poprzez zbieranie, wyrąb, polowanie i rybołówstwo (IPBES 2019). Wzrasta tempo rozprzestrzeniania się gatunków na skutek działalności człowieka – w ciągu ostatnich 40 lat łączna liczba gatunków obcych, zasiedlających różne regiony świata, wzrosła o 40% (IPBES 2019). Szacuje się, że około 29% światowych zasobów ryb morskich poławiane jest w ilościach powyżej poziomów zrównoważonych biologicznie (OECD DATA). Globalne trendy w populacjach owadów nie są znane, ale w niektórych przypadkach dobrze udokumentowano gwałtowny spadek ich liczebności (IPBES 2019). Dodatkowo na ekosystemy wpływają zmiany klimatu, będące przyczyną zmian fenologicznych (wynikających z sezonowości) prowadzących do spadku dostępności bazy pokarmowej i wzrostu współzawodnictwa między organizmami oraz modyfikacji w interakcjach między gatunkami. Klimat wpływa także na zasięgi występowania wielu gatunków roślin i zwierząt, w tym obcych gatunków inwazyjnych (IPBES 2019). W większości państw OECD wzrasta liczba gatunków zwierząt i roślin zidentyfikowanych jako zagrożone, dzieje się tak zwłaszcza w państwach o wysokiej gęstości zaludnienia i dużej koncentracji działalności człowieka. Ptaki i ryby słodkowodne są średnio bardziej zagrożone niż ptaki, rośliny i ssaki.

Opisane trendy, odnoszące się do zmian klimatu, zanieczyszczenia środowiska naturalnego, eksploatacji zasobów naturalnych oraz różnorodności biologicznej, mogą prowadzić do poważnych, złożonych i prawdopodobnie nieodwracalnych zmian w środowisku naturalnym, mających wiele negatywnych skutków dla społeczeństwa i gospodarki (EC 2021). W tym kontekście główne czynniki, które będą miały istotny wpływ na społeczeństwo i gospodarkę w kolejnych dekadach, to:

- zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi w wyniku występowania zjawisk ekstremalnych związanych ze zmianami klimatu;
- ograniczenie dostępności zasobów wodnych odpowiedniej jakości, wynikające z zakłócenia obiegu wody w przyrodzie;
- zagrożenie bezpieczeństwa żywnościowego społeczeństwa wynikające z pustynnienia i degradacji gleb;
- zagrożenie zdrowotne społeczeństwa wynikające z zanieczyszczenia powietrza;
- zagrożenie zdrowotne społeczeństwa wynikające z rozprzestrzeniania się chorób klimatozależnych;
- zagrożenie zdrowotne społeczeństwa związane z rozprzestrzenianiem się chorób odzwierzęcych, wynikające przede wszystkim z zanikania granic pomiędzy osiedlami ludzkimi a siedliskami dzikich zwierząt;
- zagrożenie terenów zasiedlonych przez ludzi w wyniku podnoszenia się poziomu mórz i oceanów;
- ograniczenie dostępności niektórych surowców mineralnych, kluczowych dla gospodarki;
- utrata usług ekosystemowych w wyniku spadku różnorodności biologicznej na wszystkich jej poziomach.

Powyższe czynniki niewątpliwie będą wpływały na **możliwości rozwoju Polski**. Zmiany środowiskowe zachodzące na poziomie globalnym mają wpływ na środowisko, społeczeństwo i gospodarkę państw na naszym kontynencie. Z drugiej strony, kraje europejskie przyczyniają się do presji wywieranej na środowisko w innych częściach świata, zwłaszcza poprzez emisję gazów cieplarnianych, jak również historycznie doprowadziły do dotkliwych skutków zmian klimatu na obszarze globalnego Południa. Równocześnie zwiększają presję na światową różnorodność biologiczną na wszystkich jej poziomach, przede wszystkim poprzez wzrastającą konsumpcję. Wspomniane na wstępie cztery trendy środowiskowe obserwuje się także w Polsce. W rozdziałach 4, 5, 6, 7 scharakteryzowano te trendy w kontekście presji wywieranej na środowisko oraz jego stanu w Polsce.

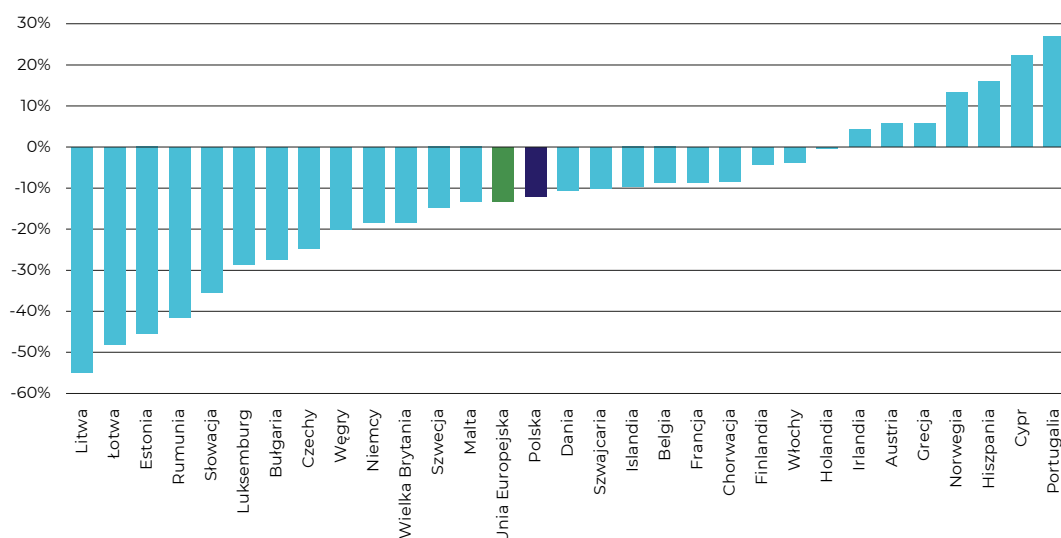
**TREND:
POSTĘPUJĄCE PRZEKSZTAŁCENIE
SYSTEMU KLIMATYCZNEGO ZIEMI**



4 Postępujące przekształcenie systemu klimatycznego Ziemi

4.1 Emisja gazów cieplarnianych

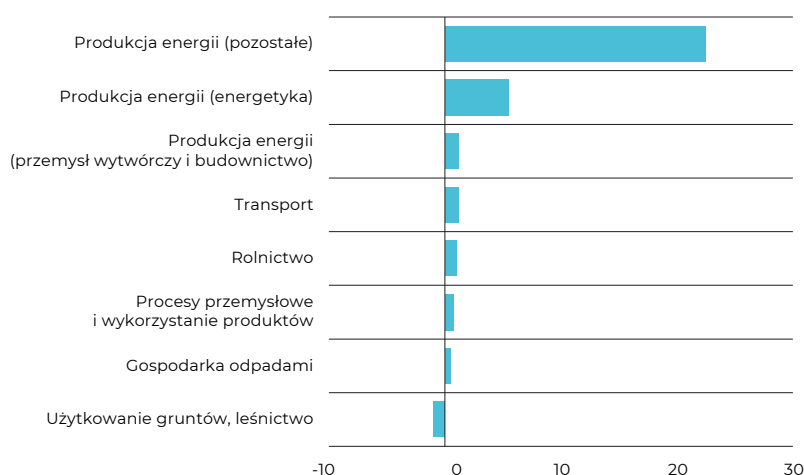
Za ocieplenie systemu klimatycznego odpowiada działalność człowieka. Pomimo tego, że efekty globalnego ocieplenia zauważalne są bez wyjątku w każdym miejscu na Ziemi, ich skutki są zróżnicowane w zależności od regionu (IPCC 2021). Tempo obserwowanych zmian w systemie klimatycznym zależy głównie od wielkości emisji gazów cieplarnianych (GHG). Udział krajów Europy w łącznej emisji GHG na świecie jest stosunkowo niewielki i jest ona jednym z obszarów, gdzie zauważalny jest trend malejący (w przeliczeniu na ekwiwalent CO₂). W przypadku Polski redukcja emisji GHG w latach 1990–2020 wynosi 12% i jest na poziomie średniej krajów UE (13%). Pomimo znacznego potencjału redukcyjnego Polski, spadek emisji jest jednak co najmniej dwukrotnie niższy niż obserwowany wśród innych krajów środkowej Europy, takich jak Czechy i Węgry, oraz trzykrotnie niższy niż obliczony dla Słowacji i czterokrotnie niższy niż obserwowany dla Litwy, Łotwy czy Estonii (ryc. 3).



Ryc. 3. Wskaźnik zmian emisji CO₂ w okresie 1990–2020 w Europie

Źródło: dane OECD DATA

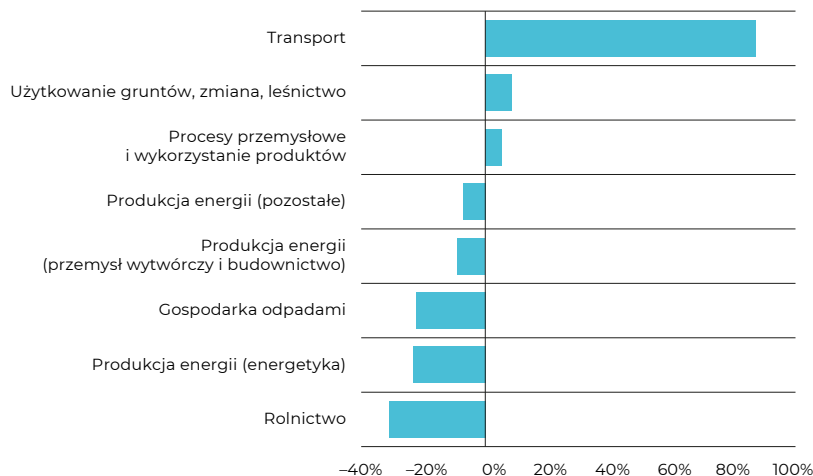
Za 70% emisji GHG (podawanej jako ekwiwalent CO₂) w Polsce odpowiada produkcja energii, z wyłączeniem sektora energetyki (produkcja energii elektrycznej i ciepłej –17%) oraz energii dla przemysłu (4%) (ryc. 4). Za 2–3% udziału emisji GHG odpowiadają sektory transportu, rolnictwa i produkcji przemysłowej (procesy produkcyjne) oraz gospodarka odpadami. Użytkowanie gruntów i leśnictwo są sektorem uznawanym za naturalny pochłaniacz GHG, który w przypadku Polski jest w stanie zniwelować łączną emisję GHG z innych sektorów zaledwie o 3–4%.



Ryc. 4. Emisja całkowita GHG w poszczególnych sektorach gospodarki w Polsce w okresie 1990–2020

Źródło: dane OECD DATA

Zmiany obserwowane w Polsce w latach 1990–2019 wskazują na najwyższe – ponad 20% – tendencje malejące emisji GHG w sektorach rolnictwa, produkcji energii w energetyce zawodowej oraz w gospodarce odpadami (ryc. 5). Niestety w sektorze transportu obserwuje się znaczący wzrost emisji GHG. Niepokoi również tendencja wzrostowa zmian w sektorze naturalnych pochłaniaczy, czyli użytkowania gruntów i lasów.



Ryc. 5. Wskaźnik zmiany emisji w poszczególnych sektorach gospodarki w Polsce w okresie 1990–2020

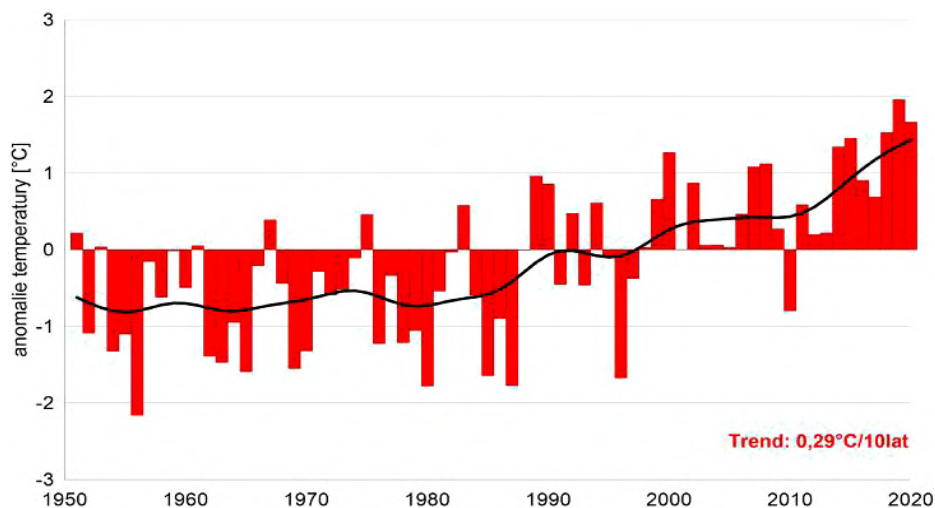
Źródło: dane OECD DATA

4.2 Zmiany klimatu w Polsce

Relacje pomiędzy rozwojem gospodarczym i społecznym kraju a emisją GHG są o tyle istotne, że obserwowane skutki zmian klimatu i tym samym ich koszty, przy wzroście emisji GHG intensyfikującej efekt cieplarniany, mogą znacząco obniżyć pozytywne aspekty zmian gospodarczych. Wiele wskaźników uwzględnianych w symulacjach klimatycznych świadczy

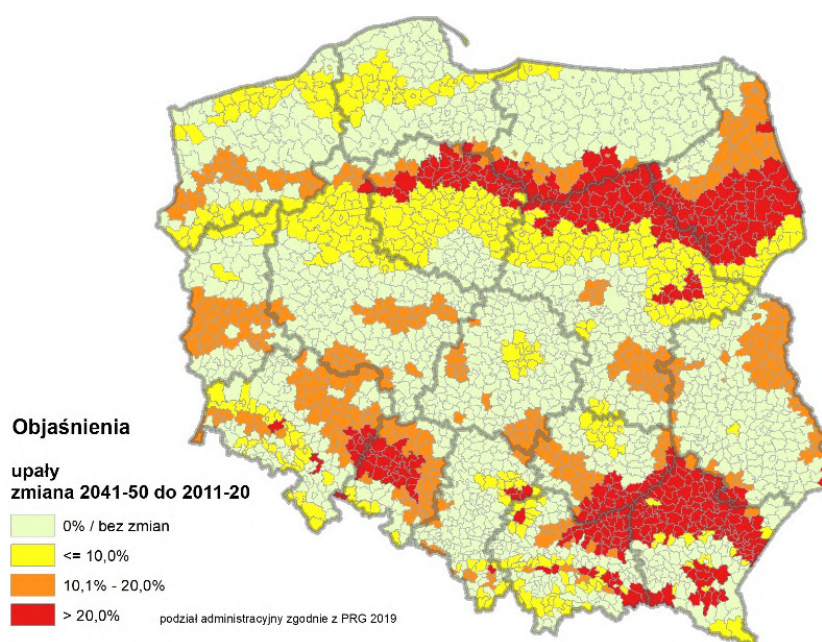
o znaczących zmianach w systemie klimatycznym. W Polsce średnia roczna temperatura powietrza od 1951 roku wzrastała o $0,29^{\circ}\text{C}/10$ lat w porównaniu do średniej rocznej wieloletniej z okresu 1981–2010. Anomalie temperatury powietrza w 2019 roku osiągnęły aż $1,9^{\circ}\text{C}$ (ryc. 6).

Badania wskazują, że w ciągu ostatnich 40 lat tempo wzrostu temperatury w dużych aglomeracjach miejskich istotnie się zwiększyło (IMGW-PIB 2021). Co więcej scenariusze klimatyczne wskazują na pogłębienie się tych zmian (ryc. 7).



Ryc. 6. Przebieg anomalii średniej rocznej temperatury powietrza w Polsce względem średniej z lat 1981–2010

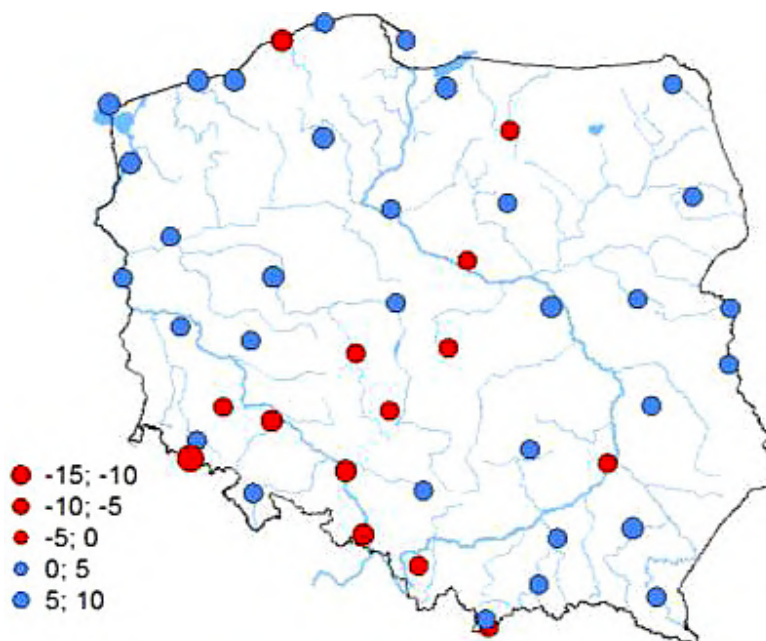
Źródło: dane IMGW-PIB 2021



Ryc. 7 Umiarkowany scenariusz zmian zagrożenia termicznego w Polsce pomiędzy dekadami 2011–2020 i 2041–2050 (na skali 1 oznacza 100%)

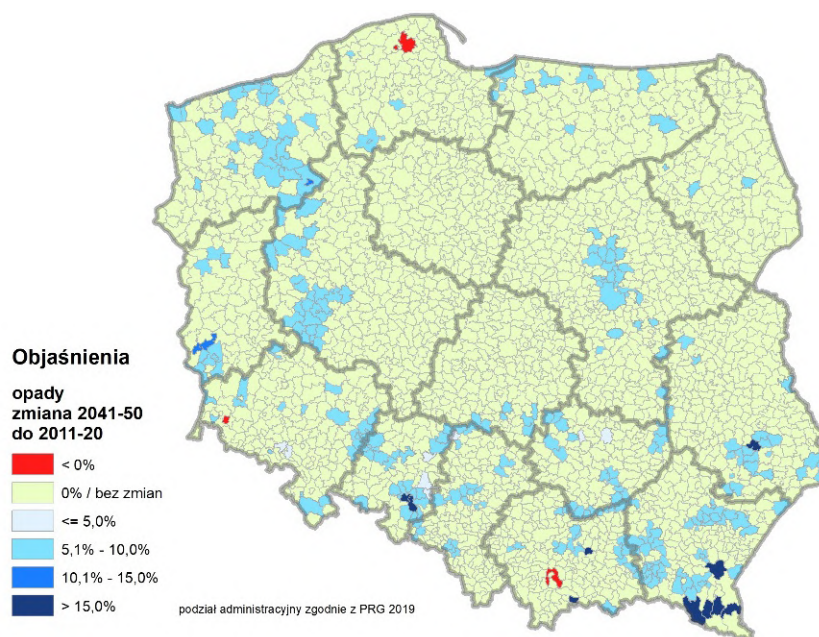
Źródło: opracowanie własne

Anomalie opadowe na obszarze Polski są zdecydowanie mniej wyraźne niż anomalie temperatury i bardziej zróżnicowane (ryc. 8). Zmiany w sumie rocznej opadów są niebyt duże, na większości stacji pomiarowych obserwuje się nieznaczny wzrost opadów (Pińskwar i in. 2017). Scenariusze klimatyczne wskazują różnicowanie zagrożenia opadowego w przestrzeni kraju (ryc. 9).



Ryc. 8. Procentowa zmiana średniej sumy rocznej opadu w latach 1991–2015 w porównaniu do średniej WMO z okresu 1961–1990

Źródło: Pińskwar i in. 2017

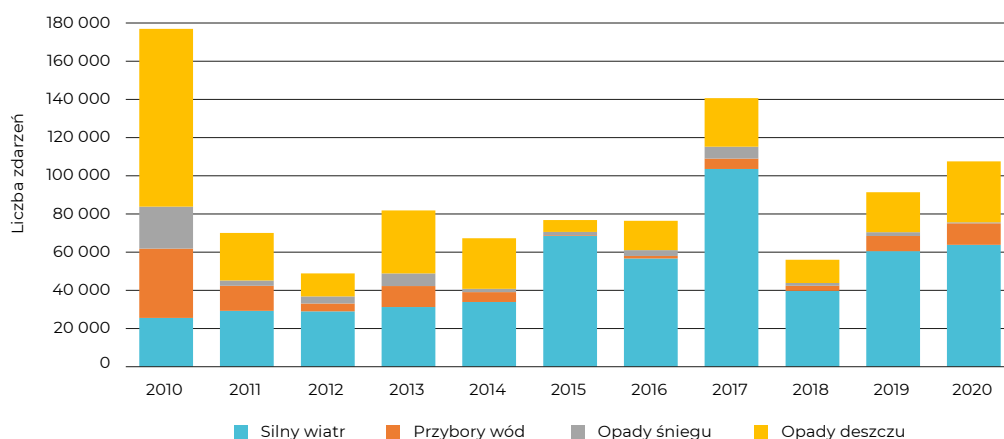


Ryc. 9. Umiarkowany scenariusz zmian zagrożenia opadowego w Polsce pomiędzy dekadami 2011–2020 i 2041–2050 (na skali 1 oznacza 100%)

Źródło: opracowanie własne

4.3 Zjawiska ekstremalne i ich skutki

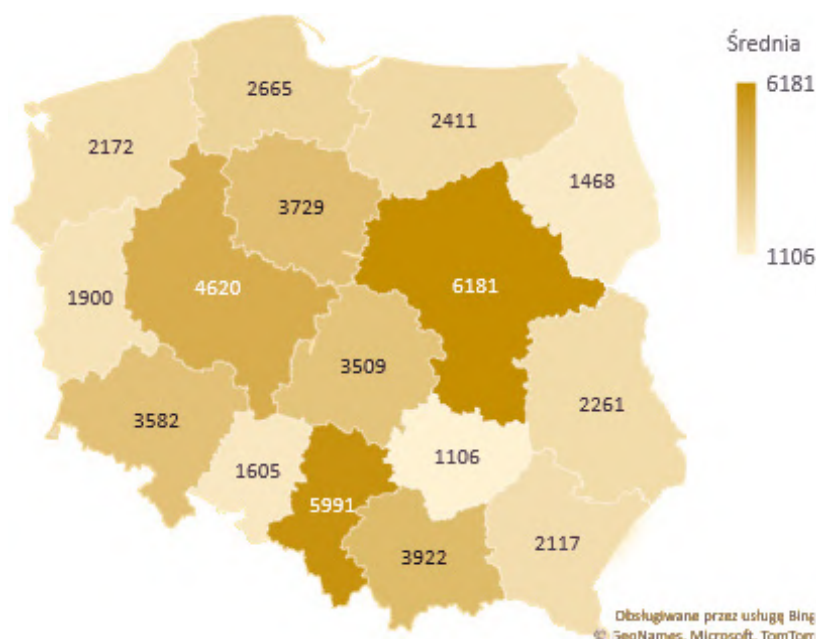
Globalne ocieplenie klimatu przyczynia się do zmian częstości występowania ekstremalnych zdarzeń klimatycznych. Występowanie zagrożeń wynikających ze zjawisk klimatycznych oraz skutki tych zagrożeń dla życia, zdrowia, infrastruktury i środowiska wymagają coraz częstszych interwencji straży pożarnej (ryc. 10).



Ryc. 10. Zmienność miejscowych zagrożeń w Polsce w latach 2010–2020

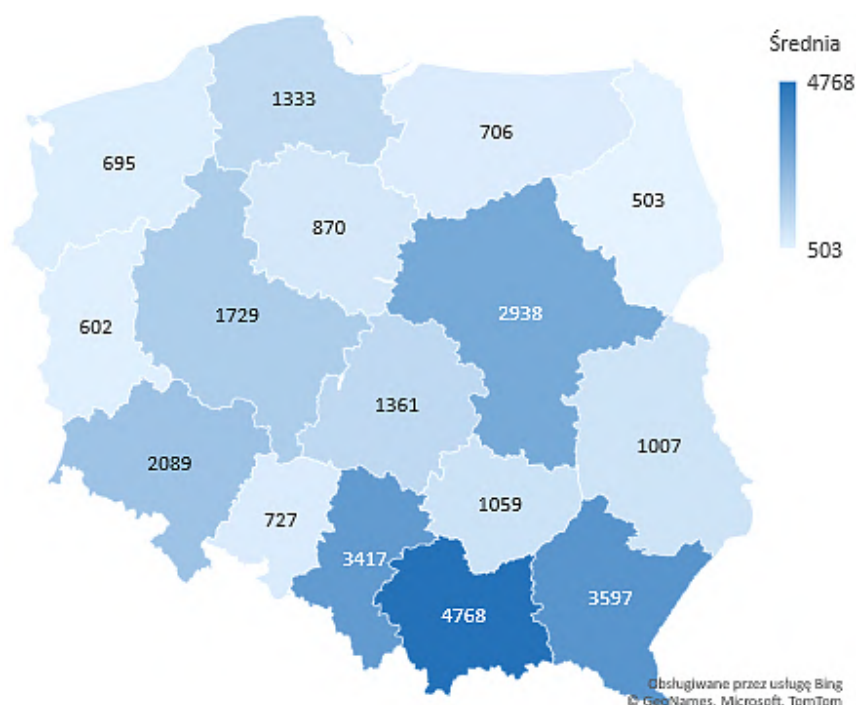
Źródło: dane KG PSP

W ostatnich latach dużego znaczenia nabierają zagrożenia wynikające z wystąpienia silnego wiatru (ponad 54% interwencji, ryc. 11) oraz intensywnych opadów (30% interwencji, ryc. 12). Opady deszczu w powiązaniu z wiatrem prowadzą najczęściej do wezbrań wód, podtopień czy osuwisk.



Ryc. 11. Średnia liczba interwencji straży pożarnej w roku związanych z silnym wiatrem w latach 2010–2020

Źródło: dane KG PSP



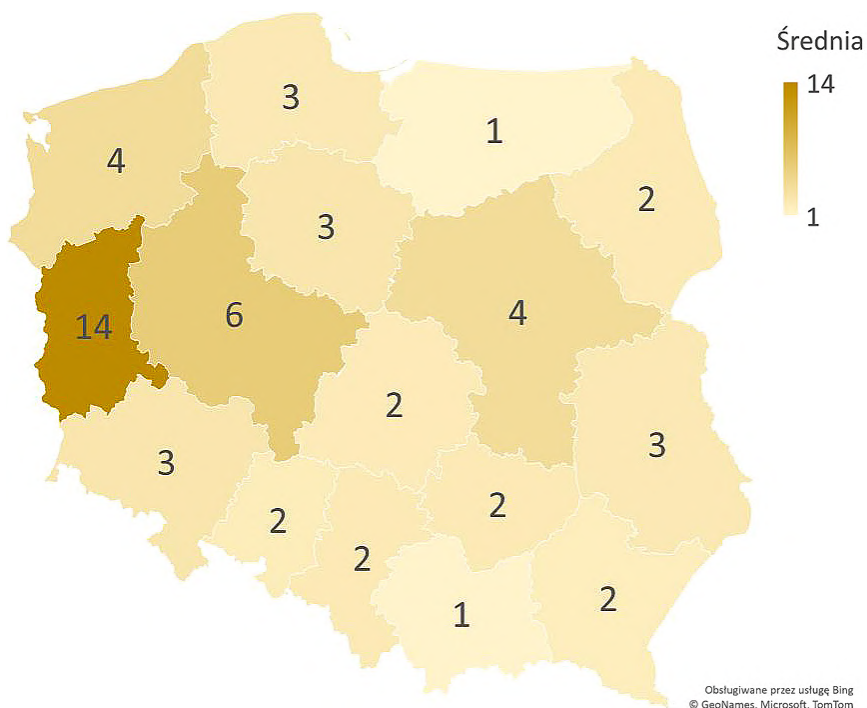
Ryc. 12. Średnia liczba interwencji straży pożarnej w roku związanych z opadami deszczu w latach 2010–2020

Źródło: dane KG PSP

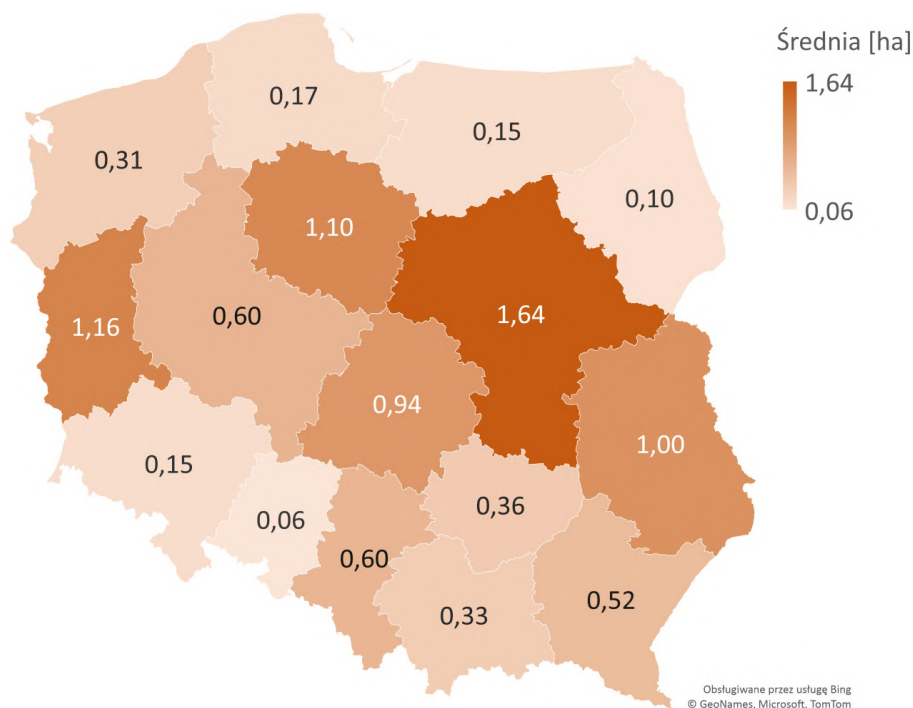
Pomimo tego, że zjawiska naturalne, takie jak wyładowania atmosferyczne, bardzo rzadko są przyczyną pożarów lasu (powodują zaledwie 1% ogółu pożarów lasów w Polsce), to spłot warunków klimatycznych (np. utrzymujące się długotrwałe susze) i skutków działalności człowieka (np. zmniejszenie retencji wody na danym obszarze w efekcie postępującej urbanizacji) może doprowadzić do znacznych strat. W Polsce w latach 2009–2020 zarejestrowano 653 pożary lasów spowodowane wyładowaniami atmosferycznymi (ryc. 13), które strawiły 110,21 ha powierzchni lasów (przeciętnie w roku 9,18 ha, ryc. 14).

Na rozmiary skutków oraz liczbę interwencji straży pożarnej ma wpływ wiele czynników, przede wszystkim ukształtowanie i zagospodarowanie terenu, cyrkulacja atmosferyczna oraz podatność danego obszaru na dane zagrożenie.

Ze zjawiskami ekstremalnymi wiąże się zwykle potencjalne zagrożenie społeczeństwa oraz ekosystemów. Niekiedy zjawiska ekstremalne nie są ekstremami w sensie statystycznym (nie przekraczają wartości progowych), ale prowadzą do skrajnie negatywnych konsekwencji. Zdarza się tak, jeśli silne wymuszenie typu pogodowego (np. bardzo intensywny lub długotrwały opad czy silny wiatr) trafia na wrażliwy system, o wysokim potencjale szkód. Również nie wszystkie ekstrema w sensie statystycznym muszą prowadzić do ekstremalnych konsekwencji (jeśli potencjał strat jest znikomy) (Owczarek i Miętus 2018).

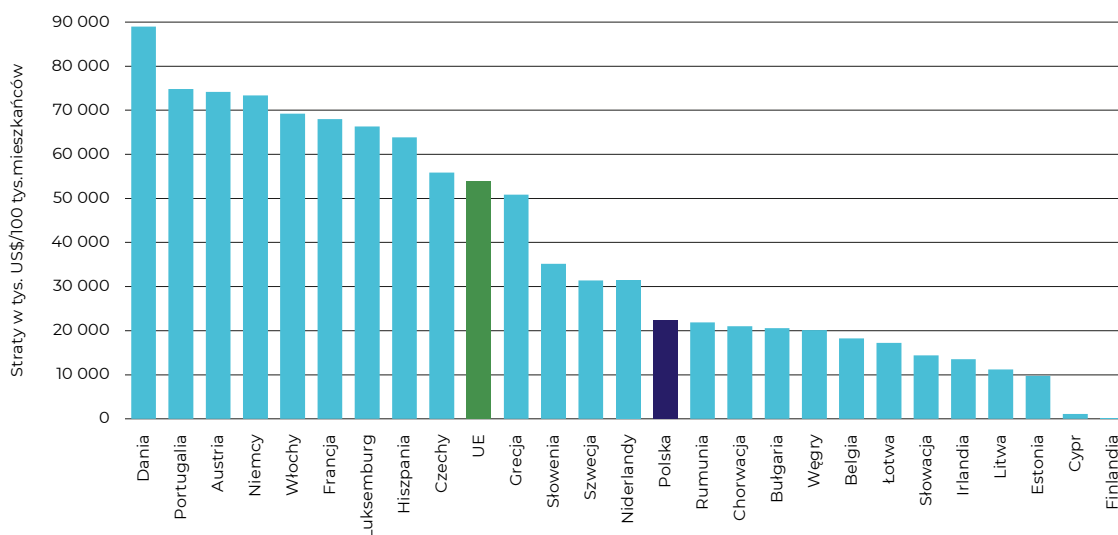


Ryc. 13. Średnia liczba pożarów lasu w roku spowodowanych przez wyładowania atmosferyczne w latach 2009–2020
Źródło: dane GUS



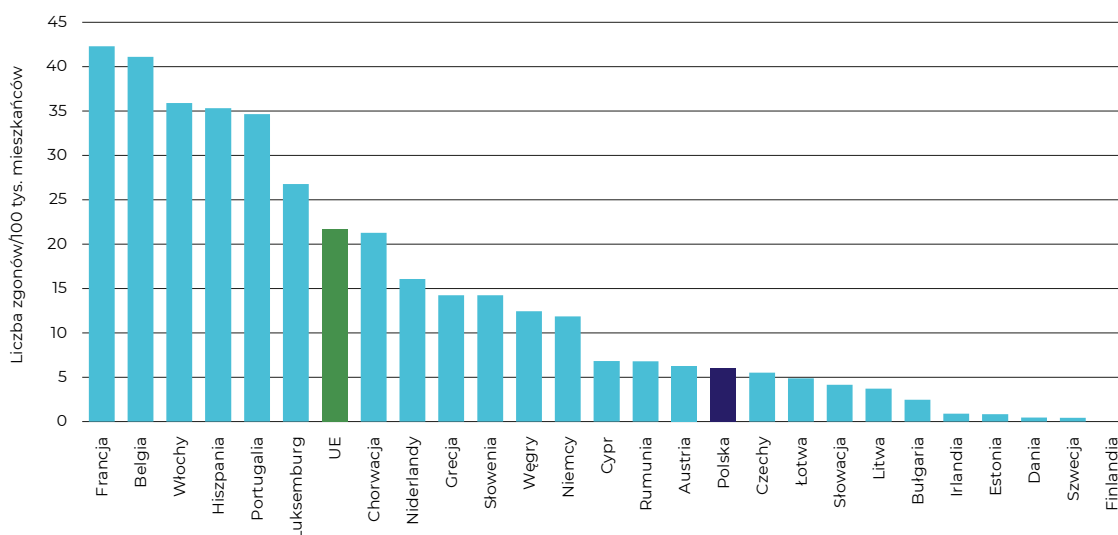
Ryc. 14. Średnia powierzchnia lasów spalonych w roku na skutek wyładowań atmosferycznych w latach 2009–2020
Źródło: dane GUS

Problem strat finansowych oraz zgonów spowodowanych zjawiskami ekstremalnymi dotyka całą Unię Europejską (w najmniejszym stopniu Finlandię), w tym także Polskę (ryc. 15, 16). Zarówno wysokość strat, jak i wskaźnik liczby zgonów przeliczonych na 100 tys. mieszkańców w przypadku Polski utrzymuje się poniżej średniej w UE.



Ryc. 15. Straty w tys. USD na 100 tys. mieszkańców w UE spowodowane zjawiskami ekstremalnymi

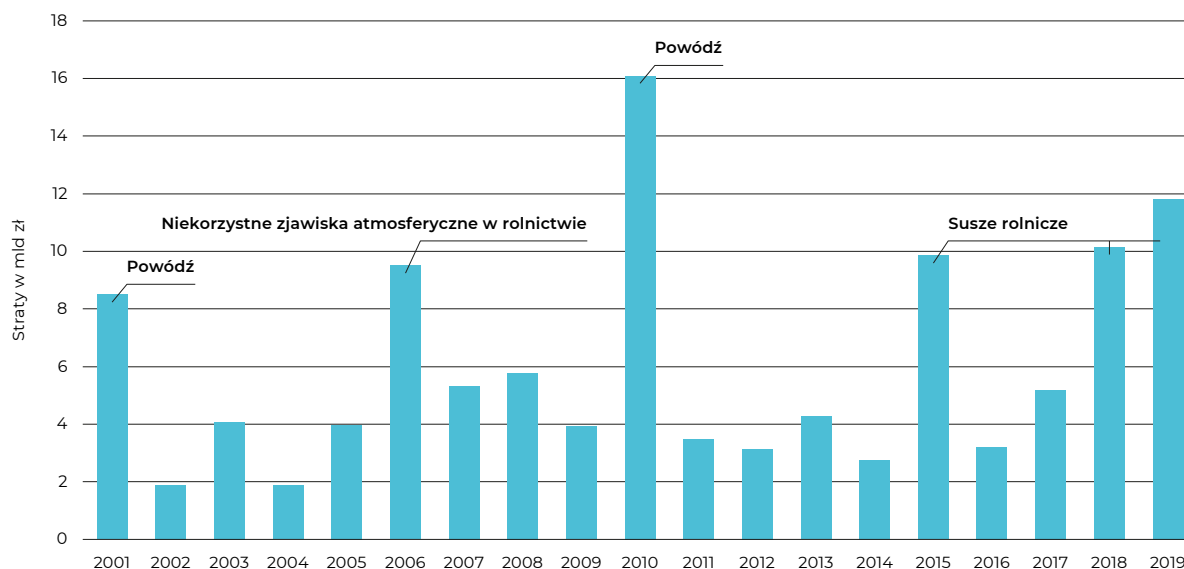
Źródło: dane EM-DAT



Ryc. 16. Liczba zgonów na 100 tys. mieszkańców w UE powodowanych zjawiskami ekstremalnymi

Źródło: dane EM-DAT

Straty powodowane przez zjawiska ekstremalne w Polsce w ciągu ostatnich dwóch dekad wynosiły około 115 mld zł w cenach stałych (średnio rocznie około 6 mld zł, ryc. 17).



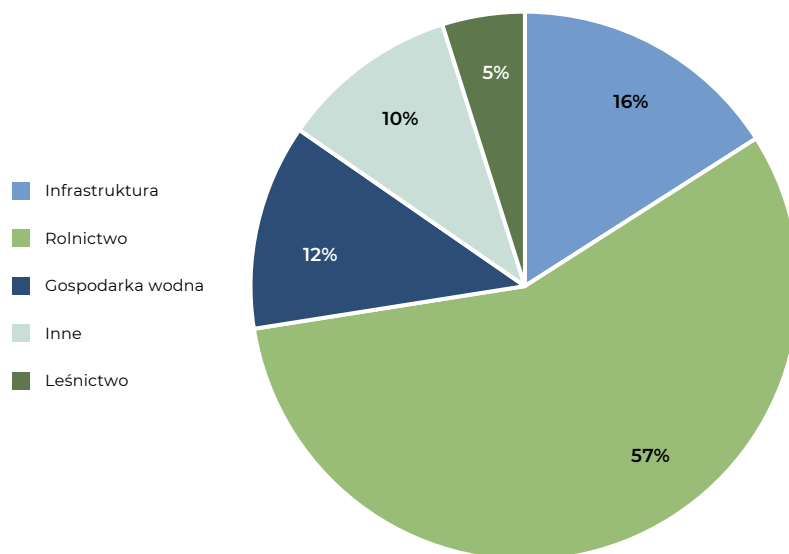
Ryc. 17. Szacunek wysokości strat spowodowanych przez zjawiska ekstremalne w latach 2001–2019 w cenach stałych [2020 rok]

Źródło: Siwiec (red.) 2022

Najczęstszą przyczyną powstawania strat spowodowanych zjawiskami ekstremalnymi był nadmiar lub deficyt wody. W latach 2001–2010 straty w infrastrukturze powodowane były przede wszystkim powodzią. W kolejnej dekadzie główną przyczyną strat stały się susze i niekorzystne zjawiska atmosferyczne powodujące wymierne skutki w rolnictwie. W ostatnim czasie problem strat finansowych dotyczy również obszarów miast, na terenie których dochodzi do podtopień spowodowanych intensywnymi opadami (przy rosnącym udziale powierzchni uszczelnionych).

Omówione wyżej szacunki dotyczą jedynie strat bezpośrednich. Negatywne efekty i straty powodowane zmianami klimatu mogą często mieć swoje następstwa pośrednie wpływające na ekonomię czy zdrowie. Szkody pośrednie w wielu aspektach są trudno mierzalne, głównie ze względu na skutki odroczone w czasie. Z tego powodu skutki pośrednie są najczęściej jedynie szacowane. W przypadku Polski szacuje się, że straty pośrednie stanowią około 60% strat bezpośrednich. Przyjmując to założenie, łączne straty powodowane zjawiskami ekstremalnymi związanymi z klimatem wyniosły w latach 2001–2017 blisko 180 mld zł.

