

**IV Pomorska Uczniowska Konferencja Naukowa
„Zdolni z Pomorza”**



CYWILIZACJA KONTRA NATURA



ZIEMIA
w obliczu
zmian
klimatycznych

MATERIAŁY POKONFERENCYJNE

CYWILIZACJA KONTRA NATURA

ZIEMIA
w obliczu
zmian
klimatycznych

IV Pomorska Uczniowska Konferencja Naukowa *Zdolni z Pomorza*
pod hasłem *Cywilizacja kontra natura. Ziemia w obliczu zmian klimatycznych*

**SAMORZĄD WOJEWÓDZTWA POMORSKIEGO
PEDAGOGICZNA BIBLIOTEKA WOJEWÓDZKA W GDAŃSKU**

CYWILIZACJA KONTRA NATURA

ZIEMIA w obliczu zmian klimatycznych

Materiały z naukowej konferencji uczniowskiej
Gdańsk, 21 listopada 2020

Wydawnictwo
bernardinum

2021

Konferencja zorganizowana przez Samorząd Województwa Pomorskiego we współpracy z Pedagogiczną Biblioteką Wojewódzką w Gdańsku i Politechniką Gdańską.

Materiał współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Pomorskiego na lata 2014–2020 – projekt *Zdolni z Pomorza*.

Egzemplarz bezpłatny

Komitet redakcyjny:

dr hab. Krzysztof Kornacki, prof. UG

dr inż. Bartłomiej Cieślik

dr Anna Niewulis

mgr Artur Eichmann

mgr inż. Aleksander Mroziński

Redakcja naukowa: mgr Małgorzata Kwaśnik

Korekta: Małgorzata Kwaśnik, Stanisław Powała-Niedźwiecki (stiksza.pl)

Projekt okładki: Magdalena Jędrasik

© Copyright by Województwo Pomorskie, 2021

ISBN 978-83-8127-665-8

Wydawnictwo „Bernardinum” Sp. z o.o.

ul. Biskupa Dominika 11, 83–130 Pelplin

tel. 58 536 17 57, fax 58 536 17 26

bernardinum@bernardinum.com.pl

www.bernardinum.com.pl

Skład, druk i oprawa:

Drukarnia Wydawnictwa „Bernardinum” Sp. z o.o., Pelplin

Spis treści

Słowo od marszałka województwa pomorskiego 9

Wykład inaugurujący IV Pomorską Uczniowską Konferencję
Naukową *Zdolni z Pomorza: Jacek Piskozub – Wpływ życia na klimat
w historii naszej planety* 11

Rozdział I BIOLOGIA

Antonina Greszczuk, Aleksandra Hinz
Na ratunek pszczołom, czyli fauna pszczoł w obliczu
zmian klimatycznych 23

Katarzyna Jałoszewska
Wpływ przemysłowej hodowli zwierząt na zmiany klimatyczne 36

Zofia Klata
Lokalne bogactwo – zielone płuca miasta i ich rola w obliczu
zmian klimatycznych 43

Zofia Lipka
Wpływ emisji CO₂ w wybranych krajach na bioróżnorodność
ich ekosystemów 58

Jacek Piskozub
Wpływ zmiany klimatu na życie w antropocenie 71

Rozdział II

Chemia

Bartłomiej Cieślik	
Przemysł, zanieczyszczenie i klimat	79
Anna Derlatka, Marta Krzyżanowska, Adrianna Urbaniak	
„Niszcząc nasz świat, niszczysz też swoje zdrowie”, czyli o zmianach klimatycznych w kontekście dobrostanu fizycznego, psychicznego i społecznego	89
Zofia Gorska, Iga Ossowska	
Produkcja i marnotrawstwo żywności a kryzys klimatyczny	100
Kacper Narloch	
Woda, słońce i wiatr. Czy pomagają ludzkości?	113
Barbara Siewert	
Sprawca czy ofiara? Jak zmiany klimatyczne wpływają na nasz mózg i na nasze życie	122

Rozdział III

Nauki humanistyczne

Maja Aleksandra Hnatów	
Różni ludzie z różnych krańców świata a wspólne problemy klimatyczne	131
Lena Jaroszevska	
Proekologia – przymus, zachęta czy potrzeba? Analiza świadomości i potrzeb nastolatków	141
Krzysztof Kornacki	
Kapitalizm a ekologia. Przypadek filmu <i>Planet of the Humans</i> Gibbsa, Zehnera i Moore’a	150

Katarzyna Meller
Wpływ wyborów żywieniowych na środowisko 160

Mikołaj Wargowski
Środowisko naturalne w obliczu światowej pandemii koronawirusa 169

Rozdział IV **Nauki techniczne**

Martyna Majer
Liczy ukryte w lodowcach 179

Mirosław Miętus
Współczesna zmiana klimatu. Co to jest i dlaczego stanowi zagrożenie? 186

Łukasz Pękala
Rola wody w przyrodzie, technice i zdrowiu 194

Anna Sawicka
Inteligentne miasta a rozwiązanie problemu globalnego ocieplenia 204

Maria Tumidajewicz
Skutki katastrofy w Czarnobylu dla ludzi i środowiska, w którym żyli 214

Rozdział V
Postery 221

Szanowni Państwo!

Zagadnienia związane z klimatem oraz kryzysem klimatyczno-ekologicznym są dziś szalenie ważne, zwłaszcza jeśli chodzi o odpowiedzialność człowieka za utrzymanie planety w jak najlepszej kondycji. To również niezwykle pasjonujący temat badawczy. Wspólna troska ludzi o Ziemię jest kluczowym czynnikiem umożliwiającym nasze przetrwanie. Uczniowie szkół z naszego regionu dostrzegli wagę tych zagadnień i zmierzili się z tym trudnym tematem podczas obrad IV Pomorskiej Uczniowskiej Konferencji Naukowej w ramach projektu *Zdolni z Pomorza*.



To coroczne wydarzenie odbyło się tym razem pod hasłem *Cywilizacja kontra natura. Ziemia w obliczu zmian klimatycznych*. W związku z trwającą epidemią COVID-19 konferencja miała formę zdalną. W obradach uczestniczyło prawie 200 osób. Uzdolnieni młodzi ludzie mieli okazję – niejednokrotnie po raz pierwszy w życiu – zaprezentować publicznie własne referaty, artykuły i plakaty naukowe. Dzięki niniejszej publikacji efekty ich pracy zostaną szerszej upowszechnione. Jestem przekonany, że taka prezentacja rezultatów własnych dociekań to bardzo ważny krok w kierunku przyszłej kariery naukowej czy kariery innowacyjnego przedsiębiorcy.

Podczas trzygodzinnych obrad IV Pomorskiej Uczniowskiej Konferencji Naukowej w ramach projektu *Zdolni z Pomorza* dwudziestu uczniów wygłosiło szesnaście referatów. Temat diskutowany był w ramach czterech paneli tematycznych: z biologii, chemii, nauk humanistycznych i nauk technicznych. Obok prelekcji

młodych Pomorzan można było wysłuchać wystąpień uznanych autorytetów w każdej z dziedzin. Jako gospodarz regionu z podziwem i radością patrzę na tych młodych, zdolnych ludzi, którzy osiągnęli już tak wiele. Wierzę, że dzięki ich zainteresowaniom, pasji, talentom oraz wsparciu, jakie oferuje przedsięwzięcie *Zdolni z Pomorza*, będą oni nadal wspinali się rozwijać, a w nieodległej przyszłości docenimy ich wpływ na rozwój naszego regionu, kraju i świata.



Mieczysław Struk
Marszałek
Województwa Pomorskiego

Samorząd Województwa Pomorskiego od 2010 roku wspiera utalentowanych uczniów, a od 2016 roku realizuje wspólnie z pomorskimi powiatami i siedmioma uczelniami 26 projektów. Dzięki temu wszechstronne wsparcie mogą uzyskać uczniowie uzdolnieni z matematyki, fizyki, informatyki, biologii, chemii, a także w zakresie przedmiotów rozwijających kompetencje społeczne (np. język polski, historia). Projekty, które łączy nazwa *Zdolni z Pomorza*, współfinansowane są ze środków europejskich w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego Województwa Pomorskiego 2014–2020. Młodzi ludzie mogą brać udział m.in. w zajęciach pozalekcyjnych, spotkaniach akademickich, konkursach i obozach naukowych. Najlepsi zostają objęci indywidualną opieką mentorską.

Wpływ życia na klimat w historii naszej planety

Planeta Ziemia powstała wraz całym Układem Słonecznym 4,568 miliarda lat temu [3]. Wiemy to, ponieważ dysponujemy fragmentami meteorytów z początków istnienia Układu Słonecznego. Nie posiadamy natomiast skał ziemskich starszych niż cztery miliardy lat. Znaleziono jednak niewielkie ziarna cyrkonu, bardzo twardego i odpornego na ścieranie minerału, które pochodzą sprzed ponad 4,3 miliarda lat, czyli mniej niż dwieście milionów lat po powstaniu Układu Słonecznego i Ziemi [22]. Skład chemiczny i izotopowy tych ziaren wskazuje, że powstały w temperaturach, w których na powierzchni Ziemi mogła istnieć ciekła woda, czyli oceany. Natomiast już najstarsze skały ziemskie, jakie udało się odnaleźć na Labradorze i Grenlandii, sprzed prawie czterech miliardów lat, wykazują izotopowe ślady życia [21], a najwcześniejsze skamieniałości organizmów podobnych do sinic znaleziono w skałach osadowych Zachodniej Australii datowanych na 3,5 miliarda lat [18].

Życie na naszej planecie pojawiło się zatem wkrótce po jej powstaniu. Od początku wpływało ono na jej klimat, zmieniając zawartość metanu i dwutlenku węgla w atmosferze. Jest to istotne, gdyż są to gazy cieplarniane, bez których młoda Ziemia nie utrzymałaby temperatury nadającej się dla życia. Biorąc pod uwagę, że Słońce przez całą swą historię – jak wynika z modeli astrofizycznych – powiększa swoją jasność o mniej więcej 1% na sto milionów lat, w związku z tym w okresie, gdy zaczynało się życie na Ziemi, było o ok. 30% słabsze niż obecnie [5]. Pierwotna atmosfera Ziemi składała się prawdopodobnie z azotu N_2 i dwutlenku węgla CO_2 , być może także z tlenku węgla (czadu) CO [20]. Pierwszą zmianą składu atmosfery, spowodowaną przez wczesne życie, było zapewne utlenienie CO do CO_2 i rozpoczęcie produkcji metanu CH_4 przez organizmy metanogenne w warunkach beztlenowych. Metan jest bardzo silnym gazem

¹ Prof. dr hab. Jacek Piskozub, Instytut Oceanologii PAN w Sopocie.

cieplarnianym i jego obecność w atmosferze pomagała utrzymać warunki korzystne dla życia przy „słabszym” niż dzisiaj Słońcu [4].

Później, gdy sinice zaczęły produkować tlen, rozpoczął się nowy etap w historii Ziemi. Przede wszystkim obecność nawet niewielkich ilości wolnego tlenu w atmosferze uratowała Ziemię przed losem Marsa, czyli utratą wody. W warunkach beztlenowych para wodna w wyższych partiach atmosfery rozbijana jest przez promieniowanie ultrafioletowe na tlen i wodór. W obecności wolnego tlenu wodór łączy się z nim ponownie w molekuly wody H_2O . Natomiast zanim tlen pojawił się w atmosferze, atomy wodoru ulatywały w kosmos, gdyż są one wystarczająco lekkie, aby w temperaturach występujących w atmosferze przynajmniej niektóre z nich osiągały prędkość ucieczki (drugą prędkość kosmiczną). Ocenia się, że w okresie beztlenowym atmosfery nasza planeta straciła tym sposobem ponad 30% wody z oceanów [25].

Fotosynteza tlenowa – proces, w którym organizmy samożywne (inaczej autotroficzne, w tym wszystkie rośliny) używają energii słonecznej do produkcji swej biomasy z dwutlenku węgla i wody, produkując przy tym wolny tlen (zapisywana symbolicznie zwykle jako $6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2$, gdzie glukoza $C_6H_{12}O_6$ symbolizuje biomasę komórki), rozpoczęła się być może już 3,7 miliarda lat temu, o czym świadcząby kopalne stromatolity, pozostałość po matach bakteryjnych organizmów fotosyntezujących z Grenlandii [15]. Jednak nie jest pewne, czy była to już fotosynteza tlenowa. Na podstawie badań genetycznych wiemy natomiast, że organizmami, które w wyniku ewolucji „wymyśliły” fotosyntezę tlenową, były sinice (inaczej zwane cyjanobakteriami). Wynalazek ten był tak skuteczny, że właściwie wszystkie rośliny wykorzystują go, mając w swych komórkach plastydy, organelle będące pozostałością po symbiotycznych sinicach [16].

Sama produkcja tlenu przez sinice nie wystarczyła jednak, aby znacząco zmienić skład atmosfery. Ponieważ procesem odwrotnym do fotosyntezy jest **oddychanie**, czyli utlenianie materii organicznej, zachodzące przy metabolizmie organizmów czerpiących energię ze spożywania materii organicznej (zwanych cudzożywymi lub heterotroficznymi), w tym wszystkich zwierząt. Każda molekula tlenu wypuszczona do atmosfery odpowiada jednemu atomowi węgla wbudowanemu w biomasę. Cyjanobakterie nie mogły więc wytworzyć więcej molekuł tlenu niż wynosiła liczba atomów węgla, jakie zdołały wbudować w swoje organizmy, a są to ilości nieporównywalnie mniejsze (nawet jeśli wziąć pod uwagę całą ziemską biosferę, łącznie z lasami) niż obecna zawartość tlenu. Skąd zatem wzięło się tak dużo tlenu w naszej atmosferze?

Okazuje się, że jest na to sposób: zakopanie nieutlenionego węgla w osadach [14].

Stężenie tlenu w ziemskiej atmosferze zaczęło wzrastać około 2,5 do 2,2 miliarda lat temu, a poziom zbliżony do współczesnego osiągnęło dopiero około 600 do 500 milionów lat temu [14]. I nie był to ciągły proces, a raczej kilka dużych „impulsów” zmieniających skład atmosfery ziemskiej. Impulsy te były tak duże, że stanowią one granice **eonów** [23], najdłuższych okresów geologicznych, czyli odpowiednio: archaiku – zakończonego przed 2,5 miliardami lat, proterozoiku – zakończonego 542 miliony lat temu i trwającego nadal fanerozoiku. Podział taki spowodowany jest tym, że pierwszy eon był absolutnie beztlenowy, w drugim występowały już pierwsze jednokomórkowe organizmy oddychające z udziałem tlenu, a trzeci jest okresem życia wielokomórkowego. Oczywiście ten rozwój życia możliwy był tylko dzięki zwiększeniu stężenia tlenu w atmosferze, ale sam tlen był produktem życia.

Co ciekawe, oba okresy wzrostu stężenia tlenu w naszej atmosferze na początku proterozoiku i fanerozoiku charakteryzowały się epizodami globalnych zlodowaceń Ziemi, tzw. kuli śnieżnej Ziemi, jedynymi w historii naszej planety. Aby zrozumieć, dlaczego się zaczęły i jak się skończyły oraz co to ma wspólnego z tlenem, należy zrozumieć cykl węglowy w skali geologicznej. Mówimy tu o milionach, a nawet dziesiątkach milionów lat, okresach, w których ani dobowe, ani sezonowe zmiany (zima bez roślinności i zielone lato) nie mają żadnego znaczenia. Jak wspomniano wyżej, fotosynteza i oddychanie same w sobie nie są w stanie zmienić zawartości CO₂ i tlenu w atmosferze, natomiast procesy geologiczne tak. Wulkanizm dostarcza do atmosfery dwutlenku węgla, a procesy wietrzenia skał wulkanicznych na lądach, łącznie z wytwarzaniem skał osadowych składających się z węglanu wapnia, usuwają CO₂ z atmosfery [14]. Oba te „strumienie” węgla są niewielkie, ponad 100 razy mniejsze niż nasze obecne emisje CO₂ i w dodatku przez większość historii naszej planety były one praktycznie równe, likwidując się nawzajem i zapewniając bardzo wolne zmiany składu atmosfery. Nie są one jednak dokładnie identyczne i dlatego stężenie CO₂ zmieniało się, np. pod wpływem większego lub mniejszego wulkanizmu, związanego odpowiednio z rozpadem kontynentów i tworzeniem nowej skorupy dna oceanicznego lub z ich łączeniem się, co dodatkowo zwiększało wietrzenie w wyniku powstawania podatnych na wietrzenie wysokich gór (współczesnym przykładem są Himalaje, efekt zderzenia płyt Indii oraz Azji). Jednak to, że wietrzenie następuje szybciej, gdy nasza planeta jest cieplejsza (powodując ubytek stężenia CO₂), a wolniej, gdy

jest zimniejsza (powodując jego wzrost), przyczyniało się do stabilizacji stężenia CO₂ w atmosferze, a zatem i globalnej temperatury.

Wydaje się, że oba epizody globalnego zlodowacenia poprzedzone zostały zmniejszeniem stężenia metanu w atmosferze. Związane było to ze wzrostem ilości tlenu utleniającego metan do dwutlenku węgla. Pierwszy z tych wzrostów mógł być spowodowany wyłonieniem się kontynentów spod powierzchni oceanu około 2,5 miliarda lat temu [2] i związanym z tym nasileniem procesu wietrzenia skał wulkanicznych. Drugi wzrost, trwający od 720 do 635 milionów lat temu, mógł zostać spowodowany zwiększonym wietrzeniem świeżo powstałych, rozległych wylewów bazaltowych w ciepłych i wilgotnych rejonach tropikalnych [6]. W obu przypadkach spowodowało to wzrost tempa zakopywania węgla, wprowadzając Ziemię w globalną epokę lodową, podczas której pokryta była lodem i śniegiem praktycznie cała jej powierzchnia. Pozornie wydawać by się mogło, że taka epoka lodowa musi być wieczna, gdyż prawie biała Ziemia odbijać będzie wystarczająco dużo promieniowania słonecznego, aby wywołać nieustanne mrozy nawet latem w tropikach. Jednak w skali geologicznej ten sam cykl węglowy umożliwia mechanizm ucieczki z takiej sytuacji. Na kontynentach skutych lodem praktycznie nie zachodzi wietrzenie skał, gdyż schowane są pod grubą warstwą lodu i śniegu (mechanizm usuwania CO₂ z atmosfery przestaje działać), podczas gdy wulkany emitują CO₂ powoli przez cały czas. Po kilkudziesięciu milionach lat nabiera się go w atmosferze na tyle dużo, że epoka lodowa kończy się dość gwałtownie. Wynika to z tego, że Ziemia przy tak silnym efekcie cieplarnianym, gdy już przestanie być biała, przejdzie bezpośrednio do klimatu bardzo gorącego. Wzmoczone wietrzenie (rozpuszczanie skał) przez zakwaszoną dwutlenkiem węgla wodę deszczową spowoduje olbrzymi strumień węgla do oceanów i dalsze, znaczne zwiększenie stężenia tlenu w atmosferze.

Po drugim z tych epizodów ilość tlenu w atmosferze była na tyle duża, aby umożliwić gwałtowną ewolucję organizmów wielokomórkowych, których szybki metabolizm był wcześniej niemożliwy w warunkach niskich stężeń tlenu. W krótkim geologicznie czasie roślinność opanowała lądy i w okresie karbonu (od łacińskiej nazwy węgla) lasy porastały już masowo wszystkie kontynenty. Nieprzypadkowo większość pokładów węgla kamiennego pochodzi właśnie z tego okresu. Drzewa pięły się w górę dzięki ewolucyjnemu „odkryciu” ligniny, substancji dającej tkance roślinnej pnia wystarczającą twardość, aby możliwy był wzrost roślin o wysokości drzew. Lignina jest bardzo trudna do strawienia

przez organizmy. Do dziś nauczyły się tego jedynie pewne rodzaje grzybów, których badania genetyczne dowodzą, że wyewoluowały na końcu okresu karbonu [10]. Zanim to jednak nastąpiło, pnie drzew praktycznie nie gniły i olbrzymie ich masy zostawały zasypywane przez osady lądowe, a następnie stopniowo zamieniały się w węgiel kamienny. Jak wiemy, taki proces musiał zaowocować dalszym zwiększeniem stężenia tlenu w atmosferze, który w karbonie osiągnął być może nawet 35% składu atmosfery [14] (obecnie jest to 21%). Wskazują na to nie tylko stosunki izotopowe badane przez geochemików, ale także istnienie w tym czasie gatunków drzew odpornych na ogień [19] (o pożary tym łatwiej, im więcej jest tlenu) oraz olbrzymich owadów (np. ważek o rozpiętości skrzydeł 70 cm) i innych stawonogów [8], co możliwe jest tylko przy znacznie zwiększonym stężeniu tlenu, gdyż rozmiar zwierząt oddychających przez skórę uzależniony jest od dostępnej ilości tego gazu.

Okres zwiększonego stężenia tlenu w atmosferze zakończył się nagle, podczas największego epizodu masowego wymierania w dziejach życia wielokomórkowego, czyli na przełomie permu i triasu, 252 miliony lat temu [9]. Ten wielki kryzys w historii życia, wywołany najprawdopodobniej olbrzymimi wylewami lawy bazaltowej na Syberii, spowodował wymarcie 70% lądowych i 96% morskich gatunków w wyniku jednoczesnego wystąpienia bardzo silnego globalnego ocieplenia, warunków beztlenowych w oceanie i znacznego spadku tlenu w atmosferze z ponad 30% do kilkunastu. Do niedawna niejasne było, co spowodowało wszystkie te zjawiska. Szczególnie spadek stężenia tlenu był zagadkowy, bo powinien oznaczać, że w jakiś sposób olbrzymia ilość węgla zakopanego w osadach wróciła do atmosfery. Jednak niedawno stwierdzono, iż lava wylewająca się na Syberii spaliła olbrzymie zasoby węgla kopalnego. Modelowanie geochemiczne pokazało, że w ciągu kilkuset tysięcy lat musiała utlenić się i wydobyć do atmosfery jako CO₂ ilość węgla wystarczająca do zmniejszenia stężenia tlenu o 5% składu objętościowego atmosfery [12]. Wkrótce po tej katastrofie, gdy zawartość tlenu w atmosferze była o kilka procent mniejsza niż współcześnie, wyewoluowały dinozaury, zwierzęta o niezwykle efektywnym mechanizmie oddychania. Ich potomkom ptakom pozwala to latać na wysokościach, na których ssaki, takie jak my, nie mogą praktycznie oddychać [24].

Globalnych wielkich wymierań w fanerozoiku, erze życia wielokomórkowego, było łącznie pięć, z czego większość spowodowana była wielkimi wylewami lawy, a jedno, to które zakończyło czasy dinozaurów (z wyjątkiem ptaków) 66 milionów lat temu, także upadkiem dużej asteroidy, która uderzając w dno płytkiego

morza, będącego dziś wybrzeżem Jukatanu w Meksyku, odparowała olbrzymie ilości skał złożonych z węglanu wapnia, emitując w ten sposób znaczące ilości CO₂. Wywołane tym globalne ocieplenie było jednym z powodów wymierania. Jednak cykl węglowy, w tym stężenie atmosferycznego CO₂, wrócił do stanu sprzed upadku asteroidy po mniej niż 100 tysiącach lat [1]. Taka jest mniej więcej skala czasowa naturalnych mechanizmów autoregulacji klimatu w wyniku zmian w prędkości wietrzenia skał, spowodowanych zmianami temperatury, i prawie tak długo potrwa zapewne jego zakłócenie spowodowane spalaniem paliw kopalnych przez ludzkość.

Podsumowując, należy stwierdzić, że cykl węglowy w przyrodzie, kontrolowany w dużym stopniu przez życie na Ziemi, stanowił przez setki milionów lat mechanizm regulacyjny klimatu na Ziemi, uniemożliwiając przejście na stałe w zakres temperatur za wysokich lub za niskich dla życia. Mechanizm ten potrafił w ciągu „zaledwie” setek tysięcy lat przywrócić klimat sprzed nawet znaczących katastrof, spowodowanych olbrzymimi wylewami lawy lub uderzeniem asteroidy (wielkich wymierań). Ludzkość zaczęła zakłócać ten naturalny mechanizm od kilku tysięcy lat poprzez wypalanie lasów i zastępowanie ich polami [17]. Od dwustu lat, od kiedy zaczęliśmy spalać kopalny węgiel, zmiany te przybrały bezprecedensowe tempo, a stężenie dwutlenku węgla w atmosferze osiągnęło wartości niewidziane od wielu milionów lat [7]. Spalając zasoby węgla kamiennego i brunatnego, ropy i gazu ziemnego w tempie dziesiątki tysięcy razy szybszym, niż były one tworzone w wyniku naturalnych procesów [11], zmieniamy skład atmosfery Ziemi i warunki klimatyczne z prędkością, która zmierza ku kolejnemu wielkiemu wymieraniu, pierwszemu odkąd ssaki zastąpiły dinozaury.

Bibliografia

1. BEERLING D.J., LOMAX B.H., ROYER D.L., UPCHURCH G.R., JR., KUMP L.R. An atmospheric pCO₂ reconstruction across the Cretaceous-Tertiary boundary from leaf megafossils. „PNAS”. 2002, vol. 99, no. 12, s. 7836–7840. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1073/pnas.122573099>. Stan z dnia 28.11.2020.
2. BINDEMAN I.N. i in. Rapid emergence of subaerial landmasses and onset of a modern hydrologic cycle 2.5 billion years ago. „Nature”. 2018, vol. 557, s. 545–548. ISSN 1476-4687. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/s41586-018-0131-1>. Stan z dnia 28.11.2020.

3. BOUVIER Audrey, WADHWA Meenakshi. The age of the Solar System redefined by the oldest Pb–Pb age of a meteoritic inclusion. „Nature Geoscience”. 2010, vol. 3, s. 637–641. ISSN 1752-0908. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/ngeo941>. Stan z dnia 28.11.2020.
4. CATLING David C., ZAHNLE Kevin J. The Archean atmosphere. „Science Advances”. 2020, vol. 6, no. 9, nr art. eaax1420. ISSN 2375-2548. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aax1420>. Stan z dnia 28.11.2020.
5. CHARNAY Benjamin, Wolf Eric T., MARTY Bernard, FORGET François. Is the Faint Young Sun Problem for Earth Solved? „Space Science reviews”. 2020, vol. 216, art. nr 90. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1007/s11214-020-00711-9>. Stan z dnia 28.11.2020.
6. COX Grant M. i in. Continental flood basalt weathering as a trigger for Neoproterozoic Snowball Earth. „Earth and Planetary Science Letters”. 2016, vol. 446, s. 89–99. ISSN 0012-821X. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2016.04.016>. Stan z dnia 28.11.2020.
7. DA Jiawei, ZHANG Yi Ge, LI Gen, MENG Xianqiang, JI Junfeng. Low CO₂ levels of the entire Pleistocene epoch. „Nature Communications”. 2019, vol. 10, art. nr 4342. ISSN 2041-1723. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12357-5>. Stan z dnia 28.11.2020.
8. DUDLEY Robert. Atmospheric oxygen, giant paleozoic insects and the evolution of aerial locomotor performance. „The Journal of Experimental Biology”. 1998, vol. 201, s. 1043–1050.
9. ERWIN Douglas H. *Extinction: How Life on Earth Nearly Ended 250 Million Years Ago*. Princeton; Oxford: Princeton University Press, 2015. ISBN 978-0-691-13628-8.
10. FLOUDAS Dimitrios i in. The Paleozoic Origin of Enzymatic Lignin Decomposition Reconstructed from 31 Fungal Genomes. „Science”. 2012, vol. 336, iss. 6089, s. 1715–1719. ISSN 1095-9203. Tryb dostępu: <https://doi.org/doi:10.1126/science.1221748>. Stan z dnia 28.11.2020.
11. IPCC. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge; New York: Cambridge University Press, 2013.
12. JURIKOVA Hana i in. Permian–Triassic mass extinction pulses driven by major marine carbon cycle perturbation. „Nature Geoscience”. 2020, vol. 13, s. 745–750. ISSN 1752-0908. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/s41561-020-00646-4>. Stan z dnia 28.11.2020.

13. KASTING James F., SIEFERT Janet L. Life and the Evolution of Earth's Atmosphere. „Science”. 2002, vol. 296, iss. 5570, s. 1066–1068. ISSN 1095-9203. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1126/science.1071184>. Stan z dnia 28.11.2020.
14. LANE Nick. *Tlen. Cząsteczka, która stworzyła świat*. Warszawa: Prószyński i S-ka, 2005. ISBN 83-7337-936-3.
15. NUTMAN Allen P. i in. Rapid emergence of life shown by discovery of 3,700-million-year-old microbial structures. „Nature”. 2016, vol. 537, s. 535–539. ISSN 1476-4687. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/nature19355>. Stan z dnia 28.11.2020.
16. OCHOA DE ALDA Jesus A.G. i in. The plastid ancestor originated among one of the major cyanobacterial lineages. „Nature Communication”. 2014, vol. 5, art. nr 4937. ISSN 2041-1723. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/ncomms5937>. Stan z dnia 28.11.2020.
17. RUDDIMAN William F. How did humans first alter global climate? „Scientific American”. 2005, vol. 292, no. 3, s. 46–53. ISSN 0036-8733.
18. SCHOPF J. William i in. Laser-Raman imaginery of Earth's earliest fossils. „Nature”. 2002, vol. 416, s. 73–76. ISSN 0028-0836.
19. SCOTT Andrew C., JONES Timothy P. The nature and influence of fire in Carboniferous ecosystems. „Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology”. 1994, vol. 106, s. 91–112. Tryb dostępu: [https://doi.org/10.1016/0031-0182\(94\)90005-1](https://doi.org/10.1016/0031-0182(94)90005-1). Stan z dnia 28.11.2020.
20. SOSSI Paolo A. i in. Redox state of Earth's magma ocean and its Venus-like early atmosphere. „Science Advances”. 2020, vol. 6, no. 48, art. nr 1387. ISSN 2375-2548. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1126/sciadv.abd1387>. Stan z dnia 28.11.2020.
21. TASHIRO Takayuki i in. Early trace of life from 3.95 Ga sedimentary rocks in Labrador, Canada. „Nature”. 2017, vol. 549, s. 516–519. ISSN 1476-4687. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/nature24019>. Stan z dnia 28.11.2020.
22. VALLEY John W. i in. Hadean age for a post-magma-ocean zircon confirmed by atom-probe tomography. „Nature Geoscience”. 2014, vol. 7, s. 219–223. ISSN 1752-0908. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/ngeo2075>. Stan z dnia 28.11.2020.
23. Tabela stratygraficzna. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: https://pl.wikipedia.org/wiki/Tabela_stratygraficzna. Stan z dnia 28.11.2020.

24. WARD Peter D. *Out of thin air: Dinosaurs, Birds, and Earth's Ancient Atmosphere*. Washington: Joseph Henry Press, 2006. ISBN 0-309-10061-5.
25. YUNG Yuk L. I in. Hydrogen and deuterium loss from the terrestrial atmosphere: A quantitative assessment of nonthermal escape fluxes. „Journal of Geophysical Research”. 1989, vol. 94, s.14971–14989. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1029/JD094iD12p14971>. Stan z dnia 28.11.2020.

CYWILIZACJA KONTRA NATURA



Rozdział I

BIOLOGIA

Antonina Greszczuk¹, Aleksandra Hinz²

Na ratunek pszczołom, czyli fauna pszczół w obliczu zmian klimatycznych

Wprowadzenie

Pszczoły są niezwykle istotnymi organizmami w całym ekosystemie. Zapylają blisko 80% wszystkich roślin. Przenosząc pyłek, zwiększają jakość i ilość plonów. Bez pszczół i ich pracy rozwój i wzrost rośliny jest niemożliwy. W Polsce żyje ok. 474 gatunków pszczół, a pszczoła miodna jest tylko jednym z nich. W przeważającej części są to „dzicy zapylacze”, nietworzący zorganizowanych społeczności. Pierwsze ślady kontaktu człowieka z pszczołami są szacowane na około X wiek p.n.e. Już w III wieku p.n.e. pisał o nich sam Arystoteles w swojej *Historia animalium*, a wiek wcześniej powstało malowidło naskalne w hiszpańskiej jaskini przedstawiające zbieraczy miodu (rys. 1).



Rys. 1. Malowidło naskalne z grotu Cuevas de la Araña en Bicorn (Hiszpania)

Źródło: <https://steemit.com/pl-artykuly/@apismellifera/historia-pszczelarstwa-na-swiecie>

¹ Antonina Greszczuk, II Liceum Ogólnokształcące im. Bolesława Chrobrego w Sopocie.

² Aleksandra Hinz, II Liceum Ogólnokształcące im. Bolesława Chrobrego w Sopocie.

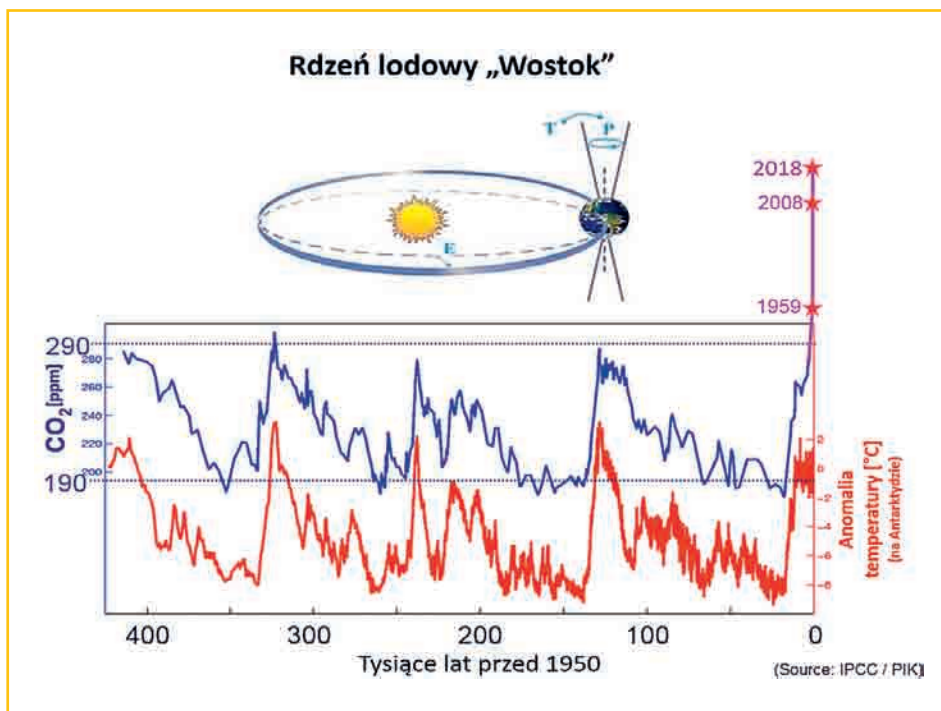
W Polsce głównym miejscem zamieszkania tych owadów były pierwotnie lasy. Początkowo, nie zdając sobie jeszcze sprawy z rzeczywistego znaczenia pszczoły miodnej w środowisku, człowiek korzystał z produktów ich wyrobu: miodu jako pożywienia oraz wosku. Wraz z upływem czasu ich naturalny obszar bytowania zaczął się zmieniać na zagrody, w których ich hodowlą zajmowali się ludzie. Rozwinęło się pszczelarstwo. Już w XIV wieku chłopcy musieli oddawać dziesięcinę w postaci miodu. W Europie popularne stało się bartnictwo. Potem wszystko potoczyło się już bardzo szybko. W XVIII wieku Maria Teresa zapoczątkowała w Wiedniu państwową Szkołę Pszczelarstwa, pojawiały się coraz to nowsze i bardziej skuteczne pomysły na budowę uli w pasiekach na całym świecie [11].

Te wydarzenia spowodowały, że obecnie coraz rzadziej możemy spotkać pszczoły dziko żyjące. Oprócz tego wiele zmian na naszej planecie sprawia, że przetrwanie jest dla nich bardzo trudne. Co i jak się do tego przyczynia?

Zmiany klimatyczne i ich wpływ na zasoby pokarmowe pszczół

Globalne ocieplenie jest zjawiskiem, które w ciągu ostatnich stu lat stało się realnym zagrożeniem nie tylko dla populacji ludzkiej, ale także dla wielu innych organizmów żywych. Tym razem jest ono inne niż występujące wcześniej wzrosty temperatury w historii naszej planety, które wywołane były wyłącznie czynnikami naturalnymi: zmianami aktywności Słońca, parametrów orbitalnych czy naturalną zmianą atmosfery, np. poprzez wulkaniczną erupcję pyłów, dwutlenku węgla czy efekt kolizji meteorytu z powierzchnią Ziemi. Zmiany klimatu aż do zakończenia ostatniej epoki lodowcowej odbywały się bez znaczącej obecności człowieka [7].

Na rysunku 2 przedstawiono zmiany temperatury (czerwone linie) oraz poziomu stężenia CO₂ (niebieskie linie), gdzie widać ogromny wzrost obu zmiennych zależnych. Sam wzrost temperatury bardzo szkodzi owadom: „[...] letnie upały szkodzą pszczołom, które mogą przestać latać przy bardzo wysokich temperaturach, aby ochronić się przed przegrzaniem” – stwierdza biolog z Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie dr Hajnalka Szentgyörgyi. Wzrost temperatury o 2°C – co jest i tak optymistycznym scenariuszem – oznacza, że jedna piąta owadów straci połowę swojego zasięgu występowania [13].



Rys. 2. Zależność wzrostu CO₂ w atmosferze i anomalii temperatury wpływająca m.in. na prędkość topnienia lodowców

Źródło: <https://tamino.wordpress.com/2018/11/01/the-5-most-important-data-sets-of-climate-science/>

Zmiany ukazane na powyższym wykresie przedstawiają zwiększenie się średniej temperatury na świecie, a tym samym warunków rozwoju roślin na całej planecie. Nie można zapomnieć, że pszczoły, jak i inne taksony zapylające, zyskują pożywienie z pyłku roślin. One natomiast, między innymi z powodu mniejszego dostępu do wody, nie mają możliwości na sukcesywny rozwój. Do tego wyższe temperatury mogą sprzyjać różnym szkodnikom i chorobom roślin. Wiele upraw staje się przez to mniej opłacalnymi, a co za tym idzie zmniejsza się baza pokarmowa dla pszczoł.

Coraz większym problemem jest także niedopasowanie synchronizacji roślin z zapylaczami w wyniku zmian fenologicznych spowodowanych wzrostem temperatur, np. zmiany temperaturowe przyspieszają kwitnienie o dwa tygodnie u *Goodyera repens*. Niektóre rośliny pokrywają się terminami kwitnienia, przez co nadmierna podaż pokarmu może spowodować, że pszczoły zaczną szykować

się do różki, a to obniża produkcję miodu [6]. Czasem zdarza się jednak, że z powodu opóźnienia kwitnienia roślin ilość pożywienia będzie niewystarczająca, aby owady przeżyły.

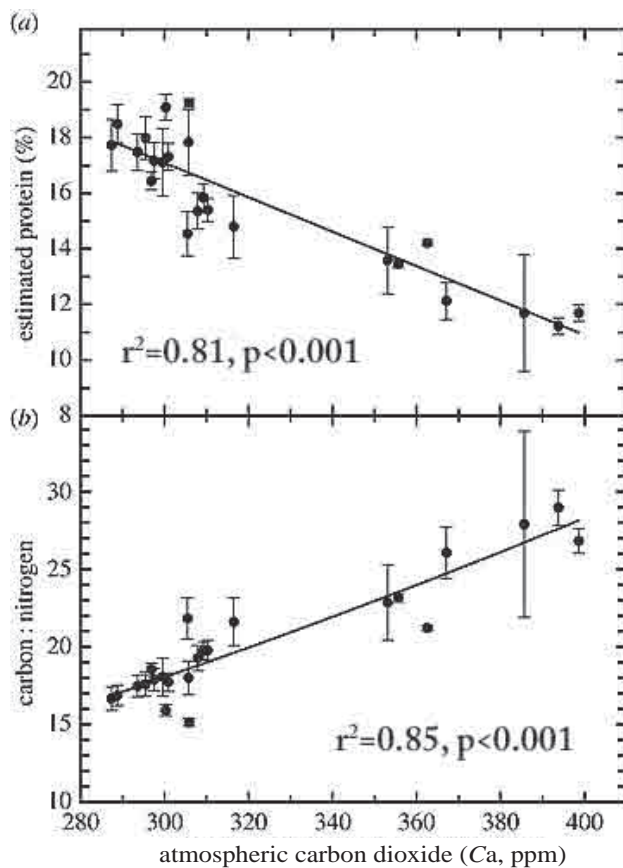
Obserwacje prowadzone w Niemczech od lat 60. XX wieku pokazują na przykład, że wiśnie i jabłonie zaczynają kwitnąć około dwa dni wcześniej każdej kolejnej dekady [9].

Ponieważ wszystkie pszczoły, zarówno dzikie, jak i udomowiona pszczoła miodna, pozyskują energię i składniki pokarmowe z pożytków kwiatowych, każdy czynnik, który wpływa na fizjologię roślin na szeroką skalę, może odbić się potencjalnie na zdrowiu pszczół w dłuższym czasie [4].

Kolejną zmienną niezależną w rozwoju roślin jest wspomniany wcześniej poziom stężenia dwutlenku węgla w atmosferze. Na wykresie pokazującym tę wartość widać znaczny jego wzrost, powodujący tym samym podniesienie się średniej temperatury na świecie. Od 1959 roku są to wartości, które wyraźnie przewyższają wcześniejsze pomiary. Ten nagły skok jest przede wszystkim powiązany z nadmierną działalnością człowieka. Dotyczy rozwoju gospodarczego, który miał miejsce w latach 50. XX wieku, a jego negatywnym skutkiem była nadmierna emisja **gazów cieplarnianych**³, w tym właśnie dwutlenku węgla.

Badania przeprowadzone w 2016 roku miały na celu przyglądanie się składom pyłków nawłoci kanadyjskiej zebranych przez pszczoły rodzime oraz miodne na przestrzeni lat od 1842 do 2014 roku w Ameryce Północnej. Korzystano z setek próbek zebranych w Muzeum Historii Naturalnej Smithsonian w Stanach Zjednoczonych. Skupiano się na poziomie węgla, wodoru oraz azotu. Wyniki tych analiz pokazały, że wzrost poziomu CO₂ z 280 ppm do blisko 400 ppm w latach 1842–2014 wiązał się bezpośrednio ze spadkiem zawartości białka w próbkach pyłku nawłoci o około 30% (rys. 3). Hipotezę zależności zawartości białka w roślinach od stężenia CO₂ potwierdziły także badania terenowe pyłku nawłoci kanadyjskiej, w których wystawiano go na działanie CO₂ w stężeniu od 280 ppm do 500 ppm i obserwowano jego wpływ na ilość białka. Wyniki tego doświadczenia były porównywalne z tymi z muzealnych próbek.

³ **Gazy cieplarniane** – składniki atmosfery ziemskiej, które na skutek swoich właściwości fizykochemicznych potrafią zatrzymać energię słoneczną w obrębie atmosfery ziemskiej.



Rys. 3. Zależność wzrostu CO₂ w atmosferze na zawartość białka w badanym pyłku nawłoci kanadyjskiej

Źródło: https://www.researchgate.net/publication/301304288_Rising_atmospheric_CO_2_is_reducing_the_protein_concentration_of_a_floral_pollen_source_essential_for_North_American_bees

Szczyt wzrostu po roku 1950 ma także związek z szybkim rozwojem gospodarczym. Widoczny spadek zawartości białka w pyłku nawłoci kanadyjskiej widać także na początku XXI wieku. Ponieważ pyłek dostarcza wszystkich niezbędnych aminokwasów do prawidłowego rozwoju oraz wzrostu pszczół, spadek zawartości białka spowodowany wzrostem CO₂ ma negatywny wpływ na funkcjonowanie owadów. Należy też pamiętać, że nawłoc kanadyjska, której skład pyłku był badany, jest najbardziej powszechnym pożywieniem pszczół w Ameryce Północnej [17].

Im słabsza jakość pożywienia, tym gorsze są warunki życia pszczoł. Wielu pszczelarzy próbuje temu zaradzić, uzupełniając dietę swoich hodowli, ale dziko żyjące zapylacze nie otrzymują takiej pomocy i to właśnie one najbardziej na tym cierpią. Joan Edwards, ekolog badająca pyłki z Williams College w Massachusetts i współautorka badania, mówi: „Dziko żyjące zapylacze mają największy udział w zapylaniu [...]. Trzmielce i dziko żyjące pszczoły zapewniają darmowe usługi ekosystemowe dla naszego łańcucha żywnościowego. Brak białka zagraża dzikim zapylaczom, co w rezultacie ma ogromne konsekwencje dla zdrowia ludzi” [17]. Dlatego właśnie w całym temacie pożywienia pszczoł konieczne jest zrozumienie tego, jakie skutki niesie to dla naszej populacji.

Wiadomo też, że słabsza jakość pyłku zapylaczy przyczynia się bezpośrednio do zmniejszenia liczebności kolonii, wpływając na rozmiar i siłę **roju**⁴. Brak składników odżywczych może zmienić zachowanie owadów i ich kondycję, przyczynić się do zniszczenia roju i pogorszenia zdrowia zapylaczy.

Brak odpowiedniej ilości białka w pyłku pobieranym przez owady przyczynia się także do osłabienia odporności pszczoł, a tym samym większej podatności na złe działanie **pestycydów**⁵ oraz gorsze radzenie sobie z pasożytami takimi jak na przykład *Varroa destructor*. Nowością jest odkrycie, że pszczoły rodziny nie są w stanie przetrwać zimy. Ich odporność spadła w ostatnich latach tak znacznie, że niektóre roje giną już jesienią i to przy dodatnich temperaturach [3].

Kłęski żywiołowe

Kolejnymi ważnymi wydarzeniami wpływającymi na życie pszczoł są coraz częściej występujące kłęski żywiołowe, które są bezpośrednio związane ze zmianami klimatu, np. opady wymywają pyłki z kwiatów i pozbawiają owady pożywienia. Natomiast okres suszy sprawia, że pszczoły rezygnują z takiej ilości obrotów jak zazwyczaj, aby uniknąć przegrzania. Trudniejszy dostęp do wody jest także szczególnym problemem dla dziko żyjących zapylaczy. Równie szkodliwe są też ponadprzeciętnie ciepłe zimy: na naszych szerokościach geograficznych

⁴ **Rój** – nowa rodzina pszczela opuszczająca wraz z matką gniazdo; też: pszczoły, osy, trzmielce żyjące w jednym gnieździe lub ulu.

⁵ **Pestycydy** – naturalne lub syntetyczne substancje stosowane do zwalczania szkodników. Pestycydy używane są głównie jako środki ochrony roślin, a także jako środki chroniące zwierzęta hodowlane, produkty żywnościowe oraz ludzi przed niekorzystnym oddziaływaniem tych organizmów.

to jednak zimy, a nie lata, ocieplają się najszybciej. Powoduje to skrócenie lub zanik **diapauzy**⁶ u różnych gatunków owadów [6].

Kolejnym istotnie wpływającym czynnikiem są pestycydy. Przykładem obrazującym skalę zagrożenia są wydarzenia z marca 2020 roku w północnej Chorwacji. W ciągu niecałych dwóch dni pszczelarze z tego regionu stracili ponad 50 milionów pszczół. Po zbadaniu tematu przez naukowców okazało się, że najbardziej prawdopodobnym powodem śmierci owadów było zatrucie pestycydami. Szkody wynikające z tego typu wydarzeń są katastrofalne w skutkach dla ekosystemu.

Chemizacja rolnictwa

Pestycydy są jednym z przykładów chemizacji rolnictwa, które jest bardzo ściśle powiązane z hodowlą zapyłaczy na całym świecie. Niska odporność pszczół sprawia, że poważnym zagrożeniem dla owadów zapyłających jest stosowanie na wielką skalę w rolnictwie środków owadobójczych. Chodzi o związki chemiczne, które mają zwalczać szkodniki upraw, ale w rzeczywistości oddziałują one również na inne grupy owadów, w tym owadów zapyłających. Nawet niewielkie dawki tych środków mogą spowalniać tempo rozwoju pszczół i wpływać na ich zachowanie, na przykład utrudniać orientację w przestrzeni i procesy uczenia się związane z rozpoznawaniem kwiatów i własnego gniazda [10].

Szkodliwe substancje przedostają się najpierw do gleby, w której mogą pozostawać latami i w efekcie przenikać do kwiatów zapyłanych przez pszczoły. Chemikalia uszkadzają system nerwowy owadów i sprawiają, że nie potrafią one odnaleźć ula. Stosowanie środków ochrony roślin jest błędnym kołem, ponieważ z jednej strony mają one wspomóc produkcję żywności, a z drugiej powodują, że pszczoły zapyłają coraz mniej upraw [5].

Pierwszy kataklizm związany z pszczołami miał miejsce w XX wieku w Stanach Zjednoczonych. Zaczęło się od wymierania owadów z wędrownych pasiek, które właściciele wynajmowali do zapyłania plantacji. Pszczoły jednak nie wracały do ula i umierały. Z czasem zaobserwowano u nich objawy paraliżu, a niektóre znajdowano pełzające wokół ula. Natomiast w ulu zostawała królowa z larwami. Podobne zjawisko obserwowano również w Europie Zachodniej.

⁶ **Diapauza** – to wywołany czynnikami zewnętrznymi, sterowany wewnątrznie (hormonalnie lub neurohormonalnie) okresowy stan zahamowania rozwoju ontogenetycznego, wykorzystywany powszechnie przez organizmy w siedliskach podlegających silnym zmianom warunków środowiskowych.

Mimo że nie jest to oczywiste, zmiany klimatyczne mają też duży związek z ilością związków chemicznych użytych przy uprawach. Im bardziej dogodne warunki naturalne do rozwoju upraw, tym mniejsze zapotrzebowanie na wspomaganie ich wzrostu różnymi rodzajami środków chemicznych. Należy zwrócić uwagę, że temat wymierania pszczół zawsze powraca do skutków zmian klimatycznych. Uwidacznia się przez to waga tego problemu w życiu pszczół [8].

Zespół masowego ginięcia pszczoły miodnej

Zespół masowego ginięcia pszczoły miodnej (*Colony Collapse Disorder, CCD*) należy do zespołów chorobowych o nadal niewyjaśnionej etiologii. Ze względu na jego masowe występowanie i ginięcie większości chorych rodzin spadła efektywność produkcji roślin zapylanych przez pszczołę miodną, co może spowodować niedobory produktów spożywczych zapylanych przez pszczoły. Cechą charakterystyczną choroby jest gwałtowny i masowy ubytek pszczół lotnych, przy czym pszczoły zbieraczki po wylocie na pożytek nie wracają do ula. Przebieg jest wszędzie taki sam: ul pustoszeje niemal z dnia na dzień. Przy czym, co najdziwniejsze, nie ma w nim martwych owadów. Nie ma również robotnic, jest tylko królowa, która nie przestaje znosić jajeczek, kilka młodych pszczół i parę dorosłych zaatakowanych przez wirusy i grzyby. Plaster jest otwarty, ale mimo to zapasy miodu i **pierzgi**⁷ pozostają nienaruszone przez pszczoły z innych rojów [1].

Od roku 2003 napływały informacje z Europy i Ameryki Północnej o poważnych stratach wśród rodzin pszczelich. Jesienią 2006 roku nazwa *Colony Collapse Disorder* została użyta po raz pierwszy w Stanach Zjednoczonych dla opisu masowego ginięcia pszczół.

Według Europejskiego Urzędu do spraw Bezpieczeństwa Żywności (EFSA) w 2007 roku w Wielkiej Brytanii były 274 000 rodzin pszczelich, we Włoszech – 1 091 630, a we Francji – 1 283 810. W 2008 roku Stowarzyszenie Pszczelarzy z Wielkiej Brytanii doniosło, iż populacja rodzin pszczelich w Wielkiej Brytanii spadła o ok. 30% między 2007 a 2008 rokiem, a badania EFSA ukazały, że współczynnik umieralności pszczół we Włoszech jest jeszcze wyższy i wynosi 40–50%. Urzędnicy Europejskiego Urzędu do spraw Bezpieczeństwa Żywności podkreślili jednak, że takie dane nie są wiarygodne i są wynikiem nieujednoli-

⁷ **Pierzga** – substancja wytwarzana przez pszczoły, będąca pyłkiem kwiatowym zmieszany z miodem lub nektarem i zakonserwowany przez pszczoły w komórkach plastra w następstwie fermentacji.

conego sposobu liczenia rodzin pszczelich w poszczególnych krajach. Raporty z 2008 roku winą za tak wysoką umieralność pszczół obarczyły roztocze *Varroa*, dwa niespotykane wilgotne w Europie okresy letnie i niektóre pestycydy [15].

Zjawisko masowego giniecia pszczół jest wyjątkowo niepokojące właśnie z powodu nierozpoznania konkretnej przyczyny jego pojawiania się [2]. W etiologii CCD jest zaangażowanych wiele różnorodnych czynników, których działanie kumuluje się lub uzupełnia. Należy do nich zwłaszcza obniżenie odporności pszczół, inwazja pasożytów, na przykład roztoczy z gatunku *Varroa destructor* i grzyba z gatunku *Nosema ceranae*, wpływ stresorów środowiskowych, brak składników odżywczych w pokarmie, mała różnorodność genetyczna pszczół, **intoksykacje**⁸ subkliniczne środkami ochrony roślin, oblatywanie przez pszczoły monokultur i roślin zmodyfikowanych genetycznie, działanie fal elektromagnetycznych oraz zmiany klimatyczne [14].

Sposoby radzenia sobie z brakiem pszczół

Przyszłość pszczół z roku na rok wygląda coraz gorzej. Albert Einstein powiedział kiedyś, że jeśli pszczoły znikną, wkrótce to samo stanie się z ludźmi. Współcześni naukowcy przewidują, że ludzkość jest w stanie przeżyć dziesięć lat po śmierci ostatniej pszczoły. Światowa produkcja żywności jest w ponad ¾ uzależniona od kondycji sektora pszczelarskiego. Ponad 84% gatunków roślin uprawianych w Europie jest zależnych od zapylania przez pszczoły. W Polsce w niektórych regionach kraju nie przeżywa zimy 30% rodzin pszczelich.

Z problemem wymierania pszczół już od dawna borykają się Chińczycy. Co roku na wiosnę, gdy grusze w powiecie Hanyuan w Syczuanie⁹ pokrywają się kwiatami, rolnicy chwytają za pędzle, by ręcznie zapylać drzewa. Dawniej robiły to pszczoły, ale od lat ich tam nie ma. Pracownicy za pomocą specjalnych pędzelków wprowadzają do żeńskich kwiatów wysuszony pyłek. Z jednej strony ręczne zapylanie zwiększa plony i poprawia jakość owoców. Z drugiej zaś zapylanie przy pomocy pędzelka, chociaż niezwykle skuteczne np. w przypadku upraw domowych, nie przyjmie się na liczących setki hektarów plantacjach.

⁸ **Intoksykacje** – zatrucia.

⁹ Hanyuan jest typowym górskim powiatem w południowo-zachodniej części Syczuanu. Jednak Hanyuan wyróżnia się na tle innych syczuańskich powiatów. W Chinach słynie z produkcji doskonałych gruszek, a na całym świecie z faktu, że drzewa rodzące te gruszki nie są zapylane przez pszczoły, ale przez ludzi. Pszczoły nie występują na obszarach sadów w Hanyuanie od połowy lat 80.

