

MARTA POGRZEBA

Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych w Katowicach

ZANIECZYSZCZENIE ŚRODOWISKA – STAN, PROGNOZY I WYZWANIA DO 2030 ROKU (W ŚWIETLE *LAUDATO SI* 43-61)

POLLUTION OF THE ENVIRONMENT –
CURRENT STATE, PROGNOSIS AND CHALLENGES UNTIL 2030
(IN THE LIGHT OF *LAUDATO SI* 43-61)

ABSTRACT:

Przeglądowy artykuł kompleksowo przedstawia stan środowiska dla trzech jego elementów: wód, powietrza atmosferycznego i gleb, w odniesieniu do istniejących aktów prawnych, planów dotyczących środowiskowych zmian w Europie do 2030 roku, ale również naukowych wyzwań stawianych w europejskiej przestrzeni badawczej. Odnosi informacje zarówno o stanie środowiska, jak i planach stawianych globalnie społeczeństwu, naukowcom i zarządzającym do encykliki *Laudato si'* Franciszka poświęconej „trosce o wspólny dom”. Każdy z elementów środowiska omówiony został w trzech kontekstach: akty prawne regulujące i określające stopień zanieczyszczenia, zanieczyszczenie w Europie i Polsce oraz odniesienie do encykliki papieża Franciszka i wyzwania na przyszłość.

The review article comprehensively presents the state of the environment for three of its components: water, air and soil, in relation to existing legislation, plans for environmental changes in Europe until 2030, but also scientific challenges in the European Research Area. It relates the information on the state of the environment and the plan for global society, scientists and managers to Pope Francis' encyclical *Laudato si'*, dedicated to “Care for the Common Home”. Each of the environmental elements was discussed in the three contexts: legal acts regulating and defining the level of pollution, pollution in Europe and Poland, and a reference to Pope Francis' encyclical as well as challenges for the future.

1. Stan środowiska w Europie – gleba, powietrze, woda

Europejska Agencja Środowiska (EEA) 4 grudnia 2019 r. opublikowała najnowszy raport o stanie środowiska w Europie: Środowisko Europy 2020 – stan i prognozy¹. Mimo iż europejska polityka w zakresie środowiska i klimatu przyczyniła się do poprawy stanu środowiska w ciągu ostatnich dziesięcioleci, Europa nie czyni jednak wystarczających postępów, a prognozy na nadchodzące

¹ EEA, 2020, *The European environment – state and outlook 2020, Knowledge for transition to a sustainable Europe*, European Environment Agency, Luxembourg (2019).

dziesięciolecie dotyczące środowiska zawarte w raporcie nie są pozytywne. W tabeli 1 przedstawiono prognozy stanu środowiska naturalnego w Europie do 2030 r. i realizację strategii w zakresie środowiska do 2050 r.

Tabela 1. Podsumowanie tendencji w ostatnich latach oraz prognoz i perspektyw dotyczących realizacji celów polityki²

Zagadnienia tematyczne	Tendencje i prognozy		Perspektywy dotyczące realizacji celów polityki		
	Tendencje w ostatnich 10-15 latach	Prognozy do 2030 roku	2020	2030	2050
Ochrona, zachowanie i wzmacnianie kapitału naturalnego					
Chronione obszary lądowe					
Chronione obszary morskie					
Chronione w UE gatunki i siedliska przyrodnicze					
Powszechnie występujące gatunki ptaków i motyli					
Stan i usługi ekosystemów					
Ekosystemy wodne i tereny podmokłe					
Oddszywania hydromorfologiczne					
Stan ekosystemów i różnorodności biologicznej w morzach					
Oddszywanie i wpływ na ekosystemy morskie					
Urbanizacja i wykorzystanie terenów na potrzeby rolnictwa i leśnictwa					
Stan gleb					
Zanieczyszczenie powietrza i jego wpływ na ekosystemy					
Zanieczyszczenia chemiczne i ich wpływ na ekosystemy					
Zmiany klimatu i ich wpływ na ekosystemy					
Zasobooszczędna, niskoemisyjna gospodarka o obiegu zamkniętym					
Efektywne gospodarowanie materiałami					
Wykorzystywanie materiałów w obiegu zamkniętym					
Wytwarzanie odpadów					
Gospodarowanie odpadami					
Emisje gazów depletionarych i wysłek redukcyjny					
Efektywność energetyczna					
Odnawialne źródła energii					
Emisje zanieczyszczeń powietrza					
Emisje zanieczyszczeń przemysłowych					
Czyste technologie i procesy przemysłowe					
Emisje chemicznych					
Pobór wody i jego wpływ na wody powierzchniowe i gruntowe					
Zrównoważone wykorzystywanie mórz					
Ochrona przed zagrożeniami ze strony środowiska dla zdrowia i jakości życia człowieka					
Ścieżenia zanieczyszczeń powietrza					
Wpływ zanieczyszczenia powietrza na zdrowie człowieka i jakość życia					
Narazenie ludności na hałas w środowisku i jego wpływ na zdrowie człowieka					
Zachowanie obszarów czysty					
Oddszywanie zanieczyszczeń na stan wód i w powiązaniu, na zdrowie człowieka					
Zanieczyszczenia chemiczne a zagrożenia dla zdrowia oraz jakości życia człowieka					
Zagrożenia dla społeczeństwa związane ze zmianami klimatu					
Strategie i plany adaptacji do zmian klimatu					
Poglądowa ocena tendencji w ostatnich 10-15 latach oraz prognozy na 2030 rok			Poglądowa ocena perspektyw dotyczących realizacji wybranych celów polityki		
	Dominują pozytywne tendencje/osiągnięcia			W dużej mierze na dobrej drodze	
	Tendencje/osiągnięcia niejednoznaczne			Częściowo na dobrej drodze	
	Dominują tendencje/osiągnięcia negatywne			W dużej mierze na niewłaściwej drodze	

W raporcie jasno wskazano, że środowisko naturalne nie jest właściwie chronione, zabezpieczone i nie rozwija się zgodnie z założeniami 7 Unijnego Programu działań (*Dobrze żyć w granicach naszej planety*)³ w zakresie środowiska

² <https://www.eea.europa.eu/pl/highlights/stan-srodowiska-w-europie-w> [dostęp: 26.05.2021].

³ 7th Environment Action Programme UE, Decision No 1386/2013/EU of the European Parliament and of the Council of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 *Living well, within the limits of our planet*.

do 2020 r., przyjętego w 2013 r. przez Parlament Europejski i Radę Europejską. Jak podano w raporcie, tylko niewielka pula gatunków chronionych (23%), jak i siedlisk (16%), jest właściwie chroniona, zaś Europa nie jest na dobrej drodze do osiągnięcia ogólnego celu, jakim jest powstrzymanie utraty różnorodności biologicznej do 2020 r. Jak wskazano, poprawiła się nieznacznie jakość wód zarówno płynących, jak i stojących, ale UE jest daleka od osiągnięcia dobrego stanu ekologicznego dla wszystkich wód do 2020 r. Podobnie jest ze zrównoważonym gospodarowaniem gruntami, które się nieznacznie poprawiło, ale fragmentacja krajobrazu nadal się utrzymuje. Zanieczyszczenie powietrza nadal wpływa na różnorodność biologiczną i ekosystemy, a 62% powierzchni ekosystemów w Europie jest narażonych na nadmierne poziomy azotu, powodując eutrofizację zbiorników wodnych. Zmiany te spowodowane są przez zintensyfikowane rolnictwo, rybołówstwo, transport, przemysł (emisje przemysłowe) i produkcję energii (nadmierne wykorzystanie zasobów naturalnych)⁴.

Doniesienia o stanie środowiska, przedstawione przez organy KE, które wymaga bezwzględnej poprawy i działania społeczeństwa, podjęte zostały również w encyklice *Laudato si'* Ojca Świętego Franciszka poświęconej „trosce o wspólny dom”⁵. W swoich rozważaniach Franciszek potwierdza, że dobrobyt społeczny w dużej mierze zależy od zasobów naturalnych oraz tak zwanych usług ekosystemowych, takich jak rolnictwo, rybołówstwo i leśnictwo, jakie świadczy dla nas środowisko. Jednocześnie wskazuje, że konieczne jest odbudowanie więzi społecznej, powiązanej z działaniami na rzecz środowiska. Píše: „Talenty i zaangażowanie każdego z nas są potrzebne do naprawienia szkód spowodowanych przez ludzi w odniesieniu do stworzenia Bożego”. Tym stworzeniem Bożym jest ziemia z wszystkimi jej elementami przyrody ożywionej i nieożywionej. Jak píše dalej „Wszyscy możemy współpracować jako narzędzia Boga w trosce o stworzenie, każdy ze swoją kulturą i doświadczeniem, swoimi inicjatywami i możliwościami”. Bezsprzecznie dostrzega zły stan środowiska naturalnego, a wiedzę, jak píše, czerpie z przeglądu różnych aspektów obecnego kryzysu ekologicznego, korzystając z najlepszych badań naukowych, prognoz oraz działań, jakie są niezbędne do podjęcia jak najszybciej. Zwraca również uwagę na konieczność wypracowania takich narzędzi w ramach polityki międzynarodowej, które nie będą ograniczały funkcjonowania społeczeństw państw najbardziej ubogich czy rozwijających się, ale pozwolą zaangażować się na rzecz środowiska. Jak podkreśla Franciszek, musimy znacznie więcej inwestować w badania, aby lepiej zrozumieć zachowanie ekosystemów i właściwie analizować różne zmienne, wpływające na wszelkie istotne modyfikacje środowiska oraz znaleźć rozwiązania, które pozwolą pogodzić rozwój państw biedniejszych ze zrównoważonym zarządzaniem środowiskiem.

⁴ EEA, 2020, *The European environment – state and outlook 2020...* (2019).

⁵ Franciszek, *Laudato si'* (2015) [dalej: LS].

2. Gleba

2.1. Akty prawne regulujące stan środowiska glebowego

Gleby są powszechnie uważane za zasoby nieodnawialne ze względu na ich wyjątkowo wolne tempo tworzenia się. Proces regeneracji gleby jest bardzo złożony, a przywrócenie zdegradowanej gleby do pierwotnego stanu i uzyskanie około 2,5 cm warstwy wierzchniej zająć może nawet 500 lat⁶. Biorąc pod uwagę ważną rolę, jaką gleby odgrywają dla zdrowia ludzi i ochrony środowiska, podkreślenie konieczności ich ochrony również w kontekście politycznym ma zasadnicze znaczenie dla zagwarantowania dostępności tych zasobów w przyszłości. Obecnie nie ma wspólnego prawodawstwa UE w zakresie ochrony gleby. W ostatnich latach podjęto różne próby na szczeblu UE w zakresie ochrony gleby, poczynając od komunikatu KE COM (2002) 179 *W kierunku strategii tematycznej w zakresie ochrony gleby*⁷, w którym określono różne zagrożenia dla gleby istotne dla obszaru UE, takie jak erozja, spadek zawartości materii organicznej, zanieczyszczenie, uszczelnienie, zagęszczenie, utrata bioróżnorodności, zasolenie oraz powodzie i osuwiska.

Analiza wykonana przez Paleari (2017)⁸ 39 dokumentów prawnych i 50 przepisów obowiązujących w krajach UE pokazuje, że obecnie ochrona gleby wygląda jak niespójny produkt uboczny kilku aktów prawnych UE, rozproszonych w różnych dziedzinach polityki, a zatem wydaje się niewystarczająca, aby osiągnąć cele polityki UE w zakresie gleby. Przepisy dotyczące gleby mają często ograniczony zakres i mają głównie charakter niewiążący lub mało wiążący, zapobiegawczy i jakościowy. Od niefortunnego wycofania przygotowanej w 2014 r. Ramowej Dyrektywy Glebowej minęło prawie 7 lat, a gleba jako jedyny zasób środowiska nie została objęta żadną ramową dyrektywą. Zatem konieczne jest bezwzględnie przyjęcie Dyrektywy Glebowej jak najszybciej przez KE, która zapoczątkowała te działania końcem 2020 roku i opublikowała Mapę Drogową dla Nowej Strategii Glebowej. Ponadto ważną inicjatywą na poziomie światowym jest zatwierdzony przez Zgromadzenie Ogólne Narodów Zjednoczonych we wrześniu 2015 r. dokument dotyczący wyznaczenia Celów Zrównoważonego Rozwoju (Sustainable Development Goals). Sformułowane w dokumencie 17 celów zrównoważonego rozwoju stanowi poważne wyzwanie dla społeczeństw i rządów, ponieważ dotyczy globalnych zmian w rozwoju społecznym i działaniach, które mają zostać osiągnięte do 2030 r. Znaczenie gleb dla kolejnych celów zrównoważonego rozwoju podsumowano na Rysunku 1. W szczególności Cel 15 dotyczy osiągnięcia ochrony funkcji gleby do 2030 r., w tym zwalczanie pustynnienia, przywracanie

⁶ D. Pimentel i in., *Will limited land, water and energy control human population numbers in the future?*, „Human Ecology” t. 38 (2010), s. 599-611.