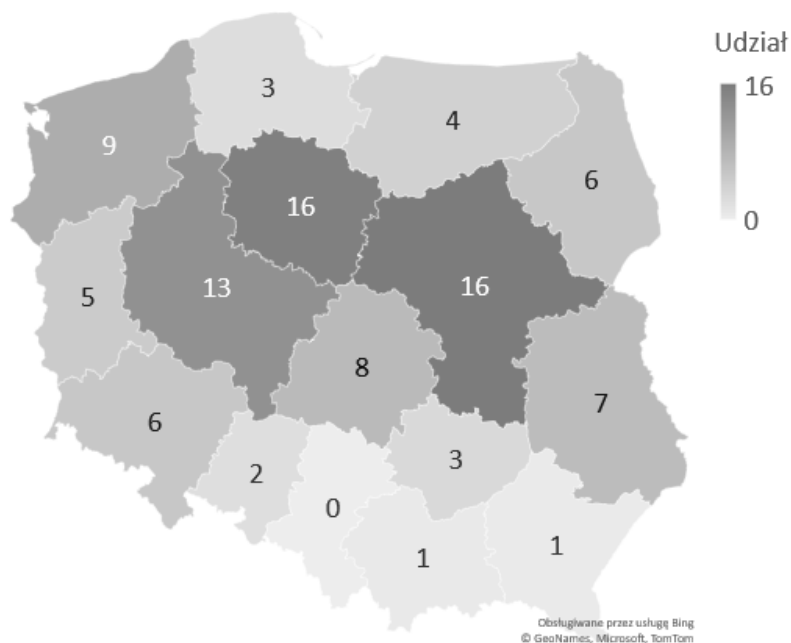
Sektorem najbardziej wrażliwym na oddziaływanie zjawisk ekstremalnych jest rolnictwo, które w znacznej mierze zależne jest od wpływu warunków pogodowych (ryc. 18). Brak pokrywy śnieżnej zimą, silne mrozy, przymrozki wiosenne czy susze glebowe i rolnicze są zjawiskami, które pozostawiają co prawda infrastrukturę w stanie nienaruszonym, ale mogą powodować znaczne straty w uprawach. Szacuje się, że straty w sektorze rolnym stanowiły ponad 50% wszystkich strat obliczonych w gospodarce w okresie 2001–2019, straty w infrastrukturze to 16%, zaś w gospodarce wodnej – 12%. Ze względu na charakter przestrzenny wspomnianych sektorów oraz zmienność przestrzenną zagrożeń klimatycznych, straty nie są rozłożone równomiernie w kraju.



Ryc. 18. Udział strat odnotowanych w poszczególnych sektorach w całości strat w Polsce spowodowanych przez zjawiska ekstremalne w latach 2001–2019 (w cenach bieżących)

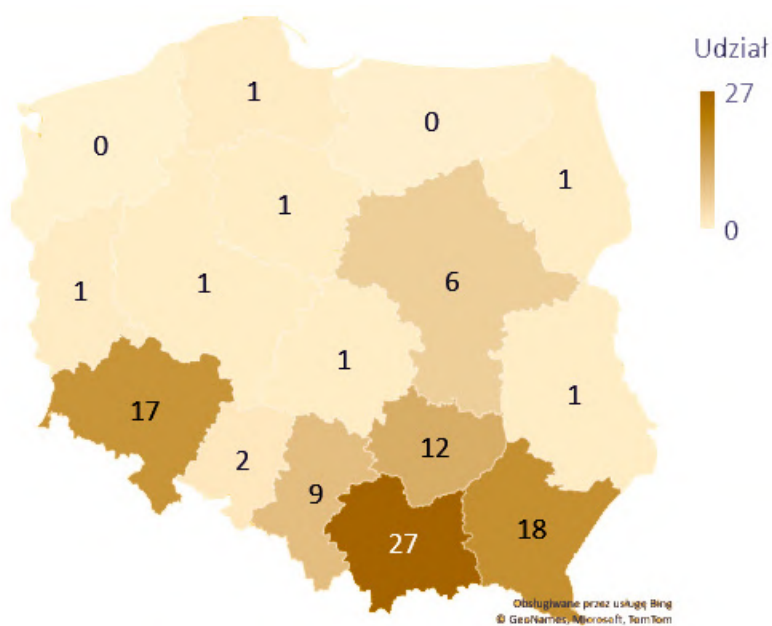
Źródło: Siwiec (red.) 2022

Obszarem szczególnie narażonym na straty w rolnictwie jest centralna część kraju, natomiast najwyższe straty w infrastrukturze są odnotowywane na obszarze Polski południowej (ryc. 19, 20).



Ryc. 19. Udział strat w rolnictwie spowodowanych przez zjawiska ekstremalne odnotowanych w poszczególnych województwach w latach 2001–2019 [Polska = 100%]

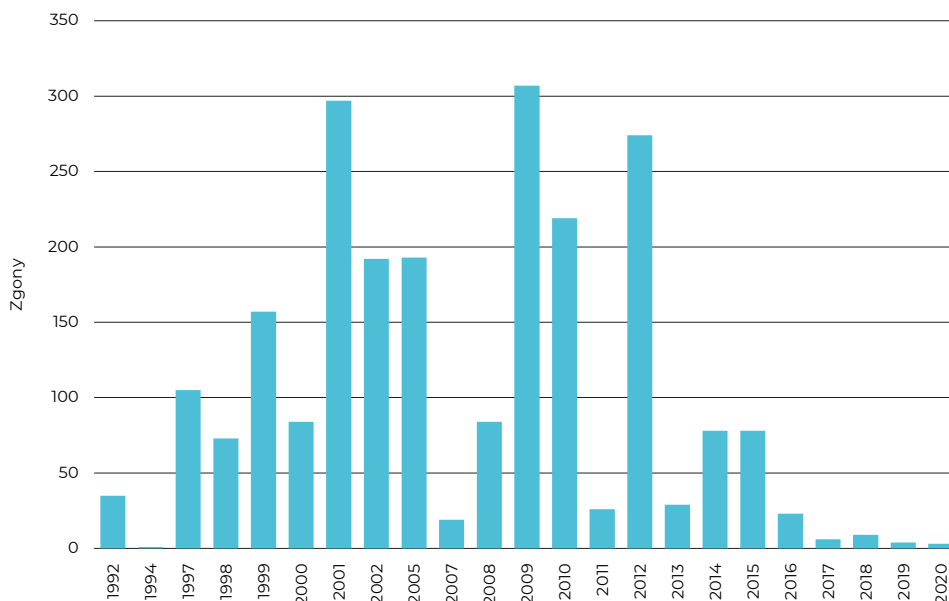
Źródło: Siwiec (red.) 2022



Ryc. 20. Udział strat w infrastrukturze spowodowanych przez zjawiska ekstremalne odnotowanych poszczególnych województwach w latach 2001–2019 [Polska = 100%]

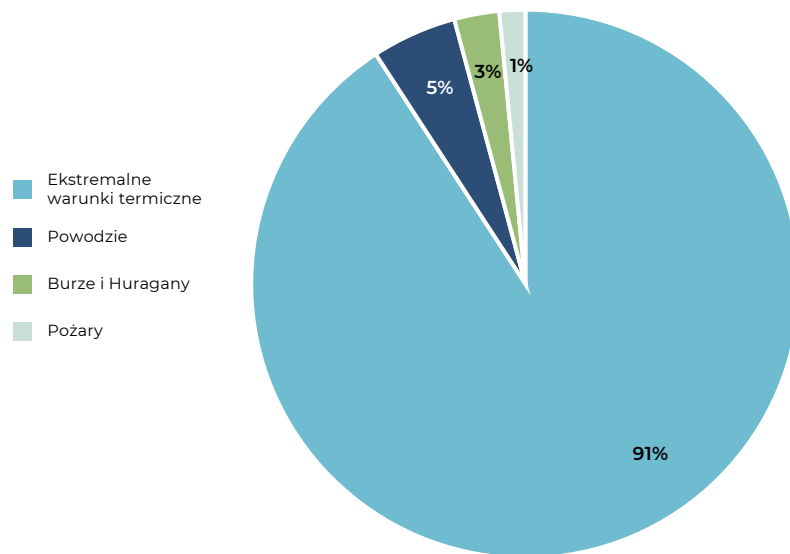
Źródło: Siwiec (red.) 2022

Według szacunków, z powodu oddziaływania ekstremalnych zjawisk pogodowych od 1990 roku zmarło w Polsce ponad 2200 osób (ryc. 21). Główną przyczyną zgonów były ekstremalne warunki termiczne, które spowodowały śmierć w ponad 90% przypadków, zwłaszcza w latach: 2009 (298 osób), 2001 (270 osób) oraz 2012 (200 osób) (ryc. 22).



Ryc. 21. Liczba zgonów spowodowanych zjawiskami ekstremalnymi w Polsce w latach 1992–2020

Źródło: dane EM-DAT



Ryc. 22. Udział przyczyn zgonów spowodowanych występowaniem ekstremalnych zjawisk pogodowych w Polsce w latach 2001–2019

Źródło: dane EM-DAT

**TREND: ROSNĄCA DEGRADACJA
ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO
– POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO,
POWIERZCHNI ZIEMI I GLEB, WÓD**

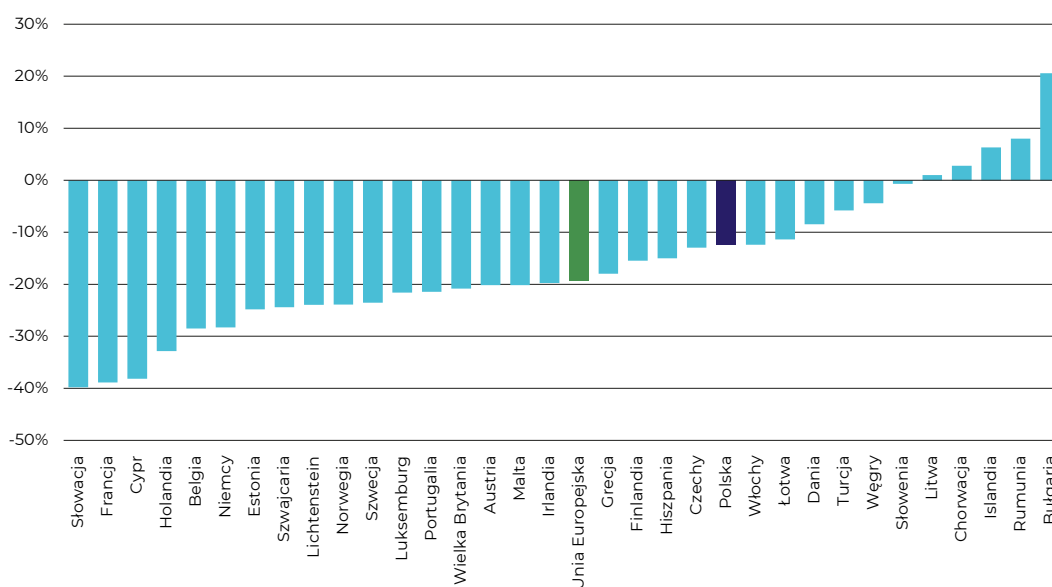


5 Rosnąca degradacja środowiska przyrodniczego – powietrza atmosferycznego, powierzchni ziemi i gleb, wód

5.1 Powietrze atmosferyczne

5.1.1 Emisja zanieczyszczeń do powietrza

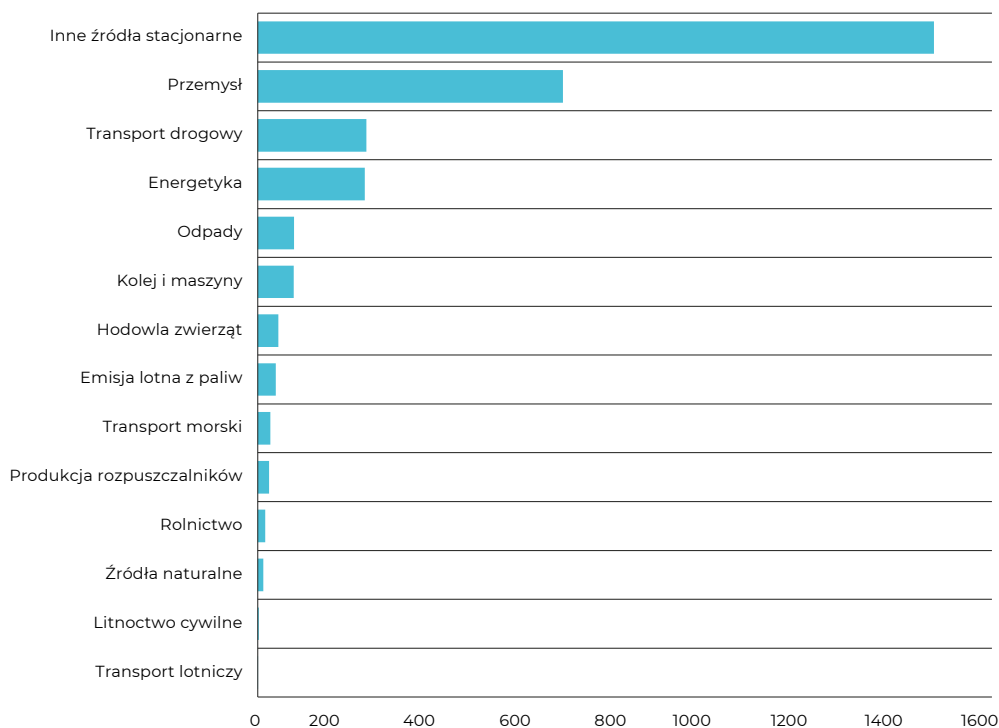
Zanieczyszczenie powietrza jest poważnym zagrożeniem, mającym wpływ zarówno na zdrowie ludzi, jak i ekosystemy. W Europie nadal obserwuje się w wielu obszarach niezadowalającą jakość powietrza, pomimo działań prowadzonych w celu redukcji emisji zanieczyszczeń do atmosfery. Zanieczyszczenie powietrza jest obecnie najważniejszym zagrożeniem środowiskowym dla zdrowia ludzkiego i jest oceniane jako główny (po zmianach klimatu) czynnik zagrażający zdrowiu Europejczyków (EC 2017). Nieodpowiednia jakość powietrza przyczynia się do wzrostu liczby zachorowań i zgonów na choroby układu oddechowego, układu krążenia, astmy i przewlekłej obturacyjnej choroby płuc (EC 2019). Głównymi źródłami emisji zanieczyszczeń do atmosfery są procesy spalania paliw kopalnych i biomasy do celów grzewczych oraz spalania odpadów, a także emisje z takich sektorów jak: transport, energetyka, rolnictwo i przemysł. W Europie obserwuje się generalny trend spadkowy emisji pyłu PM_{2,5} (ryc. 23). W przypadku Polski tempo redukcji emisji jest niemal dwukrotnie wolniejsze niż średnia w krajach UE oraz znacznie słabsze niż w wielu krajach Europy.



Ryc. 23. Średnie zmiany łącznej emisji pyłu PM_{2,5} w Europie w latach 1990–2019

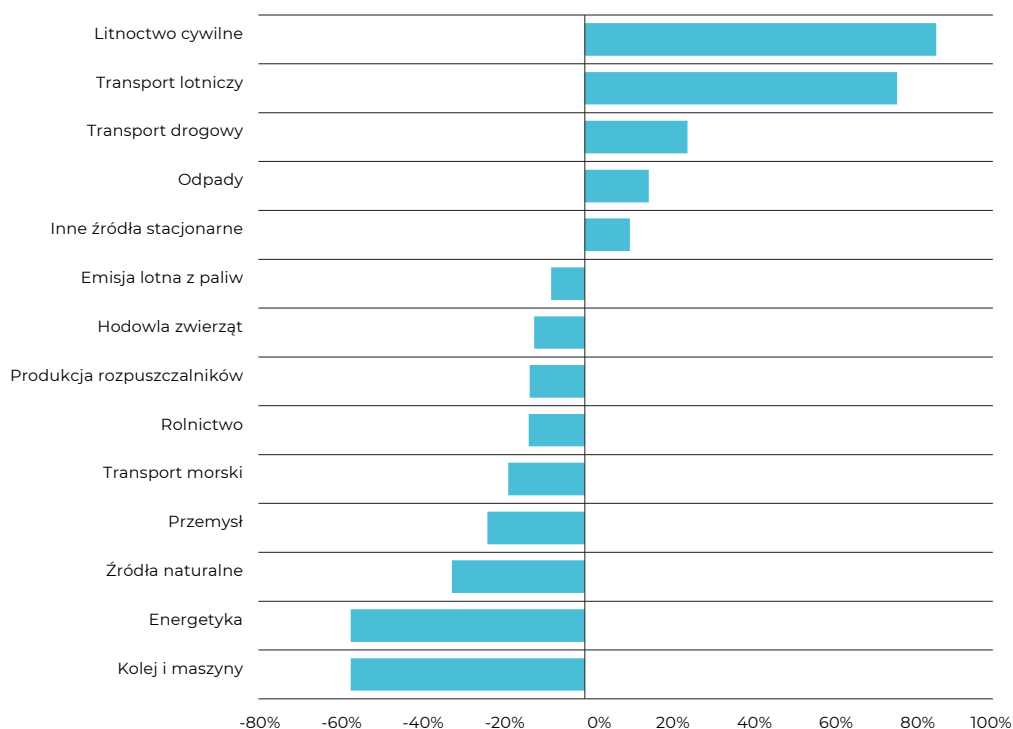
Źródło: dane EMEP

Za blisko połowę emisji pyłu PM_{2,5} w Polsce odpowiada tzw. „niska emisja”, tj. spalanie paliw kopalnych i biomasy w indywidualnych urządzeniach grzewczych (piecach, kominkach czy małych kotłowniach, ryc. 24). Kolejnymi sektorami są przemysł (28%) i transport, w tym emisja z rur wydechowych oraz pochodząca z wtórnego unosu pyłu z dróg, ścierania się asfaltu oraz opon, klocków i tarcz hamulcowych (ponad 10%, prawie dwukrotny wzrost w stosunku do 2020 roku). Coraz mniejsze znaczenie w emisji całkowitej ma energetyka (obecnie blisko 3%, spadek z ponad 15% w 2020 roku) i spalanie odpadów (obecnie blisko 4% w stosunku do 2% w 2020 roku).



Ryc. 24. Łączna emisja pyłu PM_{2,5} w Polsce w poszczególnych sektorach w latach 1990–2019
Źródło: dane EMEP

Największą redukcję emisji pyłu PM_{2,5} w ostatnich dwóch dekadach w Polsce obserwuje się w przypadku sektora kolejowego oraz energetyki zawodowej (ponad 50% w każdym z sektorów) oraz przemysłu i transportu morskiego (około 20%, ryc. 25). Istotne wzrosty emisji widoczne są przede wszystkim w sektorach transportu: lotniczym i lotnictwa cywilnego (wzrost o ponad 75%) oraz drogowym (ponad 25%), a także w sektorze spalania odpadów (wzrost o 15%). Niestety pomimo podejmowanych działań prawnych (związanych z kontrolą jakości paliw czy programami ochrony powietrza), finansowych (np. dofinansowanie termomodernizacji budynków czy wymiany pieców) oraz wprowadzania restrykcyjnych zakazów (np. za pomocą uchwał antysmogowych) nadal obserwuje się wzrost emisji z sektora komunalno-bytowego (11%).



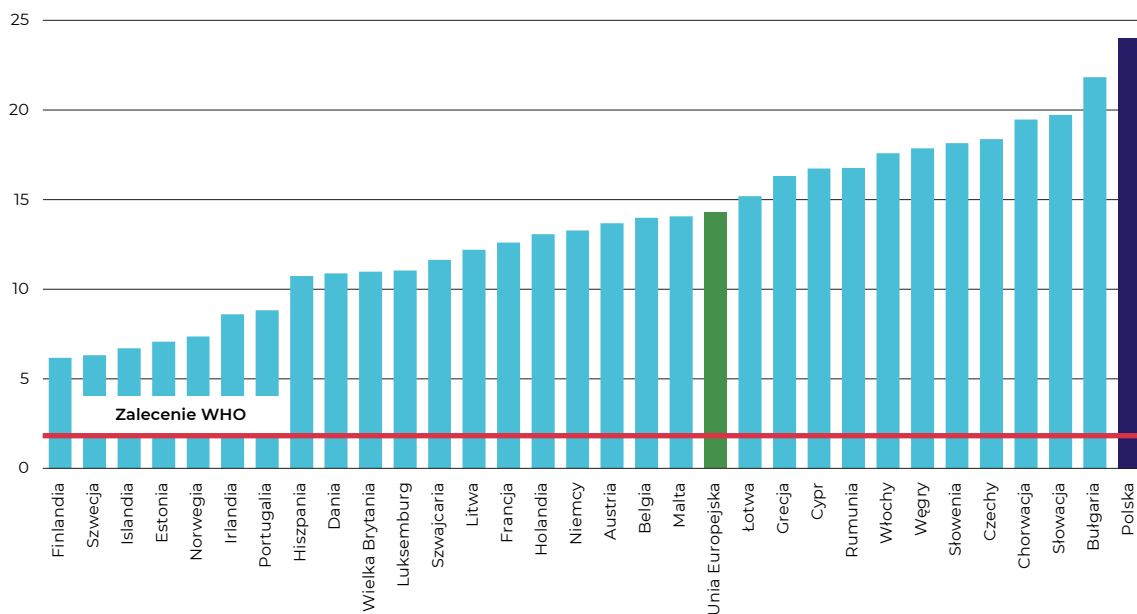
Ryc. 25. Średnie zmiany emisji pyłu PM_{2,5} w poszczególnych sektorach w Polsce w latach 1990–2019

Źródło: dane EMEP

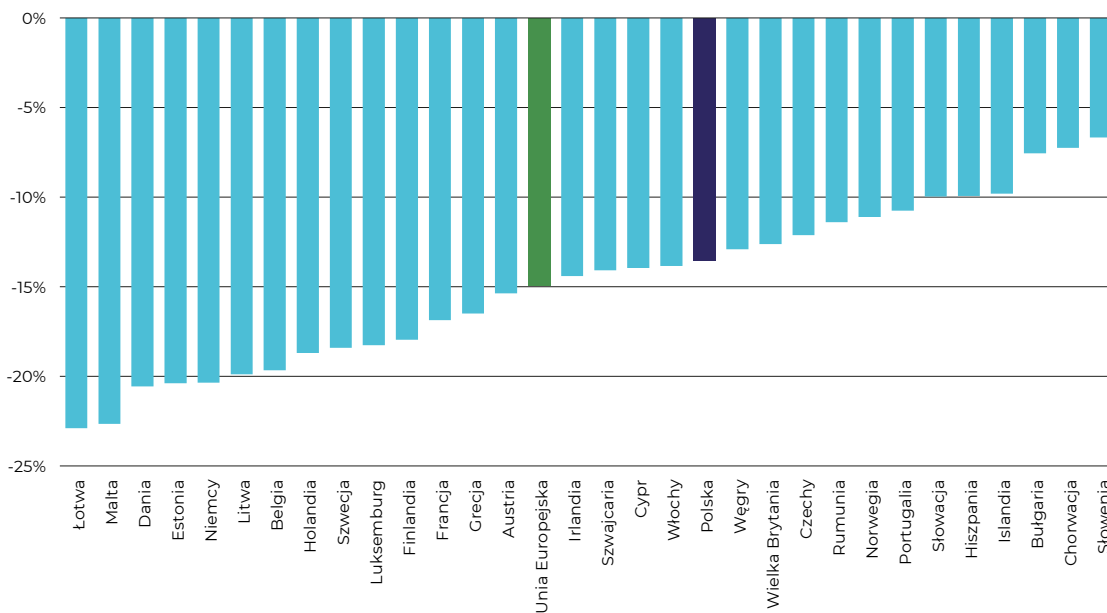
5.1.2 Stężenie zanieczyszczeń powietrza i ryzyko zdrowotne

Wyniki badań w zakresie jakości powietrza wskazują, że w praktyce cała populacja globalna oddycha powietrzem, w którym przekraczany jest zalecany przez Światową Organizację Zdrowia poziom $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ średniorocznej ekspozycji na pył PM_{2,5} (WHO 2021). Taka sytuacja dotyczy również wszystkich krajów UE, w tym Polski, gdzie w latach 2000–2019 występowały najwyższe wartości uśrednionego stężenia pyłu PM_{2,5} w Europie (ryc. 26).

Pomimo wysokich stężeń pyłu PM_{2,5} obserwowanych w Polsce, w okresie 2000–2019 zauważalny jest trend malejący stężeń, wynoszący blisko 14% (ryc. 27). Niemniej jednak znacznie szybciej stężenia pyłu spadają w wielu innych krajach europejskich, na co wskazuje niższa niż dla Polski wartość wskaźnika zmian dla UE.

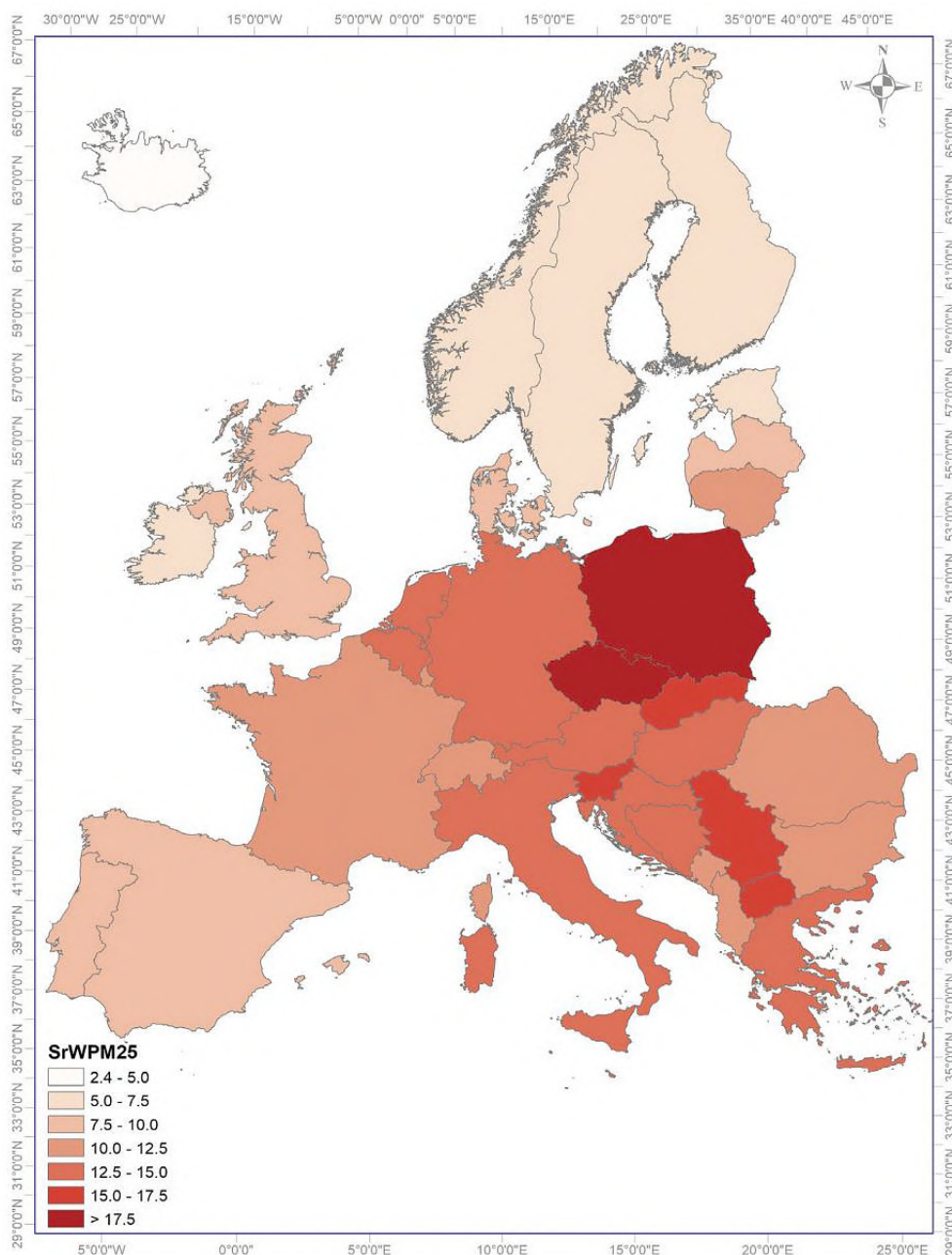


Ryc. 26. Średni wskaźnik rocznej ekspozycji na pył zawieszony PM2,5 w latach 2000–2019
 Źródło danych OECD



Ryc. 27. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM2,5 w okresie 2000–2019
 Źródło: dane OECD

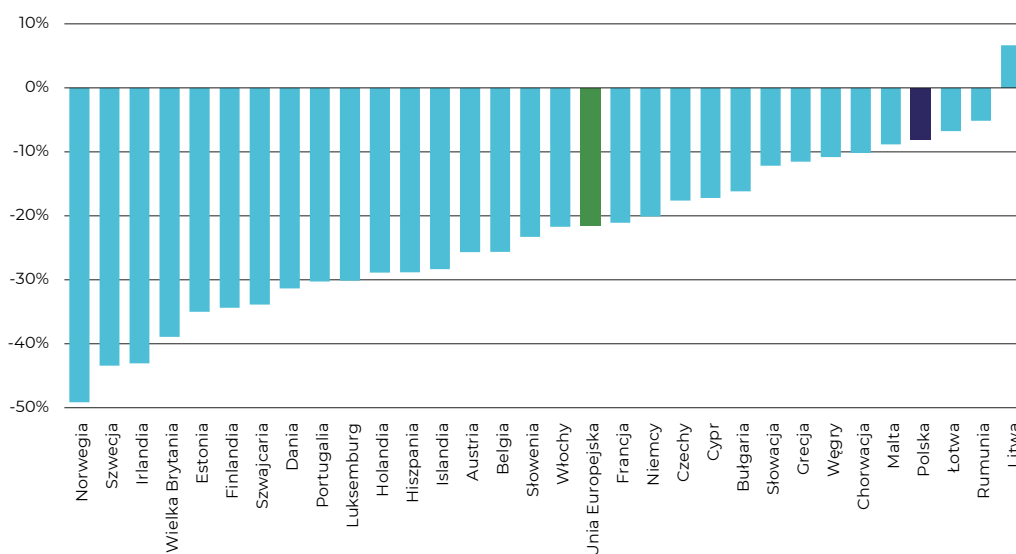
O ryzyku zdrowotnym, powodowanym ekspozycją na wysokie stężenia pyłu zawieszono PM2,5 decyduje zarówno rozkład przestrzenny zanieczyszczeń w poszczególnych krajach, jak i wysokość stężeń obserwowanych na obszarach gęsto zaludnionych. Wskaźnikiem odzwierciedlającym te zależności jest średnie stężenie pyłu PM2,5 ważone populacyjnie. W przypadku Polski wartość ta jest jedną z najwyższych w Europie (ryc. 28).



Ryc. 28. Stężenie średnie roczne ważone populacyjnie pyłu PM_{2,5} w krajach Europy w 2018 roku

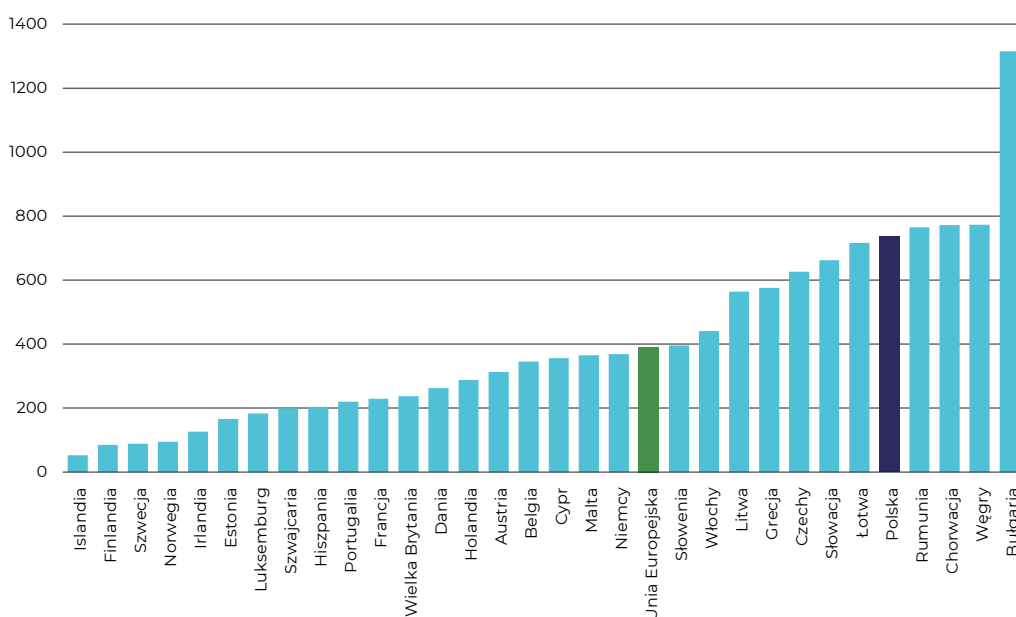
Źródło: Skotak, Osińska-Skotak 2020

Analiza trendów zmian szacowanego wskaźnika umieralności w populacji generalnej w wyniku narażenia na zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym PM_{2,5} wskazuje na malejący trend dla obszaru Europy, w tym Polski (ryc. 29, 30). Tempo zmian w przypadku Polski jest jednak zbyt wolne na tle wielu krajów Unii Europejskiej. Ma to istotne znaczenie, gdyż wskaźnik zgonów w Polsce jest jednym z najwyższych w Europie i jest niemal dwukrotnie wyższy niż średnia dla krajów UE.



Ryc. 29. Zmiany wskaźnika zgonów w wyniku narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} w latach 2000–2019

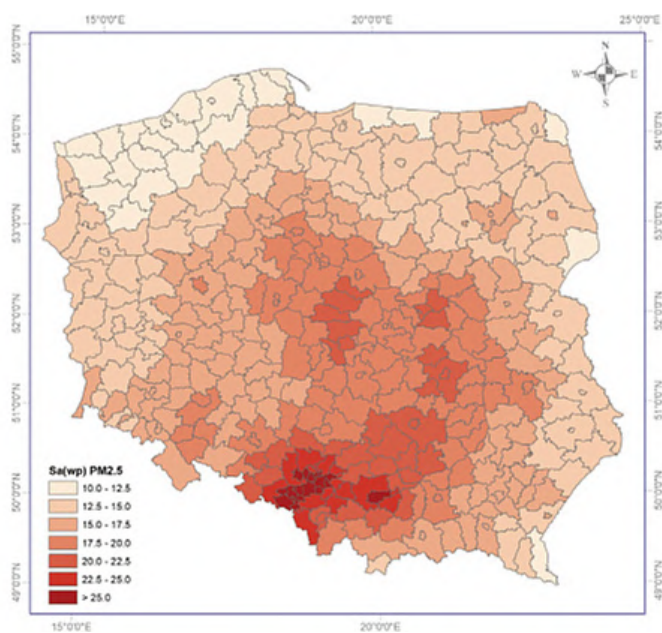
Źródło: dane OECD



Ryc. 30. Średni wskaźnik zgonów w wyniku narażenia na pył zawieszony PM_{2,5} w latach 2000–2019

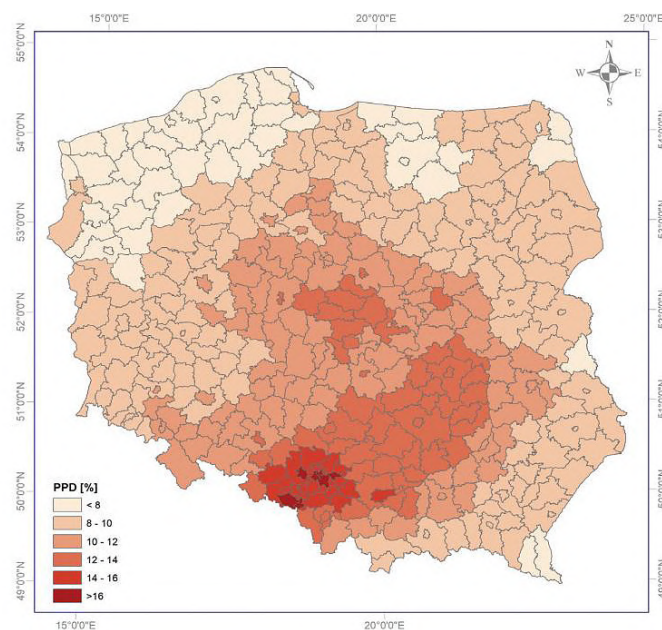
Źródło: dane OECD

Rozkład ryzyka zdrowotnego związanego z zanieczyszczeniem powietrza pyłem PM_{2,5} w Polsce wskazuje nierównomierne rozłożenie zagrożenia (ryc. 31, 32). Związane jest to przede wszystkim ze zróżnicowanym rozkładem stężeń (wyższe na obszarach gęsto zaludnionych i przemysłowych), gęstością zaludnienia oraz podatnością populacji na zanieczyszczenie powietrza (definiowaną wskaźnikami zdrowotnymi populacji związanymi z jakością powietrza).



Ryc. 31. Stężenie średnie roczne ważone populacyjnie pyłu PM_{2,5} w powiatach w Polsce w 2018 roku

Źródło: Skotak, Osińska-Skotak 2020



Ryc. 32. Udział liczby przedwczesnych zgonów w wyniku narażenia na pył PM_{2,5} w zgonach ogółem w Polsce w 2018 roku

Źródło: Skotak, Osińska-Skotak 2020

Wysokie stężenia pyłu zawieszonego PM_{2,5} występują w wielu miastach i aglomeracjach Polski, ale także w mniejszych miejscowościach, gdzie na większą skalę niż w aglomeracjach stosowane jest indywidualne ogrzewanie budynków, z wykorzystaniem pieców i palenisk na paliwa stałe, często o niskiej klasie i sprawności energetycznej.

5.2 Gleby

5.2.1 Degradacja gleb

Gleby, a zwłaszcza ich żyzność, są podstawą produkcji żywności na świecie. Zarządzanie glebami ma ogromne znaczenie dla zrównoważonego wykorzystywania ich zasobów i świadczenia usług ekosystemowych, które obejmują m.in. produkcję żywności, obieg składników odżywczych, regulację obiegu i oczyszczania wody. Usługi te obejmują także sekwestrację dwutlenku węgla, pełnią więc ważną rolę w łagodzeniu zmian klimatu.

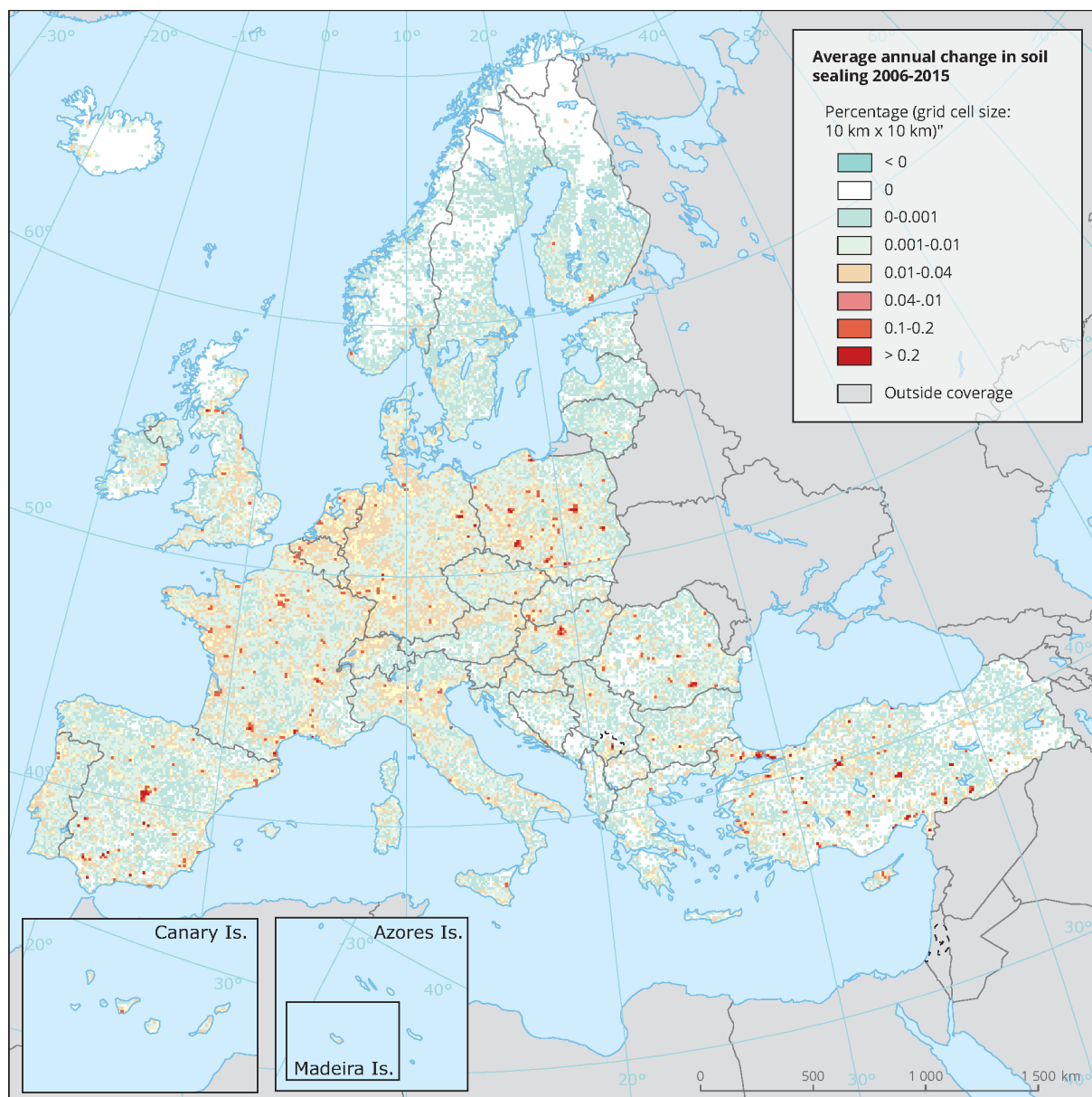
Wzrost zapotrzebowania na żywność prowadzi do coraz większego wykorzystania gleb oraz dążenia do zwiększania ich produktywności i tym samym wzrostu presji oddziałującej na gleby. Intensyfikacja rolnictwa przyczynia się do degradacji gleb. Podobnie pozarolnicza działalność człowieka, zwłaszcza urbanizacja i industrializacja, powoduje utratę gleb i zanik ich funkcji przyrodniczych. Równocześnie postępujące zmiany klimatu prowadzą do utraty wilgotności gleb i ich erozji.

Sposób użytkowania gruntów oraz obserwowane zmiany w ich zagospodarowaniu wywierają znaczącą presję na gleby. Wiele gleb traci swoje funkcje nie tylko w wyniku intensyfikacji rolnictwa dla potrzeb produkcji żywności i zajmowania gruntów rolnych pod zabudowę i infrastrukturę (rozwój aglomeracji miejskich), ale także na skutek rozbudowy sieci komunikacyjnej, infrastruktury turystycznej i działalności przemysłowej. Działalność człowieka skutkuje wzrastającym stopniem uszczelnienia gleb, ich zagęszczeniem, erozją, zasoleniem oraz utratą zmagazynowanego w nich węgla. W Polsce w ostatnich latach wzrasta liczba wielkoobszarowych gospodarstw prowadzących intensywną produkcję rolną (GUS 2020).