Naukowcy na całym świecie w odpowiedzi na problem wymierania pszczół zaczynają opracowywać zmechanizowane odpowiedniki tych owadów. Nad sztuczną pszczołą pracują m.in. specjaliści z Uniwersytetu Harvarda oraz Uniwersytetu Northeastern, którzy stworzyli RoboBees (*Micro Air Vehicles Project*) – latającego robota z mechanizmem pobierania i przenoszenia pyłków, a także z systemami umożliwiającymi kooperację tysięcy takich obiektów [16].

Bilans strat jest bardzo prosty: jeżeli zabraknie pszczół, to konsekwencją tego będzie klęska żywnościowa na niespotykaną skalę. Dlatego społeczeństwo powinno zainteresować się tym tematem i inicjować przedsięwzięcia, które jak najbardziej opóźnią nadejście krytycznego momentu.

Wspomaganie pszczół

We własnym zakresie warto sadzić rośliny miododajne, takie jak leszczyna pospolita, mniszek lekarski, lubczyk, melisa, szałwia, a także lawenda. Ważne jest, aby wybierać gatunki rodzime i nieinwazyjne, niestwarzające zagrożenia dla lokalnej flory [12].

Następnie przy korzystaniu z nawozów i środków ochrony roślin istotne jest zwracanie uwagi na skład produktu. Najlepszym rozwiązaniem jest wybranie tych stworzonych z naturalnych substancji, a nawet samodzielnie ich przygotowane.

Dobrym pomysłem jest także przygotowanie miejsca do życia dla dzikich zapylaczy: zbudowanie domków oraz zostawienie dla nich poidełek – płytkich misek wypełnionych wodą oraz kilkoma kamieniami. Taka konstrukcja nie jest skomplikowana, a może pomóc w przeżyciu wielu owadom.



Rys. 4. Przykład samodzielnie stworzonego domku dla owadów

Źródło: <https://dzicyzapylacze.pl/jak-zrobic-domek-dla-pszczol/>

Kolejną inicjatywą jest wspieranie organizacji, które dbają o populację pszczoł. Przykładem jest akcja *Adoptuj pszczołę*, która tworzy Sieć Życia – sieć miejsc, w których bujność i różnorodność roślin oraz prawidłowa ich ochrona tworzą wymarzone warunki dla zapylaczy.

Zakończenie

Pszczoły oraz inne zapylacze znalazły się w naprawdę trudnej sytuacji, a prognozy naukowców nie napawają optymizmem. Dlatego zrozumienie problemów, z którymi zmagają się te owady, jest konieczne, by poprawić ich warunki życia, a w konsekwencji pomóc im w przeżyciu. Zmiany klimatyczne postępują nieubłagalnie, a ich skutki są coraz bardziej widoczne. Należy pamiętać, że każda strata w ekosystemie ma ogromny wpływ na życie wszystkich organizmów.

Bibliografia

1. BUCZEK Krzysztof. Zespół masowego ginięcia pszczoły miodnej (CCD). „Annales UMCS, Medicina Veterinaria”. 2009, vol. 64, nr 1, s. 1–6.
2. FOROWICZ K. Tajemnicze wymieranie pszczoł. „Środowisko”. 2011, vol. 441, nr 9, s. 32–34.
3. GOULSON Dave, NICHOLLS Elizabeth, BOTÍAS Cristina, ROTHERAY Ellen L. Bee declines driven by combined stress from parasites, pesticides and lack of flowers. „Science”. 2015, vol. 347, iss. 6229. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1126/science.1255957>. Stan z dnia 20.10.2020.
4. HOOVER Shelley E.R., LADLEY Jenny J., SHCHEPETKINA Anastasia A., TISCH Maggie, GIESEG Steven P., TYLIANAKIS Jason M. Warming, CO₂, and nitrogen deposition interactively affect a plant-pollinator mutualism. „Ecology Letters”. 2012, vol. 15, no. 3, s. 227–223. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2011.01729.x>. Stan z dnia 20.10.2020.
5. KOSZOWSKA Aneta, DITTFELD Anna, NOWAK Justyna, ZIORA Katarzyna. Pszczoły i ich produkty – znaczenie dla zrównoważonego rozwoju roślin, zwierząt i ludzi. „Medycyna Środowiskowa”. 2013, vol. 16, iss. 2, s. 79–84. ISSN 2084-6312. Tryb dostępu: <http://www.environmed.pl/Pszczoly-i-ich-produkty-znaczenie-dla-zrownowazonego-rozwoju-roslin-zwierzat-i-ludzi,114012,0,1.html>. Stan z dnia 20.10.2020.
6. LANGOWSKA A., ZAWILAK Michał, SPARKS Tim, GLAZACZOW Adam, TOMKINS Peter, TRYJANOWSKI Piotr. Long-term effect of temperature on honey

- yield and honeybee phenology. „International Journal of Biometeorology”. 2017, vol. 61, no. 6. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1007/s00484-016-1293-x>. Stan z dnia 20.10.2020.
7. Międzynarodowy Zespół do Spraw Zmian Klimatu. *Zmiana klimatu 2013. Fizyczne podsumowanie naukowe* [online]. Tryb dostępu: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5-wg1-headlinepolish.pdf>. Stan z dnia 20.10.2020.
 8. TEPER Dariusz, Dzikie owady zapylające wobec chemicznej ochrony roślin. W: *Docplayer* [online]. Tryb dostępu: <https://docplayer.pl/10960426-Dzikie-owady-zapylajace-wobec-chemicznej-ochrony-roslin.html>. Stan z dnia 20.10.2020.
 9. The European environment — state and outlook 2020: knowledge for transition to a sustainable Europe. W: *European Environment Agency* [online]. Tryb dostępu: <https://www.eea.europa.eu/soer/2020>. Stan z dnia 20.10.2020.
 10. TIRADO Reyes, SIMON Gergely, JOHNSTON Paul. *Spadek populacji pszczół. Przegląd czynników zagrażających owadom zapylającym i rolnictwu w Europie. Raport techniczny Laboratorium Badawczego Greenpace 01/2013*. Warszawa: Greenpeace Polska, 2013. Tryb dostępu: https://www.greenpeace.org/static/planet4-poland-stateless/2019/06/acddaba5-acddaba5-spadek_populacji_pszczol_raport.pdf. Stan z dnia 20.10.2020.
 11. ROMAN Adam. Pszczoły i ludzie. W: *Archeologia Żywa* [online]. 12.06.2018. Tryb dostępu: <https://archeologia.com.pl/pszczoły-i-ludzie/>. Stan z dnia 20.10.2020.
 12. SCHENK Mariela, KRAUSS Jochen, HOLZSCHUH Andrea. Desynchronizations in bee–plant interactions cause severe fitness losses in solitary bees. „Journal of Animal Ecology”. 2018, vol. 87, iss. 1, s. 139–149. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12694>. Stan z dnia 20.10.2020.
 13. SZENTGYÖRGYI H., BLINOV A., EREMEEVA N., LUZYANIN L., GRZEŚ I. M., WOYCIECHOWSKI M. Bumblebees (Bombidae) along pollution gradient – Heavy metal accumulation, species diversity, and *Nosema bombi* infection level. „Polish Journal of Ecology”. 2011, vol. 59, no. 3, s. 599–610. ISSN 1505-2249.
 14. ŚLÓSZARZ Jan. *Praktyczne aspekty hodowli pszczół*. Kraków: Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy, 2013. ISBN 978-83-7607-194-7.
 15. Why are Europe’s bees dying? W: *BBC News* [online]. 20.11.2008. Tryb dostępu: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/europe/7739798.stm>. Stan z dnia 21.10.2020.

16. Wyobraź sobie świat bez pszczół... W: *ekologia.pl* [online]. Tryb dostępu: <https://www.ekologia.pl/srodowisko/ochrona-srodowiska/wyobraz-sobie-swiat-bez-pszczol,18266.html>. Stan z dnia 20.10.2020.
17. ZISKA Lewis H. i in. Rising atmospheric CO2 is reducing the protein concentration of a floral pollen source essential for North American bees. „Proceedings of the Royal Society B. Biological Sciences”. 2016, vol. 283, iss. 1828. ISSN 1471-2954. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1098/rspb.2016.0414>. Stan z dnia 20.10.2020.

Wpływ przemysłowej hodowli zwierząt na zmiany klimatyczne

W ostatnich latach coraz więcej mówi się o zmianach klimatycznych, a co za tym idzie także o ich przyczynach. Jedną z głównych z nich jest produkcja żywności odpowiedzialna za 19–29% emisji gazów cieplarnianych produkowanych przez człowieka [6]. Według Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa przemysł mięsny odpowiada aż za 14,5% całkowitej emisji gazów cieplarnianych [10]. Jednym z gazów cieplarnianych jest metan, który wydzielany do atmosfery w największej ilości podczas produkcji wołowiny oraz nabiału [5].

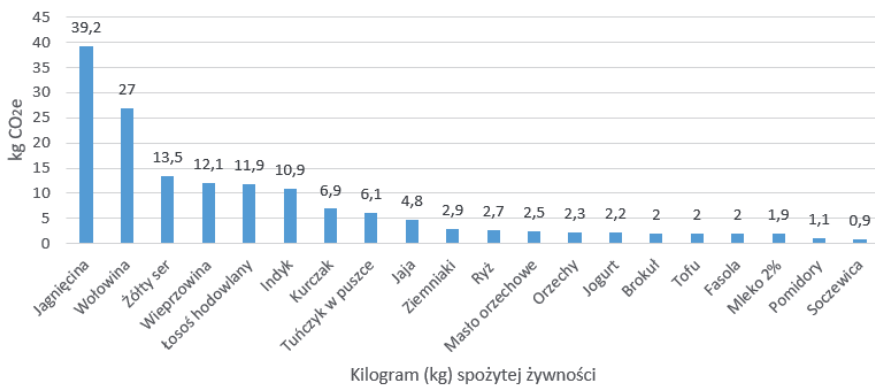
Skala emisji gazów cieplarnianych w produkcji żywności

Znając grupy produktów żywnościowych generujących największą emisję gazów cieplarnianych produkowanych przez człowieka, należy przyjrzeć się, jak wygląda skala emisji tych gazów na kilogram żywności w porównaniu do innych popularnych źródeł białka na podstawie danych przygotowanych przez *Environmental Working Group* (rys. 1).

Przedstawione dane potwierdzają, że produkcja mięsa odpowiedzialna jest za wydzielanie większości dwutlenku węgla wytwarzanego przez przemysł spożywczy. Wiemy jednak, że roślinne źródła białka zawierają zazwyczaj mniej tego makroskładnika na 100 g produktu niż mięso. Sprawdźmy więc, czy w przeliczeniu na 100 g białka jego zwierzęce źródła również odpowiadają za większą ilość wydzielanych gazów cieplarnianych niż źródła pochodzenia roślinnego.

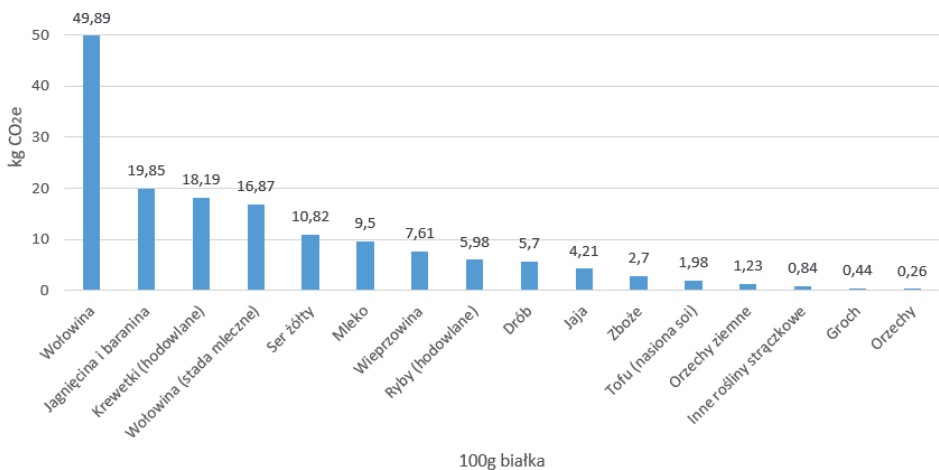
Jak widać, także pod względem zawartości białka bardziej korzystne dla środowiska będzie spożywanie go ze źródeł pochodzenia roślinnego.

¹ Katarzyna Jałoszewska, III Liceum Ogólnokształcące im. Marynarki Wojennej RP w Gdyni.



Rys. 1. Ilość wydzielonego dwutlenku węgla na kilogram spożytej żywności

Źródło: opracowanie własne na podstawie HAMERSCHLAG Kari. Meat Eater's Guide to Climate Change + Health. Report 2011. W: *Environmental Working Group* [online]. Tryb dostępu: <https://www.ewg.org/meateatersguide/a-meat-eaters-guide-to-climate-change-health-what-you-eat-matters/> Stan z dnia 28.10.2020

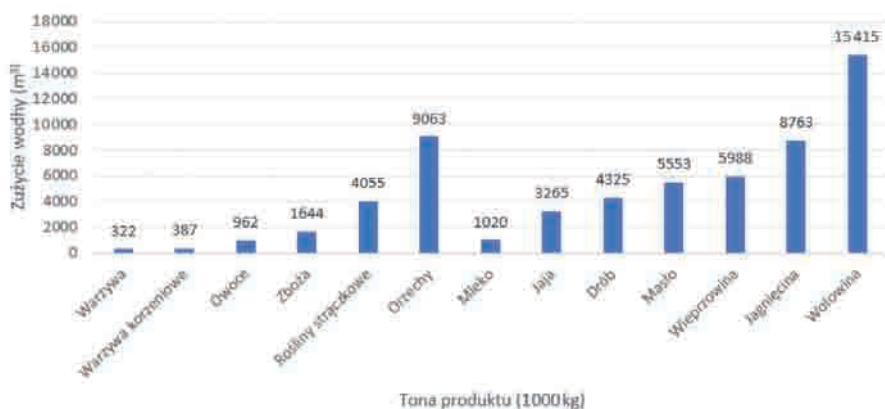


Rys. 2. Ilość wydzielonego dwutlenku węgla na 100 g białka z żywności

Źródło: opracowanie własne na podstawie RITCHIE Hannah, ROSER Max. Environmental impacts of food production. W: *Our World in Data* [online]. 2020. Tryb dostępu: <https://ourworldindata.org/environmental-impacts-of-food> Stan z dnia: 28.10.2020

Efektywność przemysłowej hodowli zwierząt

Produkcja żywności obciąża naszą planetę nie tylko poprzez emisję gazów cieplarnianych, ale także poprzez zużycie wody oraz łądu. Na lekcjach biologii uczyliśmy się o łańcuchu pokarmowym, a dokładniej o tym, że im mniej konsumentów w tym łańcuchu, tym mniejsza jest utrata energii. Oznacza to, że jeżeli roślina jest producentem, a człowiek konsumentem pierwszego rzędu, straty energii będą mniejsze niż w przypadku, gdy konsumentem pierwszego rzędu będzie zwierzę, a konsumentem drugiego rzędu człowiek. Pokazuje nam to w prosty sposób, że dieta roślinna jest bardziej korzystna niż dieta zawierająca produkty pochodzenia zwierzęcego. Dotyczy to także wspomnianych zasobów naturalnych. Wykorzystywanie roślin jako bezpośredniego surowca spożywczego jest bardziej korzystne środowiskowo niż ich uprawa w celu wykarmienia zwierząt, ponieważ zużywamy wtedy wodę i łąd tylko na ich uprawę. W przypadku produkcji mięsa oraz produktów odzwierzęcych zużywamy wodę oraz łąd zarówno na produkcję pożywienia dla zwierząt, jak i na ich hodowlę. W obu przypadkach do kosztów środowiskowych dochodzi także przygotowanie do sprzedaży oraz transport (co rozpatruje się bardziej pod kątem produkcji gazów cieplarnianych). Na poniższym wykresie, przygotowanym w oparciu o dane pozyskane przez *UNESCO-IHE Institute for Water Education*, zaprezentowano, jak wygląda w liczbach zużycie wody w procesie produkcji żywności.



Rys. 3. Zużycie wody do wyprodukowania tony produktu

Źródło: opracowanie własne na podstawie MEKONNEN, M.M. HOEKSTRA, A.Y. *The green, blue and grey water footprint of crops and derived crop products. Volume 1: Main report.* UNESCO-IHE: Enschede, 2010.

Z innych danych możemy dowiedzieć się, że za blisko jedną trzecią całkowitego zużycia wody w rolnictwie na całym świecie odpowiedzialny jest przemysł produktów pochodzenia zwierzęcego. Przeciętnie na wyprodukowanie 1 kcal pochodzącej z wołowiny zużywa się 20 razy więcej wody niż do produkcji 1 kcal pochodzącej ze zbóż lub warzyw korzeniowych. Jak zużycie wody ma się do białka? Do wyprodukowania 1 g białka z mleka, jajek i drobiu zużywa się półtora raza więcej tego zasobu niż do wyprodukowania 1 g białka z roślin strączkowych [7].

Jak bezpiecznie przejść na dietę roślinną

Diety roślinne stają się coraz bardziej popularne. Nie zawsze jednak rezygnując z konsumpcji mięsa i/lub produktów odzwierzęcych pamiętamy o odpowiednim bilansowaniu naszej diety, co jest kluczowe dla utrzymania zdrowia. Według Akademii Żywienia i Dietetyki prawidłowo zaplanowane diety wegetariańskie, w tym wegańska, są zdrowe, dostarczają wystarczająco dużo składników odżywczych oraz mogą przynosić zdrowotne korzyści w prewencji i leczeniu niektórych chorób. Diety te są odpowiednie na każdym etapie życia, łącznie z ciążą, laktacją, niemowlęctwem, dzieciństwem, okresem dojrzewania, wczesną oraz późną dorosłością, a także dla sportowców. Podkreśla się, że weganie muszą suplementować witaminę B₁₂ z dobrego źródła, poprzez produkty fortyfikowane lub suplementy. Prawidłowo zbilansowana dieta roślinna obniża ryzyko choroby niedokrwiennej serca, cukrzycy typu drugiego, nadciśnienia, niektórych chorób nowotworowych oraz otyłości [2]. Amerykańskie Stowarzyszenie Dietetyczne potwierdza, że wegetarianie mają niższy poziom cholesterolu LDL, a także niższe ciśnienie krwi [8]. Przechodząc na dietę roślinną, warto zwrócić uwagę przede wszystkim na podaż białka, kwasów tłuszczowych omega-3, żelaza, cynku, jodu, wapnia, witaminy D oraz B₁₂. Prawidłowo zbilansowana dieta wegańska powinna opierać się na nieprzetworzonych produktach: zbożach, strączkach, owocach i warzywach, orzechach oraz nasionach, a także produktach fortyfikowanych, takich jak napoje roślinne czy tofu, które ułatwią nam dostarczanie odpowiedniej ilości wapnia. Produkty te są bardzo dobrym zamiennikiem nabiału, ponieważ wchłanianie tego makroelementu z wymienionych produktów nie odstaje od wchłaniania go z mleka krowiego [11]. Wiele osób obawia się spożywać soję, która jest dobrym źródłem roślinnego białka (34,3 g białka na 100 g nasion soi) ze względu na zawartość izoflawonów, zwanych fitoestrogenami. Mają one podobną budowę strukturalną do estrogenu, jednak mają też wiele różnic, a do

tego siła izoflawonów sojowych jest o 100–1000 razy mniejsza niż prawdziwych estrogenów, a więc nie należy bać się spożycia soi ze względu na obawę przed problemami hormonalnymi [1]. Wegańskimi źródłami kwasów omega-3 są produkty zawierające kwas ALA, który następnie konwertowany jest do EPA i DHA. Warto, aby w naszym jadłospisie znalazły się produkty, takie jak: nasiona chia, siemię lniane, orzechy włoskie oraz olej lniany. Wyniki badań zawartości EPA i DHA w błonach krwinek czerwonych wykazały, że u wegan i wegetarian wskaźnik średniej ich zawartości wynosił ok. 3,7% [4]. Wynik, który mówi nam o odpowiedniej ilości tych kwasów tłuszczowych, to >8%. Jak widać, weganie zazwyczaj borykają się z niedoborem kwasów omega-3, więc oprócz suplementacji witaminy B₁₂ warto rozważyć przyjmowanie tych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych. Sporo wątpliwości budzi także żelazo. Może być to spowodowane faktem, że w produktach roślinnych znajduje się żelazo niehemowe, które ma niższą biodostępność, co oznacza, że jest gorzej przyswajalne (wchłanianość ok. 17%) od żelaza hemowego obecnego w produktach pochodzenia zwierzęcego (wchłanianość ok. 25%) [9]. Zaleca się więc, by w przypadku diet wegetariańskich spożywać 1,8 raza więcej żelaza oraz zadbać o jego wchłanianość. Dodatek 100 mg kwasu askorbinowego (witaminy C) do posiłku zwiększa wchłanianie żelaza o 67% [3]. Dobrymi źródłami żelaza są: biała fasola, soczewica, ciecierzycza, szpinak, brokuł, suszone pomidory, tofu. Do posiłku warto wkomponować także składnik z dużą zawartością witaminy C, np. paprykę do dań wytrawnych lub owoce leśne do dań na słodko.

Gdy zmieniamy nasze nawyki żywieniowe i ograniczamy produkty pochodzenia zwierzęcego, kluczowa jest edukacja żywieniowa. Dobrym pomysłem jest też wybranie się do dietetyka, by indywidualnie dobrać dietę oraz w razie wątpliwości lub problemów zdrowotnych zbadać poziom niektórych makro- i mikroelementów w naszym organizmie i w razie potrzeby dobrać odpowiednią suplementację.

Bibliografia

1. CHAVARRO Jorge E., TOTH Thomas L., SADIO Sonita M., HAUSER Russ. Soy food and isoflavone intake in relation to semen quality parameters among men from an infertility clinic. „Human Reproduction”. 2008, vol. 23, iss. 11, s. 2584–2590. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1093/humrep/den243>. Stan z dnia 27.10.2020.

2. CRAIG Winston J., MANGELS Ann Reed, American Dietetic Association. Position of the American Dietetic Association: vegetarian diets. „Journal of the American Dietetic Association”. 2009, vol. 109, iss. 7, s. 1266–1282. ISSN 0002-8223. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1016/j.jada.2009.05.027>. Stan z dnia 27.10.2020.
3. HALLBERG Leif, HULTHÉN Lena. Prediction of dietary iron absorption: an algorithm for calculating absorption and bioavailability of dietary iron. „The American Journal of Clinical Nutrition”. 2000, vol. 71, iss. 5, s. 1147–1160. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1093/ajcn/71.5.1147>. Stan z dnia 27.10.2020.
4. HARRIS William S. Achieving optimal n-3 fatty acid status: the vegetarian’s challenge... or not. „The American Journal of Clinical Nutrition”. 2014, vol. 100, iss. suppl_1, s. 449S–452S. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.071324>. Stan z dnia 27.10.2020.
5. LASSEY Keith Richard. Livestock methane emission. From the individual grazing animal through national inventories to the global methane cycle. „Agricultural and Forest Meteorology”. 2007, vol. 142, s. 120–132. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2006.03.028>. Stan z dnia 27.10.2020.
6. MBOW C., ROSENZWEIG C., BARIONI L.G., BENTON T.G., HERRERO M., KRISHNAPILLAI M., LIWENGA E., PRADHAN P., RIVERAFERRE M.G., T SAPKOTA., TUBIELLO F.N., XU Y. Food Security Supplementary Material. W: [SHUKLA P.R., SKEA J., CALVO BUENDIA E., MASSONDELMOTTE V., PÖRTNER H.O., ROBERTS D.C., ZHAI P., SLADE R., CONNORS S., DIEMEN R. VAN, FERRAT M., HAUGHEY E., LUZ S., NEOGI S., PATHAK M., PETZOLD J., PORTUGAL PEREIRA J., VYAS P., HUNTLEY E., KISSICK K., BELKACEMI M., MALLEY J. (red.)]. *Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems*. 2019.
7. MEKONNEN Mesfin M., HOEKSTRA Arjen Y. A Global Assessment of the Water Footprint of Farm Animal Products. „Ecosystems”. 2012, vol. 15, s. 401–415. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1007/s10021-011-9517-8>. Stan z dnia 30.10.2020.
8. MELINA Vesanto, CRAIG Winston, LEVIN Susan. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. „Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics”. 2016, vol. 116, iss. 12, s. 1970–1980. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1016/j.jand.2016.09.025>. Stan z dnia 27.10.2020.

9. MOUSTARAH Fady, SHAMIM S. Mohiuddin. Dietary Iron. W: *StatPearls* [online]. Treasure Island (FL: StatPearls Publishing, 2020. Tryb dostępu: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK540969/>. Stan z dnia 30.10.2020.
10. STEINFELD, H., GERBER, P., WASSENAAR, T., CASTEL, V., ROSALES, M. AND DE HAAN, C. *Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options*. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO): Rome, 2006.
11. WEAVER C.M., HEANEY R.P., CONNOR L., MARTIN B.R., SMITH D.L., NIELSEN S. Bioavailability of Calcium from Tofu as Compared with Milk in Pre-menopausal Women. „*Journal of Food Science*”. 2002, vol. 67, nr 8, s. 3144–3147.

Lokalne bogactwo – zielone płuca miasta i ich rola w obliczu zmian klimatycznych

W ostatnich latach w obszarze zainteresowań naukowców, jak również opinii publicznej znajdują się zmiany klimatu, a co za tym idzie także zmniejszenie bioróżnorodności oraz ochrona przyrody i środowiska. Zmiany klimatyczne zaczęły przybierać coraz bardziej niepokojący kierunek [1, s. 1100]. Ostatnimi czasy podejmuje się coraz więcej działań mających na celu zapobieganie niekorzystnym zjawiskom obserwowanym w świecie przyrody.

W pracy skupiono się na miejskich terenach zielonych – ogniwie często niedocenianym podczas dywagacji na temat zapobiegania zmianom klimatu, takim jak np. globalne ocieplenie. Park w centrum miasta nie dorównuje pod względem powierzchni i bogactwa gatunkowego tropikalnym lasom deszczowym, ale stanowi w miarę spójną powierzchnię badawczą, przyrodniczy element przestrzenny z osobliwym mikroklimatem oraz swoistą dla siebie grupą organizmów. Warto zwrócić uwagę na każdy, nawet najmniejszy skrawek zieleni.

Rozważania rozpoczniemy od wyjaśnienia, czym jest **klimat**. Według L. Berg, D. Martin i E. Solomon są to „panujące na danym obszarze przeciętne warunki pogodowe, utrzymujące się przez wiele lat”, a najważniejszymi czynnikami określającymi klimat lokalny są temperatura oraz opady atmosferyczne. Warto zaznaczyć, że klimat wpływa na organizmy żywe, a dzięki występowaniu wielu jego typów można zaobserwować na ziemi także ogromną bioróżnorodność [1, s. 1060–1062]. Tym bardziej należy więc zwrócić uwagę na postępujące zmiany klimatyczne.

Jednym z ważnych – i to z dwóch powodów – ogniw w walce ze zmianami klimatycznymi są drzewa, stanowiące dominujący element zieleni miejskiej: parków, ekosystemów leśnych czy zieleni ulicznej. Po pierwsze drzewa rosnące przez odpowiednio długi czas mogą dostarczyć informacji o zmianach klimatu zachodzących na danym terenie na przestrzeni lat, dzięki właściwości, jaką jest

¹ Zofia Klata, Społeczne Liceum Ogólnokształcące w Lęborku.

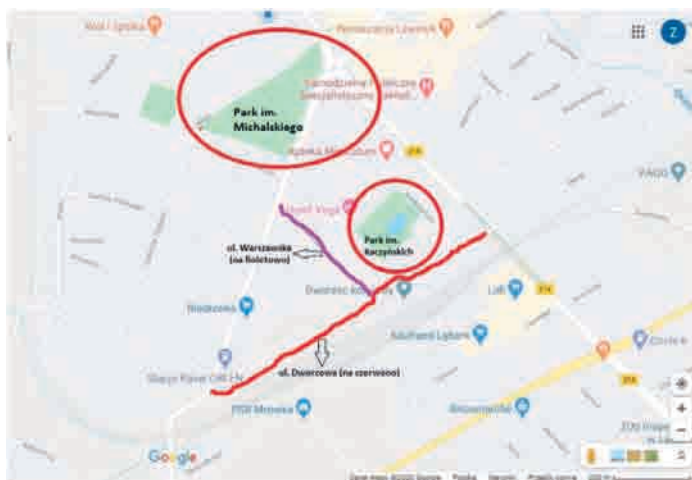
wytwarzanie węższych słoików przyrostu rocznego podczas lata suchego i chłodnego oraz szerszych, kiedy jest ono wilgotne i ciepłe, a wzrost drzewa zachodzi szybciej [2, s. 30–33]. Informacje te, odpowiednio opracowane, mogłyby posłużyć do badań dotyczących zmian klimatycznych i w pewnym stopniu pozwolić na porównanie zjawisk obserwowanych obecnie z tymi, które miały miejsce nawet wiele lat temu. Kolejną istotną rolą drzew jest kształtowanie lokalnego mikroklimatu, który stanowi „lokalną odmianę klimatu” [1, s. 1061]. Proces ten może zachodzić między innymi dzięki zdolności drzew do oczyszczania powietrza z dwutlenku węgla, dwutlenku siarki oraz lotnych drobin stanowiących na przykład produkty uboczne spalania benzyny w samochodach, które stanowią u ludzi główną przyczynę dolegliwości oddechowych, takich jak na przykład astma. Ze względu na wykorzystywanie CO₂ pochodzącego z atmosfery jako źródła węgla do budowy tkanek drzewa stanowią ważny element w walce z globalnym ociepleniem [2, s. 30–33]. Co więcej, mikroklimat ekosystemów leśnych latem cechuje się niższą temperaturą i wyższą wilgotnością powietrza niż typowo miejskie tereny [1, s. 1062]. Tereny zielone wydajnie pochłaniają także promieniowanie słoneczne [5, s. 61]. Dodatkowo, podczas procesu przeprowadzanej przez drzewa fotosyntezy, wydziela się tlen niezbędny w procesie tlenowego oddychania komórkowego [3, s. 28, 37]. W literaturze niejednokrotnie zwraca się uwagę na fakt, że umiejętne projektowanie zieleni może złagodzić skutki zmian klimatycznych dzięki między innymi wspomnianemu wyżej schładzaniu i filtrowaniu powietrza przez rośliny [5, s. 61]. Drzewa jednak działają korzystnie nie tylko na powietrze, ale również na glebę. Korzenie drzew pochłaniają wodę z opadów, a także wiążą glebę z podłożem, dzięki czemu przyczyniają się do jej stabilizacji i zapobiegają nadmiernej erozji [2, s. 30–33].

Skoro więc drzewa mogą, przynajmniej w pewnym stopniu, ograniczać negatywne skutki zmian klimatycznych, ważne wydaje się odpowiednie utrzymanie terenów zieleni miejskiej, ponieważ na obszarach położonych w pobliżu centrów miast brak jest dużych kompleksów leśnych [5, s. 61]. Podczas badań prowadzonych przez autorkę na terenach zieleni miejskiej w Łęborku na potrzeby Olimpiady Biologicznej oraz Olimpiady Wiedzy Ekologicznej w roku szkolnym 2019/2020 zauważono jednak pewne niekorzystne tendencje prowadzące do niedostatecznej ochrony i pielęgnacji terenów zieleni miejskiej. Do najbardziej niepokojących zjawisk, mogących mieć negatywny wpływ na tereny zieleni miejskiej, należą między innymi:

- 1) prowadzona w ostatnich latach wycinka drzew, związana często z pracami rewitalizacyjnymi,
- 2) występowanie na terenach zielonych drzew należących do gatunków inwazyjnych,
- 3) zanieczyszczenie odpadami i niewłaściwa ochrona ważnych przyrodniczo terenów.

W celu omówienia wspomnianych wyżej problemów posłużono się przykładami z terenu Łęborka². Posłużyły one jako przykład zjawisk, które można zaobserwować także na innych obszarach Polski [13, s. 67].

Postępujący proces urbanizacji wiąże się często z wycinką drzew rosnących na terenach położonych w pobliżu centrów miast, gdzie ważnymi przyrodniczo obszarami są parki oraz zieleń uliczna, której sytuację można przedstawić na przykładzie zieleni przy ulicach Dworcowej oraz Warszawskiej w Łęborku (rys. 1). Ulice te znajdują się w centrum miasta, co sprawia, że w ich sąsiedztwie obserwowane jest duże natężenie hałasu i duża ilość spalin, spowodowane intensywnym ruchem samochodowym i kolejowym.



Rys. 1. Tereny prowadzonej w ostatnich latach wycinki drzew w Łęborku, okolice ulic Dworcowej i Warszawskiej

Źródło: opracowanie własne na podstawie mapy z serwisu Google Maps

² Łębork – miasto położone w północnej części województwa pomorskiego, w powiecie łęborskim [6, s. 7].

Na takich terenach ważną rolę pełnią drzewa [5, s. 61], jednak trwająca od 2018 roku przebudowa dróg przy ww. ulicach wiązała się z wycinką 156 drzew³.



Rys. 2. Pnie pozostałe po ścięciu drzew przy ulicy Dworcowej (po lewej) oraz przy dworcu kolejowym w Lęborku (po prawej)

Źródło: archiwum prywatne



Rys. 3. Fragment ulicy Warszawskiej przed rozpoczęciem prac budowlanych

Źródło: serwis internetowy Google Maps

³ Dane uzyskane z udostępnionego autorce pisma zawierającego odpowiedź burmistrza Lęborka na wniosek jednego z członków Rady Miasta Lęborka.



Rys. 4. Fragment ulicy Warszawskiej po rozpoczęciu prac budowlanych

Źródło: archiwum prywatne

Prace rewitalizacyjne wiązały się z wycinką drzew również na terenach dwóch parków miejskich, tj. Parku im. Michalskiego oraz Parku im. Marii i Lecha Kaczyńskich w Łęborku, które także znajdują się w pobliżu centrum miasta i kilku ruchliwych ulic. Poniżej przedstawiono wyniki inwentaryzacji przyrodniczej drzew w centralnej części Parku im. Michalskiego w Łęborku na terenie o powierzchni ok. 1911 m², przeprowadzonej przez autorkę w roku szkolnym 2019/2020 zarówno przed rozpoczęciem prac rewitalizacyjnych w parku, jak i po ich zakończeniu w tym samym roku szkolnym. Celem badań było ustalenie składu gatunkowego drzew rosnących na terenie badanej części parku, a także pomiar obwodu pierśnicowego oraz wysokości drzew, ponieważ działania takie mogą pozwolić na zauważenie okazów, które mogą być zakwalifikowane do ochrony w formie pomnika przyrody. Dzięki inwentaryzacji można także zauważyć, że na danym obszarze znajdują się rośliny należące do gatunków inwazyjnych.

Z przeprowadzanych badań wynika, że na badanym terenie znajdowały się zarówno gatunki rodzime, takie jak lipa drobnolistna (*Tilia cordata*) lub klon zwyczajny (*Acer platanoides*), jak i obce oraz inwazyjne, jak robinia akacjowa (*Robinia pseudoacacia*), klon jesionolistny (*Acer negundo*). Przed rewitalizacją na badanym obszarze parku występowało 18 gatunków drzew, zaś po rewitalizacji liczba ta nieznacznie zmniejszyła się – wynosiła 16. Liczba drzew na badanym terenie zmniejszyła się o 15 (wycięto 19 drzew i dosadzono 4). Na terenie miasta prowadzone są nasadzenia zastępcze, jednak niskie drzewa i krzewy nie zapewnią zwierzętom takich samych siedlisk jak duże, kilkumetrowe drzewa o rozłożystych koronach. Z kolei obecność gatunków obcych i inwazyjnych ściśle wiąże się z działalnością antropogeniczną i procesem **synantropizacji**⁴ szaty roślinnej. Gatunki te mogą zostać nieświadomie zawleczone na obszary, na których rosną, lub być świadomie zasadzone przez człowieka [13, s. 7, 37]. Inwazja biologiczna może prowadzić do zmian w szacie roślinnej oraz faunie. Gatunki inwazyjne mogą zagrażać różnorodności biologicznej, a nawet funkcjonowaniu całych ekosystemów. Rośliny należące do gatunków inwazyjnych często są w stanie rozprzestrzenić się na znaczną odległość od rośliny macierzystej. Część roślin należących do gatunków inwazyjnych wykształciła nawet szereg przystosowań sprzyjających rozsiewaniu nasion, na przykład klon jesionolistny (*Acer negundo*), podobnie jak pozostałe gatunki z rodzaju *Acer*, wytwarza nasiona zaopatrzone w skrzydełka. Gatunek ten może więc rozprzestrzeniać się z obszarów, na których został zasadzony na inne obszary dzięki obficie produkowanym nasionom przenoszonym przez wiatr oraz wodę [13, s. 19–20, 66], co z kolei może powodować inwazję biologiczną tego gatunku na innych terenach.

Pomimo informacji stwierdzających, że na obszarach rewitalizowanych (w tym w Parku im. Michalskiego) sadzone mają być głównie gatunki rodzime, cztery nowo posadzone drzewa należały do gatunku wiśnia piłkowana (*Prunus serrulata*), który jest w Polsce gatunkiem obcym geograficznie. Na fakt szkodliwości występowania wśród łęborskiej flory gatunków obcych zwraca się uwagę w łęborskich Programach Ochrony Środowiska [5, s. 61]. Warto zaznaczyć, że pomimo pozornego braku szkodliwości sadzenia na różnych terenach roślin

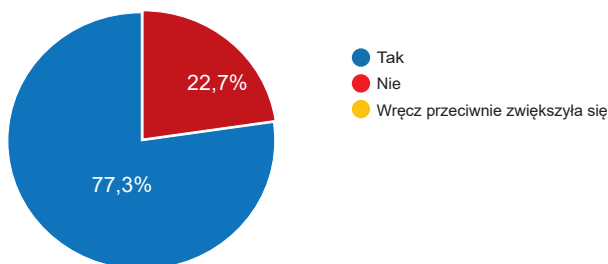
⁴ Gatunek synantropijny – gatunek zwierzęcia lub rośliny, który przystosował się do życia w środowisku silnie przekształconym przez człowieka, związanym z miejscem zamieszkania człowieka lub z jego działalnością.

obcego pochodzenia, **taksony**⁵ te stanowią zawsze realne lub potencjalne zagrożenie dla gatunków rodzimych, ponieważ wprowadzają w ekosystemach nowe i nieznane, co do swojego kierunku, interakcje przyrodnicze [13, s. 7, 37].

Nie jest możliwe całkowite zaprzestanie wprowadzania zmian na terenach zielonych, jednak warto rozważyć optymalizację działań pod kątem przyrodniczym, aby podczas prac remontowych czy rewitalizacyjnych powodować jak najmniej negatywnych dla środowiska przyrodniczego skutków. Jest to ważne także ze względu na samych mieszkańców miasta, którzy podczas przeprowadzonej ankiety za pomocą platformy Google Forms w kwietniu 2020 roku stwierdzili, że zmniejszenie liczby drzew rosnących w ich najbliższej okolicy jest już zauważalne (77,3%).

Czy wydaje ci się, że w ciągu ostatnich kilku lat liczba drzew rosnących w twojej okolicy zmniejszyła się?

22 odpowiedzi



Rys. 7. Odpowiedź ankietowanych na pytanie dotyczące liczby drzew rosnących w mieście

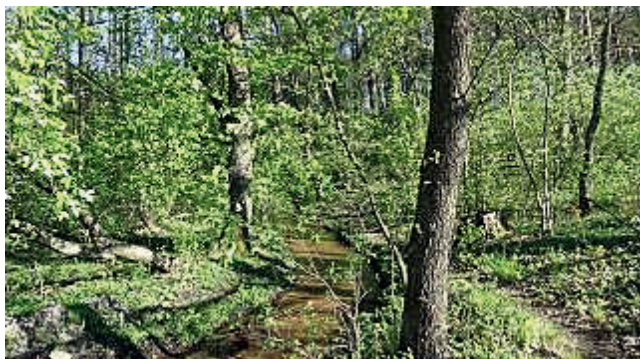
Źródło: opracowanie własne

Wszyscy ankietowani podzielają również zdanie, że należy umiejętnie połączyć przeprowadzanie koniecznych remontów oraz odpowiednią dbałość o zasoby przyrody na terenie miasta, a zdecydowana większość (95,5%) dostrzegła potrzebę ochrony terenów zieleni miejskiej, nawet jeżeli wiązałaby się ona z ograniczeniem niektórych działań, np. remontów dróg.

Oprócz niekorzystnych zmian w miejskiej szacie roślinnej, wywołanych szeroko pojętymi pracami rewitalizacyjnymi, niepokojące jest także zjawisko zanieczyszczenia terenów zielonych różnorodnymi odpadami komunalnymi.

⁵ **Takson** – w systematyce biologicznej grupa organizmów (populacja lub grupa populacji) zwykle uznawanych za filogenetycznie spokrewnione, wyróżniających się konkretną cechą różniącą je od innych jednostek taksonomicznych.

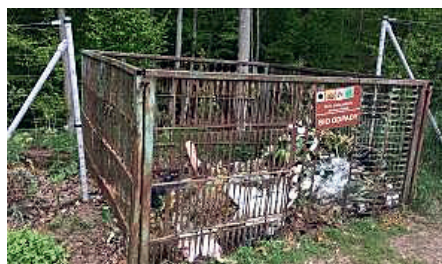
Skutkiem tego typu działań jest zanieczyszczenie cennych przyrodniczo obszarów. Jednym z nich jest Dolina Świniuchy – niewielki, silnie meandrujący strumień usytuowany na tyłach północno-wschodniej części lęborskiego cmentarza komunalnego, który znajduje się na terenie Obszaru Chronionego Krajobrazu Fragment Pradoliny Łeby ze Wzgórzami Morenowymi na południe od Lęborka. Teren Doliny Świniuchy ważny jest nie tylko ze względu na postępujące obecnie zmiany, ale ze względu na swoje niezwykle walory przyrodnicze. Według Włodzimierza Mieńko i Marka Ziółkowskiego Dolina Świniuchy jest stanowiskiem bardzo licznych oraz chronionych czy też rzadkich w regionie gatunków, takich jak kokoryczka okółkowa, przetacznik górski, trędownik skrzydlaty i dąbrówka piramidalna. W Dolinie Świniuchy znajdują się dobrze zachowane płaty grądu z ponadstuletnim drzewostanem oraz fragmenty łągu olszowego i boru mieszanego [10, s. 39]. Dobrze zachowane płaty grądu spotykane są na Pomorzu dość rzadko. Takie zbiorowiska leśne charakteryzują się wielogatunkową warstwą podszytów oraz bogatym runem leśnym [10, s. 12–13]. Stają się one więc nie tylko miejscem występowania wielu cennych gatunków roślin, ale także zapewniają siedliska wielu gatunkom zwierząt [7, s. 6, 10–11]. Walory przyrodnicze mogą predysponować obszar Doliny Świniuchy do ochrony w formie rezerwatu przyrody. Teren ten już w roku 2004 wymagał zabezpieczenia. Na podstawie inwentaryzacji przyrodniczej prowadzonej w Lęborku kilka lat temu postulowano stworzenie na terenie Doliny Świniuchy użytku ekologicznego i podkreślano, że forma ochrony przyrody, którą ten obszar został objęty, jest niewystarczająca [10, s. 37, 39].



Rys. 8. Fragment terenu Doliny Świniuchy

Źródło: archiwum prywatne

Na terenie Obszaru Chronionego Krajobrazu Fragment Pradoliny Łeby ze Wzgórzami Morenowymi na południe od Lęborka obowiązują zakazy dotyczące porzucania i gromadzenia odpadów komunalnych oraz zasady dotyczące ochrony krajobrazu przy zachowaniu czystości wód, gleby i powietrza [11], jednak wydaje się, że nie są one wystarczająco przestrzegane. Do zanieczyszczenia Doliny Świniuchy odpadami przyczynia się niewątpliwie sąsiedztwo lęborskiego cmentarza. Cmentarne kontenery na śmieci (rys. 9) są nieszczelne, co powoduje, że odpady, wśród których znajdują się m.in. plastikowe wkłady do zniczy, sztuczne kwiaty czy worki foliowe, są rozrzucone po terenie cmentarza graniczącym z Doliną Świniuchy (na tym obszarze ustawione są kontenery na śmieci).



Rys. 9. Sposób zagospodarowania odpadów na terenie cmentarza graniczącego z Doliną Świniuchy (po lewej) oraz w centralnym obszarze cmentarza komunalnego w Lęborku (po prawej)

Źródło: archiwum prywatne

Wśród odpadów zanieczyszczających wody strumienia i jego brzegi znajdują się między innymi znicze, ozdoby z wiązanek pogrzebowych oraz przede wszystkim worki i torby foliowe. Niepokojące jest jednak to, że na terenie Doliny Świniuchy obecne są także odpady niezwiązane bezpośrednio z działalnością cmentarza. Należą do nich m.in. opony, plastikowe butelki, opakowania po jedzeniu czy duże ilości styropianu (rys. 10).

Większość ankietowanych (72,7%) ze wspomnianego badania przyznała, że widziała osoby pozostawiające śmieci w lasach lub parkach, choć tylko 13,6% z nich stwierdziło, że im również zdarzało się pozostawiać na tych terenach odpady.

Respondenci za każdym razem (50%) lub często (45,5%) spotykają śmieci pozostawione w lasach i parkach.



Rys. 10. Odpady zalegające na terenie Doliny Świniuchy: styropian (po lewej) oraz opona (po prawej)

Źródło: archiwum prywatne

Jak często podczas spacerów, aktywności fizycznej itp. widzisz śmieci pozostawione w lasach i parkach?

22 odpowiedzi



Rys. 11. Odpowiedzi na pytanie dotyczące zauważania pozostawionych śmieci w lasach i parkach

Źródło: opracowanie własne

Odpady zanieczyszczające tereny leśne mogą być niebezpieczne dla występującej na nich fauny i flory. Zwierzęta zjadają odpady znajdujące się w rzekach lub na ich brzegach [8]. Znicze, pojemniki lub torebki foliowe mogą stanowić pułapkę dla drobnych zwierząt [12 s. 69], a resztki jedzenia pozostawione w opakowaniach mogą być dla nich szkodliwe. Odłamki szkła czy metalu mogą ranić zwierzęta zamieszkujące las.

Odpady przyczyniają się także do degradacji gleby na zanieczyszczonych obszarach. Duże ilości śmieci prowadzą do zaburzeń w funkcjonowaniu ekosystemów i mogą spowodować nawet śmierć drzewostanów. Tworzywa sztuczne, zawierające często szkodliwe substancje, rozkładają się setki lat, zalegając przez ten czas na powierzchni gleby. Inne odpady, rozkładając się, również mogą uwalniać do gleby szkodliwe składniki. Gnijące odpady uwalniają szkodliwe

gazy, które mogą doprowadzić do ich samozapłonu, co stanowi zagrożenie dla otaczającej je roślinności i zwierząt. Nie ma też możliwości kontrolowania rozkładu odpadów organicznych, podczas którego mogą namnażać się szkodliwe drobnoustroje i grzyby [8].

Przy wejściu do lasu, na terenie którego znajduje się Dolina Świniuchy, brakuje tablic informujących o wkroczeniu na teren obszaru chronionego krajobrazu, co powoduje, że nie wszyscy zdają sobie sprawę z walorów przyrodniczych tego terenu oraz jego ochrony prawnej.

Ostatnie inwentaryzacje prowadzone były w Dolinie Świniuchy (jak i na terenie całego miasta) w 2001 roku i nie ma nowszych danych dotyczących gatunków występujących na tym obszarze. Pokazuje to, że choć stwierdzono na terenie Doliny Świniuchy ważne przyrodniczo gatunki, ich występowanie nie było później monitorowane. Pomimo licznych postulatów [7, s. 23] nadal nie objęto też ww. obszaru ochroną w formie użytku ekologicznego.

Problemy związane z utrzymaniem zieleni miejskiej dostrzegane są także przez władze miasta: nawet w oficjalnych Planach Ochrony Środowiska dla miasta Lęborka jako zagrożenie dla zasobów przyrodniczych Lęborka wymienia się negatywny wpływ działalności antropogenicznej, która przyczynia się do uproszczenia struktury krajobrazowej oraz ekspansję zabudowy mieszkalnej [5, s. 61]. Dodatkowo w literaturze zwracano uwagę na brak chociażby alei drzew [6, s. 32].

Z uwagi na to, że istotna część problemów dotyczących terenów zieleni miejskiej spowodowana jest działalnością antropogeniczną, logiczne wydaje się, by także człowiek przyczynił się do ograniczania lub zmiany kierunku szkodliwych efektów swojej działalności, a tym samym pośrednio spowodował ograniczenie negatywnych skutków zmian klimatycznych. Poniżej przedstawiam krótki plan naprawczy, który może przyczynić się do poprawy jakości utrzymania terenów zieleni miejskiej. Przedstawione propozycje działań można odnieść nie tylko do Lęborka, w którym prowadzone były obserwacje, lecz także do innych miast oraz wsi na terenie całego kraju.

Sposobami na poprawę obecnej sytuacji terenów zieleni miejskiej mogą być między innymi:

1. Przygotowanie projektu przeznaczonego na głosowanie podczas najbliższej (i kolejnych) edycji Budżetu Obywatelskiego w kategorii *Mały projekt - zadanie inwestycyjne*. Projekt zakładałby ustawienie małych, zamykanych pojemników na odpady w odstępach co 100 m wzdłuż wybranych ścieżek leśnych (mieszczących się w granicach miasta), dużych kontenerów z możliwością segregacji odpadów

przy wejściu do lasu, a także tablic informacyjnych, na których znalazłyby się informacje dotyczące walorów przyrodniczych konkretnych obszarów, np. Doliny Świniuchy, oraz zakazów obowiązujących na terenie obszarów chronionego krajobrazu. Pomogłoby to w ograniczeniu ilości odpadów pozostawionych w lesie oraz zwiększyło świadomość społeczeństwa dotyczącą niezwykłych walorów przyrodniczych obszarów leśnych.

2. Organizowanie akcji edukacyjnych mających na celu zwiększenie świadomości społeczeństwa na temat szkodliwości pozostawiania odpadów w lasach i występowania gatunków inwazyjnych pośród rodzimej flory oraz roli, jaką drzewa spełniają w środowisku naturalnym. Akcje te mogłyby polegać na rozmowach przedstawicieli Wydziału Ochrony Środowiska z uczniami szkół, przygotowaniu i wywieszeniu w szkołach oraz urzędach plakatów dotyczących gatunków inwazyjnych, a także stworzeniu i propagowaniu strony internetowej poświęconej przyrodzie Lęborka (lub każdego innego miasta). Na stronie takiej znalazłyby się m.in. informacje dotyczące form ochrony przyrody na danym obszarze, gatunków roślin i zwierząt występujących na terenie miasta oraz folder, w którym mieszkańcy mogliby zamieszczać wykonane przez siebie zdjęcia przyrody. Dzięki temu wiele osób miałoby możliwość zdobycia wiedzy o gatunkach roślin i zwierząt występujących w najbliższej okolicy oraz formie ich ochrony. Aspekt ten jest o tyle ważny, że większość ankietowanych biorących udział w opisanej wcześniej ankiecie dostrzega potrzebę edukacji ekologicznej oraz prowadzenia akcji edukacyjnych dotyczących problemu pozostawiania śmieci w lasach.

3. Sfinansowanie w ramach gminnego i powiatowego Funduszu Ochrony Środowiska zakupu do bibliotek szkolnych pozycji dotyczących gatunków inwazyjnych. Tym sposobem mieszkańcy miasta mieliby już od najmłodszych lat możliwość zdobycia informacji na temat takich gatunków i w przyszłości bardziej świadomie mogliby urządzać np. swoje przydomowe ogródki, nie przyczyniając się do rozprzestrzeniania roślin należących do gatunków inwazyjnych.

4. Prowadzenie regularnych naukowych inwentaryzacji przyrodniczych na terenach cennych przyrodniczo oraz publikowanie ich wyników. Inwentaryzacje są sposobem na monitorowanie występowania gatunków roślin i zwierząt, w tym tych cennych przyrodniczo oraz gatunków im zagrażającym, jak gatunki obcego pochodzenia. Na ich podstawie można planować podejmowanie dalszych działań mających na celu ochronę cennych gatunków. Poprzez publikację wyników inwentaryzacji można zwiększyć świadomość społeczeństwa w dziedzinie

walorów przyrodniczych konkretnych terenów i uświadomić mieszkańcom konieczność dbania o przyrodę.

5. Planowanie, w miarę możliwości, działań rewitalizacyjnych (poprzedzonych wcześniejszą inwentaryzacją przeprowadzoną na terenach przeznaczonych do rewitalizacji) stawiających na pielęgnowanie już występującej roślinności i usuwaniu jedynie roślin chorych lub należących do gatunków inwazyjnych. Zachowanie roślinności wysokiej na terenie miasta wiąże się z zachowaniem konkretnych siedlisk, które nie zawsze zapewniają dosadzone niższe krzewy i rabaty kwiatowe.

6. Założenie miejskiego Koła Miłośników Przyrody. Jego członkowie zajmowałiby się prowadzeniem akcji promujących piękno zasobów przyrodniczych miasta, organizowaniem w ramach lekcji przyrody i biologii wycieczek dla uczniów do lasów oraz zgłaszaniem do władz miasta wszelkich niepokojących zjawisk zaobserwowanych na terenach zieleni miejskiej. Tym sposobem możliwa byłaby szybsza reakcja np. na zanieczyszczenie różnych terenów odpadami i co za tym idzie ograniczenie ich negatywnego wpływu na przyrodę.

Istnieją sposoby na ograniczenie negatywnych działań prowadzonych na terenach zieleni miejskiej. Obszary te są ważne ze względu na swoją rolę w kształtowaniu lokalnego mikroklimatu. Drzewa, stanowiące dominujący element terenów zielonych, mają między innymi zdolność do filtrowania powietrza czy pochłaniania dwutlenku węgla, co może być cechą przydatną w walce z globalnym ociepleniem. W związku z tym należy ograniczać działania prowadzące do zmniejszenia liczby drzew rosnących na danym terenie, kontrolować występowanie na tych terenach gatunków inwazyjnych i przeciwdziałać zanieczyszczeniu terenów zielonych odpadami.

Bibliografia

1. BERG Linda, MARTIN Diana, SOLOMON Eldra. *Biologia*. Warszawa: Oficyna Wydaw. Multico, 2009. ISBN 978-83-7073-412-1.
2. CUTLER Catherine, RUSSEL Tony, WALTERS Martin. *Ilustrowana encyklopedia drzewa świata*. Kraków: Universitas, 2008. ISBN 97883242-0842-5.
3. DUBERT Franciszek, JURGOWIAK Marek, MARKO-WORŁOWSKA Maria, ZAMACHOWSKI Władysław. *Biologia na czasie 3: podręcznik dla liceum ogólnokształcącego i technikum zakres rozszerzony*. Warszawa: Nowa Era, 2018. ISBN 978-83-267-2584-5.