⁷ *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Towards a thematic strategy for soil protection*, COM (2002), 179 final.

⁸ S. Paleari, *Is the European Union protecting soil? A critical analysis of Community environmental policy and law*, „Land use policy” t. 64 (2017), s. 163-173.

zdegradowanych gruntów i gleby oraz stworzenie takiej symbiozy z naturą, aby działalność człowieka nie powodowała degradacji gleby. W dokumencie ONZ znajdują się dwa odniesienia do zanieczyszczenia gleby: Cel 3.9 proponuje ograniczenie skutków zagrożenia substancjami obecnymi w powietrzu, wodzie i glebie oraz wpływu na zdrowie ludzkie, a Cel 12.4 promuje lepsze zarządzanie związkami chemicznymi i odpadami, ograniczając ich uwalnianie do powietrza, wody i gleby, aby zminimalizować ich niekorzystny wpływ na zdrowie ludzi i środowisko (Rysunek 1).

Rysunek 1. Cele Zrównoważonego Rozwoju dotyczące gleby⁹



⁹ <https://www.eea.europa.eu/pl/sygnal42y/sygnaly-2019/infografika> [26.05.2021].

Dla gleby najważniejszym aspektem jest wprowadzenie zrównoważonego zarządzania oraz wielofunkcyjnego użytkowania¹⁰. Dlaczego zrównoważone zarządzanie terenami oraz ich wielofunkcyjne użytkowanie są tak ważne? To pytanie zadaje prof. Johan Bouma (2021)¹¹ w kontekście np. żywienia 9,7 miliarda mieszkańców świata w 2050 r. Jak podaje Bouma (2021)⁶, MLU (Multifunctional Land Use) ma kluczowe znaczenie przy rozważaniu Celów Zrównoważonego Rozwoju ONZ (SDGs), w której nacisk powinien być położony nie tylko na produkcję roślinną (SDG2), ale jednocześnie na szereg powiązanych warunków środowiskowych pod względem dobrej jakości wód gruntowych i powierzchniowych (Cel 6), niską emisję gazów cieplarnianych i wychwytywanie dwutlenku węgla (Cel 13) oraz różnorodność biologiczną i ochronę przyrody (Cel 15). Jak podaje Schröder i współautorzy (2020)⁵, zarówno SDGs (ONZ), jak i Zielony Ład (The Green Deal, 2019)¹² są ważne, ponieważ przedstawiają zrównoważony rozwój w sposób jasny, przejrzysty i prawnie wiążący, tworząc konkretne cele, do których należy dążyć, definiując usługi ekosystemowe związane z użytkowaniem gruntów¹³. 11 grudnia 2019 r. Komisja Europejska przyjęła nową strategię Zielony Ład na rzecz wzrostu, służącą przekształceniu Unii w nowoczesną, zasobooszczędną i konkurencyjną gospodarkę, która w 2050 r. osiągnie zerowy poziom emisji gazów cieplarnianych netto (czyli stanie się kontynentem neutralnym klimatycznie). Ten dokument zapoczątkował wprowadzenie w 2020 r. szeregu strategii, w tym dotyczących środowiska (20 maja 2020 r. – Strategia na rzecz Bioróżnorodności¹⁴ i Od Pola do Stołu¹⁵, 19 listopada 2020 r. – Energia z morskich źródeł odnawialnych¹⁶ czy 9 grudnia 2020 r. Europejski Pakt na Rzecz Klimatu¹⁷). W przeszłości niedoceniany był fakt, że ochrona gleby ma fundamentalne znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania obszarów wiejskich i miejskich, kształtowania warunków życia człowieka oraz utrzymania bezpieczeństwa środowiskowego, uzależnionego w znacznym stopniu od funkcji retencyjnej gleby (magazynowanie wody, zapobieganie powodziom,

¹⁰ J.J. Schröder i.in., *Multifunctional land use is not self evident for European farmers: a critical review*, „Front Environ. Sci.” 2020.

¹¹ J. Bouma, *How to Realize Multifunctional Land Use as a Contribution to Sustainable Development*, „Frontiers in Environmental Science” 2021, s. 1-5.

¹² The Green Deal, 2019. A European Green Deal as part of Commission priorities for 2019-2024, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en [dostęp: 26.05.2021].

¹³ S. Keesstra i in., *The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals*, „Soil” t. 2 (2016), s.111-128.

¹⁴ *EU Biodiversity Strategy for 2030 – Bringing nature back into our lives*; Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and Committee of the Regions; COM (2020) 380 final.

¹⁵ *EU A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*; Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and Committee of the Regions, Brussels 2020, COM (2020) 381 final.

¹⁶ *EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future*, Communication from the commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels, COM/2020/741 final.

¹⁷ EC, *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions European Climate Pact*, Brussels, COM (2020) 788 final.

ograniczanie suszy), filtracyjnej (unieszkodliwianie zanieczyszczeń) czy zapewnienia bioróżnorodności roślin i zwierząt¹⁸.

W Polsce od 1995 r. funkcjonuje stały monitoring gleb pod nazwą Monitoring Chemizmu Gleb Ornych Polski. Program ten stanowi element Państwowego Monitoringu Środowiska (PMŚ). Celem badań jest kontrola szerokiego zakresu parametrów gleb użytkowanych rolniczo, szczególnie właściwości chemicznych, zachodzących pod wpływem rolniczej i pozarolniczej działalności człowieka. W 5-letnich odstępach próbki glebowe są pobierane z 216 stałych punktów pomiarowo-kontrolnych, zlokalizowanych na gruntach ornych, charakterystycznych dla pokrywy glebowej kraju¹⁹.

2.2. Zanieczyszczenie gleby w Europie i Polsce

Panagos i wsp. (2013)²⁰ oszacowali, że obszary skażone i potencjalnie zanieczyszczone stanowią na jednego mieszkańca w Unii Europejskiej około 0,005 miejsc, przy populacji w Europie na poziomie 1 mld ludzi. Na podstawie tych danych Horta i wsp. (2015)²¹ oszacowali, że gospodarki wschodzące mają 0,0025 zanieczyszczonych terenów i potencjalnie skażonych na mieszkańca, ich populacja wynosi 2 miliardy, zaś gospodarki rozwijające się mają 0,001 zanieczyszczonych terenów i potencjalnie skażonych na mieszkańca, a ich populacja wynosi 4 miliardy. Kraje europejskie przywróciły do ponownego użytkowania tylko 5% terenów zdegradowanych²² lub zidentyfikowanych jako potencjalnie zanieczyszczone, podczas gdy szacuje się, że liczba odnotowanych zanieczyszczonych miejsc w Europie wzrośnie o 50% do 2025 r.²³

Zanieczyszczenie to chemiczna degradacja gleb, która ma wpływ na zdrowie ludzi i środowisko oraz ogranicza zdolność gleb do świadczenia usług ekosystemowych²⁴. Wśród usług ekosystemowych świadczonych przez glebę wymienić można: wytwarzanie odpowiednich ilości wysokiej jakości i bezpiecznej żywności, paszy, włókien i innej biomasy dla przemysłu, tworząc podstawy biogospodarki, magazynowanie i oczyszczanie wody, regulację przepływów, regulację warstw wodonośnych oraz zmniejszanie skutków susz i powodzi, pomagając tym samym w adaptacji do zmian klimatycznych. Usługą ekosystemową gleby jest również wychwytywanie węgla z atmosfery i zmniejszanie emisji gazów cieplarnianych z gleb, co przyczynia się do adaptacji i łagodzenia skutków zmian klimatu.

¹⁸ GIOŚ, *Stan środowiska w Polsce. Raport 2018 rok*, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa (2018).

¹⁹ GIOŚ, *Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2016-2020*, Warszawa 2015.

²⁰ P. Panagos i in., *Contaminated sites in Europe: Review of the current situation based on data collected through a European network*, „Journal of Environmental and Public Health” 2013.

²¹ A. Horta i in., *Potential of integrated field spectroscopy and spatial analysis for enhanced assessment of soil contamination: A prospective review*, „Geoderma” t. 241-242 (2015), s. 180-209.

²² Tamże, s. 180-209.

²³ EEA, *Progress in management of contaminated sites* (2015).

²⁴ JRC, 2018, A. Pérez P., N.R. Eugenio, *Status of local soil contamination in Europe, Technical Reports, European Commission*.

Ponadto obieg składników odżywczych, który zachodzi w glebach, wspiera nie tylko produktywność gleb, ale może również aktywnie wiązać zanieczyszczenia. Umożliwia zatem zachowanie i ochronę różnorodności biologicznej oraz decyduje o jakości krajobrazów i kształtowaniu zielonej infrastruktury wsi i miast²⁵. Jak podaje wiele raportów dotyczących zanieczyszczenia gleb w Europie oraz niezależnych ekspertyz²⁶, stan gleb w Europie jest niezadowolający, a wśród najważniejszych faktów z tym związanych wymienić można:

- 2,8 miliona potencjalnie zanieczyszczonych terenów, ale tylko 24% jest zinventaryzowanych i 65 500 poddanych rekultywacji;
- 60–70% wszystkich gleb w Europie nie jest w stanie pełnić funkcji ekosystemowych z powodu obecnych nieodpowiednich praktyk zarządzania, zanieczyszczenia, urbanizacji i skutków zmian klimatycznych;
- aż 83% gleb w UE ma pozostałości pestycydów, 21% gleb rolniczych ze stężeniem kadmu powyżej limitu dla wody pitnej i 6% gleb z ponadnormalną zawartością metali ciężkich;
- 65–75% gleb rolniczych z wysoką zawartością makroskładników w ilościach wpływających na eutrofizację wód oraz bioróżnorodność;
- 2,4% zasklepionych gleb i tylko 13% nowej zabudowy w miastach powstaje na terenach miejskich odzyskanych do ponownego użytku;
- nadmierne zjawisko poszerzania się miast na obszary o mniej intensywnej urbanizacji, takich jak przedmieścia i obszary wiejskie, wynikające z rosnącego zaludnienia (zjawisko nazwane „rozlewaniem się miast” lub eksurbanizacją, ang. *urban sprawl*);
- gleby uprawne tracą węgiel w tempie 0,5% rocznie i 50% torfowisk jest osuszanych i traci węgiel;
- 24% gruntów o niezrównoważonych wskaźnikach erozji wodnej, zaś 23% gruntów z podłożem o dużej gęstości, wskazującym na zasklepienie;
- 25% gruntów o wysokim lub bardzo wysokim ryzyku pustynnienia w Europie Południowej, Środkowej i Wschodniej, wzrost pustynnienia o 11% w ciągu zaledwie 10 lat;
- koszty związane z degradacją gleby w UE przekraczają 50 mld EUR rocznie.

Zanieczyszczenie gleby może wspomagać inne procesy degradacji, ponieważ oddziałuje na ekosystem i powoduje toksyczność dla organizmów, zmniejszając bioróżnorodność, co wiąże się z utratą materii organicznej gleby, z brakiem równowagi składników pokarmowych i w konsekwencji erozją gleby. W zależności od tego, jakie zanieczyszczenia występują w glebie, problemy zasolenia mogą być również związane ze skażeniem gleby, na przykład skutkami złych praktyk rolniczych, takich jak nadmierne stosowanie pestycydów siarczanowych i azotanowych

²⁵ C. Veerman i in., *Caring for soil is caring for life – Ensure 75% of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate, Independent expert report*, European Commission (2020), Publications Office.