Przyczyną degradacji gleb jest również pozarolnicza działalność człowieka. Znaczącą rolę odgrywa tu proces zajmowania gruntów, w którym tereny rolnicze, leśne lub inne obszary półnaturalne i naturalne zajmowane są przez obszary miejskie i powierzchnie uszczelnione. Zwiększenie uszczelnienia skutkuje upośledzeniem i zaburzeniem ekologicznych funkcji gleb, w szczególności zakłóca dostarczanie biomasy, sekwestrację węgla, infiltrację wód opadowych. Ponadto uszczelnienie powierzchni negatywnie wpływa na zmiany klimatu, ponieważ zmniejsza potencjał magazynowania i sekwestracji dwutlenku węgla, a zwiększa natężenie spływu powierzchniowego, szczególnie podczas powodzi. Ogranicza też różnorodność biologiczną gleb.

Udział gruntów zabudowanych i zurbanizowanych w powierzchni kraju systematycznie rośnie – od około 9% w 2003 roku do około 13% w 2020 roku. Również udział zabudowanych i zurbanizowanych powierzchni wszystkich województw zwiększa się. Najbardziej zurbanizowanym województwem jest województwo dolnośląskie, a najmniej województwo kujawsko-pomorskie.

Degradacja gleby wynikająca z urbanizacji, rozwoju przemysłu, infrastruktury drogowej i kolejowej staje się coraz poważniejszym problemem w wielu krajach Europy, w tym w Polsce (ryc. 33). Uszczelnianie (zasklepienie) gleby materiałami nieprzepuszczalnymi wywołuje wiele negatywnych zmian w glebie, w tym prowadzi do utraty jej zdolności retencyjnych.



Ryc. 33. Rozkład przestrzenny średniej rocznej zmiany zasklepienia gleby w latach 2006–2015
 Źródło: EEA 2021

5.2.2 Źródła zanieczyszczenia gleb

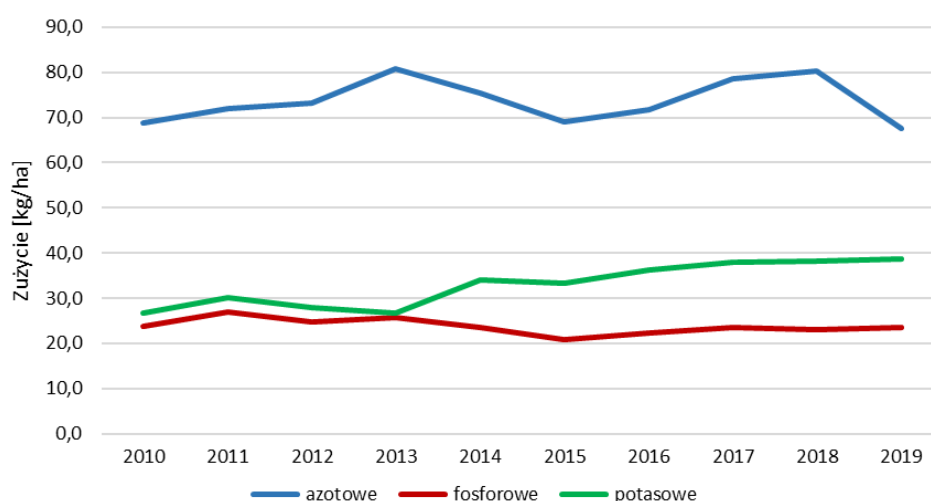
Zanieczyszczona gleba to taka, która zawiera jakiegokolwiek substancje dodane do niej w wyniku działalności człowieka. Intensyfikacja produkcji rolniczej w Polsce wiąże się ze stosowaniem dużej ilości nawozów sztucznych i środków ochrony roślin, których nadmiar pozostaje w glebie, a z czasem trafia do jezior i rzek.

Wykorzystanie nawozów w Polsce w 2019 roku wyniosło niemal 130 kg/ha użytków rolnych, co oznacza wzrost od 2010 roku o 8,8% (GUS 2021). Obecnie najbardziej intensywnie nawożone są grunty orne w województwach: opolskim (188,8 kg/ha), kujawsko-po-

morskim (171,7 kg/ha) i dolnośląskim (156,8 kg/ha). Najmniej nawozów wykorzystuje się w województwach: podkarpackim (83,3 kg/ha), lubuskim (92,4 kg/ha) oraz warmińsko-mazurskim (97,3 kg/ha). W 2019 roku w porównaniu do 2010 roku największe wzrosty ilości wykorzystywanych nawozów zanotowano w województwach: małopolskim (46%) i lubelskim (44%). Zmniejszono wykorzystanie nawozów w województwach: lubuskim (ponad 6%), wielkopolskim (4%) oraz zachodniopomorskim (niecałe 2%).

W Unii Europejskiej zużycie nawozów sztucznych jest przeciętnie wyższe niż w Polsce. W 2018 roku wyniosło średnio 154,8 kg/ha gruntów ornych. W ostatnich latach utrzymuje się na mniej więcej stałym poziomie. Jednak jeszcze w 2011 roku było dużo niższe, wynosiło 138 kg/ha gruntów ornych (Bank Światowy 2021).

Do gleb najczęściej wprowadzanych jest nawozów azotowych (ryc. 34). Średnie zużycie nawozów fosforowych w Polsce utrzymuje się od 2010 roku na mniej więcej zbliżonym poziomie. W przypadku nawozów potasowych ich średnie zużycie w Polsce od 2010 roku systematycznie wzrasta. Zróżnicowanie zużycia nawozów w województwach jest stosunkowo duże (GUS 2021).



Ryc. 34. Zużycie mineralnych nawozów azotowych, fosforowych i potasowych [kg/ha] w latach 2010–2019 w Polsce

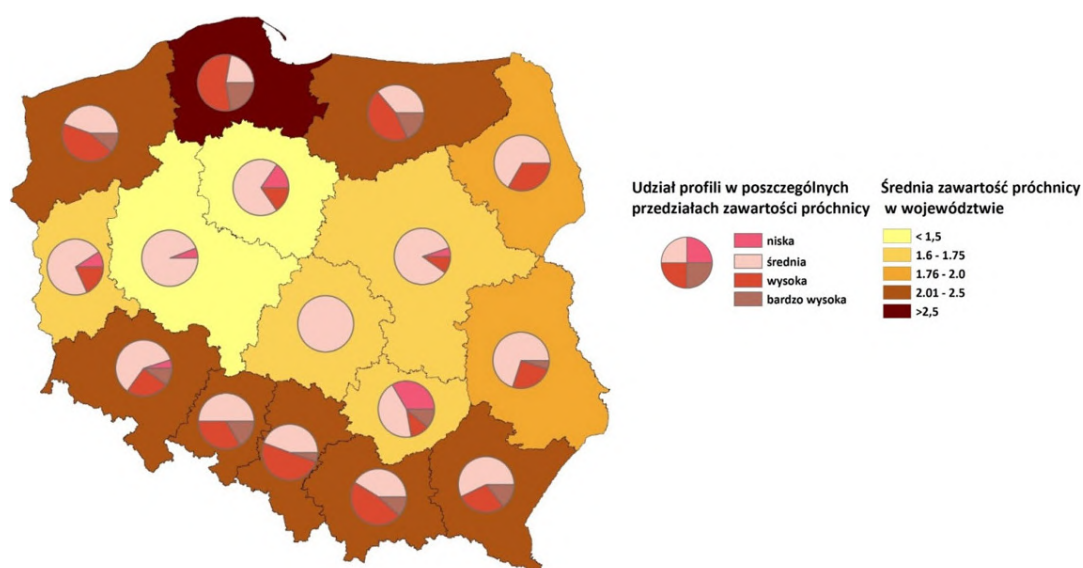
Źródło: GUS 2021

Gleba poddawana nawożeniu mineralnemu ulega degradacji, a organizmy, które produkują w niej próchnicę, zanikają. Następuje pogorszenie parametrów gleby, w tym zdolności zatrzymywania wody, skutkujące zmniejszeniem plonowania i pogorszeniem kondycji roślin, co w połączeniu z powszechnym stosowaniem upraw monokulturowych sprzyja nadużywaniu ochrony pestycydowej, dodatkowo zanieczyszczającej glebę i ograniczającej różnorodność biologiczną, w tym organizmów glebotwórczych. Co więcej, nadmiar wprowadzonego azotu i fosforu przyczynia się do zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych.

5.2.3 Jakość gleb

Podstawowym wskaźnikiem jakości gleb jest zawartość materii organicznej, która decyduje o ich właściwościach fizykochemicznych, w szczególności zdolnościach sorpcyjnych i buforowych oraz o aktywności biologicznej gleby. Próchnica w glebach stabilizuje ich strukturę i zmniejsza podatność na zagęszczenie oraz degradację w wyniku erozji wodnej i wietrznej. Zachowanie zasobów próchnicy glebowej jest istotne zarówno ze względu na utrzymanie produkcyjnych funkcji gleb, jak również ze względu na rolę, jaką odgrywają w sekwestracji (wiązanii) węgla z atmosfery.

Zawartość próchnicy w glebach poszczególnych województw wykazuje pewną strefowość (ryc. 35). W glebach północnej i południowej Polski występują wyższe średnie zawartości próchnicy, zaś w województwach środkowej Polski są one niższe. Należy przy tym podkreślić, że gleby Polski, których jakość była monitorowana od 1995 roku do 2015 roku, wykazywały w miarę stałą zawartość próchnicy (GIOŚ 2021). Brak jest wyników monitoringu z 2020 roku, prowadzonego po okresie suszy rolniczej w latach 2018–2019.



Ryc. 35. Zawartość próchnicy w glebach w województwach

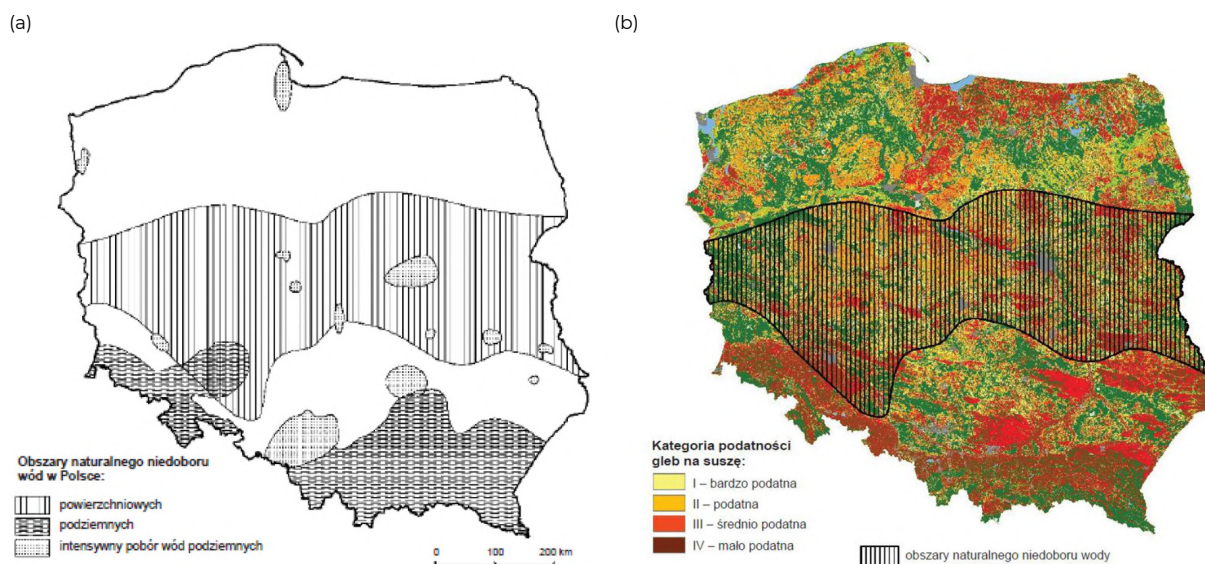
Źródło: GIOŚ 2021

5.2.4 Pustynnienie

Pustynnienie, degradacja gleb i susza dotyczą obszaru Polski. Pustynnienie stanowi ekstremalną formę degradacji gleby i powoduje poważne upośledzenie wszystkich funkcji gleby. Zawartość materii organicznej poniżej 1,7% poprzedza pustynnienie i powoduje, że grunty wymagają rekultywacji (Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 28 kwietnia 2021 roku w sprawie ochrony gleb 2021/2548(RSP)).

Woda glebowa pochodzi z opadów atmosferycznych, podsiąku kapilarnego z głębszych warstw, kondensacji pary wodnej, a także z nawodnienia i nawożenia organicznego gleb. Przyjmuje się, że ilość wody zużywana w produkcji roślinnej wynosi od 50% do 75%

opadów atmosferycznych (Drozd i in. 2002). Jednak susza powoduje, że przesuszona gleba nie pozwala na infiltrację opadów atmosferycznych, co z kolei prowadzi do intensywnego spływu powierzchniowego i powoduje erozję gleb. W centralnej części Polski występują obszary naturalnego niedoboru wód powierzchniowych, a w południowej obszary naturalnego niedoboru wód podziemnych (ryc. 36). Obniżenie poziomu wód podziemnych jest również związane z intensywną eksploatacją tych wód zarówno dla potrzeb zaopatrzenia w wodę (okolice Trójmiasta, Kielc, Lublina, Poznania), jak i odwodnienia terenu dla potrzeb eksploatacji surowców (rejon Górnego Śląska lub Bełchatowa). Obszary naturalnego niedoboru wody w Polsce i kategorie podatności gleb na suszę rolniczą na obszarze naturalnego niedoboru wód powierzchniowych przedstawiono na ryc. 36. Gleby najbardziej podatne na suszę rolniczą dominują w południowej części kraju, gdzie ponadto występują obszary niedoboru wód podziemnych.



Ryc. 36. Obszary naturalnego niedoboru wód w Polsce (a) i kategorie podatności gleb na suszę rolniczą na obszarze naturalnego niedoboru wód powierzchniowych (b)

Źródło: Jadczyzyn, Bartosiewicz 2020

5.3 Wody

5.3.1 Ilość zasobów wodnych

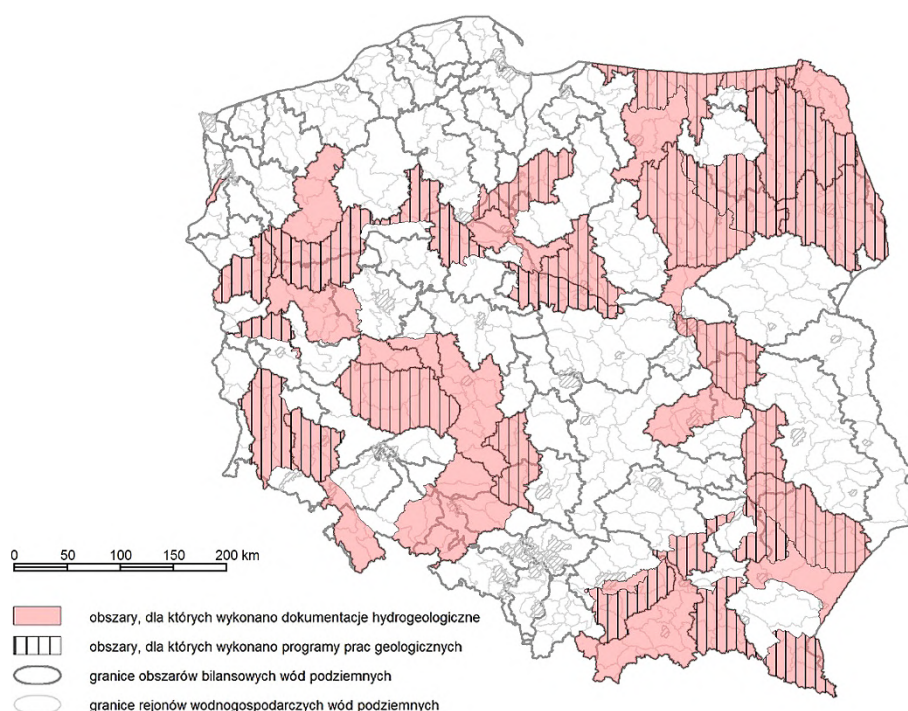
Polska należy do krajów o najniższych zasobach wodnych w Europie. Zasoby naszego kraju wynoszą około 60 mld m³, czyli niecałe 1,6 tys. m³/1 mieszkańca. Cechuje je duża zmienność, co wiąże się z okresowymi nadmiarami i deficytami wody w rzekach. Istniejące zbiorniki wodne mogą zatrzymać jedynie około 6% średniego rocznego odpływu (GUS 2020). W związku z tym stosunkowo często występuje nadmiar, jak też deficyt wody.

Jedną z charakterystyk odnoszących się do ilości zasobów wodnych jest odpływ jednostkowy, czyli ilość wody odpływającej średnio z 1 km² zlewni w czasie 1 sekundy. Wartość

ta jest bardzo zróżnicowana w różnych regionach Polski. W 2019 roku wynosiła: w dorzeczu Odry 2,7 dm³/s/km², w dorzeczu Wisły 3,8 dm³/s/km² (GUS 2020). Dorzecze Wisły jest znacznie zasobniejsze w wodę niż dorzecze Odry.

Istotna jest jednak nie tylko ilość zasobów wodnych, ale także stopień ich wykorzystania. W tym względzie cennych informacji dostarcza wielkość tzw. zasobów dyspozycyjnych – charakterystyka odnosząca się do stopnia wykorzystania ogółu dostępnych zasobów wodnych przy uwzględnieniu potrzeb środowiska przyrodniczego (określanych poprzez wielkość tzw. przepływu nienaruszalnego) oraz potrzeb wszystkich użytkowników wód. Jest więc czymś w rodzaju rezerwowej ilości wód, która może zostać wykorzystana bez szkody dla środowiska przyrodniczego i użytkowników wód. Informacja dotyczy wód podziemnych oraz powierzchniowych. Ponad 70% ujmowanych wód stanowią wody podziemne, zaś wody powierzchniowe to niespełna 30%.

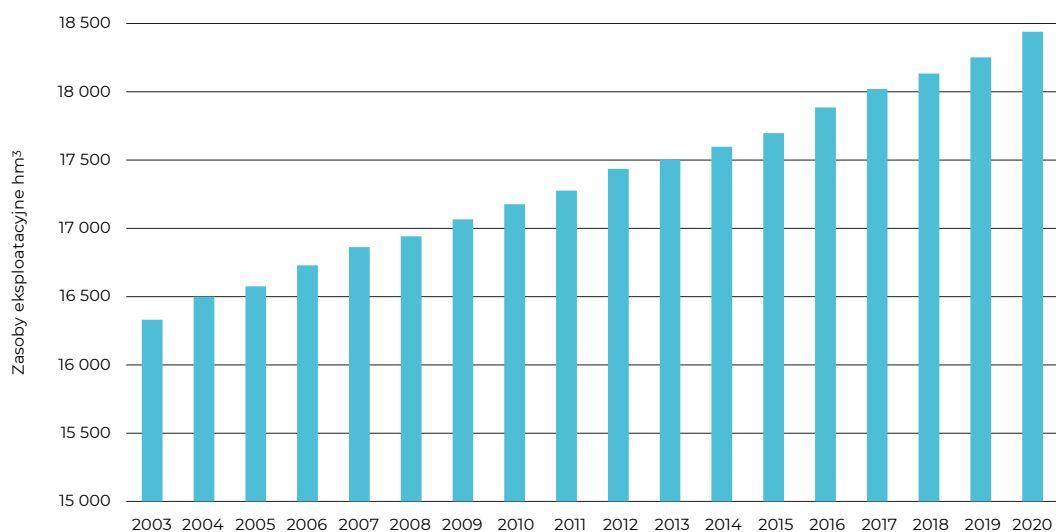
Wielkość ustalonych zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych wynosi w Polsce prawie 33,7 mln m³/24h (PIG 2021). Zasoby dyspozycyjne wyznaczone są dla obszarów bilansowych. Aktualnie niemal połowa powierzchni kraju posiada ustalone zasoby dyspozycyjne (ryc. 37).



Ryc. 37. Obszary, dla których udokumentowano zasoby dyspozycyjne wód podziemnych

Źródło: PIG-PIB

Zasoby eksploatacyjne wód podziemnych określane są jako „ilość wód podziemnych możliwych do pobrania z ujęcia w danych warunkach hydrogeologicznych i techniczno-ekonomicznych, z uwzględnieniem zapotrzebowania na wodę i przy zachowaniu wymogów ochrony środowiska” (PIG 2021). Ich wielkość związana jest zatem z zatwierdzonymi zasobami ujęć i rośnie w miarę zwiększania się zapotrzebowania na wodę i dokumentowania zasobów dla poszczególnych ujęć (ryc. 38).



Ryc. 38. Zasoby eksploatacyjne wód podziemnych w Polsce w latach 2003–2020

Źródło: BDL

Średnia wielkość zasobów wód podziemnych w przeliczeniu na jednego mieszkańca od 2003 roku utrzymuje się na zbliżonym poziomie, wykazując niewielką tendencję wzrostową i wynosiła średnio dla kraju od 0,043 m³/osobę (2003 rok) do 0,048 m³/osobę (2020 rok) (BDL 2021). Największą tendencję wzrostową stwierdzono w województwie kujawsko-pomorskim – od 0,06 m³/osobę w 2003 roku do 0,083 m³/osobę w 2020 roku. Zasoby eksploatacyjne wód podziemnych w przeliczeniu na mieszkańca w różnych województwach są bardzo zróżnicowane i wahają się od około 0,02 m³/osobę (małopolskie, śląskie) od około 0,09 m³/osobę (zachodniopomorskie).

Na obszarze 37,5% powierzchni Polski stopień wykorzystania zasobów dyspozycyjnych wód powierzchniowych należy określić jako wysoki, a na obszarze 23,55% jako bardzo wysoki. Zbyt wysokie wykorzystanie zasobów wodnych wiąże się z ograniczeniem ich dostępności dla organizmów wodnych. Wśród obszarów o największym stopniu wykorzystania zasobów wód powierzchniowych należy wymienić źródłowe odcinki rzek sudeckich i karpaccich oraz Wyżyny Śląsko-Krakowskiej, a także zachodnią część Niziny Środkowopolskich, Pojezierze Wielkopolskie, północną część Pojezierza Południowopolskiego, południową część Pojezierza Zachodniopomorskiego, północno-zachodnią część Pojezierza Wschodniopomorskiego, Pojezierze Iławskie, Pojezierze Litewskie, wschodnią część Niziny Północnopodlaskiej, Pobrzeże Gdańskie, wschodnią i środkową część Pobrzeża Koszalińskiego oraz północną i południowo-wschodnią część Pobrzeża Szczecińskiego (PGW WP 2021).

5.3.2 Zagrożenie suszą

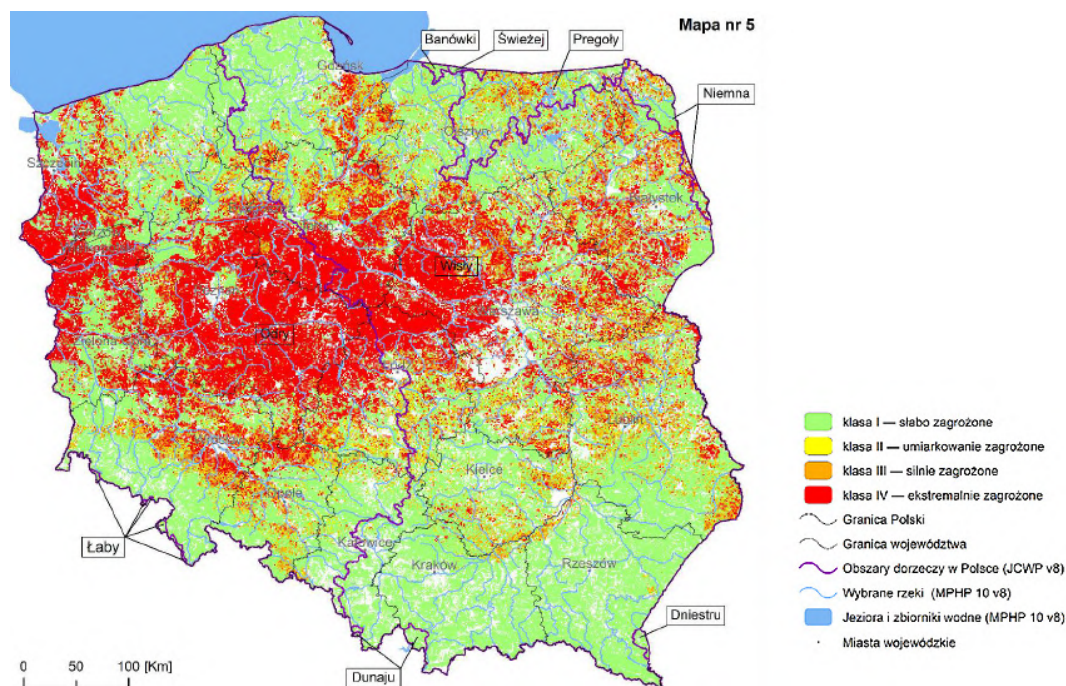
Na świecie oraz na obszarze wielu krajów europejskich wzrasta zagrożenie suszą. Polska także należy do tych krajów. W najprostszym ujęciu suszę można określić jako okres, w którym opady są mniejsze niż te, które uznawane są za normalne, co powoduje brak wystarczającej ilości wody niezbędnej do zaspokojenia potrzeb gospodarki człowieka i środowiska

(WMO 2019). Jej występowanie przejawia się w odchyleniu od warunków normalnych (tj. przeciętnych warunków określonych na podstawie wieloletnich danych) szeregu charakterystyk, wśród których oprócz sumy opadów atmosferycznych należy wskazać położenie zwierciadła wody gruntowej, przepływ rzek czy wilgotność gleby.

Częstotliwość występowania suszy uległa znacznemu nasileniu. W latach 2010–2019 zjawiska te występowały dwukrotnie częściej niż we wcześniejszych dekadach. Susze o dużej intensywności, swoim zasięgiem obejmujące większą część kraju, występowały w latach: 2011, 2015, 2018, 2019, czyli przeciętnie co 2,5 roku. Tymczasem jeszcze w okresie 1989–2009 analogiczne zjawiska odnotowywano średnio dwukrotnie rzadziej, tj. raz na 5 lat. Wystąpiły one w latach: 1989, 1992, 2000, 2003 (PGW WP 2021). W perspektywie kolejnych dekad należy spodziewać się dalszej intensyfikacji zjawiska suszy.

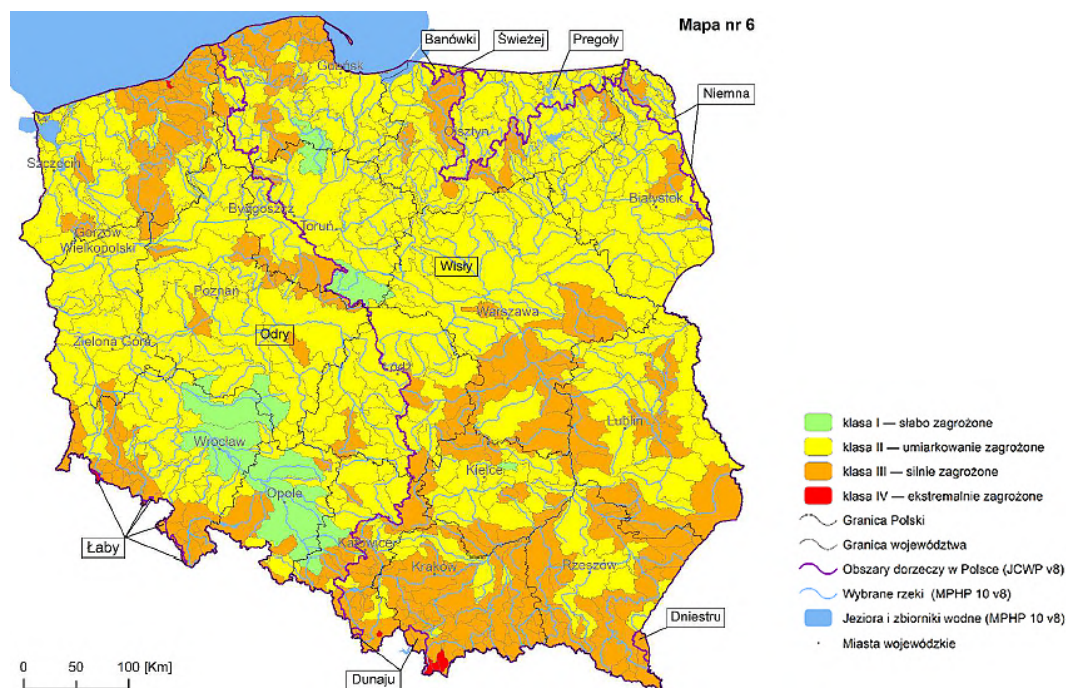
Występowaniem suszy rolniczej zagrożonych jest niemal 45% terenów rolnych i leśnych (ryc. 39). Obszary silnie i ekstremalnie zagrożone tego rodzaju suszą zajmują ponad 50% powierzchni dorzecza Odry i niemal 40% dorzecza Wisły. Susze hydrologiczne stanowią zagrożenie na 95,4% powierzchni Polski (ryc. 40), w tym niemal 40% dorzecza Wisły i ponad 20% dorzecza Odry (PGW WP 2021).

Charakterystyką mówiącą o możliwości korzystania z zasobów dyspozycyjnych wód powierzchniowych podczas suszy jest wskaźnik stanu nienaruszalnych zasobów wód powierzchniowych. W razie wystąpienia suszy hydrologicznej na obszarze około 70% Polski zasoby nienaruszalne wód powierzchniowych nie zostaną wyeksploatowane (PGW WP 2021). Niestety na obszarze obejmującym ponad 20% powierzchni kraju w czasie suszy hydrologicznej występuje brak możliwości zrealizowania potrzeb użytkowników, w tym zapewnienia odpowiedniej ilości wody dla ekosystemów wodnych i zależnych od wód.



Ryc. 39. Zagrożenie suszą rolniczą na terenach rolnych i leśnych

Źródło: PGW WP 2021

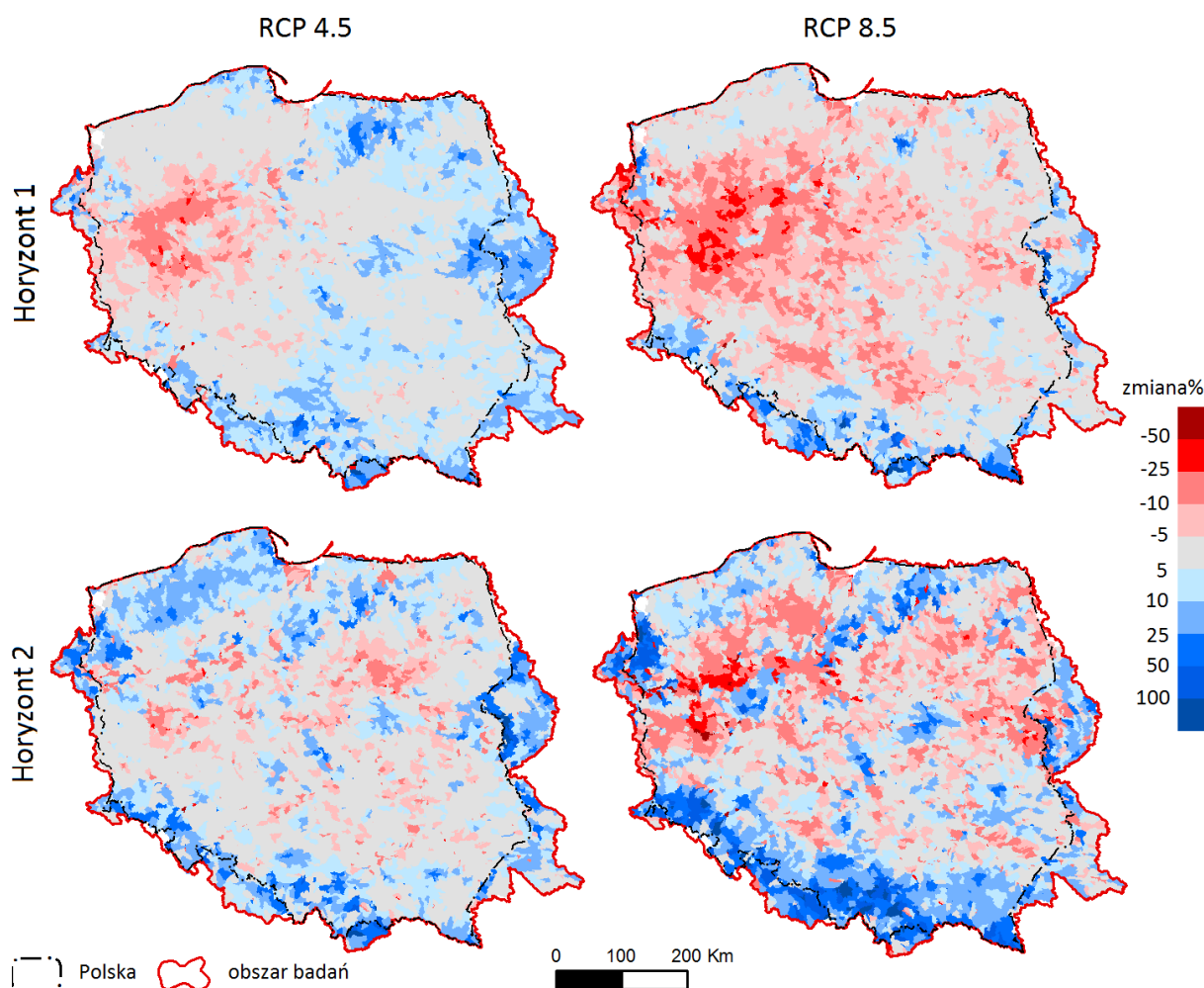


Ryc. 40. Zagrożenie suszą hydrologiczną

Źródło: PGW WP 2021

Warunki hydrologiczne w kraju są ściśle zależne od warunków meteorologicznych i ich zmian, a więc również od obserwowanych i prognozowanych zmian klimatu. Do 2060 roku może wystąpić niewielki wzrost rocznej sumy opadów – o około 30–50 mm w zależności od przyjętego scenariusza rozwoju (Strużewska i in. 2021). Dotyczy to przede wszystkim wschodniej części kraju, wybrzeża i obszarów górskich. Liczba dni bez opadu zmniejszy się o około 4–6 dni. Prognozowany wzrost rocznej sumy opadów będzie związany przede wszystkim ze wzrostem liczby dni z opadami ekstremalnymi (powyżej 20 mm/dobę).

W wyniku zmian klimatu nastąpi zwiększenie ewapotranspiracji. Na znacznej części kraju zmniejszy się ilość wody odpływającej po powierzchni. Zostanie zwiększone zasilenie wód podziemnych, o około 16–30% (Strużewska i in. 2021). Mimo wszystko na wielu obszarach kraju wzrosną niedobory wody w glebie. Dotyczyć to będzie szczególnie Wielkopolski (ryc. 41). Zgodnie z prognozami odpływ całkowity z obszaru Polski wzrośnie o około 13–25% (Piniewski i in. 2021). Większe zmiany dotyczą scenariusza RCP 8.5, a więc tego, który zakłada utrzymanie aktualnego tempa wzrostu emisji gazów cieplarnianych.



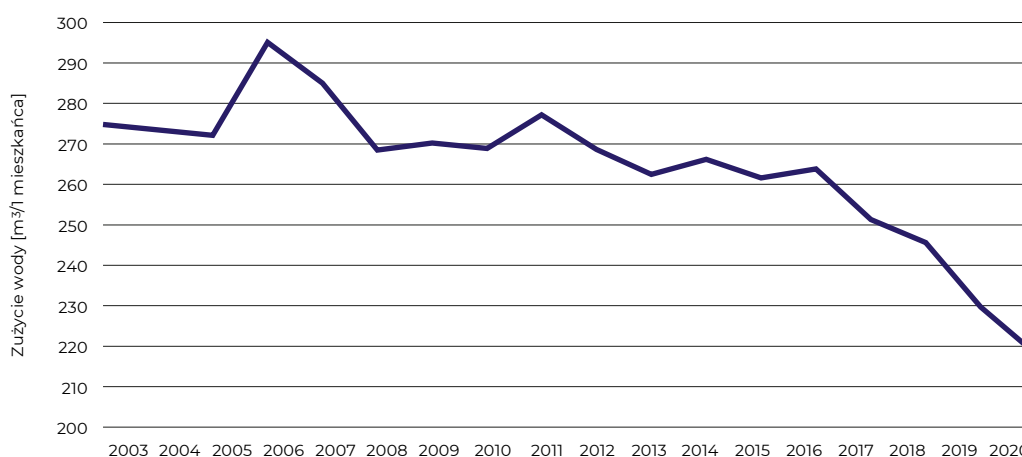
Ryc. 41. Zmiany mediany rocznych wielkości wskaźnika niedoboru wody w glebie (liczby dni o ilości wody dostępnej dla roślin poniżej poziomu optymalnego) pomiędzy Horyzontem 1 (2038–2068) i Horyzontem 2 (2069–2100) a Horyzontem 0 (2006–2037) dla RCP4.5 i RCP8.5³
 Źródło: Piniewski i in. 2021

³ Scenariusze opracowane przez IPCC (2014) noszą akronim RCP (ang. *Representative Concentrations Pathways*). Nazwy poszczególnych RCP pochodzą od przypisanych im wartości globalnego wymuszenia radiacyjnego w górnych warstwach atmosfery, prognozowanego na koniec XXI wieku (aktualnie 3 W/m²). Wielkość ta zależy od zawartości gazów cieplarnianych w atmosferze (410 ppm CO₂ w 2020 roku). RCP 4.5 zakłada wprowadzanie nowych technologii w celu uzyskania wyższej niż obecnie redukcji emisji gazów cieplarnianych. Zakładany jest wyraźny spadek zawartości GHG w atmosferze w połowie stulecia oraz osiągnięcie w 2100 roku stężenia CO₂ około 540 ppm i wymuszenia radiacyjnego 4,5 [W/m²]. Wzrost średniej temperatury globalnej wyniesie około 2,5°C pod koniec XXI wieku. RCP 8,5 zakłada utrzymanie aktualnego tempa wzrostu emisji gazów cieplarnianych w formule „*business as usual*”. Pod koniec wieku zakłada się osiągnięcie poziomu stężenia CO₂ około 940 ppm oraz wymuszenia radiacyjnego 8,5 [W/m²]. Średnia temperatura Ziemi wzrośnie o 4,5° względem epoki przedindustrialnej. Scenariusz ten z 95% prawdopodobieństwem oznacza nieodwracalną destabilizację klimatu Ziemi.

5.3.3 Wykorzystanie zasobów wodnych

W Polsce w 2020 roku zużyto ogółem⁴ 8 367 444,1 dam³ wody. Nieco ponad 70% zostało wykorzystane przez przemysł, 10% na potrzeby rolnictwa, co obejmuje nawadnianie użytków rolnych i leśnych oraz napelnianie i uzupełnianie stawów, a niecałe 20% na potrzeby eksploatacji sieci wodociągowej, z czego ponad $\frac{3}{4}$ wykorzystywane jest przez gospodarstwa domowe. Przedstawione proporcje utrzymują się na stałym poziomie w ostatnich latach. Kilkadziesiąt lat temu większa część pobieranej wody wykorzystywana była przez zakłady przemysłowe. Odsetek pobieranej wody zużywanej na potrzeby przemysłu jest w Polsce znacznie wyższy niż przeciętnie w Europie, gdzie wskaźnik wynosił w 2017 roku około 45% (w ostatnich 20 latach wskaźnik znacząco spada). Przeciętnie w Europie większa część pobieranej wody jest natomiast wykorzystywana na potrzeby rolnictwa – w 2017 roku około 30% (ostatnich 20 latach wskaźnik nieznacznie rośnie). Pobór na potrzeby komunalne w Europie rośnie i obecnie wynosi ponad 20% ogółu pobieranej wody (FAO 2021).

Ilość wykorzystywanej wody w 2020 roku zmniejszyła się w stosunku do danych z 2003 roku o około 20%. W przeliczeniu na 1 mieszkańca zużycie wody zmniejszyło się z niecałych 275 m³ do 218 m³ (ryc. 42). Jest to wielkość znacząco mniejsza od średniej globalnej wynoszącej w 2017 roku ponad 650 m³. Polska należy do krajów o przeciętnych poborach wody w przeliczeniu na 1 mieszkańca na tle Europy, gdzie średnio wskaźnik ten wynosi nieco ponad 400 m³/mieszkańca. Największe pobory występują w Estonii (1 360 m³/mieszkańca) i Grecji (ponad 1000 m³/mieszkańca). Do krajów o najniższych poborach wody należą: Luksemburg (76 m³/mieszkańca), Malta (93 m³/mieszkańca), Litwa, Słowacja, Łotwa (GUS 2020).



Ryc. 42. Zużycie wody w Polsce w latach 2003–2020

Źródło: dane BDL

W kraju występują bardzo istotne dysproporcje wielkości tej charakterystyki. Najwyższe zużycie wody notuje się w województwach: świętokrzyskim, zachodniopomorskim

⁴ Wartość dotyczy zarówno wód powierzchniowych, jak i podziemnych.

oraz mazowieckim, najniższe natomiast w województwach: warmińsko-mazurskim, lubuskim i podlaskim (tab. 1). Największy spadek zanotowano w województwach: zachodniopomorskim, wielkopolskim i małopolskim (BDL).