4. KARKOWSKI Andrzej, PAJĄK Wojciech, WALKOWIAK Joanna. *Program Ochrony Środowiska dla Powiatu Lęborskiego na lata 2016–2020 z uwzględnieniem perspektywy na lata 2021–2025*. Starostwo Powiatowe w Lęborku, 2016.
5. KARKOWSKI Andrzej, PAJĄK Wojciech, WALKOWIAK Joanna. *Aktualizacja Programu Ochrony Środowiska dla miasta Lęborka na lata 2017–2020 z perspektywą na lata 2021–2045*. Starostwo Powiatowe w Lęborku, 2017.
6. KNITTER Rafał, MIENKO Włodzimierz, ZIÓŁKOWSKI Marek. *Inwentaryzacja i waloryzacja przyrodnicza miasta Lęborka: część 1* [dokument niepublikowany]. Gdańsk, 2000.
7. KNITTER Rafał, MIENKO Włodzimierz, ZIÓŁKOWSKI Marek. *Inwentaryzacja i waloryzacja przyrodnicza miasta Lęborka: część 2* [dokument niepublikowany]. Gdynia; Słupsk, 2001.
8. Lasy Państwowe. *Nie wyrzucaj śmieci do lasu!* Warszawa: Centrum Informacyjne Lasów Państwowych, 2010.
9. LEKOWSKA Katarzyna, SIUDAK Robert. *Program Ochrony Środowiska dla Miasta Lęborka na lata 2013–2016 z perspektywą do 2020 roku*. Starostwo Powiatowe w Lęborku, 2013.
10. MIENKO Włodzimierz, ZIÓŁKOWSKI Marek. *Spotkanie z przyrodą: środowisko przyrodnicze Lęborka*. Lębork: Miejska Biblioteka Publiczna im. Jarosława Iwaszkiewicza, 2004. ISBN 83-918379-2-0.
11. Rozporządzenie Nr 10/98 Wojewody Słupskiego z dnia 19 sierpnia 1998 r. w sprawie dostosowania uchwały Nr X/42/81 Wojewódzkiej Rady Narodowej w Słupsku z dnia 8 grudnia 1981 r. w sprawie utworzenia Parku Krajobrazowego „Dolina Słupi” oraz obszarów krajobrazu chronionego do wymagań ustawy z dnia 16 października 1991 r. o ochronie przyrody. Dz. Urz. Woj. Słupskiego z 1998 r. Nr 19, poz. 82.
12. SKŁODOWSKI Jarosław, SATER Józef, STRZYŻEWSKI Tomasz. *Presja turystyki wodnej w ekotonach leśno-jeziornych na przykładzie jeziora Bełdany. „Sylwan”*. 2006, nr 10, s. 65–71. Warszawa: Polskie Towarzystwo Leśne. ISSN 0039-7660.
13. TOKARSKA-GUZIĆ Barbara, DAJDOK Zygmunt, ZAJĄC Maria, ZAJĄC Adam, URBISZ Alina, DANIELEWICZ Władysław, HOŁDYŃSKI Czesław. *Rośliny obcego pochodzenia w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem gatunków inwazyjnych*. Warszawa: Generalna Dyrekcja Ochrony Środowiska, 2012. ISBN 978-83-62940-34-9.

Wpływ emisji CO₂ w wybranych krajach na bioróżnorodność ich ekosystemów

Globalne ocieplenie to niewątpliwie jeden z największych problemów, z jakimi przyszło nam się mierzyć w obecnych czasach. Rozważając zagadnienie zmian klimatycznych, występujących na skutek produkcji gazów cieplarnianych takich jak dwutlenek węgla, warto zwrócić uwagę na to, jak sytuacja w poszczególnych krajach wpływa na całą biosferę. Negatywne skutki nadmiernej emisji CO₂ występują nie tylko na terenie danego państwa, ale i daleko poza jego granicami. Porównując trzy, z pozoru bardzo różne od siebie, państwa: Chiny, Wielką Brytanię i Polskę, można zaobserwować, jak ilość emitowanych zanieczyszczeń oraz ogólna postawa społeczeństwa wobec zagadnień z dziedziny ekologii wpływają na stan różnorodności biologicznej w ekosystemie lokalnym i światowym.

Terminem **różnorodności biologicznej** określa się bogactwo form życia występujących na Ziemi. Pod uwagę brana jest różnorodność gatunków, jak również ich genetyczna zmienność, różnorodność wewnątrzgatunkowa, a także zróżnicowanie wielogatunkowych układów przyrodniczych, czyli ekosystemów i krajobrazów. Dotyczy to zarówno istot powstałych w toku ewolucji, która gromadziła w sposób spontaniczny geny w unikalnych kombinacjach charakteryzujących gatunki, jak i odmian roślin oraz zwierząt wytworzonych przez człowieka w wyniku sztucznej selekcji na potrzeby hodowli. Ogółem bioróżnorodność oznacza zróżnicowanie życia na każdym poziomie jego organizacji [1].

Wyróżniamy trzy poziomy różnorodności biologicznej. Pierwszym z nich jest **bioróżnorodność genetyczna**, mówiąca o tym, jak różnią się osobniki tego samego gatunku w danej populacji, czyli o różnorodności genów obecnych w ich pulach genowych. Im większa jest populacja, tym większa jest także różnorodność genetyczna, poza przypadkami, w których populacja jest odbudowywana przez człowieka na drodze reintrodukcji. U gatunków, u których występuje roz-

¹ Zofia Lipka, III Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi im. Marynarki Wojennej RP w Gdyni.

mnażanie wegetatywne, można zaobserwować niższy poziom różnorodności genetycznej, niż u tych, które prowadzą rozmnażanie generatywne.

Kolejnym typem różnorodności biologicznej jest **bioróżnorodność gatunkowa**, która dotyczy liczby rozmaitych gatunków roślin, zwierząt, grzybów i mikroorganizmów występujących na Ziemi. Co ciekawe, jej poziom świadczy o stanie środowiska – im większa bioróżnorodność gatunkowa, tym jest ono stabilniejsze.

Ponadto wyróżnia się **bioróżnorodność ekosystemową**, określającą zróżnicowanie krajobrazów, ekosystemów, zgrupowań form ekologicznych oraz zespołów populacji różnych gatunków połączonych ze sobą różnymi czynnikami ekologicznymi i zależnościami pokarmowymi, to znaczy biocenoz.

Opracowano formuły matematyczne pozwalające oszacować poziom bioróżnorodności w wybranym środowisku. Do takich metod należą wskaźnik Shannona–Wienera oraz wskaźnik Simpsona. Jednak do wskazania ich wartości musi być znana liczba osobników z danego gatunku lub gatunków. Przeszkodę w przeprowadzeniu obliczeń stanowi to, że do poprawnego zidentyfikowania niektórych organizmów potrzebne są dodatkowe badania. Z tego powodu na obszarze tak wielkim jak np. powierzchnia Chin, dokładne obliczenie tych wskaźników jest bardzo trudne, wprost niemożliwe. Poziom bioróżnorodności można wówczas oszacować, obserwując stan lokalnych siedlisk i ekosystemów oraz zmiany w obrębie wybranej grupy organizmów.

Różnorodność biologiczna jest kluczowa dla funkcjonowania środowiska naturalnego, z którego ludzkość nieustannie czerpie tak zwane „świadczenia ekosystemowe”. Stanowią je nie tylko źródła żywności i wody słodkiej, ale również zjawiska, których na co dzień nie zauważamy, a są podstawą istnienia życia na Ziemi. Należą do nich zasoby genetyczne, regulacja erozji, regulacja klimatu, w tym temperatury i opadów, zapylenie roślin, utrzymywanie jakości powietrza czy obieg pierwiastków w przyrodzie [3].

Zachowanie bioróżnorodności jest niezbędne do podtrzymania funkcji i procesów ekologicznych, które zapewniają nam warunki do życia i rozwoju.

Na zmiany w bioróżnorodności bezpośredni wpływ ma globalne ocieplenie. W jego wyniku następuje niszczenie ekosystemów i naturalnych siedlisk różnych gatunków, co skutkuje ich migracjami, a nawet wymieraniem. Wyższa temperatura prowadzi do zmian w cyklach życiowych organizmów, przykładowo do skrócenia czasu reprodukcji lub hibernacji. Może też wpłynąć na rozprzestrzenianie się chorób wywołanych przez patogeny niegdyś specyficzne tylko dla cieplejszych stref klimatycznych. Wszystko to skutkuje zmianami w populacjach,

a tym samym powoduje spadek lub nieoczekiwany wzrost różnorodności biologicznej.

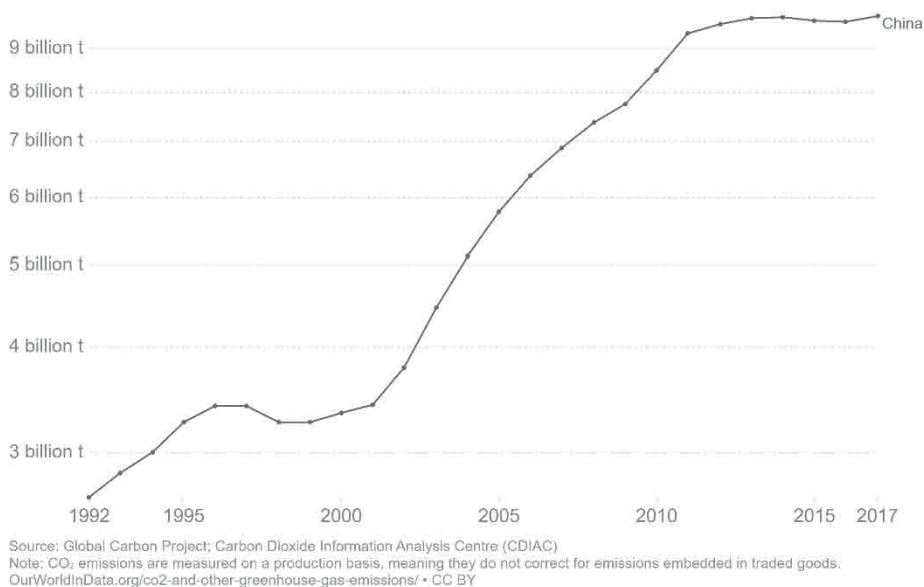
Pochłaniając energię słoneczną, gazy cieplarniane (dwutlenek węgla, metan, freon, ozon i inne) pozwalały na zatrzymywanie ciepła blisko powierzchni Ziemi, tworząc warunki korzystne dla rozwoju życia. Jednak w związku z działalnością człowieka ich zawartość w atmosferze drastycznie wzrosła, potęgując efekt cieplarniany. CO₂ jest głównym gazem cieplarnianym i stanowi mniej więcej trzy czwarte ich całkowitej emisji [4]. Może utrzymywać się w atmosferze przez tysiące lat, znacznie przyczyniając się do zwiększenia ilości ciepła absorbowanego przez Ziemię. Gaz ten pochodzi przede wszystkim ze spalania substancji, głównie paliw kopalnych: węgla, ropy i gazu ziemnego, ale również innych materiałów organicznych: drewna lub odpadów stałych, celem pozyskania energii [10]. Różne kraje na świecie mają określony udział w globalnej emisji dwutlenku węgla. Udział ten zależy od takich czynników jak liczba ludności i poziom rozwoju gospodarczego, ale również od ogólnej świadomości ekologicznej oraz działań podejmowanych przez rząd pod kątem ochrony środowiska naturalnego.

Tab. 1. Porównanie Chin, Wielkiej Brytanii i Polski pod względem liczby ludności, powierzchni i występowania obszarów chronionych w 2018 roku

	Chiny	Wielka Brytania	Polska
Liczba ludności	1,393 mld	66,27 mln	37,98 mln
Liczba ustanowionych obszarów chronionych	11 029	224	386
Powierzchnia	9 562 911 km ²	242 495 km ²	312 679 km ²
Łączna powierzchnia obszarów chronionych	1 721 323,98 km ²	1 697,465 km ²	70 978,133 km ²
Procentowy udział terenów chronionych w całkowitej powierzchni kraju	18%	0,7%	22,7%

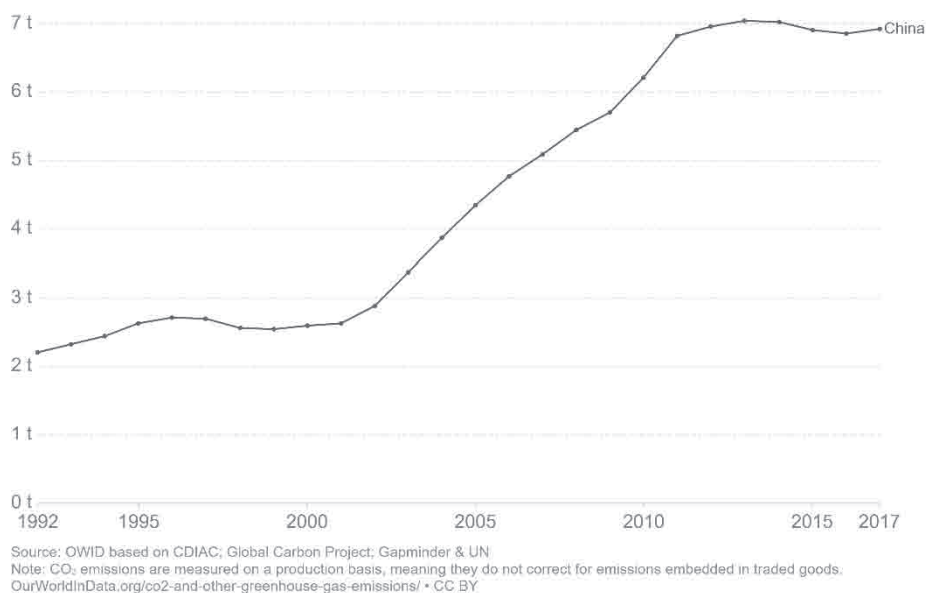
Źródło: opracowanie na podstawie HONGYANG Li. Nature reserves now cover 18 percent of China. W: *chinadaily.com* [online]. 06.11.2018. Tryb dostępu: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201811/06/WS5be1450ba310eff303286e6c.html>. Stan z dnia 11.01.2021; National Nature Reserves in England. W: *gov.uk* [online]. Tryb dostępu: <https://www.gov.uk/government/collections/national-nature-reserves-in-england>. Stan z dnia 11.01.2021; Obszary chronionego krajobrazu w Polsce. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: https://pl.wikipedia.org/wiki/Obszary_chronionego_krajobrazu_w_Polsce. Stan z dnia 11.01.2021.

Chiny to kraj o najwyższej liczbie ludności na świecie, a chińska gospodarka jest jedną z szybciej rozwijających się. Co więcej, masa wydobywanego tam węgla stanowi około połowy masy jego światowego wydobycia. Nie jest więc zaskoczeniem, że Chiny są największym globalnym producentem dwutlenku węgla. W ciągu całego roku 1992 łączna ilość wyprodukowanego CO₂ wyniosła 2,66 miliarda ton, a w roku 2017 – 9,84 miliarda ton (rys. 1), co daje 2,2 tony na mieszkańca w roku 1992 i 6,92 tony w roku 2017 (rys. 2). Oznacza to, że w latach 1992–2017 w Chinach nastąpił wzrost emisji tego gazu aż o 270,3%.



Rys. 1. Łączna roczna emisja dwutlenku węgla (CO₂) ze spalania paliw kopalnych w celach energetycznych i do produkcji cementu w Chinach w latach 1992–2017

Źródło: <https://ourworldindata.org/co2/country/china?country=~CHN>



Rys. 2. Roczna emisja dwutlenku węgla (CO₂) ze spalania paliw kopalnych w celach energetycznych i do produkcji cementu na jednego mieszkańca w latach 1992–2017 w Chinach

Źródło: <https://ourworldindata.org/co2/country/china?country=~CHN>

Chiny z uwagi na swoją ogromną powierzchnię wynoszącą ponad 9,6 miliona km² są również jednym z najbardziej różnorodnych biofizycznie krajów świata. Ich tereny obejmują trzy różne strefy klimatyczne: zwrotnikową (południowe wybrzeża Chin oraz wyspa Hajnan), podzwrotnikową (zachodnie, środkowe i wschodnie Chiny) i umiarkowaną (północne i północno-wschodnie Chiny), a także odmiany monsunowe (na wschodzie i południowym wschodzie) (rys. 3). Istnieją tam rozmaite formy ukształtowania terenu, od łańcuchów górskich, przez rozlewiska wielkich rzek, aż po pustynię. Czynniki te wpłynęły na wyjątkowo duże zróżnicowanie występujących w Chinach ekosystemów i organizmów. Dzięki temu są one drugim pod względem bioróżnorodności krajem na Ziemi [5].



Rys. 3. Azja – typy klimatu

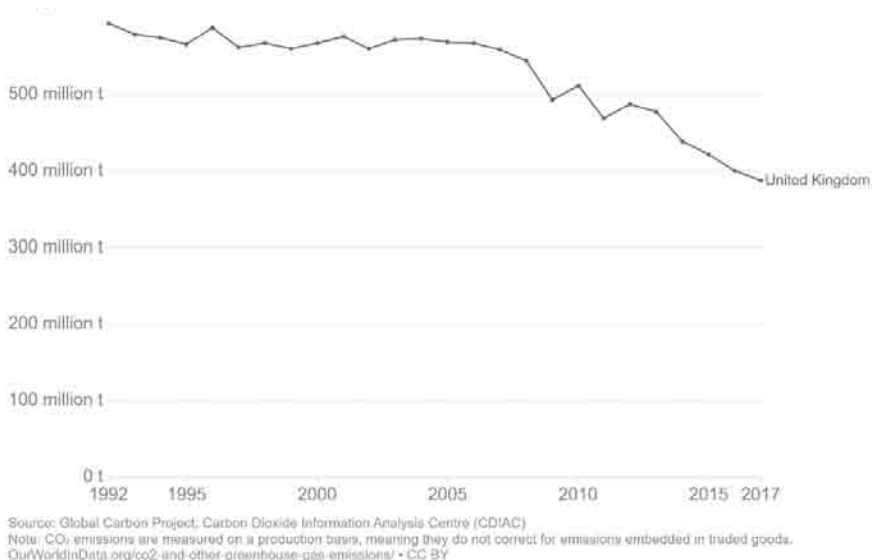
Źródło: <https://gozych.edu.pl/podzial-geografii/geografia-regionalna/azja/>

Gigantyczne ilości emitowanego CO₂ jednoznacznie stanowią poważne zagrożenie dla chińskiego środowiska naturalnego z powodu zanieczyszczeń i ocieplania się klimatu. Niestety tamtejsze organy władzy, pomimo sprzeciwu ekologów i działaczy społecznych, przez długi czas nie przywiązywały wagi do działań proekologicznych. Ogólna postawa mieszkańców wobec niszczenia ekosystemów była obojętna, ponieważ rząd nie przedstawiał żadnych korzyści z dbania o środowisko. Zamiast tego prowadzono politykę nastawioną na intensywny rozwój i eksploatację zasobów naturalnych. Uczyniło to Chiny potęgą gospodarczą, ale jednocześnie wywołało daleko idące, nieodwracalne zmiany w bioróżnorodności. Około 61% występujących tam gatunków organizmów żywych, w tym gatunki endemiczne, jest zagrożonych wyginięciem, a część z nich już uznaje się za wymarłe.

Zostały podjęte pewne próby ochrony terenów cennych przyrodniczo, w ramach których rząd chiński ustanowił wiele nowych rezerwatów. Przed końcem 2011 roku liczba nowych rezerwatów, łącznie z już istniejącymi, wynosiła 2640. Tym samym uznano problemy środowiskowe za rozwiązane, mimo że nie ma

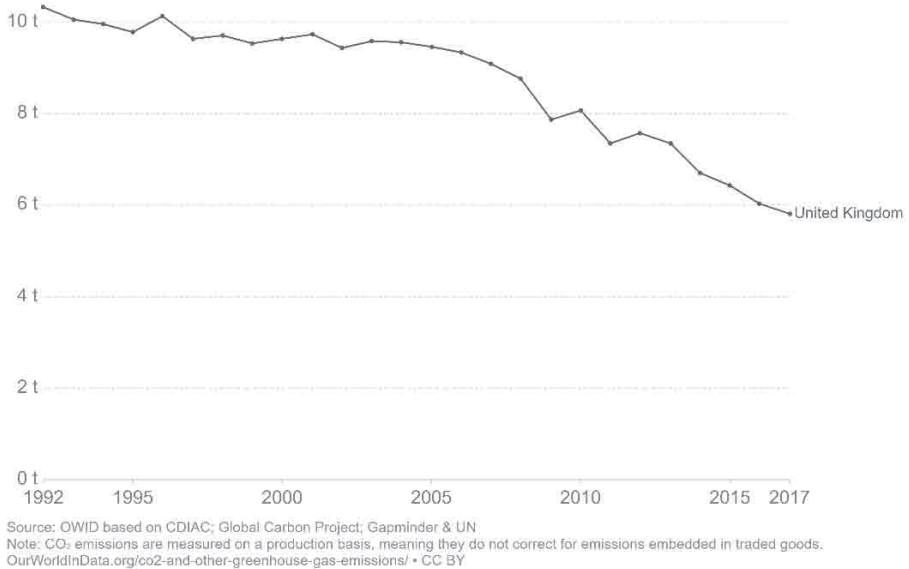
dowodów na skuteczność tych działań. Obecnie coraz więcej obywateli i specjalistów w dziedzinie ekologii rozumie i zwraca uwagę na konieczność zachowania różnorodności biologicznej w Chinach, jednak ich opinia nie jest jeszcze brana pod uwagę przy podejmowaniu decyzji przez organy sprawujące władzę [6].

Anglia, Szkocja, Walia i Irlandia Północna, jako wspólnota, wciąż znajdują się w czołówce światowych producentów dwutlenku węgla. Mimo to próby zmniejszenia emisji tego gazu okazały się tam wielkim sukcesem. Niewiele krajów dorównuje na tym polu Zjednoczonemu Królestwu, któremu w latach 1992–2017 udało się ograniczyć ilość emitowanego gazu aż o około 35% – z 593,09 miliona do 387,39 miliona ton (rys. 4), czyli o 5,81 tony na mieszkańca rocznie (rys. 5) [2]. Efekt ten udało się osiągnąć dzięki wprowadzeniu odpowiednich regulacji prawnych takich jak *2008 Climate Change Act*. W postanowieniach tego dokumentu znalazł się plan zmniejszenia produkcji gazów cieplarnianych o 80% przed rokiem 2050 [2]. Zainicjowano zmiany polegające m.in. na stopniowym wycofywaniu się ze spalania węgla naturalnego i zastępowaniu go gazem ziemnym oraz korzystaniu ze źródeł energii odnawialnej. Ponadto wprowadzono rozwiązania pozwalające na wydajne wykorzystanie energii zarówno w przemyśle, jak i w budownictwie oraz gospodarstwach domowych.



Rys. 4. Łączna roczna emisja dwutlenku węgla (CO₂) ze spalania paliw kopalnych w celach energetycznych i do produkcji cementu w Zjednoczonym Królestwie w latach 1992–2017

Źródło: <https://ourworldindata.org/co2/country/united-kingdom?country=~GBR>



Rys. 5. Roczna emisja dwutlenku węgla (CO₂) ze spalania paliw kopalnych w celach energetycznych i do produkcji cementu w Zjednoczonym Królestwie na jednego mieszkańca w latach 1992–2017

Źródło: <https://ourworldindata.org/co2/country/united-kingdom?country=~GBR>

Co więcej, zarówno instytucje rządowe, jak i organizacje non profit w Wielkiej Brytanii przeznaczają sporą część swoich środków na rozwiązywanie problemów środowiskowych, w tym konkretnie na zachowanie różnorodności biologicznej. Idea konieczności ochrony lokalnych ekosystemów jest powszechnie znana i popierana przez mieszkańców, o czym świadczą liczne inicjatywy społeczne. Dużą wagę przykładają się również do edukacji dzieci i młodzieży w dziedzinie ekologii, a także do zachęcania wolontariuszy do pomocy przy obserwacji i monitorowaniu dzikiej przyrody.

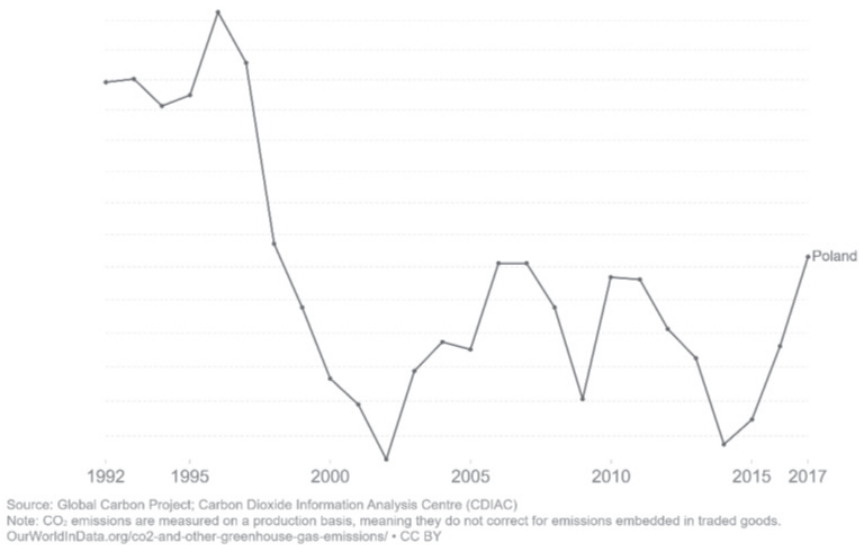
Niestety, pomimo starań Brytyjczyków tamtejszy rząd przyznał, że nie był w stanie osiągnąć celów wyznaczonych w Konwencji o różnorodności biologicznej (ang. *Convention on Biological Diversity*, CBD) przed końcem 2020 roku. Ciągła globalna emisja gazów cieplarnianych i płynące z niej zmiany klimatyczne ogólnie skutkują poważnymi i często nieodwracalnymi zniszczeniami w środowisku naturalnym. W latach 1995–1999 została utworzona specjalna lista w ramach *UK Biodiversity Action Plan*. Zawarto w niej gatunki uznane za najbardziej zagrożone i wymagające aktywnej ochrony. Niedawne badania przeprowadzone dla UK

Biodiversity Standing Committee wykazały, że zmiany klimatyczne stanowią główne zagrożenie dla od 5% do nawet 25% gatunków z tej listy. Globalne ocieplenie prowadzi do podniesienia się poziomu mórz, przez co dochodzi do zaniku siedlisk charakterystycznych dla linii brzegowej Wysp Brytyjskich, a położone w głębi lądu łąki i mokradła wysychają i stepowieją. Utrata siedlisk powoduje zmniejszanie się populacji żyjących tam gatunków ze szkodą dla ogólnego poziomu bioróżnorodności. Dane opublikowane w raporcie *State of Nature 2019* pokazują, że różnorodność organizmów lądowych, morskich i słodkowodnych w Wielkiej Brytanii od roku 1970 nieustannie ubożeje [17].

Polska zajmuje szóste miejsce w rankingu krajów o największej emisji dwutlenku węgla w Europie, mimo że nie jest jednym z najlepiej rozwiniętych państw tego regionu. Co prawda od roku 1992 do roku 2017 w Polsce nastąpił spadek o 10,2%, ale całkowita ilość produkowanego rocznie CO₂ wciąż jest bardzo wysoka: łącznie prawie 336,6 miliona ton w roku 2017 (rys. 6), co daje 8,87 tony na mieszkańca (rys. 7). Niestety rząd nie przywiązuje wagi do tematu degradacji środowiska. W zestawieniu z 2007 roku, przesłanym ministrowi środowiska przez Państwową Radę Ochrony Przyrody, wypunktowano aż 77 różnych problemów o charakterze politycznym i społecznym, a także związanych z niekompetencją organów zajmujących się ochroną zasobów naturalnych [13].

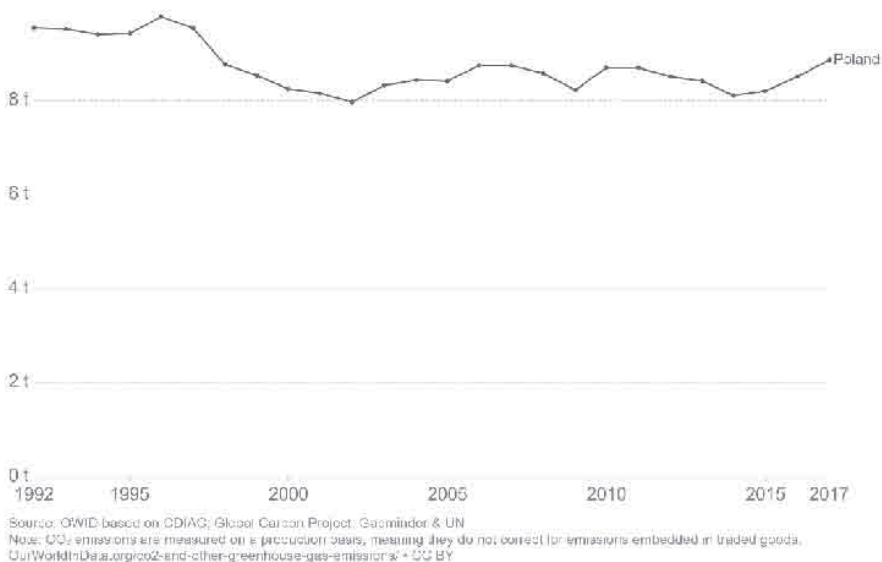
Szczególnie niepokoi fakt, iż Polska jest krajem o stosunkowo dużym bogactwie rozmaitych form życia, zatem utrata różnorodności biologicznej będzie miała poważne skutki nie tylko dla lokalnych ekosystemów, ale możliwie również dla całej Europy. Flora Polski stanowi 1% światowej flory i ponad 10% europejskiej. Według różnych szacunków w Polsce występuje od 33 do 45 tysięcy różnych gatunków zwierząt, z czego 90% stanowią owady. Mimo bogactwa gatunkowego poziom bioróżnorodności spada, a listy gatunków wymagających ochrony każdego roku stają się coraz dłuższe. Obecnie zagrożonych wyginięciem jest 147 gatunków zwierząt (z tego 89 krytycznie) oraz 133 gatunki roślin (z tego 74 krytycznie) [15].

Z biegiem lat świadomość ekologiczna w Polsce stopniowo się poprawia. Według raportu z trackingowego badania świadomości i zachowań ekologicznych mieszkańców Polski z 2018 roku [16] dziewięciu na dziesięciu Polaków jest zdania, że zmiany klimatyczne są ważnym problemem, a połowa obywateli uważa, że redukcję emisji gazów cieplarnianych powinno się rozpocząć tak szybko, jak to możliwe. Wciąż jednak niewielka część podejmuje kroki, aby zmniejszyć ilość produkowanego dwutlenku węgla. Przykładowo: zaledwie jedna trzecia obywateli



Rys. 6. Łączna roczna emisja dwutlenku węgla (CO₂) ze spalania paliw kopalnych w celach energetycznych i do produkcji cementu w Polsce w latach 1992–2017

Źródło: <https://ourworldindata.org/co2/country/poland?country=~POL>



Rys. 7. Roczna emisja dwutlenku węgla (CO₂) ze spalania paliw kopalnych w celach energetycznych i do produkcji cementu w Polsce na jednego mieszkańca w latach 1992–2017

Źródło: <https://ourworldindata.org/co2/country/poland?country=~POL>

prowodzi aktywne działania mające przyczynić się do poprawy jakości powietrza w kraju [8]. Brak odpowiedniej polityki proekologicznej ze strony rządu skutkuje wysokim kosztem rozwiązań bardziej przyjaznych dla środowiska. W efekcie niewielu Polaków może sobie pozwolić na styl życia, który mniej zagrażałby polskiej bioróżnorodności.

Przykłady zjawisk zachodzących na świecie wyraźnie pokazują, iż emisja gazów cieplarnianych, przede wszystkim dwutlenku węgla, ma bezpośrednie przełożenie na zmiany w różnorodności biologicznej. Kluczową rolę odgrywa rozpoznanie nadmiernej produkcji CO₂ jako problemu globalnego. Z powyższych rozważań nad sytuacją w wybranych państwach można wywnioskować, iż są one ze sobą powiązane i mają nieunikniony wpływ na siebie nawzajem. Dla przykładu: ogromne ilości CO₂ produkowanego w Chinach przekładają się na wzrost średnich temperatur na świecie, a zatem pośrednio na występowanie zjawiska stepowienia w Polsce [12] lub na podnoszenie się poziomu mórz i niszczenie siedlisk przybrzeżnych i wydmych na Wyspach Brytyjskich [14]. Przy takim stanie rzeczy ryzykujemy znacznym spadkiem różnorodności biologicznej, który będzie niósł za sobą bardzo poważne konsekwencje dla całej biosfery. Do tej pory można zaobserwować, że państwa, które aktywnie redukują ilość emitowanych gazów cieplarnianych (takie jak Wielka Brytania, Niemcy czy Szwajcaria), jednocześnie podejmują próby, aby poprawić stan bioróżnorodności. Jednak rozwiązanie problemu jej utraty na skutek zmian klimatycznych musi mieć charakter globalny. Rządy wszystkich państw powinny podjąć współpracę, aby z wykorzystaniem dostępnych technologii i odpowiednich regulacji prawnych ograniczyć negatywny wpływ, jaki ludzkość ma na środowisko naturalne.

Bibliografia

1. Bioróżnorodność. W: *ekologia.pl* [online]. Tryb dostępu: <https://www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/bioroznorodnosc#wplyw-czlowieka-na-bioroznorodnosc>. Stan z dnia 29.10.2020.
2. FANKHAUSER Sam, AVERCHENKOVA Alina, FINNEGAN Jared. 10 years of the UK Climate Change Act. W: *London School of Economics and Political Science* [online]. Tryb dostępu: https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2018/03/10-Years-of-the-UK-Climate-Change-Act_Fankhauser-et-al.pdf. Stan z dnia 29.10.2020.

3. FELEDYN-SZEWCZYK Beata. Bioróżnorodność – znaczenie i zagrożenia. W: *Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa* [online]. Tryb dostępu: http://iung.pl/SD/images/materialy/Bioroznorodnosc_znaczenie%20i%20zagrozenia.pdf. Stan z dnia 29.10.2020.
4. Global Emissions. W: *Center For Climate And Energy Solutions* [online]. Tryb dostępu: <https://www.c2es.org/content/international-emissions/>. Stan z dnia 12.01.2021.
5. HONGYANG Li. Nature reserves now cover 18 percent of China. W: *china-daily.com* [online]. 6.11.2018. Tryb dostępu: <http://www.chinadaily.com.cn/a/201811/06/WS5be1450ba310eff303286e6c.html>. Stan z dnia 11.01.2021.
6. ITALIA Nicholas. The Effects of China's Policy and Biodiversity Loss on *Campotheca acuminata*. W: *Lake Forest College* [online]. Tryb dostępu: <https://www.lakeforest.edu/news/the-effects-of-chinas-policy-and-biodiversity-loss-on-campotheca-acuminata>. Stan z dnia 29.10.2020.
7. MIKULA Lexie. 5 of the Most Biodiverse Countries in the World. W: *ACIS Educational Tours* [online]. Tryb dostępu: <https://acis.com/blog/5-of-the-most-biodiverse-countries-in-the-world/>. Stan z dnia 29.10.2020.
8. Ministerstwo Klimatu i Środowiska. Świadomość i zachowania ekologiczne Polaków. W: *Serwis Rzeczypospolitej Polskiej* [online]. Tryb dostępu: <https://www.gov.pl/web/klimat/swiadomosc-i-zachowania-ekologiczne-polakow>. Stan z dnia 29.10.2020.
9. National Nature Reserves in England. W: *gov.uk* [online]. Tryb dostępu: <https://www.gov.uk/government/collections/national-nature-reserves-in-england>. Stan z dnia 11.01.2021.
10. NUNEZ Christina. Carbon dioxide levels are at a record high. Here's what you need to know. W: *National Geographic* [online]. Tryb dostępu: <https://www.nationalgeographic.com/environment/global-warming/greenhouse-gases/>. Stan z dnia 29.10.2020.
11. Obszary chronionego krajobrazu w Polsce. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: https://pl.wikipedia.org/wiki/Obszary_chronionego_krajobrazu_w_Polsce. Stan z dnia 11.01.2021.
12. Polska stepowieje – czas zmienić nasz sposób myślenia o suszy. W: *Uniwersytet Warszawski. Centrum Współpracy i Dialogu* [online]. Tryb dostępu: <https://cwid.uw.edu.pl/polska-stepowieje-czas-zmienic-nasz-sposob-myslenia-o-suszy/>. Stan z dnia 12.01.2021.

13. Problemy ekologiczne w Polsce. Problemy ekologiczne Polska. W: *ekologia.pl* [online]. Tryb dostępu: <https://www.ekologia.pl/srodowisko/ochrona-srodowiska/najwazniejsze-problemy-ochrony-przyrody-w-polsce,264.html>. Stan z dnia 29.10.2020.
14. SAYE Samantha Ellen, PYE Kenneth. Implications of sea level rise for coastal dune habitat conservation in Wales, UK. 2. „Journal of Coastal Conservation”. 2007, vol. 11, no. 1, s. 31–52. Tryb dostępu: dostępu: <https://doi.org/10.1007/s11852-007-0004-5>. Stan z dnia 12.01.2021.
15. SYMONIDES Ewa. Różnorodność biologiczna Polski – jej stan, zagrożenia i prawno-organizacyjne aspekty ochrony. W: *Uniwersytet Warszawski* [online]. Tryb dostępu: <http://zbircz.prognozy.pan.pl/images/SymonidesE/SymonidesE-Rnorodno-biologiczna-Polski--2014.pdf>. Stan z dnia 29.10.2020.
16. SZATANOWSKA Anna, KOTLEWSKA Kamila, LICZNERSKA Małgorzata, SAMOCIUK Krzysztofa. *Trackingowe Badanie Świadomości i Zachowań Ekologicznych Mieszkańców Polski. Raport z badania*. Ministerstwo Klimatu, 2018.
17. The State Of Nature 2019: A Summary For The UK. W: *National Biodiversity Network* [online]. Tryb dostępu: <https://nbn.org.uk/wp-content/uploads/2019/09/State-of-Nature-2019-UK-summary.pdf>. Stan z dnia 29.10.2020.

Wpływ zmiany klimatu na życie w antropocenie

Coraz częściej słyszymy, że żyjemy w antropocenie. Co to w praktyce oznacza? Antropocen jest proponowaną od szeregu lat nową epoką geologiczną, w której zauważalny jest znaczący wpływ człowieka na ekosystem, a nawet system geologiczny Ziemi. Nie ma jednak jeszcze zgody co do tego, kiedy zakończył się holocen, a zaczął antropocen oraz jakie zmiany spowodowane przez człowieka uznać za definiujące początek antropocenu i w związku z tym, kiedy właściwie się rozpoczął [6]. Czy należy liczyć go od początku wzrostów stężenia dwutlenku węgla sprzed ośmiu tysięcy lat i metanu sprzed pięciu tysięcy lat, czyli od świtu rolnictwa odpowiednio w Europie i Azji, które widoczne są w zapisach z rdzeni lodowych? Czy też może od zauważalnego spadku stężenia dwutlenku węgla w latach 1570–1620, które spowodowane były upadkiem rolnictwa na olbrzymich obszarach Ameryk za sprawą epidemii ospy, która to zabiła znaczną większość mieszkańców po „odkryciu” tego lądu przez Europejczyków? A może antropocen powinien się zaczynać od momentu, gdy bomby atomowe zaczęły w 1945 roku rozsiewać na Ziemi izotopy promieniotwórcze niewidziane na niej od miliardów lat? Czy też od początku górnictwa albo wierceń w poszukiwaniu ropy i gazu, których ślady pozostaną w górotworach na setki milionów lat? Albo od początku masowej produkcji plastiku? Albo detergentów? A może nawozów sztucznych? Może nawet od lądowania ludzi na Księżycu w 1969 roku, co pozostawi tam ślady nawet przez miliony lat. Wydawało się, że kwestia ta została rozstrzygnięta, gdy w 2016 roku specjalnie powołana w tym celu grupa robocza, kierowana przez brytyjskiego geologa polskiego pochodzenia Jana Zalasiewicza, zaproponowała [15], aby antropocen zaczynał się od okresu przyspieszenia wpływu ludzkości na ekosystem w połowie XX wieku. Jednak do dziś propozycja ta nie została przyjęta przez Międzynarodową Komisję Stratygrafii, a w międzyczasie powstają nowe sugestie, jak na przykład rozpoczęcie antropocenu od szczytowej wartości

¹ Prof. dr hab. Jacek Piskozub, Instytut Oceanologii PAN w Sopocie.

zanieczyszczeń promieniotwórczych spowodowanych przez próby nuklearne w atmosferze, która wystąpiła w 1965 roku [13]. Co ciekawe, taka definicja miałaby też związek z Polską, bo oparta byłaby między innymi o pomiary radiowęglowe przyrostów rocznych sosen z Niepołomic.

Niezależnie od tego, czy i kiedy specjaliści porozumieją się co do daty początku holocenu, nie ma wątpliwości co do tego, jak bardzo wpływamy na cały system nie tylko geologiczny i ekologiczny, ale także na klimat Ziemi [5]. Nasza planeta ogrzała się już o ponad jeden stopień od okresu przedprzemysłowego, w dodatku nierównomiernie. Ocieplenie jest większe na kontynentach niż na powierzchni oceanów mających olbrzymią pojemność cieplną, przez którą ogrzewają się znacznie wolniej niż lądy. Im bliżej biegunów, szczególnie na półkuli północnej, tym jest większe. W Polsce temperatury zwiększyły się o ponad dwa stopnie od okresu przedprzemysłowego, a w Arktyce nawet więcej. Dla przykładu: wyspa Spitsbergen w arktycznym archipelagu Svalbard, gdzie w fiordzie Hornsund Polska ma stałą bazę polarną, ogrzała się o cztery stopnie od połowy XX wieku [9].

Zmiana klimatu to nie tylko podwyższenie temperatury, ale także zmiany cyrkulacji atmosferycznej i wielkości opadów. Obserwowane i prognozowane tendencje tych zmian świadczą o wzroście opadów w jednych rejonach (np. Północna Europa), a spadku w innych (np. południowa Europa) [3]. Jednak w ocieplającym się świecie wilgotność gleby zależy nie tylko od zmieniających się opadów, ale także rosnącego parowania. Przez to na przykład w rejonie naszego kraju, mimo iż nie obserwuje się zmniejszenia opadów, mamy coraz więcej susz w ostatnich latach [12].

Zmiana klimatu spowodowana emisjami gazów cieplarnianych powoduje przesuwanie się stref klimatycznych w stronę biegunów. Jest to też zjawisko obserwowane, a jego przyspieszenie przewidywane jest w dalszych dekadach XXI wieku. Najczęściej stosowany podział na strefy klimatyczne został zapoczątkowany w roku 1900 przez Władimira Köppena i zaktualizowany przez Rudolfa Geigera w 1961 roku. Klasyfikacja Köppena-Geigera, jak każda tego typu klasyfikacja, z wyraźnymi, skokowymi granicami, jest w pewnym stopniu subiektywna. Na przykład różne źródła dzielą w rozmaity sposób Polskę na strefy morskiego Cfb i kontynentalnego Dfb klimatu umiarkowanego z ciepłymi latami. Jednak stosowana konsekwentnie [10] pozwala prześledzić zmiany historyczne oraz przewidywane. W XX wieku granice stref klimatycznych przesunęły się w stronę biegunów (jak należało się spodziewać, największe zmiany są w rejo-

nach z najzimniejszymi klimatami), a w naszym rejonie granica stref Cfb i Dfb przesunęła się w południowej Polsce na wschód praktycznie do wschodniej granicy naszego kraju [10]. W XXI wieku przewidywane jest, szczególnie przy scenariuszach kontynuowanych emisji gazów cieplarnianych, objęcie całej Polski strefą klimatyczną Cfa z gorącymi okresami letnimi.

Zmiany stref klimatycznych muszą także oznaczać zmiany gatunków roślin i zwierząt zamieszkujących dany rejon. Niektóre gatunki się przystosują, niektóre – zmienią swój geograficzny obszar występowania, a niektóre – wymrą, lokalnie lub nawet globalnie. Zwiększy się też ilość tak zwanych gatunków inwazyjnych, przybywających z obszarów, gdzie klimat był w przeszłości podobny to tego, jaki zapanował na danym obszarze (u nas w praktyce oznacza to migracje na wschód i północ). Przykładem tego typu zmian mogą być drzewa. Wyniki badań modelowych nad wpływem zmian klimatu na zasięg poszczególnych gatunków drzew rosnących w Polsce [4] wskazują, że już obecnie zaszły od czasów przedprzemysłowych na terenie Polski zmiany w zasięgu drzew takich jak brzoza czy świerk, a do końca XXI drzewa takie jak te dwa gatunki, a także sosna, modrzew i dąb, będą miały zasięg znacznie zmniejszony na terenie Polski lub nie będą występować w naszym kraju, w zależności od wielkości przyszłych globalnych emisji gazów cieplarnianych. Najdłużej gatunki te utrzymać się mają na terenach podgórskich oraz na Pomorzu, gdzie temperatury letnie są obecnie i nadal będą w przeszłości nieco niższe niż w innych rejonach kraju.

Nie może zatem dziwić, że przesuujące się strefy klimatyczne, w połączeniu z coraz większą ingerencją człowieka w ekosystemy (rolnictwo, gospodarka leśna itp.), wpływają na bioróżnorodność. Na większości obszarów kontynentów liczba gatunków już zmniejszyła się o 20–40% [7]. Wyjątkiem są obszary o ekosystemie w małym stopniu zmienionym przez człowieka, jak część lasów tropikalnych (których powierzchnia niestety szybko maleje) i rejonny polarne. Ponieważ bioróżnorodność jest mniejsza w rejonach zimnych, przesuwanie się stref klimatycznych może prowadzić do jej zwiększenia np. w Arktyce. Trzeba jednak pamiętać, że nie będzie to już ekosystem arktyczny. W dodatku gatunki polarne w ocieplającym się świecie nie będą miały dokąd się przenieść, bo warunków, do których przystosowała je ewolucja, nie będzie już nigdzie.

Również w oceanach występują zmiany spowodowane globalnym ociepleniem, szczególnie w wodach powierzchniowych, które ogrzewają się praktycznie równie szybko jak atmosfera, z którą mają kontakt. Mówi się nawet o „oceanicznych falach upałów” szkodliwych dla bioróżnorodności, np. raf koralowych [11].

Do oceanu przenika około 25% naszych emisji dwutlenku węgla, powodując zakwaszenie oceanu, wpływając negatywnie na możliwość budowy raf koralowych oraz pancerzyków wapiennych przez bezkręgowce morskie [8]. Niepokoi szczególnie tempo tych zmian, praktycznie bez precedensu w historii Ziemi [2], oprócz epizodów, które nazywamy masowym wymieraniem. Ogrzewanie powierzchniowych warstw oceanu utrudnia pionowe mieszanie jego warstw, zmniejszając w warstwach powierzchniowych dostępność niezbędnych dla życia pierwiastków (tak zwanych „biogenów”), a w warstwach głębszych zmniejszając stężenie tlenu niezbędnego dla życia wielokomórkowego [1]. W połączeniu z nieustannie zmniejszającymi się powierzchniami lasów na kontynentach, przełowieniem oceanów oraz innymi formami zanieczyszczeń produkowanymi przez ludzkość, powoduje to rosnące zagrożenie dla coraz większej liczby gatunków, morskich i lądowych, błyskawicznie i nieodwracalnie zmniejszając bioróżnorodność naszej planety.

Bibliografia

1. BREITBURG Denise i in. Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. „Science”. 2019, vol. 359, iss. 6371. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1126/science.aam7240>. Stan z dnia 15.11.2020.
2. CALDEIRA Ken, WICKETT Michael E. Anthropogenic carbon and ocean pH. „Nature”. 2003, vol. 425, iss. 6956, s. 365. ISSN 0028-0836. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/425365a>. Stan z dnia 15.11.2020.
3. DAI Aiguo. Increasing drought under global warming in observations and models. „Nature Climate Change”. 2013, vol. 3, s. 52–58. ISSN 1758-678X. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/nclimate1633>. Stan z dnia 15.11.2020.
4. DYDERSKI Marcin K., PAŹ Sonia, FRELICH Lee E., JAGODZIŃSKI Andrzej M. How much does climate change threaten European forest tree species distributions? „Global Change Biology”. 2018, vol. 24, iss. 3, s. 1150–1163. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1111/gcb.13925>. Stan z dnia 15.11.2020.
5. IPCC. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge ; New York: Cambridge University Press, 2013.
6. MONASTERSKY Richard. Anthropocene. The human age. „Nature”. 2015, vol. 519, iss. 7542, s. 144–147. ISSN 0028-0836. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/519144a>. Stan z dnia 15.11.2020.

7. NEWBOLD Tim i in. Has land use pushed terrestrial biodiversity beyond the planetary boundary? A global assessment. „Science”. 2016, vol. 353, iss. 6296, s. 288–291. ISSN 0036-8075. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1126/science.aaf2201>. Stan z dnia 15.11.2020.
8. PANDOLFI John M. i in. Projecting Coral Reef Futures Under Global Warming and Ocean Acidification. „Science”. 2011, vol. 333, s. 418–422. ISSN 0036-8075. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1126/science.1204794>. Stan z dnia 15.11.2020.
9. PISKOZUB Jacek. Svalbard as a study model of future High Arctic coastal environments in a warming world. „Oceanologia”. 2017, vol. 59, iss. 4, s. 612–619. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1016/j.oceano.2017.06.005>. Stan z dnia 15.11.2020.
10. RUBEL Franz, KOTTEK Markus. Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. „Meteorologische Zeitschrift”. ISSN 0941-2948. 2010, vol. 19, no. 2, s. 135–141. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2010/0430>. Stan z dnia 15.11.2020.
11. SMALE Dan A. i inni. Marine heatwaves threaten global biodiversity and the provision of ecosystem services. „Nature Climate Change”. 2019, vol. 9, s. 306–312. ISSN 1758-6798. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/s41558-019-0412-1>. Stan z dnia 15.11.2020.
12. *SPEI Global Drought Monitor* [online]. Tryb dostępu: <https://spei.csic.es>. Stan z dnia 2020.11.29.
13. TURNEY Chris S. M. Global Peak in Atmospheric Radiocarbon Provides a Potential Definition for the Onset of the Anthropocene Epoch in 1965. „Scientific Reports”. 2018, vol. 8, no. 3293. ISSN 2045-2322. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-20970-5>. Stan z dnia 2020.11.29.
14. VOOSSEN Paul. Anthropocene pinned to postwar period. „Science”. 2016, vol. 353, no. 6302, s. 852–853. ISSN 1095-9203. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1126/science.353.6302.852>. Stan z dnia 2020.11.29.
15. ZALASIEWICZ Jan i in. The Working Group on the Anthropocene: Summary of evidence and interim recommendations. „Anthropocene”. 2017, vol. 19, s. 55–60. ISSN 2213-3054. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2017.09.001>. Stan z dnia 2020.11.29.

CYWILIZACJA KONTRA NATURA



Rozdział II

CHEMIA

Przemysł, zanieczyszczenie i klimat

Na początek dywagacji dotyczącej wpływu przemysłu na klimat niezbędne jest zdefiniowanie, czym jest przemysł. **Przemysł** jest działem produkcji materialnej, w którym wydobywanie zasobów przyrody oraz dostosowanie ich do potrzeb ludzi odbywa się na dużą skalę, na zasadzie podziału pracy i za pomocą maszyn [7]. Różne rodzaje przemysłu można podzielić na grupy, a najważniejsze z nich zdefiniowano poniżej:

- paliwowy,
- chemiczny,
- mineralny,
- drzewno-papierniczy,
- metalurgiczny,
- elektromaszynowy,
- spożywczy,
- paszowy,
- lekki,
- wysokiej technologii,
- utylizacyjny [7].

Niektóre z wyżej wymienionych grup przemysłu uznawane są za „wielkich trucieli”, jak na przykład bardzo popularny i szeroko dyskutowany w kręgach ekologów przemysł paliwowy. Wszelkie odmiany przemysłu chemicznego i jego pochodne, m.in. przemysł drzewno-papierniczy, spożywczy czy paszowy, często uznaje się za równie szkodliwe dla środowiska. O niektórych rodzajach przemysłu, np. o metalurgicznym czy elektromaszynowym, mówi się mniej. Według opinii publicznej nie mają one tak dużego wpływu na środowisko, w którym żyjemy. Niestety rzeczywistość może być jednak zupełnie odwrotna. Często opinia publiczna może istotnie różnić się z rzeczywistością ze względu na

¹ Dr inż. Bartłomiej Cieślik, Katedra Chemii Analitycznej Wydziału Chemicznego Politechniki Gdańskiej.

ograniczoną wiedzę o danej gałęzi przemysłu. Należy zdawać sobie sprawę, że sama skala produkcji może mieć tutaj kluczowe znaczenie. Rozważając wpływ przemysłu lekkiego na środowisko, często zapomina się, na ile szkodliwa dla środowiska może być produkcja tekstyliów, barwienie materiałów czy szeroko pojęte funkcjonowanie garbarni, co nieodłącznie powiązane jest z emisją metali ciężkich do środowiska. Nawet w przypadku, gdy ścieki ze wspomnianej produkcji odprowadzane są do oczyszczalni ścieków, nie można się spodziewać, że wszystkie zanieczyszczenia zostaną tam całkowicie zutylicyzowane [3, s. 1–3]. Warto zwrócić uwagę, że sam przemysł lekki nie jest uznawany za wysoce uciążliwy dla środowiska, prawdopodobnie ze względu na fakt, iż w Polsce nie jest on wysoce rozwinięty, poza kilkoma miastami, jak np. Łódź.

Ciekawym przypadkiem pod kątem oddziaływania na środowisko jest przemysł wysokiej technologii. Wynika to z faktu, iż ludzie rzadko zdają sobie sprawę, że na stan środowiska nie wpływa sama produkcja komputerów, telefonów czy innych zaawansowanych urządzeń elektronicznych, ale już samo korzystanie z komputerów może w istotny sposób wpływać na stan atmosfery [1]. W dalszej części zostanie to szczegółowo omówione. Zostaną poruszone również problemy przemysłu utylizacyjnego, z których przeciętny konsument nie zdaje sobie sprawy.