²⁶ EEA, 2020, *The European environment – state and outlook 2020...* (2019).

oraz nawozów powstałych na bazie osadów ściekowych²⁷. Zanieczyszczone gleby nie tylko tracą zdolność filtrowania lub kumulacji zanieczyszczeń, takich jak metale ciężkie lub pozostałości pestycydów, ale mogą też uwalniać zanieczyszczenia, które mogą trafić do wód gruntowych lub zostać pobrane przez rośliny, a tym samym przedostać się do łańcucha pokarmowego i stanowić duże zagrożenie dla bezpieczeństwa żywności²⁸. Zanieczyszczenie gleby może być lokalne (źródło punktowe) lub rozproszone. Lokalnie zanieczyszczenie gleby ma miejsce, gdy intensywne działanie przemysłowe, nieodpowiednie usuwanie odpadów, górnictwo, działalność wojskowa lub wypadki wprowadzają do gleby nadmierne ilości zanieczyszczeń. Zanieczyszczenia te mogą obejmować metale ciężkie w obszarach intensywnej produkcji przemysłowej (zwłaszcza hutnictwa metali nieżelaznych istniejącego w Europie od XVIII w.), a także te pochodzące z górnictwa i innej działalności wydobywczej (wydobycie minerałów i surowców), działalności wojskowej czy incydentalnych wycieków ropy naftowej i chemikaliów ze źródeł punktowych (przypadkowych bądź nie) lub podczas transportu²⁹. Pestycydy i nawozy są również źródłem lokalnego zanieczyszczenia gleby na obszarze, na którym są stosowane lub gdy magazynowanie i usuwanie opakowań po takich substancjach jest prowadzone nieodpowiednio lub też pozostają one niezagospodarowane³⁰. Zanieczyszczenie gleby jest często trudne do wykrycia, ponieważ jego skutki mogą być ograniczane lub łagodzone przez naturalne funkcje gleby, w szczególności unieruchamianie zanieczyszczeń (adsorpcja i desorpcja na minerałach gleby).

W Polsce, jak podaje GUS, w 2018 r. powierzchnia gruntów zabudowanych i zurbanizowanych wzrosła o 20 tys. ha (1,2%) w stosunku do roku poprzedniego³¹, co bezpośrednio wskazuje, że tendencja eksurbanizacji stale postępuje. Wykorzystanie gleby uprawnej pod trwałą zabudowę jest swego rodzaju nieuprawnioną grabieżą, gdyż tereny uprawne powinny być przeznaczone na uprawę żywności lub biomasy energetycznej (rośliny przemysłowe i energetyczne)³². Jednocześnie

²⁷ JRC, 2016, red. J. Stolte i in., *Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services. A review report*.

²⁸ C. Veerman i in., *Caring for soil is caring for life – Ensure 75% of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate, Independent expert report*, European Commission (2020), Publications Office.

²⁹ FAO and ITPS, *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. „Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils”, Rome, Italy (2015).

³⁰ JRC, 2018, A. Pérez P., N.R. Eugenio, *Status of local soil contamination in Europe, Technical Reports, European Commission*. V. Silva i in., *Pesticide residues in European agricultural soils – A hidden reality unfolded*, „Science of the Total Environment” t. 653 (2019), s. 1532-1545; M. Hvězdová i in., *Currently and recently used pesticides in Central European arable soils*, „Science of the Total Environment”, t. 613 (2018), s. 361-370.

³¹ GUS, *Ochrona środowiska – Raport, 2019*, Główny Urząd Statystyczny, Departament Badań Przestrzennych i Środowiska, 2019.

³² M. Pogrzeba i in., *Relationships between soil parameters and physiological status of *Miscanthus x giganteus* cultivated on soil contaminated with trace elements under NPK fertilisation vs. microbial inoculation*, „Environmental Pollution” t. 225 (2017), s. 163-174; S. Rusinowski i in., *Cultivation of C4 perennial energy grasses on heavy metal contaminated arable land: Impact on soil, biomass, and photosynthetic traits*, „Environmental Pollution” t. 250 (2019), s. 300-311;

Komisja Europejska już w 2009 r. wskazała, że uprawa roślin na rzecz biogospodarki może odbywać się wyłącznie na gruntach słabej jakości, odłogowanych lub zanieczyszczonych, aby nie tworzyć konkurencji z glebami przeznaczonymi na produkcję żywności³³.

Do podstawowych zagrożeń dla jakości gleb, wymienionych przez Komisję Europejską w dokumencie *Strategia tematyczna w dziedzinie ochrony gleby*, należą m.in.: ubytek glebowej materii organicznej, erozja, zanieczyszczenia, zagęszczenie, zasolenie, zasklepienie. Nie wszystkie z tych zagrożeń dotyczą w istotnym stopniu Polski. Podstawowym przejawem degradacji gleb w Polsce jest niewymienione przez Komisję Europejską zakwaszenie. Zakwaszenie gleb w Polsce stanowi jeden z najważniejszych czynników ograniczających produkcję roślinną. Przyczyniają się do niego zarówno warunki klimatyczno-glebowe, jak i działalność człowieka. Udział gleb bardzo kwaśnych i kwaśnych, których odczyn jest czynnikiem ograniczającym dobór i wielkość plonów roślin, wynosi ok. 58% powierzchni gruntów ornych, wahając się od 30 do ponad 80%. Udział gleb o odczynie obojętnym i zasadowym, niewymagających wapnowania, nie przekracza 18%. To sprawia, że Polska jest jedynym krajem w Europie, w którym zakwaszenie użytków rolnych obejmuje znaczny obszar powierzchni³⁴. Kolejnym czynnikiem, który może ograniczać produktywność gleb, jest poziom materii organicznej. Gleby Polski zawierają stosunkowo mało materii organicznej, co częściowo jest również związane z dominacją gleb o dużej przepuszczalności (gleb lekkich)³⁵.

Z badań Instytutu Upraw Nawożenia i Gleboznawstwa PIB Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi wynika, że ponad połowa użytków rolnych w kraju zawiera poniżej 2% materii organicznej, a jedynie około 10% użytków przekracza granice 3,5% zawartości. Zanieczyszczenie gleb, o którym wcześniej wspomniano, związane jest z ponadnormatywnymi zawartościami pierwiastków śladowych (metali ciężkich) lub zanieczyszczeń organicznych głównie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA), które mają charakter trwały, tzn. od momentu dostania się do gleby, dotyczy to głównie metali ciężkich, są tam deponowane i pozostają nawet kilkaset lat³⁶. Kryteria oceny zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi oraz substancjami organicznymi w Polsce są uregulowane rozporządze-

M. Pogrzeba i in., *Energy Crop at Heavy Metal-Contaminated Arable Land as an Alternative for Food and Feed Production: Biomass Quantity and Quality*, w: *Plant Metallomics and Functional Omics*, red. G. Sablok, Szwajcaria 2019, (Springer Chapter 1), s. 1-21; M. Bury i in., *Physiological status and biomass yield of *Sida hermaphrodita* (L.) Rusby cultivated on two distinct marginal lands in Southern and Northern Poland*, „Industrial Crops and Products” t. 167 (2021), s. 113-502; A. Szada-Borzyszkowska, J. Krzyżak, S. Rusinowski, K. Sitko, M. Pogrzeba, *Field Evaluation of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Colonization in *Miscanthus × giganteus* and Seed-Based *Miscanthus* Hybrids Grown in Heavy-Metal-Polluted Areas*, „Plants” 11 (9), 2022, s. 1109-1216.

³³ PE, 2009, *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE*.

³⁴ GUS, *Ochrona środowiska – Raport, 2019*.

³⁵ GIOŚ, *Stan środowiska w Polsce. Raport 2018*.

³⁶ J. Briffa i in., *Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans*, „Heliyon”, t. 6 (2020), e04691.

niem ministra środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi³⁷. Określono w nim dopuszczalne zawartości zanieczyszczeń w glebach, uwzględniając cztery rodzaje gruntów, w tym grunty rolne. Do innych czynników zanieczyszczających zaliczyć można również pestycydy czy środki ochrony roślin oraz ich pochodne, które to wprowadzono od lat 60. ubiegłego wieku, a poziom ich wykorzystania, zwłaszcza w gospodarstwach prowadzących intensywną produkcję roślinną, stale wzrasta. Wzrost ten dotyczy wszystkich głównych grup środków ochrony roślin: chwastobójczych, grzybobójczych i owadobójczych. Jak podaje GIOŚ (2018)³⁸, ocena skutków obserwowanego wzrostu zużycia środków ochrony roślin dla jakości środowiska i zdrowia ludzi jest na obecnym etapie niezwykle trudna. Jedną z najnowszych substancji zanieczyszczających, związanych głównie z intensyfikacją rolnictwa, jak i działalnością człowieka, jest również mikroplastik, który pojawił się w Europie na początku lat 90. ubiegłego wieku, a obecnie monitoring poziomu zanieczyszczenia gleby mikroplastikiem jest prowadzony tylko w niektórych krajach Europy (Szwecja, Belgia, Niderlandy), zaś w niektórych nie ma nawet obowiązku monitoringu tego zanieczyszczenia w środowisku, w tym w glebach³⁹. Jak dotąd wiedza na temat mikrodrobin plastiku w glebach jest bardzo ograniczona⁴⁰. Nadal dużym wyzwaniem jest zbadanie cech zanieczyszczeń i ocena ryzyka ekologicznego mikroplastiku w glebach⁴¹.

2.3. Gleba – odniesienie do encykliki papieża Franciszka, wpływ na społeczeństwo oraz plany na przyszłość

W całej encyklice słowo „gleba” pojawia się tylko raz, w rozdziale IV. *Orędzie każdego bytu w harmonii całego stworzenia w kontekście bezgranicznej czułości Boga do człowieka*, ale wiedza autora w zakresie zanieczyszczenia gleb jest bezsprzeczna. Jak pisze papież, zanieczyszczenie gleby związane jest głównie z magazynowaniem w niej substancji przyczyniających się do zakwaszania, nawozami, środkami owadobójczymi i grzybobójczymi, pestycydami i ogólnie używanymi w rolnictwie środkami chemicznymi. Ponadto, jak podnosi papież, „zarówno odpady przemysłowe, jak i środki chemiczne stosowane w miastach i na polach mogą wywoływać kumulowanie się związków trujących w organizmach okolicznych mieszkańców, które występuje nawet wtedy, gdy poziom obecności toksycznego

³⁷ Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi, Dz.U. 2016, poz. 1395.

³⁸ GIOŚ, *Stan środowiska w Polsce. Raport 2018*.

³⁹ M. Dahl i in., *A temporal record of microplastic pollution in Mediterranean seagrass soils*, „Environmental Pollution” t. 273 (2021), 116451.

⁴⁰ D. He i in., *Microplastics in soils: analytical methods, pollution characteristics and ecological risks*, „TrAC Trends in Analytical Chemistry” t. 109 (2018), s. 163-172; L. Yang i in., *Microplastics in soil: A review on methods, occurrence, sources, and potential risk*, „Science of The Total Environment” t. 780 (2021), 146-546.

⁴¹ M. Scheurer, M. Bigalke, *Microplastics in Swiss floodplain soils*, „Environmental Science & Technology” t. 52,6 (2018), s. 3591-3598.

pierwiastka w danym miejscu jest niski”. Taka wiedza o biodostępności zanieczyszczeń w glebie, która może wpływać na jakość życia i zdrowie populacji, wymaga śledzenia najnowszych doniesień literaturowych z zakresu zachowania się zanieczyszczeń w środowisku. Eksurbanizacja na tereny podmiejskie powoduje, jak pisze Franciszek, „niekontrolowany i przesadny rozrost wielu miast, w których życie stało się niezdrowe nie tylko z powodu zanieczyszczenia wynikającego z emisji toksycznych spalin, ale także miejskiego chaosu, problemów transportu oraz skażenia wizualnego i hałasu. Wiele miast to duże nieefektywne struktury, zużywające nadmiernie dużo energii i wody”. Grabież gleb bezpośrednio więc wpływa na pogarszającą się jakość życia mieszkańców nie tylko miast, ale również i wsi. Obywatele w zasadzie zwłaszcza państw biednych nie mają dostępu do pięknych terenów zielonych w centrach dużych miast, bo żyją na przedmieściach w zasadzie odrzuceni przez społeczeństwo, a gleba, która powinna być przeznaczona pod uprawę żywności dla stale rosnącej populacji ludzi, służy do powstawania budynków wielkich korporacji czy biznesu.