Tab. 1. Zużycie wody w przeliczeniu na 1 mieszkańca

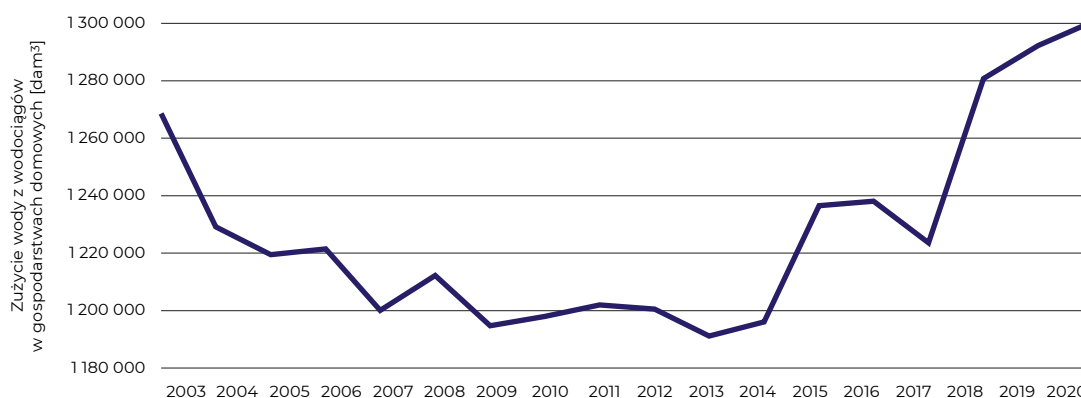
Województwo	2003 rok	2020 rok	Różnica
dolnośląskie	133,3	114,0	-19,3
kujawsko-pomorskie	103,4	107,0	3,6
lubelskie	132,9	130,3	-2,6
lubuskie	86,6	75,4	-11,2
łódzkie	115,7	103,3	-12,4
małopolskie	253,4	118,6	-134,8
mazowieckie	492,5	449,1	-43,4
opolskie	108,6	133,1	24,5
podkarpackie	123,2	105,1	-18,1
podlaskie	64,5	75,1	10,6
pomorskie	109,5	77,9	-31,6
śląskie	94,4	80,4	-14,0
świętokrzyskie	885,6	840,9	-44,7
warmińsko-mazurskie	78,2	71,9	-6,3
wielkopolskie	578,6	365,7	-212,9
zachodniopomorskie	903,2	570,3	-332,9

Źródło: dane BDL

Spadek zużycia wody w Polsce związany jest przede wszystkim z istotnym zmniejszeniem jej poborów na potrzeby zakładów przemysłowych (w analizowanym okresie niemal o 25%). Wynika to z ograniczenia funkcjonowania wodochłonnych gałęzi przemysłu. Produkcja części z nich przenoszona jest do krajów azjatyckich, zgodnie z trendem obserwowanym w całej Europie. W wielu zakładach stopniowo wprowadzane są zamknięte obiegi wody. Najwyższe pobory wody związane są z funkcjonowaniem elektrowni i elektrociepłowni.

Od 2013 roku obserwuje się wzrost zużycia wody z wodociągów w gospodarstwach domowych (ryc. 43). Z pewnością mają na to wpływ dwa czynniki – większe wykorzystanie wody przez statystycznego mieszkańca Polski, jak również rozbudowa sieci wodociagowych. Największy wzrost zanotowano w województwach: mazowieckim i wielkopolskim, gdzie w 2020 roku zużycie wody z sieci wodociagowej w gospodarstwach domowych wynosiło odpowiednio niemal 216 404 dam³ oraz ponad 139 651 dam³. Największy spadek w ciągu ostatnich 17 lat wystąpił natomiast w województwach: śląskim i zachodniopolskim

(BDL 2021). W tym miejscu należy podkreślić, iż głównym źródłem wody w sieci wodociągowej są wody podziemne. Wynika to z ich znacznie lepszej jakości. W 2019 roku w eksploatacji sieci wodociągowej wody podziemne stanowiły aż 73% (GUS 2020).



Ryc. 43. Zużycie wody z wodociągów w gospodarstwach domowych w latach 2003–2020

Źródło: dane BDL

Istotnym problemem utrudniającym racjonalne wykorzystanie zasobów wodnych w Polsce jest bardzo niski stopień retencji. Szacuje się, iż łączna pojemność polskich zbiorników wodnych nie przekracza 6% objętości odpływu rocznego wód z obszaru kraju (GUS 2020). Tymczasem średnio w Europie wskaźnik ten wynosi około 20%. W Hiszpanii przekracza nawet 40% (Stolarska 2020). W efekcie w Polsce okresowo występują nadmiary i deficyty wody. Naturalna retencja zmniejszana jest w wyniku działań człowieka – uszczelniania powierzchni, odwadniania terenów zabudowanych, zagęszczania gruntów i ograniczania infiltracji wód opadowych do wód podziemnych, a także regulacji koryt rzecznych. W ten sposób woda w stosunkowo krótkim czasie odprowadzana jest do morza, przy bardzo ograniczonej możliwości efektywnego wykorzystania jej przez przyrodę i człowieka (por. rozdział 5.2.4 Pustynnienie).

5.3.4 Źródła zanieczyszczenia wód

Źródła zanieczyszczenia wód można podzielić na kilka głównych grup: punktowe (głównie zrzuty ścieków) i rozproszone (związane przede wszystkim z wymywaniem nawozów z gruntów ornych oraz z depozycją szkodliwych związków z atmosfery), a także zmiany hydromorfologiczne.

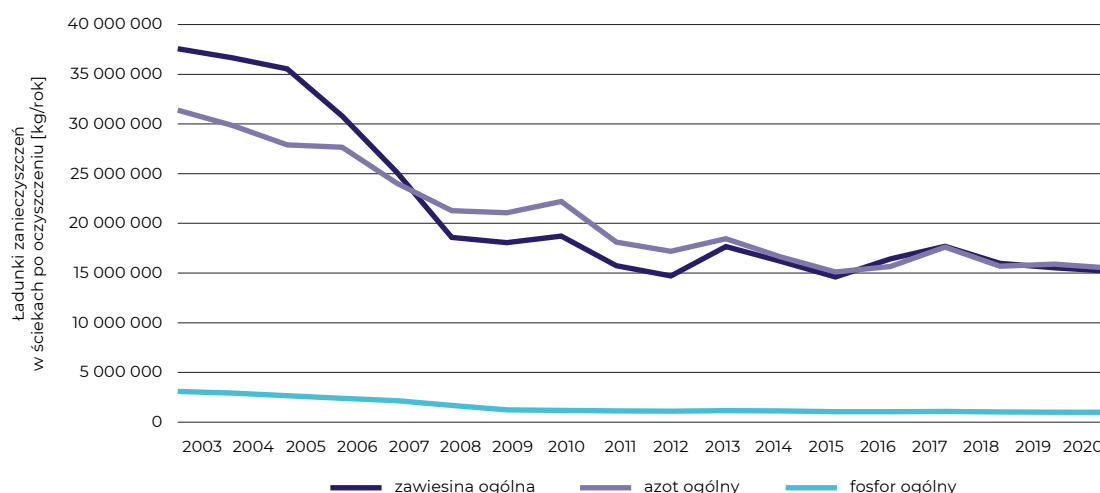
Presja na jakość wód ze źródeł punktowych w Polsce i Unii Europejskiej stopniowo maleje. Każdego roku w krajach UE do wód powierzchniowych odprowadza się ponad 40 000 mln m³ oczyszczonych ścieków (EEA 2021). Około 90% mieszkańców UE korzysta z sieci kanalizacyjnej. Istnieją nadal (malejące) różnice w stopniu oczyszczania ścieków komunalnych w poszczególnych krajach (EEA 2019).

W Polsce w okresie 2000–2019 ilość ścieków przemysłowych i komunalnych wymagających oczyszczenia zmalała o około 13%. Pod koniec analizowanego okresu osiągnęła wartość 2 176,5 hm³ w roku (GUS 2020). Ponadto na przestrzeni minionych 20 lat można

zaobserwować wyraźny trend rosnący odsetka oczyszczanych ścieków komunalnych i przemysłowych. Co więcej, ścieki są coraz lepiej oczyszczane – ładunki zanieczyszczeń zawarte nadal w ściekach po oczyszczeniu stopniowo maleją (ryc. 44). Zmniejszył się udział ścieków oczyszczanych jedynie mechanicznie (o 37%), przy jednoczesnym ponad dwukrotnym zwiększeniu (z 460,4 hm³ do 1 166,9 hm³) ilości ścieków oczyszczanych w oczyszczalniach z podwyższonym usuwaniem biogenów. Średnio w Polsce w 2020 roku oczyszczano 94,3% ścieków wymagających oczyszczenia. Pod tym względem najgorsza sytuacja ma miejsce w województwie śląskim, w którym wskaźnik ten wyniósł zaledwie 81,5%. W czołówce województw, w których oczyszcza się największy odsetek ścieków, należy wymienić: podlaskie, opolskie, wielkopolskie, pomorskie, lubelskie i lubuskie. We wszystkich wymienionych przypadkach wskaźnik w 2020 roku wyniósł ponad 99% (BDL).

W Polsce obserwowany jest stały trend rosnący odsetka ludności korzystającej z oczyszczalni ścieków. Średnio w kraju w 2020 roku wskaźnik ten wyniósł niemal 75%. Zdecydowanie wyższy jest w miastach, gdzie z oczyszczalni ścieków korzysta niemal 95% mieszkańców (średnio w Unii Europejskiej około 90%). W odniesieniu do mieszkańców wsi wartość wskaźnika jest stosunkowo niska – około 45%. Warto jednak podkreślić, że właśnie w tej grupie w minionych 20 latach odnotowano najwyższy wzrost (BDL). Jest to z pewnością związane z rozbudową sieci kanalizacyjnej, ale także ze wzrostem świadomości ekologicznej społeczeństwa.

Szczególnie niebezpieczne dla środowiska są związki zawarte w ściekach przemysłowych. Ilość ścieków zawierających substancje szczególnie szkodliwe dla środowiska wodnego w ciągu ostatnich dekad w znacznym stopniu zmniejszyła się. Skokowy spadek odnotowano w 2011 roku. Mniej więcej od tego czasu w Polsce obserwuje się też znaczący spadek ilości wód chłodniczych odprowadzanych z zakładów przemysłowych. Wody te nie wymagają wprawdzie oczyszczenia (nie zawierają szczególnie niebezpiecznych substancji), jednak zmieniają termikę rzek. Negatywnie wpływają na funkcjonowanie ekosystemów wodnych, m.in. poprzez przyspieszenie procesu eutrofizacji.



Ryc. 44. Ładunki zanieczyszczeń w ściekach po oczyszczeniu

Źródło: dane BDL

Do punktowych źródeł zanieczyszczeń zalicza się także zdegradowane tereny po-przemysłowe i składowiska odpadów. Na terenie Polski znajduje się 760 takich miejsc, tj. terenów, na których stwierdzono występowanie historycznych zanieczyszczeń powierzchni ziemi, oraz kolejnych 440, na których takie zanieczyszczenia potencjalnie mogą występować. Są to przeważnie tereny po nieistniejących już lub likwidowanych zakładach przemysłowych, często składowiska i wysypiska odpadów poprodukcyjnych. Na tych terenach zanieczyszczenia z powierzchni ziemi wymywane są do wód podziemnych, głównie płytko występujących wód gruntowych, a niekiedy wód użytkowych poziomów wodonośnych. Wśród zanieczyszczeń dominują: węglowodory ropopochodne (oleje mineralne i benzyny), węglowodory aromatyczne, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, metale ciężkie oraz specyficzne zanieczyszczenia związane z profilem prowadzonej na danym terenie działalności przemysłowej.

Rozproszone źródła zanieczyszczeń związane są głównie z rolnictwem. Wody opadowe wymywają z gruntów rolnych szkodliwe związki, m.in. azotu i fosforu, a także pestycydy. Biogeny stanowią substancje odżywcze dla organizmów wodnych. Powodują ich nadmierny rozwój, co w konsekwencji prowadzi do eutrofizacji wód i stopniowej degradacji ekosystemów. Znaczna część tych związków trafia do środowiska w wyniku nadmiernego nawożenia. Zużycie nawozów azotowych, fosforowych i potasowych w Polsce w przeliczeniu na 1 ha użytków rolnych wzrasta (por. rozdział 5.2).

Ważną grupę presji mających znaczący wpływ na jakość wód powierzchniowych stanowią zmiany hydromorfologiczne. W Unii Europejskiej uznawane są za główne presje wpływające na stan wód powierzchniowych. W skali UE ich istotny wpływ odnotowuje się w 34% części wód powierzchniowych (EEA 2021). Zmiany hydromorfologiczne związane są m.in. z funkcjonowaniem elektrowni wodnych oraz urządzeń i budowli ochrony przeciwpowodziowej. Powstają w wyniku prostowania koryt rzecznych, ich kanalizowania, przekształcania dna koryta rzeczego, odcinania rzek od ich naturalnych terenów zalewowych. Zmiany hydromorfologiczne sprawiają, że w istotnym stopniu zostaje obniżona naturalna zdolność rzek do samooczyszczania. Z tego względu dostarczają do morza znacznie większą ilość zanieczyszczeń. Antropogeniczne zmiany w korycie, takie jak jego przegradzanie czy prostowanie biegu, są również niekorzystne dla organizmów wodnych. Uniemożliwiają lub w istotny sposób utrudniają przemieszczanie się ryb, ograniczają możliwość funkcjonowania szeregu ekosystemów wodnych.

5.3.5 Jakość wód

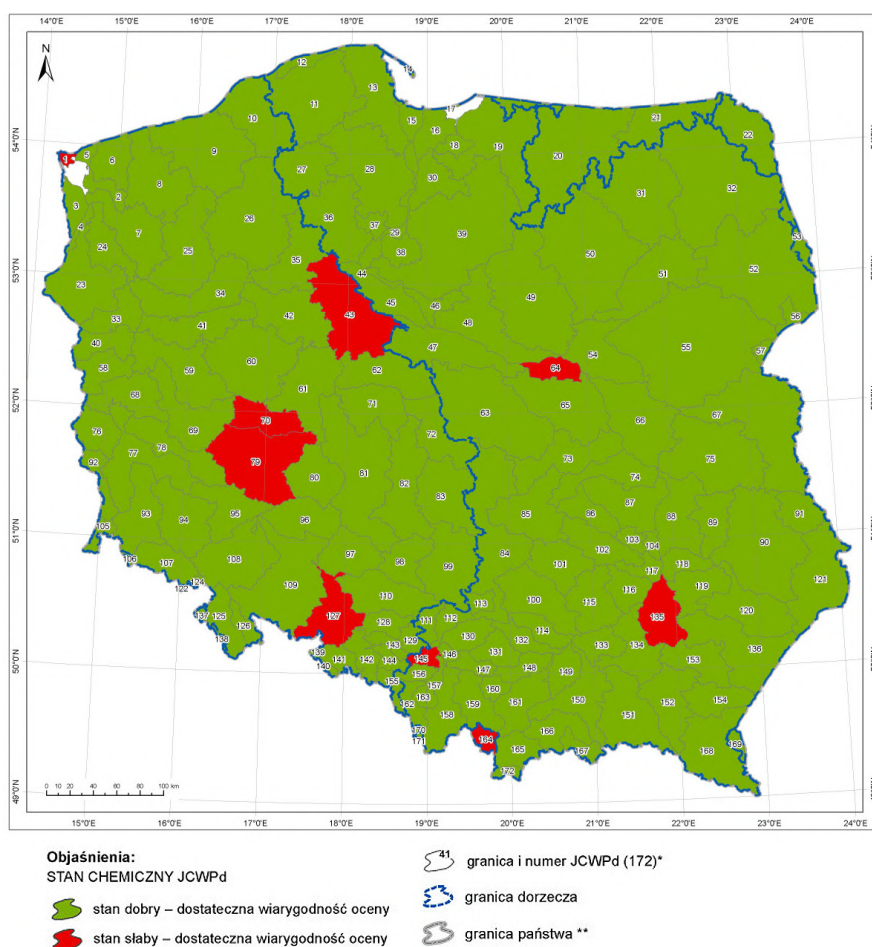
Podstawowym problemem zaopatrzenia ludności w wodę jest nadal mała dostępność wody wysokiej jakości (GIOŚ 2018). Obecnie ocenę stanu wód podziemnych wykonuje się w odniesieniu do jednolitych części wód podziemnych (JCWPd)⁵ poprzez ocenę stanu jakościowego (chemicznego) i stanu ilościowego. Badanych jest około 40 elementów

⁵ Jednolite części wód są jednostką ochrony wód i zrównoważonego jej użytkowania zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną.

fizykochemicznych. W odniesieniu do jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP) kwalifikuje się stan ekologiczny, chemiczny i dokonuje oceny stanu (stanu ogólnego). Zgodnie z obowiązującymi zasadami o ogólnej ocenie stanu JCWP i JCWPd decyduje najgorszy z klasyfikowanych elementów.

Ocena stanu i potencjału ekologicznego JCWP odnosi się do jakości struktury i funkcjonowania ekosystemu. Jest klasyfikowana na podstawie wyników badań elementów biologicznych oraz wskaźników fizykochemicznych i hydromorfologicznych. Ocena stanu ekologicznego wskazuje na odchylenie warunków rzeczywistych od tych, które występowałyby w ekosystemie bez wpływu człowieka. Potencjał ekologiczny oceniany jest w odniesieniu do JCWP sztucznych lub silnie przekształconych fizycznie w celu pełnienia określonej funkcji użytkowej. Jego ocena wskazuje na odchylenie od najbliższych naturalnych warunków, jakie może uzyskać ekosystem przy pełnieniu tej funkcji (GIOŚ 2018).

Stan chemiczny wód podziemnych większości JCWPd jest w Polsce dobry (ryc. 45). Przyczyną słabego stanu chemicznego wód podziemnych jest przekroczenie granicznych (określonych dla dobrego stanu wód podziemnych) wartości wskaźników, takich jak zawartość potasu, boru, azotanów, amoniaku, siarczanów.



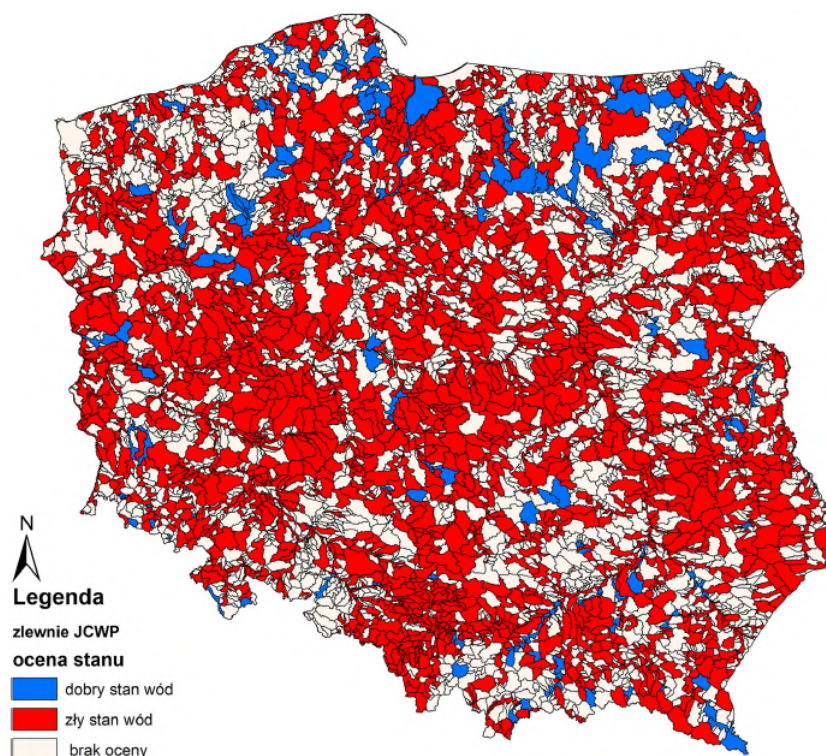
Ryc. 45. Stan chemiczny jednolitych części wód podziemnych w Polsce w 2019 roku

Źródło: GIOŚ 2021

W całym kraju wśród ocenionych naturalnych JCWP zaledwie 0,5% osiągnęło stan bardzo dobry, a 16% dobry stan ekologiczny. Wśród sztucznych i silnie zmienionych JCWP potencjał maksymalny osiągnęło 0,6%, a dobry 23%. Fizykochemiczne kryteria oceny jakości określone dla stanu dobrego były najczęściej przekroczone w odniesieniu do odczynu oraz twardości. Stosunkowo często przekroczone były również stężenia pierwiastków biogennych oraz ilość materii organicznej. Należy jednak podkreślić, iż w dłuższej skali, obejmującej kilkanaście lat, jakość wód Wisły i Odry stopniowo ulega niewielkiej poprawie. Analizując przestrzenne położenie JCWP o różnym stanie i potencjale ekologicznym, nie sposób wskazać na obszary wyróżniające się – ocenianie pozytywnie i negatywnie JCWP występują praktycznie w każdym regionie kraju.

Stan chemiczny w przypadku 49% JCWP rzecznych został oceniony jako dobry, a w odniesieniu do 51% poniżej dobrego. Także w tym przypadku JCWP o różnej ocenie stanu chemicznego występują praktycznie w każdym regionie Polski. Stwierdzone przekroczenia granicznych stężeń, będące podstawą negatywnej oceny stanu chemicznego, dotyczyły przede wszystkim substancji z grupy wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), rtęci oraz kadmu i fluorantenu (GIOŚ 2018.).

Na podstawie monitoringu prowadzonego w latach 2011–2016 oceniono stan ogólny 1752 JCWP rzecznych. Z tej grupy stan 7,25% JCWP został oceniony jako dobry, natomiast aż 92,75% JCWP jako zły (ryc. 46).



Ryc. 46. Stan JCWP rzecznych monitorowanych w latach 2011–2016

Źródło: GIOŚ 2018

Stan ekologiczny ponad 10% naturalnych JCWP jeziornych został oceniony jako bardzo dobry, a ponad 20% JCWP jako dobry. Najniższą ocenę, tj. zły i słaby stan ekologiczny, otrzymało odpowiednio niemal 25% i niemal 10% z nich. Negatywnie oceniony został też potencjał ekologiczny silnie zmienionych JCWP jeziornych. W przypadku 35% z nich został oceniony jako zły, a 15% jako słaby. Oceny pozytywne, tj. maksymalny potencjał ekologiczny oraz dobry potencjał ekologiczny, otrzymało odpowiednio 8% oraz 16% części wód. Jako główny problem wskazywane jest przeżyźnienie wód jeziornych (GIOŚ 2018). Pod względem stanu chemicznego przekroczeń substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego nie stwierdzono w odniesieniu do ponad 80% z JCWP jeziornych (GIOŚ 2018). Pod względem stanu ogólnego 85% JCWP jeziornych przypisano złą ocenę. Stan jedynie nieco ponad 15% z nich oceniono jako dobry.

5.4 Morze Bałtyckie

5.4.1 Środowisko Bałtyku

Zanieczyszczenia wód powierzchniowych opisane w rozdziale 5.3 oddziałują również na morza, do których uchodzą rzeki. Tam właśnie deponowane są wszelkiego rodzaju transportowane zanieczyszczenia. Morze Bałtyckie⁶ jest stosunkowo małym i płytkim morzem śródładowym, charakteryzującym się niewielką wymianą wód z oceanem. Jego powierzchnia wynosi nieco ponad 415 000 km², a zlewisko obejmuje obszar 1,7 mln km², który zamieszkuje około 85 mln ludzi. Należy podkreślić, iż procesy zachodzące w Bałtyku są wypadkową działań podejmowanych w całym zlewisku, jednocześnie zależą od zmian klimatu.

Pełna wymiana wód Bałtyku zajmuje około 30 lat (Stigebrandt 2001 za HELCOM 2018). Fakt ten w dużej mierze determinuje środowisko morza. Niewielka wymiana wód sprzyja kumulacji zanieczyszczeń pochodzących z uchodzących rzek oraz niskiemu natlenieniu wody. Niewielkie zasolenie, zmniejszające się wraz z odległością od Cieśnin Duńskich oraz ze spadkiem głębokości, sprawia, że w niektórych regionach Bałtyku oprócz gatunków morskich występują też słodkowodne.

5.4.2 Eutrofizacja wód Bałtyku

Jednym z najistotniejszych zagrożeń dla środowiska Morza Bałtyckiego jest eutrofizacja wód. Największe ilości biogenów dostarczane są do morza przez rzeki. Spośród krajów leżących w zlewisku Bałtyku najwyższe zużycie azotowych i fosforowych nawozów sztucznych w 2017 roku odnotowano w Niemczech (około 1,659 mln t) i w Polsce (około 1,15 mln t) (GUS 2020). Natomiast najmniejsze ilości nawozów wykorzystywano w Estonii

⁶ Ponad 99% powierzchni Polski leży w zlewisku Morza Bałtyckiego, dlatego analiza trendów dotyczących wód morskich odnosi się właśnie do tego morza. W zlewisku Morza Czarnego leży 0,2% powierzchni kraju, a w zlewisku Morza Północnego 0,1% powierzchni.

(około 37 tys. t) i na Łotwie (około 77 tys. t). Ilość wykorzystywanych nawozów uzależniona jest od powierzchni użytkowanej rolniczo i stopnia rozwinięcia rolnictwa w danym kraju oraz intensywności prowadzonych upraw.

Mniej więcej od lat 80. XX wieku dostawa biogenów do Morza Bałtyckiego stopniowo maleje. Podobnie zredukowana jest ilość biogenów dostarczanych do Bałtyku z obszaru Polski. Jest ona jednak silnie uzależniona od warunków panujących w danym roku. Przykładowo w 2010 roku w wyniku powodzi z pól zostały wymyte znaczne ilości związków azotu i fosforu, które ostatecznie zostały przetransportowane do morza.

Znaczna ilość biogenów – około 30% – dostarczana jest do morza za pośrednictwem atmosfery. Również w tym przypadku odnotowano znaczący spadek (HELCOM 2018).

W wyniku nadmiernej dostawy biogenów, głównie związków azotu i fosforu, proces eutrofizacji wód dotyka 96% powierzchni tego akwenu (GIOŚ 2020). Szczególnie niekorzystne warunki pod tym względem panują na obszarze około 12% powierzchni Bałtyku. Niemniej stężenie azotu w wodach morskich maleje. Istotnych zmian nie stwierdzono natomiast w odniesieniu do stężeń fosforu, co wynika z jego dużej akumulacji w osadach dennych.

Proces eutrofizacji jest nierozzerwalnie związany z malejącą zawartością tlenu w wodzie i powstawaniem tzw. pustyń tlenowych. Znaczące stężenia biogenów, w połączeniu ze sprzyjającymi warunkami termicznymi, prowadzą m.in. do częstszych zakwitów glonów i sinic, które mogą powodować zatrucia ludzi, a także zwierząt żyjących w Bałtyku. Ponadto w procesie rozkładu glonów i sinic wykorzystywane są znaczne ilości tlenu, w wyniku czego powstają obszary o jego deficycie, w których życie organiczne nie może rozwijać się w poprawny sposób. Obecnie w związku z niedoborem tlenu nawet 70 000 km² Bałtyku pozbawione jest makrofauny.

Negatywnie pod względem eutrofizacji oceniane są polskie obszary morskie. Wynika to przede wszystkim z bardzo złych warunków natlenienia warstwy przydennej strefy głębokowodnej, nadmiernych zakwitów fitoplanktonu i związanego z tym przekroczenia wartości granicznej dla koncentracji chlorofilu i przezroczystości. Kryteriów stanu dobrego nie spełniają też stężenia biogenów – fosforu oraz azotu.

5.4.3 Zanieczyszczenie substancjami niebezpiecznymi i metalami

Istotnym problemem Bałtyku pozostaje podwyższona zawartość w wodach substancji niebezpiecznych oraz metali ciężkich. Wśród substancji niebezpiecznych obecnych w wodach Bałtyku wymienia się m.in. polibromowane difenyletery (PBDE). Odnotowuje się również wysokie poziomy radioaktywnego izotopu cezu 137, który został zdeponowany w Bałtyku po awarii elektrowni jądrowej w Czarnobylu. Na obszarze polskich obszarów morskich stan środowiska w zakresie skażenia izotopem cezu 137 uznano za nieodpowiedni w rejonach wschodniego Basenu Gotlandzkiego, Basenu Borholmskiego i Basenu Gdańskiego. W polskich wodach przybrzeżnych Basenu Gdańskiego i Basenu Borholmskiego stan środowiska pod tym względem został uznany za dobry.

Poważne zagrożenie dla wód Bałtyku stanowią metale ciężkie, m.in. kadm, ołów, rtęć. Trafiają do Bałtyku wraz z wodami rzecznyymi, a także poprzez depozycję z atmosfery. Zanieczyszczenia te są deponowane w osadach dennych. Zawierają je też organizmy wodne, w tym ryby, które później są spożywane przez ludzi. Transport metali ciężkich polskimi rzekami w okresie 2000–2019 miał tendencję malejącą (GUS 2021). Podobnie jak w przypadku biogenów, również w odniesieniu do metali ciężkich odnotowano znaczący wzrost ładunków w 2010 roku. Jest to związane z występującymi wówczas powodziami. Warto zwrócić uwagę, iż znacznie większe ładunki metali ciężkich są transportowane przez Wisłę aniżeli Odrę (tab. 2). Stan środowiska w zakresie stężeń metali ciężkich – rtęci, ołowiu i kadmu – w pięciu z siedmiu ocenianych obszarów uznano za nieodpowiedni. Pozytywną ocenę otrzymały wody przybrzeżne Basenu Gdańskiego oraz Basenu Borholmskiego.

Tab. 2. Odpływ metali ciężkich do Morza Bałtyckiego w 2019 roku z największych dorzeczy Polski [t/rok]

Zanieczyszczenia	rzeka Wisła	rzeka Odra
cynk	45,4	11,5
miedź	26,9	16,5
ołów	1,4	0,0
nikiel	30,6	14,7
chrom	3,7	0,0
rtęć	0,0	0,0
kadm	0,3	0,1

Źródło: GUS

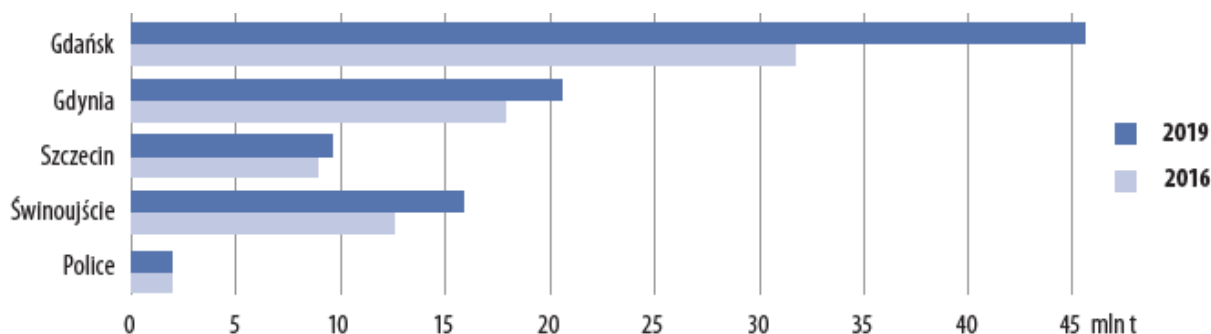
Źródło substancji niebezpiecznych stanowią także zatopione statki, których wraki pozostają na dnie morza. Dotyczy to w szczególności okrętów zatopionych podczas II wojny światowej oraz ich ładunków. Od dekad podlegają działaniu wody morskiej. Wraz z upływem czasu rośnie prawdopodobieństwo uwolnienia się z nich szkodliwych związków chemicznych. Największe zagrożenie stanowią pochodzące z okresu II wojny światowej statki Stuttgart i Franken. Zgodnie z raportem Najwyższej Izby Kontroli z 2020 roku, z pierwszego z nich wydobywa się paliwo, a drugi przez korozję może zapaść się i spowodować ogromną katastrofę ekologiczną w związku z rozszczelnieniem zbiorników z paliwem. Warto również zwrócić uwagę na szacunki wskazujące, że w rejonie Głębi Gdańskiej na dnie może znajdować się co najmniej kilkadziesiąt ton amunicji i bojowych środków trujących. Jednym z nich jest iperyt siarkowy (NIK 2020).

5.4.4 Rybactwo i żegluga

Rybactwo, jako jedno z zagrożeń dla ekosystemu Morza Bałtyckiego, może prowadzić do zaburzenia naturalnej struktury gatunkowej. Należy podkreślić, iż podczas połowów niejednokrotnie w sieciach rybackich znajdowane są także gatunki chronione. Wielkość połowów ogółem rośnie na Bałtyku i w jego zalewach. W 2019 roku wyniosła ponad 145 tys. ton (GUS 2020a). W ostatnich latach, w związku z wprowadzonymi ograniczeniami, spadała ilość poławianych dorszy – z ponad 10 tys. ton w 2016 roku do 4,3 tony w 2019 roku. Zmniejszyła się też ilość poławianych śledzi z ponad 44,6 tys. ton w 2016 roku do 44 tys. ton w 2019 roku. Jednocześnie odnotowano wzrost ilości poławianych ryb płaskich (15,3 tys. ton w 2016 roku, 17,6 tys. ton w 2019 roku) oraz ryb słodkowodnych (3,2 tys. ton w 2016 roku, 4 tys. ton w 2019 roku).

Duża presja związana jest również z żeglugą morską. W razie wystąpienia awarii lub katastrofy do wód morskich może zostać uwolnionych szereg substancji związanych z funkcjonowaniem statku (np. paliwo) albo transportowane towary, często bardzo szkodliwe dla środowiska wodnego. Zgodnie z danymi Państwowej Komisji Badania Wypadków Morskich, w 2019 roku miało miejsce 12 bardzo poważnych wypadków (najwięcej w okresie 2016–2019) oraz 14 poważnych wypadków. Liczba tych ostatnich znacząco spadła w okresie 2016–2019. Najwięcej takich wypadków (aż 53) nastąpiło w 2017 roku (GUS 2020a). Niemniej w Bałtyku obserwuje się zmniejszenie stężenia zanieczyszczeń związanych z wyciekami oleju (HELCOM 2018).

Presje związane z żeglugą morską są intensywniejsze w sąsiedztwie portów. Co więcej, funkcjonowanie portów łączy się z koniecznością pogłębiania akwenów oraz wprowadzania zmian morfologicznych linii brzegowej. Ze statków odprowadzane są ścieki. Ponadto przenoszą one gatunki inwazyjne między różnymi akwenami. Wielkość ładunków przewożonych drogą morską w ostatnich latach rośnie (ryc. 47). Przewożone morską flotą transportową ładunki polskiego handlu zagranicznego w 2019 roku wyniosły ogółem 2,2772 mln ton (GUS 2020a). Wzrasta też liczba pasażerów podróżujących drogą morską. W 2019 roku w głównych polskich portach z międzynarodowych przewozów promami skorzystało niemal 632 tys. osób.



Ryc. 47. Obroty ładunkowe w głównych portach morskich

Źródło: GUS 2020a

5.4.5 Skutki zmian klimatu dla Morza Bałtyckiego

Warunki panujące w Morzu Bałtyckim będą modyfikowane w wyniku zachodzących zmian klimatu (HELCOM 2013, BACC 2015). Należy spodziewać się wzrostu temperatury powierzchniowej warstwy wody. Największe zmiany wystąpią latem w Zatoce Botnickiej oraz Morzu Botnickim, a wiosną w Zatoce Fińskiej. Temperatura wody wzrośnie latem o około 2°C na południu akwenu, a około 4°C w jego północnej części. Zmiany temperatury będą dotyczyły przede wszystkim przypowierzchniowej warstwy wody i będą powodować wzrost stratyfikacji termicznej morza.

Prognozowane zmiany klimatu prawdopodobnie będą miały wpływ na zmniejszenie zasolenia Morza Bałtyckiego. Największe zmiany zasolenia wystąpią w rejonie Cieśnin Duńskich, a najmniejsze w Bałtyku Północnym i Wschodnim – zmiany te będą jednolite w całym roku. Przewidywane zmiany w zasoleniu wód morskich wynikają ze zmian w odpływie rzeczonym – prognozuje się jego wzrost od kilku do kilkunastu procent.

Jednym ze skutków zmian klimatu jest wzrost poziomu mórz i oceanów wynikający z topnienia pokrywy lodowej. Prognozy dotyczące wzrostu poziomu Morza Bałtyckiego w XXI wieku są bardzo zróżnicowane, uzależnione od podejścia do modelowania, poziomu zaufania i niepewności. Wartości podawane przez specjalistów wahają się między 0,6 m a 1,1 m. W tym miejscu warto zauważyć, iż wzrost poziomu morza jest częściowo kompensowany przez ruchy izostatyczne skorupy ziemskiej.

Modele matematyczne – uwzględniające działania postulowane w ramach *Bałtyckiego Planu Działań* (HELCOM 2021), mające na celu ograniczenie antropopresji na Morze Bałtyckie – wskazują na przyszłe niewielkie zmniejszenie obszarów deficytu tlenu w morzu. Z drugiej strony, według modeli odwzorowujących utrzymanie obecnego stopnia antropopresji (scenariusz *business-as-usual*), obszar beztlenowy zostanie podwojony, a obszary o deficycie tlenu zwiększą się o około 30%.

Z punktu widzenia warunków życia organizmów żywych istotne znaczenie ma również odczyn wody. Modele matematyczne wskazują, iż pH przypowierzchniowej warstwy wody uzależnione jest przede wszystkim od zawartości CO₂ w atmosferze. Przy założeniu najgorszego scenariusza dotyczącego emisji CO₂ należy spodziewać się znaczącego spadku odczynu. Procesy związane z eutrofizacją nie mają w tym względzie istotnego znaczenia.

Jednym z podstawowych czynników, mających bezpośredni wpływ na funkcjonowanie organizmów, jest temperatura. Wzrost temperatury może wpłynąć na strukturę gatunkową organizmów zamieszkujących Bałtyk. Zmiany klimatu mogą sprzyjać wypieraniu organizmów zimnowodnych przez gatunki ciepłowodne.

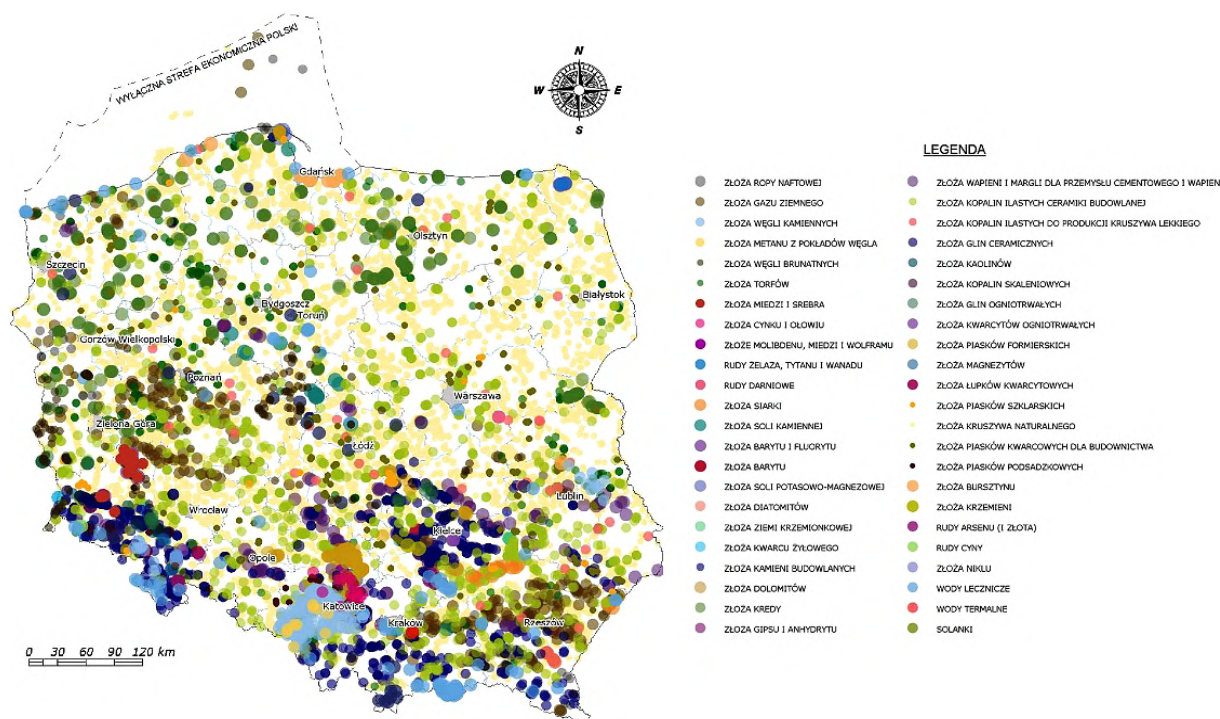
**TREND: NIEZRÓWNOWAŻONE
WYKORZYSTANIE SUROWCÓW
I GOSPODARKA ODPADAMI**



6 Niezrównoważone wykorzystanie surowców i gospodarka odpadami

6.1 Zasoby złóż kopalin i ich wykorzystanie

W Polsce jest ponad 14 tysięcy złóż kopalin (ryc. 48), wśród których dominują surowce skalne – 13 635 złóż, w tym ponad 10 tys. złóż piaskowo-żwirowych i ponad 1100 złóż ceramiki budowlanej. Kopaliny energetyczne występują w 728 złożach, kopaliny chemiczne w 61 złożach, zaś kopaliny metaliczne w 46 złożach. Wśród złóż ważną rolę odgrywają także złoża wód solanek, wód termalnych i leczniczych, których jest w Polsce 142.



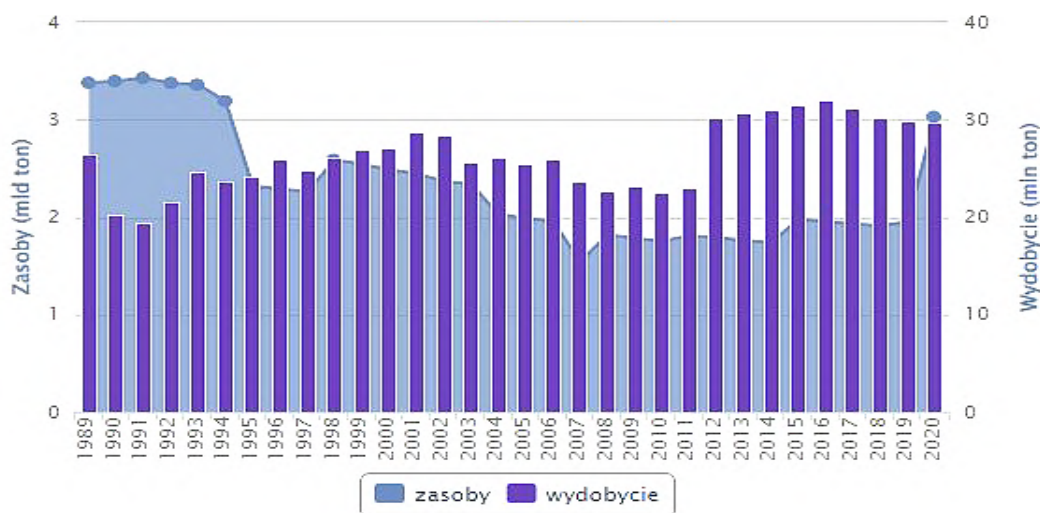
Ryc. 48. Surowce mineralne Polski

Źródło: PIG-PIB

Dostępne zasoby większości kopalin w Polsce, podobnie jak w innych krajach europejskich, w ostatnich latach uległy znacznemu ograniczeniu. Przyczyną takiego stanu rzeczy jest wydobycie łatwo dostępnych zasobów, wysokie koszty pozyskania zasobów trudniej dostępnych w porównaniu z kosztami eksploatacji w innych częściach świata (Azja, Afryka, Ameryka Południowa), a także kolizje złóż z innymi elementami środowiska lub zagospodarowania terenu. Z drugiej strony działania służące racjonalnemu gospodarowaniu zasobami spowodowały zmniejszenie zapotrzebowania i zużycia surowców.