W 2007 roku zdefiniowano listę zakładów uznawanych za największych trucielei regionu w województwie pomorskim. Wśród nich znalazły się takie jednostki, jak Grupa LOTOS S.A., International Paper Kwidzyn czy elektrownie i elektrociepłownie zlokalizowane w większych aglomeracjach, m.in. w Gdańsku, Tczewie i Starogardzie [1]. Wszystkie z wyżej wymienionych jednostek wciąż figurują w kolejnych raportach Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska jako zanieczyszczające powietrze tlenkami siarki, azotu oraz emitujące znaczne ilości zanieczyszczeń odbieranych przez lokalne przedsiębiorstwa utylizacyjne bądź oczyszczalnie ścieków [4, s. 10–24]. Istotną kwestią jest fakt, że wiele z tych zakładów jest wręcz niezbędnych do funkcjonowania naszych społeczności. Obecnie trudno wyobrazić sobie zamknięcie elektrowni czy elektrociepłowni, gdyż wiązałoby się to z ograniczeniem dostaw mediów takich jak ciepła woda lub energia elektryczna. Te wykorzystywane są nie tylko w gospodarstwach domowych, ale i w wielu innych zakładach produkcyjnych, które z kolei są miejscami pracy i walenie przyczyniają się do wzrostu produktu krajowego brutto (PKB) i zamożności naszych społeczności. Zatem takich zakładów nie można po prostu zamknąć, mimo że uznawane są za trucielei. Ponadto należy zdawać sobie sprawę, że to nasza konsumpcja daje takim zakładom przyzwolenie do

wzmoczonej produkcji. Popyt, który generujemy, napędza ich produkcję i pośrednio zwiększa problem zanieczyszczenia środowiska. To konsumenci decydują, ile paliwa zużywają, jeżdżąc prywatnymi samochodami codziennie do pracy lub wybierając transport publiczny. Do konsumentów należy wybór, czy robiąc codzienne zakupy, korzystają z foliowych siatek jednorazowych czy noszą ze sobą zamienniki wielorazowego użytku. Przeciętny konsument na co dzień nie zastanawia się nad tym, że produkcja paliwa lub innych wymienionych dóbr materialnych, poza emisją CO₂, generuje ogromne ilości odpadów, które trafiają do oczyszczalni ścieków, w istotny sposób obciążając przemysł utylizacyjny.

Oczyszczalnia ścieków części przemysłu utylizacyjnego

Należy zdawać sobie sprawę, że zanieczyszczenia trafiające do oczyszczalni ścieków nie znikają. Znikoma liczba konsumentów czy też właścicieli firm produkcyjnych zastanawia się, co tak naprawdę dzieje się ze ściekami odprowadzonymi do kanalizacji z gospodarstw domowych i zakładów przemysłowych. Oczyszczalnie ścieków to ogromne obiekty przemysłowe, często zajmujące powierzchnię dziesiątek czy nawet setek hektarów. Na rysunku 1 przedstawiono poglądowe zdjęcie fragmentu jednej z większych polskich oczyszczalni ścieków, a dalej pokrótce opisano zasadę ich funkcjonowania.

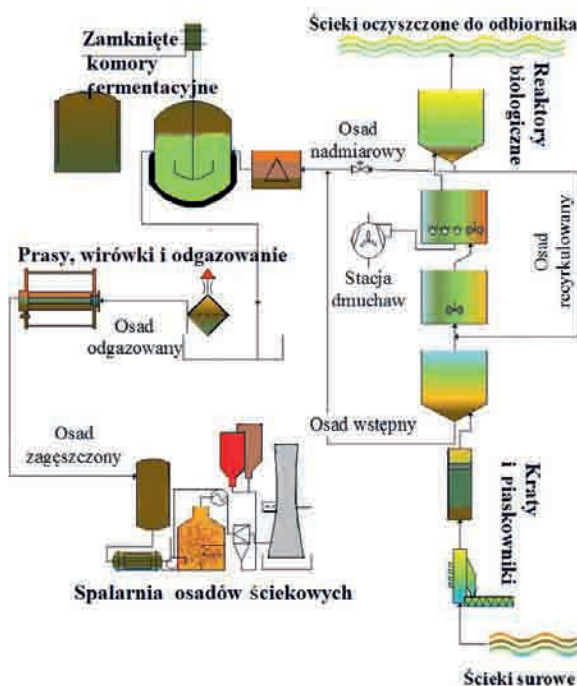


Rys. 1. Grupowa Oczyszczalnia Ścieków w Łodzi

Źródło: archiwum prywatne

Na terenie wszystkich oczyszczalni ścieków, zarówno tych przemysłowych, jak i komunalnych, znajduje się zaawansowana infrastruktura mająca służyć oczyszczaniu ścieków, m.in. sita i kraty, piaskowniki, osadniki wstępne oraz wtórne czy reaktory [2, s. 1728–1732]. Bez wchodzenia w zaawansowane szczegóły sam proces oczyszczania można opisać jako separowanie frakcji wleczonych za

pomogą krat i piaskowników oraz „wyciąganie” zanieczyszczeń ze strumienia ścieków za pośrednictwem mikroorganizmów. Mikroorganizmy osadu czynnego, zawieszonego w toni ścieków oczyszczanych w reaktorach są selekcionowane w taki sposób, aby były w stanie „pożreć” jak najwięcej zanieczyszczeń. Na skutek tego procesu organizmy osadu czynnego rosną i rozmnażają się. W ten sposób ilość osadu czynnego przyrasta, a same osady usuwa się ze strumienia oczyszczonych ścieków. Niestety tak powstały odpad należy odpowiednio zagospodarować. Dlatego w samych oczyszczalniach, poza wyżej opisaną linią oczyszczania ścieków, zawsze funkcjonują linie przetwarzania osadów. Te muszą być poddane skomplikowanym procesom odgazowania, suszenia, higienizacji i nierzadko fermentacji czy też spalania. Samo przetworzenie i odpowiednie przygotowanie osadów do dalszego zagospodarowania – oraz ich późniejszy transport na miejsce składowania – często może pochłaniać do 65% kosztów funkcjonowania całej oczyszczalni [5, s. 1211–1216; 9, s. 2455–2461]. Linie oczyszczania ścieków oraz przetwarzania osadów przedstawiono schematycznie na rysunku 2.



Rys. 2. Graficzna prezentacja linii oczyszczania ścieków (po prawej) oraz linii przetwarzania osadów ściekowych (po lewej)

Źródło: opracowanie własne

Istotne jest, że z samych osadów ściekowych podczas wymienionych procesów przetwarzania wydziela się metan, który jest groźnym gazem cieplarnianym i nie może być emitowany do atmosfery. Dlatego w wielu nowoczesnych oczyszczalniach eksploatatorzy często decydują się na wdrażanie technologii odzyskiwania biogazu. Sam proces prowadzony jest z wykorzystaniem ogromnych, zamkniętych komór fermentacyjnych. Przykładowa komora przedstawiona została na rysunku 3. Wytworzony biogaz, w którego skład wchodzi głównie metan, poddawany jest spalaniu z odzyskiem energii cieplnej i elektrycznej, która wykorzystywana jest w samych oczyszczalniach. Często uznawana jest za energię ze źródeł odnawialnych. Dopiero po takiej stabilizacji, odwodnieniu i dalszej higienizacji osad może być składowany, chociaż ze względu na niebezpieczeństwo emisji nawet niewielkich ilości metanu wspomniana praktyka również jest zarzucana, by uniknąć przeładowywania składowisk i nawet szczątkowej, niekontrolowanej emisji metanu.



Rys. 3. Pokrywa jednej z czterech zamkniętych komór fermentacyjnych funkcjonujących w Grupowej Oczyszczalni Ścieków w Łodzi

Źródło: archiwum prywatne

Wpływ gazów cieplarnianych na klimat

Poza często dyskutowanym w środowiskach ekologów dwutlenkiem węgla (CO_2) jest wiele innych związków chemicznych, które charakteryzują się wysokim współczynnikiem globalnego ocieplenia. Inaczej mówiąc, są w stanie zatrzymywać promieniowanie odbite od powierzchni ziemi, przez co powodują podwyższanie temperatury powietrza na naszym globie. Do tych szczególnie szkodliwych można zaliczyć parę wodną (H_2O), podtlenek azotu (N_2O) oraz wspomniany wcześniej metan (CH_4). Warto zauważyć, że jedna cząsteczka N_2O ma 298 razy większy potencjał cieplarniany niż jedna cząsteczka tak szeroko dyskutowanego CO_2 . Natomiast jedna cząsteczka CH_4 jest w stanie zatrzymać 25 razy więcej ciepła niż jedna cząsteczka CO_2 . Metan wydzielany jest w olbrzymich ilościach przez źródła naturalne, np. wulkany. Wątro wspomnieć, że hodowla bydła czy trzody chlewnej również może w dużym stopniu wpływać na klimat poprzez generowanie znacznych ilości metanu [6].

Należy zadać sobie pytanie, dlaczego właśnie emisja CO_2 jest tak popularnie dyskutowanym problemem? Dzieje się tak, ponieważ zakładów i procesów jednostkowych produkujących dwutlenek węgla jest zdecydowanie najwięcej. Wszystkie procesy spalania, niezależnie od tego, czy jest to spalanie węgla, paliw, odpadów czy palenie ogniska na biwaku, nieodłącznie powiązane są z emisją ogromnych ilości CO_2 . Mimo iż podczas procesów spalania wytwarzane są wcześniej wspomniane tlenki azotu, powstaje ich niewspółmiernie mniej niż CO_2 . Na skalę globalną dwutlenek węgla generowany jest w ilościach do 75 razy większych niż CH_4 , którego produkcja nieodłącznie powiązana jest z hodowlą bydła, zagospodarowywaniem osadów ściekowych czy innymi źródłami naturalnymi, jak aktywność wulkaniczna, emisja z terenów bagiennych i inne.

W Polsce w marcu 2020 roku wybuchła epidemia COVID-19. Znacznie zwiększyło się przez to wykorzystanie komputerów i telefonów, głównie ze względu na wdrożenie metod pracy zdalnej. Również naukowcy zaczęli w jeszcze większym stopniu obciążać superkomputery oraz klastry obliczeniowe do opracowywania nowych metod walki z pandemią czy też opracowywania modeli rozprzestrzeniania się wirusa. Ludzkość nie ma jednak świadomości, jak wysokim zapotrzebowaniem energetycznym charakteryzują się tego typu jednostki. W Polsce również mamy takie superjednostki obliczeniowe. Na Politechnice Gdańskiej w Centrum Informatycznym Trójmiejskiej Sieci Komputerowej (CI TASK) pracuje Tryton – superkomputer będący jednym z trzech najszybszych superkomputerów w Polsce w chwili uruchomienia. W Polsce najszybszą na

ten moment jednostką tego typu jest Prometheus. Każdy z nich pobiera między 800 a 900 kW energii elektrycznej, co bezdyskusyjnie wpływa na emisję CO₂ do atmosfery. Warto również wspomnieć, że amerykański odpowiednik, będący na pierwszym miejscu od wielu lat, pobiera 12,5 razy więcej mocy niż jego najszybsi polscy „koledzy” [8].

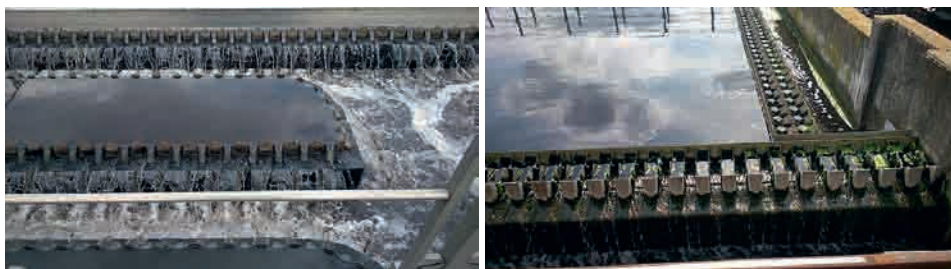
Przeciętni użytkownicy komputerów często nie mają świadomości, że korzystając z zasobów internetu, pośrednio korzystają z różnego rodzaju serwerów i superkomputerów, na których pewne dane mogą być gromadzone. Obliczono, że jedno wyszukiwanie poprzez popularną platformę Google zużywa tyle prądu, co paląca się przez godzinę żarówka. Jest to powiązane z emisją kilku kilogramów CO₂ do atmosfery. Ludzie korzystający z innych dobrodziejstw nowoczesnej technologii, np. kryptowalut takich jak Bitcoin, także nie mają świadomości, że pojedyncza transakcja taką, pozornie ekologiczną, walutą zużywa 1000 kWh mocy. Mimo że do produkcji Bitcoina nie ma konieczności drukowania fizycznych banknotów czy wybijania monet bulionowych, gdyż waluta taka jest jedynie zapisem na kartach graficznych, nie ma większego znaczenia dla ekologii, ponieważ podczas jednej transakcji do atmosfery emitowane jest około 300 kg CO₂. Dla porównania przeciętna czteroosobowa rodzina w Polsce rocznie zużywa około 2000 kWh mocy, co skutkuje emisją 600 kg CO₂. Nadmienić zatem należy, że rocznie wszystkie transakcje Bitcoinem zużywają 74,8 TWh mocy, co skutkuje produkcją 22 Mt (10⁶ t) CO₂, porównywalną do emisji dwutlenku węgla z całego uprzemysłowionego Kansas City w ciągu roku [1].

Wpływ konsumentów na klimat

Biorąc pod uwagę wszystkie wyżej opisane aspekty, należy pamiętać, że to właśnie konsumenci mają największy wpływ na jakość środowiska, w którym żyjemy. To konsument decyduje o tym, czy będzie odkręcał kaloryfer lub czy doszczelni okna w mieszkaniu. Ciepło w kaloryferach nie bierze się znikąd. W pierwszej kolejności konieczne jest spalanie węgla w elektrociepłowniach, aby wytworzyć ciepło, a tym samym wyemitować kolejne kilogramy CO₂ do atmosfery. Ta sama refleksja powinna przychodzić do głowy odnośnie do palących się bez potrzeby żarówek czy innych pracujących urządzeń elektrycznych w domu. Decyzja konsumenta o tym, czy wszędzie będzie podróżował samochodem, czy też zdecyduje się na skorzystanie z niewątpliwie bardziej ekologicznej formy transportu, jaką jest np. rower, również będzie wpływała na stan środowiska, w którym żyjemy. Ograniczenie zużycia mediów, jak ciepła woda i energia elektryczna, wydaje się

być kluczowe w kontekście dbałości o klimat. Pośrednio na ilość emitowanych do atmosfery gazów cieplarnianych mają wpływ nawet decyzje dotyczące tego, czy skorzystamy z najbardziej popularnych, ale odległych siłowni i basenów w środku miasta, czy może z tych, które są bliżej, do których można dojechać, korzystając z roweru lub idąc pieszo.

Wszyscy konsumenci mają tendencję, by ciągle nabywać kolejne dobra materialne. Stare, wciąż działające urządzenia trafiają na składowiska odpadów, a w ich miejsce pojawiają się coraz to nowsze gadżety. Omawiana konsumpcja pośrednio wpływa na zanieczyszczanie wszystkich elementów środowiska. Kupując kolejne produkty, to my konsumenci pośrednio wpływamy na produkcję śmieci i ścieków, które przecież trzeba oczyścić, bo nie znikają samoistnie. Dlatego edukacja jest tak ważnym narzędziem do walki z narastającym problemem, jakim jest zmieniający się klimat.



Rys. 4. Ścieki zanieczyszczone (po lewej) vs. ścieki oczyszczone (po prawej)

Źródło: archiwum prywatne

Każdy konsument powinien mieć świadomość, że codzienne zużywanie mediów ma wpływ na funkcjonowanie oczyszczalni ścieków, których praca nieodzownie będzie powiązana z wpływem na środowisko. Ich zadanie polega jedynie na ograniczaniu wpływu konsumentów na środowisko. Oczyszczanie ścieków, obrazowo przedstawione na rysunku 4, nieodzownie powiązane jest z produkcją nadmiarowych osadów ściekowych zaprezentowanych na rysunku 5. Nie jest możliwe zaprojektowanie układu oczyszczania w taki sposób, aby wszystkie zanieczyszczenia zniknęły. Zmieniana jest jedynie ich forma, a sam osad wytwarzany podczas procesów oczyszczania nie wyparowuje, lecz wciąż może wpływać na środowisko, w którym bytujemy, chociażby poprzez emisję

gazów cieplarnianych czy też innych zanieczyszczeń zawartych w jego składzie [4, s. 10–25; 2, s. 1728–1740).



Rys. 5. Składowisko osadów ściekowych wyprodukowanych podczas procesów oczyszczania ścieków

Źródło: archiwum prywatne

Bibliografia

1. CIEŚLIK Bartłomiej. *Informatyka i obróbka danych. Cloud Computing and Data Storage* [wykład niepublikowany]. Gdańsk, 12.10.2019.
2. CIEŚLIK Bartłomiej, KONIECZKA Piotr. A review of phosphorus recovery methods at various steps of wastewater treatment and sewage sludge management. The concept of “no solid waste generation” and analytical methods. „Journal of Cleaner Production”. 2017, vol. 142, no. 4, s. 1728–1740. ISSN 0959-6526. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.11.116>. Stan z dnia 16.11.2020.
3. CIEŚLIK Bartłomiej, NAMIEŚNIK Jacek, KONIECZKA Piotr. Review of sewage sludge management: standards, regulations and analytical methods. „Journal of Cleaner Production”. 2015, no. 90, s. 1–15. ISSN 0959-6526. Tryb dostępu: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.031>. Stan z dnia 16.11.2020.
4. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska. *Stan Środowiska w Województwie Pomorskim. Raport 2020* [online]. Gdańsk: Wydaw. Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2020. Tryb dostępu: https://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/raporty/stan_srodowiska_2020_pomorskie.pdf. Stan z dnia 16.11.2020.
5. LI Rundong, YIN Jing, WANG Weiyun, LI Yanlong, ZHANG Ziheng. Transformation of phosphorus during drying and roasting sewage sludge. „Waste

- Management”. 2014, vol. 34, no. 7, s. 1211–1216. ISSN 0956-053X. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.03.022>. Stan z dnia 16.11.2020.
6. NAMIEŚNIK Jacek. Wstęp do Wiedzy o Środowisku. Najwięksi truciciele Storage [wykład niepublikowany]. Gdańsk, 12.11.2007.
 7. Przemysł. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Przemys%C5%82>. Stan z dnia 2.11.2020.
 8. TOP500 Expands Exaflops Capacity Amidst Low Turnover. W: *Top500. The list* [online]. 16.11.2020. Tryb dostępu: <https://www.top500.org/>. Stan z dnia 16.11.2020.
 9. XIE Chunsheng, ZHAO Jie, TANG Jie, XU Jiang, LIN Xianyong, XU Xinhua. The phosphorus fractions and alkaline phosphatase activities in sludge. „*Bioresource Technology*”. 2011, vol. 102, no. 3, s. 2455–2461. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.11.011>. Stan z dnia 16.11.2020.

Anna Derlatka¹, Marta Krzyżanowska², Adrianna Urbaniak³

„Niszcząc nasz świat, niszczysz też swoje zdrowie”, czyli o zmianach klimatycznych w kontekście dobrostanu fizycznego, psychicznego i społecznego

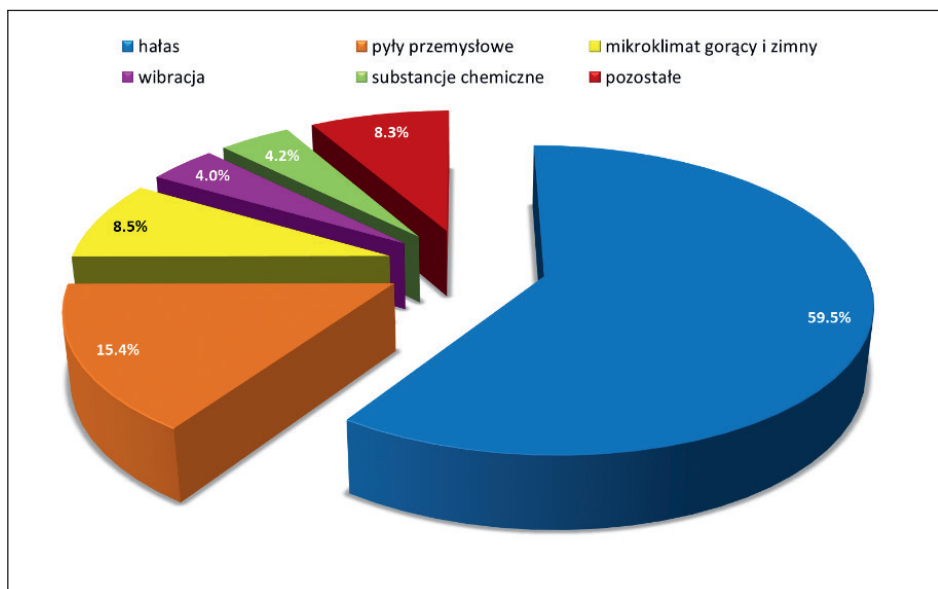
Negatywna działalność człowieka a zmiany klimatu

Temat ochrony środowiska jest bardzo obszerny. W tym miejscu należy zadać sobie pytanie: Czy człowiek oddziałuje negatywnie na środowisko? Początkowo nie był on zagrożeniem dla Ziemi. Na przestrzeni wieków wraz z ludzkością rozwinęło się też rolnictwo, technologia oraz przemysł. W dawnych czasach temat ochrony środowiska nie był tak rozpowszechniany i ludzie nie przywiązywali do niego większej wagi. W Polsce o ochronie środowiska zaczęto mówić za czasów Bolesława Chrobrego, który w 1020 roku nakazał opiekę nad bobrami. Władysław Jagiełło wprowadził ochronę pierwszego gatunku roślin. Z czasem w wielu krajach rozpoczęto wdrażać działania mające na celu zwiększenie dbałości o środowisko. Ludzie, by nie szkodzić otoczeniu, tj. środowisku, zaczęli tworzyć wiele energooszczędnych technologicznie przedmiotów. Jako przykład może posłużyć kolektor słoneczny, tzw. panel słoneczny, który wynalazł Frank Walker. Urządzenie to pozwala ogrzać wodę za pomocą energii słonecznej. Podczas gdy węgiel trzeba wydobywać, transportować i spalać, Słońce niestrudzenie dostarcza ogromnej ilości energooszczędnego „paliwa”. Gdy 27 kwietnia 2001 roku weszło w życie Prawo Ochrony Środowiska, zaczęto karać ludzi mandatami za niestosowną postawę wobec dbania o planetę. Należy zadać pytanie: Czy ludzie działają negatywnie w sprawie ochrony środowiska?

¹ Anna Derlatka, Szkoła Podstawowa nr 1 im. Jana III Sobieskiego w Gniewie.

² Marta Krzyżanowska, Szkoła Podstawowa nr 1 im. Jana III Sobieskiego w Gniewie.

³ Adrianna Urbaniak, Szkoła Podstawowa nr 1 im. Jana III Sobieskiego w Gniewie.



Rys. 1. Czynniki szkodzące środowisku

ŹRÓDŁO: https://www.ciop.pl/CIOPPortalWAR/appmanager/ciop/pl?_nfpb=true&_pageLabel=P620059861340178661073&html_tresc_root_id=300008850&html_tresc_id=300008870&html_klucz=32274&html_klucz_spis=

Wielu ludzi nie zrozumiało, jak ważne jest poruszanie kwestii związanej z ochroną środowiska. Na przestrzeni setek lat można zauważyć, że „klimat nie stoi w miejscu”, więc jeżeli nie uzyska odpowiedniego wsparcia od świadomego społeczeństwa, to zapewne w niedługim czasie ulegnie zniszczeniu. Wśród czynników niekorzystnie działających na Ziemię można wyróżnić: naturalny wzrost populacji, postępującą szybko **urbanizację**⁴, wzrost konsumpcji, pustyńnienie, degradację ziemi, zmiany klimatyczne oraz niedobór wody. Stąd nasuwają się kolejne pytania: Czy Ziemia bez świadomej pomocy związanej z jej ochroną poradzi sobie sama? Czy Ziemia stopniowo będzie miała problem z wyżywieniem całej ludzkości [9]?

⁴ **Urbanizacja** – proces koncentracji ludności w punktach przestrzeni geograficznej, głównie na obszarach miejskich.

Zdrowie człowieka na przestrzeni lat

Jak wiadomo, organizm człowieka przystosował się do życia w dzisiejszych czasach. Przyzwyczał się do hałasu, w pewnej mierze także do zanieczyszczeń i wielu czynników, które nieustannie uczestniczą w naszym życiu codziennym. Na każdym etapie działalności człowieka towarzyszą mu dźwięki, które mogą być odbierane przez otoczenie jako hałas. Na hałas powodowany działalnością człowieka szczególnie narażeni są mieszkańcy aglomeracji miejskich. Główne źródła hałasu typowe dla środowiska miejskiego tworzą między innymi: środki transportu oraz wszelkie urządzenia mechaniczne, w tym głośniki nadające muzykę w miejscach publicznych oraz montowane w samochodach [4].

Oddziaływanie człowieka na środowisko ma wiele aspektów pozytywnych, ale nie tylko. Człowiek wdychając powietrze, przyjmuje takie substancje, jak: azot (78%), tlen (21%), inne gazy (1%), dwutlenek węgla (0,04%). Warto również zauważyć, że zanieczyszczenia powietrza tworzą m.in. smog. Substancje wówczas wdychane przez człowieka są szczególnie niebezpieczne. Wśród nich działania toksyczne należy przypisać: tlenkom siarki, tlenkom azotu, tlenkom węgla, benzenowi, drobinom pyłu PM10 oraz PM2,5. Smog to zjawisko rakotwórcze. Stanowi przyczynę zgonów oraz różnych chorób związanych z układem oddechowym. Jest szkodliwy głównie dla dzieci w wieku 6–10 lat, których układ oddechowy jest wrażliwszy niż u dorosłych. W Polsce z powodu zanieczyszczeń powietrza przedwcześnie na liczne choroby związane z tymi skutkami umiera około 46 000 osób [3; 12; 5; 8]. Chcąc zahamować bieżącą sytuację, trzeba pokusić się o kolejne pytanie: Co można zrobić, jeżeli szkodliwe efekty zanieczyszczeń powietrza będą postępować?

Należy w tym celu prześledzić dane wynikające z badań jakości powietrza, które w wielu miejscach na naszym globie są niepokojące, a nawet zatrważające. Bardzo często przekraczają obowiązujące normy prawne.

Tab. 1. Indeks jakości powietrza

Indeks jakości powietrza	PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	PM2,5 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Bardzo dobry	0–20	0–12
Dobry	21–60	13–36
Umiarkowany	61–100	37–60
Dostateczny	101–140	61–84
Zły	141–200	85–120
Bardzo zły	>200	>120

Źródło: <https://smoglab.pl/skale-jakosci-powietrza-europejska-czerwien-kontra-polska-zielen-racje/>

Zmiany klimatyczne a zdrowie statystycznego Polaka

Zmiany klimatyczne mają wpływ na zdrowie całej ludzkości. W niektórych strefach świata **zanieczyszczenia środowiska**⁵ są bardziej odczuwalne, a w innych – mniej. W niektórych częściach są one znikome, co ma swoje przełożenie na stan zdrowia naszej planety. Analizując to zagadnienie, należy przyjrzeć się Polsce. Nasz kraj w rankingu zanieczyszczeń zajmuje pozycję dziesiątą w Europie. Czynnikiem weryfikującym jest emisja tlenku węgla (IV) – CO₂. Polska znajduje się jednakże w niechlubnej czołówce europejskich krajów z najbardziej zanieczyszczonym powietrzem. Istniejąca sytuacja ma znaczący wpływ na zdrowie wszystkich obywateli omawianego państwa. Choroby wywołane zanieczyszczeniem powietrza nazywane są chorobami klimatozależnymi. Zaliczyć do nich można dolegliwości związane z układem oddechowym (np. astma, zapalenie płuc i oskrzeli, przewlekła obturacyjna choroba płuc – POChP), układem krążenia (m.in. nasilenie objawów choroby niedokrwiennej serca, podwyższenie częstotliwości zawałów mięśnia sercowego, wahania ciśnienia tętniczego krwi), nerwowym i trawiennym.

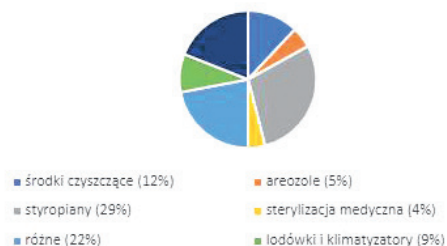
⁵ **Zanieczyszczenia środowiska** – stan środowiska wynikający z wprowadzania do niego substancji w takich ilościach i o takim składzie, że może to negatywnie wpływać na zdrowie człowieka.

Toksyczne produkty codziennego użytku – aerozole

Na całym świecie ludzie każdego dnia używają kosmetyków w sprayu. Większość z nich posiada w domu lodówki, wielu z nich pracuje lub mieszka w klimatyzowanych pomieszczeniach. Ponadto w większości miejsc pracy na co dzień korzysta się z rozpuszczalników i różnych środków czyszczących. Ludzie są do tych rzeczy tak przyzwyczajeni, że często nie zwracają uwagi na to, jak zły wpływ mają one na środowisko, a co za tym idzie na zdrowie, a nawet życie ludzi. Dezodoranty, instalacje chłodnicze i rozpuszczalniki łączą **freony**⁷. Związki te zostały odkryte przez Thomasa Midgleya około 1920 roku, a do produkcji trafiły w roku 1930. Szybko zaczęły być masowo stosowane jako „bezpieczna alternatywa” dla używanych dotychczas środków chłodzących, czyli amoniaku i dwutlenku siarki. Zamysł był bardzo dobry, gdyż freon jest związkiem bardzo trwałym, nietoksycznym i chemicznie stabilnym, jednakże po uwolnieniu pozostaje w atmosferze przez ponad sto lat [2]. W tym czasie freon przy odpowiednich warunkach nasłonecznienia i uwolnieniu do atmosfery staje się zabójczy dla warstwy ozonowej. Powłoka ozonowa jest z kolei bardzo ważna, gdyż chroni ludzi przed nadmiernym i szkodliwym promieniowaniem UV [9].

Obecnie freony są częściowo wycofywane z produkcji, jednak w niektórych przypadkach dalej mają praktyczne zastosowanie. Bardzo łatwo przyczynić się do ograniczania ich użycia, np. zaprzestając używania dezodorantów z dodatkiem freonów.

Procentowy udział freonów w różnych dziedzinach zastosowań Marks (1992)



Rys. 3. Procentowy udział freonów w różnych dziedzinach zastosowań

Źródło: opracowanie własne na podstawie MARKS Andrzej. *Ozon. Katastrofa nad Polską?* Warszawa: Penta, 1992. ISBN 83-85440-09-7

⁷ **Freony** – powszechna nazwa chloro- i fluoropochodnych węglowodorów alifatycznych.

Wpływ freonów na warstwę ozonową

Słońce ogrzewa naszą planetę, umożliwiając na niej życie wielu organizmom. Jednakże zarazem wydziela szkodliwe dla człowieka promienie **ultrafioletu**⁸ oraz **podczerwieni**⁹. Na szczęście Ziemia posiada atmosferę, która ma grubość 1000 km. Zawiera ona masy powietrza, które zatrzymują i magazynują ciepło dochodzące ze Słońca. Atmosfera przepuszcza jedynie pożyteczne formy energii oraz zmniejsza ilość szkodliwej energii, docierających na powierzchnię Ziemi [1]. Należy zwrócić uwagę na jedną, szczególnie ważną warstwę atmosfery – warstwę ozonową. Znajduje się ona na wysokości od 10 do 50 km i zatrzymuje część promieniowania ultrafioletowego (UV).

Ozon (O₃) jest odmianą tlenu. Powstaje w momencie, gdy promienie ultrafioletowe Słońca spotykają się z tlenem zawartym w atmosferze oraz podczas wylądowań atmosferycznych. Ozon ma dwie przeciwstawne właściwości: na wysokości atmosfery jest, tzw. parasolem ochronnym, natomiast na Ziemi stanowi poważne zagrożenie dla ludzkiego zdrowia i życia. Dlaczego tak jest? W miastach ozon gromadzi się przy powierzchni. Gdy spaliny samochodowe spotkają się ze światłem słonecznym i kiedy wiatr nie wieje na tyle mocno, aby przenieść gaz do wyższych warstw atmosfery, wówczas ozon gromadzi się przy powierzchni, tworząc smog [1].

Warstwę ozonową niszczą głównie ulatniające się freony, które przy odpowiednich warunkach nasłonecznienia stają się dla niej zabójcze. Dzieje się tak dlatego, że chlor, będący jednym ze składników freonu, wchodzi w reakcję łańcuchową (do stu tysięcy razy) z ozonem i redukuje go do zwykłego tlenu (O₂).

Wspomniane freony możemy spotkać w wielu rzeczach codziennego użytku. Poprzez zbyt duże natężenie freonów w latach 80. ubiegłego wieku powstała dziura ozonowa. Prawie cały ozon w tym miejscu uległ zniszczeniu. Był to okres, w którym nagminnie używano freonów w wielu gałęziach przemysłowych. Jednakże gdy odkryto szkodliwość tej substancji, przejęte tą informacją rządy państw całego świata podpisały w 1987 roku specjalną umowę, tzw. protokół montreali. Zobowiązały się tym samym, że zaprzestaną używania najbardziej szkodliwych freonów.

⁸ **Promieniowanie ultrafioletu** – promieniowanie elektromagnetyczne o długości fali od 10 nm do 400 nm.

⁹ **Promieniowanie podczerwone** – promieniowanie elektromagnetyczne o długości fal między światłem widzialnym a falami radiowymi.

Należy zwrócić również uwagę, iż freony zatrzymują także ciepło w atmosferze i to aż tysiące razy bardziej skutecznie niż dwutlenek węgla. Zatem nie tylko niszczą one warstwę ozonową, ale przyczyniają się także do globalnego ocieplenia i tym samym wpływają pośrednio na stan zdrowia mieszkańców naszej planety.

Działania na rzecz środowiska i zdrowia

Czy ludzie starają się poprawić swoje otoczenie, które wymaga pomocy z ich strony?

Sporo z nich widzi nasilające się zniszczenia naszego globu. Duża część populacji nie potrafi zacząć działać pozytywnie. Nie zaprzestaje kupowania foliowych reklamówek, palenia toksycznymi odpadami itp. Wszystkie negatywne działania przyczyniają się do degradacji środowiska naturalnego i w żadnym stopniu nie poprawiają jego stanu.

Są jednak jednostki, które obecna sytuacja przeraża. Chcą i dążą do tego, aby pomóc planecie, wykonując z pozoru proste czynności: wybranie spaceru lub jazdy rowerem zamiast samochodu, segregacja odpadów bądź używanie dzbanka z filtrem zamiast kupowania wody w plastikowych butelkach. Tak niewiele, ale gdyby cała populacja zaczęła w ten sposób myśleć, to nie byłoby walki z odpadami czy emisją szkodliwych gazów szlalinowych.

Sprawcą negatywnych działań, patrząc na codzienność, są także „aktywne fabryki” (rys. 5). Niektóre z nich dokonują emisji szkodliwych dymów i gazów – te natomiast zawierają ogrom szkodliwych substancji, takich jak: związki siarki, związki azotu i dwutlenku węgla. Są one z kolei sprawcą kwaśnych deszczów, które z pewnością nie ratują naszego środowiska.

Jeżeli będziemy bierni wobec istniejącej sytuacji, to z pewnością nie zatrzymamy kolejnego negatywnego skutku degradacji naszego środowiska. Do grona tych czynników należy zaliczyć globalne ocieplenie. Jeśli nie zostaną podjęte skuteczne działania, może się okazać, że postępuje ono szybciej niż można się spodziewać. Jeśli ma być inaczej, to do roku 2030 ludzie muszą zredukować CO₂ o co najmniej o połowę. Zatem przed całym społeczeństwem jest mnóstwo pozytywnych działań do zrealizowania.



Rys. 4. Zanieczyszczenia powietrza z fabryk

Źródło: https://image.freepik.com/darmowezdjecie/dym-z-komina-zfabryki-czarny-dym_42764-14.jpg

Zanieczyszczenie powietrza to jedna z najgorszych form „niewidocznego atakowania” ludzi na globie ziemskim. Gdyby człowiek ciągle przebywał w strefie zagrożonej, byłby narażony na takie choroby, jak: astma oskrzelowa, przewlekłe zapalenie oskrzeli, niewydolność oddechowa i różnego rodzaju alergię. Oddychanie tzw. czystym powietrzem jest przyjemne i orzeźwiający. Dlatego np. spacer w lesie będą miał dobry wpływ na stan zdrowia i samopoczucia człowieka. Płuca w odpowiednich warunkach mają zdolność w pełni oczyścić się nawet w ciągu dwu tygodni.

Świat rozwija się w zawrotnym tempie. Wielkie przyspieszenie rozwoju gospodarki nastąpiło w połowie XX wieku. Nie ma w tym nic złego. Choćby powstawanie nowych technologii jest bardzo ważne i korzystne dla rozwoju firm, podniesienia poziomu życia ludzi i wielu innych istotnych rzeczy. Niestety, intensywny i niekontrolowany rozwój doprowadził do dużej **degradacji środowiska**¹⁰.

¹⁰ **Degradacja środowiska** – pogorszenie się stanu środowiska przyrodniczego głównie jako efekt działalności człowieka.

Nieprzemysłane działania przodków, mimo iż przyniosły wiele wynalazków, bez których trudno się teraz obejść, sprawiły, że zagrożenie dalszą degradacją środowiska rosło z każdą chwilą i konieczne było podjęcie działań o zasięgu globalnym, które miałyby zająć się **ochroną środowiska**¹¹. Oto kilka z nich:

- **Międzynarodowy program Człowiek i Biosfera (*Man and Biosphere, MAB*)**
 - program UNESCO (wyspecjalizowanej organizacji ONZ), powstał w roku 1971, zajmuje się obejmowaniem ochroną najcenniejszych i obiektów przyrodniczych. Dotychczas zostały utworzone 482 rezerwy biosfery. UNESCO utworzyło też Listę Światowego Dziedzictwa Kulturowego i Przyrodniczego, obejmuje ona obszary o szczególnej wartości historycznej, w tym elementy środowiska naturalnego [12; 8];
- **Protokół z Kioto** – zawarta w 1997 roku umowa międzynarodowa. Przystąpiła do niej większość państw na świecie. Zobowiązano się w nim do ograniczenia emisji gazów cieplarnianych o 5% do 2012 roku. Protokół został wcielony w życie 16 lutego 2005 roku. Wtedy też Rosja, jako 141. państwo, także dokonała jego ratyfikacji. Niestety, do umowy nie chcą przyłączyć Stany Zjednoczone, które są wytwórcami aż 40% wszystkich gazów cieplarnianych na świecie [8];
- **Szczyt Ziemi** – Konferencja Narodów Zjednoczonych „Środowisko i Rozwój”, odbyła się w 1992 roku w Rio de Janeiro. Było to spotkanie szefów 178 państw, podczas którego został podpisany szereg deklaracji, konwencji i innych dokumentów określających zakres wspólnych działań na rzecz ochrony środowiska. Ich oceną oraz perspektywą dalszych działań miał zająć się m.in. Światowy Szczyt do spraw Zrównoważonego Rozwoju zorganizowany w Johannesburgu w 2002 roku. Spotkanie to zostało jednak mocno skrytykowane za to, że nie przyniosło praktycznie żadnych wymiernych korzyści, a jedynie ogólne zalecenia [8].

To tylko niektóre z organizacji i przedsięwzięć podjętych na rzecz środowiska i jego stanu. Trzeba jednak pamiętać, że nic nie jest dane na zawsze, że nie można zaprzestawać rozwijać działań proekologicznych w szerokim tego słowa znaczeniu. Należy je prowadzić tak, aby naprawić świat, by ten przetrwał. Żeby człowiek nie niszczył przyrody, lecz ją ratował. Żeby nie przyczyniał się do ocieplenia klimatu i nie szycował sobie tym samym ponurej przyszłości. Marzenia są ważne, jednak świata nie naprawi się wyłącznie rozmyślając. Trzeba działać [11].

¹¹ **Ochrona środowiska** – ochrona wszystkich elementów środowiska przed niekorzystnym wpływem działalności człowieka i zachowanie ich możliwie naturalnego charakteru.

Musimy pamiętać, że każdy mieszkaniec naszego globu, jeśli zrobi coś dla środowiska, zachowa je dla przyszłych pokoleń. Młody wiek nie jest przeszkodą. Każdy z nas może zmieniać świat na lepsze, jeśli tylko mocno tego pragnie.

Bibliografia

1. BRIGHT Michael. *Dziura ozonowa*. Warszawa: Wydaw. Alma-Press, 1996. ISBN 83-7020-225-X.
2. Freon. W: *Wynalazki i odkrycia* [online]. Tryb dostępu: <https://wynalazki.andrej.edu.pl/index.php/wynalazki/19-f/185-freon>. Stan z dnia 28.10.2020.
3. Globalne ocieplenie. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: https://pl.wikipedia.org/wiki/Globalne_ocieplenie. Stan na dzień 28.10.2020.
4. LEŚNIKOWSKA-MATUSIAK Irena, WNUK Aneta. Wpływ hałasu komunikacyjnego na stan środowiska akustycznego człowieka. „Transport Samochodowy”. 2014, z. 3, s. 37–62.
5. MASLIN Mark. *Zmiany klimatu*. Łódź: Wydaw. Uniwersytetu Łódzkiego, 2018. ISBN 978-83-8088-769-5.
6. MURAS Agnieszka. *Wpływ zmiany klimatu na zdrowie* [online]. Warszawa: Polski Klub Ekologiczny Okręg Mazowiecki, 2018. ISBN 978-83-933263-4-1. Tryb dostępu: <http://healpolska.pl/wp-content/uploads/2019/05/Wp%C5%82yw-zmiany-klimatu-na-zdrowie-raport.pdf>. Stan na dzień 28.10.2020.
7. O'NEILL Peter. *Chemia środowiska*. Warszawa: Wydaw. Naukowe PWN, 1997. ISBN 83-01-12377-X.
8. Ochrona środowiska na świecie. W: *Wiking.edu.pl* [online]. <http://www.wiking.edu.pl/article.php?id=243>. Stan na dzień 28.10.2020.
9. Prawo do czystego środowiska jako prawo człowieka. W: *Global Compact Network Poland* [online]. Tryb dostępu: <https://ungc.org.pl/info/dzialania-rzecz-poprawy-jakosci-wod/>. Stan na dzień 28.10.2020.
10. TRYHUBCZAK Bogusław, WŁODARCZYK Joanna. *Ekologia i Ochrona Środowiska*. Warszawa: Wydaw. PWH ARTI, 2016. ISBN 978-83-7740-073-9.
11. ULANOWSKI Krzysztof. *W obronie klimatu*. Konin: Wydaw. „Horyzonty”, 2020. ISBN 978-83-66462-39-7.
12. UNESCO. *Man and Biosphere (MAB) – Programme* [online]. Tryb dostępu: <http://www.unesco.org/mab/BRs/BRlist.shtml>. Stan na dzień 28.10.2020.

Produkcja i marnotrawstwo żywności a kryzys klimatyczny

Przemysł spożywczy oraz rolnictwo mają ogromny wpływ na szereg niekorzystnych zmian zachodzących obecnie w środowisku naturalnym. Zapotrzebowanie człowieka na żywność jest bezsporne, ale trend, jaki zauważa się na całym świecie w nadprodukcji jedzenia na masową skalę, może okazać się zabójczy dla naszej planety. Już teraz konieczna wydaje się potrzeba znacznego zminimalizowania nadprodukcji żywności, aby odwrócić negatywne skutki bezmyślnej i krótkowzrocznej działalności człowieka i przywrócić biorównowagę naszego globu. Modernizacja metod wykorzystywanych w rolnictwie, redukcja produkcji mięsa i ograniczenie nadprodukcji w szeroko pojętym przemyśle spożywczym jest potrzebą pilną i nadrzędną, aby zatrzymać rabunkową politykę prowadzącą do wyniszczenia Ziemi. Ilość cennych zasobów wody słodkiej przyczynia się do wycinki lasów oraz generuje duże ilości dwutlenku węgla.

Nawet przy zaspokojeniu tylko podstawowych potrzeb ludzkości, przy uwzględnieniu obecnego zaludnienia naszej planety, produkcja żywności jest już i tak ogromnym ciężarem dla natury. W przypadku nadprodukcji żywności i marnotrawienia ogromnych jej ilości ciężar ten może się okazać nie do udźwignięcia. W ramach referatu omówiono wpływ przemysłu spożywczego na ekosystem naszej planety, ukazano skalę problemu marnotrawstwa żywności na świecie, a także jego negatywny wpływ na środowisko. Ponadto przedstawiono nowoczesne metody stosowane w rolnictwie w celu zminimalizowania strat podczas produkcji żywności oraz przykłady działań, które można podjąć na poziomie pojedynczego gospodarstwa domowego.

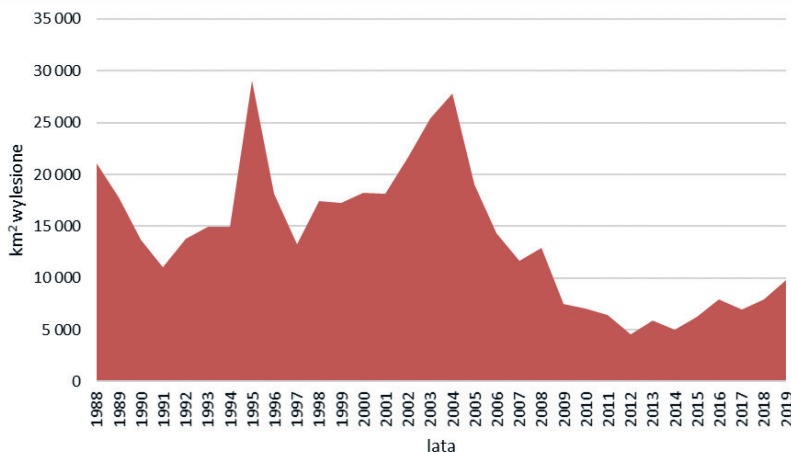
Problem wylesiania

Każdego roku pod uprawy, hodowle, plantacje, fabryki czy silosy przechowujące produkty żywnościowe wycinane zostają ogromne obszary lasów. Według

¹ Zofia Gorska, III Liceum Ogólnokształcące im. Bohaterów Westerplatte w Gdańsku.

² Iga Ossowska, III Liceum Ogólnokształcące im. Marynarki Wojennej w Gdyni.

danych organizacji Greenpeace z 2012 roku rolnictwo odpowiada za około 80% globalnego wylesiania [1]. Najczęściej wycinka prowadzona jest w celu ekspansji plantacji olejowca gwinejskiego w celu pozyskania oleju palmowego lub pod hodowlę bydła oraz związane z nią uprawy roślin, potrzebne do wykarmienia zwierząt przeznaczonych na ubój. Wylesienie prowadzi do utraty bioróżnorodności i stanowi poważne zagrożenie dla wielu gatunków zwierząt i roślin. Powoduje także obniżenie poziomu wód gruntowych, co prowadzi do wysuszenia gleb i pustynnienia bardzo dużych obszarów, które w innym wypadku nie byłyby tym procesem zagrożone. Ponadto prowadzi do wysychania ujęć wody oraz obniżenia wydajności rolnictwa. Zmniejsza także ilość dwutlenku węgla, jaki mógłby być przetworzony przez drzewa w procesie fotosyntezy, co wpływa na ocieplanie się klimatu. Straty lasów w **biomie**³ Amazonki wynosiły średnio 1,4 miliona hektarów rocznie w latach 2001–2012, co spowodowało całkowitą utratę 17,7 miliona hektarów lasów, głównie w Brazylii, Peru i Boliwii. Według wyliczeń WWF do 2030 roku około ¼ Amazonii zostanie wycięta [9]. Poniższy graf przedstawia ilość metrów kwadratowych wycinanych rocznie w brazylijskiej Amazonii przez okres ostatnich 31 lat.



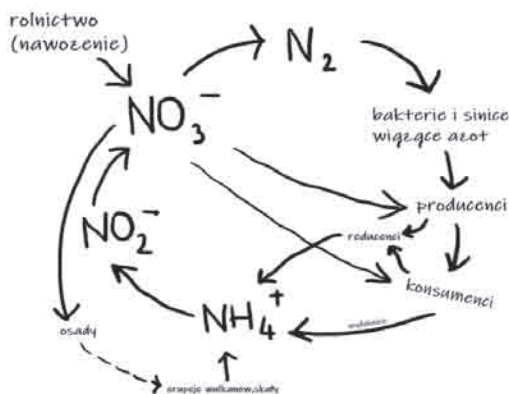
Rys. 1. Wylesianie w brazylijskiej Amazonii

Źródło: opracowanie własne na podstawie BUTLER Rhett A. Calculating Deforestation in the Amazon. W: Mongabay [online]. 4.02.2020. Tryb dostępu: rainforests.mongabay.com/amazon/deforestation_calculations.html. Stan z dnia 20.10.2020

³ **Biom** – rozległy obszar o określonym klimacie, charakterystycznej szacie roślinnej i szczególnym świecie zwierzęcym.

Rolnictwo a ekosystem naszej planety

Wytwarzanie żywności pochłania każdorocznie wielkie ilości wody. Rolnictwo odpowiada globalnie za około 70% poboru wody słodkiej. Dodatkowo ta gałąź gospodarki ma około 80% udziału w **eutrofizacji wód**⁴ przez zakłócenie globalnego cyklu fosforu i azotu (rys. 2), m.in. przez nadmierne używanie środków chemicznych, nawozów i pestycydów.



Rys. 2. Obieg azotu w przyrodzie

Źródło: opracowanie własne, na podstawie prezentacji Ekosystem [online]. Tryb dostępu: <https://slideplayer.pl/amp/60996/>. Stan z dnia 20.10.2020

Ponadto produkcja żywności generuje olbrzymie ilości gazów cieplarnianych. Według badań przeprowadzonych na Uniwersytecie Oksfordzkim produkcja żywności odpowiada za jedną czwartą światowej emisji **gazów cieplarnianych**⁵ [19]. Rolnictwo emituje bardzo duże ilości CO₂ oraz jest jednym z głównych źródeł emisji metanu i podtlenku azotu, których potencjał ocieplania jest znacząco większy od dwutlenku węgla. Nadmierne emisje gazów cieplarnianych mają ogromny wpływ na zwiększanie się średniej rocznej temperatury powietrza. Przy produkcji żywności emitowane są także tlenki siarki, które wraz z tlenkiem węgla (IV) mają bezpośredni wpływ na powstawanie kwaśnych opadów. Kwaśne opady

⁴ **Eutrofizacja wód** – proces wzbogacania zbiorników wodnych w pierwiastki biofilne, skutkujący wzrostem trofii, czyli żyzności wód.

⁵ **Gazy cieplarniane** – gazowy składnik atmosfery biorący udział w efekcie cieplarnianym. Zalicza się do nich m.in.: parę wodną (H₂O), dwutlenek węgla (CO₂), metan (CH₄), podtlenek azotu (N₂O).

wpływają znacznie na pogorszenie stanu gleb oraz jakości wód gruntowych. Produkcja żywności ma około 30-procentowy udział w zakwaszaniu gleb [21]. Coraz bardziej kwasowe pH gleb wpływa na zwiększenie zapotrzebowania na zasadowe pestycydy, które z kolei wpływają na wspomniane wcześniej zaburzenie cyklu azotu i tym samym eutrofizację wód.

Jak podaje czasopismo „The Guardian”, sama hodowla zwierząt do produkcji mięsa, jaj i mleka generuje 14,5% globalnej emisji gazów cieplarnianych [7]. Faktem jest, iż najbardziej zatrującym środowisko aspektem produkcji żywności jest produkcja wyrobów mięsnych i odzwierzęcych. Na rysunku 3 przedstawiono porównanie ilości gazów emitowanych do atmosfery przy produkcji mleka nabiałowego oraz jego roślinnych zamienników. Zdecydowanie najbardziej szkodliwe pod względem ilości emisji przy produkcji jest mleko odzwierzęce. Jedna sugerowana porcja produktu jest odpowiedzialna za emisję ponad 0,6 kg gazów cieplarnianych, a dla porównania napój ryżowy, charakteryzujący się jedną z najwyższych emisji gazów cieplarnianych ze wszystkich roślinnych zamienników mleka⁶, emituje zaledwie nieco ponad 0,2 kg gazów cieplarnianych.



Rys. 3. Porównanie mleka odzwierzęcego i różnych napojów roślinnych pod względem emisyjności gazów cieplarnianych

Źródło: opracowanie własne na podstawie STYLIANOU Nassos, GUIBOURG Clara, BRIGGS Helen. Climate Change Food Calculator: What's Your Diet's Carbon Footprint?. W: BBC News [online]. 9.08.2019. Tryb dostępu: www.bbc.com/news/science-environment-46459714. Stan z dnia 20.10.2020

⁶ Trudno ustalić, który zamiennik jest najbardziej emisyjny ze względu na dużą różnorodność tych produktów oraz ze względu na nowe zamienniki i różnych producentów.

Marnowanie żywności a ekologia

Nawet w kontekście popularyzowania problemu kryzysu klimatycznego marnowanie żywności jest problemem często zaniedbywanym. To ogromny błąd, bo problem ten jest o wiele bardziej złożony, niż mogłoby się wydawać. Przede wszystkim często nie jesteśmy świadomi jego skali – jak podaje raport Organizacji Narodów Zjednoczonych do Spraw Wyżywienia i Rolnictwa (*Food and Agriculture Organisation of the United Nations*, FAO) z 2017 roku – każdorocznie na świecie marnowane jest 1,3 miliarda ton produktów spożywczych, czyli około $\frac{1}{3}$ całej produkowanej żywności [17]. Tak wysoka liczba wynika z tego, że jedzenie nie jest wyrzucane tylko bezpośrednio przez konsumenta, ale również na każdym etapie produkcji oraz dystrybucji.

Przykładowo, aby upiec bochenek chleba, należy najpierw wyprodukować mąkę, a wcześniej wyhodować zboże. Pola muszą być podlewane hektolitrami wody, uprawiane przy pomocy maszyn, do których zasilenia potrzebne jest paliwo oraz zazwyczaj także chronione szkodliwymi dla środowiska środkami chemicznymi. Mimo ogromnego zużycia dóbr naturalnych przy uprawie zboża stanowi ono jedynie kroplę w morzu w porównaniu do produkcji wyrobów odzwierzęcych, a przede wszystkim mięsa. Należy bowiem wziąć pod uwagę, że trzodę pod ubój trzeba najpierw hodować, codziennie karmić i poić, tylko po to, aby po kilku latach zwierzę trafiło do rzeźni i na sklepowe półki. W przypadku gdy mięsny wyrób się nie sprzeda i przeterminowany trafi do śmietnika, zostaną zmarnowane poświęcone podczas produkcji zasoby: energia, pieniądze, woda, a także, biorąc pod uwagę etyczny punkt widzenia, cierpienie zwierząt.

Marnotrawstwo żywności niesie za sobą bezpowrotne zużycie ogromnych ilości wody. Co roku na świecie do produkcji jedynie tej wyrzucanej żywności zużywa się 250 bilionów ton wody [11]. Mówiąc obrazowo, jest to około czternaście razy większa ilość wody niż ta, jaką mieszczą w sobie wszystkie jeziora w Polsce [11]. Wyrzucenie natomiast tylko jednego kilograma wołowiny jest równoważne utracie 5–10 ton wody potrzebnej do jej produkcji [23]. To ogromna liczba, biorąc pod uwagę, że na warunki sklepowe wyrzucanie takiej ilości mięsa to standard. Jak wiadomo, nadużywanie wody prowadzi do jej deficytów. Marnowanie żywności przyczynia się więc do pogłębienia problemu suszy, która może mieć katastrofalne skutki dla środowiska naturalnego i wszystkich żywych organizmów zamieszkujących naszą planetę.

Marnowanie produktów spożywczych powoduje także dodatkowy wzrost produkcji śmieci. Wyrzucana żywność mogła być też uprzednio zapakowana

w nieekologiczne materiały. Jak podaje Bank Żywności w Krakowie, ponad 25% wyrzucanej żywności jest wciąż nienapoczęta i w opakowaniu [22]. Generowanie niepotrzebnych plastikowych opakowań dodatkowo zwiększa problem wielkich ilości plastiku w oceanach i bezpośrednio wpływa na jakość życia stworzeń wodnych.