Jak podkreślił Bouma (2015)⁴², jednym z kluczy do sukcesu w zabezpieczaniu gleby i środowiska jest zaangażowanie społeczeństwa (i wszystkich zainteresowanych stron) w fazę przygotowania i realizacji działań związanych z zarządzaniem i gospodarowaniem glebą. Potencjalnymi beneficjentami tego procesu są nie tylko właściciele gruntów, rolnicy, ale również samorządy oraz obywatele mieszkający na danym obszarze. Na etapie realizacji zrównoważonego zarządzania glebą zaangażowanie społeczne pozwala również na lepsze zrozumienie technicznych problemów, które mogą pojawić się w tym procesie, a jednocześnie mogą prowadzić do odchylenia od realizacji celu. Takie transdyscyplinarne podejście ułatwia integrację wyników badań w procesie podejmowania decyzji lokalnych i politycznych zmian w tym zakresie.

Kolejnym aspektem, podniesionym przez Boumę⁴³, jest rozwój interdyscyplinarnych i transdyscyplinarnych programów, dotyczących powiązania i zależności problemów związanych z żywnością, wodą, klimatem, różnorodnością biologiczną i energią. Jak podaje autor, konieczne jest stworzenie wspólnego programu do monitorowania gleby, wody, fauny/flory oraz zdrowia ludzi, który umożliwi nie tylko lepsze reagowanie na pojawiające się problemy środowiskowe (ekstremalne zjawiska pogodowe, epidemie itd.), ale również poszerzy wiedzę w tym zakresie.

Biorąc pod uwagę doniesienia środowiska naukowego i praktyków, że potrzebne jest współdziałanie pomiędzy użytkownikami gleb a społeczeństwem, Komisja Europejska w 2019 r. ogłosiła rozpoczęcie misji naukowych do programu Horyzont Europa (2021–2027), których celem jest nie tylko zwrócenie uwagi na globalne wyzwania dotyczące środowiska, ale również stworzenie raportów i planów wdrażania misji jak w perspektywie 10 lat znacząco poprawić jego jakość. Misja

⁴² J. Bouma, *Reaching out from the soil-box in pursuit of soil security*, „Soil Science and Plant Nutrition”, t. 61 (2015), s. 556-565.

⁴³ Tamże, s. 556-565; J. Bouma, *How to Realize Multifunctional Land Use as a Contribution to Sustainable Development*, „Frontiers in Environmental Science” 2021, s. 1-5.

dotycząca zdrowia gleby przyjęła nazwę *Troska o glebę to troska o życie* (*Caring for soil is caring for life*)⁴⁴, a jej głównym celem będzie uzyskanie do 75% poprawy jakości gleb w Europie. Jak zapisano w dokumencie: „co najmniej 75% wszystkich gleb w każdym państwie członkowskim UE będzie zdrowe lub będzie wykazywać znaczną i mierzalną poprawę wszystkich wskaźników, dla których obecne poziomy są poniżej zaakceptowanych progów, oraz będzie w stanie świadczyć usługi ekosystemowe do 2030 r.”⁴³. Wśród najbardziej niezbędnych działań, które trzeba wprowadzić do 2030 r., wymieniono między innymi: ograniczenie degradacji gleb, w tym pustynnienie i zasolenie, odzyskanie do użytkowania 50% terenów zdegradowanych, aby osiągnąć neutralność degradacji gleb oraz ochronę zasobów węgla organicznego w glebie (m.in. w lasach, trwałych pastwiskach, terenach podmokłych). Nie bez znaczenia, na co zwrócono uwagę w raporcie, jest zwiększenie zawartości węgla organicznego na terenach uprawnych z 0,1 do 0,4% rocznie, zredukowanie powierzchni torfowisk tracących węgiel o 30 do 50% oraz ograniczenie zasklepienia gleby. W miastach istnieje konieczność zwiększenia ponownego wykorzystania gleb miejskich (recykling gleb miejskich), gdyż obecny wskaźnik ponownego wykorzystania gleb w miastach jest na poziomie 13%, a ma wzrosnąć do 50%. Ponadto do 2030 r. co najmniej 25% powierzchni użytków rolnych w UE ma zająć rolnictwo ekologiczne, dla od 5 do 25% gleb należy zmniejszyć ryzyko eutrofizacji i zanieczyszczenia pestycydami, środkami ochrony roślin itp. Kolejnym ważnym celem jest zmniejszenie zanieczyszczenia wszystkich gleb oraz usprawnienie procesów rekultywacji gleb zanieczyszczonych, tak aby podwoić tempo odtwarzania zanieczyszczonych terenów, z priorytetem dla terenów przemysłowych. Ważne jest również ograniczenie i zapobieganie erozji, a ilość gleb ze zwiększonym wskaźnikiem erozji ma zmniejszyć się od 30 do 50%. Jako cel wymieniono również w raporcie konieczność poprawy struktury gleby, jakości siedlisk dla fauny i flory oraz upraw (redukcja podłoża o dużej gęstości o 30 do 50%) oraz zmniejszenie o 20–40% śladu węglowego i jego wpływu na degradację gleby. Jako ostatni cel do osiągnięcia do 2030 roku wskazano znaczącą poprawę stanu wiedzy społeczeństwa w zakresie wpływu gleby na zdrowie i jakość życia⁴⁵.

3. Powietrze atmosferyczne

3.1. Akty prawne regulujące stan powietrza w Europie

Od momentu wdrożenia w UE strategii i środków w zakresie jakości powietrza w latach 70. XX w. ilość zanieczyszczeń uwalnianych do powietrza, którym oddychamy, uległa znacznemu zmniejszeniu. Poziomy emisji zanieczyszczeń

⁴⁴ C. Veerman i in., *Caring for soil is caring for life – Ensure 75% of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate*, Independent expert report, European Commission (2020), Publications Office.

⁴⁵ Tamże, C. Veerman i in., 2020.

powietrza z najważniejszych źródeł emisji, które obejmują sektor transportu, przemysłu i wytwarzania energii, zostały obecnie uregulowane i zasadniczo ulegają obniżeniu, choć nie zawsze w przewidywanym stopniu. Unia Europejska ustanowiła normy w zakresie emisji pyłu zawieszonego (PM) o różnych rozmiarach, ozonu, dwutlenku siarki, tlenków azotu, ołowiu oraz innych zanieczyszczeń, które mogą wywierać niekorzystny wpływ na zdrowie człowieka lub na ekosystemy.

W obszarze międzynarodowego prawa ochrony powietrza podstawowymi umowami są: 1) konwencja genewska w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości wraz z protokołami⁴⁶, których celem jest ochrona człowieka i jego środowiska przed zanieczyszczeniem powietrza oraz dążenie do ograniczenia i do stopniowego zmniejszania i zapobiegania zanieczyszczeniu powietrza, włączając w to transgraniczne zanieczyszczenie powietrza na dalekie odległości (art. 2 konwencji genewskiej); 2) konwencja wiedeńska w sprawie ochrony warstwy ozonowej z 1985 r.⁴⁷, której celem jest ochrona zdrowia ludzkiego i środowiska przed negatywnymi skutkami wynikającymi lub mogącymi wyniknąć z działalności człowieka, zmieniającej lub mogącej zmienić warstwę ozonową (art. 2 ust. 1 konwencji wiedeńskiej) wraz z protokołem montrealским w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową⁴⁸, a także 3) ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu (tzw. konwencja klimatyczna)⁴⁹, której celem jest „ustabilizowanie koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze na poziomie, który zapobiegałby niebezpiecznej antropogenicznej ingerencji w system klimatyczny” (art. 2) wraz z protokołem z Kioto⁵⁰. Do nich należałoby dodać konwencję z Minamaty⁵¹ w sprawie rtęci, sporządzoną w Kumamoto 10 października 2013 r., której celem jest ochrona środowiska oraz zdrowia ludzkiego przed antropogenicznymi emisjami i uwolnieniami rtęci oraz związków rtęci do atmosfery, wód i ziemi⁵².

3.2. Stan i zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego w Europie i Polsce

Powietrze, którym oddychamy i w którym żyjemy, ma kluczowe znaczenie nie tylko dla ludzi, dobrostanu zwierząt, ale również całego środowiska naturalnego. W 2020 r. Europejska Agencja Środowiska opublikowała najnowszy raport

⁴⁶ Konwencja w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości, Genewa, 13.11.1979, Dz.U. 1985, nr 60, poz. 311.

⁴⁷ Konwencja wiedeńska w sprawie ochrony warstwy ozonowej, Wiedeń, 22.03.1985, Dz.U. 1992, nr 98, poz. 488, art. 2 ust. 1.

⁴⁸ Protokół montrealский w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową, Montreal, 16.09.1987, Dz.U. 1992, nr 98, poz. 490.

⁴⁹ Porozumienie paryskie – ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, 22 kwietnia 2016 r.

⁵⁰ Protokół z Kioto do ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, Kioto, 11.12.1997, Dz.U. 2005, nr 203, poz. 1684.

⁵¹ Konwencja z Minamaty w sprawie rtęci, Kumamoto, 10.10.2013.

⁵² B. Iwańska, *Ochrona powietrza w systemie prawa ochrony środowiska*, „Europejski Przegląd Sądowy” t. 7 (142) (2017), s. 4-14.

o jakości powietrza w Europie, zawierający analizę zanieczyszczenia powietrza w roku 2018, przegląd trendów zmian stężeń głównych zanieczyszczeń w latach 2009–2018 oraz szacunkowe skutki oddziaływania tych zanieczyszczeń na zdrowie ludzi i ekosystemy. Najpoważniejszym problemem, zarówno w odniesieniu do notowanych stężeń, jak i w kontekście zagrożenia dla naszego zdrowia, jest zanieczyszczenie powietrza pyłem zawieszonym, dwutlenkiem azotu i ozonem troposferycznym. Choć wyniki raportu wskazują na utrzymującą się poprawę jakości powietrza w Europie, nadal na wielu obszarach Europejczycy narażeni są na ponadnormatywną ekspozycję na jedno lub kilka rodzajów wyżej wymienionych zanieczyszczeń⁵³.

Do podstawowych substancji zanieczyszczających powietrze zaliczyć można: dwutlenek siarki (SO₂), dwutlenek azotu i tlenki azotu (NO₂, NO_x), tlenek węgla (CO) oraz zanieczyszczenia pyłowe. Spośród pyłów szczególnie niebezpieczne dla zdrowia są jego cząsteczki o średnicy poniżej 10 mikronów – tzw. pył PM10. Składnikami tego pyłu mogą być też inne zanieczyszczenia, z których najbardziej niebezpieczne dla zdrowia człowieka są metale ciężkie, takie jak: kadm, arsen, nikiel, oraz zanieczyszczenia organiczne, takie jak wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, w tym benzo(alfa)piren.