Polska jest potentatem w wydobyciu i produkcji miedzi oraz srebra. Jest też zasobna w złoża soli kamiennnej, siarki, gipsów i anhydrytów. Do niedawna była również znaczącym producentem cynku i ołowiu. Roczne wydobycie miedzi w Polsce wahało się w ostatnich

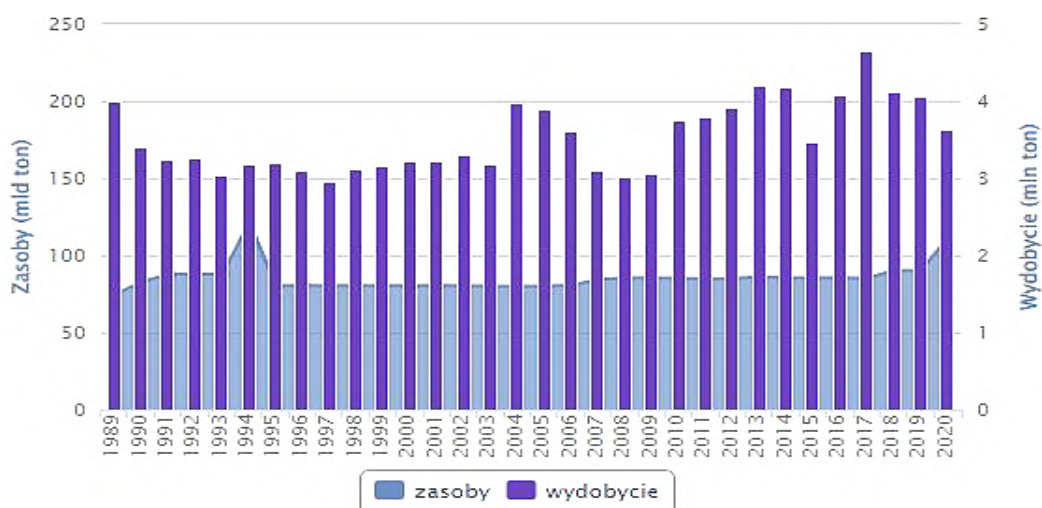
30 latach od 1,9 mln ton w 1991 roku do 3,2 mln ton w 2016 roku. Zasoby miedzi malały do 2019 roku od około 3,4 mld ton w 1991 roku do około 1,9 mld ton w 2019 roku (ryc. 49). W 2020 roku wzrósł stopień rozpoznania zasobów – sięgają około 2,8 mld ton. W Ponadto w trakcie produkcji miedzi pozyskiwane są: srebro, złoto, nikiel, ołów, selen i ren. Przykładowo w 2020 roku wyprodukowano 1323 ton srebra, 878 kg złota, prawie 29 mln ton ołowiu, 2 mln ton siarczynu niklu, 73,8 tony selenu, 9,5 tony renu.



Ryc. 49 Zasoby i wydobycie rud miedzi w latach 1989–2020

Źródło: PIG-PIB

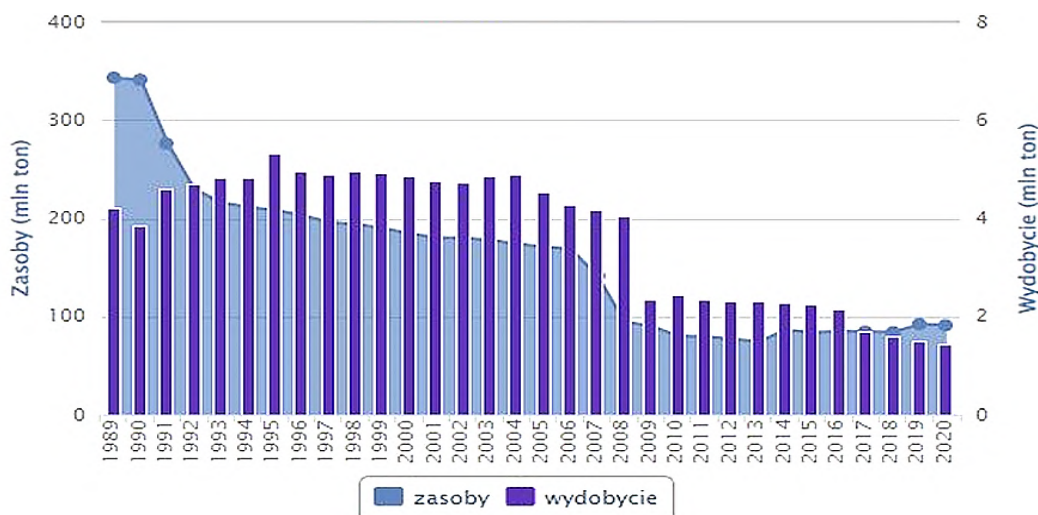
Zasoby soli kamiennej w ostatnich 30 latach systematycznie rosną, co związane jest z coraz większym stopniem rozpoznania zasobów tego surowca (ryc. 50). Zasoby te obecnie utrzymują się na poziomie około 100 mld ton. Wydobycie soli kamiennej w tym czasie kształtowało się na zmiennym poziomie od około 3 do około 4,6 mln ton/rok.



Ryc. 50. Zasoby i wydobycie soli kamiennej w latach 1989–2020

Źródło: PIG-PIB

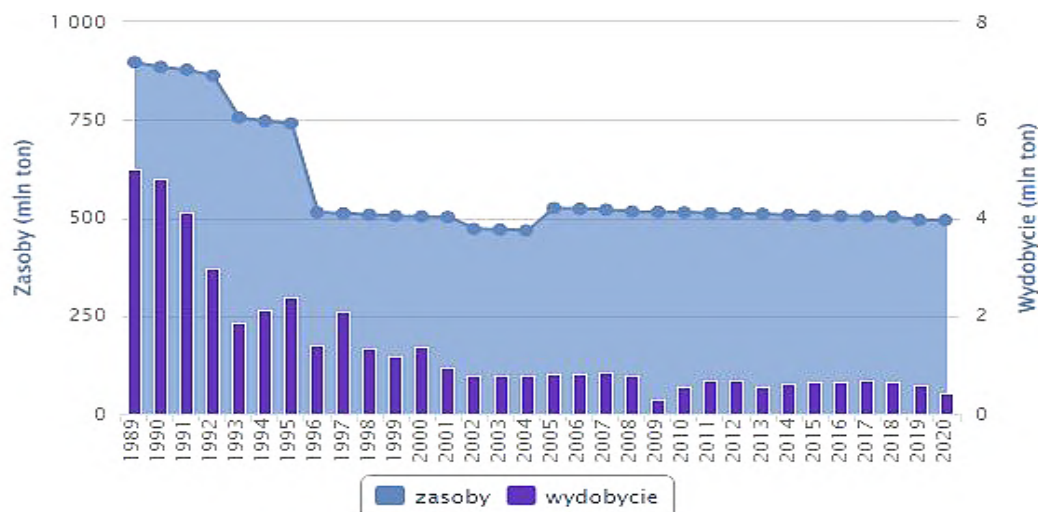
Zasoby rud cynku i ołowiu, jak też wydobycie tego surowca w ostatnich 30 latach spadały (ryc. 51). Zasoby zmalały z około 350 mln ton/rok do niespełna 100 mln ton/rok. Wydobycie w latach 1989–2008 kształtowało się na zbliżonym poziomie 4–4,5 mln ton, a od 2009 roku zaczęło spadać do około 1,5 mln ton rocznie.



Ryc. 51. Zasoby i wydobycie rud cynku i ołowiu w latach 1989–2020

Źródło: PIG-PIB

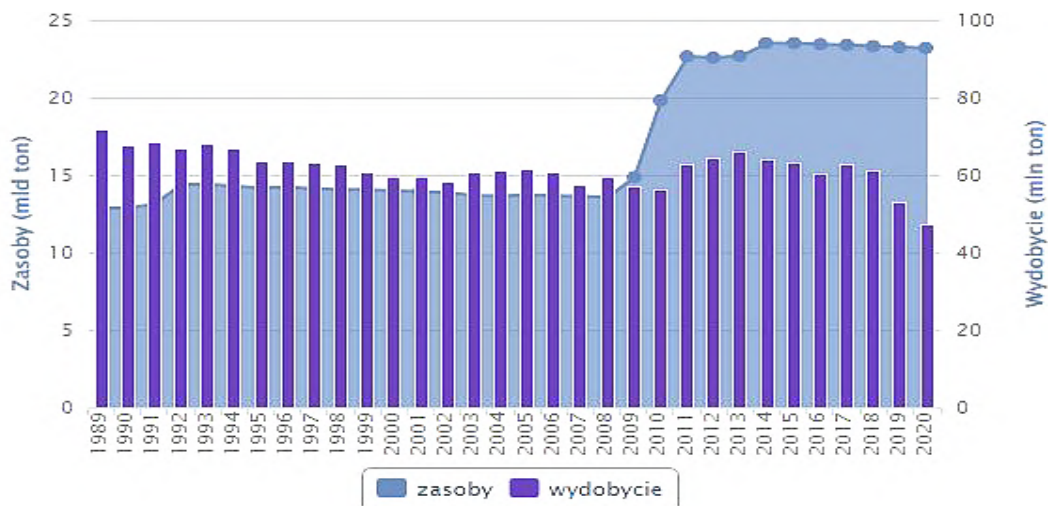
Zasoby siarki od 1989 do 2004 roku spadały (z około 850 mln ton do około 500 mln ton, ryc. 52). W 2005 roku na skutek zwiększenia stopnia rozpoznania zasobów wzrosły do poziomu nieco ponad 500 mln ton, a od tego czasu sukcesywnie zmniejszają się i w 2020 roku osiągnęły poziom 500 mln ton. Wydobycie tego surowca również sukcesywnie spada od około 5 mln ton/rok do poniżej 2 mln ton w 2020 roku.



Ryc. 52. Zasoby i wydobycie siarki w latach 1989–2020

Źródło: PIG-PIB

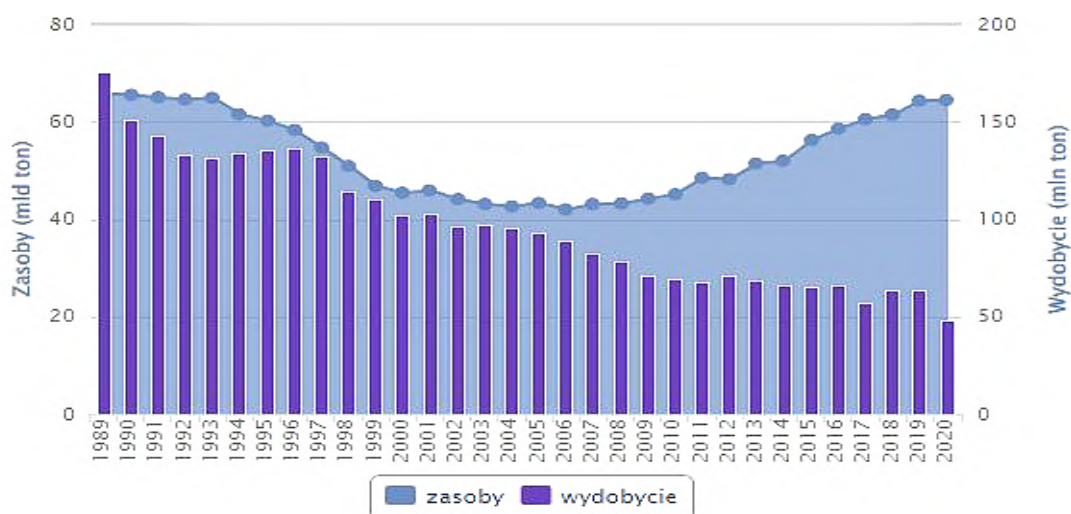
Zasoby węgla brunatnego w latach 1989–2008 utrzymywały się na mniej więcej stałym poziomie około 14 mld ton, a następnie wzrosły do poziomu około 23 mld ton w 2011 roku (uszczegółowienie rozpoznania złóż) i utrzymują się na tym poziomie (ryc. 53). Wydobywanie węgla brunatnego zmalało w ostatnich 30 latach i powoli spada z około 70 mln ton/rok (1989) do około 50 mln ton/rok (2020).



Ryc. 53. Zasoby i wydobywanie węgla brunatnego w latach 1989–2020

Źródło: PIG-PIB

W odniesieniu do węgla kamiennego w ostatnich 30 latach znacznie zmienił się stopień rozpoznania złóż tego surowca (ryc. 54). Do 2005 roku jego zasoby zmniejszały się systematycznie z poziomu około 70 mld ton do około 45 mld ton, a następnie wzrosły do poziomu około 70 mld ton (2020). Wydobywanie węgla kamiennego spada od końca lat 80. XX wieku z ponad 170 mln ton w 1989 roku do niespełna 50 mln ton w 2020 roku.

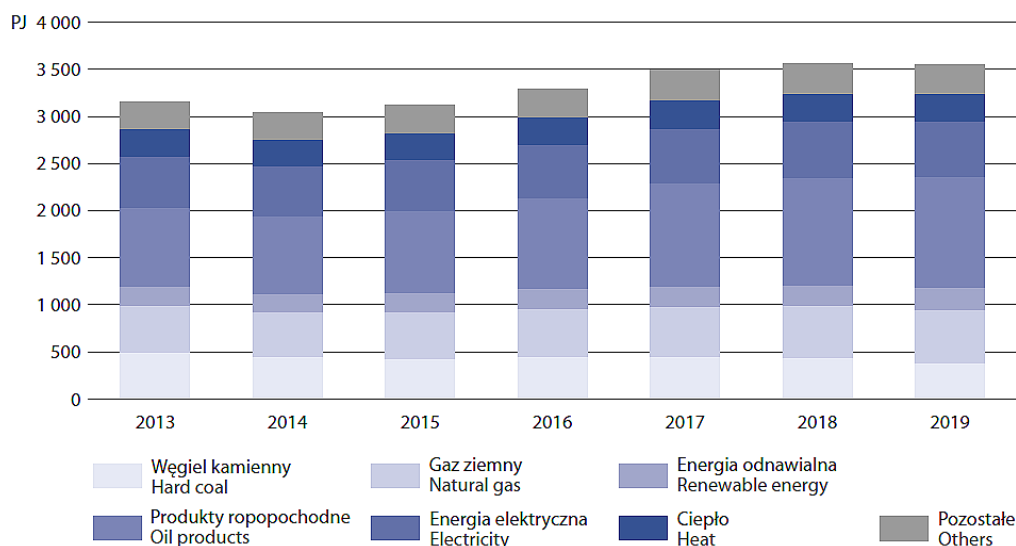


Ryc. 54. Zasoby i wydobywanie węgla kamiennego w latach 1989–2020

Źródło: PIG-PIB

Podstawowymi presjami na surowce mineralne są zapotrzebowanie i zużycie tych surowców, które wpływa na ich wydobycie i poszukiwanie nowych złóż. Gospodarka polska wciąż jest oparta na pozyskiwaniu energii ze źródeł konwencjonalnych, choć udział energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych systematycznie rośnie i wynosi obecnie około 15% (GUS).

Krajowe zużycie energii brutto na mieszkańca wyniosło w Polsce w 2018 roku 117,7 GJ, przy średniej unijnej wynoszącej 136 GJ. W porównaniu do pozostałych państw członkowskich UE zużycie energii w Polsce w przeliczeniu na mieszkańca sytuuje się w dolnej części rankingu oraz poniżej średniej europejskiej (GUS 2021). Zużycie energii przekłada się na wykorzystanie paliw, takich jak węgiel kamienny i brunatny, gaz, ropa naftowa czy odnawialne źródła energii. Jak wynika z danych GUS, w największym stopniu zużywana jest energia pochodząca z produktów ropopochodnych (ryc. 55).

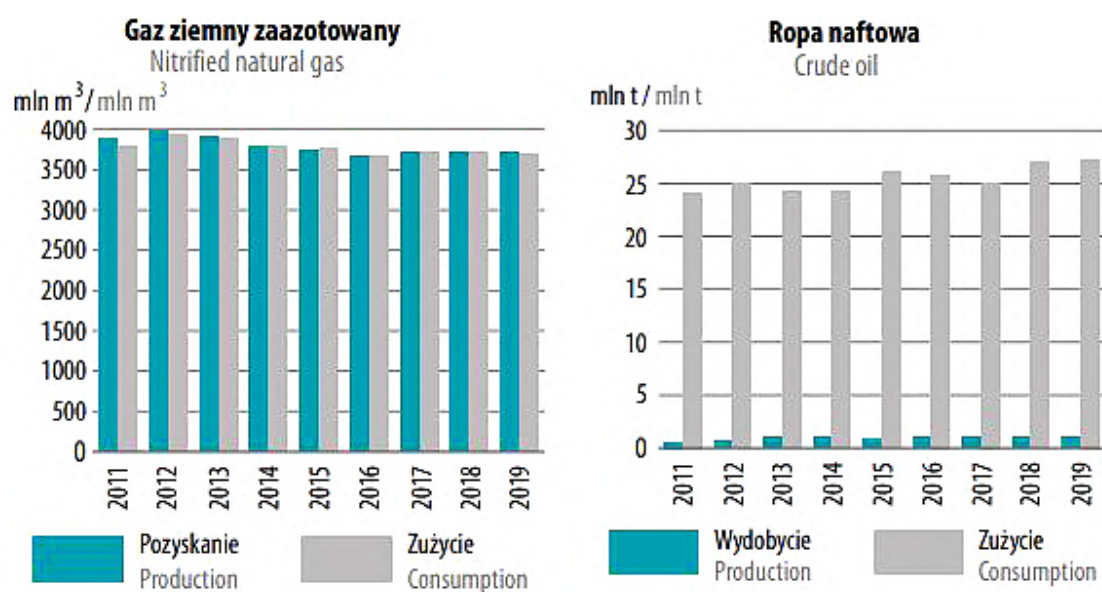


Ryc. 55. Zużycie bezpośrednie energii wg nośników

Źródło: GUS 2021

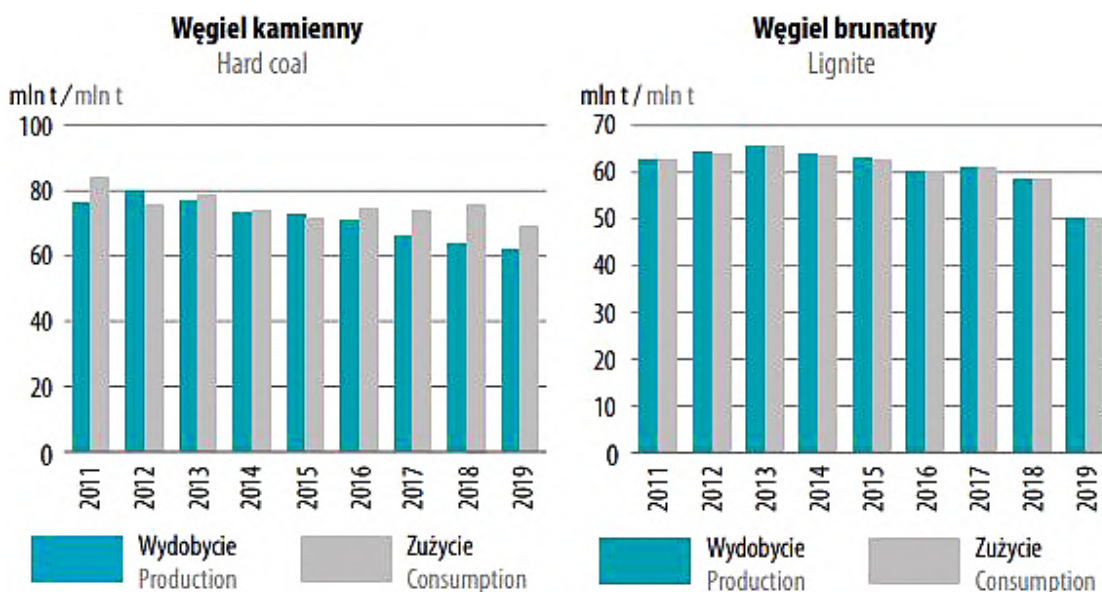
Wydobycie i zużycie surowców energetycznych w Polsce utrzymuje się w ostatnim dziesięcioleciu na podobnym poziomie (ryc. 56, 57). Zapotrzebowanie na ropę naftową w Polsce w stosunku do krajowego wydobycia tego surowca jest kilkudziesięciokrotnie wyższe. Z kolei pozyskanie gazu ziemnego pokrywa krajowe zapotrzebowanie na ten surowiec.

Wydobycie węgla kamiennego systematycznie maleje, a jego zużycie jest zróżnicowane w zależności od sytuacji w danym roku. Przykładowo w 2018 roku, kiedy suche, upalne lato spowodowało większe zapotrzebowanie na energię elektryczną, wyniosło około 78 mln ton, a w 2019 roku niespełna 70 mln ton (ryc. 57). Zużycie węgla kamiennego od 2017 roku rośnie w stosunku do krajowego wydobycia tego surowca, co powoduje konieczność importu. W przypadku węgla brunatnego wydobycie tego surowca maleje, a jego zużycie pozostaje na tym samym poziomie co wydobycie. Polska plasuje się w pierwszej dziesiątce państw – producentów węgla kamiennego na świecie. W Europie tylko Rosja zajmuje wyższą pozycję, jednakże Polska jest krajem, w którym wydobycie węgla kamiennego jest najwyższe w UE (PKN PT 2020).



Ryc. 56. Wydobyte i zużycie gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce

Źródło: GUS 2020b



Ryc. 57. Wydobyte i zużycie węgla kamiennego i brunatnego w Polsce

Źródło: GUS 2020b

Eksploatacja złóż kopalnin w Polsce wpływa na stan środowiska naturalnego oraz warunki życia jego mieszkańców. Stan środowiska w wyniku oddziaływania przytoczonych presji pod wieloma względami budzi poważne obawy, a szczególnie istotnym problemem jest przekształcanie powierzchni ziemi prowadzące do jej degradacji, a także zaburzenia stosunków wodnych spowodowane odwodnieniem, prowadzące do powstania wielkopowierzchniowych lejów depresyjnych i ograniczenia dostępu mieszkańców do wody.

Ilość powstających odpadów zależy od funkcjonujących w danym kraju czy regionie sposobów produkcji i wzorców konsumpcji. Ilość odpadów rośnie wraz ze wzrostem gospodarczym, ilość i rodzaje odpadów wytwarzanych w sektorze gospodarczym zależą od jego struktury, więcej odpadów komunalnych powstaje w miastach niż na obszarach wiejskich. Na ograniczenie powstawania odpadów wpływają polityki wdrażane w zakresie zapobiegania powstawaniu odpadów i efektywnego gospodarowania zasobami.

6.2 Gospodarka odpadami

6.2.1 Wytwarzanie odpadów przemysłowych

Od lat 90. XX wieku do 2016 roku w Polsce w wyniku prowadzenia działalności gospodarczej powstawało rocznie średnio 125 mln ton odpadów przemysłowych⁷. W latach 2017–2020 ilość ta zmniejszyła się do średnio 113 mln ton rocznie (w latach 1996–2020 nastąpił spadek o 12%, z ponad 124 mln ton do niecałych 110 mln ton) (GUS 2021, BDL 2021), jednak na podstawie dostępnych danych nie można zidentyfikować wyraźnego trendu w tym obszarze, szczególnie że w okresie 2004–2020 nastąpiły znaczne zmiany w ilości odpadów powstających w różnych sektorach gospodarki.

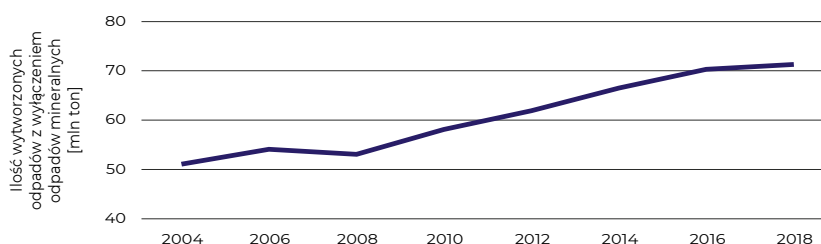
Głównym źródłem odpadów przemysłowych w Polsce są górnictwo i wydobywanie, przetwórstwo przemysłowe oraz wytwarzanie i zaopatrywanie w energię elektryczną (w 2020 roku powstało w tych sektorach odpowiednio 55,6%, 21,1% i 10,6% całkowitej ilości odpadów z działalności gospodarczej).

Regionalne rozpiętości w ilości powstających odpadów przemysłowych są znaczne – w 2020 roku najwięcej odpadów wytworzonych zostało, podobnie jak w latach poprzednich, w województwach: dolnośląskim (30,4% całkowitej ilości powstałych odpadów) i śląskim (25,2%), w których zlokalizowany jest przemysł wydobywczy, a najmniej w województwie lubuskim (0,6%). Ilości odpadów przemysłowych powstających w poszczególnych województwach w latach 2004–2020 ulegały znacznym zmianom i brak jest wyraźnego trendu w tym zakresie.

Wiele odpadów z górnictwa i wydobywania oraz z budownictwa klasyfikowanych jest jako odpady mineralne (w Polsce odpady mineralne stanowią około 70% wszystkich odpadów, w UE średnio 74% – od 57% na Litwie do 90% w Estonii). Ponad 90% odpadów mineralnych stanowią odpady pochodzące z prac budowlanych i rozbiórkowych oraz z górnictwa, sektorów podlegających znacznym zmianom w czasie, w związku z tym ilość wszystkich odpadów wytworzonych na danym obszarze, z wyłączeniem odpadów mineralnych, lepiej oddaje trendy w gospodarce odpadami niż ilość odpadów ogółem. Analizu-

⁷ Dane o odpadach przemysłowych obejmują pierwsze 19 grup katalogu odpadów i pochodzą od jednostek (zakładów) wytwarzających w ciągu roku sumarycznie powyżej 1 tysiąca ton odpadów, z wyłączeniem odpadów komunalnych, lub posiadających 1 milion ton i więcej odpadów nagromadzonych.

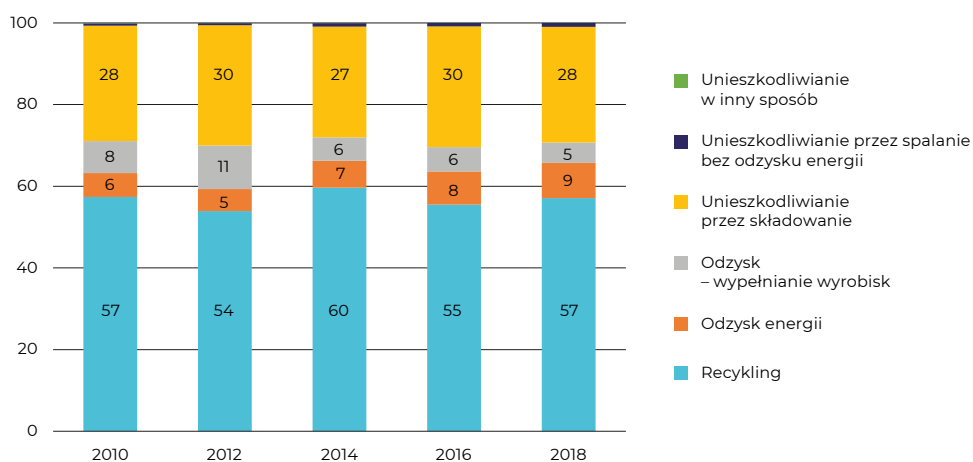
jąc ilości odpadów wytwarzanych rocznie, z wyłączeniem odpadów mineralnych⁸, w latach 2004–2018 w Polsce można zauważyć stały wzrost – średnio o 1,4% rocznie (ryc. 58).



Ryc. 58. Ilość odpadów, z wyłączeniem odpadów mineralnych, wytwarzanych rocznie w Polsce w latach 2004–2018

Źródło: dane Eurostat

Analiza zmian sposobów zagospodarowania odpadów przemysłowych wskazuje na stopniowy spadek udziału procesów odzysku w latach 2004–2013 przy rosnącym udziale składowania. W latach 2016–2020 poziomy odzysku i unieszkodliwiania odpadów przemysłowych ustabilizowały się na poziomie około 48% każdy (GUS 2005–2021). Analiza metod zagospodarowania odpadów, z wyłączeniem odpadów mineralnych, wskazuje na brak zmian w latach 2010–2018 – udziały odzysku i unieszkodliwiania pozostają na stałym poziomie odpowiednio około 71% i 29%. Widoczne są niewielkie zmiany udziału recyklingu rok do roku, ale w ciągu całego okresu zmiana wyniosła mniej niż 0,5%. W ramach procesów odzysku wzrósł udział odzysku energii, ale zmalał udział odzysku przez wypełnianie wyrobisk (ryc. 59).



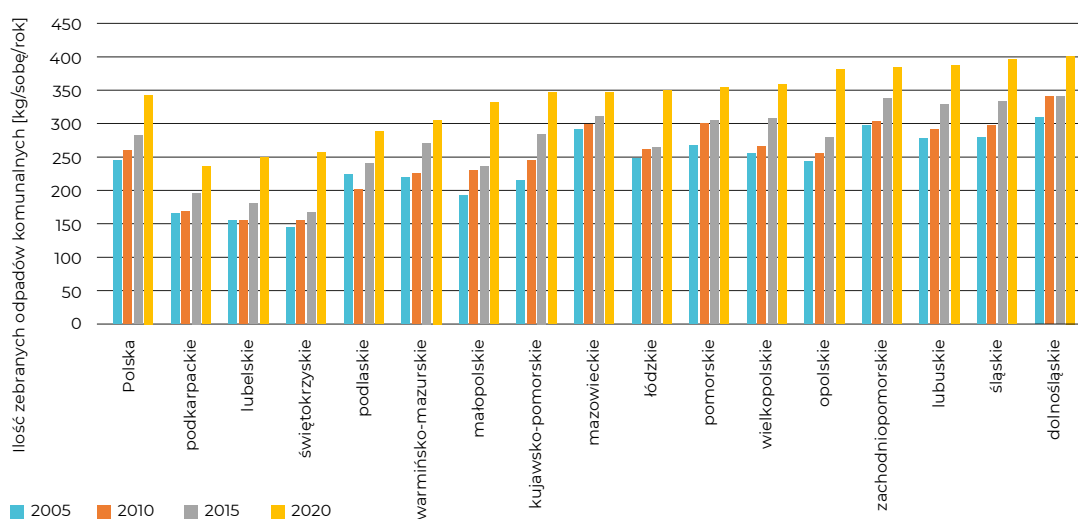
Ryc. 59. Zmiana w latach 2010–2020 metod przetwarzania odpadów z wyłączeniem odpadów mineralnych

Źródło: dane Eurostat

⁸ Wskaźnik obejmuje odpady niebezpieczne i inne niż niebezpieczne ze wszystkich sektorów gospodarki i z gospodarstw domowych, w tym odpady z przetwarzania odpadów, ale z wyłączeniem głównych odpadów mineralnych i odpadów poddawanych czynnościom obróbki wstępnej (takich jak sortowanie, suszenie), obejmuje wyłącznie odpady z końcowego przetworzenia. Wskaźnik obejmuje wszystkie odpady z wyjątkiem następujących kategorii odpadów: odpady mineralne z budowy i rozbiórki, inne odpady mineralne, gleby, urobek z pogłębiania.

6.2.2 Wytwarzanie odpadów komunalnych

Odpady komunalne stanowią średnio około 10% wszystkich wytwarzanych odpadów, ale ze względu na niejednorodny skład ich bezpieczne dla środowiska zagospodarowanie stanowi wyzwanie. Sposób gospodarowania odpadami komunalnymi jest zatem dobrym wskaźnikiem jakości całego systemu gospodarki odpadami. W Polsce w latach 2005–2020 ilość zebranych odpadów komunalnych⁹ wzrosła z 9,4 mln ton do 13,1 mln ton (z 245 do 343 kg/osobę/rok) (ryc. 60). Najwyższym tempem wzrostu w tym okresie charakteryzowały się województwa dolnośląskie i opolskie, najniższym – mazowieckie.



Ryc. 60. Zmiana w latach 2005–2020 ilości zebranych odpadów komunalnych

Źródło: dane BDL

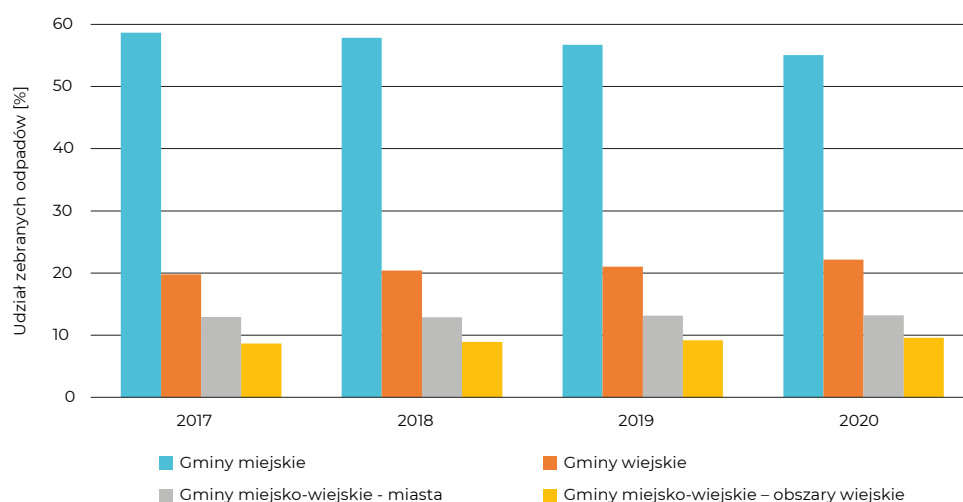
Widoczne jest duże zróżnicowanie w ilości powstających odpadów komunalnych między województwami – najwięcej odpadów zbieranych jest w województwach w zachodniej części kraju (od 380 do 401 kg/osobę/rok), najmniej w województwach śląski i łódzki (od 237 do 305 kg/osobę/rok). Jeszcze większe zróżnicowanie, jeśli chodzi o ilość wytworzonych odpadów, można zaobserwować pomiędzy gminami. Około 55% zebranych odpadów komunalnych pochodzi z gmin miejskich, 22% z gmin wiejskich, 23% z gmin miejsko-wiejskich (ryc. 61). Największe ilości odpadów komunalnych wytwarzane są w gminach turystycznych – w sześciu z nich odebrano ponad 1000 kg odpadów komunalnych na mieszkańca.

W Polsce stopień rozdzielania ilości wytwarzanych odpadów komunalnych od wzrostu gospodarczego pokazuje, że we wszystkich województwach nastąpiło względne rozdzielanie – ilość odpadów rośnie, ale wolniej niż PKB. W żadnym z województw nie udało się osiągnąć pełnego rozdzielania – sytuacji, w której przy rosnącym wzroście gospodarczym ilość powstających odpadów maleje (BDL 2021). Prognoza w zakresie zmian ilości

⁹ Odpady odebrane od wszystkich mieszkańców uznawane są za odpady wytworzone ze względu na objęcie przez gminy od 1.07.2013 roku systemem gospodarowania odpadami wszystkich właścicieli nieruchomości.

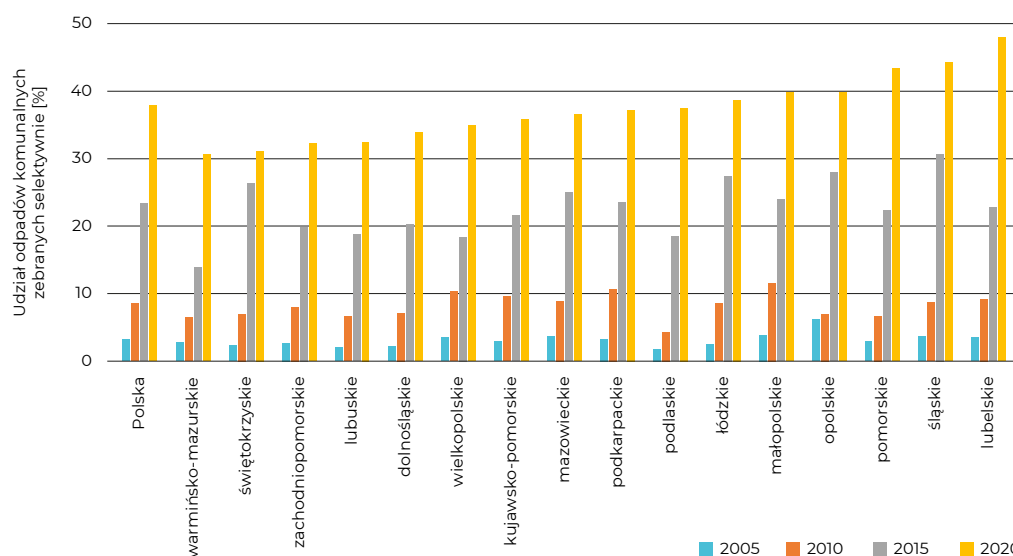
odpadów komunalnych przewiduje dalszy wzrost ilości powstających odpadów komunalnych do ponad 15 mln ton w 2040 roku (IOŚ-PIB 2021).

W latach 2005–2020 znacznie wzrósł udział odpadów zebranych selektywnie w ogólnej ilości zbieranych odpadów – z 3,2% do 37,9%, przy czym widoczne jest dość znaczne zróżnicowanie pomiędzy województwami (od 30,6% w warmińsko-mazurskim do 47,9% w lubelskim) (ryc. 62).



Ryc. 61. Ilości zbieranych odpadów w gminach

Źródło: dane BDL



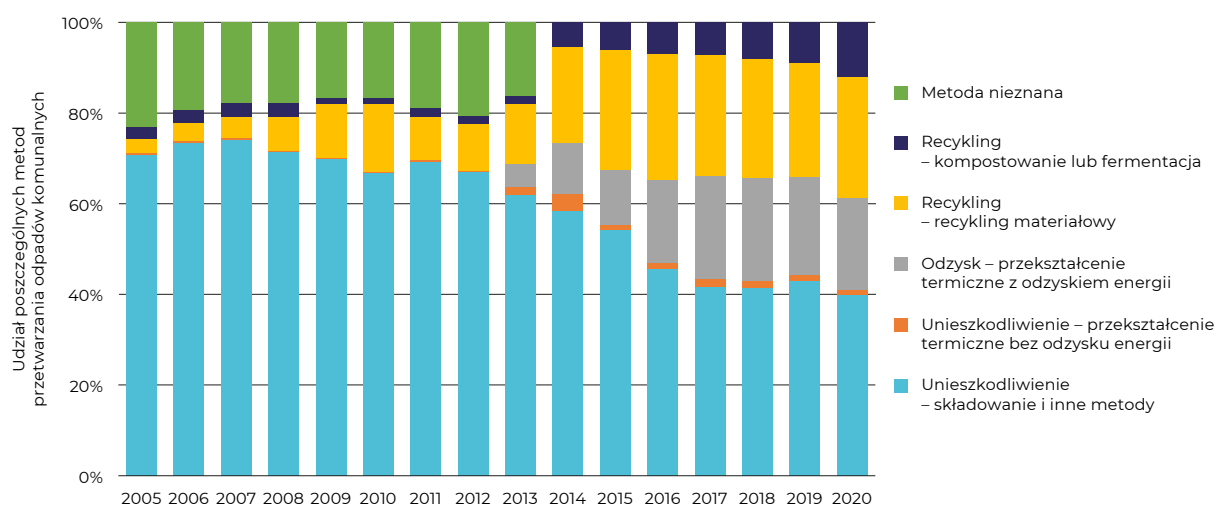
Ryc. 62. Zmiana w latach 2005–2020 udziału odpadów komunalnych zebranych selektywnie w stosunku do odpadów komunalnych zebranych ogółem

Źródło: dane BDL

W 2020 roku ilość selektywnie zebranych odpadów komunalnych wyniosła prawie 5 mln ton, średnio 125 kg na mieszkańca. Największą grupę stanowiły odpady biodegradowalne (42 kg/osobę), kolejne: szkło oraz odpady wielkogabarytowe (po 19 kg/osobę), zmieszane odpady opakowaniowe (14 kg/osobę), papier i tektury oraz tworzywa sztuczne

(po 13 kg/osobę). W miastach w 2020 roku zebrano selektywnie 144 kg na mieszkańca, zaś na obszarach wiejskich 108 kg na mieszkańca.

W latach 2005–2017 miały miejsce duże zmiany w sposobach zagospodarowania odpadów komunalnych – nastąpił znaczny spadek ilości składowanych odpadów komunalnych (z 70% do 40%, przy średniej dla UE w 2020 roku wynoszącej 23%), znaczny wzrost ilości odpadów poddawanych procesom recyklingu (recyklingu materiałowego, kompostowaniu lub fermentacji) (z 6% do 39%, przy średniej dla UE w 2020 roku wynoszącej 48%) oraz wzrost ilości odpadów poddawanych procesom przekształcenia termicznego z odzyskiem energii (z 0% do 20%, przy średniej dla UE w 2020 roku wynoszącej 27%) (ryc. 63).



Ryc. 63. Zmiana w latach 2005–2020 metod przetwarzania odpadów komunalnych

Źródło: dane Eurostat

Z zebranych oraz odebranych w 2020 roku odpadów komunalnych około 59% odpadów wytworzonych poddanych zostało procesom odzysku, z tego do recyklingu przeznaczono 27%, do przekształcenia termicznego z odzyskiem energii 20%, do biologicznych procesów przetwarzania zostało skierowane 12%. Do procesów unieszkodliwienia przez składowanie skierowano 40% odpadów komunalnych wytworzonych, a pozostałe 1% do unieszkodliwienia poprzez przekształcenie termiczne bez odzysku energii (GUS 2021). Jednocześnie ekspertyzy wskazują, że pojemności istniejących składowisk o statusie instalacji komunalnych wystarczą na około 6–8 lat eksploatacji, przy uwzględnieniu dzisiejszego poziomu składowania (IOŚ-PIB 2021).