Ze względu na to, iż produkcja żywności emituje ogromne ilości gazów cieplarnianych do atmosfery, również samo wyrzucanie jedzenia wpływa ogromnie na ich generowanie. Przez samo marnowanie żywności do atmosfery trafia 3,3 miliarda ton gazów cieplarnianych [11]. Dodatkowo odpady biodegradowalne takie jak owoce czy warzywa, niepoddane odpowiedniej utylizacji lub kompostowaniu, trafiają na wysypiska śmieci, gdzie generują duże ilości szkodliwego dla środowiska metanu.

Co więcej, do wyprodukowania każdej bułki, opakowania sera żółtego czy kostki masła na większości lub wszystkich etapach produkcji potrzebny jest prąd. Wyrzucenie do śmietnika żywności jest także bezsensownym zużyciem ogromnych ilości prądu. Jego wytworzenie generuje zużycie wielkich pokładów energii i wielu godzin pracy elektrowni, które emitują do atmosfery kolejne porcje spalanych paliw kopalnych, czyli gazów cieplarnianych.

Nowoczesne technologie a zmniejszenie marnowanej żywności

W odpowiedzi na ocieplanie się klimatu oraz ryzyko deficytu wody pitnej w bliskiej przyszłości, w rolnictwie i przy produkcji żywności wprowadzane są nowe metody, które mają pozwolić na zmniejszenie ilości marnowanych dóbr. Jednym z takich rozwiązań jest zastosowanie scenariusza **Precise Farming**⁷, który uważany jest za jeden z najbardziej obiecujących scenariuszy rozwoju technologii żywienia. Dąży on do zminimalizowania powierzchni potrzebnej do upraw, a co za tym idzie – ograniczenia wycinki drzew. Ponadto przy wykorzystaniu nowoczesnych rozwiązań pozwala na szybsze wykrywanie chwastów niszczących rośliny czy dokładniejsze dobranie potrzebnej ilości wody. W realizacji dwóch ostatnich celów zastosowanie znajdują nowoczesne drony. Obecnie w Europie prowadzone są badania poświęcone automatycznemu zwalczaniu chwastów.

⁷ **Precise Farming** – z ang. precyzyjne rolnictwo. Koncepcja rolnictwa precyzyjnego zapewnia uzyskanie większych plonów wyższej jakości, obniżenie kosztów produkcji oraz ograniczenie skażenia środowiska.

Drony mogłyby latać nad polem i rozpoznawać chwasty z góry, aby automatycznie wysłać sygnał robotowi na ziemi. W odpowiedzi na sygnał robot – bez udziału człowieka – zaczyna usuwać chwasty. Istnieją już nawet pierwsze drony zdolne opryskiwać pola, które dodatkowo są w stanie określić swoją wysokość nad roślinami, co zwiększa dokładność wykonywanego oprysku. Ponadto dzięki dronom zaopatrzonym w kamerę rolnicy są w stanie stworzyć mapy upraw, które pomagają lepiej nimi zarządzać. Maszyny przechwytyją także wyraźne i szczegółowe obrazy do dalszych analiz. Najnowsze drony potrafią również ocenić zawartość azotu i potasu w plonach, niektóre urządzenia są też wyposażone w termowizory, by nawet w nocy stale kontrolować pola.

Jednak nie tylko nowoczesna technologia pomaga zarządzać polami w bardziej ekologiczny sposób. Niesamowicie pożyteczne w takich działaniach są pszczoły: „Spośród 100 gatunków roślin uprawnych, które stanowią źródło 90% żywności na świecie, aż 71 jest zapylanych przez pszczoły” [16]. Zdaniem badaczy odpowiednie wykorzystanie pracy pszczoły miodnej pozwala znacznie zmniejszyć występowanie niektórych szkodliwych owadów dzięki czemu mniejsza część upraw ulegnie zniszczeniu i zmarnowaniu. Innym technologicznym scenariuszem, który może mieć dobre skutki dla klimatu, jest rozwiązanie *e-commerce*, czyli przeniesienie sprzedaży do internetu. Minimalizuje to liczbę wielkopowierzchniowych sklepów czy ogromnych galerii handlowych, które do utrzymania potrzebują znacznych ilości prądu i do których wybudowania potrzebne są duże ilości materiałów budowlanych, a także często trzeba wyciąć obszar leśny, by stworzyć dla nich miejsce.

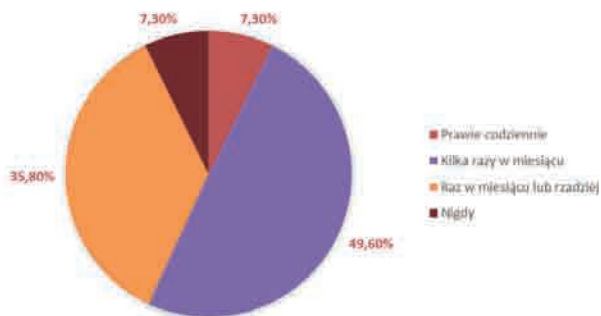
Ograniczenie marnotrawstwa żywności we własnym zakresie

Bez wątpienia, aby drastycznie zmniejszyć problem marnotrawstwa żywności oraz zminimalizować wpływ przemysłu spożywczego na środowisko naturalne na świecie, potrzebna jest odgórna zmiana rządów państw lub fachowa praca organizacji pozarządowych w tym zakresie. Przydatna może okazać się modyfikacja aktualnego rozkładu priorytetów przemysłu spożywczego. Szczęśliwie dla naszej planety podejmuje się w tym celu coraz więcej działań. Przykładami mogą być przedsięwzięcia Banków Żywności, w zakres których wchodzi m.in. odbieranie ze sklepów niesprzedanej żywności dla potrzebujących, a także otwieranie

jadłodzielni⁸ oraz **sklepów społecznych**⁹, tworzenie w dużych sieciach sklepów działów z produktami o bliskim końcu terminie przydatności. Akcje i projekty uświadamiające szerszą społeczność o problemie czy wprowadzenie kar dla sklepów spożywczych za wyrzucanie nadmiernej ilości żywności przyczyniają się do ograniczenia problemu.

Nie zmienia to jednak faktu, iż zmiany wprowadzone przez pojedynczych konsumentów mogą także w ogromnym stopniu wpłynąć na zmniejszenie wyżej opisanych problemów. Według raportu Banków Żywności z 2019 roku to postawy konsumentów w dużej mierze odpowiadają za marnowanie jedzenia, bowiem to właśnie ta grupa jest odpowiedzialna za generowanie 53% strat [22].

Autorki przeprowadziły ankietę internetową [15], w której otrzymały 109 odpowiedzi¹⁰. Z ankiety wynika, że częstotliwość wyrzucania jedzenia jest bardzo zróżnicowana. Okazuje się, iż ponad połowa (56,9%) ankietowanych wyrzuca żywność w gospodarstwach domowych częściej niż raz w miesiącu.



Rys. 4. Częstotliwość wyrzucania żywności w gospodarstwach domowych

Źródło: opracowanie własne

W związku z tym możemy wywnioskować, iż zmiana przyzwyczajeń i samodzielna minimalizacja wyrzucanego jedzenia może wpłynąć na zmniejszenie się problemu marnotrawstwa żywności. Jednym z działań, jakie można podjąć, jest kontrolowanie dat przydatności do spożycia. Na rysunku 5 przedstawiono

⁸ Jadłodzielnia – punkt służący do nieodpłatnej wymiany żywności między chętnymi do tego osobami.

⁹ Sklep społeczny – miejsce nieodpłatnego wydawania żywności osobom potrzebującym.

¹⁰ Próba badawcza nie jest reprezentatywna dla ogółu społeczeństwa.

wyniki ankiety dotyczącej powodów marnotrawstwa żywności w gospodarstwach domowych. Najczęstszym powodem wyrzucania jedzenia jest przegapienie jego terminu przydatności do spożycia.



Rys. 5. Powody wyrzucania żywności w gospodarstwach domowych

Źródło: opracowanie własne na podstawie HATALSKA Natalia, TRAPP Aleksandra. Future of Food [online]. Infuture Hatalska Foresight Institute, 2017. ISBN 978-83-944665-8-9. Tryb dostępu: https://hatalska.com/wp-content/uploads/2017/07/Raport_Future_Of_Food_2017.pdf. Stan z dnia 20.10.2020

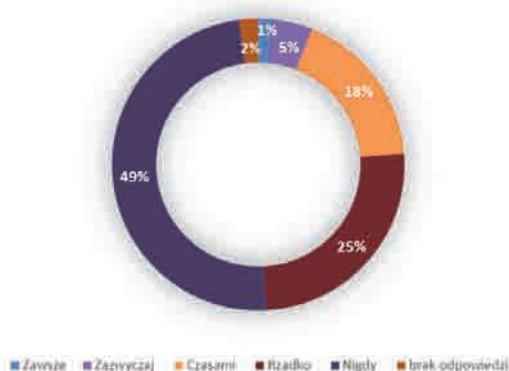
Istotne jest poprawne rozróżnienie terminów: „należy spożyć do” i „najlepiej spożyć przed”. Pierwszy z terminów można spotkać m.in. na produktach świeżych: mięsie i nabiale. Spożycie takiej żywności po terminie może skutkować poważnym zatruciem pokarmowym. Natomiast data „najlepiej spożyć przed” określa tak zwaną datę minimalnej trwałości do spożycia. Dopiero po jej upłygnięciu produkt może zacząć się psuć, jednak zazwyczaj będzie zdalny do spożycia jeszcze przez długi czas. Należy po prostu kontrolować przed zjedzeniem jego smak, konsystencję, kolor i zapach. Wiele osób nie zdaje sobie sprawy z tej różnicy i od razu w momencie przeterminowania się takiego produktu wyrzuca go. Z przeprowadzonego przez autorki badania wynika, iż ponad 50% ankietowanych termin „najlepiej spożyć przed” rozumie niepoprawnie.

Kolejnym z powodów wyrzucania żywności jest jej zepsucie na skutek niewłaściwego przechowywania. Warto zadbać o to, aby produkty świeże trzymać w chłodniejszej temperaturze, a produkty przetworzone wedle zaleceń producenta. Zwykle na opakowaniu produktu widnieje instrukcja, jak powinno się go

przechowywać. Dobrym pomysłem jest także planowanie posiłków i zakupów oraz zabieranie ze sobą do sklepu zakupowej listy. Według przeprowadzonych badań trzecim najczęstszym powodem, dla którego w domach marnuje się żywność, jest brak pomysłu na jej wykorzystanie. Przemyślane zakupy, zrobione na potrzeby konkretnych przepisów, zmniejszą ilość niepotrzebnych produktów, które mogą zostać nieużyte oraz się zepsuć.

Innym z działań, jakie warto podjąć, jest ograniczenie konsumpcji mięsa oraz produktów odzwierzęcych. To właśnie te produkty przyczyniają się najbardziej w całym tym przemyśle do negatywnych zmian w środowisku. Według BBC roczne spożywanie porcji 75 g wołowiny 3–5 razy w tygodniu przyczynia się do emisji 1,611 kg gazów cieplarnianych w ciągu roku. Natomiast codzienne spożycie kurczaka w ciągu roku wpływa na zużycie około 33,294 l wody [23].

Kolejnym rozwiązaniem może być ograniczenie zakupu produktów importowanych i kupowanie produktów wytwarzanych lokalnie. Krótsze łańcuchy dostaw oznaczają mniejsze straty dóbr. Następnym krokiem jest kupowanie nieidealnych warzyw i owoców, np. pojedynczych bananów oderwanych od kiści. W smaku nie ma żadnej różnicy, a brzydkie, krzywe, nietypowe czy obite warzywa bardzo często nie są kupowane i ulegają zmarnowaniu. Kupując je, uratujemy je przed wyrzuceniem i możemy przyczynić się choć w małym stopniu do zminimalizowania problemu. Jak podaje raport Banków Żywności z 2019 roku, prawie 50% osób nigdy nie kupuje zniekształconych warzyw i owoców, a kolejne 25% robi to rzadko [22].



Rys. 6. Częstotliwość zakupu małych lub zniekształconych warzyw przez konsumentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie Banki Żywności. *Światowy dzień żywności. Nie marnuj jedzenia* [online]. Tryb dostępu <https://docplayer.pl/163396997-Jedzenia-2019-raport-federacji-polskich-bankow.html>. Stan z dnia 20.10.2020

Kolejnym krokiem w walce z problemem marnotrawstwa żywności na własną rękę może być utworzenie kompostownika we własnym ogródku lub na balkonie. Kompostowanie zmniejsza gromadzenie się odpadów na wysypiskach śmieci, a tym samym zmniejsza emisję metanu. Według FAO kompostowanie może zmniejszyć liczbę odpadów żywnościowych produkowanych przez jedno gospodarstwo domowe do 150 kg rocznie [17].

Problem nadprodukcji i marnotrawstwa żywności, a co za tym idzie również zasobów potrzebnych do jej wytworzenia, niesie za sobą kolosalne, negatywne skutki dla środowiska. Na każdym etapie produkcji: od zasiania ziarna, przez zebranie zboża i przemielenie na mąkę do bochenka chleba, którego nikt nie kupił, przez co trafił do kosza, marnuje się woda, energia i do atmosfery emitowane są szkodliwe gazy. Jeśli nie zajdą zmiany w sposobie pozyskiwania żywności oraz nie zmienią się przyzwyczajenia konsumentów, sytuacja będzie się tylko pogarszała.

Bibliografia

1. 2019 Sustainability Report: Goals and Progress. W: *PepsiCo* [online]. Tryb dostępu: www.pepsico.com/sustainability/goals-and-progress. Stan z dnia 20.10.2020.
2. AF. Polska w Czołówce Państw Marnujących Żywność. W: *Forbes.pl* [online]. 28 lutego 2020. Tryb dostępu: www.forbes.pl/gospodarka/marnowanie-zywnosci-w-polsce-dane-z-2018-r/8etbgkq. Stan z dnia 20.10.2020.
3. Agribusiness & Deforestation. W: *Greenpeace* [online]. Tryb dostępu: <https://www.greenpeace.org/usa/forests/issues/agribusiness/>. Stan z dnia 20.10.2020.
4. Agriculture Causes 80% of Tropical Deforestation. W: *Mongabay Environmental News* [online]. 27.09.2012. Tryb dostępu: news.mongabay.com/2012/09/agriculture-causes-80-of-tropical-deforestation/. Stan z dnia 20.10.2020.
5. ALEKSANDROWICZ Lukasz, GREEN Rosemary, JOY Edward J.M., SMITH Pete, HAINES Andy. The Impacts of Dietary Change on Greenhouse Gas Emissions, Land Use, Water Use, and Health: A Systematic Review. W: *PLOS ONE* [online]. 3.11.2016. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0165797>. Stan z dnia 20.10.2020.
6. BUTLER Rhet A. Calculating Deforestation in the Amazon. W: *Mongabay* [online]. 4.02.2020. Tryb dostępu: rainforests.mongabay.com/amazon/deforestation_calculations.html. Stan z dnia 20.10.2020.

7. CAMERON James, CAMERON Suzy Amis. Animal Agriculture Is Choking the Earth and Making Us Sick. We Must Act Now. W: *The Guardian* [online]. 4.12.2017. Tryb dostępu: www.theguardian.com/commentisfree/2017/dec/04/animal-agriculture-choking-earth-making-sick-climate-food-environmental-impact-james-cameron-suzy-amis-cameron. Stan z dnia 20.10.2020.
8. *Data minimalnej trwałości i termin przydatności do spożycia na opakowaniach żywności*. Tryb dostępu: https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_lib_best_before_pl.pdf. Stan z dnia 20.10.2020.
9. Deforestation in the Amazon. W: *WWF* [online]. Tryb dostępu: wwf.panda.org/our_work/our_focus/forests_practice/deforestation_fronts2/deforestation_in_the_amazon/. Stan z dnia 20.10.2020.
10. DORSZEWSKI Piotr. Czy zwierzęta nas trują? W: *Kalendarzrolnikow.pl* [online]. 22.08.2019. Tryb dostępu: www.kalendarzrolnikow.pl/6347/czy-zwierzeta-nas-truja. Stan z dnia 20.10.2020.
11. EkoMisja. W: *Bank Żywności we Wrocławiu* [online]. Tryb dostępu: www.bankzywnosci.wroclaw.pl/eko-misja-pm-460.html. Stan z dnia 20.10.2020.
12. Eutrofizacja. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. 3.04.2020. Tryb dostępu: pl.wikipedia.org/wiki/Eutrofizacja. Stan z dnia 20.10.2020.
13. FAO. *Food wastage footprint. Impacts on natural resources. Summary report* [online]. FAO, cop. 2013. ISBN 978-92-5-107752-8. Tryb dostępu: <http://www.fao.org/3/i3347e/i3347e.pdf>. Stan z dnia 20.10.2020.
14. Gdynia ma drugi sklep społeczny. W: *MOPS Gdynia* [online]. Tryb dostępu: www.mopsgdynia.pl/2511-gdynia-ma-drugi-sklep-spooleczny. Stan z dnia 20.10.2020.
15. GORSKA Zofia, OSSOWSKA Iga. Bułka z Serem. EcoAnkieta. W: *Facebook* [online]. 4.10.2019. Tryb dostępu: www.facebook.com/bulka.gdynia/posts/103117181099629. Stan z dnia 20.10.2020.
16. HATALSKA Natalia, TRAPP Aleksandra. *Future of Food* [online]. Infuture Hatalaska Foresight Institute, 2017. ISBN 978-83-944665-8-9. Tryb dostępu: https://hatalaska.com/wp-content/uploads/2017/07/Raport_Future_Of_Food_2017.pdf. Stan z dnia 20.10.2020.
17. *How to Feed the World in 2050* [online]. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf. Stan z dnia 20.10.2020.
18. Kwaśne deszcze. W: *Ekologia.pl* [online]. 21.01.2008. Tryb dostępu: www.ekologia.pl/wiedza/slowniki/leksykon-ekologii-i-ochrony-srodowiska/kwasne-deszcze. Stan z dnia 20.10.2020.

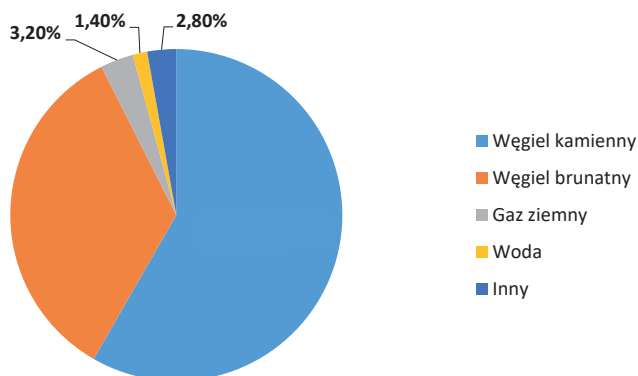
19. POORE J., NEMECEK T. Reducing Food's Environmental Impacts through Producers and Consumers. „Science”. 2018, vol. 360, iss. 6392, s. 987-992. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>. Stan z dnia 20.10.2020.
20. SEARCHINGER Tim i in. *Creating a sustainable food future. Interim findings* [online]. World Resources Institute, 2014. ISBN 978-1-56973-817-7. Tryb dostępu: www.wri.org/publication/creating-sustainable-food-future-interim-findings. Stan z dnia 20.10.2020.
21. SIERPIŃSKA Anna. Klimatyczny Skład Kotleta. W: *Nauka o Klimacie* [online]. Tryb dostępu: naukaoklimacie.pl/aktualnosci/klimatyczny-slad-kotleta-386. Stan z dnia 20.10.2020.
22. Skutki Marnowania Żywności. W: *Bank Żywności w Krakowie* [online]. 6.06.2019. Tryb dostępu: www.krakow.bankzywnosci.pl/?p=4657. Stan z dnia 20.10.2020.
23. STYLIANOU Nossos, GUIBOURG Clara, BRIGGS Helen. Climate Change Food Calculator: What's Your Diet's Carbon Footprint? W: *BBC News* [online]. 9.08.2019. Tryb dostępu: www.bbc.com/news/science-environment-46459714. Stan z dnia 20.10.2020.
24. TAN Adrian, MUDGAL Shailendra, O'CONNOR Clementine, TOSTIVINT Clément. *Turning Milestones into Quantified Objectives: Food Waste* [online]. Komisja Europejska, 2013. Tryb dostępu: https://www.researchgate.net/publication/283273144_Turning_Milestones_into_Quantified_Objectives_Food_waste. Stan z dnia 20.10.2020.
25. Udział Rolnictwa w Emisji Gazów Ciepłarnianych. W: *Chrońmy Klimat.pl* [online]. 19.03.2010. Tryb dostępu: www.chronmyklimat.pl/wideo/zielona-gospodarka/udzial_rolnictwa_w_emisji_gazow_cieplarnianych. Stan z dnia 20.10.2020.
26. Wylesianie. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Wylesianie>. Stan z dnia 20.10.2020.

Woda, słońce i wiatr. Czy pomagają ludzkości?

Energia we współczesnym świecie ma decydujący wpływ na rozwój i właściwe funkcjonowanie światowej gospodarki. Do niedawna myśleliśmy, że paliwa kopalne, będące głównym źródłem energii, są niewyczerpywalne i korzystanie z nich nie ma wpływu na naszą planetę. Czas pokazał, jak błędne było to przekonanie. Państwa, w których są największe zasoby paliw kopalnych, mają decydujący wpływ na ich cenę, a przez to na rozwój i opłacalność gospodarek państw zmuszonych do ich zakupu. Z drugiej strony zmiany klimatyczne nasilające się z roku na rok są wynikiem działalności człowieka. Gwałtowny rozwój przemysłu spowodował ciągle narastającą emisję gazów cieplarnianych do atmosfery Ziemi, a to skutkuje zmianami klimatu. Efektem tych czynników jest powrót ludzkości do tak zwanej „zielonej energii” – energii pochodzącej ze źródeł odnawialnych [4]. Dzięki nowym technologiom pozyskiwanie takiej energii jest łatwiejsze i mniej obciążające środowisko naturalne. Spowodowało to wzrost zainteresowania tym sposobem pozyskiwania energii. Dodatkowo energia odnawialna jest łatwo dostępna w każdym miejscu na Ziemi.

Polska jest krajem o małej zasobności w nieodnawialne nośniki energetyczne. Posiadamy jedynie znaczące pokłady węgla kamiennego i brunatnego. To właśnie na nich oparta jest polska energetyka, jednakże zasoby te są wyczerpywalne i coraz trudniej dostępne. Wiąże się to bezpośrednio ze zwiększeniem kosztów ich wydobycia, co skutkuje nierentownością kopalni. Chcąc obniżyć koszt pozyskiwania energii, polski rząd tworzy nowe systemy prawne i finansowe, by pobudzić rozwój energii odnawialnej. Polska jako kraj członkowski Unii Europejskiej zobowiązana jest również do wprowadzenia rozporządzeń dotyczących polityki energetycznej, która ma na celu zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych, rozwój energii odnawialnej i zwiększenie bezpieczeństwa energetycznego [4].

¹ Kacper Narloch, Szkoła Podstawowa nr 1 im. Jana III Sobieskiego w Gniewie.



Rys. 1. Produkcja energii elektrycznej w Polsce w 2008 roku

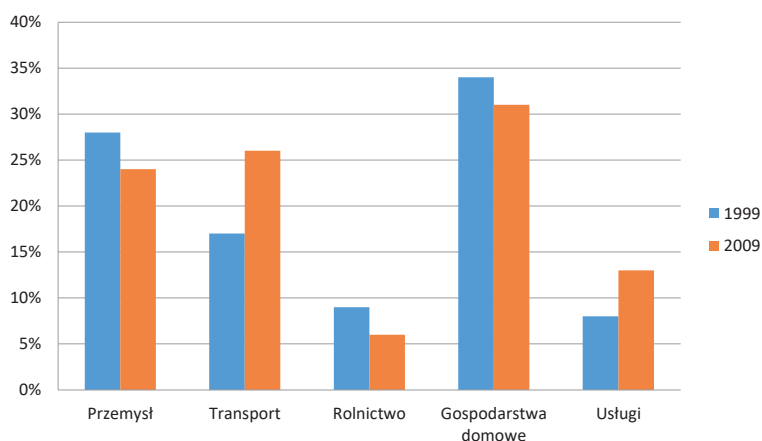
Źródło: opracowanie własne na podstawie Raport 2008 KSE. W: *Polskie Sieci Elektroenergetyczne* [online]. Tryb dostępu: <https://www.pse.pl/dane-systemowe/funkcjonowanie-kse/raporty-roczone-z-funkcjonowania-kse-za-rok/raporty-za-rok-2008>. Stan z dnia 21.10.2020

Energetyka węglowa jest na celowniku organizacji ekologicznych i politycznych nawołujących do całkowitej dekarbonizacji energetyki. Powodem tego jest walka ze zmianami klimatu i emisją CO₂, uważanego za ich sprawcę. Uwzględniając konieczność stopniowego ograniczania spalania paliw kopalnych, uzasadniona jest potrzeba posiadania niezbędnej liczby źródeł energii stabilnych i sterowalnych, tj. wysokosprawnych bloków węglowych i jądrowych dużych mocy oraz konieczność intensyfikacji wykorzystania wielkiego potencjału efektywności energetycznej i zmniejszenia marnotrawienia energii [2].

Emisja CO₂ a zmiany klimatu

Niektórzy naukowcy uważają, że przyczyny zmian klimatu są naturalne: zmienność energii dostarczanej przez Słońce i promieniowanie kosmiczne. Warto podkreślić, iż nie ma żadnego dowodu, że to działalność człowieka (zwłaszcza antropogeniczna emisja CO₂) wpływa na klimat Ziemi. Klimat Ziemi zmieniał się od zawsze, niekiedy bardzo znacznie; paleoklimatolodzy mówią np. o dwóch długotrwałych oziębieniach, których konsekwencją była prawie całkowicie zamrznięta Ziemia, a także gwałtownych ociepleniach. Niedawno, bo zaledwie ok. 11,5 tysiąca lat temu, z Polski wycofał się lodowiec z powodu ocieplenia klimatu, na pewno niespowodowanego przez człowieka. Również zawartość CO₂ w atmosferze bywała znacznie większa niż obecnie [3].

Ekspertki zwracają uwagę na większe znaczenie redukcji zużycia energii w systemach energetycznych. Oszczędzona energia jest najczystsza i nieniosąca negatywnych skutków ekologicznych metodą obniżania emisji. Jej potencjał jest ogromny i wielokrotnie przekraczający możliwości innych alternatywnych źródeł energii, w tym OZE oraz dzisiejszych technologii energetyki jądrowej. Obecnie największe zużycie energii zaobserwować możemy w sektorze budowlanym, transporcie oraz przemyśle. Właśnie tam istnieje największy potencjał redukcji zużycia energii. Przez okres od 1990 do 2008 roku łączny produkt krajowy brutto w państwach UE-27 wzrósł średnio o 2,1% w skali roku. Finalne zużycie energii z kolei jedynie o 0,5%. W konsekwencji energochłonność obniżyła się o 1,6%. Na przestrzeni ostatnich 20 lat efektywność energetyczna w 27 państwach Unii Europejskiej zwiększyła się o 19%, ze średnią roczną wartością na poziomie 1,1%. Zużycie energii w sektorze budowlanym wzrosło o około 13%, ze średnią roczną na poziomie 0,7%. W sektorze przemysłu przez ostatnie dwie dekady w krajach UE-27 zużycie energii zmniejszyło się o 30%, ze średnią roczną na poziomie 1,9%. Branża transportowa na przestrzeni ostatnich 20 lat zwiększyła efektywność energetyczną o około 15%, średnio 0,9% rocznie. Efektywność energetyczna w Polsce w ciągu ostatnich 20 lat znacznie się zwiększyła, jednak potencjał w branży produkcji i przesyłu energii, budownictwie i przemyśle jest nadal ogromny [5].



Rys. 2. Struktura finalnego zużycia energii w Polsce z podziałem na sektory

Źródło: opracowanie własne na podstawie Raport 2008 KSE. W: *Polskie Sieci Elektroenergetyczne* [online]. Tryb dostępu: <https://www.pse.pl/dane-systemowe/funkcjonowanie-kse/raporty-roczne-z-funkcjonowania-kse-za-rok/raporty-za-rok-2008>. Stan z dnia 21.10.2020

Diagnoza OZE w województwie pomorskim

Produkcja energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych zlokalizowanych na terenie województwa pomorskiego w roku 2014 osiągnęła poziom 1550 GWh, co stanowi ok. 40% udziału w całkowitej produkcji energii elektrycznej na terenie województwa. Moc nominalna zainstalowanych turbin wiatrowych w województwie pomorskim wynosi około 683 MWe². Łączna moc planowanych lądowych elektrowni wiatrowych na terenie województwa pomorskiego, dla których wydano już warunki przyłączenia do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, wynosi 1625 MWe. Łączna moc planowanych elektrowni wiatrowych na obszarze Morza Bałtyckiego w części przylegającej do województwa pomorskiego, dla których wydano warunki przyłączenia do Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, wynosi 2245 MWe.

W województwie pomorskim zlokalizowanych jest 98 małych elektrowni wodnych o łącznej mocy 34 MWe. Moc zainstalowana w oczyszczalniach ścieków w województwie pomorskim (biogaz) wynosi 4,49 MWe. Moc zainstalowana w składowiskach odpadów w województwie pomorskim (biogaz) to 5,36 MWe. Obecnie w województwie pomorskim zlokalizowanych jest dziewięć biogazowni rolniczych. Elektrownie fotowoltaiczne w województwie pomorskim mają łączną moc ok. 2,035 MWe [6].



Rys. 3. Turbiny wiatrowe

Źródło: archiwum prywatne, www.pixabay.com

² MWe – megawat mocy elektrycznej.

W obecnej sytuacji produkcja energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych nie jest jeszcze dziedziną dochodową. Zachodnioeuropejskie firmy, bogate w doświadczenia, zasobne w środki finansowe, a co więcej świadome konieczności dostosowania polskich regulacji prawnych w tej dziedzinie do standardów europejskich, rozpoczęły inwestycje, licząc na oczekiwane korzyści. Szczególnym zainteresowaniem inwestorów cieszy się energetyka wiatrowa. Kilka koncernów rozpoczęło już instalację farm wiatrowych, następne poszukują polskich udziałowców w realizacji zamierzonych przedsięwzięć. Udział polskich przedsiębiorstw może wydatnie pomóc im w rozpoznaniu możliwości instalacji i obrotu energią oraz w eliminacji raf organizacyjnych i prawnych meandrów. Natomiast rodzime przedsiębiorstwa, zwłaszcza w zakresie energetyki zawodowej, nie wykorzystują tych szans. Obecna nowelizacja prawa energetycznego ma charakter dostosawczy do wymogów unijnych, między innymi ma na celu ochronę podmiotów przyłączonych do sieci przed prowadzeniem prac przyłączeniowych w sposób nadmiernie uciążliwy, co mogłoby się stać formą dyskryminacji podmiotów ubiegających się o przyłączenie do sieci. Obrót i cena tej energii regulowane są więc umowami dwustronnymi, a związane z zakupem koszty znajdują miejsce w taryfie przedsiębiorstwa obrotu w limitowanej wysokości [6].

Zbyt energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych również jest regulowany, chociaż tylko częściowo. Na mocy ustawy Prawo Energetyczne minister gospodarki wydał stosowne rozporządzenie dotyczące obowiązku zakupu energii elektrycznej ze źródeł odnawialnych przyłączonych do wspólnej sieci. Zakup ten jest określony jako udział procentowy w całkowitej sprzedaży rocznej energii elektrycznej, natomiast obowiązkiem tym obarczono jednoznacznie „przedsiębiorstwo energetyczne zajmujące się obrotem energią elektryczną”. Jest to zgodne z zapisami znowelizowanego prawa energetycznego o oddzieleniu działalności w zakresie przesyłu i dystrybucji energii elektrycznej od działalności w zakresie obrotu. Istnieje założenie, że operator systemu przesyłowego ma być całkowicie wyłączony z obrotu energią elektryczną, natomiast operator systemu rozdzielczego powinien mieć prawo i obowiązek sprzedaży energii elektrycznej odbiorcom taryfowym z obszaru jego działania. Jest więc tak, że obowiązek zakupu energii z OZE mają przedsiębiorstwa obrotu, które ceny za energię regulują umowami. Firmy, które zainwestowały w energetykę wiatrową, nie mają komu sprzedać wytworzonego prądu. Poza problemami związanymi ze zbytem energii elektrycznej wytwórcy muszą się uporać z jej fizycznym wprowadzeniem do sieci (rozdzielczej). Podlegają w tej sprawie regulacjom obecnie

obowiązującego rozporządzenia przyłączeniowego. I tu sprawa już nie jest tak jednoznaczna, zwłaszcza jeśli chodzi o finansowanie inwestycji przyłączeniowych i rozbudowy infrastruktury związanej z potrzebą odprowadzenia ilości energii, która przekracza potrzeby odbiorców w tym rejonie. Wytwórcy energii elektrycznej ze źródeł energii odnawialnej poddani są ustaleniom rozporządzenia przyłączeniowego regulującego stosunki między przedsiębiorstwem zbytu a odbiorcą. Szczególnie dotyczy to partycypacji w kosztach finansowania przyłączenia, w tym sporządzania kosztownych i nierealistycznych ekspertyz.

Przedsiębiorstwa sieciowe będą broniły się przed nadmiernymi obciążeniami związanymi z budową przyłącza, które do zasilania ich odbiorców jest zbędne, zaś wytwórcy – przed udziałem w finansowaniu przyłącza, które podwyższą i tak drogą produkcję energii z tych źródeł [6]. Wszystkie te problemy osłabiają procesy inwestycyjne i ograniczają wprowadzanie technologii w celu pozyskiwania energii z OZE.

Zaawansowane technologicznie domy energooszczędne

W ciągu dwóch ostatnich dekad, od okresu transformacji ustrojowej, ponownie notuje się wzrost zainteresowania budownictwem energooszczędnym, w tym z uwzględnieniem wykorzystywania energii ze źródeł odnawialnych. Wraz z ciągłym wzrostem cen energii otrzymywanej ze źródeł kopalnych przybywa projektów i realizacji tego rodzaju domów jednorodzinnych. W 2011 roku miesięcznik „Murator” we współpracy z zarządem głównym Stowarzyszenia Architektów Polskich (SARP) ogłosił i rozstrzygnął konkurs na dom ekologiczny, który powinien stanowić wzorzec rozwiązań pozwalających na spełnienie współczesnych potrzeb i standardów użytkowych przy jak największym poszanowaniu środowiska, minimalnym zużyciu energii nieodnawialnej i niskich kosztach utrzymania domu. Na konkurs wpłynęły 94 prace, z których jury, nie przyznając pierwszej nagrody, wskazało cztery równorzędnie wyróżnione. Wybór projektów reprezentujących odmienne koncepcje domu ekologicznego był w pewnym sensie reakcją na problem określenia wzorca domu ekologicznego, jaki wyłonił się w trakcie obrad jury. Wspólną cechą wyróżnionych projektów jest zastosowanie zaawansowanych technologicznie urządzeń i instalacji do pozyskiwania energii. Uwagę zwraca wysoka jakość rozwiązań przestrzennych i funkcjonalnych w budynkach. Na płaskim, zielonym dachu przewidziano ustawienie kolektorów słonecznych, które wraz z gruntowym zasobnikiem ciepła i kominkiem z płaszczem wodnym zapewnić mają ogrzewanie pomieszczeń

i wody użytkowej. W kolejnym projekcie uwagę zwraca przede wszystkim organiczna forma budynku, rozwiązanego na wielobocznym planie ze zlokalizowanym w centrum – zarówno przestrzennie, jak i pod względem funkcjonalnym i ideowym – pokojem dziennym. Ta wspólna przestrzeń, na którą otwierają się indywidualne pokoje domowników, jadalnia, kuchnia i strefa wejściowa, staje się ośrodkiem życia wspólnoty domowej, pozwalając na zmienne oświetlenie światłem dziennym, a także tworząc różnorodne otwarcia widokowe. Istotne znaczenie ma również wyeliminowanie powierzchni przeznaczonych wyłącznie na komunikację wewnętrzną. Dom zaprojektowano w konstrukcji drewnianej, o elewacjach pokrytych płytami z naturalnego korka. Bezsprzecznie interesująco ukształtowana, zwarta forma domu skłania do rozważań, czy architektura o tym wyrazie może wpisać się harmonijnie w rodzimy krajobraz, co również należy traktować jako kryterium ekologiczności. Trzeci projekt proponuje dom ukryty pod powierzchnią ziemi, o pomieszczeniach mieszkalnych doświetlanych poprzez centralnie zlokalizowane atrium. Zaproponowane dla zachowania nienaruszonego fragmentu krajobrazu rozwiązanie przywodzi na myśl wsie w północnych Chinach, gdzie domy o podobnej zasadzie przestrzennej powstały poprzez wybieranie miękkiej lessowej skały. Otwarte zagłębienia atrium i zjazdu wejściowo-parkingowego rodzić mogą pytania o funkcjonalne i techniczne aspekty eksploatacji budynku w przypadku intensywnych opadów atmosferycznych.

We wszystkich projektach minimalizację strat ciepła poprzez system wentylacyjny zapewnić ma dwustrefowa wentylacja mechaniczna nawiewno-wywiewna z rekuperatorami. Projektanci przewidują również magazynowanie i wykorzystanie wody deszczowej, podobnie jak tak zwanej „szarej” wody oczyszczonej w przydomowych oczyszczalniach ścieków. Można wciąż na nowo opisywać ideę rozwoju domu [1].

Warto także wskazać, że projektów zrealizowanych domów, w których ograniczenie zużycia energii pierwotnej i rozwiązania służące czerpaniu energii ze źródeł odnawialnych determinują w pewien sposób formę architektoniczną, wciąż przybywa. Koło Pszczyny powstał w latach 2006–2007 dom własny Piotra Kuczii, architekta zaangażowanego w promocję architektury proekologicznej. Centralny element kompozycji składającej się z trzech zasadniczych brył stanowi trzykondygnacyjny korpus główny o czarnej okładzinie ścian zewnętrznych, sprzyjającej akumulacji ciepła. Wertykalne proporcje sprzyjają unoszeniu się nagrzanego powietrza z wyekspozowanego od strony południowej atrium. Przykrycie pulpitowym dachem nachylonym pod kątem 30 stopni stwarza optymalne

warunki dla pozyskania energii słonecznej za pomocą ogniw fotowoltaicznych. Boczne, symetryczne skrzydła wyodrębnione poprzez zastosowanie jasnej okładziny elewacyjnej ze świerkowych desek flankują czarną wieżę. Rygorystyczna kompozycja brył, czytelna w każdym zewnętrznym widoku domu, nie przenosi się na układ przestrzeni wewnętrznych parteru, od wejścia układających się logicznie ku wygodzie mieszkańców. Budynek pokazuje na zewnątrz odmienną od charakteru wnętrza twarz. Osiową, śmiało można powiedzieć: monumentalną kompozycję trzech głównych brył tworzących dom jednorodzinny próbuje przełamać zsunięty z głównej osi domu budynek gospodarczy stojący od północnej, wjazdowej strony. Jakkolwiek nie istnieją ściśle wytyczne dotyczące kształtowania formy domów pasywnych, to jednak dążenia zmierzające do osiągnięcia jak najbardziej korzystnego wskaźnika zwartości budynku (A/V), wyeksponowania jak największej liczby pomieszczeń od strony południowej czy uwzględnienie w projekcie postulatu stworzenia strefy buforowej – wszystkie te czynniki determinują w pewnym stopniu decyzje formalne architekta. Koło Złotowa w Wielkopolsce Emilia Durka-Zielińska i Walenty Durka wzniesli w latach 2007–2010 zaprojektowany dla siebie dom pasywny. Zwarta bryła budynku na planie wydłużonego prostokąta nakryta została dwuspadowym dachem. Zastosowane w konstrukcji drewniane elementy konstrukcyjne, jak i materiały wykorzystane w strukturze ścian zewnętrznych są autorskimi rozwiązaniami projektantów. Uzyskano dzięki temu jednorodną, pozbawioną podpór przestrzeń wnętrza, a podstawowe zapotrzebowanie na energię do ogrzewania budynku zredukowano o 90%. Uwagę zwraca oderwanie kubatury domu od podłoża. Wyraz architektoniczny dłuższych elewacji – północnej i południowej – tworzą stałe żaluzje drewniane nadające elewacjom całościowy charakter i maskujące rozmieszczenie otworów okiennych, które podyktowane jest wyłącznie względami funkcjonalnymi. Zabieg kompozycyjny polegający na przecięciu bryły budynku poprzeczną ścianą murowaną z bloczków betonu komórkowego, wybiegającą w przestrzeń ogrodu, miał na celu wydzielenie funkcji pracowni architektonicznej od prywatnej strefy domu. Przyjemne odczucia musi budzić wykończenie wnętrz – ścian, sufitów, mebli kuchennych – płytami OSB [1].

Woda, słońce i wiatr. Czy pomagają ludzkości? Z powyższych informacji wynika, że owe źródła energii są obecne w naszym życiu i w sposób znaczący przyczyniają się do jej wytwarzania we wszystkich obszarach egzystencji człowieka. Istnieje tzw. czysta energia, ale trzeba zacząć w umiejętny sposób ją wykorzystywać.

Bibliografia

1. CZARNECKI Maciej, RYTEL Grzegorz. Zagadnienia ekologii i energooszczędności w architekturze – współczesne tendencje w projektowaniu domów jednorodzinnych. „Architecturae et Artibus”. 2013, nr 4, s. 11–20. ISSN 2080-9638.
2. JĘDRAL Waldemar. OZE i efektywność energetyczna w kontekście wyzwań dla wytworzenia i użytkowania energii elektrycznej w Polsce. „Rynek Energii”. 2019, nr 5, s. 3–8.
3. KARAWCZYK Jan Michał, SUWAŁA Wojciech. Kierunki poprawy efektywności energetycznej w Polsce. „Polityka Energetyczna”. 2014, t. 17, z. 4, s. 225–238. ISSN 1429-6675.
4. KARWOWSKI Michał. Perspektywy rozwoju energii ze źródeł odnawialnych w Polsce. W: *Baza Wiedzy Politechniki Warszawskiej* [online]. 2014. Tryb dostępu: <http://repo.bg.pw.edu.pl/index.php/pl/r#/info/bachelor/WUTdd21f-76771604ce6bf0092025d9ebd35/>. Stan z dnia 21.10.2020.
5. MIKOŁAJCZYK Adam. *Rozwój energetyki z perspektywy polityki Samorządu Województwa Pomorskiego* [online]. Słupsk, 2016. Tryb dostępu: <http://do-cplayer.pl/105853292-Rozwoj-energetyki-z-perspektywy-polityki-samorządu-województwa-pomorskiego-słupsk-12-pazdziernika-2016-adam-mikolajczyk.html>. Stan z dnia 21.10.2020.
6. PERNACH Waldemar. *Obecne problemy związane z wykorzystaniem odnawialnych źródeł energii* [online]. Tryb dostępu: <https://www.cire.pl/pliki/2/Wiatraki2.pdf>. Stan z dnia 21.10.2020.
7. Raport 2008 KSE. W: *Polskie Sieci Elektroenergetyczne* [online]. Tryb dostępu: <https://www.pse.pl/dane-systemowe/funkcjonowanie-kse/raporty-roczne-z-funkcjonowania-kse-za-rok/raporty-za-rok-2008>. Stan z dnia 21.10.2020.

Sprawca czy ofiara? Jak zmiany klimatyczne wpływają na nasz mózg i na nasze życie

Zmiany klimatyczne są jednymi z największych i naglących wyzwań XXI wieku. Wzrastające średnie temperatury i poziom wód oceanów, zmiany w częstotliwości opadów, podwyższone ryzyko wystąpienia ekstremalnych warunków pogodowych nie tylko wpływają na środowisko, ale również na zdrowie. Zmiany te zmieniają jakość wody, zwiększają zanieczyszczenie środowiska, zmieniają dystrybucję patogenów i dotkliwie oddziałują na produkcję żywności oraz jej dostępność.

Wpływ dwutlenku węgla na środowisko i funkcjonowanie mózgu

Dwutlenek węgla nie tylko zabija, ale również ogranicza nasze zdolności kognitywne. W chwili nagłego wzrostu stężenia dwutlenku węgla zniekształca się zdolność do szybkiej oceny sytuacji, możliwe są omdlenia, prowadzi to do asfiksji, czyli znacznego niedoboru tlenu, który wymaga szybkiej akcji ratowniczej. Na przykład w sali konferencyjnej wypełnionej dwudziestoma osobami w średnim wieku, poziom CO₂ przewyższa poziom 1000 ppm². Przed rewolucją przemysłową w powietrzu znajdowało się około 280 ppm, obecnie jest to około 410 ppm CO₂. W sytuacji gdy poziom dwutlenku węgla będzie wzrastał drastycznie, zaspokojenie zapotrzebowania tlenowego może być znacznie utrudnione. Wraz ze wzrastającą ilością CO₂ oczywistym jest, że stężenie CO₂ w powietrzu wewnątrz różnych przestrzeni będzie znacząco rosnąć, a przy takim scenariuszu w przyszłości może być niemożliwym, by wentylować pomieszczenie, w którym poziom byłby niższy lub równy 1300 ppm, co spowodowałoby nieodwracalne, negatywne zmiany w posługiwaniu się funkcjami poznawczymi.

¹ Barbara Siewert, III Liceum Ogólnokształcące im. Marynarki Wojennej RP w Gdyni.

² ppm - (ang. *particles per million*) ilość cząsteczek na milion.

Pobudliwość i dystrybucja elektrolitów została zbadana u szczurów [3]. Wdychanie stosunkowo niewielkich stężeń CO₂ zmniejsza **pobudliwość nerwową**, czyli zdolność bardzo szybkiego reagowania na bodźce. Natomiast podczas wdychania dużych stężeń CO₂ (więcej niż 40% CO₂) znacząco obniża się pobudliwość mózgu, a nawet może prowadzić do całkowitego niewyczulenia. Podczas wdychania powietrza zawierającego ponad 50% CO₂ następuje obniżenie stężenia kationów sodu i potasu wewnątrzkomórkowo, co powoduje **kwasicę**, czyli stan zwiększonej kwasowości krwi, w którym pH krwi spada poniżej normy. Spowodowane jest to zwiększeniem zawartości kwasów lub utratą zasad. Kwasicca może być wyrównywana, jeżeli odczyn pH krwi nie ulega zmianie, oraz niewyrównywana, jeżeli zawiodą mechanizmy regulacyjne i dojdzie do długoterminowego spadku pH krwi. Kwasicca prowadzi do pobudzenia ośrodka oddechowego mózgu i chemoreceptorów, co objawia się przyspieszeniem i pogłębieniem oddechu.

Ogromne wahania temperatur, spowodowane przez zmiany klimatyczne, uderzają w nas wszystkich, a najmocniej w osoby starsze i dzieci, czyli grupy osób, które mają większe trudności z regulowaniem ich temperatury ciała niż przeciętny dorosły. Istnieje rzeczywista korelacja między falami upałów a pogarszaniem się stanu pacjentów **ze stwardnieniem rozsianym**³. Ten proces wspólny dla większości chorób psychicznych określany jest mianem **fenomenu Uthoffa**, który charakteryzuje pogorszenie stanu pacjenta przez gorączkę, intensywne ćwiczenia fizyczne lub wyjątkowo upalny dzień. Może się to skończyć mrowieniem w kończynach, chwilowym ośpieniem lub nawet chwilową utratą wzroku.

Przemoc a pogoda

Wraz ze wzrostem temperatur notuje się więcej przestępstw. Matthew Ranson, ekonomista z Uniwersytetu Harvarda, przestudiował dane zgromadzone w ciągu 29 lat przez systemową bazę przestępstw FBI, gdzie znajdowały się informacje o sprawach zebranych przez policjantów z 3000 gmin w Stanach Zjednoczonych. Zestawił je z warunkami pogodowymi, by znaleźć korelację między liczbą przestępstw a temperaturami. Na podstawie wyników badań oszacowano, że pomiędzy rokiem 2010 a 2099 zmiany klimatyczne doprowadzą do wzrostu liczby przypadków konkretnych przestępstw o: 180 tysięcy gwałtów, 1,2 miliona

³ **Stwardnienie rozsiane** - neurodegeneracyjna choroba polegająca na atakowaniu osłonek mielinowych przez układ odpornościowy.

napaści kwalifikowanych, 2,3 miliona nadużyć, 260 tysięcy napadów, 1,3 miliona kradzieży oraz 580 tysięcy uprowadzeń tylko w samych Stanach Zjednoczonych. Spodziewany koszt tych dodatkowych przestępstw szacowany jest na od 38 do 115 bilionów dolarów [4].

Ocieplenie klimatu a nowotwory

Skrajne warunki i katastrofy naturalne utrudniają dostęp do specjalistycznego leczenia, operacji, a także opieki medycznej. Osoby z chorobami nowotworowymi będą spotykały dodatkowe przeszkody w leczeniu. Ponadto ekstremalne wydarzenia pogodowe stwarzają warunki, w których następuje zwiększona produkcja i ekspozycja do **karcynogenów**⁴. Z nieprawdopodobnie dużą ilością karcynogenów można spotkać się w życiu codziennym. Z niektórymi z nich pośrednio związane są zmiany klimatyczne. Należą do nich czynniki:

- 1) fizyczne, do których zalicza się: promieniowanie jonizujące, m.in. promieniowanie rentgenowskie, promieniowanie UV, zarówno słoneczne, jak i sztucznie wytwarzane np. w solariach, które grożą rozwojem nowotworów skóry;
- 2) chemiczne, które dzielą się na karcynogeny działające bezpośrednio oraz prokarcynogeny – związki, których metabolity są karcynogenne (często związane z zanieczyszczeniami przemysłowymi, które również pogarszają stan środowiska) np.:
 - czterochlorek węgla, metionina i uretan powodujące nowotwór oskrzeli oraz płuc;
 - nitrozaminy i amidy, które przy współdziałaniu bakterii żołądkowych ulegają przemianie w azotyny wywołujące raka żołądka;
 - policykliczne i heterocykliczne węglowodory aromatyczne stymulujące rozwój m.in. białaczek i chłoniaków;
 - produkty spożywcze – lista tych karcynogenów jest bardzo długa, a do najbardziej szkodliwych można zaliczyć wszelkiego rodzaju chemiczne związki stanowiące dodatek do żywności: konserwanty – najbardziej karcynogenne to: kwas benzoesowy, benzoesan sodu, benzoesan potasu, bifenył, azotyny i azotany – potasu i sodu; warto wspomnieć o nadwadze i otyłości jako groźnych czynnikach rakotwórczych – nadmierna masa ciała i zbyt duża ilość tkanki tłuszczowej powodują odbiegające

⁴ **Karcynogeny** – substancje, czynniki lub organizmy odpowiedzialne za zapoczątkowanie i rozwój nowotworu w organizmie.

od normalnych wartości stężenia hormonów i czynników wzrostu, które sprzyjają rozwojowi komórek nowotworowych, często spowodowane są nieodpowiednim trybem życia, który również przyczynia się do dalszego zanieczyszczenia środowiska (np. ciągle podróżowanie samochodem);

- zanieczyszczenie powietrza;
- 3) biologiczne (wirusy onkogenne, bakterie i pasożyty), przez podnoszące się temperatury stworzone zostały korzystne warunki do ich rozwoju. Należy do nich m. in. przywra krwi (łac. *Schistosoma haematobium*) – pasożyt stymulujący rozwój nowotworu pęcherza moczowego [1].

Kwasy omega-3

Naukowcy przypuszczają, że do 2100 roku podnoszące się temperatury wody spowodowane ocieplaniem się klimatu mogą pośrednio doprowadzić do braku dostępu do kwasów omega-3 u nawet 96% społeczeństwa ze względu na nie-sprzyjające warunki dla morskiej flory i fauny [5]. Chodzi tu głównie o DHA, czyli kwas dokozaheksaenowy⁵. Jest on najczęściej występującym kwasem tłuszczowym w mózgach ssaków i odgrywa kluczową rolę w podtrzymywaniu prawidłowych funkcji, a nawet przeżyciu komórek nerwowych. Jak można się łatwo domyśleć, najbardziej potrzebny jest w fazie intensywnego rozwoju organizmu. Braki tej cząsteczki mogą więc podwyższać ryzyko depresji, ADHD i jeszcze bardziej upośledzać zdolności poznawcze wśród osób z demencją we wczesnym stadium rozwojowym.

Niestety ludzkie ciało nie jest w stanie wyprodukować odpowiedniej ilości DHA, więc w tej kwestii polegamy wyłącznie na diecie bogatej w ww. kwasy. Rośliny i mięso mają niewielkie ilości DHA, a pokarmem najbogatszym w nie są właśnie ryby i otrzymanywane z nich suplementy. Jak to się dzieje, że ryby mają go tak dużo? Czerpią je z alg. Jednak rosnące temperatury wody mogą zaburzać produkcję tego kwasu, co będzie skutkować 10-58-procentowym spadkiem dostępności.

Michael Crawford z Imperial College London podaje, że: „kwas dokozaheksaenowy jest podstawą dla rozwoju **fotoreceptorów**⁶, a konwersja fotonów w elektryczność stymulowała ewolucję układu nerwowego. DHA jest nieodłącznym

⁵ **DHA** – organiczny związek chemiczny z grupy wielonienasyconych kwasów tłuszczowych typu ω -3.

⁶ **Fotoreceptor** – receptory wzrokowe stanowią wyspecjalizowane neurony siatkówki oka: czopki (widzenie fotonowe) i pręciki (widzenie skotopowe)

elementem grupy acetylowej fotoreceptorów synaptycznych i błon przekazujących impulsy. DHA wpływa na poprawne wykonywanie tych funkcji, a nie geny w DNA. Unikalna struktura DHA umożliwia transfery kwantowe i przemieszczanie elektronów na wiązaniu π , dzięki którym może nastąpić **depolaryzacja**⁷ błon siatkówkowych i zapoczątkować zwarte, zorganizowane neuronowe szlaki sygnałowe, które charakteryzują organizmy o wyższej inteligencji”.

Psychologia ignorancji

Należy się jednak zastanowić, jak to możliwe, że mimo wszystkich kampanii skupionych na poszerzaniu świadomości na temat gwałtownych zmian klimatycznych wielu ludzi wciąż nie daje im wiary. Powody takiego stanu rzeczy możemy podzielić na grupy: naturalne uprzedzenia, czynniki społeczne, nabyta „wiedza” i system [2].