Ze względu na niekorzystne oddziaływania zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzi i kondycję ekosystemów corocznie w Polsce dokonywana jest ocena jakości powietrza pod kątem jego zanieczyszczenia: dwutlenkiem siarki (SO₂), dwutlenkiem azotu (NO₂), tlenkiem węgla (CO), benzenem (C₆H₆), ozonem (O₃), pyłem zawieszonym PM10 (frakcja pyłu zawieszonego o średnicy cząstek poniżej 10 μm) i PM2,5 (frakcja pyłu zawieszonego o średnicy cząstek poniżej 2,5 μm) oraz oznaczanymi w pyłe PM10 metalami ciężkimi: ołowiem (Pb), arsenem (As), kadmem (Cd), niklem (Ni) i benzo(alfa)pirenem (B(a)P)⁵⁴. W Polsce w 2017 r. emisja dwutlenku siarki pochodziła głównie ze spalania paliw (węgla) w źródłach stacjonarnych – były one odpowiedzialne za ponad 99% całkowitej emisji SO₂. Ok. 3% krajowej emisji dwutlenku siarki pochodziło z procesów produkcyjnych i związanych było z rafinacją ropy naftowej, produkcją koksu i kwasu siarkowego. Największym źródłem emisji tlenków azotu w 2017 r. było spalanie paliw w sektorze transportu drogowego, odpowiadające za 37% całkowitej emisji tego zanieczyszczenia w Polsce, oraz energetyka zawodowa, z której pochodziło 21% emisji całkowitej NO_x⁵⁵. Wysokie stężenia zanieczyszczeń, w tym zanieczyszczeń powietrza, są szczególnie poważne na obszarach miejskich, gdzie żyje większość ludności Europy (Eurostat, 2018). Jak podaje EEA (2020a)⁵⁶, 95% ludzi żyjących w miastach jest narażona na przekroczenia zanieczyszczeń i złą jakość powietrza w porównaniu do wytycznych WHO. Dane statystyczne wskazują, że około

⁵³ EEA, 2020a. *Air quality in Europe – 2020 report (EEA Report No 09/2020)*, European Environment Agency, Luxembourg (2020), Publications Office of the European Union.

⁵⁴ GIOŚ, *Stan środowiska w Polsce. Raport 2018 rok*.

⁵⁵ GUS, *Ochrona środowiska – Raport, 2019*.

⁵⁶ EEA, 2020a. *Air quality in Europe – 2020 report...*

400 tysięcy przedwczesnych zgonów rocznie w Europie można przypisać narażeniu populacji na pyły PM_{2,5}⁵⁷.

Drugim pod względem szkodliwości związkami występującymi w powietrzu atmosferycznym jest ozon, pomimo że w stratosferze odgrywa rolę ochronną przed promieniowaniem ultrafioletowym, jest szkodliwy w wysokim stężeniu na poziomie gruntu. Inne zanieczyszczenia obecne w powietrzu atmosferycznym, takie jak tlenek azotu, dwutlenek siarki, lotne związki organiczne (LZO), dioksyny i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) są uważane za szkodliwe dla ludzi i organizmów żywych zanieczyszczenia powietrza⁵⁸. Wpływ zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem azotu na liczbę przedwczesnych zgonów oszacowano odpowiednio na 55 000 w 2018 r. i 120 000 w 2009 r., co oznacza redukcję o 54%. Alarmujący jest wzrost o 20% szacunkowej liczby przedwczesnych zgonów, powiązanych z ekspozycją na ozon występujący w dolnej warstwie atmosfery, szczególnie zauważalny w okresie utrzymywania się wysokich temperatur w 2018 r.

Pomimo prowadzenia wielu działań na rzecz poprawy jakości powietrza w Polsce najistotniejszym problemem nadal pozostają: w sezonie letnim – zbyt wysokie stężenia ozonu troposferycznego, a w sezonie zimowym – ponadnormatywne stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ i PM_{2,5} oraz benzo(alfa)pirenu⁵⁹. Przekroczenia dopuszczalnych wartości dobowych stężeń pyłu PM₁₀ z reguły występują w okresie zimowym i związane są głównie z emisją pyłu pochodzącą z indywidualnego ogrzewania budynków oraz z transportu. Jako kolejne przyczyny przekroczeń wymienić należy emisje z zakładów przemysłowych, ciepłowni, elektrowni oraz niekorzystne warunki meteorologiczne (w tym długotrwałe sytuacje inwersyjne, cisze wiatrowe). W przypadku niektórych polskich miast istotny wpływ na poziom zanieczyszczenia powietrza pyłem PM₁₀ ma ich usytuowanie, np. w dolinach górskich lub dolinach rzek, utrudniające rozpraszanie zanieczyszczeń⁶⁰. Nie bez znaczenia jest również gęstość zabudowy i wysoki poziom ruchu drogowego, co w przypadku tlenków azotu skutkuje lokalnie bardzo wysokim stężeniem, prowadząc do przekroczenia norm jakości powietrza. Polska znajduje się w czołówce państw Unii Europejskiej pod względem narażenia ludności miejskiej na powietrze zanieczyszczone pyłem PM_{2,5} i PM₁₀. Od stycznia 2019 r. w Polsce prognozy zanieczyszczenia powietrza pyłem PM₁₀ oraz NO₂ (od kwietnia dla O₃, od października dla SO₂) są udostępniane na portalu „Jakość powietrza” Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska⁶¹.

W zakresie tlenków azotu nie tylko w miastach może dochodzić do przekroczeń, gdyż intensywnie zagospodarowane obszary rolnicze, zwłaszcza kiedy

⁵⁷ *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Towards a thematic strategy...*, 179 final.

⁵⁸ X. Tan i in., *A review of current air quality indexes and improvements under the multi-contaminant air pollution exposure*, „Journal of environmental management” t. 279 (2021), s. 111-681.

⁵⁹ GIOŚ, *Stan środowiska w Polsce. Raport 2018 rok*.

⁶⁰ Tamże.

⁶¹ <https://www.gov.pl/web/klimat/prognozy-jakosci-powietrza> [dostęp: 26.05.2021].

obornik jest rozrzucany na polach bez okrywy roślinnej lub z niewielką okrywą roślinną, mogą prowadzić tymczasowo do bardzo wysokich emisji amoniaku, co niewątpliwie przyczynia się do tworzenia wysokich poziomów PM w powietrzu⁶². Jak podaje GUS, w Polsce głównym źródłem emisji amoniaku było w 2017 r. rolnictwo (94% emisji całkowitej), w którym największa część emisji związana była z odchodami zwierząt gospodarskich (nawozy naturalne), a pozostała – ze zużyciem nawozów azotowych. Największy udział w emisji niemetanowych lotnych związków organicznych miały procesy z zastosowaniem rozpuszczalników (ok. 30%), procesy spalania poza przemysłem (17%) oraz rolnictwo (15%) i transport drogowy (12%). Tlenek węgla w 2017 r. pochodził głównie z procesów spalania poza przemysłem, które odpowiedzialne były za ponad 59% całkowitej emisji krajowej CO⁶³.

GUS w raporcie o środowisku z 2019 r. podaje, że tendencja spadkowa emisji szkodliwych zanieczyszczeń do powietrza, jaką obserwuje się w okresie siedmioletnim od 2000 roku do 2017 r., była spowodowana m.in. restrukturyzacją i modernizacją sektora energetycznego i przemysłowego oraz poprawą jakości spalanego węgla. Redukcja emisji była także efektem wprowadzenia standardów emisyjnych. Jednak znaczny wzrost liczby samochodów w ostatnich latach spowodował utrzymujące się na stałym poziomie emisje zanieczyszczeń komunikacyjnych (głównie tlenków azotu) pomimo stosowanych paliw coraz wyższej jakości. I tak w okresie 2000–2017 zmniejszyła się emisja: dwutlenku siarki o 59%, tlenku węgla o 25%, pyłów o 12%, amoniaku o 7%, tlenków azotu o 6% oraz niemetanowych lotnych związków organicznych o 2%. Całkowita emisja dwutlenku węgla utrzymywała się na podobnym poziomie (wzrost o 6% w stosunku do 2000 r.)⁶⁴.

3.3. Powietrze atmosferyczne – odniesienie do encykliki papieża Franciszka i wyzwania na przyszłość

W encyklice *Laudato si'* Franciszek podkreśla, że narażenie na działanie zanieczyszczeń powietrza stwarza szeroką gamę oddziaływań na zdrowie, zwłaszcza osób najuboższych, powodując miliony przedwczesnych zgonów. Dodatkowo zanieczyszczenie powietrza potęgują nadmiernie rozwinięty transport i emisja spalin przemysłowych. Jak pisze papież, istnieje bardzo solidny konsensus naukowy wskazujący, że mamy do czynienia z niepokojącym ociepleniem systemu klimatycznego, który powoduje wzrost ekstremalnych zjawisk pogodowych (nawalne deszcze, powodzie). Ponadto, jak podkreśla Franciszek, większość globalnego ocieplenia ostatnich kilkudziesięciu lat wynika z wysokiego stężenia gazów cieplarnianych (dwutlenek węgla, metan, tlenki azotu i inne), emitowanych głównie z powodu działalności człowieka. Ludzkość wezwana jest do uświadomienia sobie

⁶² EEA, *Progress in management of contaminated sites* (2015).

⁶³ GUS, *Ochrona środowiska – Raport*, 2019.

⁶⁴ The Green Deal, 2019. A European Green Deal as part of Commission priorities for 2019-2024 [dostęp: 26.05.2021].

konieczności zmiany stylu życia, produkcji i konsumpcji, by powstrzymać globalne ocieplenie albo przynajmniej wyeliminować przyczyny wynikające z działalności człowieka.

Jak wskazuje papież, konieczne stało się prowadzenie takiej polityki, aby w nadchodzących latach emisja dwutlenku węgla i innych gazów zanieczyszczających została drastycznie zmniejszona, zastępując na przykład paliwa kopalne i rozwijając odnawialne źródła energii.

„Proces degradacji środowiska przyrodniczego zachodzi jednocześnie wraz z degradacją środowiska ludzkiego i nie poradzimy sobie z degradacją środowiska naturalnego, jeśli nie zwrócimy uwagi na przyczyny związane z degradacją człowieka i społeczeństwa” – pisze Franciszek. Ludzie pozbawieni dostępu do usług ekosystemowych, jakie może świadczyć dla nich środowisko, żyją w skrajnej biedzie, bez pomocy, skazani na globalną niesprawiedliwość. Franciszek wskazuje, że dług ekologiczny, jaki kraje Północy zaciągnęły w stosunku do Południa, trzeba zacząć wreszcie spłacać. „Trzeba, aby kraje rozwinięte przyczyniły się do rozliczenia tego długu, znacznie ograniczając zużycie energii nieodnawialnej i zapewniając środki krajom najbardziej potrzebującym, aby promować programy na rzecz zrównoważonego rozwoju” – pisze Franciszek i dodaje: „Regiony i kraje najuboższe mają mniejsze możliwości przyjmowania nowych modeli zmniejszenia oddziaływania na środowisko naturalne, ponieważ brakuje im odpowiedniego przygotowania, by opracowywać niezbędne procedury, i nie mogą pokryć ich kosztów” (LS 52).

Jak podaje KE, całkowity koszt wdrożenia pakietu dotyczącego polityki czystego powietrza w UE szacuje się na około 2,2 miliarda euro rocznie do czasu, gdy osiągniemy ten cel w 2030 r. Można jednak zaoszczędzić około 3,3 miliarda euro rocznie na kosztach bezpośrednich, spowodowanych przez zanieczyszczenie powietrza, a także o dalsze 40 do 140 miliardów euro kosztów pośrednich (na przykład związanych z poprawą zdrowia ludzi). Oznacza to, że oczekiwane korzyści dla społeczeństwa są ponad dwudziestokrotnie wyższe niż koszt wdrożenia przepisów⁶⁵.

Druą prognoza w sprawie czystego powietrza, opublikowana 8 stycznia 2021 r. przez Komisję Europejską, podaje, że gdyby wszystkie przepisy przyjęte do 2018 r. przyniosły pełne korzyści i gdyby państwa członkowskie wdrożyły środki zapowiedziane w krajowych programach ograniczania zanieczyszczenia powietrza, UE jako całość osiągnęłaby ograniczenie emisji zanieczyszczeń powietrza, która odpowiada zobowiązaniom wynikającym z dyrektywy w sprawie krajowych poziomów emisji na 2030 r. W przypadku wszystkich zanieczyszczeń z wyjątkiem amoniaku można by to osiągnąć nawet z pewnym marginesem. Istnieją jednak znaczne różnice między państwami członkowskimi, a ze sprawozdania jasno wynika, że jest to nadal odległa perspektywa, ponieważ większość państw członkowskich wciąż musi podjąć znaczne starania, aby wypełnić swoje

⁶⁵ https://ec.europa.eu/environment/air/cleaner_air/ [dostęp: 26.05.2021].

zobowiązania na lata 2020–2029, wynikające z dyrektywy NEC (choć zobowiązania te są mniej rygorystyczne niż zobowiązania na 2030 r.)⁶⁶.