Wytwórcy odpadów komunalnych ponoszą koszty odbioru odpadów¹⁰. W latach 2014–2019 nastąpił znaczny wzrost opłat – średnia opłata za wywóz niesegregowanych odpadów komunalnych z budynków wielorodzinnych wzrosła z 15 zł/osobę na początku 2014 roku do prawie 25 zł/osobę w grudniu 2019 roku (wzrost o 65%). W przypadku odpadów segregowanych opłata wzrosła z niecałych 10 zł/osobę do prawie 14 zł/osobę (wzrost

¹⁰ Stawki opłat obejmują koszty odbierania, transportu, zbierania, odzysku i unieszkodliwiania odpadów komunalnych, tworzenia i utrzymania punktów selektywnego zbierania odpadów komunalnych, obsługi administracyjnej systemu, edukacji ekologicznej.

o 42%). Stawki opłat są mocno zróżnicowane między województwami – w 2020 roku wynosiły od 17 do 29 zł/osobę dla odpadów niesegregowanych oraz od 9 do 16 zł/osobę dla odpadów segregowanych (BDL 2021). Wzrost opłat może być częściowo spowodowany wzrostem w 2018 roku opłaty za składowanie odpadów niesegregowanych na składowisku oraz wzrostem kosztu przetwarzania odpadów (wzrostem kosztów funkcjonowania instalacji) (UOKIK 2020). Wskaźnik efektywności kosztowej ogółem usług odbioru odpadów komunalnych wzrósł z 421,4 zł/tonę w 2015 roku (CBIES GUS 2018) do 562,9 zł/tonę w 2019 roku i do 774,44 zł/tonę w 2020 roku (BDL). Analizy wskazują na rosnące trudności gmin w budżetowaniu systemu gospodarki odpadami komunalnymi (UOKIK 2019).

6.2.3 Wytwarzanie innych odpadów

Odpady powstające z wybranych produktów, takie jak odpady opakowaniowe, zużyte baterie i akumulatory, odpady zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (ZSEE), pojazdy wycofane z eksploatacji, oleje odpadowe oraz zużyte opony, objęte są rozszerzoną odpowiedzialnością producentów (ROP) i zostały dla nich określone docelowe wartości przygotowania do ponownego użycia, odzysku i recyklingu do osiągnięcia w kolejnych latach.

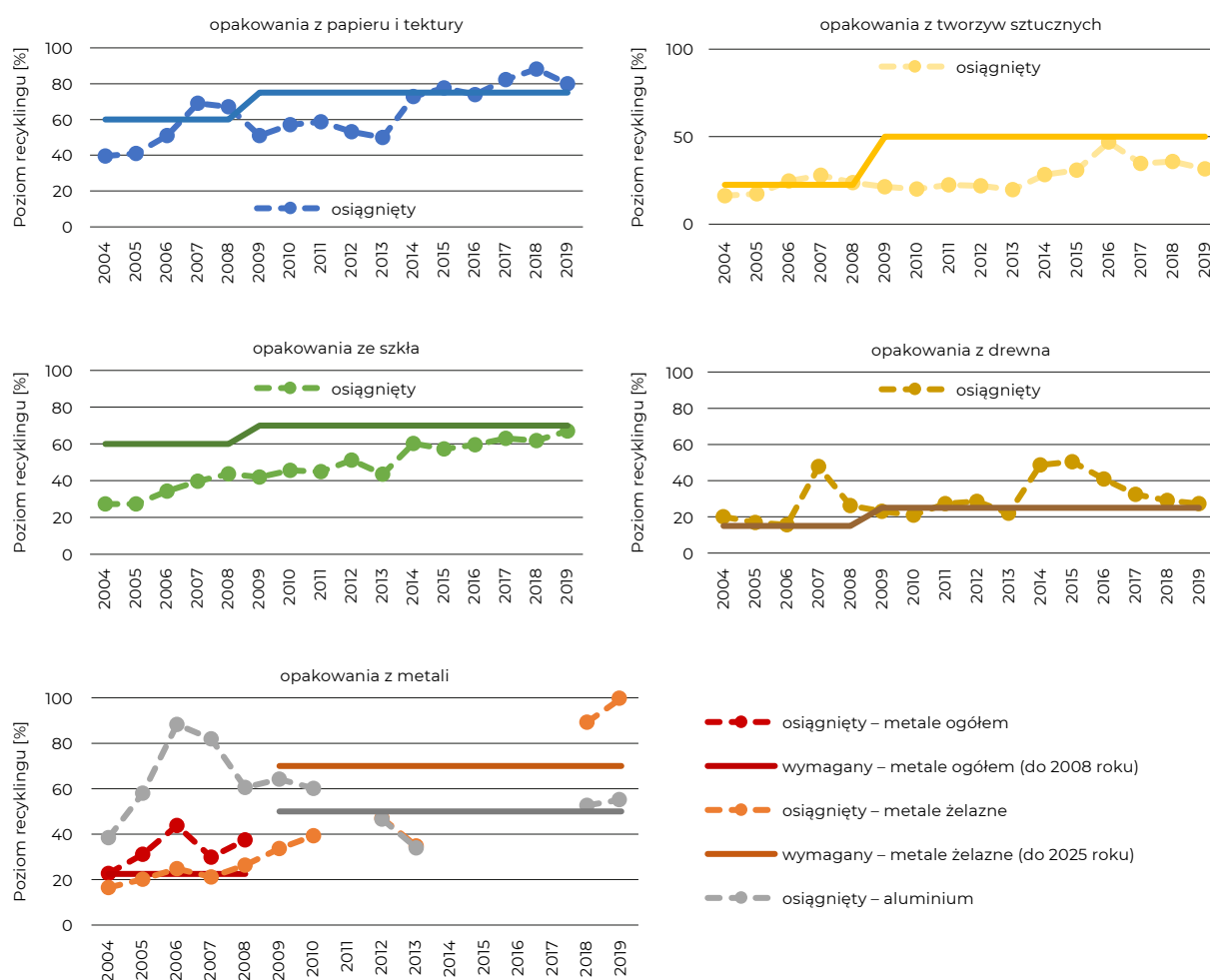
W 2019 roku w Polsce powstało 6,5 mln ton odpadów opakowaniowych¹¹ (172 kg/osobę), co oznacza istotny wzrost wobec 3,5 mln ton w 2005 roku (92 kg/osobę). Dominującym rodzajem odpadów opakowaniowych w całym okresie były odpady opakowań z papieru i tektury. Polska osiągnęła wymagane krajowe poziomy odzysku i recyklingu¹² odpadów opakowaniowych ogółem w 2015 roku i zostały one utrzymane w latach 2016–2018. W 2018 roku poziomy odzysku i recyklingu wyniosły odpowiednio 63,1% i 58,5%. Osiągnięto także poziomy recyklingu poszczególnych frakcji odpadów opakowaniowych wymagane w kolejnych latach (ryc. 64)¹³. Ustalone na 2030 rok docelowe poziomy recyklingu są jeszcze wyższe i w przypadku wybranych rodzajów opakowań mogą być trudne do osiągnięcia bez nowych inwestycji w instalacje recyklingu odpadów (IOS-PIB 2020).

Mimo rosnących poziomów recyklingu odpadów opakowaniowych branża gospodarki odpadami wskazuje na problemy, takie jak niewystarczająca efektywność selektywnej zbiórki odpadów, co przekłada się na efektywność przetwarzania zebranego odpadu, brak zakładów zajmujących się przetwarzaniem niektórych specyficznych rodzajów odpadów tworzyw sztucznych (polistyren i polistyren spieniony, tacki PET, folie PE/PP) oraz kwestie związane z przepisami prawnymi (takie jak brak stabilizacji prawa, problemy z ustaleniem współfinansowania systemu gospodarki poprzez ROP).

¹¹ Odpady opakowaniowe to opakowania wycofane z użycia, stanowiące odpady w rozumieniu przepisów ustawy o odpadach, z wyjątkiem odpadów powstających w procesie produkcji opakowań.

¹² Polska wyznaczyła roczne poziomy recyklingu dla odpadów opakowaniowych w Rozporządzeniu Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 19 grudnia 2021 roku w sprawie rocznych poziomów recyklingu odpadów opakowaniowych w poszczególnych latach do 2030 roku (Dz.U. 2021, poz. 2375).

¹³ Na podstawie Dyrektywy 94/62/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 20 grudnia 1994 roku w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych (Dz.U. L 365 z 31.12.1994).



Ryc. 64. Wymagane i osiągnięte w latach 2004–2019 poziomy odzysku dla poszczególnych rodzajów opakowań

Źródło: dane Eurostat

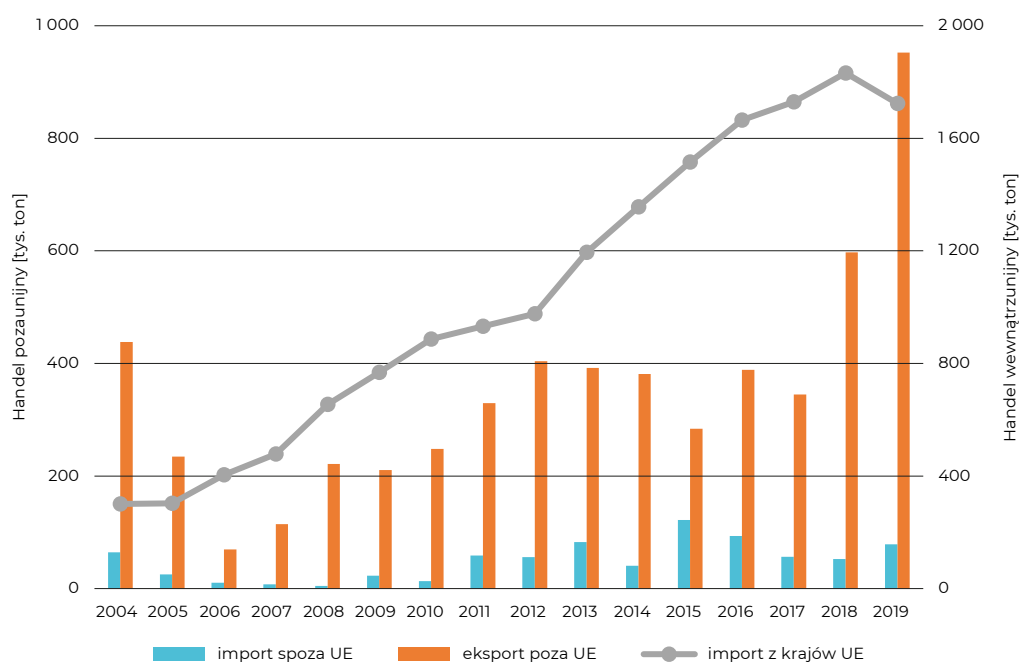
Wraz z rosnącą ilością zastosowań, w których używane są baterie i akumulatory, z roku na rok rośnie poziom ich sprzedaży (wprowadzania do obrotu). Aby zapewnić osiągnięcie wysokiego poziomu ochrony środowiska i odzysku materiałowego, zużyte baterie i akumulatory powinny być zbierane selektywnie. Dla baterii i akumulatorów przenośnych określony został wymagany poziom zbiórki wynoszący 45%¹⁴, a dla zużytych baterii i akumulatorów określone zostały również minimalne poziomy wydajności recyklingu. W latach 2017–2019 Polska osiągnęła poziomy zbierania zużytych baterii i akumulatorów przenośnych wynoszące odpowiednio 65,7%, 80,0% i 72,6% (MKiŚ 2021). Dla wszystkich rodzajów baterii w 2019 roku osiągnięte zostały wymagane poziomy wydajności recyklingu.

¹⁴ Dyrektywa 2006/66/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 września 2006 roku w sprawie baterii i akumulatorów oraz zużytych baterii i akumulatorów oraz uchylająca Dyrektywę 91/157/EWG (Dz.U. L 266 z 26.9.2006, z późn. zm.), w Polsce wymagania dyrektywy wdrożono ustawą z dnia 24 kwietnia 2009 roku o bateriach i akumulatorach (Dz.U. 2009, nr 79 poz. 666 z późn. zm.) i rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 3 grudnia 2009 roku w sprawie rocznych poziomów zbierania zużytych baterii przenośnych i akumulatorów przenośnych (Dz.U. 2009, poz. 1671).

Wraz z powiększaniem się rynku i skracaniem się cykli innowacyjnych sprzęt elektryczny i elektroniczny jest wymieniany coraz częściej – zużyty sprzęt (ZSEE) staje się szybko rosnącym źródłem odpadów. Jednocześnie złom elektroniczny jest nośnikiem wielu metali, w tym cennych surowców krytycznych. Ponowne użycie, selektywna zbiórka, recykling oraz inne formy odzysku ZSEE z jednej strony prowadzą do ograniczenia ilości substancji szkodliwych trafiających do środowiska w wyniku nieodpowiedniego zagospodarowania zużytego sprzętu, a z drugiej strony przyczyniają się do wydajnego wykorzystywania zasobów oraz do odzyskiwania cennych surowców wtórnych. Selektywna zbiórka stanowi warunek konieczny do zagwarantowania właściwego przetwarzania i recyklingu ZSEE. W latach 2017–2019 zebrano łącznie jako odpady 45,4%, 57,6% oraz 72% sprzętu elektrycznego i elektronicznego wprowadzonego na rynek (MKiŚ 2021), co pozwoliło osiągnąć założone w Krajowym Planie Gospodarki Odpadami 2022 (KPGO2022) poziomy zbiórki (40%). Dla 2017 roku udało się osiągnąć założone poziomy odzysku i recyklingu dla 4 spośród 10 grup sprzętu. Dla 2018 roku, po zmianie podziału rodzajów sprzętu z 10 na 6 grup, założony poziom odzysku osiągnięto dla 1 grupy sprzętu, recyklingu dla 2 grup sprzętu, w 2019 roku odzysku dla 4 grup, a recyklingu dla 5 grup sprzętu.

Odpady budowlane i rozbiórkowe zawierają szeroką gamę materiałów, takich jak beton, cegły, drewno, szkło, metale i tworzywa sztuczne. Zgodnie z dyrektywą ramową w sprawie odpadów stanowią priorytetowy strumień odpadów ze względu na dążenie UE do zapewnienia, że ich zagospodarowanie nie stanowi zagrożenia dla środowiska oraz ich potencjał do odzysku jest w pełni wykorzystany, co przyczynia się do wdrażania gospodarki o obiegu zamkniętym (GOZ). Zgodnie z wymaganiami dyrektywy ramowej do 2020 roku należało osiągnąć minimum 70% przygotowania do ponownego użycia, recyklingu i innego odzysku materiałowego odpadów budowlanych i rozbiórkowych innych niż niebezpieczne (z wyłączeniem odpadów i złomów metalicznych oraz stopów metali). Według sprawozdania z realizacji KPGO2022 za okres 2017–2019 (MKiŚ 2021), w 2017 roku poziom odzysku wyniósł 74,4%, a w 2018 roku – 75,1%.

Wskaźnikiem stosowanym na poziomie UE jest wskaźnik mierzący ilości wybranych kategorii odpadów i produktów ubocznych, które są przesyłane między państwami członkowskimi UE (wewnątrz UE) i przez granice UE (spoza UE) (tworzywa sztuczne, papier i tektura, metale szlachetne, żelazo i stal oraz miedź, aluminium i nikiel). Wskaźnik obejmuje handel wewnątrzunijny wybranymi surowcami wtórnymi (mierzony jako import z krajów UE), import z krajów spoza UE oraz eksport do krajów spoza UE wybranych surowców wtórnych (w handlu pozaunijnym). W latach 2004–2019 wyraźny jest rosnący trend w handlu wewnątrzunijnym Polski surowcami wtórnymi (ryc. 65). W handlu pozaunijnym nie ma wyraźnego trendu, ale widoczna jest znaczna przewaga eksportu nad importem.



Ryc. 65. Handel wybranymi surowcami wtórnymi

Źródło: dane Eurostat

6.2.4 Postępowanie z odpadami

Mimo wprowadzenia pięciostopniowej hierarchii gospodarowania odpadami, nadal duża część odpadów pochodzących z działalności gospodarczej jest składowana (w 2020 roku 42,3% z ogółu wytworzonych odpadów). Największe powierzchnie składowania znajdują się w województwach, w których wytwarzane są największe ilości odpadów, tj. w województwach: dolnośląskim, śląskim, małopolskim i łódzkim. Ilość odpadów przemysłowych dotychczas nagromadzonych na składowiskach (hałdach, stawach osadowych) w Polsce wynosi prawie 1,8 mld ton, z czego 46% stanowią odpady z górnictwa i wydobywania¹⁵. Pomimo że liczba obiektów, na których składowane są odpady wydobywcze, sukcesywnie maleje, to jednak skala zjawiska nadal jest znaczna. Składowanie odpadów wydobywczych powoduje zanieczyszczenie gleby, wód podziemnych i powierzchniowych w rejonie składowania oraz powietrza. Składowane odpady ulegają zagrzewaniu, które prowadzi do pożarów. Obiekty poeksploatacyjne przerywają istniejące w krajobrazie ciągi i korytarze ekologiczne, zmieniając, najczęściej na niekorzyść, wcześniejszą strukturę krajobrazową. Skutkiem wdrożonych uregulowań prawnych dotyczących odpadów wydobywczych¹⁶, których celem jest za-

¹⁵ Dane o odpadach dotychczas składowanych (nagromadzonych) dotyczą ilości odpadów zdeponowanych na terenach własnych zakładów w wyniku składowania w roku sprawozdawczym i w latach poprzednich.

¹⁶ Ustawa z dnia 10 lipca 2008 roku o odpadach wydobywczych (Dz.U. 2008, nr 138 poz. 865), wdrażająca m.in. Dyrektywę 2006/21/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 15 marca 2006 roku w sprawie gospodarowania odpadami pochodzącymi z przemysłu wydobywczego oraz zmieniającą Dyrektywę 2004/35/WE.

pobieganie powstawaniu odpadów w przemyśle wydobywczym, racjonalne wykorzystanie powstających odpadów oraz ograniczanie ich niekorzystnego wpływu na środowisko oraz życie i zdrowie ludzi, jest rosnące zainteresowanie wytwórców i posiadaczy odpadów wydobywczymi technologiami umożliwiającymi ich odzysk lub bezpieczne unieszkodliwienie oraz zmianą modelu biznesowego na oparty o zasady gospodarki obiegu zamkniętego¹⁷, jednak efekty w postaci ograniczenia powstawania odpadów i zwiększonego odzysku na razie nie są widoczne.

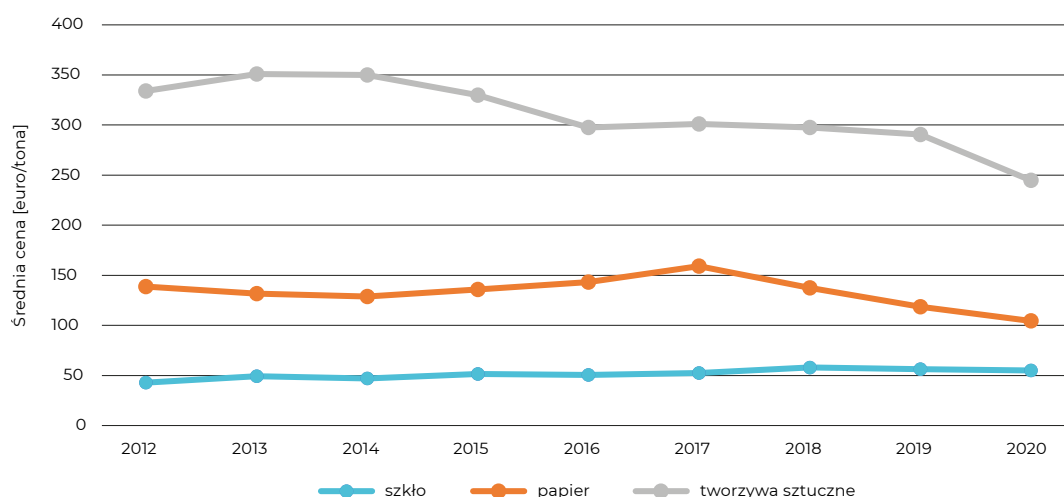
Liczba czynnych składowisk odpadów komunalnych systematycznie zmniejsza się, na koniec 2020 roku funkcjonowało 271 składowisk przyjmujących odpady komunalne (wobec 278 na koniec 2019 roku), zajmujących łączną powierzchnię 1692,3 ha (GUS).

W gospodarce materiałowej coraz większego znaczenia nabierają surowce i materiały pochodzące z odzysku. Wiele materiałów pochodzenia mineralnego i organicznego powraca do produkcji w postaci surowca wtórnego. Wskaźnikiem używanym do monitoringu gospodarki o obiegu zamkniętym jest „poziom użycia materiałów w obiegu zamkniętym” (ang. *circular material use rate*), tzw. wskaźnik obiegu zamkniętego gospodarki, który mierzy udział materiałów pochodzących z przetworzonych odpadów w ogólnym zużyciu surowców i materiałów. Wyższy wskaźnik obiegu zamkniętego gospodarki oznacza, że więcej materiałów wtórnych zastępuje surowce pierwotne, zmniejszając w ten sposób wpływ na środowisko powodowany pozyskiwaniem surowców pierwotnych. W latach 2010–2020 wskaźnik obiegu zamkniętego w Polsce spadł z 10,9% do 9,9% i, mimo wzrostu do 12,6% w 2014 roku, od 2016 roku pozostaje na stałym poziomie około 10% (Eurostat). Średnia wskaźnika dla UE wynosiła w 2020 roku 12,8%, choć widoczne są duże różnice pomiędzy krajami, wynikające m.in. z różnic w strukturze gospodarek (np. poziomach krajowego zużycia surowców, importu, eksportu, recyklingu). Wskaźnik obiegu zamkniętego gospodarki wykazuje duże różnice ze względu na rodzaj materiału i w 2020 roku w UE wynosił 25% dla rud metali, 16% dla minerałów niemetalicznych (w tym szkła), 10% dla biomasy (w tym papieru, drewna, bibuły itp.) oraz 3% dla kopalnych surowców energetycznych (w tym tworzyw sztucznych i paliw kopalnych) (Eurostat).

Przychody ze sprzedaży materiałów (surowców) wtórnych (materiałów odpadowych lub recyklatów) mogą pokryć znaczną część całkowitych kosztów funkcjonowania systemów gospodarowania odpadami w państwach członkowskich UE (Eurostat). Dlatego jednym ze wskaźników na poziomie UE, wybranym do monitorowania sytuacji w zakresie funkcjonowania systemów gospodarki odpadami, jest cena recyklatów. Materiały (surowce) wtórne mogą być wykorzystywane w procesach produkcyjnych zamiast lub obok „pierwotnych” surowców, przyczyniając się do zmniejszenia zapotrzebowania na wydobycie surowców pierwotnych. W 2020 roku średnie ceny surowców wtórnych wynosiły: 55 euro/t szkła, 104 euro/t papieru i tektury oraz 245 euro/t tworzyw sztucznych i w porównaniu z 2019 rokiem były niższe średnio o 14%. Analiza danych wskazuje, że ceny surowców wtórnych zmieniały się znacznie w czasie (ryc. 66). W ciągu ostatnich dziesięcioleci najbardziej zauważalną zmianą była gwałtowna obniżka cen odpadów z papieru i tektury oraz tworzyw

¹⁷ Np. projekt MINE.THE.GAP, <https://h2020-minethegap.eu/>

szucznych podczas kryzysu finansowego w latach 2008–2009. Znaczny spadek cen maku-
latury po 2018 roku był wynikiem globalnych zmian w obrocie towarowym (ograniczenie
eksportu do Chin i Wielkiej Brytanii), a ponowny wzrost cen widoczny w 2020 roku spowo-
dowany był wzrostem sprzedaży mebli, sprzętu AGD czy RTV oraz sprzedaży wysyłkowej,
wymagających większej liczby opakowań z tektury. Na działanie polskich firmy ma wpływ
sytuacja gospodarcza w Europie i na świecie. Wahania cen surowców wtórnych mają duży
wpływ na sytuację ekonomiczną recyklerów, a tym samym na sposoby zagospodarowania
odpadów w postaci surowców wtórnych.



Ryc. 66. Wskaźnik średnich cen dla szkła, plastiku oraz papieru i tektury z recyklingu w UE

Źródło: dane Eurostat

**TREND:
SPADEK RÓŻNORODNOŚCI
BIOLOGICZNEJ**



7. Spadek różnorodności biologicznej

7.1 Przyczyny spadku różnorodności biologicznej

Różnorodność biologiczna w Polsce, podobnie jak i na świecie, narażona jest na szereg negatywnych czynników wynikających z działań człowieka. W przypadku Polski najważniejsze czynniki bezpośrednie to:

- zmiany w użytkowaniu gruntów prowadzące do fragmentacji siedlisk i krajobrazu;
- niszczenie siedlisk i gatunków;
- zmiany klimatu;
- rozprzestrzenianie się gatunków obcych.

Podobnie jak w innych krajach Europy oraz wielu innych częściach świata, również w Polsce czynnikami pośrednimi, które przyczyniają się do utraty różnorodności biologicznej, są przede wszystkim rolnictwo, budownictwo, transport, energetyka oraz wzorce konsumpcji.

Generalnie, kierunki rozwoju gospodarczego w naszym kraju, a zwłaszcza rozwój rolnictwa i postępująca urbanizacja, skutkują nieodwracalnym przekształceniem lądowych i wodnych systemów przyrodniczych, skutkującym utratą różnorodności biologicznej.

Presje oddziałujące na środowisko wodne mają zasadniczy wpływ na jakość wód oraz stan zachowania siedlisk, a tym samym warunkują występowanie lub brak gatunków roślin i zwierząt tworzących i zasiedlających te ekosystemy. Antropogeniczne presje wpływające na stan ekosystemów wodnych w Polsce to przede wszystkim:

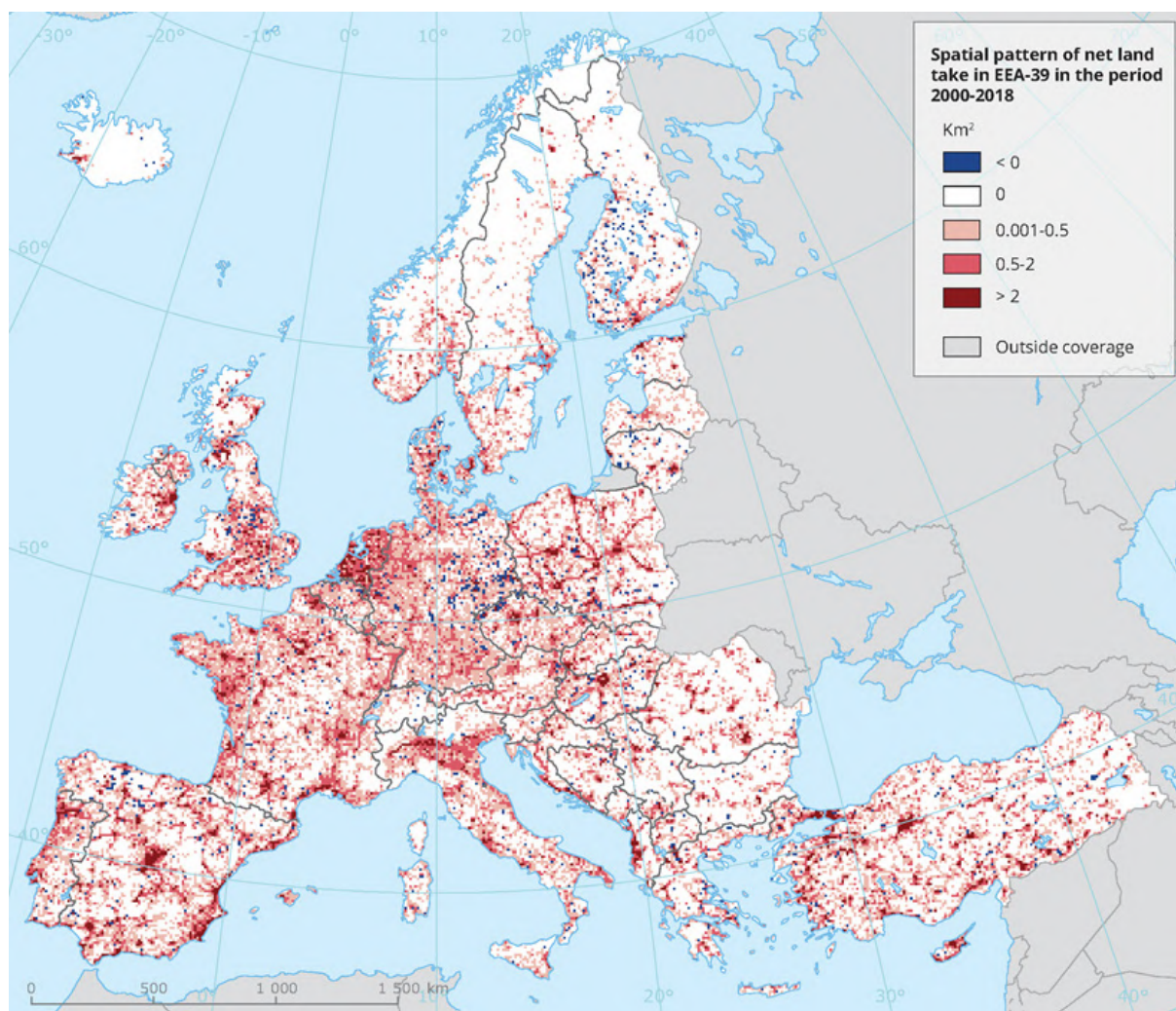
- eutrofizacja wywołana nieuregulowaną gospodarką ściekową i splywem biogenów z pól nawożonych w sposób niezrównoważony;
- zanieczyszczenia chemiczne;
- zaburzenia ciągłości cieków przez urządzenia piętrzące;
- regulacja rzek prowadząca do ujednoczenia warunków hydraulicznych i morfologii koryt;
- zaburzenia hydrologii rzek, w tym zmiany reżimu przepływów spowodowane działaniami hydrotechnicznymi i zmianami w zagospodarowaniu obszaru zlewni (wzrost powierzchni uszczelnionych), nadmierne pobory wody, nadmierne obniżenie poziomu wody w dolinach rzecznych przez odwadniające systemy melioracyjne, obwałowania utrudniające lub przerywające łączność ekosystemów na terenach zalewowych z ekosystemami dolinowymi;
- przekształcenia linii brzegowej, takie jak umocnienia, zabudowa i eliminacja roślinności przybrzeżnej i brzegowej, nadmierna lub niewłaściwie prowadzona eksploatacja kruszywa;
- wzmożone wykorzystanie gruntów pod uprawy rolne oraz rozwój zabudowy powodujące zwiększoną podaż związków biogenych i innych antropogenicznych

zanieczyszczeń dostających się do wód powierzchniowych (*Program ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej wraz z Planem działań na lata 2015–2020*, Pasztaleniec i in. 2021).

7.2 Utrata siedlisk, ich fragmentacja i zmiany warunków siedliskowych

Kluczowe europejskie wskaźniki (EEA 2019a), oceniające presję na różnorodność biologiczną wynikające ze zmiany sposobu użytkowania gruntów, dotyczą:

- zajmowania gruntów – wskaźnik odnosi się do konkretnej powierzchni użytkowanych gruntów rolnych, leśnych i innych pokrytych roślinnością, zajmowanej pod budowę miast i infrastruktury;
- fragmentacji krajobrazu – wynikającej z rozwoju infrastruktury miejskiej i transportowej.



Ryc. 67. Zajmowanie gruntów w Polsce na tle Europy

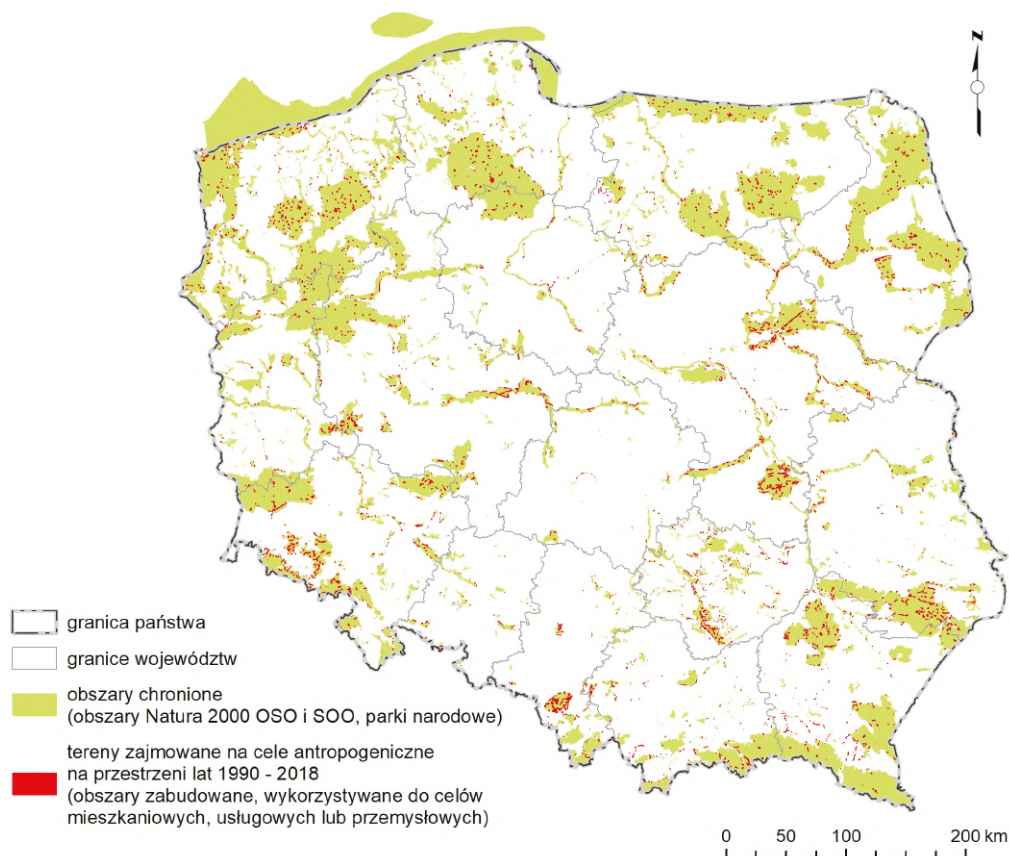
Źródło: EEA 2019a

Największą presję na różnorodność biologiczną Polski wywiera zajmowanie gruntów w związku z postępującą urbanizacją i rozwojem infrastruktury miejskiej i transportowej. Miasta rozrastają się, a zajmowane powierzchnie biologicznie czynne są uszczelniane (betonowane, asfaltowane), co skutkuje utratą różnorodności biologicznej i świadczeń przyrodniczych zapewnianych dotąd przez ekosystemy. Sytuacja w Polsce jest pod względem zajmowania gruntów rolnych i leśnych odwrotna niż w Europie, gdzie w ostatniej dekadzie odnotowano spadek tego wskaźnika – zajmowanie gruntów w latach 2000–2006 w 28 państwach UE wynosiło ponad 1000 km²/rok, a w latach 2012–2018 – 539 km²/rok. Wprawdzie zajęcie gruntów w Polsce w latach 2012–2018 wynosiło 238 km²/rok, jednak już od 1990 roku odnotowuje się wzrost przejmowania gruntów (szczególnie terenów rolniczych), co jest ściśle związane ze wzrostem liczby inwestycji, głównie dotyczących budowy infrastruktury drogowej (ryc. 67), a w konsekwencji prowadzi do fragmentacji nie tylko krajobrazu, ale także siedlisk.

Z punktu widzenia różnorodności biologicznej szczególnie duże znaczenie mają presje związane ze zmianą sposobu użytkowania i wykorzystania terenów cennych przyrodniczo, w tym najbardziej zagrożonych. W ostatnich dziesięcioleciach powierzchnia obszarów przyrodniczo cennych ulegała w Europie znacznym zmianom, co spowodowane było nie tylko działalnością człowieka, ale także postępującymi zmianami klimatu i ich skutkami. W Polsce zmiany sposobu użytkowania terenu w latach 1990–2018 na cele antropogeniczne dotyczyły około 1% powierzchni obszarów chronionych w ramach Europejskiej Sieci Ekologicznej *Natura 2000* oraz parków narodowych (ryc. 68).

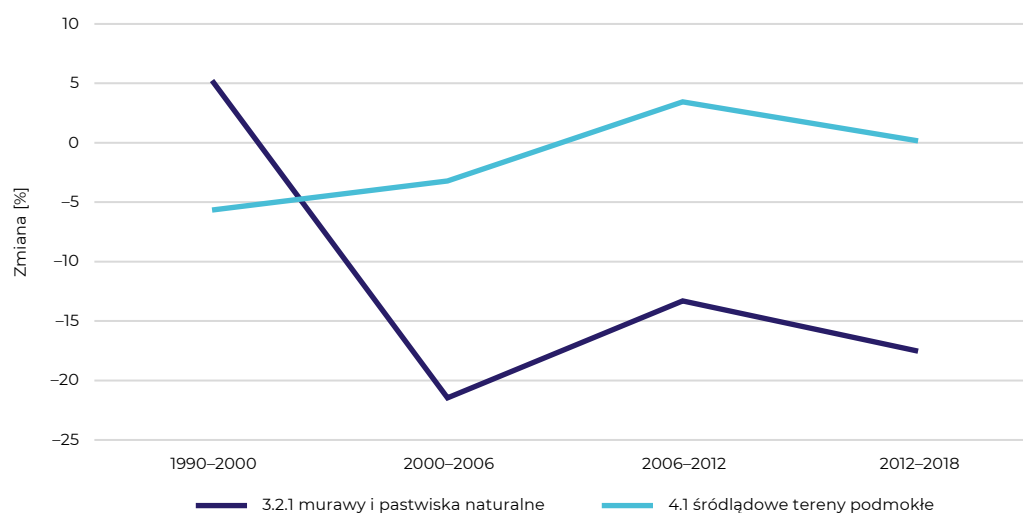
Największe zmiany sposobu użytkowania gruntów na obszarach objętych ochroną odnotowano na terenie województw: śląskiego (2,46%), mazowieckiego (1,89%), dolnośląskiego (1,35%), świętokrzyskiego (1,3%) oraz lubelskiego (1,13%), a najmniejsze – kujawsko-pomorskiego (0,5%), lubuskiego (0,59%), małopolskiego (0,59%), pomorskiego (0,67%). Warto podkreślić, że największe zmiany dotyczą głównie przekształcenia terenów użytkowanych rolniczo na tereny związane z rozwojem zabudowy mieszkaniowej.

W latach 1990–2018 w Polsce ujemny bilans zmian dotyczył wszystkich cennych obszarów: utracono 40,9% powierzchni muraw i pastwisk naturalnych, 26,3% powierzchni plaż, wydm i piasków nadrzecznych oraz 5,4% powierzchni śródlądowych terenów podmokłych, w tym bagien śródlądowych i torfowisk (ryc. 69).



Ryc. 68. Tereny zajmowane pod zabudowę w obszarach Natura 2000 i parkach narodowych w latach 1990–2018

Źródło: dane CLC (dane z lat 1990, 2000, 2006, 2012, 2018)



Ryc. 69. Bilans zmian w powierzchni obszarów przyrodniczych cennych w Polsce w latach 1990–2020

Źródło: dane CLC (dane z lat 1990, 2000, 2006, 2012, 2018)

W przypadku śródlądowych terenów podmokłych dominowały przekształcenia w łąki lub pastwiska śródpolne, grunty orne i tereny zajęte głównie przez rolnictwo z du-

zym udziałem roślinności naturalnej (około 33% zmian) oraz tereny związane z planową gospodarką leśną (około 44% zmian). Zmiany muraw i pastwisk naturalnych dotyczyły głównie przekształceń związanych z gospodarką leśną (około 71% zmian, w tym około 40% były to obszary w stanie zmian – np. szkółki leśne) oraz w znacznie mniejszym stopniu (około 16% zmian) przekształceń w kierunku łąk i pastwisk oraz gruntów ornych. Obszary plaż, wydmy i piasków nadrzecznych charakteryzowały się zmianami głównie spowodowanymi zarastaniem terenów (około 61% zmian) lub ich okresowym podtapianiem (około 21%).

Przekształcenia siedlisk to także ich fragmentacja. W przypadku ekosystemów wodnych do fragmentacji siedlisk przyczyniają się zwłaszcza budowle piętrzące na rzekach, niewyposażone w prawidłowo funkcjonujące przepławki. Problematyczna jest również rosnąca liczba elektrowni wodnych oraz farmy wiatrowe. W Polsce funkcjonuje obecnie ponad 30 tys. urządzeń piętrzących, zainstalowanych na niemal 100 tys. kilometrów rzek i około 250 tys. kilometrów rowów melioracyjnych (PGW WP 2021a). Bariery powstające na rzekach są jedną z głównych przyczyn wymierania ryb. Alarmujące światowe i europejskie trendy (spadek liczebności populacji ryb wędrownych w ciągu ostatnich 50 lat odpowiednio o 76% i 93%) obserwowane są także w Polsce – ponad połowa gatunków ryb zagrożona jest wyginięciem. Zapory szkodzą wszystkim organizmom wodnym, gdyż ich budowa wiąże się z przerywaniem szlaków wędrówek i uniemożliwia przemieszczanie się w górę i w dół rzeki, np. w celu znalezienia pożywienia, schronienia lub odpowiednich miejsc do bytowania (siedlisk).

Kolejną presją na siedliska są zanieczyszczenia wód i gleb kształtujące warunki siedliskowe. W przypadku ekosystemów wodnych głównym problemem jest eutrofizacja, która w Polsce wpływa na niewłaściwy stan ekologiczny wód powierzchniowych zarówno śródlądowych, jak i przejściowych, przybrzeżnych i morskich. Z powodu eutrofizacji oraz jej efektów wtórnych stan ekologiczny 55% jednolitych części wód rzek i 36% jezior jest poniżej dobrego, czyli wody te nie spełniają celów środowiskowych. W przypadku wód przejściowych i przybrzeżnych wszystkie części wód tej kategorii są w złym stanie ekologicznym z uwagi na eutrofizację i związany z nią niewłaściwy stan fitoplanktonu (PGW WP 2021a). W związku z rozwojem poszczególnych gałęzi gospodarki do wód przedostają się zanieczyszczenia różnego typu, takie jak związki biogenne, toksyczne substancje chemiczne, zanieczyszczenia biologiczne, metale ciężkie, plastik, mikroplastik (por. rozdział 5). W zakresie zanieczyszczeń chemicznych 92% rzek i 88% jezior, a także wszystkie wody przejściowe i przybrzeżne charakteryzuje stan zły.

Eutrofizacja wód jest również problemem ekosystemów Bałtyku. Ponadto w wyniku takich działań jak: wydobywanie minerałów, piasku, pogłębianie dna, wykonywanie budowli i instalacji (rurociągi, odwierty) czy też poławianie przy pomocy narzędzi mających bezpośredni kontakt z dnem, następuje ingerencja człowieka w ekosystemy typowe dla dna morskiego. Szacuje się, że w okresie 2011–2016 około 40% dna morskiego uległo zakłóceniu. Największe presje związane z naruszeniem dna morskiego występują w południowej części Bałtyku – Basenie Bornholmskim i Basenie Wschodniogotlandzkim (HELCOM 2018).