Naturalnie nabyty zestaw procesów operacyjnych, naturalnych mechanizmów, wrodzonych ewolucyjnych uprzedzeń, które kształtują sposób podejmowania decyzji i przetwarzania informacji, mają ogromny wpływ na odbieranie przez nas rzeczywistości. Oto kilka mechanizmów i odruchów, które nie pozwalają nam w pełni rozumieć czyhającego na nas zagrożenia:

- a) ludzki mózg najlepiej radzi sobie z przetwarzaniem konkretnych, materialnych obiektów i rzeczywistych pojęć, idei, które reprezentują stany lub dotyczą rzeczy, których możemy doświadczyć. Pojęcie zmian klimatu wymaga myślenia abstrakcyjnego, ponieważ nie można zobaczyć codziennych zmian widocznych gołym okiem dla wszystkich rejonów świata;
- b) efekt sąsiedztwa (*bystander effect*) – mechanizm polegający na przerzucaniu odpowiedzialności na inne osoby w grupie, natomiast jeśli podejmowane są jakieś działania, wydają się one niedopasowane do sytuacji, nic niezmiennające. Jednostka nie czuje, że jest w stanie coś zmienić;
- c) hiperboliczne obniżenie wartości (*hyperbolic discounting*) – polega na tym, że ludzki mózg ma tendencję do koncentracji na życiu codziennym, bardziej przyziemnych sprawach, a przez to trudniej mu wybiegać w przyszłość i dostrzegać poważne konsekwencje jeszcze niedotykających nas wprost zmian klimatu;

⁷ **Depolaryzacja** – po uprzednim otwarciu się kanałów sodowych i gwałtownym napływie dodatnio naładowanych jonów sodu do wnętrza komórki następuje wyrównanie potencjałów po obu stronach błony (0 mV), a następnie zaczyna się właściwy proces odwrócenia się polaryzacji błony (do ok. +35 mV).

- d) sposoby przedstawienia rzeczywistości w obliczu katastrofy klimatycznej. W raporcie przygotowanym przez BBC został ujawniony największy problem kampanii uświadamiających o ważności problemu. Okazuje się, że stosowane ilustracje np. zdjęcia kominów fabryk zanieczyszczających środowisko nie mają tak potężnego wpływu na świadomość jednostki jak np. fotografia ukazująca straty materialne wśród poszkodowanych w jakimś niszczycielskim żywiole. Łatwiej jest interpretować zagrożenie przez zaznajamianie się ze stratami, które mogą dotknąć człowieka i przez to skłonić do refleksji nad nieprzewidywalnością i tragedią związaną z występowaniem takich katastrof;
- e) postępowanie zgodnie z wyrobionymi nawykami. Świadome lub nieświadomione powielanie szkodliwych zachowań ze względu na przyzwyczajenia. W dalszej perspektywie – zupełna apatia.

Skutki zmian klimatu będą miały nie tylko negatywny wpływ na środowisko, ale również na zdrowie fizyczne i psychiczne, ekonomię oraz społeczeństwo. Po zapoznaniu się z potencjalnymi rezultatami czas wziąć sprawę w swoje ręce i zacząć działać.

Bibliografia

1. GOŚLIŃSKI Jarosław. Najgroźniejsze czynniki rakotwórcze, czyli co powoduje raka. W: *Portal Onkologiczny ZwrotnikRaka.pl* [online] 28.02.2017. Tryb dostępu: <https://www.zwrotnikraka.pl/czynniki-rakotworcze-co-powoduje-raka/>. Stan z dnia 9.10.2020.
2. HARMAN Greg. Your brain on climate change: why the threat produces apathy, not action. W: *The Guardian* [online]. Tryb dostępu: <https://www.theguardian.com/sustainable-business/2014/nov/10/brain-climate-change-science-psychology-environment-elections>. Stan z dnia 9.10.2020.
3. OZIN Geofferey. CO2 on the Brain and the Brain on CO2. W: *Advanced Science News* [online]. 11.10.2016. Tryb dostępu: <https://www.advancedsciencenews.com/co2-on-the-brain-and-the-brain-on-co2/>. Stan z dnia 9.10.2020.
4. RELPH Mridu K. How Climate Change Affects Our Brains. W: *Brain World* [online]. 15.03.2019. Tryb dostępu: <https://brainworldmagazine.com/how-climate-change-affects-our-brains/>. Stan z dnia 9.10.2020.
5. STETKA Bret. Global Warming May Dwindle the Supply of a Key Brain Nutrient. W: *Scientific American* [online]. 19.09.2019. Tryb dostępu: <https://www.scientificamerican.com/article/global-warming-may-dwindle-the-supply-of-a-key-brain-nutrient/>. Stan z dnia 9.10.2020.

CYWILIZACJA KONTRA NATURA



Rozdział III

NAUKI HUMANISTYCZNE

Różni ludzie z różnych krańców świata a wspólne problemy klimatyczne

Wprowadzenie

Katastrofy klimatyczne dotyczą każdej osoby na kuli ziemskiej, bez względu na to, skąd pochodzi i kim jest. Stwierdzenie to podkreśla wagę problemu, z którym aktualnie się mierzymy i który był ignorowany wielokrotnie na przestrzeni lat. Zmiany klimatyczne są prawdziwe, zachodzą w nieposkromionym i pędzącym tempie. Jedynie ludzka świadomość pozostaje niezmienna.

Katastrofy klimatyczne możemy podzielić na trzy kategorie: ekstremalne, lokalne i codzienne. Podział ten stworzono specjalnie na potrzeby tej pracy, gdyż trafnie oddaje skalę oraz częstotliwość oddziaływań tych zmian na nasze życie. Pierwsza z wyróżnionych kategorii odnosi się do katastrof oddziałujących na olbrzymią skalę, o których słyszymy zazwyczaj w telewizji, prasie czy internecie. Są to wydarzenia i zjawiska dobrze nagłaśniane i relacjonowane. Następną odnosi się do katastrof, które można zauważyć lokalnie, na tzw. własnym podwórku. Są one powiązane z wydarzeniami w kraju, mieście, a nawet dzielnicy, w której mieszkamy. Z kolei ostatnia kategoria podkreśla codzienną obecność zmian klimatycznych w naszym życiu, nawet gdy nie do końca jesteśmy tego świadomi. Tym samym podkreślono, że zmiany klimatyczne były, są i będą stale obecne w życiu każdego z nas, bo jest to problem globalny, tzn. dotyczący całej populacji naszej planety.

Praca inspirowana była reportażem Tomasza Michniewicza pt. *Chrobot* [7], dzięki któremu autorka zrozumiała, jak wielkie miała szczęście, rodząc się w Europie. Reportaż unaocznia trudności i realia życia ludzi pozbawionych tego szczęścia. T. Michniewicz przedstawia w nim historię życia sześciorga osób: mieszkańców Ugandy, Kolumbii, Indii, Finlandii, Zimbabwe i Japonii. Ukazuje

¹ Maja Aleksandra Hnatów, III Liceum Ogólnokształcące z Oddziałami Dwujęzycznymi im. Marynarki Wojennej RP w Gdyni.

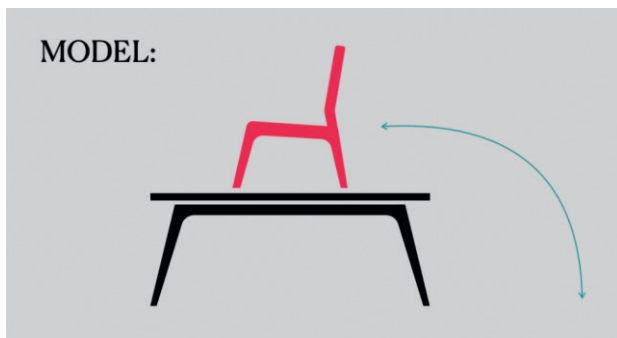
ich problemy, marzenia, aspiracje i zwyczajne życie, jakie wiodą, dzięki czemu uwydatnia różnice i podobieństwa każdego z nich. W pracy odniesiono się do tematu w podobny sposób, jednak ze strony powiązanej z klimatem i tego, jak wiele w naszym życiu od niego zależy, jak chociażby nasze przystosowanie się do funkcjonowania w danych warunkach czy standard życia, jaki w pewien sposób jest również przez niego uwarunkowany.

Przechodząc do omówienia bohaterów każdego z kontynentów, należy zaznaczyć, że my jako Europejczycy żyjemy w „bańce i błogiej nieświadomości”. Ciężko jest porównywać standard i realia życia Europejczyków z jakimkolwiek innym obszarem na kuli ziemskiej. Mimo że w ostatnim czasie coraz więcej mówi się o zmianach klimatycznych i ich negatywnych skutkach i coraz częściej podejmujemy działania, które mają im przeciwdziałać, to nadal nasze czyny nie do końca pokrywają się ze słowami. Człowiek nie interesuje się problemem, dopóki nie dotknie go on bezpośrednio. Tak też jest w tej kwestii – dzięki rozwiniętej technologii komunikowania przekazujemy sobie dziennie niezliczoną ilość informacji i orientujemy się, co aktualnie dzieje się na całym świecie. Jednak te informacje prędzej czy później znikają stłumione przez inne bodźce z naszego najbliższego otoczenia. Nie przejmujemy się tak bardzo katastrofami w Afryce czy Azji i tym, że – dla przykładu – mieszkańcy całej afrykańskiej wioski stracili dach nad głową. Mimo że możemy mieć dla nich głębokie współczucie, to nie wsiadamy od razu w samolot i nie lecimy realnie pomagać poszkodowanym.

Co jeszcze charakteryzuje Europę w obliczu zmian klimatycznych? Z pewnością jest to niezliczona ilość dokumentów podpisywanych przez rzeszę polityków. Dokumenty te można uznać jedynie za słowa rzucane na wiatr i puste obietnice efektywnego działania. Przykładowo, przyjrzyjmy się Celom Zrównoważonego Rozwoju (ang. *Sustainable Development Goals*, SDGs), czyli 17 celom przyjętym przez wszystkie 193 państwa członkowskie ONZ Rezolucją Zgromadzenia Ogólnego 25 września 2015 roku w Nowym Jorku. Cele te dotyczą osiągnięcia równego rozwoju na całym świecie w pięciu obszarach: ludzie (ang. *people*), planeta (*planet*), dobrobyt (*prosperity*), pokój (*peace*), partnerstwo (*partnership*). W obszarze „planeta” możemy odnaleźć wiele punktów odnoszących się bezpośrednio do walki ze zmianami klimatycznymi. Najważniejszy jednak w tych założeniach jest limit czasowy – jest to agenda przewidziana do 2030 roku. W czasie powstania artykułu był rok 2020. Minęła zatem 1/3 czasu i można zauważyć brak większych postępów we wprowadzaniu obiecanych zmian na świecie. Nasuwa

się wniosek, że prawdopodobnie za dziesięć lat również niewiele się zmieni, chyba że faktycznie zmobilizujemy się w działaniu.

Obecny sposób funkcjonowania Europy i radzenia sobie z problemami klimatycznymi można przedstawić za pomocą prostego modelu przedstawionego na rysunku 1. Wyobraźmy sobie stół i stojące na nim krzesło. Krzesło symbolizuje problemy klimatyczne, zaś stół to nasza planeta.



Rys. 1. Model funkcjonowania Europy ws. problemów klimatycznych

Źródło: opracowanie własne

To, co europejscy politycy aktualnie robią, jest patrzeniem na stół i stojące na nim krzesło oraz rozkładaniem wokół niego niezliczonej liczby kartek (tj. dokumentów). Co w takim razie należy zrobić? Odpowiedź wydaje się prosta – należy zdjąć krzesło ze stołu. Potrzebujemy do tego realnych działań, które nie tyle zapobiegałyby zmianom klimatycznym, bo na to *de facto* jest już zwyczajnie za późno (krzesło już stoi na stole), ale poprawiałyby i minimalizowały ich skutki. Wydaje się, że jeśli nie zmienimy wiele w naszym podejściu do walki ze skutkami agresywnie postępujących zmian klimatycznych, to prędzej czy później nogi naszego metaforycznego stołu załamają się pod ciężarem tego krzesła, a my runiemy razem z nim.

Jak w takim razie radzi sobie reszta świata z istniejącymi już problemami i ignorancją ze strony Europy? Według Banku Światowego i jego raportu *Turn down the heat: climate extremes, regional impacts and the case for resilience* [11] zmiany klimatyczne w pierwszej kolejności dotyczą najbardziej nieszczęśliwych mieszkańców Afryki, Azji Południowej oraz Południowo-Wschodniej. W raporcie tym wykazano również tragiczne skutki wzrostu średniej globalnej temperatury o 2°C

i 4°C, czemu prawdopodobnie będziemy musieli stawić czoło w najbliższym czasie. Ludzie na całym świecie już dziś, gdy temperatura podniosła się jedynie o 0,8°C w porównaniu z epoką przedindustrialną, odczuwają skutki zmian klimatu „na własnej skórze”. Sposób, w jaki aktualnie próbujemy zaradzić tym katastrofom, również pozostawia wiele do życzenia, więc można łatwo sobie wyobrazić, jak ogromnymi wyzwaniem będziemy się mierzyć w późniejszym czasie. W dalszej części artykułu zostaną przedstawione pokrótce historie ludzi z pozostałych kontynentów i ogrom nieodwracalnych krzywd, jakie ich spotkały z powodu bierności w stosunku do zmian klimatycznych.

Azja

Abdul Gaffar (rys. 2) jest rybakim pochodzącym z Bangladeszu i mieszkającym na wyspie, która „znika w oczach” zabierana przez wzrost poziomu wody. Niegdyś posiadał trzy akry własnego łądu, miał stabilny dochód i utrzymywał siebie i swoją rodzinę. Morze odebrało mu własny kawałek ziemi, możliwość zarobków i godnego życia. Przez zmiany klimatyczne musiał zmienić swoje życie o 180°. Teraz pracuje dla innych, łowiąc ryby. Jak sam mówi: „Jeśli miałbym pieniądze, żyłbym w zupełnie innym miejscu”. Pragnę zauważyć, że proces podnoszenia się poziomu wód będzie z czasem postępował jeszcze bardziej i więcej ludzi podzieli los Abdula [3].

Z kolei Li Baohua (rys. 3) jest rolnikiem pochodzącym z wioski Xinlong w Chinach, która słynie z uprawy ryżu. On sam posiada rozległe pola ryżowe, które przez wzrost średniej globalnej temperatury nie są już żyzne. Plony, które zbiera teraz, stanowią jedynie 20% tego,



Rys. 2. Abdul Gaffar

Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=XxWd2LeHHOM&t=270s>



Rys. 3. Li Baohua

Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=XxWd2LeHHOM&t=270s>

co mógł zebrać kiedyś z takiego samego kawałka ziemi. W wypowiedzi zamieszczonej na platformie YouTube pokazuje nam na własnej dłoni, jak wysuszone są rośliny i jak bardzo spękana jest ziemia [3].

Afryka

W Afryce z kolei możemy mówić o coraz większej ilości obozów dla uchodźców klimatycznych (rys. 4). Ludzie są zmuszeni uciekać z danych terenów, pozostawiając tym samym cały swój dobytek w miejscu katastrofy klimatycznej. Warto również wspomnieć, jak niebezpiecznym miejscem są obozy uchodźcze, szczególnie dla kobiet – gwałt jest tam codziennym zjawiskiem [1].

W Afryce brakuje również zasobów wody pitnej. Aż 80% chorób tam panujących ma związek właśnie z zanieczyszczeniami wody, a ogromna ilość osób mieszkających na tym kontynencie musi codziennie pokonywać kilka kilometrów do najbliższego źródła czystej wody. Fatuma Abdi Tidane (rys. 5) należy do ofiar braku wody na tym kontynencie. Z bolącym sercem kochającej matki przyznaje, że w okresie ostatniej suszy jej dzieci głodowały, a ona nie mogła temu zaradzić. Straciła również męża, więc stała się jedynym żywicielem i głową rodziny. Takich historii w Afryce jest wiele – ludzie nieustannie umierają z głodu i pragnienia [5].



Rys. 4. Obóz dla uchodźców klimatycznych

Źródło: <https://www.newsecuritybeat.org/2007/07/a-word-of-caution-on-climate-change-and-refugees/>



Rys. 5. Fatuma Abdi Tidane

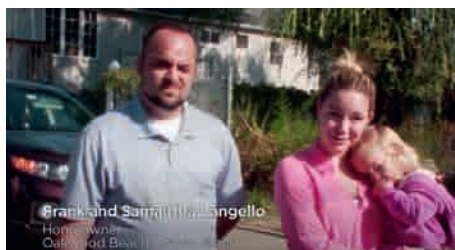
Źródło: <https://www.pieknamilosci.pl/gdy-zabraknie-wody/>

Amerycy Północna

Dużo słyszy się o różnych efektach zmian klimatycznych w Ameryce Północnej, np. o powodziach, cyklonach czy tsunami. Dzieje się tak również za pośrednictwem social mediów, dzięki którym mamy dobry przekaz informacji na temat bieżących katastrof. W przypadku Azji czy Afryki już tak nie jest – informacji

z tych rejonów posiadamy znacznie mniej, dlatego też może sprowadzamy te problemy na dalszy plan.

Na rysunku 6 widzimy amerykańską rodzinę, która straciła dom w wyniku powodzi. Frank Langelo pokazuje zniszczone wnętrze domu, opowiadając, jak poziom wody za oknem powoli podnosił się, aż w końcu zmusił go do ewakuowania własnej rodziny na dach. Na szczęście stan Nowy Jork, w którym mieszkają, odkupi od nich dom i będą mogli zacząć nowe życie w zupełnie innym miejscu. Niestety wielu uchodźców klimatycznych z Afryki czy Azji nie posiada takiego luksusu i przez katastrofy klimatyczne są zmuszeni pozostawić cały swój dobytek i przenieść się w inne miejsce, gdzie zaczynają kompletnie „od zera” [6].



Rys. 6. Amerykańska rodzina Langelo

Źródło: <https://www.youtube.com/watch?v=EyPI6S6Aqxo&list=PLhpiXTYy84UyQispEZVy7RFzWX-VviEnN&index=2>

Ameryka Południowa

Na rysunku 7 zaprezentowano współczynnik rozmieszczenia na świecie przypadków śmierci w obronie klimatu. Co prawda problem ten obecny jest na wielu kontynentach, jednak w Ameryce Południowej jest on najczęściej spotykany.



Rys. 7. Przemoc przeciwko obrońcom środowiska

Źródło: <https://news.mongabay.com/2019/08/latin-america-saw-most-murdered-environmental-defenders-in-2018/>

Według danych z 2018 roku najwięcej przypadków morderstw związanych z obroną klimatu odnotowano w Kolumbii (24), Brazylii (20) i Gwatemali (16) [9]. Zabójstwa te są spowodowane głównie konfliktami dotyczącymi wydobycia surowców. Inne przyczyny to konflikty dotyczące rolnictwa i obrony źródeł wody. Być może powyżej przedstawione liczby nie wydają się szokujące, aczkolwiek zadziwiający zdaje się sam fakt występowania takiego zjawiska.



Rys. 8. Julián Carrillo

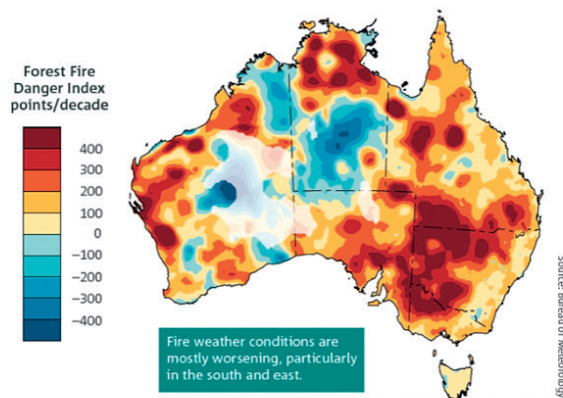
Źródło: <https://www.amnesty.org/en/latest/news/2018/11/la-mortal-defensa-del-bosque-por-julian-carrillo/>

Jest to problem raczej słabo nagłośniony na arenie międzynarodowej.

Julián Carrillo (rys. 8) jest osobą, która odczuła groźby związane z jego działalnością na rzecz klimatu na własnej skórze. Przez ponad 15 lat bronił lasu jako przywódca meksykańskiego stanu Chihuahua. Został zamordowany 24 października 2018 roku. Za życia otrzymał również wiele groźb, a pięciu członków jego rodziny podzieliło jego los. Jego sprawę do dziś nagłaśnia *Amnesty International* [10].

Australia

O pożarach w Australii słyszeliśmy już na początku 2020 roku. Były to jedne z największych w historii tego kontynentu pożary buszu. W ich wyniku zginęły



Rys. 9. Mapa Australii

Źródło: <https://biznesalert.pl/rapacka-czy-pozary-w-australii-beda-lekcja-dla-innych-krajow/>

co najmniej 34 osoby, a 25 tysięcy budynków uległo zniszczeniu. Ogień strawił w sumie 103 tysiące kilometrów kwadratowych buszu [8]. W wyniku tej katastrofy klimatycznej wiele rodzin straciło dach nad głową i cały swój majątek. Na rysunku 9 możemy zobaczyć, jak zmiany temperatury zachodzą na terenie całej Australii. Jak można zauważyć, temperatura wzrasta najgwałtowniej na południu i wschodzie tego kontynentu.

Tysiące ludzi odczuwają skutki ocieplenia klimatu i tym samym mierzą się z groźnymi pożarami w Australii. Przykładem jest Vivian Chaplain, która została ciężko ranna podczas próby obrony swojego domu w Wytaliba, 40 km na wschód od Glen Innes. Zmarła w szpitalu następnego dnia. Zostawiła dwoje dzieci i sześcioro wnucząt, a synowa zapamiętała ją jako „silną kobietę, która zginęła, chroniąc dom i zwierzęta, które kochała” [12].

Antarktyda

Na Antarktydzie najbardziej zauważalnym zjawiskiem klimatycznym jest topnienie lodów i tym samym podnoszenie się poziomu mórz. Stopnienie lodów Antarktydy oznacza podniesienie się poziomu mórz nawet o 70 m. Ponieważ w pracy podjęto problem oddziaływania klimatu bezpośrednio na życie ludzi z różnych zakątków świata, a Antarktyda nie jest kontynentem zaludnionym na stałe, to zagadnienie zostało w tym przypadku pominięte. Należy jednak pamiętać o zwierzętach zamieszkujących tamte tereny i o zagrożeniach, jakie dla nich również niosą skutki globalnego ocieplenia.

Wnioski

Podsumowując, zmiany klimatyczne dotyczą każdego z nas, bez różnicy, skąd pochodzimy i kim jesteśmy. W obliczu katastrof klimatycznych, których doświadczamy już teraz i z którymi będziemy musieli zmierzyć się za jakiś czas, powinniśmy się zjednoczyć i podejmować realne działania, by zdjąć metaforyczne krzesło ze stołu.

W artykule zaprezentowano tragiczne skutki obecnych zmian klimatycznych na życie ludzi z całego świata, podkreślając tym samym trudności i przeciwności losu, z którymi muszą się oni mierzyć. Należy dbać o komfort i poziom życia nie tylko nasz, ale również innych ludzi. Dlatego nie powinniśmy egoistycznie omijać tematyki zmian klimatycznych i ich skutków. Im lepiej zrozumiemy zmiany klimatyczne, tym lepiej się do nich przygotowujemy. Kwestią czasu jest to, że my, Europejczycy, również zostaniemy bezpośrednio dotknięci przez te zmiany, tracąc własny majątek, pracę czy nawet rodzinę.


Bibliografia

1. Africa Portal The Climate Change and Migration in Africa Series. W: *AfricaPortal.org* [online]. Tryb dostępu: <https://www.africaportal.org/features/climate-change-migration-africa-series/>. Stan z dnia 13.11.2020.
2. European Environment Agency. Climate change impacts in Europe. W: *YouTube* [online]. 2018. Tryb dostępu: <https://www.youtube.com/watch?v=jS0ZIUtsQHg>. Stan z dnia 14.11.2020.
3. Climate Reality. The Human Impact of Climate Change: Personal Stories from Bangladesh, India, and China. W: *YouTube* [online]. 2013. Tryb dostępu: <https://www.youtube.com/watch?v=XxWd2LeHH0M&t=270s>. Stan z dnia 13.11.2020.
4. Climate Reality. The Human Impact of Climate Change: Personal Stories from Belize, Bolivia, and Brazil. W: *YouTube* [online]. 2013. Tryb dostępu: <https://www.youtube.com/watch?v=Lv2XxXNqZa8>. Stan z dnia 13.11.2020.
5. Climate Reality. The Human Impact of Climate Change: Personal Stories from Somalia, Ghana, and Kenya. W: *YouTube* [online]. 2013. Tryb dostępu: <https://www.youtube.com/watch?v=Bg9GXLoLpiQ>. Stan z dnia 13.11.2020.
6. Climate Reality. The Human Impact of Climate Change: Personal Stories from U.S. and Mexico. W: *YouTube* [online]. 2013. Tryb dostępu: <https://www.youtube.com/watch?v=EyPl6S6Aqxo&list=PLhpiXTYy84UyQispEZVy7RFzWX-VviEnN&index=2>. Stan z dnia 13.11.2020.
7. MICHNIEWICZ Tomasz. *Chrobot*. Kraków: Wydawnictwo Otwarte sp. z o.o., 2018. ISBN 978-83-7515-494-8.
8. Pożary buszu w Australii (2019–2020). W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia*. Tryb dostępu: https://pl.wikipedia.org/wiki/Pożary_buszu_w_Australii. Stan z dnia z 3.12.2020.
9. PRAELI Yvette Sierra. Latin America saw most murdered environmental defenders in 2018. W: *Mongabay* [online]. 29.08.2019. Tryb dostępu: <https://news.mongabay.com/2019/08/latin-america-saw-most-murdered-environmental-defenders-in-2018/>. Stan z dnia 15.11.2020.
10. SALES Rodrigo. Julián Carrillo defended the forest with his life. W: *Amnesty International* [online]. 28.11.2018. Tryb dostępu: <https://www.amnesty.org/en/latest/news/2018/11/la-mortal-defensa-del-bosque-por-julian-carrillo/>. Stan z dnia 15.11.2020.

11. World Bank. *Turn down the heat: climate extremes, regional impacts and the case for resilience* [online]. Washington, DC: World Bank, 2013. ISBN 978-1-4648-0056-6. Tryb dostępu: https://www.worldbank.org/content/dam/Worldbank/document/Full_Report_Vol_2_Turn_Down_The_Heat_%20Climate_Extremes_Regional_Impacts_Case_for_Resilience_Print%20version_FINAL.pdf. Stan z dnia 15.11.2020.
12. WAHLQUIST C., TAYLOR J., HEPWORTH S., SIDDEEK A. Mothers, daughters, fathers, sons: the victims of the Australian bushfires. W: *The Guardian* [online]. 24.01.2020. Tryb dostępu: <https://www.theguardian.com/australia-news/2020/jan/02/mothers-daughters-fathers-sons-the-victims-of-the-australian-bushfires>. Stan z dnia 15.11.2020.

Proekologia – przymus, zachęta czy potrzeba? Analiza świadomości i potrzeb nastolatków

Wprowadzenie

 Obecnie uważa się, że ekologia to nie tylko dziedzina nauki, ale także sfera życia ludzkiego. Jesteśmy coraz bardziej świadomi ekologicznych potrzeb wynikających z wysoce cywilizowanego trybu życia. Propaguje się ekologiczne produkty żywnościowe czy rozmaite proklimatyczne rozwiązania technologiczne. Nabieramy przeświadczenia, że zaniedbanie tych działań może przynieść katastrofalne skutki. Co jakiś czas na ulice wychodzą aktywiści ekologiczni, nawołując do zmiany trybu życia i postępowania względem środowiska naturalnego. W 2018 roku głośno było o szwedzkiej nastolatce Grecie Thunberg, aktywistce klimatycznej, która zainicjowała strajk uczniów w obronie klimatu. A jakie jest zainteresowanie tym tematem młodzieży w Polsce? Uczniów niepochozących z wielkich metropolii czy miast, ale z pomorskich regionów wiejskich? Skąd czerpią wiadomości na temat ekologii, jakie mają w związku z tym potrzeby? Czy szkoła wspiera ich w pogłębianiu wiedzy i podejmowaniu działań na rzecz środowiska?

Metoda, cel i próba badawcza

W badaniach zajęto się problemem skuteczności i efektywności edukacji proklimatycznej wśród młodzieży w szkole, mając na uwadze głównie zajęcia programowe oraz projekty dodatkowe z zakresu proekologii. W badaniach podjęto próbę ustalenia, jaki wpływ na nastolatków mają akcje dotyczące klimatu organizowane w szkołach. Badanie przeprowadzono za pomocą autorskiej ankiety składającej się z 17 pytań. Respondentami byli uczniowie (łącznie 210 osób) klas 6–8 wybranych szkół podstawowych z powiatu kartuskiego². Ankiety na temat

¹ Lena Jaroszewska, Zespół Kształcenia i Wychowania w Dzierżążnie.

² Badanie przeprowadzono w Szkole Podstawowej w Dzierżążnie (gmina Kartuzy), Szkole Podstawowej nr 2 w Sierakowicach (gmina Sierakowice), w Szkole Podstawowej w Leźnie (gmina Żukowo) i w Szkole Podstawowej nr 2 w Kartuzach (gmina Kartuzy).

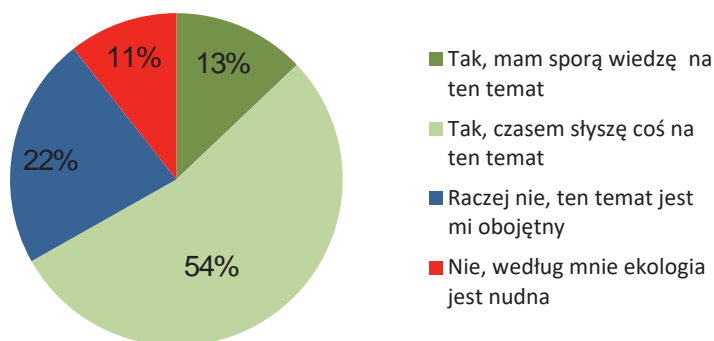
świadomości i potrzeb ekologicznych nastolatków skierowano do młodzieży w wieku 12–14 lat.

Celem badania było sprawdzenie stopnia zainteresowania młodzieży tematem ekologii i klimatu według nich samych. Kolejnym zamierzeniem było sprawdzenie, w jaki sposób odbywa się edukacja ekologiczna w szkołach podstawowych oraz czy podejmowane działania są wystarczające dla uczniów w ich opinii.

Wyniki badań

Na podstawie wyników badań ankietowych określono, czy działania proklimatyczne zachęcają młodych ludzi do dbania o środowisko, czy wręcz przeciwnie – sprawiają, że działają one zniechęcająco. Dokonano wnioskowania, czy zastosowane metody edukacyjne są skuteczne i wystarczające, czy jednak potrzebne są inne sposoby lub przedsięwzięcia. W badaniu wykazano inicjatywę oddolną w zakresie edukacji proklimatycznej, stanowiącą propozycje młodzieży w zakresie działań ekologicznych.

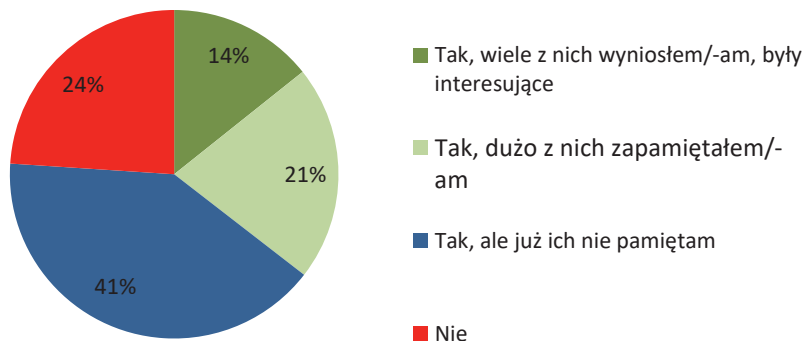
Poniżej zaprezentowano wyniki badań dotyczące wybranych zagadnień ankietowych. Na pytanie ogólne: „Czy interesuje cię temat ekologii?” twierdząco odpowiedziało 67% respondentów, 33% – uznało ten temat za obojętny lub nieciekawy.



Rys. 1. Czy interesuje cię temat ekologii?

Źródło: opracowanie własne

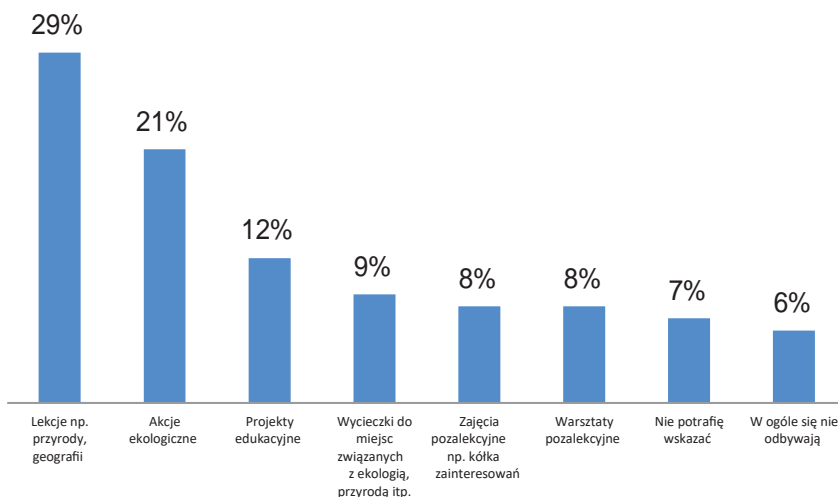
Sprawdzono również, czy uczniowie pamiętają zajęcia proklimatyczne przeprowadzone w szkołach. Na pytanie: „Czy w szkole, do której uczęszczasz, przeprowadzane były zajęcia proekologiczne?” 76% badanych wskazało odpowiedź pozytywną, przy czym 41% stwierdziło, że już nie pamięta ich treści. Natomiast 24% ankietowanych uznało, że zajęć proklimatycznych w ogóle nie było.



Rys. 2. Czy w szkole, do której uczęszczasz, przeprowadzane były zajęcia proekologiczne?

Źródło: opracowanie własne

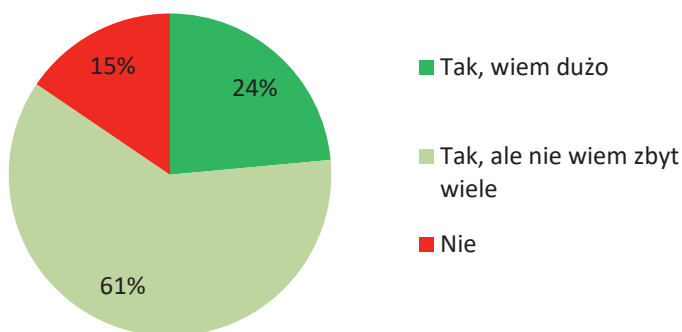
Następne zagadnienie dotyczyło formy, w jakiej najczęściej w szkołach odbywają się zajęcia proekologiczne. Dwadzieścia dziewięć procent badanych uznało, że temat ten jest poruszany na lekcjach przyrody i geografii. Dwadzieścia jeden procent respondentów wskazało akcje ekologiczne, takie jak: sprzątanie świata, zbiórka makulatury, plastikowych nakrętek czy elektrośmieci. Inne odpowiedzi dotyczyły: projektów edukacyjnych (12%), wycieczek do miejsc związanych z ekologią (9%), zajęć pozalekcyjnych, np. kółek zainteresowań (8%) czy warsztatów pozalekcyjnych (8%). Jednocześnie 7% ankietowanych nie potrafiło wskazać takiej formy zajęć szkolnych czy pozaszkolnych, a 6% – uznało, że w ogóle nie miały one miejsca.



Rys. 3. W jakiej formie najczęściej w szkole odbywają się zajęcia z edukacji ekologicznej?

Źródło: opracowanie własne

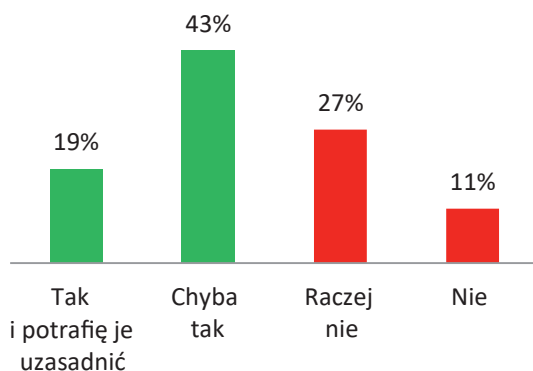
Kolejnym pytaniem zamierzano sprawdzić, czy uczniowie – zdaniem ich samych – posiadają wiedzę na temat ekologii i klimatu. Na pytanie ogólne: „Czy masz wiedzę na temat zmian klimatycznych na świecie?” 85% respondentów stwierdziło, że tak, przy czym 61% z nich nie wie zbyt wiele na ten temat. Piętnaście procent badanych przyznało, że w ogóle takiej wiedzy nie posiada.



Rys. 4. Czy masz wiedzę na temat zmian klimatycznych na świecie?

Źródło: opracowanie własne

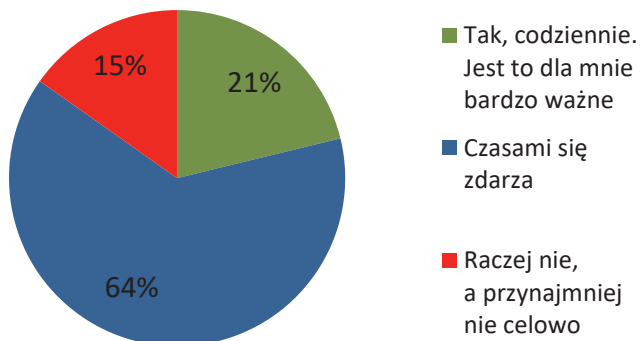
Na następne pytania z powyższego zagadnienia: „Czy jesteś w stanie wypowiedzieć się na temat ekologii i klimatu. Czy masz na ten temat własne zdanie?” 62% respondentów odpowiedziało „tak” lub „chyba tak”, zaś pozostali badani nie posiadają własnego zdania i nie są w stanie wypowiedzieć się na ten temat.



Rys. 5. Czy jesteś w stanie wypowiedzieć się na temat ekologii i klimatu. Czy masz na ten temat własne zdanie?

Źródło: opracowanie własne

Starano się odpowiedzieć na pytanie, czy uczniowie – ich zdaniem – dbają o środowisko? Na pytanie ogólne: „Czy robisz coś dobrego dla środowiska?” 21% respondentów odpowiedziało, że codziennie dba o środowisko, 64% – że czasami, a 15% – że raczej nie, a na pewno nie celowo.

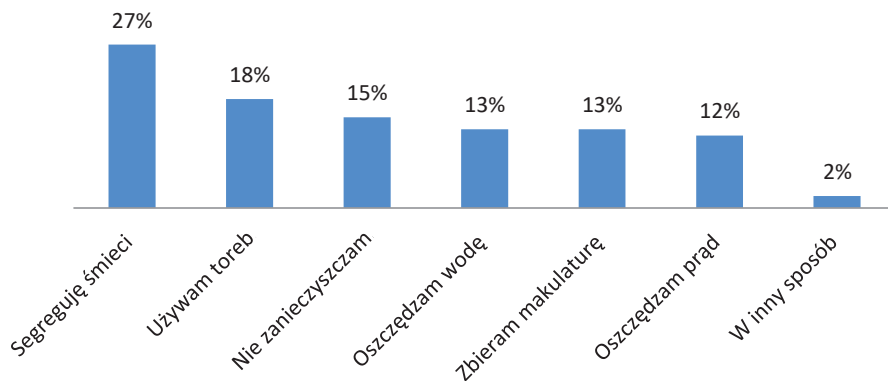


Rys. 6. Czy robisz coś dobrego dla środowiska?

Źródło: opracowanie własne

Kolejny blok tematyczny pytań dotyczył sposobów dbania o środowisko, w szczególności segregacji odpadów, a także świadomości uczniów w zakresie zagrożeń związanych ze śmieciami. Próbowano też dowiedzieć się, skąd młodzież

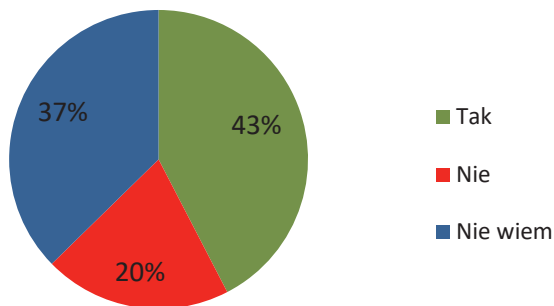
czepie wiedzę na temat odpadów i ich sortowania. Na pytanie: „Jak uczniowie dbają o środowisko naturalne i klimat?” wskazano następujące sposoby: segregowanie śmieci (27%), stosowanie toreb wielokrotnego użytku zamiast reklamówek jednorazowych (18%), niezanieczyszczanie środowiska (15%), oszczędzanie wody (13%), zbieranie makulatury (13%), oszczędzanie prądu (12%), inny sposób (2%).



Rys. 7. W jaki sposób dbasz o środowisko naturalne i klimat?

Źródło: opracowanie własne

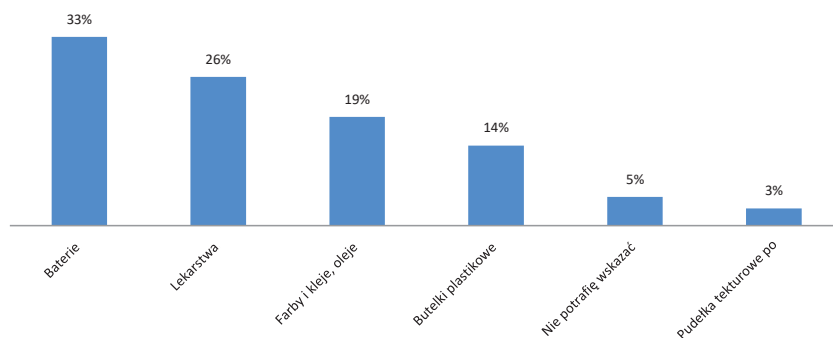
Na pytanie: „Czy uważasz, że odpady są źródłem zagrożenia dla zdrowia twojej rodziny?” 43% ankietowanych odpowiedziało twierdząco, 37% – nie wiedziało, a 20% uznało, że nie są.



Rys. 8. Czy uważasz, że odpady są źródłem zagrożenia dla zdrowia twojej rodziny?

Źródło: opracowanie własne

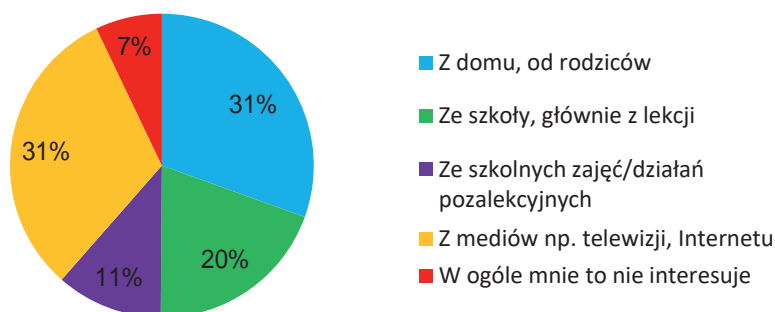
Na pytanie: „Czy wiesz, które z rzeczy używanych w gospodarstwie domowym po wykorzystaniu stają się niebezpiecznymi odpadami?” wskazano kolejno: baterie (33%), lekarstwa (26%), farby, kleje i oleje (19%), butelki plastikowe (14%), pudełka tekturowe po napojach (3%), zaś 5% ankietowanych nie potrafiło wskazać odpowiedzi.



Rys. 9. Czy wiesz, które z rzeczy używanych w gospodarstwie domowym po wykorzystaniu stają się niebezpiecznymi odpadami?

Źródło: opracowanie własne

Jako źródła wiedzy na temat odpadów i segregacji śmieci wskazano kolejno: dom, informacje od rodziców (31%); media, np. telewizję, internet (31%); szkołę, głównie lekcje (20%); szkolne działania, zajęcia pozalekcyjne (11%). Siedem procent badanych uznało, że w ogóle nie są zainteresowani tematem odpadów i ich segregacji.



Rys. 10. Skąd czerpiesz wiedzę na temat segregacji odpadów i śmieci?

Źródło: opracowanie własne

W ostatnim bloku tematycznym poproszono respondentów o podanie propozycji zajęć bądź działań ekologicznych, które byłyby odzwierciedleniem ich potrzeb w tym zakresie. Miało to na celu rozważenie zagadnienia: „Co można zrobić, aby zwiększyć wiedzę i zainteresowanie uczniów tematem ekologii i klimatu?”

Wśród różnorodnych propozycji najczęściej powtarzały się następujące:

- powinno się organizować wyjazdy do miejsc związanych z ekologią, aby uczniowie mogli zobaczyć np. proces przetwarzania czy oczyszczania odpadów lub inne rozwiązania proekologiczne;
- w szkole powinno się częściej poruszać temat segregacji śmieci, a uczniów należy zachęcać do tego działania;
- należy przeprowadzać częstsze rozmowy i dyskusje z uczniami, aby mogli wyrobić sobie własne zdanie na temat klimatu i swobodnie wypowiadać się w tym zakresie;
- powinno się organizować spotkania z ciekawymi ludźmi, autorytetami w dziedzinie ekologii, którzy zachęcą do ochrony środowiska i przekażą ważne wiadomości o zmianach klimatu;
- powinno być więcej dodatkowych, pozalekcyjnych zajęć, akcji, warsztatów i konkursów ekologicznych;
- zajęcia na temat ekologii należy przeprowadzać w sposób jasny, prosty, zrozumiały, energiczny, zabawny, kreatywny i ciekawy, zamiast formy monotonna wykładów;
- powinno być więcej pozalekcyjnych kółek ekologicznych i przyrodniczych oferujących ciekawy program;
- uczniowie powinni mieć możliwość częstszego udziału w zajęciach na świeżym powietrzu, np. podczas godzin wychowawczych;
- częściej niż okazjonalnie powinno się organizować akcje ekologiczne takie jak sprzątanie świata;
- na terenie wszystkich szkół należy umieścić pojemniki do segregowania śmieci, a nawet przetwarzania niektórych odpadów;
- powinno być widoczne i odczuwalne większe zaangażowanie ze strony szkoły i nauczycieli, gdyż dzieci i młodzież potrzebują wzorca do naśladowania.

Wnioski i podsumowanie

Z analizy powyższych odpowiedzi wynika, że proekologia jest dla młodzieży zdecydowanie potrzebą, a nie przymusem. Uczniowie są zainteresowani tematem klimatu i ochrony środowiska, jednak brakuje im wiedzy i zachęty do działania,

których nie otrzymują w szkole. Należy podkreślić, że źródłem wiedzy nastolatków na temat ekologii są przede wszystkim rodzice oraz media. Przy czym trzeba zaznaczyć, że respondentom zależy na posiadaniu własnego zdania, chcieliby móc swobodnie, ale rzeczowo wypowiadać się na tematy związane z proekologią. Warto zauważyć, że w szkołach odbywają się proklimatyczne zajęcia lekcyjne i pozalekcyjne, ale nie zapadają one uczniom w pamięć. Tu można wskazać kilka powodów: mają one miejsce zbyt rzadko, nie są dla uczniów ciekawe ani motywujące. Oczekuje się, że szkoła zaoferuje interesujące dla młodzieży działania ekologiczne od warsztatów i konkretnych przedsięwzięć poczynając (np. umieszczenie na terenie wszystkich placówek wielu pojemników do segregacji śmieci), przez spotkania czy pogadanki ze specjalistami i autorytetami w dziedzinie ekologii, aż po wyjazdy do miejsc związanych z ochroną środowiska (np. przetwarzania odpadów, produkcji technologii fotowoltaicznych, elektrowni wiatrowych itp.).

Można zatem dostrzec, że – według respondentów – zadaniem szkoły powinno być większe zaangażowanie w rozpowszechnianie wiedzy o ekologii, a podejmowane działania proklimatyczne należy przeprowadzać tak, aby były one przykładem, motywacją i inspiracją dla młodzieży.

Bibliografia

1. PISEK, Justyna. *Budowa kwestionariusza ankiety – przygotowanie do przeprowadzania badań ankietowych – scenariusz szkolenia dla studentów* [online]. 1.06.2009. Tryb dostępu: http://e-pedagogiczna.edu.pl/upload/file/dzialalnoscetu/ANKIETA-szkolenie_dla_student_363w.pdf. Stan z dnia 20.10.2020.
2. SOŁOMA, Luba. *Metody i techniki badań socjologicznych: wybrane zagadnienia*. Olsztyn: Wyższa Szkoła Pedagogiczna, 1997. ISBN 83-85513-63-9.

Kapitalizm a ekologia. Przypadek filmu *Planet of the Humans* Gibbsa, Zehnera i Moore'a

We współczesnym kapitalizmie nie jest możliwa realna ochrona zasobów planety. Za korzyściami płynącymi z odnawialnych źródeł energii kryją się większe straty z ich przemysłowej produkcji (na której zarabiają wielkie koncerny). Takie tezy stawiają autorzy filmu *Planet of the Humans* (2020): reżyser i producent Jeff Gibbs, producent Ozzie Zehner oraz producent wykonawczy i promotor filmu Michael Moore. Ale każdy, kto choć trochę zna twórczość tego ostatniego (jednocześnie nieprzejednanego wroga turbokapitalizmu) – twórczość pełną retorycznych uproszczeń, czasem manipulacji [4] – musi w sposób ostrożny podchodzić do promowanych przez niego tez.

Drogą Michaela Moore'a

Jeff Gibbs – wcześniejszy producent kilku filmów Moore'a – jest zapalonym ekologiem, od najmłodszych lat walczącym o ochronę środowiska i naszego globu. Ozzie Zehner (drugi producent filmu) to badacz zmian klimatycznych oraz krytyk technologii produkcji tzw. zielonej energii, czemu dał wyraz w książce *Green Illusions: The Dirty Secrets of Clean Energy and the Future of Environmentalism* [2], zbieżnej z treścią analizowanego filmu. Jest także jednym z głównych ekspertów wypowiadających się w tym obrazie. Nazwisko Michaela Moore'a znane jest wielu kinomanom, ale także fanom amerykańskiej telewizji, bo jest to osobowość telewizyjna, autor kilku popularnych swego czasu programów. Zwykle nawet miłośnicy kina nie pamiętają nazwisk twórców filmów dokumentalnych. Reżyserów fabuł zapamiętujemy dużo łatwiej, ale nazwisko Moore'a przebiło się do świadomości odbiorców. Stało się tak także dlatego, że jego najbardziej znane długometrażowe dokumenty, jak *Roger i ja* (1989), *Zabawy z bronią* (2002),

¹ Dr hab. Krzysztof Kornacki, prof. Uniwersytetu Gdańskiego.

Fahrenheit 9/11 (2004), *Chorować w USA* (2007) posiadają widowiskowe cechy kina fabularnego; gromadziły w kinach miliony widzów i zdobywały najwyższe nagrody, w tym Oscara (*Zabawy z bronią*) oraz Złotą Palmę na najważniejszym festiwalu sztuki filmowej, co ciekawe, kina fabularnego, w Cannes (*Fahrenheit 9/11*). Jednocześnie M. Moore jest, jak wspomniano, zapiekłym wrogiem kapitalizmu, co nie mogło pozostać bez wpływu na stosunek do „przemysłu ekologicznego”. Wydaje się niemożliwym, aby tak silna osobowość producenta wykonawczego nie wpłynęła na treść dokumentu J. Gibbisa oraz na jego formę.

Autorzy filmu podjęli bezprecedensową decyzję w sprawie jego dystrybucji – udostępnili go za darmo na platformie YouTube, na dodatek 21 kwietnia 2020 roku, w przeddzień 50. rocznicy pierwszego Dnia Ziemi². Traktowali więc swoje działania bardzo ideowo, a w myśleniu o tym projekcie imperatyw społecznego aktywizmu silniejszy był niż ekonomiczny. Zależało im bowiem nie tylko na jak największej widowni, ale także na sprowokowaniu społecznej zmiany (takie są zresztą założenia wszystkich filmów i działań M. Moore’a, w których aktywność artystyczna łączy się nierozdzielnie z aktywnością społeczną i polityczną, co nie znaczy, że M. Moore godnie na niektórych swoich produktach nie zarobił³). Warto podkreślić ten silny rys ideowy w zachowaniu autorów filmu, bowiem aktywizm nie zawsze idzie w parze ze zdystansowanym namysłem nad problemem i próbą jego obiektywizacji. To zresztą kolejna z cech twórczości M. Moore’a, a jednocześnie jeden z najczęściej atakowanych jej aspektów. Niejednokrotnie da się bowiem usłyszeć i przeczytać, że filmom M. Moore’a blisko do propagandy. Takich określeń używają zwłaszcza jego ideowi przeciwnicy reprezentujący wrażliwość konserwatywną; ale także zwolennicy lewicowych poglądów autora *Zabaw z bronią* zwracają uwagę na elementy manipulacji w jego kinie [10, s. 111–113].

Film J. Gibbisa utrzymany jest w, charakterystycznej także dla M. Moore’a, formule dokumentalizmu osobistego, w którym reżyser jest zarazem reporterem i narratorem filmu, mocno eksponującym swoje „ja” (biografię, myśli, uczucia). Jak dowiadujemy się z filmu, J. Gibbs jako ekolog od wielu lat uczestniczył w różnych

² Do połowy listopada 2020 roku film miał 10,5 miliona wyświetleń. Warto dodać, że na YouTube „pojawiał się i znikał” ze względu na zarzuty dotyczące naruszenia praw autorskich [zob. pozycja nr 12 w bibliografii]. W momencie pisania tych słów (15 grudnia 2020 roku) filmu ponownie nie ma kanale producentów, ale znaleźć go można na innych kontaktach, np. na tym <https://www.youtube.com/watch?v=5PMNsXrpcEE&t=2085s>.

³ Dla przykładu *Zabawy z bronią* przyniosły 58 milionów dolarów przychodu, a *Fahrenheit 9/11* – niebotyczną dla wyników kina dokumentalnego kwotę 222 milionów dolarów.

działaniach i ruchach na rzecz ochrony środowiska. Wierzył też niezłomnie w odnawialne źródła energii (OZE) – „zieloną energię”. Doszedł jednak do wniosku, że się pomylił. W filmie tę zmianę ilustruje jedna z pierwszych scen, w której J. Gibbs uczestniczy w koncercie muzycznym o tematyce ekologicznej i konstatuje, iż wbrew zapewnieniom organizatorów elektryczność dostarczana na scenę nie pochodzi z ogniw słonecznych, ale z agregatu spalinowego oraz ze zwykłego przyłącza do sieci energetycznej, czyli z paliw kopalnych. Trudno rozstrzygnąć, czy rzeczywiście to ten moment zadecydował o zmianie w podejściu J. Gibbsa. Wydaje się to mało wiarygodne (wygląda to zresztą na charakterystyczną dla kina M. Moore’a ustawkę), ale z punktu widzenia dramaturgii to świetna ekspozycja. Autor wchodzi bowiem za kulisy nie tylko tej konkretnej sceny muzycznej, ale niejako także całego „przemysłu ekologicznego”. Od tego momentu film J. Gibbsa jest wyprawą „w głąb króliczej nory” – serią kolejnych sekwencji, gromadzącą przesłanki i stawiającą tezy przeciwko produkcji odnawialnych źródeł energii.