Oprócz wzmocnienia środków krajowych konieczna jest również ściślejsza współpraca międzynarodowa i międzyregionalna, w szczególności w ramach konwencji w sprawie zanieczyszczenia powietrza, ale również niezależnie od niej, w tym poprzez promowanie i wspieranie wdrażania rezolucji Zgromadzenia ONZ ds. Ochrony Środowiska w sprawie ograniczenia zanieczyszczenia powietrza na szczeblu globalnym. W tym kontekście wyraźna jest również potrzeba dalszych prac nad ograniczeniem emisji prekursorów zanieczyszczeń powietrza, w szczególności metanu, który jest ważnym prekursorem ozonu w warstwie przyziemnej i jest szkodliwy dla zdrowia ludzi i środowiska. W strategii dotyczącej metanu zapowiedziano, że w ramach przeglądu dyrektywy w sprawie krajowych poziomów emisji, który ma nastąpić do 2025 r., zbadana zostanie możliwość włączenia metanu do zanieczyszczeń podlegających uregulowaniom⁶⁷. Jak podaje Ramanathan (2020)⁶⁸, rozwiązanie kompleksowe tylko dwóch zagadnień znacznie poprawiłoby nie tylko jakość powietrza, ale również ograniczyłoby postępujące zmiany klimatyczne, tj. przejście z paliw kopalnych na odnawialne źródła energii, takie jak energia słoneczna i wiatrowa, oraz zakaz spalania paliw kopalnych i biomasy, co znacznie ograniczyłoby emisje dwutlenku węgla, ale także emisje siarczanów, pyłu zawieszonego (PM10 i PM2,5), NO_x o ponad 80%, oraz zapewnienie dostępu do energii odnawialnej 3 miliardom ludzi na ziemi. Zdaniem Jeleńskiego i współautorów (2020)⁶⁹ za trwały wzrost mocy OZE i jego znaczący wkład w niskoemisyjną energię i redukcję zanieczyszczeń powietrza odpowiada bezpośrednio współdziałanie gmin zarówno z infrastrukturą społeczną, jak i miejską oraz monitorowanie tego, co dzieje się w całej metropolii. Zachęty muszą być wprowadzane dla miast i gmin, ale również dla indywidualnych odbiorców, np. takie jak Program Czyste Powietrze⁷⁰, na modernizację paleniska czy ocieplenie budynku, ale również, aby stać się prosumentem – Program Mój Prąd⁷¹, na zainstalowanie fotowoltaiki. Działania edukacyjne i media odgrywają również ważną rolę w upowszechnianiu rozwiązań przyjaznych środowisku, m.in. przynoszących nie tylko poprawę zdrowia, ale także długofalowe korzyści ekonomiczne.

⁶⁶ European Commission, *Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Druga Prognoza w Sprawie Czystego Powietrza*, Brussels, COM (2021) 3 final.

⁶⁷ JRC, 2016, red. J. Stolte i in., *Soil threats in Europe...*

⁶⁸ V. Ramanathan, *Climate Change, Air Pollution, and Health: Common Sources, Similar Impacts, and Common Solutions*, w: *Health of People, Health of Planet and Our Responsibility*, (Springer, Cham), (2020), s. 49-59.

⁶⁹ T. Jeleński i in., *The potential of RES in the reduction of air pollution: The SWOT analysis of smart energy management solutions for Krakow Functional Area (KrOF)*, „Energies” t. 13 (7), (2020), s. 17-54.

⁷⁰ <https://czystepowietrze.gov.pl> [dostęp: 26.05.2021].

⁷¹ <https://mojprad.gov.pl/> [dostęp: 26.05.2021].

4. Woda

4.1. Środowisko wodne – obowiązujące dyrektywy i akty prawne

Raporty o stanie środowiska przygotowywane przez EEA (2020)⁷² ukazują się co 5 lat⁷³, dotyczą tych aspektów związanych z wodą, które odgrywają zasadniczą rolę w procesie tworzenia polityki, takich jak efektywność i ekonomia zasobów, stan wody pod względem ekologicznym i chemicznym, hydromorfologia (czyli fizyczne właściwości zbiorników wodnych), wrażliwość i różnorodność biologiczna.

Ochrona zasobów wodnych i morskich oraz ich jakości ekologicznej stanowi podstawę unijnej polityki ochrony środowiska. W 2000 r. weszła w życie Ramowa Dyrektywa Wodna⁷⁴, która wraz z Dyrektywą Ramową w Sprawie Strategii Morskiej (DRSM, PE, 2008a)⁷⁵ z 2008 r. stanowi fundament zarządzania całymi ekosystemami wodnymi. Wskazano w nich cel, jakim jest osiągnięcie dobrego stanu środowiska słodkowodnego i morskiego poprzez przyjęcie holistycznego podejścia opartego na ekosystemach. Dzięki inwestycjom w systemy oczyszczania ścieków, które zmniejszają zanieczyszczenia pochodzące z oczyszczania ścieków komunalnych, wody Europy są znacznie czystsze niż przed 25 laty.

W Polsce krajowym aktem prawnym regulującym zarządzanie wodami jest ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne (Dz.U. 2017, poz. 1566)⁷⁶. Polska wdraża także wymogi ustalone prawodawstwem unijnym. Ochrona wód obejmuje szeroki wachlarz zagadnień w odniesieniu do wód słodkich (powierzchniowych i podziemnych) oraz morskich. Działania skupiają się na realizacji dwóch najważniejszych wyzwań – ograniczeniu emisji oraz usuwaniu zanieczyszczeń i ich skutków. Podstawą ustalenia działań ochronnych jest wiedza oparta o ocenę stanu wód, przeprowadzaną w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, realizowanego przez Inspekcję Ochrony Środowiska. Wyniki oceny determinują ustalenie celów środowiskowych dla poszczególnych części wód. Owe cele i przypisane ich realizacji działania sformułowane są w planach gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy. Ograniczenie eutrofizacji realizowane jest m.in. poprzez działania na rzecz ochrony wód przed azotanami oraz poprzez koordynację zadań z zakresu gospodarki ściekowej, w tym koordynację realizacji Krajowego programu oczyszczania ścieków komunalnych.

Ochrona środowiska morskiego odbywa się poprzez koordynację i realizację Krajowego programu ochrony wód morskich oraz aktywne uczestnictwo

⁷² EEA, 2020, *The European environment – state and outlook 2020...* (2019).

⁷³ <https://www.eea.europa.eu/pl/themes/water/intro> [dostęp: 26.05.2021].

⁷⁴ PE, 2000, *Ramowa Dyrektywa Wodna – Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej*.

⁷⁵ PE, 2008a, *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. ustanawiająca ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego*.

⁷⁶ Prawo wodne, Dz.U. 2017, poz. 1566.

w Strategii UE dla regionu Morza Bałtyckiego i współkoordynację Obszaru Tematycznego Biogeny⁷⁷. Stan środowiska Morza Bałtyckiego jest istotny dla wszystkich krajów nadbałtyckich. Unia Europejska stawia wysokie wymagania dotyczące osiągnięcia dobrego stanu środowiska wód morskich do 2020 r., które określone zostały w Ramowej Dyrektywie w sprawie Strategii Morskiej (RD-SM)⁷⁸. Postanowienia tego dokumentu zostały transponowane do prawa krajowego głównie poprzez zmianę ustawy z 20 lipca 2017 r. – Prawo wodne (Dz.U. 2017, poz. 1566, z późn. zm.)⁷⁹. Monitoring jakości środowiska polskiej strefy Bałtyku prowadzony jest w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, według założeń programowych HELCOM COMBINE⁸⁰.

4.2. Zanieczyszczenie środowiska wodnego

Jak podaje sieć NORMAN (europejska platforma zajmująca się środowiskiem wodnym), obecnie na liście substancji zanieczyszczających środowisko wodne jest ponad 700 substancji, ich metabolitów i produktów przemian⁸¹. Główne substancje zanieczyszczające są zdefiniowane jako syntetyczne lub naturalnie występujące związki chemiczne, które niekiedy nie są monitorowane w środowisku wodnym, a których negatywne oddziaływanie na środowisko naturalne i zdrowie ludzi zostało potwierdzone. Brak uwzględnienia tych substancji w programach monitoringu krajów UE prowadzi nie tylko do niekontrolowanego ich uwalniania do środowiska, ale także braku jakichkolwiek danych na temat ich toksycznego działania. Związki zanieczyszczające środowisko wodne są klasyfikowane w ponad 20 klasach związanych z ich pochodzeniem, wśród których wyróżnić można: farmaceutyki (miejskie, przy hodowli zwierząt), pestycydy (z rolnictwa), produkty uboczne dezynfekcji (miejskie, przemysłowe) oraz produkty do konserwacji drewna i chemii przemysłowej (przemysł)⁸².

Eutrofizacja wód słodkich to kolejny problem nie tylko europejski, ale ogólnosiwiatowy. Eutrofizacja to nadmierny wzrost fitoplanktonu i glonów nitkowatych, powodujący zwiększoną mętność, produkcję toksyn, dobowe zmiany rozpuszczonego tlenu w wodzie i jest spowodowana przez wzbogacenie wody w azot i fosfor. Emisje fosforu pochodzą głównie z gospodarstw domowych i przemysłu, ale udział rolnictwa w tym destrukcyjnym procesie nie jest bez znaczenia⁸³.

⁷⁷ <https://www.gov.pl/web/klimat/ochrona-wod> [dostęp: 26.05.2021].

⁷⁸ PE, 2008a. *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE...* (dyrektywa ramowa w sprawie strategii morskiej) http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2008.164.01.0019.01.POL [dostęp: 26.05.2021].

⁷⁹ Prawo wodne, Dz.U. 2017, poz. 1566.

⁸⁰ GUS, *Ochrona środowiska – Raport*, 2019.

⁸¹ www.norman-network.net [dostęp: 26.05.2021].

⁸² V. Geissen i in., *Emerging pollutants in the environment: a challenge for water resource management*, „International soil and water conservation research”, t. 3(1) (2015), s. 57-65.

⁸³ N. Sasakova i in., *Pollution of surface and ground water by sources related to agricultural activities*, „Frontiers in Sustainable Food Systems”, t. 2 (2018), s. 42.

Najważniejszymi elementami sieci wodnej w Polsce są: rzeki, jeziora, stawy, wody podziemne, sztuczne zbiorniki wodne oraz kanały. Źródłem prawie wszystkich zasobów wody w Polsce są opady atmosferyczne, podczas gdy dopływ spoza granic kraju w bilansie wodnym wynosi kilka procent. Polska wyróżnia się stosunkowo małymi zasobami wód, wynoszącymi około 60 mld m³, co daje 1500 m³/rok/mieszkańca, jak podaje GIOŚ w raporcie z 2018 r.⁸⁴. Natomiast według UN Global Compact Network Poland w trakcie suszy wskaźnik ten spada poniżej 1000 m³/rok/osobę. Biorąc to pod uwagę, Polska znajduje się w grupie państw, którym grozi deficyt wody. Średnia ilość wody przypadająca na jednego mieszkańca Europy jest 2,5 razy większa i wynosi ok. 4500 m³/rok⁸⁵.

Efektem tego jest występowanie na części obszaru Polski trudności w zaopatrzeniu w wodę, a niejednokrotnie mniejsze rzeki wysychają na kilka miesięcy. W całym czasie rozwoju cywilizacyjnego w naszej strefie klimatycznej główny nacisk kładziony był i nadal jest na zwiększanie spływu powierzchniowego, a przemiany krajobrazowe zmniejszają naturalną retencję zlewni. Jednocześnie zabiegi mające zmniejszyć ryzyko powodziowe w jednym odcinku rzeki ostatecznie mogą je zwiększać w innym. Coraz częściej zdarzają się przypadki powodzi błyskawicznych, spowodowanych jednorazowym nawałnym opadem. Stąd obecnie często okresy suszy przeplatają się z powodziami. Podstawowym problemem w zakresie zaopatrzenia w wodę ludności jest w dalszym ciągu mała dostępność wody wysokiej jakości, pomimo wyraźnego spadku wielkości poborów wody przez przemysł i gospodarstwa domowe w ostatnim dziesięcioleciu⁸⁶.