7.3 Zagrożenia różnorodności gatunkowej

Utrata, fragmentacja ekosystemów oraz zanieczyszczenia środowiska stanowią zagrożenie dla różnorodności gatunkowej. Według dotychczasowych szacunków liczba wszystkich gatunków zarejestrowanych w Polsce kształtuje się na poziomie 60 tys., w tym niemal 2,5 tys. gatunków roślin nasiennych i ponad 35 tys. gatunków zwierząt. Liczba gatunków roślin naczyniowych wymierających lub krytycznie zagrożonych wynosi 144 (Zarzycki i in. 2006), natomiast gatunków zwierząt kręgowych w różnym stopniu zagrożonych wyginieciem bądź już wymarłych wynosi 130 (Głowaciński 2001).

W 2004 roku w Polsce ochroną gatunkową objętych było około 750 gatunków zwierząt, z tego około 530 gatunków (tj. 70,7%) należy do kręgowców, a 220 (29,3%) do bezkręgowców (IOP 2021). Ochrona gatunkowa nie zabezpiecza jednak przed czynnikami, które niszczą podstawy egzystencji gatunku – jego lęgowiska, miejsca zimowania oraz bazę pokarmową, a także ograniczają przestrzeń życiową zwierząt. Najbardziej zagrożone są organizmy zamieszkujące małe obszary – dotyczy to wszystkich grup zwierząt, roślin i grzybów. Według kategorii Międzynarodowej Unii Ochrony Przyrody IUCN w Polsce występuje 61 gatunków zwierząt zagrożonych wyginieciem (krytycznie zagrożonych [CR], zagrożonych [EN] i narażonych [VU], w tym: 13 gatunków ssaków, 34 gatunki ptaków i 9 gatunków ryb. W Polskiej Czerwonej Księdze Roślin zostało wymienionych 315 gatunków roślin zagrożonych wyginieciem.

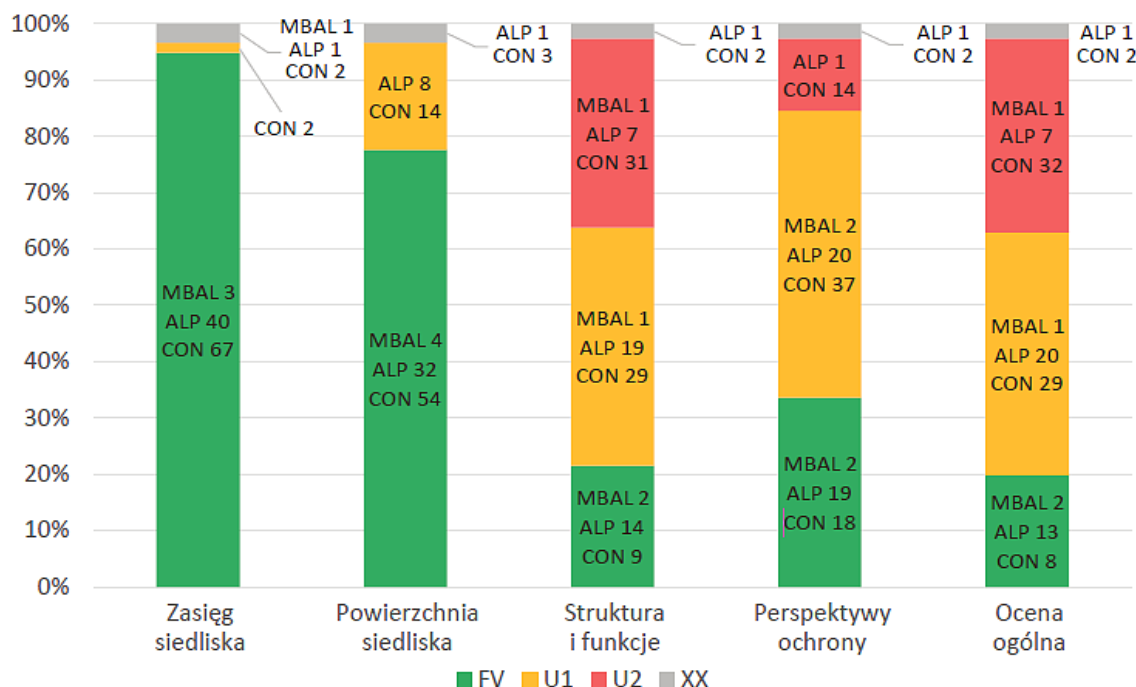
7.4 Stan ochrony siedlisk przyrodniczych i gatunków

W Polsce na mocy przepisów Dyrektywy Siedliskowej zostało objętych ochroną 81 typów siedlisk przyrodniczych (w tym 17 o znaczeniu priorytetowym), 49 taksonów roślin (w tym 10 o znaczeniu priorytetowym) oraz 143 gatunki lub grupy gatunków zwierząt z wyłączeniem ptaków (w tym 13 o znaczeniu priorytetowym). Należy podkreślić, że w przypadku 12 typów siedlisk przyrodniczych, 5 gatunków roślin i 8 gatunków zwierząt na obszarze Polski znajduje się ponad 50% arealu tego siedliska lub występuje 50% populacji tego gatunku odnotowanej na obszarze UE (Chylarecki i in. 2018).

Stan różnorodności biologicznej na poziomie ekosystemowym i gatunkowym uzależniony jest od ogólnej kondycji ekosystemów. W Polsce jakość ochrony typów siedlisk przyrodniczych oraz gatunków, które zostały uznane za cenne i zagrożone skali Europy, jest **niezadawalająca**.

Ocena stanu ochrony gatunków i siedlisk przyrodniczych przeprowadzona w latach 2013–2018 wykazała, że jedynie około 20% typów siedlisk ma właściwy stan ochrony, około 43% niezadawalający, natomiast siedliska w stanie złym stanowią około 35%. Na terenie regionu kontynentalnego, który obejmuje 97% powierzchni Polski, największy odsetek siedlisk jest w złym stanie – około 45%, a w niezadawalającym – około 41%. W raportowanym okresie stan ochrony 18% siedlisk uległ pogorszeniu. W regionie alpejskim (Karpaty – 3% powierzchni kraju) siedliska przyrodnicze są lepiej zachowane, jednakże 49% ma

stan niezadowalający, a 17% – zły. Generalnie, tendencje do pogarszania się stanu ochrony dotyczą wszystkich siedlisk obserwowanych w ramach monitoringu przyrodniczego (Cieśla i in. 2021, ryc. 70).



Ryc. 70. Udział ocen parametrów stanu ochrony oraz liczba siedlisk przyrodniczych w regionie biogeograficznym (CON – region kontynentalny, ALP – region alpejski, MBAL – region Morza Bałtyckiego) z określoną wartością oceny (FV – stan właściwy, U1 – niezadowalający, U2 – zły)

Źródło: Cieśla i in. 2021

W świetle wyników monitoringu przyrodniczego na szczególną uwagę zasługują niepokojące dane dotyczące stanu ochrony siedlisk związanych z wodą. Grupa siedlisk wodnych i nadwodnych w Polsce obejmuje 10 typów siedlisk przyrodniczych, z czego dwa siedliska występują w alpejskim regionie geograficznym (ALP), pięć w regionie kontynentalnym (CON), a trzy w obu regionach. Stan zachowania tych siedlisk w obydwu regionach jest w przeważającej części niezadowalający bądź zły. W latach 2013–2018 stan ochrony większości siedlisk wodnych i nadwodnych generalnie uległ pogorszeniu. Tylko jedno siedlisko (jeziora dystroficzne) wykazuje właściwy stan ochrony, co wynika głównie z utrudnionej dostępności do tego typu ekosystemów i ograniczonej penetracji człowieka. Pomimo niezadowalającego stanu zachowania i ochrony, ogólny trend stanu siedlisk wodnych i nadwodnych w większości przypadków został uznany za stabilny. Siedlisko „twardowodne oligo- i mezotroficzne zbiorniki z podwodnymi łąkami ramienic *Charatea*” zostało uznane w Polsce za priorytetowe pod względem potrzeby ochrony.

Grupa siedlisk źródłiskowych i torfowiskowych w Polsce obejmuje 7 typów siedlisk przyrodniczych, sześć w obu regionach biogeograficznych i jedno wyłącznie w regionie kontynentalnym. Tylko jedno siedlisko, tj. źródłiska wapienne w regionie alpejskim, ma

właściwy stan ochrony (stan pozostałych siedlisk w grupie jest niewłaściwy bądź zły). W latach 2013–2018 zaobserwowano stosunkowo stabilny stan (choć niewłaściwy) większości siedlisk w regionie alpejskim oraz wzrost udziału siedlisk w stanie złym w regionie kontynentalnym (Cieśla i in. 2021).

Oceny stanu ochrony gatunków ptaków w Polsce, przeprowadzone w latach 2013–2018, wskazują na pogarszającą się sytuację pospolitych ptaków krajobrazu rolniczego (22 gatunki objęte monitoringiem) oraz ptaków terenów podmokłych (23 gatunki). Odmierna sytuacja charakteryzuje grupę 34 gatunków pospolitych ptaków leśnych – w tym przypadku liczebność populacji badanych gatunków wzrasta (Wardecki i in. 2021).

Dobry stan ochrony wykazują ssaki, natomiast w niezadowolającym stanie ochrony jest większość gatunków płazów, motyli oraz ryb i minogów. Złym stanem ochrony wykazuje się kilka gatunków ssaków morskich w regionie Morza Bałtyckiego (Makomaska-Juchiewicz i in. 2021).

Ogólnie stan ochrony większości ocenianych gatunków roślin naczyniowych jest właściwy, natomiast w przypadku niektórych taksonów porostów i mchów stan ochrony oceniono jako niezadowolający (Leśniański i in. 2021).

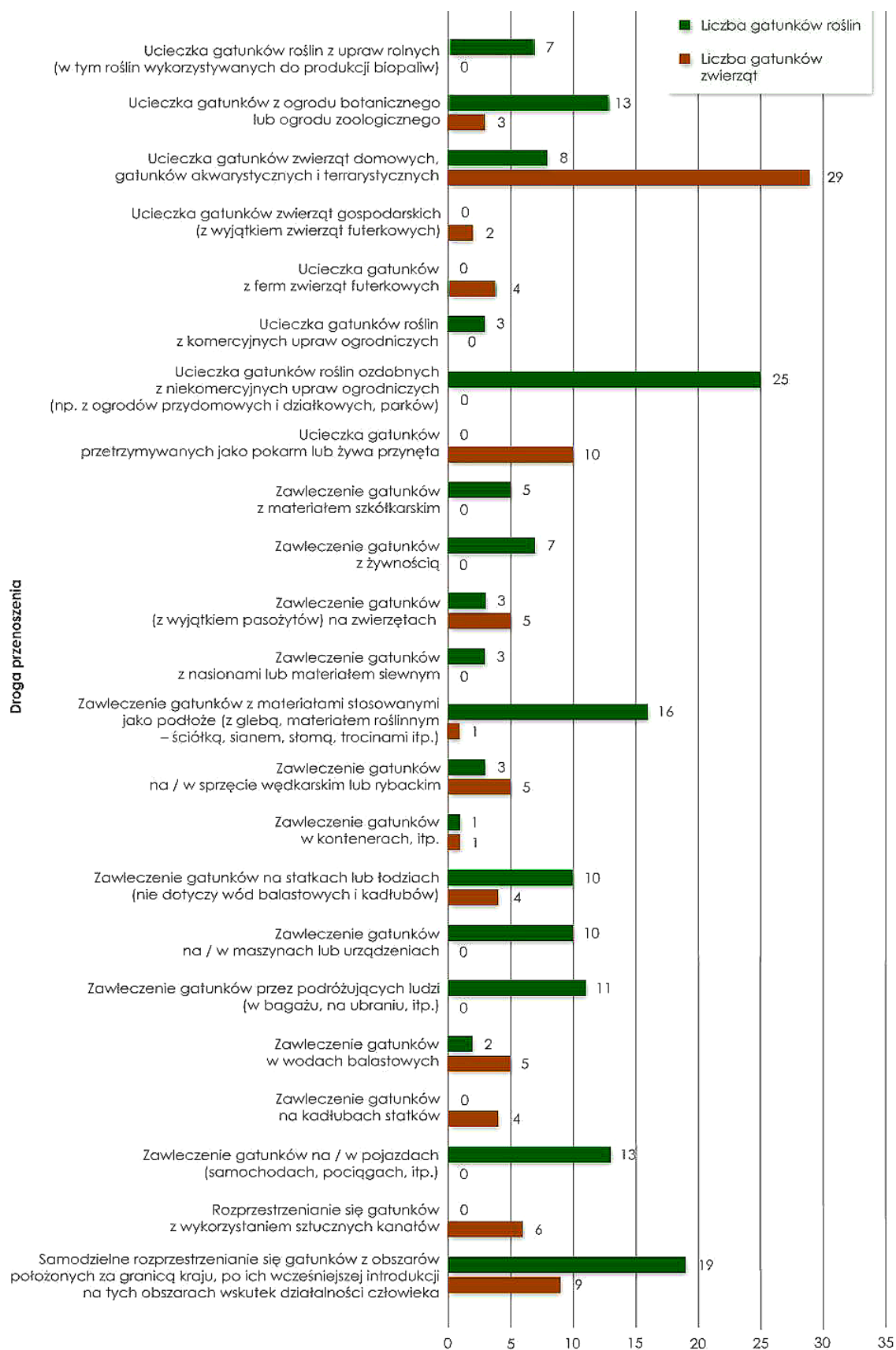
7.5 Introdukcja gatunków obcych

Inwazje biologiczne uznawane są za jedno z największych zagrożeń dla przyrody i różnorodności biologicznej. Poza przyczynianiem się do wymierania gatunków rodzimych, gatunki obce mogą całkowicie zmieniać strukturę cennych siedlisk, a nawet funkcjonowanie całych ekosystemów. Negatywne oddziaływania na różnorodność biologiczną mogą wynikać z ich drapieżnictwa, konkurencji z rodzimymi gatunkami o pokarm i miejsca rozrodu, a w niektórych przypadkach – pasożytnictwa¹⁸.

Introdukcje gatunków obcych, zwłaszcza przypadkowe, zdarzały się w Polsce od czasów historycznych, a nawet prehistorycznych, jednakże ich częstotliwość, w tym także tych o charakterze inwazyjnym, wyraźnie wzrosła w ostatnim dwudziestolecu XX wieku i w początkach XXI wieku (ponad dwukrotnie), czego przyczyną było zwiększenie tempa rozwoju komunikacji międzynarodowej (Głowaciński i in. 2012).

Obecnie ocenia się, że obcych gatunków roślin zadomowionych w skali kraju jest 437, a występujących tylko lokalnie – 108 (bez gatunków uprawianych, przejściowo dziczących), z czego gatunków inwazyjnych w skali kraju jest 35, w skali regionalnej – 28, w skali lokalnej – 9, a potencjalnie inwazyjnych – 12. Sumarycznie za inwazyjne można uznać 84 gatunki roślin, czyli 15,4% obcych gatunków zadomowionych (Tokarska-Guzik i in. 2012, Tokarska-Guzik, Dajdok 2021). W przypadku fauny w opracowaniach odnotowano 305 gatunków zwierząt obcego pochodzenia (z czego tylko część jest inwazyjna), sprowadzonych przez człowieka do Polski celowo lub zawleczonych w różnych okolicznościach, co stanowi niespełna 1% ogólnej liczby gatunków zwierząt występujących w Polsce (ryc. 71).

¹⁸ <https://www.iop.krakow.pl/ias/problemy/skutki-inwazji>



Ryc. 71. Drogi przenoszenia gatunków obcych na teren Polski

Źródło: GDOŚ 2018

7.6 Lesistość

Stan obszarowy lasów w Polsce jest dobry, od lat 50. XX wieku obserwowany jest przyrost powierzchni leśnej, co jest wynikiem realizowanej polityki zwiększającej lesistość kraju. Na przestrzeni lat powierzchnia lasów znacząco się zmieniła. Najintensywniejsze zmiany lesistości przypadły na lata 1950–1970, kiedy wskaźnik lesistości wzrósł z 21,7% (lata 50. XX wieku) do 27,3% (lata 70. XX wieku). W kolejnych latach wzrost był znacznie niższy, a w latach 90. XX wieku poziom lesistości kraju wynosił 28% powierzchni (Poławski, 2009). Obecnie w Polsce lasy pokrywają około 30,9% powierzchni lądowej kraju, z uwzględnieniem gruntów związanych z gospodarką leśną (BDL). Powierzchnia leśna w Polsce jest zbliżona do przeciętnej lesistości świata (30,6%), jak również lesistości Europy (bez Rosji) wynoszącej 32,2% (FAO, UNEP 2020).

Warto zauważyć, że w Polsce od 2000 roku drastycznie maleje powierzchnia odnowień i zalesień na gruntach rolnych i nieużytkach (w 2000 roku około 23 tys. ha wobec około 1,2 tys. ha w 2019 roku) (BDL), co jest wynikiem zmiany kryteriów przeznaczania prywatnych gruntów rolnych do zalesienia w ramach Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich. Podobny spadek nastąpił w powierzchni zalesień w Lasach Państwowych, gdzie w 2004 roku zalesiono 9,7 tys. ha, a w 2017 roku zaledwie 487 ha. Przyczyną było zmniejszenie powierzchni gruntów porolnych i nieużytków przekazywanych Lasom Państwowym.

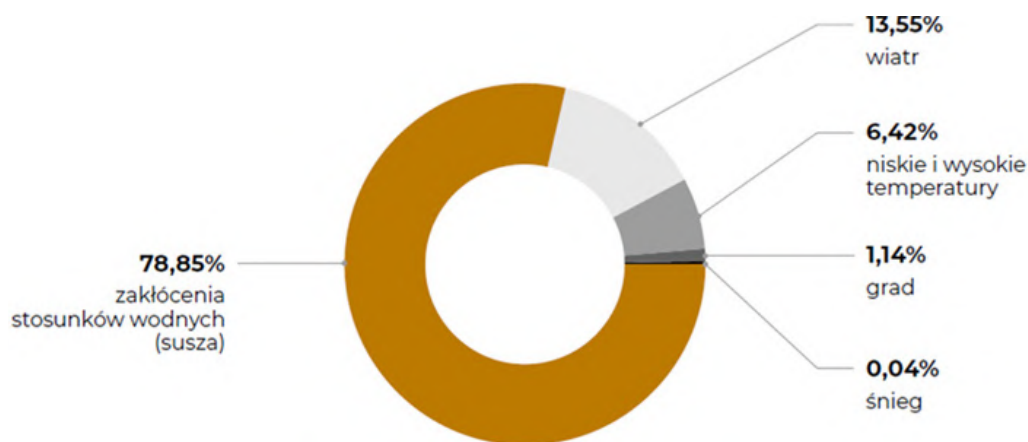
7.7 Wpływ zmian klimatu na różnorodność biologiczną

Bezprecedensowe tempo zmian klimatu zagraża różnorodności biologicznej na świecie, w Europie i w Polsce. Szczególnie wrażliwe na postępujące zjawisko suszy są gatunki i ekosystemy wodne oraz od wód zależne, jak również naturalne zasoby złóż torfów. Pogłębiające się zjawisko suszy może prowadzić w przyszłości do nieodwracalnych zmian: stopniowego zaniku lub przesuwania zasięgów występowania gatunków wodnych i od wód zależnych oraz związanych z nimi cennych przyrodniczo siedlisk (Kotowski 2018).

W ekosystemach leśnych może dojść do zmiany składu gatunkowego oraz typów lasów na skutek zmian średniej temperatury powietrza oraz wielkości opadów, a więc także spadku wilgotności w lasach (wpływającej na wzrost ryzyka pożarowego oraz procesu mineralizacji gleb) (por. rozdział 4.3). Silne osłabienie lasów sprzyja podatności na uszkodzenia spowodowane przez owady i patogeny.

Jak wynika ze zgromadzonych przez PGL LP danych (lata 2015–2018 oraz 2020 rok), zakłócenia stosunków wodnych są głównym czynnikiem abiotycznym powodującym uszkodzenia i osłabienia drzewostanów w lasach. W ostatnich 6 latach powierzchnia lasów uszkodzonych przez silną suszę wynosiła ponad 300 tys. ha, co stanowiło ponad połowę powierzchni, na której występowały uszkodzenia spowodowane różnymi czynnikami abiotycznymi i antropogenicznymi. W 2020 roku udział szkód spowodowanych przez suszę wyniósł ponad 78% wszystkich szkód, które wystąpiły wskutek czynników abiotycznych na

terenie całego kraju (RDLP w Zielonej Górze – 99%, Radomiu – 98%, Szczecinku i Poznaniu – 97%, Pile – 94%, Toruniu – 90%) (IBL 2021, IBL 2021a).



Ryc. 72. Procentowy udział powierzchni drzewostanów w PGL LP uszkodzonych przez czynniki abiotyczne w 2020 roku (DGLP)

Źródło: Lasy Państwowe 2020

Analiza występowania suszy atmosferycznej w latach 1987–2018 wykazała, że zjawisko to ulega nasileniu. Wyniki badań wskazują, że niemal 45% terenów rolnych i leśnych zagrożonych jest występowaniem suszy. W kolejnych latach należy się spodziewać nasilenia zjawiska suszy, co może skutkować nieodwracalnymi zmianami w cennych przyrodniczo obszarach, np. obniżeniem odporności ekosystemów leśnych i stopniowym zanikaniem ekosystemów zależnych od wód.

8 Ocena trendów w środowisku

8.1 Zmiany presji i stanu środowiska

Rozpoznanie presji i stanu środowiska w Polsce w odniesieniu do czterech głównych trendów środowiskowych wskazuje wiele niekorzystnych zmian. Obserwuje się negatywne tendencje w stanie środowiska naturalnego – powietrza, gleb, wody, surowców naturalnych i różnorodności biologicznej – mimo podejmowania wielu działań na rzecz zmniejszenia presji na środowisko. W poniższej tabeli (tab. 3) zestawiono wyniki oceny zmian presji i stanu środowiska, które uwzględniono w analizie trendów w środowisku na poziomie światowym, europejskim i krajowym.

Tab. 3. Ocena zmian presji i stanu środowiska (wybrane elementy analizy trendów w środowisku)

Presje i stan środowiska	Świat	Europa	Polska
Klimat			
Emisja gazów cieplarnianych	V	Λ	Λ
Stężenie gazów cieplarnianych w atmosferze	V	X	X
Występowanie zjawisk ekstremalnych związanych ze zmianami klimatu	V	V	V
Powietrze atmosferyczne			
Emisja zanieczyszczeń do powietrza	–	Λ	Λ
Jakość powietrza	–	Λ	Λ
Gleba			
Wykorzystanie nawozów	V	V	–
Jakość gleb	V	V	–
Przesuszenie gleb	V	V	V
Woda			
Pobór wody	V	Λ	Λ
Stres wodny	V	–	V
Częstotliwości występowania suszy	V	V	V
Jakość wód powierzchniowych (w tym eutrofizacja)	V	–	Λ
Poziom oceanu światowego	V	V	V
Temperatura oceanu światowego	V	V	V
Zakwaszenie wód oceanu światowego	V	V	V
Stężenia substancji niebezpiecznych w wodach oceanu światowego	V	V	Λ

Presje i stan środowiska	Świat	Europa	Polska
Surowce i odpady			
Pozyskanie surowców	V	-	-
Produktywność zasobów	-	Λ	-
Ślad materiałowy	V	V	V
Wytwarzanie odpadów	V	V	V
Różnorodność biologiczna			
Fragmentacja krajobrazu i siedlisk	V	V	V
Status siedlisk wodnych i lądowych	V	V	V
Eksploatacja organizmów	V	V	-
Inwazje gatunków obcych	V	V	V
Gatunki zagrożone wyginięciem	V	V	V
Populacje wielu gatunków, w tym pożytecznych gospodarczo	V	V	-
Pokrycie lasami w stosunku do powierzchni lądowej (lesistość)	V	-	-
Ocena trendu			
V	Następuje zwiększenie presji lub pogorszenie jakości środowiska		
-	Trend zmian jest trudny do jednoznacznej oceny		
Λ	Następuje zmniejszenie presji lub poprawa jakości środowiska		
X	Zjawisko globalne (nierozpatrywane w skali regionalnej)		

Źródło: opracowanie własne

8.2 Potencjalne konsekwencje trendów środowiskowych

Przyjmując, że zidentyfikowane trendy w środowisku utrzymają się w kolejnych dekadach, można określić ich potencjalne konsekwencje dla rozwoju Polski. Konsekwencje te odnoszą się do następstw – zwiększających się presji na środowisko oraz niekorzystnych zmian stanu poszczególnych elementów środowiska – które potencjalnie mogą wystąpić w Polsce i mieć wpływ na społeczeństwo, gospodarkę, przestrzeń. Jednocześnie istnieją związki pomiędzy presjami i stanem środowiska – negatywne tendencje w jednym komponencie środowiska pogłębiają negatywne tendencje w innych jego komponentach, co również traktowane jest jako konsekwencja utrzymywania się danego trendu w środowisku. Trendy zachodzące w środowisku wpływają na procesy decyzyjne i funkcjonowanie na poziomie instytucjonalnym – powodują konieczność wdrażania polityk w dziedzinie ochrony środowiska. Potencjalne konsekwencje głównych czterech trendów w środowisku w wymiarze społecznym,

gospodarczym, środowiskowym, przestrzennym i instytucjonalnym przedstawiono poniżej w tabelach (tab. 4–7).

Tab. 4. Konsekwencje postępującego przekształcenia systemu klimatycznego Ziemi – dla rozwoju Polski

Poziom światowy i europejski	
społeczeństwo	<ul style="list-style-type: none"> • zwiększone przepływy migracyjne do Europy z regionów świata zagrożonych skutkami zmian klimatu
gospodarka	<ul style="list-style-type: none"> • utrudnione warunki dla prowadzenia działalności gospodarczej • rosnące zapotrzebowanie na unikalne zasoby środowiska (np. pierwiastki ziem rzadkich) wykorzystywane w transformacji energetycznej i źródłach energii bezemisyjnych (OZE, banki energii, elektromobilność) • zmiany w produkcji i łańcuchach dostaw żywności
środowisko	<ul style="list-style-type: none"> • utrata usług ekosystemowych (w tym tych związanych z pochłanianiem i sekwestracją węgla) • wzrost presji na ekosystemy związanej z migracjami ludności
przestrzeń	<ul style="list-style-type: none"> • wzrost urbanizacji jako efekt poszukiwania terenów, na których możliwe jest zaspokojenie potrzeb związanych z osiedlaniem się
instytucje	<ul style="list-style-type: none"> • rozwój współpracy międzynarodowej na płaszczyźnie przeciwdziałania zmianom klimatu (na forum UN i UE) w ramach polityki klimatycznej (np. zobowiązania wynikające z Porozumienia Paryskiego) • wzrost zapotrzebowania na rozwój badań naukowych w dziedzinie ochrony klimatu i przeciwdziałania skutkom zmian klimatu
Poziom krajowy	
społeczeństwo	<ul style="list-style-type: none"> • wzrost zagrożenia bezpieczeństwa i zdrowia ludzi w związku ze wzrostem ryzyka występowania ekstremalnych zjawisk pogodowych oraz chorób klimatozależnych • spadek bezpieczeństwa żywnościowego • wzrost zagrożenia dostaw odpowiedniej jakości wody przeznaczonej do spożycia • wzrost potrzeb związanych z planowaniem i wdrażaniem działań adaptacyjnych
gospodarka	<ul style="list-style-type: none"> • wzrost strat spowodowanych zmianami klimatu, w tym w szczególności występowaniem zjawisk ekstremalnych • wzrost kosztów ochrony zdrowia • wzrost kosztów łagodzenia zmian klimatu i przystosowywania się do ich skutków • wzrost kosztów produkcji żywności i wahania cen produktów rolnych jako wynik susz rolniczych i spadku produktywności gleb oraz zjawisk ekstremalnych niszczących uprawy (burze, gradobicia) • zmiana struktury zapotrzebowania na energię, w tym wzrost zapotrzebowania na energię do chłodzenia w związku z falami upałów • utrata zasobów przyrodniczych wykorzystywanych gospodarczo (np. w rolnictwie, turystyce) • zmiany sposobów korzystania z zasobów przyrodniczych, zasad produkcji, zachowań konsumentów (bez względu na polityki ochrony środowiska)

środowisko	<ul style="list-style-type: none"> wzrost degradacji wód śródlądowych i morskich wzrost zagrożenia pożarami lasów wzrost zapotrzebowania na wodę (w rolnictwie) spadek różnorodności biologicznej na wszystkich jej poziomach (ekosystemowym, gatunkowym, genetycznym) wzrost zagrożenia występowaniem gatunków inwazyjnych i obcego pochodzenia
przestrzeń	<ul style="list-style-type: none"> zmniejszanie powierzchni terenów nadających się do życia, ze względu na zagrożenia zjawiskami ekstremalnymi (strefa wybrzeża, tereny zagrożenia powodziowego) zmiany w strukturze funkcjonalno-przestrzennej, w tym zmiany zasięgów i struktury upraw wymuszone zmianami warunków środowiskowych zmiany w strukturze funkcjonalno-przestrzennej w wyniku konieczności wprowadzenia działań adaptacyjnych wzrost zapotrzebowania na uwzględnianie w planowaniu przestrzennym problematyki zmian klimatu (łagodzenie zmian klimatu i przystosowanie się do ich skutków)
instytucje	<ul style="list-style-type: none"> wzrost potrzeby koordynacji zarządzania kryzysowego i działań prewencyjnych (gromadzenie danych o zagrożeniach, systemy ostrzegania, reagowanie, ubezpieczenia) wzmacnianie współpracy międzysektorowej i współpracy na różnych poziomach zarządzaniach JST wzrost potrzeb w zakresie informowania i ostrzegania przed zagrożeniami i skutkami konieczność uwzględnienia aspektów zmian klimatu w procesie kształcenia wzrost znaczenia programów politycznych pro-środowiskowych wzrost zapotrzebowania na rozwój badań naukowych w dziedzinie ochrony klimatu i przeciwdziałania skutkom zmian klimatu

Źródło: opracowanie własne

Tab. 5. Konsekwencje rosnącej degradacji środowiska przyrodniczego – powietrza atmosferycznego, powierzchni ziemi i gleb, wód – dla rozwoju Polski

Poziom światowy i europejski	
społeczeństwo	<ul style="list-style-type: none"> zwiększone przepływy migracyjne do Europy w wyniku wzrostu zagrożenia zdrowia ludzi, wzrostu nierówności społecznych i napięć społecznych związanych z dostępem do dobrej jakości zasobów przyrodniczych (m.in. wody i gleb)
gospodarka	<ul style="list-style-type: none"> utrudnione warunki dla prowadzenia działalności gospodarczej zmiany w produkcji i łańcuchach dostaw żywności
środowisko	<ul style="list-style-type: none"> postępujące przekształcenie systemu klimatycznego (wzrost emisji gazów cieplarnianych w związku z degradacją gleb) utrata usług ekosystemowych
przestrzeń	<ul style="list-style-type: none"> wzrost urbanizacji jako efekt poszukiwania terenów, na których możliwe jest zaspokojenie potrzeb związanych z osiedlaniem się

instytucje	<ul style="list-style-type: none"> • współpraca międzynarodowa (na forum UN i UE) w ramach polityki ochrony środowiska • wzrost zapotrzebowania na rozwój badań naukowych w dziedzinie ochrony środowiska
Poziom krajowy	
społeczeństwo	<ul style="list-style-type: none"> • utrzymujące się zagrożenia zdrowia ludzi w efekcie zanieczyszczenia powietrza (mimo poprawy jakości w odniesieniu do niektórych zanieczyszczeń w Europie) • wzrost zagrożenia bezpieczeństwa żywnościowego w wyniku utraty produktywności gleb • wzrost zagrożenia dostaw odpowiedniej jakości wody przeznaczonej do spożycia • pogorszenie jakości wody w kąpieliskach w związku z eutrofizacją wód i wzrostem częstotliwości zakwitów sinic
gospodarka	<ul style="list-style-type: none"> • wzrost kosztów przywracania odpowiedniej jakości środowiska przyrodniczego • wzrost kosztów ochrony zdrowia • utrata lub degradacja zasobów przyrodniczych (wody powierzchniowe, gleby, populacja organizmów) wykorzystywanych gospodarczo, w tym w turystyce i rekreacji • wzrost kosztów produkcji żywności w związku z degradacją gleb • wzrost kosztów dostarczania usług i budowy infrastruktury (np. zaopatrzenia w wodę, oczyszczania ścieków) • wzrost cen nieruchomości na terenach o wysokiej jakości środowiska • zmiany sposobów korzystania z zasobów przyrodniczych, zasad produkcji, zachowań konsumentów (bez względu na polityki ochrony środowiska)
środowisko	<ul style="list-style-type: none"> • spadek różnorodności biologicznej na wszystkich jej poziomach w wyniku degradacji siedlisk • utrata usług ekosystemowych • wzrost emisji gazów cieplarnianych w związku z degradacją gleb i utratą ekosystemów torfowiskowych • wzrost degradacji ekosystemów na skutek depozycji ładunków zanieczyszczeń atmosferycznych
przestrzeń	<ul style="list-style-type: none"> • rosnące konflikty przestrzenne na terenach zdegradowanych i wokół (np. dotyczące lokalizacji zakładów) • zmiany w strukturze funkcjonalno-przestrzennej w związku z występowaniem terenów zdegradowanych (w tym zajmowanie nowych obszarów pod zabudowę)
instytucje	<ul style="list-style-type: none"> • rosnąca konieczność wprowadzenia ograniczeń związanych z emisją zanieczyszczeń do środowiska • wzrost znaczenia polityk rekultywacji obszarów zdegradowanych • rozwój współpracy JST i innych podmiotów w zakresie rozwiązywania problemów dotyczących ochrony środowiska • wzrost zapotrzebowania na rozwój badań naukowych w dziedzinie ochrony środowiska, rekultywacji i zagospodarowania terenów zdegradowanych

Źródło: opracowanie własne

Tab. 6. Konsekwencje niezrównoważonego wykorzystania surowców i gospodarki odpadami – dla rozwoju Polski

Poziom światowy i europejski	
społeczeństwo	<ul style="list-style-type: none"> wzrost kosztów utrzymania w wyniku wzrostu cen towarów i usług
gospodarka	<ul style="list-style-type: none"> wzrost rywalizacji o zasoby wpływający na zmiany cen surowców (energia, surowce mineralne, metale) zagrożenia dla gospodarki Europy z powodu uzależnienia od importu surowców, w szczególności surowców krytycznych zmiana układu sił i konkurencji na rynkach międzynarodowych
środowisko	<ul style="list-style-type: none"> wzrost stężenia zanieczyszczeń w różnych komponentach środowiska w wyniku rosnącej presji na środowisko na świecie
przestrzeń	<ul style="list-style-type: none"> nie zidentyfikowano skutków istotnych dla Polski
instytucje	<ul style="list-style-type: none"> współpraca w UE mająca na celu wdrażanie gospodarki o obiegu zamkniętym wzrost zapotrzebowania na rozwój badań naukowych w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym
Poziom krajowy	
społeczeństwo	<ul style="list-style-type: none"> wzrost niezadowolenia społecznego w wyniku rosnących kosztów odbioru odpadów od mieszkańców
gospodarka	<ul style="list-style-type: none"> wzrastająca rola transportu i wydłużenie łańcuchów dostaw (infrastruktura, centra logistyczne) wzrost kosztów produkcji (m.in. elektroniki) związany z mniejszą dostępnością surowców, koniecznością ich importu i krótszym życiem produktu (spadające wydobycie przy rosnącym popycie) wzrost kosztów gospodarki odpadami, w tym rosnące problemy samorządów związane z finansowaniem gospodarki odpadami potencjał do rozwoju technologii i przedsiębiorstw działających w obszarze gospodarki o obiegu zamkniętym rozwój szarej strefy gospodarki odpadami zmiany sposobów korzystania z zasobów przyrodniczych, zasad produkcji, zachowań konsumentów (bez względu na polityki ochrony środowiska)
środowisko	<ul style="list-style-type: none"> wzrost presji na środowisko w wyniku nielegalnego pozbywania się odpadów jako skutek rosnących kosztów odbioru odpadów postępujące przekształcenie systemu klimatycznego (wzrost emisji gazów cieplarnianych) rosnące obciążenie środowiska odpadami, w tym przenikanie mikroplastiku do gleb, wód, żywności wzrost presji na środowisko w związku z nowymi terenami eksploatacji złóż i w otoczeniu już istniejących terenów eksploatacji złóż wzrost powierzchni terenów poeksploatacyjnych, przemysłowych i byłych składowisk odpadów wymagających rekultywacji

przestrzeń	<ul style="list-style-type: none"> • zajmowanie nowych terenów pod produkcję oraz wydobycie surowców, także trudno dostępnych i wymagających użycia zaawansowanych technologii • rosnąca powierzchnia przeznaczana do składowania odpadów oraz konieczność przeznaczania nowych terenów na ten cel • nielegalne składowiska odpadów • uwolnienie terenów powydobywczych i poskładowiskowych wymagających rekultywacji i powtórnego zagospodarowania • wzrost powierzchni terenów przeznaczonych na rozwój infrastruktury transportowej (w dużych miastach i tranzyt) oraz centra dystrybucji i logistyki
instytucje	<ul style="list-style-type: none"> • konieczność przystosowania się do zmian geopolitycznych (zmiana środków ciężkości w związku z nierównomiernym występowaniem surowców strategicznych) • rosnąca potrzeba zmiany sposobów korzystania z zasobów naturalnych • wzrost znaczenia gospodarki o obiegu zamkniętym • współpraca JST i innych partnerów w zakresie gospodarki odpadami (wspólne spalarnie, składowiska) • wzrost zapotrzebowania na rozwój badań naukowych w zakresie gospodarki o obiegu zamkniętym

Źródło: opracowanie własne

Tab. 7. Konsekwencje spadku różnorodności biologicznej – dla rozwoju Polski

Poziom światowy i europejski	
społeczeństwo	<ul style="list-style-type: none"> • zwiększone przepływy migracyjne do Europy w wyniku wzrostu zagrożenia zdrowia ludzi, wzrostu nierówności społecznych i napięć społecznych związanych z utratą usług ekosystemowych niezbędnych dla funkcjonowania społeczeństw
gospodarka	<ul style="list-style-type: none"> • niekorzystne warunki do prowadzenia działalności gospodarczej • wzrost strat w sektorach gospodarki (np. rolnictwo, produkcja żywności, turystyka) na skutek utraty usług ekosystemowych
środowisko	<ul style="list-style-type: none"> • zamieranie gatunków • utrata usług ekosystemowych (pochłanianie i sekwestracja gazów cieplarnianych, fotosynteza i produkcja pierwotna, obieg pierwiastków, obieg wody) niezbędnych dla funkcjonowania Ziemi
przestrzeń	<ul style="list-style-type: none"> • wzrost urbanizacji jako efekt poszukiwania terenów, na których możliwe jest zaspokojenie potrzeb związanych z osiedlaniem się
instytucje	<ul style="list-style-type: none"> • wzmocnienie współpracy międzynarodowej w celu budowania skutecznej polityki ochrony różnorodności biologicznej (dotyczącej np. ustanawiania efektywnie zarządzanych obszarów chronionych) • wzrost zapotrzebowania na holistyczne, interdyscyplinarne badania naukowe w dziedzinie różnorodności biologicznej i jej ochrony
Poziom krajowy	
społeczeństwo	<ul style="list-style-type: none"> • wzrost zagrożenia bezpieczeństwa żywnościowego w związku z utratą usług ekosystemowych (obieg wody, zapylenie) • wzrost zagrożenia zdrowia ludzi w wyniku rozprzestrzeniania się chorób odzwierzęcych (w tym pandemii) • wzrost nierówności i napięć społecznych

gospodarka	<ul style="list-style-type: none">• wzrost kosztów ochrony zdrowia• wzrost strat w sektorach gospodarki (np. rolnictwo, turystyka) na skutek utraty usług ekosystemowych• zwiększone koszty przywracania jakości środowiska przyrodniczego• wzrost zagrożenia dla produkcji żywności i wzrost kosztów produkcji żywności• wzrost kosztów łagodzenia i adaptacji do zmian klimatu• zmiany sposobów korzystania z zasobów przyrodniczych, zasad produkcji, wzorców zachowań konsumentów (bez względu na polityki ochrony różnorodności biologicznej)
środowisko	<ul style="list-style-type: none">• pogłębiające się zaburzenia procesów przyrodniczych (tworzenie gleby, fotosynteza i produkcja pierwotna, obieg pierwiastków, obieg wody)
przestrzeń	<ul style="list-style-type: none">• zmniejszanie powierzchni terenów nadających się do życia w wyniku utraty usług ekosystemowych• zmiany struktury funkcjonalno-przestrzennej w związku z poszukiwaniem terenów, na których możliwe jest zaspokojenie potrzeb związanych z osiedlaniem się
instytucje	<ul style="list-style-type: none">• konieczność prawnej ochrony różnorodności biologicznej i wzrost zapotrzebowania na rozwój instrumentów wdrażania skutecznej ochrony• wzrost zapotrzebowania na holistyczne, interdyscyplinarne badania naukowe w dziedzinie różnorodności biologicznej i jej ochrony

Źródło: opracowanie własne

9 Podsumowanie

Mimo obserwowanej w ostatnich latach poprawy stanu środowiska, Polska stoi w obliczu wielu wyzwań środowiskowych. Niepodjęcie tych wyzwań będzie skutkowało niekorzystnym wpływem na rozwój społeczno-gospodarczy. Na przestrzeni ostatnich dekad w wielu obszarach, w szczególności dzięki wspólnej polityce UE, Polska poczyniła postępy w zakresie ograniczania emisji do środowiska i ich wpływu na środowisko oraz zdrowie ludzi. Wciąż jednak zarówno działania, jak i ich efekty są niewystarczające, aby osiągnąć cele zrównoważonego rozwoju i zapewnić czyste środowisko. Negatywne tendencje w środowisku sprawiają, że cele te najprawdopodobniej nie zostaną osiągnięte do 2030 roku (UN 2021). Pogłębiające się zmiany klimatu oraz spadek różnorodności biologicznej wymagają podjęcia działań o bezprecedensowej skali i pilności (EEA 2019).

Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu (IPCC) wskazuje, że zagrożenia klimatyczne dla środowiska naturalnego i systemów antropogenicznych będą się potęgowały wraz ze wzrostem globalnego ocieplenia o każdą kolejną dziesiątą część stopnia Celsjusza w stosunku do epoki przedprzemysłowej (IPCC 2022). Zagrożenia klimatyczne dla bezpieczeństwa i zdrowia ludzi, źródeł utrzymania, bezpieczeństwa żywnościowego i zaopatrzenia w wodę będą decydowały o rozwoju społecznym i gospodarczym. Konieczne jest obniżenie emisji gazów cieplarnianych o około połowę w nadchodzącej dekadzie, aby utrzymać globalne ocieplenie na poziomie maksymalnie 1,5°C (IPCC 2018). Jednakże przewiduje się, że globalne wykorzystanie zasobów podwoi się do 2060 roku w porównaniu z obecnymi poziomami (IRP 2019), co nie będzie sprzyjać ociążeniu celów redukcyjnych. Z kolei bezprecedensowe tempo spadku różnorodności biologicznej oznacza utratę usług ekosystemowych, które stanowią podstawę funkcjonowania życia na Ziemi (IPBES 2019). Utrata tych usług spowoduje wzrost zagrożeń bezpieczeństwa i zdrowia ludzi. Szacuje się, że na całym świecie dochodzi rocznie do około 19 milionów przedwczesnych zgonów w wyniku zanieczyszczenia powietrza, gleby, wody i żywności (UNEP 2019). Pomimo dziesięcioleci wysiłków na rzecz zrównoważonego rozwoju, wpływ ludzkości na środowisko i klimat jest większy niż kiedykolwiek wcześniej. Dekada 2020–2030 będzie miała decydujące znaczenie dla określenia szans Europy w XXI wieku (EEA 2019), w tym szans na osiągnięcie celów zrównoważonego rozwoju do 2050 roku.

Polska w odpowiedzi na opisywane trendy w środowisku będzie musiała pilnie włączyć się w osiąganie celu, którym jest przejście na gospodarkę niskoemisyjną, neutralną dla klimatu, zasobooszczędną i zachowującą różnorodność biologiczną (EC 2019a). Oznacza to przekształcenie kluczowych systemów społecznych, które wywierają presję na środowisko i klimat oraz wpływają na zdrowie. Dotyczy to w szczególności zmian w zaopatrzeniu w energię i żywność, a także zmian w zakresie mobilności, rozwoju technologii i procesów produkcyjnych, sposobów zarządzania, wzorców konsumpcji i stylu życia.

Przyjęcie zrównoważonego rozwoju jako nadrzędnego paradygmatu – który przekracza wymiar środowiskowy, społeczny, gospodarczy, przestrzenny i instytucjonalny – pozwala na ukierunkowanie i zapewnienie spójności wysiłków we wszystkich politykach

publicznych i na wszystkich poziomach, w tym działań podejmowanych na poziomie globalnym (EEA 2019). Perspektywa celów zrównoważonego rozwoju w rozumieniu relacji pomiędzy trendami rozwojowymi i ich konsekwencjami oraz w formułowaniu wyzwań rozwojowych dla Polski nie tylko integruje sposoby tworzenia wiedzy i planowania polityki, ale także daje szansę na osiągnięcie długoterminowych celów Europy, w tym Polski, w zakresie czystego środowiska i dobrobytu społeczeństw (EEA 2019).

Literatura

- BACC** 2015. *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin. Regional Climate Studies. Springer Open*. Dostępne na: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-3-319-16006-1.pdf> [data dostępu: 03.01.2022].
- BDL**. Bank Danych Lokalnych. Główny Urząd Statystyczny. Dostępne na: <https://bdl.stat.gov.pl> [data dostępu: 14.10.2022].
- CLC**. CORINE Land Cover – CLC. Dostępne na: <https://clc.gios.gov.pl/> [data dostępu: 03.01.2022].
- CBiES** GUS 2018. *Opracowanie wskaźników w zakresie gospodarki odpadami komunalnymi na poziomie gmin (NTS 5) i Regionów Gospodarki Odpadami Komunalnymi (RGOK)*. Dostępne na: <https://stat.gov.pl/statystyki-eksperymentalne/obszary-funkcjonalne-oraz-dostepnosc-terytorialna/opracowanie-wskaznikow-w-zakresie-gospodarki-odpadami-komunalnymi-na-poziomie-gmin-i-regionow-gospodarki-odpadami-komunalnymi-rgok,6,1.html> [data dostępu: 16.12.2021].
- Chylarecki** P., Chodkiewicz T., Neubauer G., Sikora A., Meissner W., Woźniak B., Wylegała P., Ławicki Ł., Marchowski D., Betleja J., Bzoma S., Cenian Z., Górski A., Korniluk M., Moczarska J., Ochocińska D., Rubacha S., Wieloch M., Zielińska M., Zieliński P., Kuczyński L. 2018. *Trendy liczebności ptaków w Polsce*. GIOŚ. Warszawa. Dostępne na: <https://monitoringptakow.gios.gov.pl/aktualnosci/trendy-liczebnosci-ptakow-w-polsce.html> [data dostępu: 3.01.2022].
- Cieśla** A., Mionskowski M., Müller I., Perzanowska J., Korzeniak J., Gawryś R., Kolada A., Barańska A., Bielczyńska A., Bociąg K., Fyałkowska K., Michałek M., Ochocka A., Opióła R., Pasztaleniec A. 2021. *Stan ochrony siedlisk przyrodniczych w Polsce w latach 2013–2018*. Biuletyn Monitoringu Przyrody 24/4. Biblioteka Monitoringu Środowiska GIOŚ. Warszawa. Dostępne na: <https://siedliska.gios.gov.pl/pl/> [data dostępu: 3.01.2022].
- Drozd** J., Licznar M., Licznar S.E., Weber J. 2002. *Gleboznawstwo z elementami petrografii*. Wyd. AR Wrocław.
- EC** 2017. *Special Eurobarometer 468: Attitudes of European citizens towards the environment*. Dostępne na: https://data.europa.eu/data/datasets/s2156_88_1_468_eng?locale=en [data dostępu: 17.12.2021].
- EC** 2019. *Special Eurobarometer 497: Attitudes of Europeans towards air quality*. Dostępne na: https://data.europa.eu/data/datasets/s2239_92_1_497_eng?locale=en [data dostępu: 17.12.2021].
- EC** 2019a. *Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady Europejskiej, Rady, Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów. Europejski Zielony Ład*. COM/2019/640 final [data dostępu: 14.10.2022].
- EC** 2021. *Climate change and environmental degradation. Megatrends HUB*. Dostępne na: https://knowledge4policy.ec.europa.eu/climate-change-environmental-degradation_en [data dostępu: 17.12.2021].
- EEA**. Baza danych. Dostępne na: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps> [data dostępu: 14.10.2022].
- EEA** 2019. *The European environment – state and outlook 2020. Knowledge for transition to a sustainable Europe*, European Environment Agency. DOI: 10.2800/96749 [data dostępu: 03.01.2022].

- EEA 2019a. *Grunty i gleby w Europie. Dlaczego konieczne jest korzystanie z tych niezbędnych i wyczerpywalnych zasobów w sposób zrównoważony?*. Dostępne na: <https://www.eea.europa.eu/pl/publications/sygnaly-eea-2019-grunty-i> [data dostępu: 02.01.2022].
- EEA 2021. *Drivers of and pressures arising from selected key water management challenges: A European overview*. EEA Report No 09/2021. Luksemburg. [data dostępu: 03.01.2022]
- EM-DAT. The international disasters database: EM-DAT. Dostępne na: <https://www.emdat.be/> [data dostępu: 16.12.2021].
- EMEP. The Emissions Database. Dostępne na: <https://www.ceip.at/webdab-emission-database> [data dostępu: 16.12.2021].
- Eurostat. *Your key to European statistic*. Dostępne na: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database> [data dostępu: 14.10.2022].
- FAO. Baza danych AQUASTAT. Dostępne na: <https://www.fao.org/aquastat/statistics/query/index.html> [data dostępu: 16.12.2021].
- FAO, UNEP 2020. *The State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people*. Rzym. Dostępne na: <https://www.fao.org/state-of-forests/en/> [data dostępu: 03.01.2022].
- GDOŚ 2018. *Analiza stopnia inwazyjności gatunków obcych w Polsce wraz ze wskazaniem gatunków istotnie zagrażających rodzimej florze i faunie oraz propozycją działań strategicznych w zakresie możliwości ich zwalczania oraz Analiza dróg niezamierzonego wprowadzania lub rozprzestrzeniania się gatunków obcych wraz z opracowaniem planów działań dla dróg priorytetowych*. Katowice–Kraków. Dostępne na: <http://projekty.gdos.gov.pl/igo-o-projekcie> [data dostępu: 03.01.2022].
- GIOŚ 2018. *Stan środowiska w Polsce: Raport 2018*. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa [data dostępu: 03.01.2022].
- GIOŚ 2020. *Ocena stanu środowiska polskich obszarów morskich Bałtyku na podstawie danych monitoringowych z roku 2019 na tle dziesięciolecia 2009-2018*. 2020, Zalewska T., Kraśniewski W. (red.). Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. Warszawa. Dostępne na: https://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/monitoring_wod/OCENA_STANU_2020_NA_TLE_2010-2019.pdf [data dostępu: 03.01.2022].
- GIOŚ 2021. *Monitoring jakości wód podziemnych*. Dostępne na: <https://mjwp.gios.gov.pl/> [data dostępu: 03.01.2022].
- Głowaciński Z. (red.) 2001. *Polska Czerwona Księga Zwierząt – Kręgowce*. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. Warszawa.
- Głowaciński Z., Okarma H., Pawłowski J., Solarz W. (red.) 2012. *Gatunki obce w faunie Polski*. Wyd. internetowe Instytutu Ochrony Przyrody PAN w Krakowie.
- GUS. Główny Urząd Statystyczny. Dostępne na: <https://stat.gov.pl/> [data dostępu: 14.10.2022].
- GUS 2020 *Ochrona środowiska*. Główny Urząd Statystyczny. Warszawa. Dostępne na: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/srodowisko/ochrona-srodowiska-2020,1,21.html> [data dostępu: 14.10.2022].
- GUS 2020a. *Rocznik Statystyczny Gospodarki Morskiej*. Główny Urząd Statystyczny, Urząd Statystyczny w Szczecinie. Warszawa. Dostępne na: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/roczniki-statystyczne/roczniki-statystyczne/rocznik-statystyczny-gospodarki-morskiej-2020,11,13.html> [data dostępu: 03.10.2022].

- GUS 2020b. Główny Urząd Statystyczny. *Energia 2020*. Dostępne na: <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/energia-2020-folder,1,8.html#> [data dostępu: 16.12.2021].
- GUS 2021. *Gospodarka paliwowo-energetyczna w latach 2019 i 2020. Analizy Statystyczne*. Warszawa. Dostępne na <https://stat.gov.pl/obszary-tematyczne/srodowisko-energia/energia/gospodarka-paliwowo-energetyczna-w-latach-2019-i-2020,4,16.html> [data dostępu: 23.01.2022].
- HELCOM 2013. *Climate change in the Baltic Sea Area HELCOM thematic assessment in 2013*. Baltic Sea Environment Proceedings No. 137. Helsinki Commission Baltic Marine Environment Protection Commission. Helsinki. Dostępne na: <https://helcom.fi/wp-content/uploads/2019/10/BSEP137.pdf> [data dostępu: 03.01.2022].
- HELCOM 2018. *State of the Baltic Sea – Second HELCOM holistic assessment 2011-2016*. 2018. Baltic Sea Environment Proceedings 155, Baltic Marine Environment Protection Commission – HELCOM. Dostępne na: <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/holistic-assessments/state-of-the-baltic-sea-2018/reports-and-materials/> [data dostępu: 03.01.2022].
- HELCOM 2021. *Baltic Sea Action Plan 2021 update*. Baltic Marine Environment. Protection Commission. Dostępne na: <https://helcom.fi/baltic-sea-action-plan/> [data dostępu: 03.01.2022].
- IBL 2021. *Raport o stanie lasów w Polsce, 2020*. Dostępne na: <https://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/publikacje/informacje-statystyczne-i-raporty/raport-o-stanie-lasow> [data dostępu: 03.01.2022].
- IBL 2021a. *Krótkoterminowa prognoza występowania ważniejszych szkodników i chorób infekcyjnych drzew leśnych w Polsce w 2021 roku*. Dostępne na: <https://www.bdl.lasy.gov.pl/portal/ochrona-lasu> [data dostępu: 03.01.2022].
- IMGW-PIB 2021. *Klimat Polski 2020*. Dostępne na: <https://www.imgw.pl/wydarzenia/raport-imgw-pib-klimat-polski-2020> [data dostępu: 16.12.2021].
- IOP 2021. *Ochrona zwierząt w Polsce*. Dostępne na: <https://www.iop.krakow.pl/pckz/default-10ba.html> [data dostępu: 03.01.2022].
- IOP 2021a. *Gatunki obce w Polsce. Skutki inwazji*. Dostępne na: <https://www.iop.krakow.pl/ias/problem/skutki-inwazji> [data dostępu: 03.01.2022].
- IOŚ-PIB 2020. *Gospodarka odpadami komunalnymi w Polsce. Analiza kosztów gospodarki odpadami-ocena potrzeb inwestycyjnych w kraju w zakresie zapobiegania powstawaniu odpadów oraz gospodarowania odpadami w związku z nową unijną perspektywą finansową 2021-2027*. Dostępne na: <https://ios.edu.pl/strona-glowna/analiza-kosztow-gospodarki-odpadami-komunalnymi/> [data dostępu: 16.12.2022].
- IOŚ-PIB 2021. *Ekspertyza na potrzeby aktualizacji Krajowego planu gospodarki odpadami (2028) – projekt z listopada 2021*.
- IPBES 2018. *Summary for policymakers of the regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. M. Fischer, M. Rounsevell, A. Torre-Marín Rando, A. Mader, A. Church, M. Elbakidze, V. Elias, T. Hahn, P.A. Harrison, J. Hauck, B. Martín-López, I. Ring, C. Sandström, I. Sousa Pinto, P. Visconti, N.E. Zimmermann, M. Christie (red.). IPBES sekretariat, Bonn, Niemcy. 48 stron. Dostępne na: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237428> [data dostępu: 03.01.2022].

- IPBES** 2019. *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. S. Díaz, J. Settele, E.S. Brondízio, H.T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K.A. Brauman, S.H.M. Butchart, K.M.A. Chan, L.A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S.M. Subramanian, G.F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razzaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y.J. Shin, I.J. Visseren-Hamakers, K.J. Willis, C.N. Zayas (red.). IPBES secretariat, Bon, Niemcy. Dostępne na: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553579> [data dostępu: 03.01.2022].
- IPCC** 2018. *Summary for Policymakers [w:] Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (red.). In Press. DOI: 10.1017/9781009157940.001. [data dostępu: 16.12.2021].
- IPCC** 2021. *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. V. Masson-Delmotte, P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, B. Zhou (red.). Cambridge University Press. In Press. DOI: 10.1017/9781009157896.001. [data dostępu: 16.12.2021].
- IPCC** 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. H.O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegria, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (red.). Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK, Nowy Jork, NY, USA, 3056 pp. DOI: 10.1017/9781009325844. [data dostępu: 16.12.2022].
- IRP** 2019. *Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want. A Report of the International Resource Panel. United Nations Environment Programme*. Nairobi, Kenia. Dostępne na: <https://www.resourcepanel.org/reports/global-resources-outlook> [data dostępu: 03.01.2022].
- IUNG** 2021. *Monitoring Chemizmu Gleb Ornych Polski*. Dostępne na: https://www.gios.gov.pl/chemizm_gleb/index.php?mod=monit [data dostępu: 10.12.2021].
- Jadczyzyn J., Bartosiewicz B.** 2020. *Procesy osuszania i degradacji gleb*. Studia i Raporty IUNG-PIB, zeszyt 64(18): 49-60.
- KG PSP.** Dane statystyczne dotyczące działań Straży Pożarnej związanych z miejscowymi zagrożeniami.
- Kotowski W.** 2018. *Usługi ekosystemowe mokradeł kluczem do zrównoważonej gospodarki wodnej. Zarządzanie zasobami wodnymi w Polsce*. Dostępne na: http://www.ratujmyrzeki.pl/dokumenty/Wiktor_Kotowski-zarzadzanie-zasobami-wodnymi.pdf [data dostępu: 03.01.2022].
- Lasy Państwowe** 2020. *Raport o stanie lasów w Polsce*. Dostępne na: <https://www.lasy.gov.pl/pl/informacje/publikacje/informacje-statystyczne-i-raporty/raport-o-stanie-lasow/raport-o-lasach-2020.pdf/view> [data dostępu: 03.01.2022].


- Leśnianański G.Z., Szmalec T. 2021. *Stan ochrony gatunków roślin w Polsce w latach 2013-2018*. Biuletyn Monitoringu Przyrody 23 (2021/3): 1–155. Biblioteka Monitoringu Środowiska GIOŚ. Warszawa. Dostępne na: <https://siedliska.gios.gov.pl/pl/> [data dostępu: 03.01.2022].
- Makomaska-Juchiewicz M., Król W., Bonk M., Zięcik A., Cierlik G. 2021. *Stan ochrony gatunków zwierząt w Polsce w latach 2013-2018*. Biuletyn monitoringu przyrody 21/1. Biblioteka Monitoringu Środowiska GIOŚ. Warszawa. Dostępne na: <https://siedliska.gios.gov.pl/pl/> [data dostępu: 03.01.2022].
- MKiŚ 2021. *Sprawozdanie z realizacji Krajowego planu gospodarki odpadami 2022 za okres od dnia 1 stycznia 2017 r. do dnia 31 grudnia 2019 r.* Dostępne na: <https://bip.mos.gov.pl/strategie-plany-programy/krajowy-plan-gospodarki-odpadami/sprawozdania-z-realizacji-krajowego-planu-gospodarki-odpadami/> [data dostępu: 10.12.2021]
- NIK 2020. *Informacja o wynikach kontroli: Przeciwdziałanie zagrożeniom wynikającym z zalegania materiałów niebezpiecznych na dnie Morza Bałtyckiego*. Najwyższa Izba Kontroli, Delegatura w Gdańsku. Warszawa. Dostępne na: <https://www.nik.gov.pl/kontrola/P/19/068/> [data dostępu: 03.01.2022].
- Nosarzewski K., Bednarczyk Z., Jagaciak M., Kołos N. (2019). *Scenariusze rozwojowe Polski w perspektywie roku 2050*. Ministerstwo Inwestycji i Rozwoju. Warszawa.
- OECD. Dostępne na: <https://data.oecd.org/> [data dostępu: 14.10.2022].
- Owczarek M., Miętus M. 2018. *Ekstremalne zjawiska meteorologiczne w Gdyni do 1950 roku*. Przegląd geofizyczny. Zeszyt 1-2, Rocznik LXIII.
- Pasztaleniec A., Kolada A., Kutyla S., Bielszyńska A., Nowak B., Hobot A., Dziura A. 2021. *Obszary ochronne zbiorników wód śródlądowych – aspekty przyrodnicze i uwarunkowania formalno-prawne*. Wydawnictwo IOŚ-PIB. Warszawa. ISBN: 978 83-60312 84-1, s. 182.
- PGW WP 2021. *Plan przeciwdziałania skutkom suszy 2021*. Dostępne na: <https://stopsuszy.pl/informacje-o-projekcie/o-projekcie/> [data dostępu: 03.01.2022].
- PGW WP 2021a. *Plan gospodarowania wodami*. Dostępne na: <https://apgw.gov.pl/> [data dostępu: 03.01.2022].
- PIG-PIB. Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy. Dostępne na: <https://www.pgi.gov.pl/> [data dostępu: 10.12.2021].
- Piniewski M., Marcinkowski P., Kardel I., Płaczkowska E., Giełczewski M., Osuch P., Michałowski R., Cordero N.V., Szcześniak M., Okruszko T. 2021. *Wykonanie obliczeń wielkości składowych bilansu wodnego przy założeniu różnych scenariuszy zmian klimatu dla obszaru całej Polski*. SGGW, IOŚ-PIB. Warszawa.
- Pińskwar I., Choryński A., Graczyk D., Szwed M., Kundzewicz Z.W. 2017. *Zmiany opadów w Polsce [w:] raport Zmiany klimatu i ich wpływ na wybrane sektory w Polsce*. 2017.
- PKN PT 2021. *Polski Komitet Normalizacyjny, Komitet Techniczny, 2020, Plan Działania KT 125*. Data: 2021-05-24. Wersja: 3. Dostępne na: https://www.pkn.pl/sites/default/files/plan_dzialania_kt_125.pdf [data dostępu: 12.12.2021].
- Poławski Z.F. 2009. *Zmiany użytkowania ziemi w Polsce w ostatnich dwóch stuleciach*. Teledetekcja Środowiska 42: 69-82.
- Prandecki K., Burchard-Dziubińska M. (red.). 2020. *Zmiana klimatu – skutki dla polskiego społeczeństwa i gospodarki*. PAN. Komitet Prognoz „Polska 2000 Plus” PAN.
- Program ochrony i zrównoważonego użytkowania różnorodności biologicznej wraz z Planem działań na lata 2015-2020*. 2015 (M.P. 2015 poz. 1207).

- Rezolucja Parlamentu Europejskiego z dnia 28 kwietnia 2021 r. w sprawie ochrony gleb* (2021/2548(RSP)).
- Siwiec E.** (red). 2022. *Atlas skutków zjawisk ekstremalnych w Polsce. Klimada 2.0*. Instytut Ochrony Środowiska-Państwowy Instytut Badawczy. Warszawa. Dostępne na: <https://klimada2.ios.gov.pl/atlas-skutkow-zjawisk-ekstremalnych/> [data dostępu: 23.01.2023].
- Skotak K., Osińska-Skotak K.** 2020. *Environmental Risks – Inequalities in Exposure to Particulate Matter among the Polish Population* [w:] Wojtyniak B., Goryński P. (red.). 2020. *Health Status of Polish Population and its Determinants*. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny. 643 s. Dostępne na: <http://bazawiedzy.pzh.gov.pl/wydawnictwa> [data dostępu: 23.01.2023].
- Smeets E., Weterings R.** 1999. *Environmental indicators: typology and overview*. Technical Report No. 25. EEA. pp. 1-20. Dostępne na: <https://www.eea.europa.eu/publications/TEC25> [data dostępu: 23.01.2023].
- Solarz W.** 2013. *Ochrona różnorodności biologicznej kraju wobec inwazji obcych gatunków roślin i zwierząt*. IOP Kraków.
- Stigebrandt A.** 2001. *Physical oceanography of the Baltic Sea* [w:] F.V. Wulff, L.A. Rahm, P.A.Larsson (red.) *Systems Analysis of the Baltic Sea*. Springer Berlin Heidelberg.
- Stolarska M.** 2020. *Stop suszy! 2020: Raport – od suszy 50-lecia do wzrostu retencji*. Państwowe Gospodarstwo Wody Polskie. Warszawa. Dostępne na: <https://www.wody.gov.pl/aktualnosci/1646-raport-stop-suszy-2020-od-suszy-50-lecie-do-wzrostu-retencji> [data dostępu: 03.01.2022].
- Strużewska J., Jefimow M., Jagiełło P., Kłeczek M., Sattari A., Gienibor A., Norowski A., Durka P., Walczak B., Drzewiecki P.** 2021. *Zmiany temperatury i opadu na obszarze Polski w warunkach przyszłego klimatu do roku 2100 – raport skrócony*. IOŚ-PIB. Warszawa. Dostępne na: <https://klimada2.ios.gov.pl/klimat-scenariusze/> [data dostępu: 16.12.2021].
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z.** 2021. Prezentacja *Inwazyjność gatunków obcych w Polsce: metody i kryteria oceny, rozwiązania strategiczne*. Dostępne na: http://projekty.gdos.gov.pl/files/artykuly/97745/Inwazyjno%C5%9B%C4%87-gatunk%C3%B3w_obych_w-Polsce_prof.Tokarska_Guzik_icon.pdf [data dostępu: 03.01.2022].
- Tokarska-Guzik B., Dajdok Z., Zając M., Zając A., Urbisz A., Danielewicz W., Hołdyński Cz.** 2012. *Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych*. GDOŚ. Dostępne na: https://www.wigry.org.pl/ros_obce_cz1a.pdf [data dostępu: 19.01.2023].
- UOKIK** 2019. *Badanie rynku usług związanych z gospodarowaniem odpadami komunalnymi w gminach miejskich w latach 2014-2019*. Dostępne na: https://uokik.gov.pl/aktualnosci.php?news_id=15715 [data dostępu: 14.12.2021].
- UOKIK** 2020. *Badanie rynku usług związanych z zagospodarowaniem odpadów komunalnych w instalacjach w latach 2014-2019*. Dostępne na: https://uokik.gov.pl/aktualnosci.php?news_id=16405 [data dostępu: 16.12.2021].
- UN** 2021. *The Sustainable Development Goals Report 2021*. Dostępne na: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/> [data dostępu: 14.10.2022].
- UNEP** 2019. *Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*. United Nations Environment Programme. Nairobi. DOI: 10.1017/9781108627146. [data dostępu: 14.10.2022].

- UNESCO** 2021. *Valuing water: Facts and figures. The United Nations World Water Development Report*. Perugia. Dostępne na: <https://www.unwater.org/publications/un-world-water-development-report-2021> [data dostępu: 03.01.2022].
- URE** 2005. Urząd Regulacji Energetyki. 2005. *Perspektywy rozwoju elektroenergetyki w świecie i w Polsce*. Dostępne na: <https://www.ure.gov.pl/pl/urząd/informacje-ogolne/edukacja-i-komunikacja/publikacje/seria-wydawnicza-bibli/perspektywy-rozwoju-el> [data dostępu: 16.12.2021].
- Wardecki Ł., Chodkiewicz T., Beuch S., Smyk B., Sikora A., Neubauer G., Meissner W., Marchowski D., Wylegała P., Chylarecki P.** 2021. *Monitoring Ptaków Polski w latach 2018-2021*. Biuletyn Monitoringu Przyrody 22: 1–80. Dostępne na: <https://siedliska.gios.gov.pl/pl/> [data dostępu: 03.01.2022].
- WB** World Bank. Data Bank. Dostępne na: <https://databank.worldbank.org/> [data dostępu: 20.01.2022].
- WB** 2018. World Bank. *What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050*. Urban Development Series. Dostępne na: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317> [data dostępu: 10.12.2021].
- WHO** 2021. *WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*. World Health Organization 2021. Dostępne na: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329> [data dostępu: 16.12.2021].
- WMO** 2019. *How to communicate drought: A guide by the Integrated Drought Management Programme in Central and Eastern Europe*. World Meteorological Organization, Global Water Partnership: Central and Eastern Europe. Dostępne na: <https://www.droughtmanagement.info/literature/GWP-how-to-communicate-drought-guide-2019.pdf> [data dostępu: 16.12.2021].
- Zarzycki K., Mirek Z., Wojewoda W., Szelań Z.** 2006. *Red list of plants and fungi in Poland. Czerwona lista roślin i grzybów Polski*. Instytut Botaniki im. W. Szafera PAN. Kraków.

Informacje o autorach


Małgorzata Bidłasik, absolwentka Międzywydziałowych Studiów Ochrony Środowiska w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, pracownik Zakładu Ocen Środowiskowych Ochrony Przyrody i Krajobrazu w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0001-9034-8243>


Aleksandra Bielczyńska, absolwentka ochrony środowiska na Uniwersytecie Warszawskim, pracownik Zakładu Ochrony Jezior w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0002-7617-5371>


Anna Bojanowicz-Bablok, absolwentka Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, pracownik Zakładu Chemii Środowiska i Oceny Ryzyka w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0003-2944-9963>

Jakub Bratkowski, absolwent Wydział Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego ze specjalnością z zakresu gospodarki przestrzennej i planowania przestrzennego, pracownik Zakładu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0001-7329-6269>


Małgorzata Hajto, absolwentka politologii Uniwersytetu Warszawskiego, kierownik Zakładu Ocen Środowiskowych, Ochrony Przyrody i Krajobrazu Instytutu Ochrony Środowiska – Państwowego Instytutu Badawczego.

 <https://orcid.org/0000-0001-5217-2523>


Agnieszka Kolada, dr. hab., prof. IOŚ-PIB, biolog, absolwentka Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego i Wydziału Ogrodnictwa i Architektury Krajobrazu Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, pracownik Zakładu Ochrony Jezior w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0003-1171-0289>

Bożena Kornatowska, doktor nauk rolniczych, absolwentka Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, pracownik Ośrodka Zrównoważonego w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0001-7771-1415>

Agnieszka Kuśmierz, doktor nauk rolniczych, absolwentka Wydziału Geologii Uniwersytetu Warszawskiego, zastępca kierownika Zakładu Ocen Środowiskowych Ochrony Przyrody i Krajobrazu w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0002-2136-9312>

Paulina Legutko-Kobus, doktor nauk ekonomicznych, absolwentka Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego, pracownik Szkoły Głównej Handlowej w Warszawie i Ośrodka Zrównoważonego w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0003-0380-8913>

Ewa Lisowska-Mieszkowska, absolwentka Wydziału Biologii oraz Międzywydziałowych Studiów Ochrony Środowiska na Uniwersytecie Warszawskim, pracownik Zakładu Kształtowania Środowiska w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0002-2144-4853>

Michał Marcinkowski, absolwent Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego, pracownik Zakładu Adaptacji do Zmian Klimatu w Krajowym Ośrodku Zmian Klimatu w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0002-1361-9430>

Agnieszka Ochocka, doktor nauk biologicznych, hydrobiolog, absolwentka Wydziału Biologii Uniwersytetu Warszawskiego, pracownik Zakładu Ochrony Wód w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0002-3863-4696>

Agnieszka Pasztaleniec, dr hab., prof. IOŚ-PIB, biolog, absolwentka Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego Jana Pawła II, pracownik Zakładu Ochrony Wód w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0001-5857-1189>


Izabela Potapowicz, absolwentka Wydziału Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej, pracownik Zakładu Ocen Środowiskowych Ochrony Przyrody i Krajobrazu w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0002-7941-2109>

Anna Romańczak, absolwentka Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego oraz studiów podyplomowych z zakresu zarządzania środowiskiem, pracownik Zakładu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0002-2226-0386>


Maciej Sadowski, prof. dr hab., klimatolog, absolwent Wydziału Nauk Przyrodniczych Uniwersytetu Wrocławskiego, pracownik Zakładu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0002-0839-0416>

Ewelina Siwiec, doktor nauk inżynierijsko-technicznych, absolwentka ochrony środowiska oraz zarządzania w Szkole Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, pracownik Krajowego Ośrodka Zmian Klimatu w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0002-8552-9426>

Krzysztof Skotak, doktor nauk inżynierijsko-technicznych, absolwent Wydziału Inżynierii Środowiska Politechniki Warszawskiej, kierownik Ośrodka Zintegrowanych Badań Środowiska w Instytucie Ochrony Środowiska – Państwowym Instytucie Badawczym.

 <https://orcid.org/0000-0003-2689-1182>

Spis tabel

Tab. 1. Zużycie wody w przeliczeniu na 1 mieszkańca	48
Tab. 2. Odpływ metali ciężkich do Morza Bałtyckiego w 2019 roku z największych dorzeczy Polski [t/rok]	56
Tab. 3. Ocena zmian presji i stanu środowiska (wybrane elementy analizy trendów w środowisku)	89
Tab. 4. Konsekwencje postępującego przekształcenia systemu klimatycznego Ziemi – dla rozwoju Polski	91
Tab. 5. Konsekwencje rosnącej degradacji środowiska przyrodniczego – powietrza atmosferycznego, powierzchni ziemi i gleb, wód – dla rozwoju Polski	92
Tab. 6. Konsekwencje niezrównoważonego wykorzystania surowców i gospodarki odpadami – dla rozwoju Polski	94
Tab. 7. Konsekwencje spadku różnorodności biologicznej – dla rozwoju Polski	95

Spis rycin

Ryc. 1. Model DPSIR	8
Ryc. 2. Ramy koncepcyjne analizy trendów środowiskowych	9
Ryc. 3. Wskaźnik zmian emisji CO ₂ w okresie 1990–2020 w Europie	17
Ryc. 4. Emisja całkowita GHG w poszczególnych sektorach gospodarki w Polsce w okresie 1990–2020	18
Ryc. 5. Wskaźnik zmiany emisji w poszczególnych sektorach gospodarki w Polsce w okresie 1990–2020	18
Ryc. 6. Przebieg anomalii średniej rocznej temperatury powietrza w Polsce względem średniej z lat 1981–2010	19
Ryc. 7. Umiarkowany scenariusz zmian zagrożenia termicznego w Polsce pomiędzy dekadami 2011–2020 i 2041–2050 (na skali 1 oznacza 100%)	19
Ryc. 8. Procentowa zmiana średniej sumy rocznej opadu w latach 1991–2015 w porównaniu do średniej WMO z okresu 1961–1990	20
Ryc. 9. Umiarkowany scenariusz zmian zagrożenia opadowego w Polsce pomiędzy dekadami 2011–2020 i 2041–2050 (na skali 1 oznacza 100%)	20
Ryc. 10. Zmienność miejscowych zagrożeń w Polsce w latach 2010–2020	21
Ryc. 11. Średnia liczba interwencji straży pożarnej w roku związanych z silnym wiatrem w latach 2010–2020	21

Ryc. 12. Średnia liczba interwencji straży pożarnej w roku związanych z opadami deszczu w latach 2010–2020	22
Ryc. 13. Średnia liczba pożarów lasu w roku spowodowanych przez wyładowania atmosferyczne w latach 2009–2020	23
Ryc. 14. Średnia powierzchnia lasów spalonych w roku na skutek wyładowań atmosferycznych w latach 2009–2020	23
Ryc. 15. Straty w tys. USD na 100 tys. mieszkańców w UE spowodowane zjawiskami ekstremalnymi	24
Ryc. 16. Liczba zgonów na 100 tys. mieszkańców w UE powodowanych zjawiskami ekstremalnymi	24
Ryc. 17. Szacunek wysokości strat spowodowanych przez zjawiska ekstremalne w latach 2001–2019 w cenach stałych [2020 rok]	25
Ryc. 18. Udział strat odnotowanych w poszczególnych sektorach w całości strat w Polsce spowodowanych przez zjawiska ekstremalne w latach 2001–2019 (w cenach bieżących) ...	26
Ryc. 19. Udział strat w rolnictwie spowodowanych przez zjawiska ekstremalne odnotowanych w poszczególnych województwach w latach 2001–2019 [Polska = 100%]	26
Ryc. 20. Udział strat w infrastrukturze spowodowanych przez zjawiska ekstremalne odnotowanych w poszczególnych województwach w latach 2001–2019 [Polska = 100%]	27
Ryc. 21. Liczba zgonów spowodowanych zjawiskami ekstremalnymi w Polsce w latach 1992–2020	27
Ryc. 22. Udział przyczyn zgonów spowodowanych występowaniem ekstremalnych zjawisk pogodowych w Polsce w latach 2001–2019	28
Ryc. 23. Średnie zmiany łącznej emisji pyłu PM _{2,5} w Europie w latach 1990–2019	30
Ryc. 24. Łączna emisja pyłu PM _{2,5} w Polsce w poszczególnych sektorach w latach 1990–2019	31
Ryc. 25. Średnie zmiany emisji pyłu PM _{2,5} w poszczególnych sektorach w Polsce w latach 1990–2019	32
Ryc. 26. Średni wskaźnik rocznej ekspozycji na pył zawieszony PM _{2,5} w latach 2000–2019	33
Ryc. 27. Zmiany stężeń średnich rocznych pyłu zawieszonego PM _{2,5} w okresie 2000–2019	33
Ryc. 28. Stężenie średnie roczne ważone populacyjnie pyłu PM _{2,5} w krajach Europy w 2018 roku	34
Ryc. 29. Zmiany wskaźnika zgonów w wyniku narażenia na pył zawieszony PM _{2,5} w latach 2000–2019	35
Ryc. 30. Średni wskaźnik zgonów w wyniku narażenia na pył zawieszony PM _{2,5} w latach 2000–2019	35
Ryc. 31. Stężenie średnie roczne ważone populacyjnie pyłu PM _{2,5} w powiatach w Polsce w 2018 roku	36

Ryc. 32. Udział liczby przedwczesnych zgonów w wyniku narażenia na pył PM _{2,5} w zgonach ogółem w Polsce w 2018 roku	36
Ryc. 33. Rozkład przestrzenny średniej rocznej zmiany zasklepienia gleby w latach 2006–2015	38
Ryc. 34. Zużycie mineralnych nawozów azotowych, fosforowych i potasowych [kg/ha] w latach 2010–2019 w Polsce	39
Ryc. 35. Zawartość próchnicy w glebach w województwach	40
Ryc. 36. Obszary naturalnego niedoboru wód w Polsce (a) i kategorie podatności gleb na suszę rolniczą na obszarze naturalnego niedoboru wód powierzchniowych (b)	41
Ryc. 37. Obszary, dla których udokumentowano zasoby dyspozycyjne wód podziemnych	42
Ryc. 38. Zasoby eksploatacyjne wód podziemnych w Polsce w latach 2003–2020	43
Ryc. 39. Zagrożenie suszą rolniczą na terenach rolnych i leśnych	44
Ryc. 40. Zagrożenie suszą hydrologiczną	45
Ryc. 41. Zmiany mediany rocznych wielkości wskaźnika niedoboru wody w glebie (liczby dni o ilości wody dostępnej dla roślin poniżej poziomu optymalnego) pomiędzy Horyzontem 1 (2038–2068) i Horyzontem 2 (2069–2100) a Horyzontem 0 (2006–2037) dla RCP4.5 i RCP8.5	46
Ryc. 42. Zużycie wody w Polsce w latach 2003–2020	47
Ryc. 43. Zużycie wody z wodociągów w gospodarstwach domowych w latach 2003–2020	49
Ryc. 44. Ładunki zanieczyszczeń w ściekach po oczyszczeniu	50
Ryc. 45. Stan chemiczny jednolitych części wód podziemnych w Polsce w 2019 roku	52
Ryc. 46. Stan JCWP rzecznych monitorowanych w latach 2011–2016	53
Ryc. 47. Obroty ładunkowe w głównych portach morskich	57
Ryc. 48. Surowce mineralne Polski	60
Ryc. 49. Zasoby i wydobycie rud miedzi w latach 1989–2020	61
Ryc. 50. Zasoby i wydobycie soli kamiennej w latach 1989–2020	61
Ryc. 51. Zasoby i wydobycie rud cynku i ołowiu w latach 1989–2020	62
Ryc. 52. Zasoby i wydobycie siarki w latach 1989–2020	62
Ryc. 53. Zasoby i wydobycie węgla brunatnego w latach 1989–2020	63
Ryc. 54. Zasoby i wydobycie węgla kamiennego w latach 1989–2020	63
Ryc. 55. Zużycie bezpośrednie energii wg nośników	64
Ryc. 56. Wydobycie i zużycie gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce	65
Ryc. 57. Wydobycie i zużycie węgla kamiennego i brunatnego w Polsce	65

Ryc. 58. Ilość odpadów, z wyłączeniem odpadów mineralnych, wytwarzanych rocznie w Polsce w latach 2004–2018	67
Ryc. 59. Zmiana w latach 2010–2020 metod przetwarzania odpadów z wyłączeniem odpadów mineralnych	67
Ryc. 60. Zmiana w latach 2005–2020 ilości zebranych odpadów komunalnych	68
Ryc. 61. Ilości zbieranych odpadów w gminach	69
Ryc. 62. Zmiana w latach 2005–2020 udziału odpadów komunalnych zebranych selektywnie w stosunku do odpadów komunalnych zebranych ogółem	69
Ryc. 63. Zmiana w latach 2005–2020 metod przetwarzania odpadów komunalnych	70
Ryc. 64. Wymagane i osiągnięte w latach 2004–2019 poziomy odzysku dla poszczególnych rodzajów opakowań	72
Ryc. 65. Handel wybranymi surowcami wtórnymi	74
Ryc. 66. Wskaźnik średnich cen dla szkła, plastiku oraz papieru i tektury z recyklingu w UE	76
Ryc. 67. Zajmowanie gruntów w Polsce na tle Europy	79
Ryc. 68. Tereny zajmowane pod zabudowę w obszarach Natura 2000 i parkach narodowych w latach 1990–2018	81
Ryc. 69. Bilans zmian w powierzchni obszarów przyrodniczych cennych w Polsce w latach 1990–2020	81
Ryc. 70. Udział ocen parametrów stanu ochrony oraz liczba siedlisk przyrodniczych w regionie biogeograficznym (CON – region kontynentalny, ALP – region alpejski, MBAL – region Morza Bałtyckiego) z określoną wartością oceny (FV – stan właściwy, U1 – niezadowolający, U2 – zły)	84
Ryc. 71. Drogi przenoszenia gatunków obcych na teren Polski	86
Ryc. 72. Procentowy udział powierzchni drzewostanów w PGL LP uszkodzonych przez czynniki abiotyczne w 2020 roku (DGLP)	88

Projekt pn. *Operacjonalizacja Systemu Zarządzania Rozwojem Polski. Udoskonalenie i wprowadzenie innowacyjnych i skutecznych rozwiązań do systemu społeczno-gospodarczego i przestrzennego w ramach długookresowego programowania polityki rozwoju (GOSPOSTRATEG-III/0032/2020)*, realizowany w latach 2021–2024, obejmuje między innymi opracowanie Koncepcji Rozwoju Kraju do 2050 roku (KRK 2050) oraz Modelu Struktury Funkcjonalno-Przestrzennej Kraju (Model SFP), które są głównymi elementami integracji systemu zarządzania rozwojem Polski.

Potrzeba wdrożenia zintegrowanego podejścia do zarządzania rozwojem kraju jest zakorzeniona w Strategii na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju (SOR), a trwająca reforma tego systemu stanowi bezpośrednią odpowiedź na jego dotychczasowe słabości. KRK 2050 i Model SFP są opracowywane w nawiązaniu do znowelizowanej w 2020 roku Ustawy o zasadach prowadzenia polityki rozwoju i są nowatorskimi rozwiązaniami, wcześniej niewykorzystywanymi w zarządzania krajem.

Projekt realizowany jest w sposób partycypacyjny, przy szerokim zaangażowaniu różnych środowisk i partnerów społeczno-gospodarczych. Odbiorcami wyników projektu będą przede wszystkim podmioty odpowiedzialne za tworzenie i wdrażanie polityk rozwoju – rząd i samorządy. Osiągnięte rezultaty pozwolą na wzmocnienie potencjału kadr administracji publicznej w zakresie zintegrowanego planowania i zarządzania rozwojem w różnych skalach przestrzennych (m.in. przez transfer wiedzy i dobrych praktyk). Wyniki projektu będą wspierać planowanie, wdrażanie i ocenę polityk publicznych oraz przyczynią się do wdrożenia podejścia zintegrowanego i terytorialnego w polityce rozwoju, kładącej nacisk na zrównoważony rozwój.