Produkcja OZE jest zła

Jakie zarzuty wobec produkcji OZE mają J. Gibbs, ale też, często wypowiadający się w filmie, O. Zehner? Otóż produkowanie OZE:

- generuje zbyt duże koszty dla środowiska naturalnego (większe niż korzyści), np. spalanie biomasy czy produkcja biopaliw (etanolu) z kukurydzy i trzciny cukrowej odbywa się kosztem lasów;
- nie przynosi ograniczenia zużycia paliw kopalnych (produkcja i/lub rozruch OZE potrzebuje paliw kopalnych, a węgiel zostaje zastąpiony gazem);
- wydatkowana energia z paliw kopalnych na wyprodukowanie OZE (paneli słonecznych, farm luster, elektrowni wiatrowych itd.) jest większa niż uzyskiwana;
- zwiększa zużycie niebezpiecznych pierwiastków, energochłonnych minerałów czy stopów, np. kwarcu, polimerów, kobaltu, grafitu, węgla, stali, niklu, heksafluorku siarki, miedzi, litu, cyny i innych;
- najbardziej interesuje kapitalistów – nadal produkują technologię i zwiększają zyski, ale „w szlachetnym celu”.

Autorzy filmu nie stawiają jedynie diagnozy, ale podpowiadają także remedium. Jak mówi J. Gibbs w komentarzu: „nie dwutlenek węgla niszczy planetę, ale my”. Konkretnie zaś – nasza cywilizacja i styl życia. Najważniejszymi bowiem przyczynami gwałtownie degradowanego środowiska naturalnego są – zdaniem autorów – rosnące w postępie geometrycznym przeludnienie oraz konsumpcyjny

styl życia. Zarówno to pierwsze, jak i to drugie wymusza zwiększoną produkcję, by wyżywić wzrastającą liczbę ludności, ale także by zaspokoić nieustanny przymus produkowania nowych przedmiotów, za który odpowiada turbokapitalizm generujący i zaspokajający jednocześnie pozorne w swej istocie potrzeby konsumpcyjne. Jak mówi w filmie jeden z ekspertów: „There are too many human beings, using too much, too fast”⁴. Co więc należy zrobić? Odpowiedź jest prosta: *less is more*. Mniej ludzi i mniej konsumpcji.

Pojawia się pytanie: jeśli – jak przekonują autorzy – negatywne koszty wytwarzania technologii OZE są tak oczywiste, to dlaczego większość organizacji ekologicznych nie protestuje przeciwko takiemu stanowi rzeczy? I tutaj autorzy rzucają mocne oskarżenie: bo zostali kupieni przez kapitalistów, wielkie koncerny, grupy kapitałowe, banki, które wprost lub pośrednio (przez różne fundacje, granty, projekty) finansują te organizacje. Taka diagnoza wpisuje się w antykapitalistyczne myślenie M. Moore’a i J. Gibbisa, ale wzbudza też największe wątpliwości czujnego widza: czy rzeczywiście środowiska ekologiczne nie dostrzegają tego finansowego uwikłania? Czy panuje zmowa milczenia? Czy promotorzy ruchu i liderzy organizacji ekologicznych wszyscy (a przynajmniej w swej większości) to hipokryci? To już brzmi jak teoria spiskowa, której należy się uważniej przyjrzeć, pamiętając, jak wspomiano, o ideowych preferencjach i skłonnościach do uproszczeń w kinie M. Moore’a. To zresztą także stała cecha jego twórczości: fałszowi i iluzji (które demaskuje Moore) przeciwstawiane jest proste rozwiązanie, które ma spowodować, że wszystkie problemy zostaną naprawione i naprostowane (idealizm M. Moore’a i J. Gibbisa odznacza się taką utopijną cechą).

Zarzuty ekologów

W kontekście wątków zaprezentowanych w filmie J. Gibbisa, M. Moore’a i O. Zahnera interesującym jest też przyjrzenie się, jak na film zareagowały środowiska ekologiczne, recenzenci w ten lub inny sposób związani z walką o klimat. Na ogół krytycznie lub bardzo krytycznie. Oczywiście, stosując logikę autorów filmu, można by napisać: „uderz w stół, a nożyce się odezwą”. Ekolodzy nie są zainteresowani, aby ujawniać ich tajemnice. Ale w krytycznych artykułach pojawiają się konkretne przykłady kwestionujące zarówno elementy faktografii zawartej w filmie, jak i sposobu jej wykorzystania dla stworzenia sugestywnego

⁴ Tłum. z ang. „Jest zbyt wielu ludzi, którzy zużywają zbyt wiele, zbyt szybko”.

wyvodu. Warto przyjrzeć się niektórym zarzutom ze świadomością, że to tylko wybór, choć, jak można sądzić, miarodajny do oceny merytorycznej rzetelności filmu *Planet of the Humans* [1, 5, 9, 11]⁵.

Pierwsza grupa zarzutów koncentruje się wokół nieaktualności danych. Niektóre z nich pochodzą bowiem sprzed dekady (wydaje się, że jest to konsekwencja przejęcia tez z książki O. Zehnera, która ukazała się w 2012 roku), na przykład obniżają aktualną sprawność ogniw fotowoltaicznych (która jest dziś wyższa niż podane w filmie niespełna 8%), wydajność akumulatorów (a więc też zasięgi) samochodów elektrycznych (w tym Chevroleta). W ostatnich latach w innych państwach globu dochodzi do znacznego obniżenia produkcji energii z paliw kopalnych, np. w Wielkiej Brytanii spadła ona o połowę. „Według rządowych prognoz do 2025 roku mniej więcej połowa brytyjskiej elektryczności będzie pochodzić ze źródeł odnawialnych, a ilość spalanego gazu spadnie o kolejne 40%” [5]. To tylko kilka z licznych przykładów nieaktualności danych przywołanych w filmie.

Kolejny aspekt wyvodu autorów to wybiórczość, pominięcia informacji, które prowadzą do uproszczeń i tendencyjnych ocen. Dla przykładu: turbiny słoneczne – jak przekonują autorzy – szybko się zużywają, ale nie zużywa się uzupełniająca je (otaczająca turbiny) infrastruktura. Liczba ludności świata rzeczywiście gwałtownie przyrasta, co roku o 1%, ale konsumpcja rośnie jeszcze szybciej, bo corocznie aż o 3%, co oznacza, że ważniejszy niż problem przeludnienia, charakteryzujący przede wszystkim państwa tzw. Trzeciego Świata, jest problem nadmiernej konsumpcji krajów wysokorozwiniętych. J. Gibbs mówi w komentarzu, że wśród liderów ruchów ekologicznych znalazł tylko jednego, który zdecydowanie odrzuca wykorzystywanie biomasy i biopaliw. Tymczasem to kateryczne stwierdzenie – samo w sobie już mało prawdopodobne – krytykuje George Monbiot, pisząc: „Praktycznie nie znam wśród liczących się w środowisku proekologicznym osób nikogo, kto uważałby generowanie prądu z biomasy za rozsądne rozwiązanie” [5]. Ponadto ekolodzy nie walczą tylko o „zieloną energię”, ale także z nadmiernym spożyciem i przeludnieniem. Krytycy filmu przypominają także, że paliwa kopalne coraz bardziej się wyczerpują i w dłuższej perspektywie czasowej nie ma alternatywy, trzeba rozwijać OZE lub energię atomową. Nie wspomina się także o tym, że z energii, którą człowiek wytwarza, duża jej ilość jest marnowana. Jak przekonuje fizyk jądrowy i klimatolog

⁵ Dla skonstruowania listy zarzutów wykorzystano kilka wskazanych w bibliografii artykułów bez używania za każdym razem odnośników, z wyjątkiem cytowań.

Marcin Popkiewicz: „Nie ma żadnych przeciwwskazań, żebyśmy zużywali jedną czwartą energii, którą zużywamy obecnie i żyli lepiej niż teraz” [9]. W filmie nie pada też informacja, iż w ostatniej dekadzie coraz mocniej rozwijane były samochodowe usługi sharingowe, a wielu ludzi przesiadło się na rowery; coraz skuteczniej odzyskiwane są też surowce (a nie tylko składowane na wysypiskach lub spalane). Oczywiście, można by bronić pewnych pominięć, gdyż nie da się w półtoragodzinnym filmie zmieścić wszystkich informacji, ale nie sposób nie zauważyć, że owe pominięcia czy uproszczenia wyraźne „służą” linii argumentacyjnej autorów filmów (można więc podejrzewać, że nie były przypadkowe). Najmocniejszym zarzutem sformułowanim przez krytyków są te o mówieniu nieprawdy. I tak, wbrew temu co sugeruje film, „[p]anel słoneczny wytwarza przeciętnie 26 jednostek energii odnawialnej na każdą jednostkę energii z paliw kopalnych, jaką trzeba było zużyć do wyprodukowania i zainstalowania tego panelu. Dla turbin wiatrowych ten wskaźnik wynosi 44 do 1” [5]. Zaś terminala gazu ziemnego ze Stanów Zjednoczonych, który pokazano w obrazie, nie zbudowano w Niemczech, ale w Turcji.

Krytyków drażniła także – granicząca z naiwnością, choć prawdopodobnie świadomie założona – jednostronność oceny. Prawdą bowiem jest, że do produkcji paneli, turbin i baterii do samochodów elektrycznych wykorzystuje się niebezpieczne pierwiastki, ale jak pisała Agata Rzędowska: „nie wiem [...], dlaczego reżyser myślał, że technologie OZE powstają bez szkód dla planety. Przecież nie są utkane z włosia z ogona jednorożca, nie skleity ich krople rosy” [11]. Zawsze bowiem istnieją plusy i minusy dużych technologii. Jak mówił Marcin Popkiewicz: „Żeby było jasne – wszystkie wielkoskalowe źródła energii są problematyczne. Niestety, i paliwa kopalne, i wiatr, i biomasa, i energetyka wodna, i atom – ze wszystkimi są takie czy inne problemy. OZE to nie jest wyłącznie jasna strona mocy – mają rozliczne problemy. Ale autorzy podeszli do tego bardzo tendencyjnie” [9].

Tendencyjny film dokumentalny?

Nasuwa się pytanie: Czy tendencyjność i brak obiektywizmu jest dopuszczalna w kinie dokumentalnym? Teoretycy tego rodzaju filmowego nie mają wątpliwości: oczywiście tak [6, s. 13–43; 8, s. 53–66]. Najważniejszą cechą kina dokumentalnego nie jest bowiem – wbrew powszechnym przekonaniom – zdystansowana relacja do (o) rzeczywistości, ale fakt, że twórca wykorzystuje do budowania swojego przekazu materiał niefikcyjny, czyli obrazy prawdziwej rzeczywistości, praw-

dziwych, realnie istniejących „pod swoim nazwiskiem” ludzi, zjawisk itp. Film dokumentalny definiowany jest więc przede wszystkim przez materiał, z którego jest zbudowany [7, s. 253, 8, s. 40–42], a co z tego zostanie skonstruowane, jaki przekaz – zależy od woli twórcy⁶. Filmowy dokumentalizm może się więc zbliżać do obiektywizmu, tzn. wykorzystywać procedury obiektywizacji przekazu: gromadzić jak największą ilość dowodów i argumentów, konfrontować je ze sobą, różnicować źródła, ostrożnie stawiać tezy. Ale może też być (bardzo) subiektywny w konstruowaniu wyводу. Taki jest też film J. Gibbisa, O. Zehnera, M. Moore’a, chociaż wiemy o tym dzięki porównaniu ekranowego wyводу z danymi spoza filmu. Narrator bowiem w żadnym fragmencie filmu nie zastrzega, że to tylko jego opinia, że może się myli, że może trzeba to jeszcze dokładnie sprawdzić. Ale taka jest, opisana już wcześniej, specyfika działań aktywisty, dla którego cel, w tym przypadku przekonanie do zmiany społecznej przy pomocy filmu, uświęca środki.

Współczesne filmowe dokumenty bywają także bardzo osobiste, tzn. prezentują autora i jego losy. Paradoksalnie może to wpływać na siłę oddziaływania filmu, bowiem zaangażowanie autora-narratora w problem (fakt, że był i jest ekologiem, że swoje życie – jak przekonuje – poświęcił walce o ratowanie Ziemi) ma siłę świadectwa, które może zwiększać wiarygodność przekazu i przeważać w staraniach o uwagę i akceptację widza, zwłaszcza takiego, który zaprezentowanych faktów nie sprawdza. Przyczyną zwiększenia stopnia emocjonalnego zaangażowania widza może być także widowiskowość filmu dokumentalnego. Jeszcze do niedawna słowo „widowiskowość” było nieadekwatne do opisu kina dokumentalnego, bowiem zamiast z twardym, naukowym dyskursem (z jakim go łączono) kojarzyło się z kinem fabularnym (fikcyjnym) i z rozrywką, czyli z czymś, z czym potocznie kojarzyć się nie powinno. Także w tej sferze w praktyce i teorii dokumentalizmu zaszły radykalne zmiany [3]. Filmy M. Moore’a są na ogół widowiskowe – wykorzystują bardzo zróżnicowane materiały wizualne, jak wywiady – czasem w emocjonującej formule śledczej – zdjęcia plenerowe, fragmenty informacyjnych programów telewizyjnych, reklam, filmów promocyjnych, fabularnych, animowanych, filmów amatorskich; są dynamicznie zmontowane i udźwiękowione. Czy taka jest też *Planet of the Humans*? Nie we

⁶ Trzeba jednak zastrzec, że definiowanie dokumentalizmu jest sprawą bardziej skomplikowaną. Więcej dla zainteresowanych w rozważaniach Mirosława Przyłipiaka (pozycja nr 8 w bibliografii, s. 17–87).

wszystkich partiach filmu, ale można dostrzec starania autorów, aby uwagę widza trzymać „krótko na smyczy”. Potwierdzeniem tego jest świetna sekwencja montażowa prezentująca skutki uboczne produkcji paneli słonecznych (kaskada atrakcyjnie udźwiękowionych zdjęć filmowych prezentująca toksyczne i niezdrowe substancje potrzebne do produkcji OZE, wydobywane i przetwarzane często z narażeniem zdrowia).

Zysk czy strata?

Planet of the Humans jest więc, jak się rzekło, filmem aktywistów, wywodem z wyraźną tezą, do której przekonują nas autorzy poprzez własne doświadczenia, intelektualne uproszczenia oraz poetykę filmu korzystającą z dynamicznych rozwiązań montażowych. Czy to źle? Zależy od widza, od jego kulturowych kompetencji i poglądów. Dla odbiorcy świadomego zarówno w sferze filmowego dokumentalizmu, jak również interesującego się problematyką ekologiczną (w tym dla proekologicznego aktywisty) obraz ten mógł/może przynieść pożytek. Gdyby film starał się obiektywizować problem OZE, np. w powszechnie używanej, choć dramaturgicznie dość nudnej, formule „gadających głów”, z wypowiedziami ekspertów prezentujących odmienne racje, debata wokół OZE odbyłaby się niejako wewnątrz filmu. W tej jednak konkretnej sytuacji została przeniesiona na poziom zewnątrztekstowy, a film był tylko jedną ze stron owej debaty. Krytykujący go aktywiści ekologiczni uzupełniali informacje, które nie pojawiły się w filmie lub prostowali te, które się w nim znalazły. Tendencyjna jednostronność dokumentu stała się medialną prowokacją (przypomnijmy sobie w tym kontekście datę opublikowania filmu), która zwiększyła nie tylko społeczny zasięg, ale zmusiła także do aktywnej reakcji tych, którzy się na nią nie godzą (nikt nie chce swojej pracy i przekonań bez namysłu „wrzucić do kosza”). Paradoksalnie więc dla środowisk proekologicznych filmu J. Gibbisa, O. Zehnera, M. Moore’a nie należy rozpatrywać (jedynie) w kategoriach strat, ale (także) korzyści wynikających z konieczności przemyślenia i/lub przeformułowania swoich poglądów (a czasem też działań). Nie ma bowiem nic gorszego w sferze tak ważnej jak ochrona środowiska niż rutyna, bo śpiewając w jednym chórze („chrońmy Ziemię!”), warto wiedzieć, co i dlaczego się śpiewa.

Jeśli niektóre z tez filmu J. Gibbisa postawić w formie pytań, to stają się one retoryczne: Czy nie istnieją zagrożenia ze strony agresywnych korporacji nastawionych na zysk? Czy zmniejszenie konsumpcji nie powinno przynieść skutków proekologicznych? Czy można naiwnie sądzić, że produkcja OZE nie generuje

kosztów? Czy organizacje pozarządowe nie są narażone na lobbing darczyńców? Jak wspomniano, są to pytania retoryczne, ale film *Planet of the Humans* zmusił do ich artykulacji i przemyślenia.

Inaczej sprawy się mają w odniesieniu do odbiorcy mającego stereotypowe podejście do filmowego dokumentalizmu, nadmiernie wierzącego w ten niefikcyjny rodzaj kina i/lub nieinteresującego się problematyką ekologiczną. Obraz ten, stając się głównym źródłem informacji, może zbudować negatywny stereotyp „falszywych OZE”, „złego kapitalizmu” i winy państw Trzeciego Świata (tych, w których przyrost zaludnienia jest największy). Najwięcej na takim obrazie skorzystać zaś mogą tzw. klimatyczni negacjoniści, wywodzący się głównie ze środowisk konserwatywnych, którzy kwestionują wpływ działań ludzkich na klimat. Z perspektywy swojego proekologicznego zaangażowania J. Gibbs i O. Zehner powinni byli się zastanowić, czy obrana przez nich strategia rozpoczęcia publicznej debaty nt. OZE, w tym przez bezpardonowy atak na organizacje proekologiczne jako sprzedajnych hipokrytów, była najwłaściwszą. Pod względem siły przekonywania nie ma bowiem nic lepszego dla wrogów (jakiejś idei) niż dawni wyznawcy, którzy tracą wiarę. „Skoro nawet oni to kwestionują...” – z takiego argumentu skorzysta każdy przeciwnik intensywnych działań proekologicznych. Chodzi więc o to, by walcząc z rutyną działań, mówiąc kolokwialnie, „nie wylewać dziecka z kąpielą”.

Bibliografia

1. GEARINO Dan. Inside Clean Energy: 6 Things Michael Moore’s “Planet of the Humans” Gets Wrong. W: *Inside Climate News* [online]. Tryb dostępu: <https://insideclimatenews.org/news/30042020/inside-clean-energy-michael-moore-planet-of-the-humans-review/>. Stan na dzień: 15.12.2020.
2. Green Illusions. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: https://en.wikipedia.org/wiki/Green_Illusions/. Stan na dzień 15.12.2020.
3. JAZDON Mikołaj. Film dokumentalny – rock and roll naszych czasów. W: *edukacjafilmow.pl* [online]. Tryb dostępu: <http://edukacjafilmowa.pl/film-dokumentalny-rock-and-roll-naszycz-czasow/>. Stan z dnia 15.12.2020.
4. KLEJSA Konrad. Populizm w multipleksie. Polityka i estetyka filmów Michaela Moore’a. W: RODE Dagmara, PIENKOWSKI Marcin (red.). *Metody dokumen-*

- talne w filmie*. Łódź: Wydaw. Biblioteki Państwowej Wyższej Szkoły Filmowej, Telewizyjnej i Teatralnej, 2013, s. 239–303. ISBN 978-83-87870-53-9.
5. MONOBIOT George. *Biali i bogaci widzą nadzieję w masowym wymieraniu*. Tłum. Marek Jedliński. W: „Krytyka Polityczna” [online]. Tryb dostępu: <https://krytykapolityczna.pl/serwis-klimatyczny/monbiot-planeta-ludzi-winni-ci-ktorzy-sie-rozmazaja/>. Stan na dzień 15.12.2020.
 6. NICHOLS Bill. Typy filmu dokumentalnego. W: RODE Dagmara, PIENKOWSKI Marcin (red.). *Metody dokumentalne w filmie*. Łódź: Wydaw. Biblioteki Państwowej Wyższej Szkoły Filmowej, Telewizyjnej i Teatralnej, 2013, s. 13–43. ISBN 978-83-87870-53-9.
 7. PRZYLIPIAK Mirosław. Dokumentalny film. W: LUBELSKI Tadeusz (red.). *Encyklopedia kina*. Kraków: Wydaw. Biały Kruk, 2003. s. 253. ISBN 83-88918-33-8.
 8. PRZYLIPIAK Mirosław. *Poetyka kina dokumentalnego*. Gdańsk: Wydaw. Uniwersytetu Gdańskiego; Słupsk: Wydaw. Pomorskiej Akademii Pedagogicznej w Słupsku, 2004. ISBN 83-7326-254-7.
 9. ROGALA Barbara. Czy warto obejrzeć nowy film Michaela Moore’a „Planet of the Humans”? „Jest kilka cennych diagnoz, ale robi wodę z mózgu” – ocenia Marcin Popkiewicz. W: *300gospodarka.pl* [online]. Tryb dostępu: <https://300gospodarka.pl/300klimat/czy-warto-obejrzec-nowy-film-michaela-moorea-planet-of-the-humans-jest-kilka-cenny-diagnoz-ale-robi-wode-z-mozgu-ocenia-marcin-popkiewicz>. Stan na 15 grudnia 2020 roku.
 10. RUTKOWSKA Teresa. W kierunku kina performatywnego. Od Luisa Buñuela do Michaela Moore’a. „Kwartalnik Filmowy” 2008, nr 60, s. 98–113. ISSN 0452-9502.
 11. RZĘDOWSKA Agata. „Planet of the Humans”, czyli malując Amerykę na zielono. Recenzja filmu. W: *green-news.pl* [online]. Tryb dostępu: <https://www.green-news.pl/1008-planet-of-the-humans-recenzja-filmu>. Stan na dzień 15.12.2020.
 12. WATTS Jonathan. Michael Moore film Planet of the Humans removed from YouTube. W: *The Guardian* [online]. Tryb dostępu: <https://www.theguardian.com/film/2020/may/26/michael-moore-film-planet-of-the-humans-removed-from-youtube>. Stan na dzień 15.12.2020.

Wpływ wyborów żywieniowych na środowisko

Wprowadzenie

Dyskusja o globalnym ociepleniu i sposobach jego zwalczania bardzo często skupia się na odejściu od paliw kopalnych i przejściu na energię odnawialną, podatku węglowym, ratowaniu lasów i sadzeniu nowych drzew. Za emisję gazów cieplarnianych winą obarcza się rządy, dużych przedsiębiorców i samoloty. Często zapominamy o fakcie, że to konsument kontroluje rynek, a zmieniając swoje nawyki, można mieć realny wpływ na środowisko. Ślad węglowy, ilość zużytej wody i wyemitowanych zanieczyszczeń związane są ze stylem życia dzisiejszego społeczeństwa, a jednym z najbardziej istotnych nawyków, które można zmienić dla dobra środowiska, jest dieta.

Niewielu z nas podczas jedzenia obiadu zastanawia się, ile dwutlenku węgla zostało wyemitowane, ile wody wykorzystane, ile lasów wyciętych czy ile zbiorników wodnych zakwaszonych, aby ten posiłek mógł powstać. Niestety odpowiedzi na te pytania zwykle są szokujące i nieprzyjemne. W szczególności gdy dużą część naszego talerza zajmują produkty pochodzenia zwierzęcego.

Mięso w naszej diecie stanowi wartościowe źródło białka, a także zapewnia znaczną ilość żelaza oraz witaminy B12. Jednak jest to jeden z najmniej przyjaznych dla naszej planety produktów. Jego produkcja generuje duże koszty dla środowiska: ma większy ślad węglowy, zużywa większą ilość wody oraz zajmuje więcej gruntów w porównaniu z produkcją produktów roślinnych bogatych w białko. Praca ma na celu analizę wpływu spożycia mięsa na środowisko, porównanie go z produktami roślinnymi oraz określenie na podstawie dostępnych danych, jakie skutki dla środowiska miałyby zmiany w diecie.

¹ Katarzyna Meller, V Liceum Ogólnokształcące im. Stefana Żeromskiego w Gdańsku.

Konwersja pasza – mięso

Głównym problemem, jaki wiąże się z produkcją mięsa, jest zapotrzebowanie zwierząt na paszę. Krowa zjada dziennie nawet do 20 kg suchej masy paszy [11, s. 1], co w ciągu roku daje 7300 kg. Do wyprodukowania takiej ilości paszy potrzeba ogromnych terenów ornych, obficie podlewanych i nawożonych, co oznacza nie tylko duże zużycie wody, ale także energii. Ubój, transport oraz przetworzenie mięsa również niesie ze sobą spory koszt. Ze względu na te czynniki w większości analizowanych wskaźników mięso wypada gorzej niż nieprzetworzony pokarm roślinny. Jego produkcja jest po prostu nieefektywna. Trzeba włożyć bardzo dużo zasobów, aby uzyskać stosunkowo niewielką ilość mięsa.

Tabela 1 pokazuje efektywność przetwarzania paszy na uzyskane mięso (liczone jedynie części jadalne). Analizując te dane, jednoznacznie można stwierdzić, iż pomimo najniższej zawartości kalorycznej to drób charakteryzuje największa efektywność przetwarzania zarówno kalorii, jak i białka. W porównaniu z wołowiną drób osiąga maksymalny rozmiar w krótkim czasie i przy niewielkiej ilości paszy. Zależność „mniejsze zwierzę – mniejszy koszt” będzie również widoczna przy innych wskaźnikach. Zatem mięso z kurczaka będzie miało stosunkowo najmniejsze negatywne skutki dla środowiska ze wszystkich mięs. Warto jednak zadać pytanie: Czy nie byłoby bardziej wydajnym spożywać rośliny bezpośrednio, zamiast karmić nimi zwierzęta, które później konsumujemy?

Tab. 1. Efektywność konwersji pasza – mięso

	Wołowina	Wieprzowina	Drób
Spożycie paszy na kg uzyskanego mięsa [kg/kg]	49 ± 9	9 ± 4	5.4 ± 1.4
Zawartość kalorii w mięsie [kcal/g]	3.2 ± 0.3	2.8 ± 0.2	2.3 ± 0.1
Efektywność konwersji kalorii [%]	2.9 ± 0.7	9 ± 4	13 ± 4
Efektywność konwersji białka [%]	2.5 ± 0.6	9 ± 4.5	21 ± 7

Źródło: opracowanie własne na podstawie SHEPON A. Energy and protein feed-to-food conversion efficiencies in the US and potential food security gains from dietary changes. „Environmental Research Letters”. 2016, vol. 11, nr 10. Tryb dostępu: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/105002>. Stan z dnia 25.10.2020

Zajmowane grunty

Do wytworzenia dużej ilości paszy potrzeba znacznych ilości ziem uprawnych, wody i energii. Według raportu Greenpeace obszar, który potrzebny jest do hodowli zwierząt, równy jest około 26% całkowitej powierzchni łądów [2, s. 18]. Pasze składają się głównie z soi i kukurydzy, więc pola uprawne stanowią duże monokultury tych roślin. Dużym problemem związanym z prowadzeniem takich upraw jest wyjałowienie gleb, utrata bioróżnorodności oraz wycinka lasów pod prowadzenie upraw. W walce z globalnym ociepleniem grunty – szczególnie cenne są te o żyznej glebie – mogą stanowić miejsce na uprawy np. rzepaku do produkcji biopaliw. Wolne ziemie mogłyby też zostać zalesione lub zagospodarowane jako farmy słoneczne.

W czasopiśmie naukowym „Global Environmental Change” ukazała się ciekawa praca, której celem było oszacowanie, jak zmiany w diecie mogłyby wpłynąć na środowisko. Według obliczeń, gdyby Europejczycy zmniejszyli spożycie produktów zwierzęcych o połowę, całkowite zapotrzebowanie Europy na paszę spadłoby z 520 do 285 milionów ton, a 9,2 miliona hektarów pastwisk oraz 14,5 miliona hektarów terenów ornych zostałyby zwolnione [13, s. 199–200]. Oczywiście wiele z tych ziem zostałaby zapewne zagospodarowana pod inne uprawy, ale gdyby chociaż małą ich część zalesiono, byłby to dobry krok w kierunku zwalczania globalnego ocieplenia. Warto zauważyć, że sposób zagospodarowania tych ziem jest kluczowy w ocenie wpływu, jaki zmiana diety miałaby na środowisko. Na przykład, gdyby na zwolnionych terenach produkować energię odnawialną, spowodowałoby to znaczny spadek emisji gazów cieplarnianych. Samo zaprzestanie hodowania zwierząt nie jest i nigdy nie będzie rozwiązaniem dla problemów środowiska, jednak może stanowić podwaliny pod gruntowne zmiany, które muszą nastąpić, aby pomóc wydostać świat z kryzysu klimatycznego, w jakim się obecnie znajduje.

Zużycie wody

Tabela 2 przedstawia ilość wody potrzebną do wyprodukowania konkretnych produktów. Jak widać, najwięcej wody wymaga produkcja czekolady. Znow niezwykle kosztowne jest mięso i tutaj również widać olbrzymią różnicę między różnymi rodzajami mięs. Ponownie sprawdza się zasada „mniejsze zwierzę – mniejszy koszt”. Mięso z kurczaka nie zużywa nawet 1/3 wody, która potrzebna jest do wyprodukowania jednego kilograma wołowiny. Warto zwrócić uwagę także na napoje. Produkcja litra mleka (które również jest produktem pocho-

dzenia zwierzęcego) zużywa aż 1020 litrów wody, to aż o 1019 litrów więcej niż produkcja litra wody (z kranu, niebutelkowanej).

Tab. 2. Zużycie wody podczas produkcji produktów spożywczych

Żywność	Ilość	Zużyta woda [l]
Czekolada	1 kg	17 196
Wołowina	1 kg	15 415
Baranina	1 kg	10 412
Wieprzowina	1 kg	5 988
Masło	1 kg	5 553
Mięso z kurczaka	1 kg	4 325
Ser żółty	1 kg	3 178
Oliwki	1 kg	3 025
Ryż	1 kg	2 497
Makarony (suchy)	1 kg	1 849
Chleb	1 kg	1 608
Jabłko	1 kg	822
Banan	1 kg	790
Ziemniaki	1 kg	287
Kapusta	1 kg	237
Pomidory	1 kg	214
Jajko	1	196
Mleko	1 szklanka (250 ml)	255
Wino	1 szklanka (250 ml)	109
Piwo	1 szklanka (250 ml)	74
Herbata	1 szklanka (250 ml)	27

Źródło: opracowanie własne na podstawie Institution of Mechanical Engineers. *Global food: Waste Not, Want Not*. Londyn, 2013

Dieta niewątpliwie ma duży wpływ na zużycie wody. Dobrze obrazuje to artykuł naukowy opublikowany w czasopiśmie „Ecological Indicators”. Według przedstawionych w nim wyników, przechodząc ze standardowej diety na wegetariańską, całkowite zużycie wody na osobę spada o 40%. Różnicę widać nawet przy ograniczeniach ilości spożywanego mięsa; przy zmniejszeniu spożycia mięsa o 45% zużycie wody spada o 23%, a przy jego zmniejszeniu o 73%, zużywamy 30% mniej wody [14, s. 6]. Warto podkreślić wniosek wynikający z tego badania: nawet mała redukcja spożycia mięsa sprawia, że zużywamy mniej wody. Zatem aby oszczędzać wodę, nie trzeba już dziś całkowicie zrezygnować ze spożywania mięsa i czekolady. Ważne jest jednak, aby być świadomym, jak dużo konsumujemy tych produktów i jaki ma to wpływ na środowisko.

Emisja gazów cieplarnianych

Ograniczenie emisji gazów cieplarnianych jest jednym z najważniejszych i najtrudniejszych do osiągnięcia celów ludzkości w XXI wieku. Według wyliczeń Organizacji Narodów Zjednoczonych do spraw Wyżywienia i Rolnictwa (ang. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, FAO) w 2005 roku łańcuch dostaw produktów pochodzenia zwierzęcego (w tym również nabiału, jaj, wełny) odpowiadał za 14,5% emisji gazów cieplarnianych spowodowanych przez człowieka [4, s. 15], czyli mniej więcej tyle, ile emisje pochodzące z transportu [2, s. 12]. Za największą emisję odpowiedzialne jest bydło idące na ubój oraz bydło mleczne [4, s. 16]. Jest kilka czynników, które powodują, że wytwarzanie produktów odzwierzęcych niesie za sobą tak duży ślad węglowy.

Po pierwsze, produkcja mięsa wymaga dużej ilości energii. Hodowla zwierząt jest długa i kosztowna, do tego dochodzi energia potrzebna do wyprodukowania paszy, uboju zwierząt oraz przetwarzania i transportu mięsa. Biorąc pod uwagę fakt, że w Polsce 78% energii pochodzi ze spalania paliw stałych [3], oczywistą konsekwencją dużego zużycia energii staje się duża emisja gazów cieplarnianych.

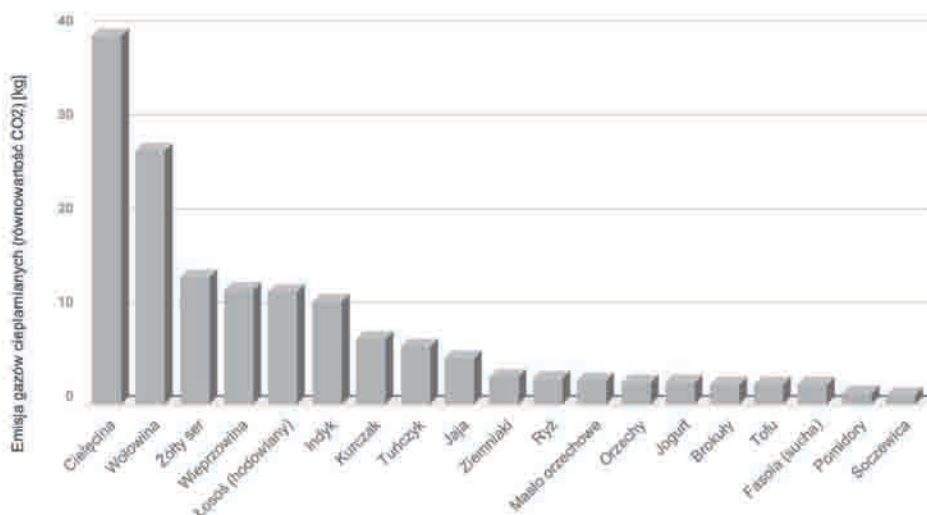
Po drugie, bydło należy do przeżuwaczy. Oznacza to, że ich układ pokarmowy charakteryzuje skomplikowana budowa oraz naturalnie wydzielają one dużą ilość gazów. Jedna krowa rocznie emituje 112,1 kg metanu oraz 0,7 kg podtlenku azotu [8, s. 2]. Wpływ takiej ilości gazów cieplarnianych na globalne ocieplenie jest równy wydzieleniu około trzech ton dwutlenku węgla². Przekłada się to na wysoki ślad węglowy zarówno wołowiny, jak i mleka oraz produktów mlecznych. Warto pamiętać, że tlenki azotu oprócz efektu cieplarnianego powodują także zakwaszenie środowiska i eutrofizację zbiorników wodnych.

Rysunek 1 przedstawia ilość wyemitowanych gazów cieplarnianych (przeliczonych na równowartość dwutlenku węgla) przez produkcję jednego kilograma danego produktu. Jak widać, cielęcina i wołowina powodują największą emisję, najmniej emisyjnym mięsem są kurczak i tuńczyk, a warzywa są pod tym względem najbardziej przyjazne środowisku. Okazuje się, że wybierając na obiad 300 g kurczaka, zamiast 300 g wołowiny, wyemitowanych zostanie o 75% mniej dwutlenku węgla. Gdyby jedna osoba zaimplementowała taką zmianę

² Metan i podtlenek azotu mają bardziej negatywny wpływ na efekt cieplarniany niż dwutlenek węgla. Przelicza się, że metan jest 25 razy gorszy, a podtlenek azotu aż 298 razy [8, s. 1]. Aby obliczyć równowartość wydzielonego CO₂ (ilość CO₂, jakiej wyemitowanie będzie miało taki sam efekt jak wyemitowanie danej ilości pozostałych gazów cieplarnianych), należy pomnożyć ilość wydzielonego gazu razy jego przelicznik.

w swoich nawykach raz w tygodniu, w ciągu roku wyemitowałyby o 290 kg dwutlenku węgla mniej. Jeszcze lepsze efekty dałaby zmiana tego jednego posiłku w tygodniu na posiłek wegetariański lub wegański.

Emisja dwutlenku węgla na 1 kilogram produktu



Rys. 1. Emisja dwutlenku węgla na 1 kg produktu

Źródło: opracowanie własne na podstawie HAMERSCHLAG Kari, VENKAT Kumar. *Meat Eaters Guide: Methodology* 2011. Environmental Working Group, 2011

Rybołówstwo i hodowla ryb

Jak spożywanie ryb wpływa na planetę? W tym przypadku sprawa jest znacznie bardziej skomplikowana. Ocean jest ważnym elementem w obiegu węgla na Ziemi, tak jak lasy absorbują dwutlenek węgla z atmosfery. Według NASA Science obecnie 48% węgla wyemitowanego do atmosfery przez spalanie paliw stałych jest zatrzymywanych w oceanie [1]. Jest to możliwe głównie dzięki żyjącym w wodzie organizmom przeprowadzającym fotosyntezę, między innymi dzięki fitoplanktonowi, który stanowi podstawę łańcuchów troficznych w ekosystemie wodnym i odpowiada za obieg materii – pobiera substancje nieorganiczne wydalone choćby przez duże ssaki wodne, jak np. wieloryby [7]. Rybołówstwo powoduje zmniejszenie populacji tych zwierząt. **World Wide Fund for Nature**

(WWF³) pisze: „Szacuje się, że wskutek zaplątania w sieci co roku ginie 300 tysięcy wielorybów i delfinów” [9]. Zmniejszenie liczby ssaków wodnych powoduje ograniczenie ilości substancji nieorganicznych niezbędnych dla fotoautotrofów do przeprowadzania fotosyntezy. Spada zatem ilość fitoplanktonu, więc do przeprowadzania fotosyntezy zużywane jest mniej zgromadzonego w oceanie dwutlenku węgla. To skutkuje zakwaszeniem wód i umocnieniem efektu cieplarnianego. Można by pomyśleć, że spożywanie ryb hodowlanych rozwiązuje problem. Nie do końca. Ryby hodowlane również muszą jeść, a ich pożywieniem często są mniejsze ryby poławiane z oceanu. Dodatkowo farmy akwakultury często budowane są w miejscach, które wcześniej zamieszkiwały inne ryby. Najbardziej przyjaznym dla środowiska sposobem na spożywanie ryb jest kupowanie ich od lokalnych rybaków prowadzących połów na małą skalę.

Podsumowanie

Liczba ludności na świecie wzrasta. W 2019 roku na Ziemi było 7,7 miliarda ludzi. Szacuje się, że ta liczba wzrośnie do 8,5 miliarda w roku 2030, do 9,7 miliarda w 2050 roku, a w 2100 roku osiągnie aż 10,9 miliarda [12, s. 1]. Jednak główne zasoby naszej planety: ziemia, woda, energia pochodząca ze spalania paliw kopalnych są ograniczone i ich ilość maleje. Zatem ludzkość musi nauczyć się wykorzystywać te zasoby z większą efektywnością, a jednym ze sposobów na to jest zmiana diety. Ziemia, ze względu na swoje ograniczenia, nie jest w stanie utrzymać miliardów mięsożerców. Do produkcji mięsa potrzeba dramatycznie dużej ilości gruntów, paszy i wody, a hodowla zwierząt emituje więcej gazów cieplarnianych niż uprawa roślin. Połów i hodowla ryb noszą ze sobą jeszcze więcej problemów, których skutki ciężko przewidzieć. Z tych względów przejście na dietę wegańską jest jednym z najprostszych sposobów na ograniczenie swojej emisji gazów cieplarnianych oraz zużycia wody. Warto jednak zauważyć, że nawet małe zmiany przyzwyczajzeń, jak jeden dzień w tygodniu na diecie roślinnej czy wybór mięsa z kurczaka zamiast wołowiny, mogą przynieść znaczące różnice dla środowiska. Dlatego już dziś dla dobra klimatu warto zacząć powoli zmieniać swoje wybory żywieniowe.

³ World Wide Fund for Nature, WWF – organizacja pozarządowa i ekologiczna o charakterze międzynarodowym. Misją WWF jest powstrzymanie degradacji środowiska naturalnego Ziemi i stworzenie przyszłości, w której ludzie będą żyli w harmonii z przyrodą.

Bibliografia

1. Carbon Cycle. W: *NASA Science* [online]. Tryb dostępu: <https://science.nasa.gov/earth-science/oceanography/ocean-earth-system/ocean-carbon-cycle>. Stan z dnia 25.10.2020.
2. DAWE Aleksandra. *Mniej znaczy więcej. Mniej mięsa i nabiału – zdrowsze życie i planeta. Mięso i nabiał w 2050 roku – wizja Greenpeace*. Greenpeace. Warszawa, 2018.
3. European Commission. *EU Energy in figures. Statistical pocketbook 2018*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018. ISBN 978-92-79-88735-2.
4. GERBER, P.J., STEINFELD, H., HENDERSON, B., MOTTET, A., OPIO, C., DIJKMAN, J., FALCUCCI, A., TEMPIO, G. *Tackling climate change through livestock – A global assessment of emissions and mitigation opportunities*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. ISBN 9789251079201.
5. HAMERSCHLAG Kari, VENKAT Kumar. *Meat Eaters Guide: Methodology 2011*. Environmental Working Group, 2011.
6. Institution of Mechanical Engineers. *Global food: Waste Not, Want Not*. Londyn, 2013.
7. LAVERY Trish J. Iron defecation by sperm whales stimulates carbon export in the Southern Ocean. „Proceedings of the Royal Society”. 2010, vol. 277, iss. 1699 s. 3527–3531. ISSN 1471-2954. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.0863>. Stan z dnia 25.10.2020.
8. PODKÓWKA Zbigniew, PODKÓWKA Witold. Emisja gazów cieplarnianych przez krowy. „Przegląd Hodowlany”. 2011, nr 3, s. 1–4. ISSN 0137-4214.
9. SCATTOLIN Georg. Dlaczego ryby i owoce morza pochodzące ze zrównoważonych połowów lub hodowli są dobre dla środowiska naturalnego? W: *WWF Projekt Fish Forward* [online]. Tryb dostępu: <https://www.fishforward.eu/pl/environment/>. Stan z dnia 25.10.2020.
10. SHEPON A. Energy and protein feed-to-food conversion efficiencies in the US and potential food security gains from dietary changes. „Environmental Research Letters”. 2016, vol. 11, nr 10. Tryb dostępu: <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/11/10/105002>. Stan z dnia 25.10.2020.
11. SKOWRONEK Barbara. Żywnienie krów mlecznych w okresie zimowym. W: *Rolnicze ABC* [online]. 2017, vol. 326, nr 11. ISSN 1230-882X. Tryb dostępu:

<http://rolniczeabc.pl/479916,Zywienie-krow-mlecznych-w-okresie-zimowym.html>. Stan z dnia 25.10.2020.

12. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Population Prospects 2019: Highlights*. New York: United Nations, 2019. ISBN 978-92-1-148316-1.
13. WESTHOEK Henk. Food choices, health and environment: Effects of cutting Europe's meat and dairy intake. „Global Environmental Change”. 2014, nr 26, s. 196–205. ISSN 0959-3780.
14. VANHAM Davy, MEKONNEN Mesfin, HOEKSTRA Arjen. The water footprint of the EU for different diets. „Ecological Indicators”. 2013, nr 32, s. 1–8. ISSN 1470-160X.

Środowisko naturalne w obliczu światowej pandemii koronawirusa

Światowa pandemia koronawirusa

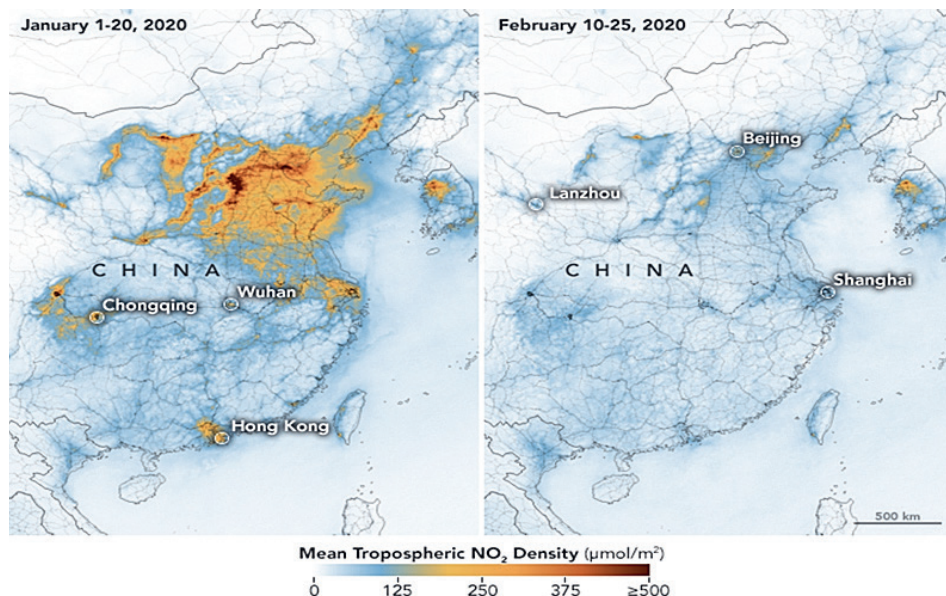
10 grudnia 2019 roku 57-letnia Wei Guixan, mieszkanka blisko 11-milionowego miasta Wuhan, trafia do przychodni lekarskiej z objawami typowego przeziębienia. Po około tygodniu w ciężkim stanie trafia do szpitala, a patogen, który został u niej wykryty, otrzymuje naukową nazwę SARS-CoV-2 (ang. *Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*). W społeczeństwie oraz w mediach określany koronawirusem. Powoduje on chorobę COVID-19 (ang. *Coronavirus Disease 2019*) [8], której objawy w wyniku kolejnych mutacji wirusa ulegają modyfikacjom. Ten dzień uznajemy również za początek ekspansji pandemii.

W wyniku gwałtownego rozprzestrzeniania się wirusa kolejne państwa zamykały najpierw granice, a potem całe gospodarki. Ludzie zamknięci w domach, pozamykane fabryki, uziemione samoloty – świat się zatrzymał. Produkcja przemysłowa zaczęła maleć, a wraz z nią zanieczyszczenie powietrza. Wraz z „zamknięciem” zaistniały wydarzenia oraz możliwości, które powinny być impulsem dla wszystkich ludzi. Impulsem do zmian naszych poglądów, zachowań oraz planów na przyszłość.

Pierwsze rezultaty lockdownu

Zamknięcie gospodarek w wielu krajach świata doprowadziło do spadku poziomu zanieczyszczeń przemysłowych. Pierwsze dane na ten temat pochodzą z Chin i wynika z nich fakt wpływu pandemii na zanieczyszczenie środowiska. Zdjęcia satelitarne wykonane przez NASA (ang. *National Aeronautics and Space Administration*) oraz Europejską Agencję Kosmiczną (ang. *European Space Agency*, ESA) potwierdzają spadek poziomu zanieczyszczeń na terenie Chin, co już w tym momencie przekłada się na statystykę w skali roku. W przypadku Europy badania przeprowadzone przez ESA również wskazują na spadek zanieczyszczeń [1].

¹ Mikołaj Wargowski, I Liceum Ogólnokształcące im. Stefana Żeromskiego w Pucku.

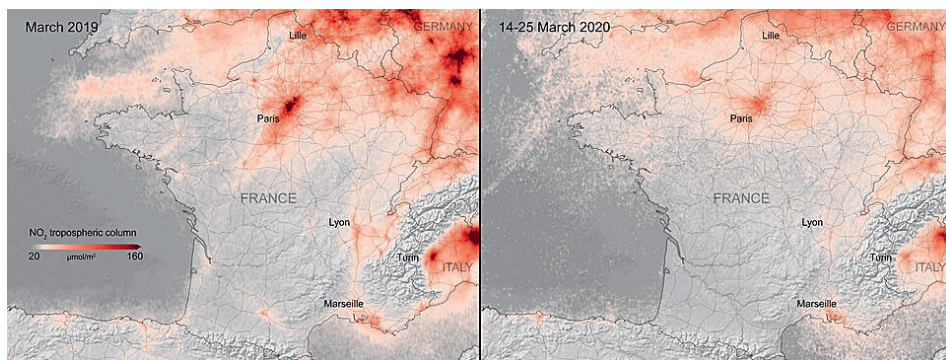


Rys. 1. Zanieczyszczenie atmosfery tlenkiem azotu na obszarze Chin

Źródło: https://earthobservatory.nasa.gov/blogs/earthmatters/wp-content/uploads/sites/5/2020/03/china_trop_2020056.png

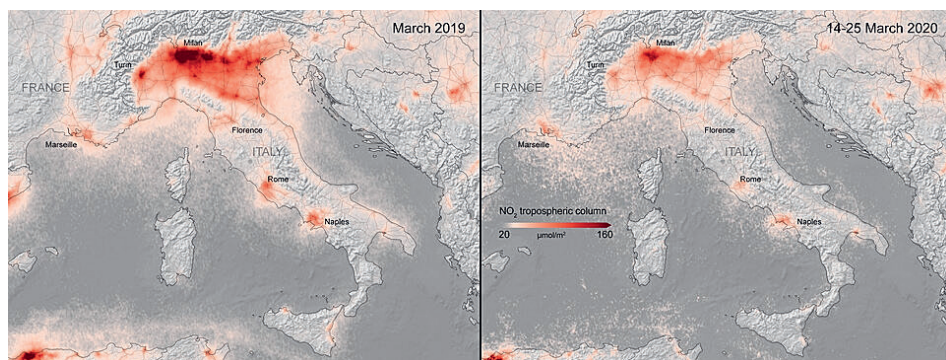
Na rysunku 1 widać znaczące obniżenie się stężenia NO₂ nad obszarem Chin, co wiąże się ze spadkiem ludzkiej aktywności, zwłaszcza migracji ludności na terenach objętych kwarantanną. Dane naukowców wskazują na spadek emisji na terenie przedstawionym powyżej na około 25%. Przekłada się to na spadek emisji globalnej aż o 6%. Skutkiem jest znaczące poprawienie jakości powietrza [1].

24 stycznia 2020 roku wirus pierwszy raz pojawia się na terenie Unii Europejskiej i bardzo szybko rozprzestrzenia się. W ciągu dwóch miesięcy rządy większości państw europejskich podejmują decyzję o zamknięciu szkół, zakładów pracy oraz urzędów. Podobnie jak w przypadku Chin badania przeprowadzone przez KNMI (ang. *Koninklij Nederlands Meteorologisch Instituut*) ukazują spadek zanieczyszczeń w Europie, co przedstawiają zdjęcia poniżej (rys. 2 i 3), wykonane przez sondę Europejskiej Agencji Kosmicznej. Największe zmiany można zauważyć nad terytorium dużych miast takich jak Rzym czy Paryż [3].



Rys. 2. Stężenie tlenku azotu na terenie Francji

Źródło: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Coronavirus_lockdown_leading_to_drop_in_pollution_across_Europe



Rys. 3. Stężenie tlenku azotu na terenie Włoch

Źródło: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Coronavirus_lockdown_leading_to_drop_in_pollution_across_Europe

Zmniejszenie zanieczyszczenia środowiska oraz przede wszystkim zatrzymanie ruchu turystycznego doprowadziły do sytuacji, które zadziwiły wielu ludzi na świecie, ale najbardziej – lokalne społeczności, które zostały zaskoczone nowymi zjawiskami w ich otoczeniu. Reakcją natury na bardzo gwałtowną zmianę, jaką było nagłe, znaczące ograniczenie ludzkiej działalności, były zjawiska nigdy wcześniej niespotykane.

Ludzie przestali „przeszkadzać” naturze, a ta w zamian pokazała im swoje piękno. Najlepszym przykładem efektu tego niesamowitego powrotu natury

jest włoska Wenecja. Niemalże z dnia na dzień kanały stały się krystalicznie czyste i przepelnione fauną. Zmiana poziomu przezroczystości wody została spowodowana brakiem ruchu w kanałach, czego konsekwencją było opadnięcie na dno znajdującego się w nich pyłu oraz piasku. Brak ruchu umożliwił również dostrzeżenie pięknych stworzeń, m.in. meduz czy łabędzi. Ludzie z całego świata oglądali ogrom zdjęć przedstawiających to zjawisko, również media całego świata dostrzegły tę sytuację [4].



Rys. 4. Niezwykle czysta woda w weneckich kanałach

Źródło: <https://zyciestolicy.com.pl/tak-wygladaja-weneckie-kanały-podczas-kwarantanny-czysta-woda-i-lawice-ryb/>

Drugie niesamowite wydarzenie miało miejsce na Filipinach, na jednej z plaż wyspy Palawan. Zjawisko zaskoczyło nie tylko zagranicznych obserwatorów, ale też samych mieszkańców, którzy przyznali, że nie spotkali się jeszcze z czymś podobnym. Żyjące w rejonie Filipin meduzy z gatunku *Crambione mastigophora*, które ze względu na ich charakterystyczny kolor oraz kulisty kształt są nazywane *tomato jellyfish*, co w tłumaczeniu na język polski znaczy „pomidorowe meduzy”, pojawiły się u wybrzeży w dużych ilościach. Zazwyczaj można je spotkać pływające znacznie dalej od brzegu i na większych głębokościach [2].



Rys. 5. Meduzy (*Crambione mastigophora*) pływające tuż przy brzegu

Źródło: <https://www.radiozet.pl/Podroze/Filipiny.-Tysiace-rozowych-meduz-na-wybrzezu.-Mieszkancy-nie-widzieli-ich-od-lat>

Ochrona środowiska w obliczu pandemii

W jednej chwili cały świat przyjął tę samą strategię walki – zapobiegajmy, nie leczmy. Wykorzystał do tego jednorazowe materiały ochronne w postaci maseczek oraz jednorazowych rękawiczek, których olbrzymie ilości dziś stanowią problem. Znacząca część ludzi nie oddaje zużytych materiałów ochronnych do odpowiednich punktów utylizacji, czego skutkiem jest ich zaleganie w środowisku naturalnym. Według szacunków Światowej Organizacji Zdrowia ze względu na pandemię co miesiąc przybywa 89 milionów maseczek oraz 76 milionów rękawiczek. Warto również pamiętać o wzroście ilości opakowań potrzebnych do transportu towarów do konsumenta, m.in. poprzez firmy kurierskie. Jednak w porównaniu do wyprodukowanej ilości wszystkich odpadów na świecie nie jest to duża liczba [6].

Znacząco większym problemem są opóźnienia oraz rezygnacje z programów zrównoważonego rozwoju. Rządy państw skoncentrowane na opanowaniu sytuacji oraz wsparciu gospodarki odkładają w czasie inwestycje w odnawialne źródła energii. Specjaliści przewidują mniejszy wzrost mocy wytwarzanej przez OZE o 13% [7]. Innym przykładem pochodzącym z Polski jest wykorzystanie funduszy z Programu Infrastruktura i Środowisko do zakupu zaopatrzenia do szpitali. W ten sposób 300 milionów złotych zostało poświęcone na walkę z wirusem, a nie na inwestycje związane z ochroną środowiska.

Według badań przeprowadzonych przez Forum Odpowiedzialnego Biznesu aż 47% ankietowanych Polaków uważa, że po pandemii świat stanie się bardziej zrównoważony, a społeczeństwo zmieni podejście do konsumpcyjnego stylu życia [5]. Pokazuje to chęć zmiany i porzucenie starych, złych dla środowiska nawyków blisko połowy z nas. Pandemia pokazała, że natura wciąż istnieje obok nas i wystarczy, że sami pozwolimy się jej zaskakiwać. Każdy z nas wyciągnie własne wnioski z zaistniałych sytuacji i każdy z nas wybierze swoją drogę. Jednak powinniśmy przemyśleć nasze dotychczasowe zachowania i określić, kim jesteśmy jako ludzie i kim chcemy być. Czy moment rozpoczęcia nowej dekady i zburzenie porządku świata przez pandemię nie są idealnymi warunkami do podjęcia działań zmierzających do kreacji nowego, lepszego świata? Na koniec warto więc zadać samemu sobie pytania: Czy wrócisz do swoich starych nawyków? Czy zmienisz styl życia? Czy jesteś w stanie dla przyszłych pokoleń stworzyć nowy, lepszy świat?