Substancje biogenne dostają się do zlewni rzek, a w konsekwencji do Morza Bałtyckiego – w dwojaki sposób. Istnieją źródła wewnętrzne (odnowa zregenerowanych soli mineralnych z materii organicznej, uwalnianie fosforanów z osadów dennych) oraz źródła zewnętrzne (spływ powierzchniowy, ścieki komunalne i bytowe, przemysł, wody opadowe). Spływ rzeczny stanowi największy udział w dopływie substancji biogenicznych do Morza Bałtyckiego z terenu Polski. Ilości substancji organicznych i biogennych odprowadzanych rzekami do Bałtyku charakteryzują się tendencją malejącą⁸⁷.

4.3. Woda – odniesienie do encykliki papieża Franciszka i wyzwania na przyszłość

Papież w Encyklice *Laudato si'* jasno wskazuje, że czysta woda pitna jest sprawą najwyższej wagi, ponieważ jest niezbędna do życia człowieka oraz wspierania ekosystemów lądowych i wodnych (LS 28). Źródła słodkiej wody zaopatrują rolnictwo, hodowlę oraz przemysł, jej jakość implikuje nasze zdrowie. Brak dostępu do wody pitnej może mieć wpływ na miliardy ludzi, a można również oczeki-

⁸⁴ GIOŚ, *Stan środowiska w Polsce. Raport 2018*.

⁸⁵ <https://ungc.org.pl/info/zasoby-wodne-polsce> [dostęp: 26.05.2021].

⁸⁶ GIOŚ, *Stan środowiska w Polsce. Raport 2018*.

⁸⁷ GUS, *Ochrona środowiska – Raport, 2019*.

wać, że kontrola wody przez wielkie światowe korporacje stanie się głównym źródłem konfliktów w tym wieku. Jednocześnie podkreśla, że zanieczyszczenie powodowane przez dwutlenek węgla zwiększa kwasowość oceanów i zagraża łańcuchowi pokarmowemu w środowisku morskim, zaś warstwy wodonośne w wielu miejscach są zagrożone zanieczyszczeniami, jakie powodują wydobywanie surowców, rolnictwo i przemysł. W wielu krajach, zwłaszcza najuboższych, jak podkreśla, nie ma odpowiednich regulacji i kontroli, przez co niszczenie środowiska następuje i nie jest kontrolowane. Jeżeli aktualna tendencja utrzyma się, to obecny wiek może doświadczyć niesłychanych zmian klimatycznych i bezprecedensowego niszczenia ekosystemów, z poważnymi konsekwencjami dla nas wszystkich.

Jak podkreśla Franciszek, „prawdziwe podejście ekologiczne zawsze staje się podejściem społecznym, które musi włączyć sprawiedliwość w dyskusję o środowisku, aby usłyszeć zarówno wołanie ziemi, jak i krzyk biednych”. Oceany i morza zawierają wyjątkową różnorodność biologiczną, dostarczają cennych zasobów żywności i są głównymi elementami środowiska absorbującymi węgiel antropogeniczny. Wiemy również – i to podkreśla także papież w encyklice *Laudato si'*, że „marnotrawstwu ulega niemal jedna trzecia produkowanej żywności, a żywność, którą się wyrzuca, jest niejako żywnością kradzioną ze stołu ubogich”. Równowaga w rozdziale dóbr środowiskowych jest podstawą nie tylko solidarności społecznej, ale również może przeciwdziałać biedzie, ograniczeniu głodu i wykluczeniu społecznemu.

Morskie obszary chronione (MPA – *marine protected areas*; czyli ochrona przed rybołówstwem, wydobywaniem surowców i minerałów oraz niszczeniem siedlisk) są skutecznymi narzędziami przywracania różnorodności biologicznej oceanów i mórz, i świadczonych przez nie usług ekosystemowych, ale obecnie tylko 2,7% oceanów jest wysoce chronionych. Ten niski poziom ochrony oceanów jest w dużej mierze spowodowany bezsprzecznym konfliktem pomiędzy działalnością organizacji ekologicznych chroniących oceany i morza a przemysłem, w tym rybołówstwem, czy też innymi dziedzinami gospodarki, czerpiącymi korzyści z oceanów. To podejście do ochrony obszarów mórz i oceanów poddał pod dyskusję w artykule opublikowanym w „Nature” w 2021 roku Sala i współautorzy⁸⁸. Jak podaje, można to osiągnąć poprzez ochronę obszarów priorytetowych, które każdy kraj mający dostęp do otwartych wód ma zdiagnozowane. Obszary priorytetowe, które mogą w znacznym stopniu przyczynić się do osiągnięcia trzech celów: ochrona różnorodności biologicznej, zaopatrzenie w żywność i składowanie dwutlenku węgla – powinny być wyznaczane globalnie w porozumieniu z państwami. Globalnie skoordynowany wysiłek może być prawie dwa razy skuteczniejszy niż nieskoordynowana ochrona na poziomie krajowym⁸⁹.

⁸⁸ E. Sala i in., *Protecting the global ocean for biodiversity food and climate*, „Nature” t. 592 (2021), s. 397-402.

⁸⁹ Tamże.

Wyznaczenie ochrony i zrównoważonego monitoringu, i zarządzania morzami, oceanami i wodami śródlądowymi wyznaczyła również Misja *Zdrowe oceany, morza, wody przybrzeżne i śródlądowe*⁹⁰, powołana do działania przez KE jako narzędzie wsparcia dla programu naukowego Horyzont Europa w 2019 r. Misja ma na celu poznanie, odtworzenie i ochronę naszych oceanów i wód do 2030 r. poprzez zmniejszenie presji człowieka na środowiska morskie i słodkowodne, przywrócenie zdegradowanych ekosystemów i zrównoważone ich zasobów. Aby działania związane z ochroną i zrównoważonym zarządzaniem środowiskiem wodnym były skuteczne, muszą obejmować wszystkie zbiorniki wodne, począwszy od najmniejszych cieków wodnych, aż do oceanów, a więc muszą być prowadzone w sposób systemowy. Jego ogólnym celem jest odbudowa oceanów i wód do 2030 roku oraz wsparcie społeczeństwa: angażować, inspirować i motywować obywateli do pełnego zatroszczenia się o nasze oceany i wody jako dobro wspólne. Innymi słowy, stworzenie społeczności obywateli, którzy cenią ocean i wody jako dobro wspólne i kapitał naturalny, który należy chronić, którzy chcą zaangażować się w cele misji, aby poznać, odtworzyć i chronić ocean i wody, a także cieszyć się z jego bioróżnorodności. Należy do osiągnięcia tego celu wykorzystywać wszystkie kanały: edukację wszystkich pokoleń, dobrowolne zaangażowanie obywateli, takie jak inicjatywy związane ze sprzątaniem plaż, naukę obywatelską i inicjatywy w zakresie nabywania umiejętności do ochrony wód. Ma powstać europejski korpus ochotników ds. rewitalizacji, ogólnoeuropejskiej koalicji organizacji społeczeństwa obywatelskiego, szkół, muzeów, akwariów morskich, ośrodków i wydarzeń kulturalnych, ogólnoeuropejskiej „niebieskiej edukacji” oraz ogólnoeuropejskiej strategii na rzecz nauki o morzach i oceanach. Te działania mają pomóc w osiągnięciu wskaźników związanych z edukacją społeczeństwa, takich jak: zwiększenie wiedzy o środowisku wodnym poprzez wprowadzenie zagadnień z tym związanych do wszystkich programów nauczania przedmiotów ścisłych i przyrodniczych w szkołach podstawowych i średnich w całej UE. Jak założono w raporcie misji, 50% Europejczyków do 2030 roku będzie uczestniczyło w wydarzeniach organizowanych przez ogólnoeuropejską koalicję na rzecz oceanów (EU4Ocean) oraz nastąpi podniesienie kwalifikacji i reedukacja osób zajmujących się środowiskiem morskim, oceanicznym i wodami śródlądowymi⁹¹. Dla ochrony i racjonalnego zarządzania środowiskiem wodnym konieczne jest współdziałanie nauki, społeczeństwa i organizacji międzynarodowych.

⁹⁰ P. Lamy i in., *Mission Starfish 2030: Restore our ocean and waters. Report of the Mission Board Healthy Oceans, Seas, Coastal and Inland Waters*, (2020), European Commission Directorate-General for Research and Innovation.

⁹¹ Tamże, P. Lamy i in., 2020.

Bibliografia

- 7th Environment Action Programme UE, DECISION No 1386/2013/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 20 November 2013 on a General Union Environment Action Programme to 2020 *Living well, within the limits of our planet*. <http://eurlex.europa.eu/legalcontent/EN/TXT/?uri=CELEX:32013D1386> [dostęp: 6.05.2021].
- Bouma J., *Reaching out from the soil-box in pursuit of soil security*, „Soil Science and Plant Nutrition” t. 61 (2015), s. 556-565, doi: 10.1080/00380768.2015.1045403.
- Bouma J., *How to Realize Multifunctional Land Use as a Contribution to Sustainable Development*, „Frontiers in Environmental Science” 2021, s. 1-5, doi:10.3389/fevs.2021.620285.
- Briffa J., Sinagra E., & Blundell R., *Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans*, „Heliyon” t. 6 (2020), e04691.
- Bury M., Rusinowski S., Sitko K., Krzyżak J., Kitzak T., Mozdżer E., Siwek H., Włodarczyk M., Zieleźnik-Rusinowska P., Szada-Borzyszowska A., Pogrzeba M., *Physiological status and biomass yield of Sida hermaphrodita (L.) Rusby cultivated on two distinct marginal lands in Southern and Northern Poland*, „Industrial Crops and Products” t. 167 (2021), 113-502.
- Dahl M., Bergman S., Björk M., Diaz-Almela E., Granberg M., Gullström M. & Mateo M. Á., *A temporal record of microplastic pollution in Mediterranean seagrass soils*, „Environmental Pollution” t. 273 (2021), s. 116-451.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. ustanawiająca ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego (dyrektywa ramowa w sprawie strategii morskiej) http://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2008.164.01.0019.01.POL [dostęp: 6.05.2021].
- EEA, 2015. *Progress in management of contaminated sites*. <http://www.eea.europa.eu/downloads/3317ce15ea77ed41a9753f4781bdcca/1441389594/progress-in-management-of-contaminated-1.pdf?direct=1> [dostęp: 6.05.2021].
- EEA, 2020. *The European environment – state and outlook 2020, Knowledge for transition to a sustainable Europe*, European Environment Agency, 2019, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2019, ISBN 978-92-9480-090-9, doi: 10.2800/96749, TH-04-19-541-EN-N [dostęp: 6.05.2021].
- EEA, 2020a. *Air quality in Europe – 2020 report* (EEA Report No 09/2020), European Environment Agency, (2020), Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020, ISBN 978-92-9480-292-7, ISSN 1977-8449, doi: 10.2800/786656.
- EU Biodiversity Strategy for 2030 – Bringing nature back into our lives*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and Committee of the Regions, COM(2020), 380 final, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/actions-being-taken-eu/EU-biodiversity-strategy-2030_en#the-business-case-for-biodiversity [dostęp: 10.05.2021].
- EU A Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally friendly food system*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and Committee of the Regions, Brussels,

- COM(2020) 381 final, https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf [dostęp: 10.05.2021].
- EU Strategy to harness the potential of offshore renewable energy for a climate neutral future*, Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions, Brussels, COM(2020) 741 final.
- European Commission, *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions European Climate Pact*, Brussels, COM (2020) 788 final.
- European Commission, *Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu Regionów, Druga Prognoza w Sprawie Czystego Powietrza*, Brussels, 2021, COM (2021) 3 final, Directorate-General for Environment (European Commission), Publication Office of the EU.
- FAO and ITPS, 2015, *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. „Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils”, Rome, Italy (also available at <http://www.fao.org/3/a-i5199e.pdf> [dostęp: 6.05.2021]).
- Franciszek, *Laudato si'* (2015).
- Geissen V., Mol H., Klumpp E., Umlauf G., Nadal M., Van der Ploeg M., Sjoerd E.A.T.M. van de Zee, Coen J. Ritsema, *Emerging pollutants in the environment: a challenge for water resource management*, „International soil and water conservation research” t. 3(1) (2015), s. 57-65.
- GIOŚ, 2015. *Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 2016-2020*, Warszawa 2015.
- GIOŚ, 2018. *Stan środowiska w Polsce. Raport 2018 rok*, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa 2018.
- GUS, 2019, *Ochrona środowiska – Raport, 2019*, Główny Urząd Statystyczny, Departament Badań Przestrzennych i Środowiska, ISSN 0867-3217, www.stat.gov.pl [dostęp: 6.05.2021].
- He D., Luo Y., Lu S., Liu M., Song Y., Lei L., *Microplastics in soils: analytical methods, pollution characteristics and ecological risks*, „TrAC Trends in Analytical Chemistry” t. 109 (2018), s. 163-172.
- Horta A., Malone B., Stockmann U., Minasny B., Bishop T.F.A., McBratney A.B., Pallasser R., Pozza L., *Potential of integrated field spectroscopy and spatial analysis for enhanced assessment of soil contamination: A prospective review*, „Geoderma” t. 241-242 (2015), s. 180-209.
- <https://czystepowietrze.gov.pl> [dostęp: 26.05.2021].
- <https://mojprad.gov.pl/> [dostęp: 26.05.2021].
- <https://www.eea.europa.eu/pl/themes/water/intro> [dostęp: 26.05.2021].
- https://ec.europa.eu/environment/air/cleaner_air/ [dostęp: 6.05.2021].
- <https://www.eea.europa.eu/pl/highlights/stan-srodowiska-w-europie-w> [dostęp: 6.05.2021].
- <https://www.eea.europa.eu/pl/sygnal42y/sygnaly-2019/infografika> [dostęp: 6.05.2021].
- <https://www.gov.pl/web/klimat/ochrona-wod> [dostęp: 6.05.2021].
- <https://www.gov.pl/web/klimat/prognozy-jakosci-powietrza> [dostęp: 6.05.2021].
- www.norman-network.net [dostęp: 26.05.2021].

- <https://ungc.org.pl/info/zasoby-wodne-polsce> [dostęp: 26.05.2021].
- Hvězďová M., Kosubová P., Košíková M., Scherr K.E., Šimek Z., Brodský L. & Hofman J., *Currently and recently used pesticides in Central European arable soils*, „Science of the Total Environment” t. 613 (2018), s. 361-370.
- Iwańska B., *Ochrona powietrza w systemie prawa ochrony środowiska*, „Europejski Przegląd Sądowy” t. 7 (142) (2017), s. 4-14.
- Jeleński T., Dendys M., Tomaszewska B., Pająk L., *The potential of RES in the reduction of air pollution: The SWOT analysis of smart energy management solutions for Krakow Functional Area (KrOF)*, „Energies” t. 13 (7) (2020), s. 17-54.
- JRC, 2016. *Soil threats in Europe: status, methods, drivers and effects on ecosystem services. A review report*, red. J. Stolte, M. Tesfai, L. Øygarden Sigrun Kværnø, J. Keizer, F. Verheijen, P. Panagos, C. Ballabio, R. Hessel, EUR 27607 EN; doi: 10.2788/828742 [dostęp: 6.05.2021].
- JRC, 2018. Pérez A.P., Eugenio N.R. (2018), *Status of local soil contamination in Europe*, Technical Reports, European Commission.
- KE, 2002, *Communication from the Commission to the Council and the European Parliament, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Towards a thematic strategy for soil protection*, COM (2002), 179 final.
- Keesstra S.D., Bouma J., Wallinga J., Tiftonell P., Smith P., Cerda A., Montanarella L., Quinton J.N., Pachepsky Y., van der Putten W.H., Bardgett R.D., Moolenaar S., Mol G., Jansen B., Fresco L.O., *The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals*, „Soil” t. 2 (2016), s. 111-128. doi: 10.5194/soil-2-111-2016 [dostęp: 6.05.2021].
- Konwencja wiedeńska w sprawie ochrony warstwy ozonowej, Wiedeń, 22.03.1985, Dz.U. 1992, nr 98, art. 2, ust. 1.
- Konwencja w sprawie transgranicznego zanieczyszczenia powietrza na dalekie odległości, Genewa, 13.11.1979, Dz.U. 1985, nr 60.
- Konwencja z Minamaty w sprawie rtęci, Kumamoto, 10.10.2013.
- Lamy P., Citores A., Deidun A., Evans L., Galgani F., Heffernan P., Karageorgis A., Kauppi L., Manakovski D., Meissner G., Moldoveanu V., Ramm K., Pedicchio, M.C., Pitta e Cunha T., Slat B., Pons G, *Mission Starfish 2030: Restore our ocean and waters. Report of the Mission Board Healthy Oceans, Seas, Coastal and Inland Waters* (2020), European Commission Directorate-General for Research and Innovation.
- Paleari S., *Is the European Union protecting soil? A critical analysis of Community environmental policy and law*, „Land use policy”, t. 64 (2017), s. 163-173.
- Panagos P., Van Liederke M., Yigini Y., Montanarella L., *Contaminated sites in Europe: Review of the current situation based on data collected through a European network*, „Journal of Environmental and Public Health” 2013.
- PE, 2000, *Ramowa Dyrektywa Wodna – Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej*.
- PE, 2008a, *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2008/56/WE z dnia 17 czerwca 2008 r. ustanawiająca ramy działań Wspólnoty w dziedzinie polityki środowiska morskiego*, http://eurlex.europa.eu/legalcontent/PL/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_2008.164.01.0019.01.POL [dostęp: 6.05.2021].

- PE, 2009, *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 r. w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych zmieniająca i w następstwie uchylająca dyrektywy 2001/77/WE oraz 2003/30/WE*.
- Pimentel D., Whitecraft M., Scott Z.R., Zhao L., Satkiewicz P., Scott T.J., Phillips J., Szimák D., Singh G., Gonzalez D.O., Moe T.L., *Will limited land, water and energy control human population numbers in the future?*, „Human Ecology” t. 38 (2010), s. 599-611.
- Pogrzeba M., Krzyżak J., Rusinowski S., McCalmont J.P., Jensen E., *Energy Crop at Heavy Metal-Contaminated Arable Land as an Alternative for Food and Feed Production: Biomass Quantity and Quality*. w: *Plant Metallomics and Functional Omics*, ed. G. Sablok, Szwajcaria 2019 (Springer Chapter 1), s. 1-21.
- Pogrzeba M., Rusinowski S., Sitko K., Krzyżak J., Skalska A., Małkowski E., Ciszek D., Werle S., McCalmont J.P., Mos M., Kalaji H.M., *Relationships between soil parameters and physiological status of Miscanthus x giganteus cultivated on soil contaminated with trace elements under NPK fertilisation vs. microbial inoculation*, „Environmental Pollution”, t. 225 (2017), s. 163-174, doi: 10.1016/j.envpol.2017.03.058 [dostęp: 6.05.2021].
- Porozumienie paryskie – ramowa konwencja Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, 22.04.2016.
- Prawo wodne, Dz.U. 2017, poz. 1566.
- Protokół do ramowej konwencji Narodów Zjednoczonych w sprawie zmian klimatu, Kio- to, 11.12.1997, Dz.U. 2005, nr 203, poz. 1684.
- Protokół montrealski w sprawie substancji zubożających warstwę ozonową, Montreal, 16.09.1987, Dz.U. 1992, nr 98, poz. 490.
- Ramanathan V., *Climate Change, Air Pollution, and Health: Common Sources, Similar Impacts, and Common Solutions*, w: *Health of People, Health of Planet and Our Responsibility*, Springer, Cham, 2020, s. 49-59, <https://doi.org/10.1007/978-3-030-31125-4> [dostęp: 6.05.2021].
- Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 września 2016 r. w sprawie sposobu prowadzenia oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi, Dz.U. 2016, poz. 1395.
- Rusinowski S., Krzyżak J., Sitko K., Kalaji H.M., Jensen E., Pogrzeba M., *Cultivation of C4 perennial energy grasses on heavy metal contaminated arable land: Impact on soil, biomass, and photosynthetic traits*, „Environmental Pollution” t. 250 (2019), s. 300-311, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.04.048> [dostęp: 6.05.2021].
- Sala E., Mayorga J., Bradley D., Cabral R.B., Atwood T.B., Auber A., Cheung W., Costello C., Ferretti F., Friedlander A.M., Gaines S.D., Garilao C., Goodell W., Halpern B.S., Hinson A., Kaschner K., Kesner-Reyes K., Leprieur F., McGowan J., Morgan L.E., Mouillot D., Palacios-Abrantes J., Possingham H.P., Rechberger K.D., Worm B., Lubchenco J., *Protecting the global ocean for biodiversity food and climate*, „Nature” t. 592 (2021), s. 397-402, <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03371-z> [dostęp: 6.05.2021].
- Sasakova N., Gregova G., Takacova D., Mojzisova J., Papajova I., Venglovsky J., Szaboova T., Kovacova S., *Pollution of surface and ground water by sources related to agricultural activities*, „Frontiers in Sustainable Food Systems” t. 2 (2018), s. 42.

- Scheurer M., Bigalke M., *Microplastics in Swiss floodplain soils*, „Environmental Science & Technology”, t. 52,6 (2018) s. 3591-3598, <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b06003> [dostęp: 6.05.2021].
- Schröder J.J., Ten Berge H.F.M., Bampa F., Creamer R.E., Giraldez-Cervera J.V., Hendriksen C.B., Olesen J.E., Rutgers M., Sandén T., Spiegel H., *Multifunctional land use is not self evident for European farmers: a critical review*, „Front. Environ. Sci.” 2020, doi:10.3389/fenvs.2020.575466 [dostęp: 6.05.2021].
- Silva V., Mol H.G., Zomer P., Tienstra M., Ritsema C.J., Geissen V., *Pesticide residues in European agricultural soils – A hidden reality unfolded*, „Science of the Total Environment” t. 653 (2019), s. 1532-1545.
- Szada-Borzyszkowska A., Krzyżak J., Rusinowski S., Sitko K., Pogrzeba M., *Field Evaluation of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Colonization in Miscanthus × giganteus and Seed-Based Miscanthus Hybrids Grown in Heavy-Metal-Polluted Areas*, „Plants” 11 (9), 2000, s. 1216.
- Tan X., Han L., Zhang X., Zhou W., Li W., Qian Y., *A review of current air quality indexes and improvements under the multi-contaminant air pollution exposure*, „Journal of environmental management” t. 279 (2021), s. 111-681.
- The Green Deal, 2019. A European Green Deal as part of Commission priorities for 2019–2024, https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en [dostęp: 6.05.2021].
- Veerman C., Bastioli C., Biro B., Bouma J., Cienciala E., Emmett B., Frison E.A., Grand A., Hristov L., Kriaučiūnienė Z., Pinto Correia T., Pogrzeba M., Soussana J-F., Vela C., Wittkowski R., *Caring for soil is caring for life – Ensure 75% of soils are healthy by 2030 for food, people, nature and climate, Independent expert report*, European Commission (2020), Publications Office of the European Union, Luxembourg, <https://www.coursehero.com/file/87965802/Caring-for-soil-is-caring-for-life-Ensurdpdf/> [dostęp: 6.05.2021].
- Yang L., Zhang Y., Kang S., Wang Z., Wu C., *Microplastics in soil: A review on methods, occurrence, sources, and potential risk*, „Science of The Total Environment”, t. 780 (2021), 146-546, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721016144> [dostęp: 6.05.2021].

Słowa kluczowe: zanieczyszczenie środowiska, gleba, woda, powietrze atmosferyczne, plany, przyszłość, encyklika *Laudato si'*

Keywords: environmental pollution, soil, water, air, plans, future, *Laudato si'* encyclical