Bibliografia

1. ADAMOWICZ Anna. Pandemia Koronawirusa prowadzi do zmniejszenia zanieczyszczenia na świecie. W: *Global Resource Information Database Warsaw* [online]. Tryb dostępu: <https://www.gridw.pl/naszym-zdaniem/2596-pandemia-koronawirusa-prowadzi-do-zmniejszenia-zanieczyszczenia-powietrza-na-swiecie>. Stan z dnia 29.10.2020.
2. CZOCHARA Nina. Tysiące różowych meduz na wybrzeżu. Mieszkańcy nie widzieli tego zjawiska od lat. W: *Radio Zet* [online]. Tryb dostępu: <https://www.radiozet.pl/Podroze/Filipiny.-Tysiacle-rozowych-meduz-na-wybrzezu.-Mieszkancy-nie-widzieli-ich-od-lat>. Stan z dnia 31.11.2020.
3. Coronavirus lockdown leading to drop in pollution across Europe. W: *European Space Agency* [online]. 27.03.2020. Tryb dostępu: https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Coronavirus_lockdown_leading_to_drop_in_pollution_across_Europe. Stan z dnia 29.10.2020.
4. Czyste kanały w Wenecji: Czy wyciągniemy wnioski? W: *Warszawska Izba Gospodarcza* [online]. Tryb dostępu: <https://wig.waw.pl/czyste-kanały-w-wenecji-czy-wyciągniemy-wnioski/>. Stan z dnia 31.10.2020.

5. Koronawirus odkaża powietrze i mnoży śmieci. W: *Business Insider Polska* [online]. Tryb dostępu: <https://businessinsider.com.pl/wiadomosci/koronawirus-wplyw-na-srodowisko/dvgdfsh>. Stan z dnia 5.11.2020.
6. Mamy dane, ile świat zużywa maseczek i rękawiczek. W: *Handelextra.pl* [online]. Tryb dostępu: <https://handelextra.pl/artykuly/239249,mamy-dane-ile-swiat-zuzywa-maseczek-i-rekawiczek>. Stan z dnia 1.11.2020.
7. SPILLER Joanna. Jak COVID wpłynął na branżę OZE? W: *Teraz Środowisko* [online]. Tryb dostępu: <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/covid-19-oze-energia-odnawialna-8869.html>. Stan z dnia 13.01.2021.
8. The Illness Now Has a Name, COVID-19. W: *The New York Times* [online]. 11.02.2020. ISSN 0362-4331. Tryb dostępu: <https://www.nytimes.com/2020/02/11/world/asia/coronavirus-china.html>. Stan z dnia 29.10.2020.

CYWILIZACJA KONTRA NATURA



Rozdział IV

NAUKI TECHNICZNE

Liczby ukryte w lodowcach

Lodowce są największym rezerwuarem wody słodkiej na Ziemi i drugim po oceanach rezerwuarem wody na świecie. Badaniem lodowców zajmuje się glaciologia. Na Ziemi lodowce pokrywają ok. 16,3 miliona km² (prawie 11% lądów) i gromadzą ok. 2,2% wszystkich wód globu, tj. ok. 25 milionów km³. **Lodowiec** definiowany jest jako wolno płynąca masa lodu powstałego z przekształcenia pokładów wiecznego śniegu [5].

Powstawanie lodowca

Gromadzący się śnieg pod wpływem panującej temperatury, przy dużej wilgotności powietrza i w wyniku ciśnienia nadległych warstw śniegu zmniejsza swą objętość, częściowo krystalizuje i stopniowo przekształca się w pierw w firn, a następnie w lód firnowy i lodowcowy. Lodowce powstają tam, gdzie suma opadów w porze chłodnej jest na tyle duża, że w porze cieplej nie topnieje cały śnieg. W ten sposób pokrywa śnieżna może przyrastać. Podniesienie temperatury pory cieplej albo zmniejszenie ilości opadów w porze chłodnej prowadzą do zanikania lodowców. Warunki takie panują przede wszystkim w strefie podbiegunowej oraz wysokich górach wszystkich stref klimatycznych, powyżej linii wiecznego śniegu.

W górach istotne jest też położenie stoku względem stron świata. Na półkuli północnej korzystniejsze warunki dla tworzenia się lodowców występują na stokach wschodnich i północnych, na południowej zaś – na wschodnich i południowych. Stąd też tzw. linia wiecznego śniegu nawet w tych samych górach może leżeć na różnej wysokości. I tak w Alpach jest to od 2500 m n.p.m. na stokach północnych i zachodnich do 2770–3000 m n.p.m. po stronie południowej i wschodniej. Dla Kaukazu średnia wysokość występowania linii wiecznego śniegu to ok. 3200 m n.p.m., a dla zachodniego Tybetu – 6400 m n.p.m. W skali globalnej linia ta na obszarach polarnych leży na poziomie morza, w rejonach

¹ Martyna Majer, Zespół Szkolno-Przedszkolny nr 3 w Chojnicach.

zwrotnikowych osiąga 6000 m n.p.m. i nieznacznie opada ku równikowi (dla Kilimandżaro leżącego w strefie równikowej wynosi 5200 m n.p.m.).

Gromadzenie się śniegu zależy od ukształtowania terenu. Nie może on być zbyt stromy, gdyż wtedy śnieg zsuwa się w dół w postaci lawin. W Tatrach linia wiecznego śniegu przebiega na wysokości 2400 m n.p.m., jednak powyżej tej wysokości stoki są już zbyt strome, by możliwe było tworzenie się lodowca. Dlatego też w Polsce lodowce nie występują. Jednak w okresie największego ochłodzenia linia wiecznego śniegu znajdowała się na wysokości około 1400 m n.p.m., dlatego zarówno w Tatrach, jak i w Karkonoszach tworzyły się dawniej lodowce, a ślady ich istnienia są widoczne do dziś [4].

Ruch lodowca

Obszar gromadzenia się śniegu, powstawania firnu i lodu lodowcowego, czyli miejsce narodzin i zasilania lodowca, nazywa się **połem firnowym**. Gdy grubość nagromadzonego lodu przekroczy pewną krytyczną wartość (kilkanaście, kilkadziesiąt metrów), wywierane przezeń ciśnienie sprawia, że staje się on plastyczny i zaczyna płynąć. Warstwy cząsteczek lodu lodowcowego są ze sobą względnie słabo związane i gdy ciśnienie będzie większe od sił wiążących, górne warstwy lodu zaczynają płynąć szybciej niż warstwy dolne. Tarcie to zwiększa ilość wody między lodowcem a podłożem, co działa jak smar. Lodowiec spływa w postaci jezorów poniżej granicy wieloletniego śniegu, wykorzystując doliny górskie i inne obniżenia. Jeżeli dostawa lodu przewyższa ablację (topnienie) i w związku z tym czoło lodowca przesuwa się ku przodowi, następuje **transgresja lodowca**. Gdy dopływ nowego lodu jest równoważony stratami wywołanymi ablacją, czoło lodowca nie zmienia zasięgu; mowa wówczas o **postoju lodowca**. Gdy dostawa nowego lodu jest mniejsza niż ablacja, zmniejsza się zasięg lodowca – mowa wtedy o **regresji**, recesji lub cofaniu się **lodowca**. W przypadku lodowca górskiego w górnej jego części powstaje cyrk lodowcowy, z którego wypływający lodowiec rzeźbi U-kształtną dolinę lodowcową, zaś z niesionego materiału odkładane są moreny [9].

Typowe prędkości ruchu lodowców mieszczą się w szerokim przedziale od 1 m na rok do 1 m na dzień. Około 1% lodowców świata wykazuje jednak zadziwiające zachowanie i cyklicznie, co kilkanaście, kilkadziesiąt lat gwałtownie i wielokrotnie przyspiesza. Są to tzw. **lodowce szarżujące** [2].

Pod względem termiki lodowce dzielimy na lodowce zimne (lodowce polarne), lodowce ciepłe (lodowce umiarkowane) oraz lodowce mieszane, politermalne (subpolarne).

Lodowce zimne

Ich temperatura jest niższa od temperatury topnienia lodu (przy ciśnieniu atmosferycznym wynoszącym 101 325 Pa zachodzi w temperaturze 0°C). Składają się z lodu stałego (bez wody). Taki lodowiec jest „przymarznęty” do podłoża. Siła, z jaką lód jest związany z podłożem, jest większa niż siła wiążąca lód, więc lodowce zimne poruszają się za pomocą względnego przemieszczania warstw lodu (warstwa przygruntowa jest nieruchoma). Efektem tego jest prawie całkowity brak erozji w przypadku lodowców zimnych – lodowce antarktyczne prawie nie zawierają rumoszu skalnego [5].

Lodowce ciepłe

Lodowce ciepłe to lodowce, które w całej objętości, z wyjątkiem zmieniającej się wraz ze zmianami pór roku temperatury warstwy powierzchniowej, mają temperaturę topnienia 0°C przy ciśnieniu atmosferycznym wynoszącym 101 325 Pa. Lodowce takie są nasączone wodą w całej objętości. Ich temperatura zmniejsza się razem z głębokością, wraz z którą rośnie ciśnienie, a zatem temperatura topnienia lodu przyjmuje coraz niższe wartości. Ciepło geotermalne topi lodowiec od spodu (w tempie rzędu 0,5 cm rocznie) i lodowiec przesuwają się, ślizgając po warstwie wody [5].

Podział lodowców można przeprowadzić w zależności od wpływu rzeźby na ukształtowanie lodowca, bilansu masy lodowca, termikę lub szybkość, z jaką lodowiec się porusza. Klasyfikacja lodowców ze względu na wpływ rzeźby na kształt lodowca:

1. Lodowce o kształcie uzależnionym od rzeźby podłoża:
 - lodowce typu spitsbergeńskiego – inaczej półpokrywowe lub lodowce sieciowe: Svalbard, Nowa Ziemia, południowo-zachodnie wybrzeże Grenlandii;
 - lodowce piedmontowe – inaczej lodowce przedgórskie: Alaska, Alpy i Tatry w plejstocenie;
 - lodowce fieldowe – inaczej lodowiec norweski, przykładem lodowca fieldowego jest lodowiec Jostedal w południowo-zachodniej Norwegii o powierzchni 487 km², największy lodowiec kontynentalnej Europy;
 - lodowce górskie – inaczej górsko-dolinne:
 - alpejskie – lodowce karowo-dolinne, najczęstszy typ lodowców: Alpy, Tatry, Karkonosze w plejstocenie;

- lodowce himalajskie, w tym także lodowce turkiestańskie; dendrytyczne, spływające z wielu dolin w jeden jezior główny: Himalaje, Karakorum, Hindukusz;
- lodowce kraterowe i lodowce stożków wulkanicznych (rodzaj lodowców zboczowych);
- lodowce karowe, inaczej lodowce typu pirenejskiego: Pireneje, Góry Betyckie, Góry Czerskiego, Ural, Tatry, Karkonosze w plejstocenie;
- lodowce wiszące i lodowce regenerowane;
- lodowce zboczowe, fartuchowe;
- lodowce gruzowe – w pierwotnym sensie uznawane za efekt pełnienia górskiego permafrostu i związane z dziedzina peryglacialną, a nie glacialną – Karkonosze w plejstocenie.

2. Lodowce o kształcie niezależnym od rzeźby podłoża:

- lądolody (lodowce kontynentalne): Antarktyda i Grenlandia (występują tam także lodowce półpokrywowe i inne, nieliczne lodowce górskie);
- czasze i czapy lodowe – rodzaj kopulastej lub płaskiej pokrywy (mniejszej jednak niż lądolód) wieloletniego śniegu lub lodu, pokrywającej wierzchowinę górską lub płaską powierzchnię lądową, np. obszar arktycznej wyspy. Czapy lodowe są zwykle większe od pól lodowych, jednak mniejsze niż 50 000 km²;
- lodowce szelfowe i lodowce pływające – Antarktyda, np. Lodowiec Szelfowy Rossa, Lodowiec Szelfowy Shackletona, Lodowiec Szelfowy Amery’ego, Lodowiec Szelfowy Ronne, Lodowiec Szelfowy Larsena.

Klasyfikacja lodowców ze względu na termikę lodu:

- ciepłe – umiarkowane,
- zimne – polarne,
- lodowce mieszane – subpolarne, politermalne.

Klasyfikacja lodowców w oparciu o szybkość poruszania się:

- lodowce szybkie,
- lodowce wolne,
- lodowce szarżujące [7].

Klasyfikacja lodowców pod względem bilansu masy. **Bilans masy** to zmiana masy w ciągu analizowanego okresu. Okresem tym jest najczęściej rok. Bilans roczny to różnica między całkowitą **akumulacją** masy w ciągu danego roku a całkowitą **ablacją**, czyli ubytkiem masy [1]:

- lodowce aktywne – o dodatnim bilansie masy,
- lodowce pasywne – o ujemnym bilansie masy,
- lodowce stagnujące – o zerowym bilansie masy.

W dalszej części tekstu omówione zostaną wybrane typy lodowców wraz z przykładami.

Lodowiec górski

Lodowiec, którego forma jest ściśle uwarunkowana lokalną morfologią podłoża. Lodowce górskie występują w górach wszystkich stref klimatycznych, jeśli góry te osiągają wysokość lokalnej granicy wieloletniego śniegu. W Alpach najdłuższy lodowiec – Aletsch – ma 25 km długości i osiąga 700 m grubości, lodowce Himalajów osiągają 20–30 km długości, w Pamirze Lodowiec Fedczunki ma 71 km długości i 1000 m miąższości. Najdłuższe lodowce występują na Alasce, osiągają 180 km długości (Lodowiec Beringa) [6].

Lądolód

Lądolód jest to pokrywa lodowa o znacznej grubości, zajmująca powierzchnię liczącą tysiące kilometrów kwadratowych. Tworzy lekko wypukłą tarczę zbudowaną ze śniegu i lodu, rozptywającą się na boki pod wpływem własnego ciężaru. Lądolód może osiągać miąższość do 4000 m – obecnie tak gruba jest kopała A na Antarktydzie.

Na półkuli południowej lądolód występuje na Antarktydzie (13,3 miliona km²), mniejszy fragment lądolodu zachował się w Patagonii (16,8 tysiąca km²). Na półkuli północnej znajduje się lądolód grenlandzki (1,7 miliona km²). Dla porównania łączna powierzchnia zajęta przez poszczególne czasy podczas ostatniego lądolodu plejstoceniowego (w tym skandynawski w Europie i laurentyjski w Ameryce Północnej) przekroczył 30 milionów km² powierzchni, a suma powierzchni wszystkich współczesnych lodowców (poza Antarktydą i Grenlandią) wynosi niewiele więcej niż 0,5 miliona km² (w Kanadzie – 200 tysięcy, w Himalajach – 33 tysiące, w Stanach Zjednoczonych – 75 tysięcy km²) [3].

Niezwykłe lodowce we Włoszech

W sierpniu we włoskich Alpach, w dolinie Ferret, z powodu wysokiego ryzyka rozpadu lodowca Planpincieux w masywie Mount Blanc ewakuowano 75 osób z aż 30 domów. Powodem rozpadu monitorowanego od siedmiu lat lodowca

Planpincieux są skoki temperatury. Już wcześniej odnotowano tam kruszenie masy; runęło łącznie 176 tysięcy metrów sześciennych [10].

Lodowiec w Alpach zmienił kolor na różowy w lipcu 2020 roku. Różowy śnieg zaobserwowany na fragmentach lodowca Presena to efekt pojawienia się tam glonów, takich samych jak występujące na Grenlandii. Zwykle lód odbija ponad 80% promieniowania słonecznego, ale wskutek pojawienia się glonów powierzchnia lodu ciemnieje, mocniej pochłaniając ciepło, co ostatecznie przyspiesza proces topnienia lodowców. Działa tu też sprzężenie zwrotne. Im szybciej topią się lodowce, tym więcej jest wody, która „zachęca” glony do kolonizacji lodowca. Tak się dzieje np. na Passo Gavia na wysokości 2618 m n.p.m [8].

Lodowce to bardzo interesujący temat oferujący nam wiele nowych informacji, które mogą być przekazane matematycznie, w liczbach. Jednak lodowce szybko topnieją i uważam, że powinniśmy coś z tym zrobić. Możemy temu zapobiec na wiele sposobów, np. zmieniając środek transportu z samochodu na rower lub zmniejszając ilość zakupów odzieżowych.

Bibliografia

1. MAŁECKI Jakub. Bilans masy lodowców – podstawy teoretyczne. W: *Glacjologia. Lód i klimat* [online]. Tryb dostępu: <https://glacjoblogia.wordpress.com/2015/04/26/bilans-masy-lodowcow-podstawy/>. Stan z dnia 20.12.2020.
2. MAŁECKI Jakub. O szalonych szarżujących lodowcach. W: *Glacjologia. Lód i klimat* [online]. Tryb dostępu: <https://glacjoblogia.wordpress.com/2018/01/24/o-szalonych-szarzujacych-lodowcach/>. Stan z dnia 20.12.2020.
3. Łądolód. W: *Szkolnictwo.pl* [online]. Tryb dostępu: <https://www.szkolnictwo.pl/szukaj,L%C4%85dol%C3%B3d>. Stan z dnia 20.12.2020.
4. Lodowce. Warunki powstawania. W: *Życie a klimat* [online]. Tryb dostępu: http://www.zycieaklimat.edu.pl/warunki_powstawania. Stan z dnia 20.12.2020.
5. Lodowiec. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Lodowiec>. Stan z dnia 20.12.2020.
6. Lodowiec górski. W: *Szkolnictwo.pl* [online]. Tryb dostępu: https://www.szkolnictwo.pl/szukaj,Lodowiec_g%C3%B3rski. Stan z dnia 20.12.2020.
7. Podział lodowców. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: https://pl.wikipedia.org/wiki/Podzia%C5%82_lodowcow%C3%B3w. Stan z dnia 20.12.2020.

8. Różowy lodowiec we Włoszech. Skąd taka zmiana koloru? W: *Onet podróże* [online]. Tryb dostępu: <https://podroze.onet.pl/aktualnosci/glony-zmieniaja-kolor-lodowca-presena-wlochy-na-rozowy/0l9rpz4>. Stan z dnia 20.12.2020.
9. Ruch lodowców i wojna bałwanków. W: *Życie a klimat* [online]. Tryb dostępu: http://www.zycieaklimat.edu.pl/ruch_lodowcow. Stan z dnia 20.12.2020.
10. Topniejący lodowiec może runąć. Ewakuowano mieszkańców doliny w Alpach. W: *Onet podróże* [online]. Tryb dostępu: <https://www.onet.pl/turystyka/onetpodroze/wlochy-topniejacy-lodowiec-na-mont-blanc-moze-runac-ewakuowano-mieszkancow/hb0shx7,07640b54>. Stan z dnia 20.12.2020.

Współczesna zmiana klimatu. Co to jest i dlaczego stanowi zagrożenie?

Definicja klimatu wydaje się być dobrze znana. Od ponad stu lat **klimat** definiuje się jako typową pogodę, charakteryzującą dane miejsce w dłuższym czasie. Ponieważ **pogoda** to chwilowy stan atmosfery występujący w konkretnym miejscu, aby ją opisać, niezbędna jest znajomość szeregu elementów charakteryzujących chwilowy stan atmosfery, tj. m.in. ciśnienia atmosferycznego, temperatury powietrza, cech higrycznych², anemologicznych³, nefologicznych⁴, bilansu promieniowa i wielu, wielu innych. Zatem także klimat jest opisywany przez szereg elementów będących cechą pewnego obszaru czy nawet miejsca. Istotne znaczenie w powyższej definicji ma wspomniany „dłuższy czas”, w którym owe elementy mają opisywać dany obszar czy miejsce. W tym wypadku przyjęto, że powinien to być okres co najmniej 30 lat.

Ponieważ klimat danego obszaru, a nawet całej Ziemi, opisują elementy charakteryzujące pogodę, które to wzajemnie ze sobą oddziałują, rozsądniejsze wydaje się mówienie o systemie klimatycznym. I takim pojęciem operuje współczesna nauka o klimacie, która definiuje **system klimatyczny** jako kompleks, na który składają się: atmosfera, hydrosfera, geosfera (kriosfera i powierzchnia lądów) i biosfera oraz ich wzajemne oddziaływania. Ponadto należy pamiętać, że system klimatyczny to system dynamiczny w przejściowej, czyli chwilowej równowadze. Oznacza to, że jest poddawany wpływowi szeregu procesów, tj. wymuszeń, które możemy zaliczyć do dwóch kategorii. Pierwszą kategorię stanowią wymuszenia zewnętrzne, pochodzące spoza systemu klimatycznego Ziemi, ale mające wpływ na jej klimat. Drugą kategorię stanowią wymuszenia wewnętrzne będące wynikiem wzajemnego oddziaływania składowych kom-

¹ Prof. dr hab. Mirosław Miętus, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Państwowy Instytut Badawczy.

² Cechy higryczne – wodne, opadowe.

³ Cechy anemologiczne – wietrzne.

⁴ Cechy nefologiczne – zachmurzenia.

pleksu i pojawiających się w ich wyniku tzw. sprzężeń zwrotnych oraz czynnik antropogeniczny związany z aktywnością ludzką. Wspomniana w definicji systemu klimatycznego chwilowa równowaga odnosi się do okresu, którego długość może być rzędu setek, a nawet tysięcy lat i więcej.

Do kategorii zewnętrznych wymuszeń zaliczane są procesy astronomiczne związane z ruchem obrotowym Ziemi wokół Słońca i wokół własnej osi, jak również aktywność Słońca jako gwiazdy w równych skalach czasowych. Wspomniane procesy astronomiczne nazywane są **cyklami Milankowicia**, od nazwiska serbskiego uczonego Milutina Milankowicia, który je opisał. Ich konsekwencją są zmiany klimatu wywołane zmianami parametrów orbity Ziemi w ruchu wokół Słońca, przez co ulega modyfikacji wielkość strumienia energii docierającej do Ziemi. M. Milankovic zidentyfikował trzy procesy. Są to:

- zmiany ekscentryczności (E), związane ze zmianami kształtu orbity, która zasadniczo jest elipsą o zmiennej relacji między jej półosiami. Zmiany te zachodzą okresowo (w cyklu rzędu ok. 110 tysięcy lat). Im większa jest wartość E, tym mniejszy jest strumień energii docierającej do górnych warstw atmosfery ziemskiej. Obecnie $E = 0,017$. Zmiany E w okresie ostatnich pięciu milionów lat powodowały zmiany strumienia docierającego promieniowania od $-0,17\%$ do $+0,014\%$ obecnej wartości (odpowiada to odpowiednio zmianom strumienia energii docierającej do górnych warstw atmosfery od około $-2,3 \text{ Wm}^{-2}$ do około $+0,18 \text{ Wm}^{-2}$)⁵;
- nachylenie osi obrotu Ziemi względem ekliptyki zmienia się w zakresie od 22° do $24,5^\circ$. Zmiany te następują w cyklu o długości ok. 40 tysięcy lat. Obecna wartość nachylenia wynosi $23,5^\circ$. Zmienność sezonowa jest zależna od zmian tej charakterystyki. Im większe jest nachylenie, tym większy jest zakres strefy zwrotnikowej oraz okołobiegunowej;
- **precesja**⁶ osi obrotu Ziemi w związku z oddziaływaniem grawitacyjnym innych planet Układu Słonecznego. Występują tutaj zmiany w cyklach 23 tysięcy i 18,8 tysiąca lat.

Zmiany związane z precesją, podobnie jak zmiany nachylenia osi obrotu Ziemi, nie wpływają na wielkość docierającego do Ziemi strumienia promieniowania

⁵ Jednostką gęstości strumienia energii (strumienia ciepła) jest $1 \text{ Wm}^{-2} = 1 \text{ J} \times \text{m}^{-2} \times \text{s}^{-1}$. W pracach dawniejszych jest używana tradycyjna jednostka ciepła – kaloria, przy czym $1 \text{ cal} = 4,187 \text{ J}$, $1 \text{ cal} \times \text{cm}^{-2} \times \text{min}^{-1} = 697,7 \text{ Wm}^{-2}$, zaś $1 \text{ Wm}^{-2} = 1,433 \cdot 10^{-3} \text{ cal} \times \text{cm}^{-2} \times \text{min}^{-1}$.

⁶ **Precesja lub ruch precesyjny** – zjawisko zmiany kierunku osi obrotu obracającego się ciała.

słonecznego, ale wpływają na jego przestrzenny i czasowy rozkład. **Perihelion**, tj. punkt na orbicie obrotu Ziemi, w którym jest ona najbliżej Słońca, obecnie przypada 5 stycznia (środek zimy na półkuli północnej), ale za ok. 11–15 tysięcy lat będzie miał miejsce w lipcu.

W warunkach obecnej wartości ekscentryczności E wielkość strumienia energii słonecznej docierającej do górnych warstw atmosfery pomiędzy perihelionem a aphelionem (przeciwieństwo perihelionu) zawiera się między 1411 a 1329 Wm^{-2} .

Bardzo ważnym procesem jest aktywność Słońca. Zmienność klimatu Ziemi w czasach historycznych jest wiązana z cyklami plam słonecznych. Cykl ten charakteryzuje się okresowością. Jego cechą jest powolny wzrost amplitudy, a następnie jej gwałtowny spadek. Zauważa się także quasi-cykliczne fluktuacje rzędu 180 lat. W ostatnim milenium skutkiem zmienności aktywności Słońca było występowanie m.in. optimum średniowiecznego, czyli okresu niezwykle ciepłego, a następnie małej epoki lodowcowej, w której wyróżniamy trzy okresy szczególnie chłodne związane z minimami aktywności słonecznej: minimum Spörera występujące ok. 1460–1550 roku; minimum Maundera występujące w okresie 1645–1717 roku – najchłodniejszy okres małej epoki lodowcowej – i minimum Daltona od ok. 1790 do 1830 roku, trzeci i zarazem ostatni z najchłodniejszych okresów małej epoki lodowcowej. Na ten okres przypada ostatnie maksimum zasięgu lodowców górskich.

Do ważnych zewnętrznych wymuszeń należą także kolizje z kometami lub upadki meteorytów. Konsekwencją tych zdarzeń może bowiem być zmiana parametrów orbity, składu chemicznego atmosfery, wzrost zanieczyszczenia atmosfery itp.

W grupie wymuszeń wewnętrznych należy wymienić wulkanizm. Wybuchy wulkanów w większości wypadków są związane z wyrzutem do troposfery, na wysokość od 5 do 8 km, dużej ilości pyłów i gazów. Pyły są niemalże natychmiast usuwane z atmosfery w wyniku działania sił grawitacji i wypłukiwania z opadami. Dlatego wpływ większości wybuchów wulkanów na klimat jest minimalny. Jednakże najbardziej spektakularne (i na szczęście rzadkie) wybuchy, takie jak Agung (1963), El Chichón (1982) i Pinatubo (1991) miały zauważalny wpływ na klimat (powodowały jego okresowe ochłodzenie).

Wybuch wulkanu Pinatubo wiązał się z wyrzutem do atmosfery, do wysokości ok. 25 km, w przybliżeniu 20 milionów ton SO_2 . Na tej wysokości, dzięki silnym wiatrom stratosferycznym, uległ on silnemu rozproszeniu, a pod wpływem promieniowania (światła) został przekształcony w aerozol siarkowy. Ten

nieabsorbujący promieniowania słonecznego aerozol zwiększył zdolność górnych warstw atmosfery do odbijania padającego promieniowania i tym samym zmniejszył strumień absorbowanej energii. Obecne w stratosferze pyły zwiększyły rozpraszanie promieniowania z krótszego pasma blisko 10-krotnie. Skutkowało to niemal 20-krotnym wzrostem grubości optycznej tzw. czystego nieba. Na szczęście efekt ten był krótkotrwały. Szacuje się, że wskutek wybuchu Pinatubo nastąpiło zaburzenie wymuszenia radiacyjnego atmosfery rzędu $-0,4 \text{ Wm}^{-2}$, co zaowocowało okresowym globalnym ochłodzeniem rzędu $-0,5^\circ\text{C}$.

Z pomiarów dotyczących bilansu energetycznego planety wiemy, co dzieje się z docierającym do górnych warstw atmosfery strumieniem krótkofalowego promieniowania Słońca (odpowiadające promieniowaniu gwiazdy o temperaturze rzędu 5800 K). Trzydzieści procent tego promieniowania jest odbijane od atmosfery i opuszcza system klimatyczny, 19% jest rozpraszane w atmosferze i przez nią absorbowane, a 51% dociera do powierzchni Ziemi i jest przez nią pochłaniane, powodując wzrost jej temperatury. W konsekwencji Ziemia emituje ze swojej powierzchni długofalowe promieniowanie, odpowiadające temperaturze 255 K, które na swojej drodze przez atmosferę jest przez nią pochłaniane i rozpraszane, powodując wzrost temperatury do blisko 288 K. Zatem konsekwencją występowania na Ziemi atmosfery o ściśle określonym składzie (absorbującej termiczne promieniowanie powierzchni Ziemi) jest wzrost temperatury atmosfery o ok. 32 K do wartości bliskiej 15°C . Efekt ten nazywamy **naturalnym efektem cieplarnianym**. Dzięki niemu możliwe jest na Ziemi życie w obecnej, znanej nam formie, a przede wszystkim funkcjonowanie gatunku ludzkiego i rozwój cywilizacyjny. W warunkach odpowiadających temperaturze -18°C nie byłoby to możliwe. Analiza spektralna przechodzącego przez atmosferę promieniowania słonecznego oraz promieniowania termicznego Ziemi pozwoliła ujawnić liczne pasma absorpcji (pochłaniania) promieniowania termicznego Ziemi, odpowiadające absorpcji przez występujące w atmosferze gazy śladowe, takie jak CO_2 , CH_4 , N_2O , O_2 i O_3 oraz parę wodną. Gazy te nazywa się od procesu, za który odpowiadają, naturalnymi gazami cieplarnianymi. Jednak rola pary wodnej w zdecydowanie większym stopniu związana jest z powstawaniem w atmosferze chmur ograniczających dopływ energii do powierzchni i dolnych warstw atmosfery i będących źródłem opadów, po wystąpieniu których następuje wzrost docierającego do Ziemi promieniowania. Z kolei fakt zaniku chmur w efekcie opadów przyspiesza parowanie i powstawanie chmur. Zatem parę wodną traktuje się jako główny, naturalny czynnik regulujący bilans energetyczny planety.

W naturalnych warunkach koncentracja głównych gazów cieplarnianych jest w okresie kilku tysięcy lat względnie stała, podlegając jedynie sezonowej zmienności związanej z aktywnością procesu fotosyntezy. Wśród tych gazów za najistotniejszy uważany jest dwutlenek węgla (CO_2), którego koncentracja w atmosferze naturalnej określana jest na poziomie 278 **ppm**⁷. Koncentracja pozostałych gazów jest co najmniej trzy rzędy mniejsza (wyrażana w **ppb**⁸). Naturalne gazy cieplarniane należą do gazów dobrze mieszających się w atmosferze o stosunkowo wyrównanej koncentracji. Różni je jednak w sposób istotny tzw. czas życia, tj. czas, w którym koncentracja danego gazu zmieni się o stały czynnik, jeśli nie będą powstawały nowe cząstki danego gazu. Czas życia CO_2 szacowany jest na trzydzieści do blisko stu lat. Oznacza to, że w atmosferze ziemskiej znajduje się jeszcze śladowa ilość cząstek CO_2 wyemitowanych do niej podczas prezentacji maszyny parowej Jamesa Watta, uważanej za początek ery przemysłowej. Czas życia CH_4 określany jest na 12 lat, a N_2O – na 115 lat. Nie tylko czas życia różni główne gazy cieplarniane, ale także ich zdolność do ogrzewania atmosfery, którą określa się mianem **potencjału globalnego ocieplenia** (GPW). Wielkość ta określa zdolność danego gazu do działania jako czynnik ocieplający w stosunku do CO_2 . Zatem przyjmując, że dla CO_2 GPW = 1, to w przypadku CH_4 GPW = 25, a w przypadku N_2O GPW = 300 w horyzoncie czasowym 100 lat.

Wraz z postępującym rozwojem przemysłowym oraz coraz bardziej intensywną produkcją rolniczą i przekształcaniem terenów zielonych (obszary leśne, rozległe stepy, prairie itd.) w obszary intensywnej działalności gospodarczej człowieka wzrastała wielkość emisji gazów cieplarniarnych do atmosfery. Jednocześnie system naturalny nie potrafił w tzw. naturalnym cyklu obiegu węgla w przyrodzie zagospodarować nadmiarowej, antropogenicznej ilości węgla, którą człowiek do środowiska zaczął w sposób niekontrolowany dostarczać. W efekcie tego zaczęła wzrastać koncentracja CO_2 w atmosferze. Skutkiem pojawienia się dodatkowej, antropogenicznej ilości CO_2 w atmosferze jest zwiększenie absorpcji energii promieniowania termicznego Ziemi przez jej atmosferę. Tym samym ilość energii, jaka opuszcza system, nie równoważy ilości energii, jako że do systemu dociera w postaci promieniowania słonecznego. Strumień energii opuszczający system klimatyczny Ziemi jest wraz ze wzrostem koncentracji

⁷ **ppm** – (ang. *parts per million*) jednostka koncentracji wyrażająca liczbę cząstek na milion, w tym wypadku liczbę cząstek CO_2 na liczbę cząstek gazów wchodzących w skład powietrza.

⁸ **ppb** – (ang. *parts per billion*) jednostka koncentracji wyrażająca liczbę części na miliard.

gazów cieplarnianych w atmosferze coraz mniejszy. Oznacza to, że w systemie klimatycznym, w związku z działalnością człowieka, pojawiło się dodatkowe, wewnętrzne wymuszenie radiacyjne, którego skutkiem jest wzrost temperatury atmosfery. Wielkość tego wymuszenia szacowano na $0,57 \text{ Wm}^{-2}$ w roku 1950, $1,2 \text{ Wm}^{-2}$ w roku 1960 i na $2,38 \text{ Wm}^{-2}$ w roku 2011. Jednocześnie w atmosferze pojawiły się gazy antropogeniczne, które absorbują promieniowanie termiczne Ziemi, przyspieszając wzrost temperatury atmosfery. Większość tych gazów należy do grupy chlorowęglowców. Charakteryzują się one długim albo niezwykle długim czasem życia oraz dużą wartością GWP. Przykładowo trójfluorek metanu cechuje czas życia bliski 50 tysiącom lat, a $\text{GPW} = 5200$ w horyzoncie stu lat. Obecna koncentracja CO_2 szacowana jest na blisko 410 ppm, tj. o 122 ppm więcej niż w okresie przedprzemysłowym (wzrost koncentracji o 44%).

Na negatywne skutki wzrostu koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze nie musieliśmy długo czekać. Prowadzone niemalże powszechnie pomiary temperatury powietrza na stacjach meteorologicznych dokumentują ten proces. Analiza historycznych (tj. archiwalnych) materiałów pozwoliła na stwierdzenie, że od połowy XIX wieku temperatura przy powierzchni Ziemi systematycznie wzrasta. Wielkość zmiany przekracza 1°C w skali XX wieku, a tempo zmiany temperatury systematycznie przybiera na sile. Wraz z postępującym globalnym ociepleniem obserwujemy zmiany w rozkładzie opadów na powierzchni Ziemi oraz powszechny wzrost poziomu wszechoceanu, będący skutkiem topnienia lodowców śródlądowych (górkich, alaskańskich), rozszerzalności termicznej wody morskiej (bo i górne warstwy oceanu stają się cieplejsze), a co gorsza, topnieniem lądolodów Grenlandii i Antarktydy.

Przeprowadzono liczne dowody „nie wprost” potwierdzające, że to antropogeniczna emisja gazów cieplarnianych jest odpowiedzialna za obserwowany wzrost temperatury powietrza. Ten proces dowodowy nazywany jest atrybucją przyczyn. Polega on na odtworzeniu klimatu Ziemi w okresie ostatnich dwustu lat przez grupę kilkudziesięciu modeli opisujących klimat. W pierwszej fazie każdy z modeli symulował klimat Ziemi przy założeniu, że w systemie koncentracja gazów cieplarnianych jest na poziomie przedprzemysłowym. Na podstawie otrzymanych w wyniku takich symulacji danych stwierdzono, że wartości temperatury powietrza otrzymane w wyniku modelowania tego rodzaju symulacji nie odtwarzają procesu wzrostu temperatury. Ponadto otrzymane wartości temperatury są dużo niższe od tych otrzymywanych z pomiarów. W drugiej fazie każdy z modeli symulował klimat Ziemi przy założeniu, że koncentracja

gazów cieplarnianych systematycznie wzrasta w wyniku antropogenicznej emisji. Rezultaty otrzymane w tej fazie wykazały bardzo dobrą zgodność modeli z obserwacjami.

Modele klimatyczne są powszechnie wykorzystywane do opracowywania scenariuszy ewolucji klimatu Ziemi. Mówimy o scenariuszach, a nie o prognozach ewolucji klimatu, gdyż symulując przyszły klimat, musimy założyć różne scenariusze rozwoju cywilizacyjnego. Są to modele działalności społecznej i gospodarczej ludzkości, których efektem jest zmiana koncentracji gazów cieplarnianych w atmosferze, a zatem i wartości dodatkowego wymuszenia radiacyjnego, które będzie konsekwencją takiej, a nie innej ścieżki rozwoju (RCPx.x). Dlatego scenariusze opisuje się właśnie jako reprezentatywne ścieżki koncentracji prowadzące do powstania wymuszenia radiacyjnego o określonej wartości na koniec wybranego okresu. W grupie kilku takich scenariuszy wyróżniają się RCP2.6 oraz RCP8.5. Pierwsza ze ścieżek to ścieżka, która jest efektem działań proklimatycznych, eliminujących antropogeniczne emisje jeszcze przed połową obecnego wieku, co będzie skutkowało wartością wymuszenia radiacyjnego równą $2,6 \text{ Wm}^{-2}$ pod koniec XXI wieku. Druga ze ścieżek to tzw. ścieżka *business as usual* opisująca nieograniczony troską o środowisko naturalne rozwój gospodarczy, doprowadzający do powstania na koniec obecnego wieku do wymuszenia radiacyjnego wynoszącego $8,5 \text{ Wm}^{-2}$. Konsekwencją tych dwóch diametralnie różnych ścieżek rozwoju będzie istotnie różny klimat na Ziemi. Ścieżka RCP2.6 pozwoli ustabilizować temperaturę przy powierzchni Ziemi na poziomie nieznacznie wyższym od obecnego, z powolnym, ale zmierzającym do wyhamowania wzrostem poziomu wszechoceanu, podczas gdy ścieżka RCP8.5 prowadzi do silnego wzrostu temperatury przy powierzchni Ziemi dochodzącego do wartości nawet 6°C wyższej od tej, która opisuje średnią wartość dla naszej planety obecnie. Równocześnie z silnym wzrostem temperatury postępować będzie nasilający się wzrost poziomu wszechoceanu przekraczający 1 m pod koniec XXI wieku. Szczególnie ważny jest jednak fakt, że ów wzrost poziomu morza będzie postępował przez kolejne kilkadziesiąt lat w związku z topnieniem lądolodów. Efektem tego będzie ponad 40-metrowy wzrost poziomu wszechoceanu.

Bibliografia

1. *Klimat IMGW-PIB* [online]. Tryb dostępu: www.klimat.imgw.pl. Stan z dnia 30.11.2020.
2. *Nauka o klimacie dla sceptycznych* [online]. Tryb dostępu: www.naukaoklimacie.pl. Stan z dnia 30.11.2020.
3. POPKIEWICZ Marcin, KARDAŚ Aleksandra, MALINOWSKI Szymon. *Nauka o klimacie*. Wyd. 2 popr. Warszawa: Wydaw. Nieoczywiste; Katowice: Wydaw. Sonia Draga: Post Factum, 2019. ISBN 978-83-8110-659-7; 978-83-8110-801-0; 978-83-63391-71-3; 978-83-63391-77-5.
4. WMO, Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu, UNEP. *Zmiana klimatu 2007: raport syntetyczny*. Warszawa: Instytut Ochrony Środowiska, 2009. ISBN 978-83-60312-01-8.

Rola wody w przyrodzie, technice i zdrowiu

Naukowcy twierdzą, że bez wody nie ma życia. Wszystkie istoty żyjące, a więc ludzie, zwierzęta i rośliny, przynajmniej w połowie składają się z wody. Woda jest w nas i wokół nas. Odgrywa ogromną rolę nie tylko w przyrodzie, ale również w medycynie i technice. Między innymi to właśnie dzięki niej nasza cywilizacja i technologia mogła się rozwijać i doszła do tego poziomu, który mamy obecnie. Wciąż poznajemy jej przydatne właściwości, również lecznicze.

W pracy przedstawiono ciekawe informacje na temat wody, które można znaleźć w *Księżce o wodzie* Aleksandry Kardaś oraz w książce *Woda. Zdrowie i życie. Fakty i mity* Iwana Nieumywakina. W książce Aleksandry Kardaś wyjaśniono, czym jest woda, jakie są jej właściwości oraz jakie są jej zastosowania w technice. Natomiast książka drugiego autora skupia się na leczniczych właściwościach wody i jej wykorzystaniu dla dobra i zdrowia człowieka [1; 3].

Woda w przyrodzie

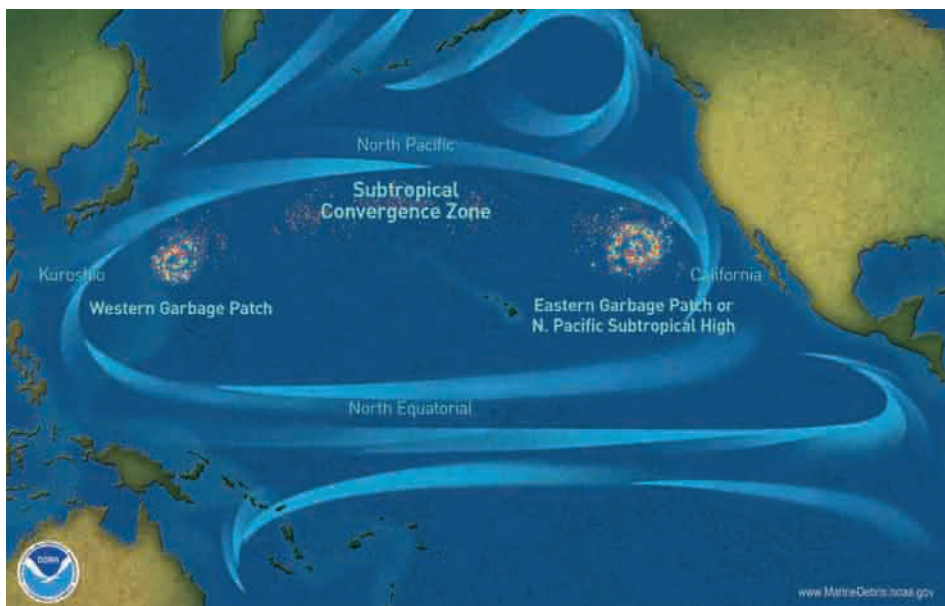
Organizm ludzki składa się w 70% z wody, a mózg człowieka – w 90%. Inne istoty żywe oraz mikroorganizmy składają się z podobnej ilości wody co ludzie. Jest to dowód na to, że cały świat jest mocno na niej oparty. Dlatego wszystkie istoty żywe nie mogą przetrwać bez wody [3, s. 20].

Nasza planeta jest nazywana Błękitną Planetą, ponieważ około 71% powierzchni Ziemi jest pokryte wodą. Woda występuje także w powietrzu, glebie oraz lodowcach. Wody słone, czyli morza i oceany, stanowią 96,5% wszystkich wód, wody słodkie – 3,5% [1, s. 30].

Niestety jednym z największych problemów naszej planety, a więc również znajdującej się na niej wody, jest problem zanieczyszczenia środowiska. Na oceanach powstały ogromne zanieczyszczenia zwane **wyspami śmieci**. Są złożone z pływających odpadów nieorganicznych, które płynęły z prądem i zaczęły się

¹ Łukasz Pękala, Szkoła Podstawowa nr 82 im. prof. Jana Czochrańskiego w Gdańsku.

łączyć w ogromne wyspy. Szkodzą faunie i florze morskiej. Jest to katastrofalny efekt wyrzucania śmieci do morza lub na plaże, skąd są one zabierane przez fale. Jednym z największych i najbardziej znanych tego typu zbiorowisk odpadów jest wyspa śmieci na Pacyfiku. Zajmuje ona powierzchnię około 1,6 miliona km² [2]. Dlatego powinniśmy dbać o niezaśmiecanie plaż oraz zmniejszyć ilość wyrzucanych plastików. Takie działania powinny zmniejszyć tempo rozszerzania się wysp śmieci na oceanach.



Rys. 1. Wyspy śmieci na Pacyfiku

Źródło: <https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/great-pacific-garbage-patch/>

Woda występuje także w atmosferze, choć głównie tworzy ją azot i tlen, a zawartość wody to jedynie ułamek procenta. W atmosferze, w wyniku parowania wód ze zbiorników wodnych, powstają chmury. Gdy chmura znajdzie się odpowiednio wysoko, zawarta w niej para wodna z powrotem zaczyna się skraplać, wskutek czego pada deszcz. Jest to proces zapętlony, ponieważ woda ciągle będzie parować i się skraplać. Natomiast zimą lub gdy chmura jest wystar-

się w wyniku działania wiatru, nazywa się **połyniami**. Natomiast pozbawiona nagle izolacji, stosunkowo ciepła woda intensywnie paruje, a powietrze często okazuje się za bardzo wychłodzone, by pomieścić jej dużo. Wtedy natychmiast skrapla się i tuż nad wodą można zaobserwować obłoki mgły [1, s. 71].



Rys. 3. Lodowce Antarktydy

Źródło: https://londynek.net/wiadomosci/article?jdnews_id=45558

Lodowce powstały także na stałym lądzie. Okazuje się, że około 10% powierzchni lądów na Ziemi pokrywają lodowce i lądolody. Są one bardzo do siebie zbliżone. Podobnie powstają oraz zachodzą w nich bardzo podobne procesy. Zasadnicza różnica między nimi to rozmiar, ponieważ **lądolody** z definicji są wielkimi obszarami pokrytymi lodem, a w ich obrębie można znaleźć wiele lodowców. Nie powstały one jednak bezpośrednio z zamarzania wody, ale z opadów śniegu. Świeży śnieg tworzy delikatny, lekki puch. Płatki śniegu mają jednak duże przerwy pomiędzy sobą, ale stopniowo pokrywają je i zgniatają kolejne warstwy opadów. Następnie śnieg robi się bardziej zbity, a śnieżynki deformują się i sklejają w większe ziarenka. Później latem, gdy temperatura na

powierzchni jest dość wysoka, część śniegu topnieje, a powstała w efekcie woda ścieka powoli w głąb. W końcu ponownie zamraża, tworząc już zwyczajny lód. Temperatura powietrza na ogół wielokrotnie zmienia się w ciągu roku, więc kolejne warstwy śniegu również wiele razy nadtapiają się i krystalizują. Na powierzchni powstaje tak zwany **firn**, czyli coś pomiędzy śniegiem a lodem. Jak widać, odrobina corocznego topnienia nie tylko nie przeszkadza w powstawaniu lodowca, ale to ułatwia. Gdy lód osiąga już grubość kilkudziesięciu metrów, robi się odpowiednio ciężki i zaczyna wywierać na swoje najgłębsze warstwy tak duże ciśnienie, że mimo niskiej temperatury zbliżają się one do stanu topnienia. Wiązania między molekułami wody jeszcze nie puszczają, ale rozluźniają się na tyle, że cząsteczki mogą się trochę przemieszczać względem siebie, deformując komórki sieci krystalicznej. Gdy któraś warstwa molekuł zacznie się przesuwać, następna, przylegająca do niej, sieć ulegnie deformacji [1, s. 81].

W strefie, w której lodowiec zaczyna pierwotnie powstawać, wieloletni przyrost masy i spychanie plastycznego lodu w stronę ujścia powoduje na ogół wydrążenie kolistej lub wydłużonej misy. Jest to tak zwany **cyrk lodowcowy**. Powstają także **jęzory lodowca**. Tworzą się one na ogół tam, gdzie istniało już wcześniej jakieś



Rys. 4. Lodowiec górski Baltoro w Karakorum

Źródło: <https://naukaoklimacie.pl/aktualnosci/co-sie-dzieje-w-karakorum-211>

zagłębienie pozwalające na spływanie lodu. Może to być na przykład dolina rzeczna. Pod wpływem przesuwania się dużych mas lodu kształt takiej doliny jest znacznie modyfikowany. Stopniowo robi się ona coraz szersza, a jej przekrój coraz bardziej przypomina literę U.

Najstarszy odnaleziony kawałek lodu ma prawdopodobnie ok. 2,7 miliona lat. Ponieważ znaleziono go poza strefą uporządkowanych warstw, jego wieku nie można było ustalić na podstawie głębokości, z jakiej go wydobyto. W takich sytuacjach przydatna okazuje się analiza izotopowa, ale nie samego lodu, a uwieczonych w nim atomów takich pierwiastków jak promieniotwórczy potas, który wraz z upływem czasu rozpada się do postaci argonu. Im mniej potasu, a więcej argonu w próbce, tym próbka jest starsza. Naukowcy nie ustają w poszukiwaniach i mają nadzieję znaleźć także pozostałości lodu sprzed pięciu milionów lat [1, s. 82].

Woda i technika

Woda została wykorzystana również w technice. Pierwsze urządzenie wykorzystujące wodę powstało kilkaset lat przed naszą erą w pustynnej Persji. Był to system **kanatów**, czyli specjalnych tuneli doprowadzających do pól uprawnych i siedzib ludzkich wodę z położonych wyżej warstw wodonośnych. Zaletą tych tuneli była ochrona płynącej w nich wody przed odparowaniem.

Czasami jednak wodę dostarczyć trzeba było „pod górę”. W Nubii, Indiach i Persji wodę z rzek lub studni przelewano do kanałów nawadniających pola z użyciem prostych układów kół i przekładni. Było to tak zwane **sakije**. Składało się z zainstalowanego na brzegu koła obracanego wokół pionowej osi przez krążące po specjalnym torowisku zwierzę i za pośrednictwem przekładni napędzającego drugie koło w osi poziomej. Mogło też być zanurzone w wodzie i nabierać ją za pomocą zamocowanych na swoim obwodzie wiader. Mogło także znajdować się tuż przy brzegu i napędzać taśmę tworzącą pętlę krążącą między nim a kolejnym kołem, które było ustawione w wodzie [1, s. 110].

Kolejnym wynalazkiem jest **koło młyńskie**, inaczej zwane kołem wodnym. Miało ono na obwodzie ustawione ukośnie łopatki, na które trzeba było kierować wodę specjalną rynną ustawioną nad kołem. Dzięki temu koło młyńskie może bez pomocy przekładni napędzać klasyczny młyn zbożowy, czyli kręcić płaskim, ponacinanym w rowki kamieniem, tak zwanym biegunem. Biegun szoruje po drugim, nieruchomym kamieniu, czyli leżaku, a jego rowki tną ziarna zboża podawane od strony osi. Mąka wysypuje się po zewnętrznej



Rys. 5. Sakije

Źródło: gotoegypt.org/ElMinPhoto.htm

stronie. W bardziej zaawansowanych młynach koło poziome i pionowe wykorzystywano także do napędzania innych elementów, służących na przykład do automatycznego przesiewania mąki lub przenoszenia worków z ziarnem [1, s. 105].

W XVIII wieku w miarę rozwoju przemysłu, zwiększania się populacji i zapotrzebowania na produkty rosła także potrzeba wydajnego, stabilnego i niezależnego od warunków topograficznych napędzania coraz liczniej używanych maszyn. Odpowiedzią była nowo wynaleziona **maszyna parowa**. Była ona niesamowicie wielkim efektem pracy kolejnych genialnych wynalazców, którzy nawzajem udoskonalali swoje konstrukcje i tworzyli coraz bardziej ulepszone wersje. Jednak historia maszyny parowej zaczyna się w brytyjskich kopalniach węgla. Gdy położone najbliższej powierzchni pokłady tego surowca zaczęły się wyczerpywać, konieczne było sięganie po nie coraz głębiej. Stałym problemem było zalewanie kopalń przez wodę. Aby temu zaradzić, wynalazca Thomas Savery postanowił wykorzystać węgiel i wodę. Skonstruowana przez niego pompa nie miała żadnego tłoka ani innych ruchomych części, nie licząc zaworów. Składała się z dwóch zbiorników. Jeden z nich zawierał wodę i był podgrzewany przez



Rys. 6. Koło młyńskie

Źródło: <https://pixabay.com/pl/photos/224305>

spalanie węgla. Produkowana dzięki temu para wodna wędrowała do drugiego zbiornika, połączonego rurą z miejscem, z którego należało odpompować wodę. Gdy nagromadziło się jej wystarczająco dużo, zamykano połączenie z bojlerem, a stygnąca para kondensowała, w efekcie czego w zbiorniku spadało ciśnienie. Ta „częściowa próżnia” zasysała wodę z kopalni do zbiornika. Gdy się napełnił, można było zamknąć zawór i otworzyć zawór pary. Gaz pod dużym ciśnieniem wypychał wodę kolejną rurą na powierzchnię. Niestety wynalazek T. Savery’ego okazał się mało wydajny, dlatego został rozwinięty przez Thomasa Newcomena. W jego konstrukcji podciśnienie powstające w cylindrze z kondensującą parą służyło nie do bezpośredniego zasysania wody z kopalni, a do wciągania w głąb zbiornika ruchomego tłoka. Tłok zaczepiony był do końca dźwigni działającej jak belka klasycznej wagi szalkowej albo huśtawka równoważna. Ściągnięcie tłoka oznaczało więc podniesienie zamocowanej do przeciwnego końca belki przeciwwagi. Z kolei po otwarciu zaworu zbiornika i wyrównaniu się panującego w nim ciśnienia z atmosferycznym przeciwwaga zjeżdżała w dół pod wpływem grawitacji. Jej ruch napędzał pompę mechaniczną, mogącą wyciągać wodę nawet z dużej głębokości. Dzięki temu przełomowemu wynalazkowi cała gospodarka

świata znacząco wzmocniła się. Pomogła także w szybszym transporcie między miastami [1, s. 140].

Obecnie jednym z najnowocześniejszych sposobów wykorzystywania wody jest stosowanie jej w energetyce jądrowej. Rdzenie reaktora składające się z materiałów promieniotwórczych są otoczone przez tak zwany moderator, czyli ośrodek, którego zadaniem jest hamowanie cząstek. Najczęściej jest nim woda. W kolejnych zderzeniach z cząsteczkami moderatora neutrony stopniowo wytracają energię. Dopiero takie spowolnione cząstki powoduje wydajne rozpady jąder atomowych w prętach paliwowych. Odbierając energię od neutronów, woda zwiększa swoją temperaturę, a system pomp prowadzi ją do wymiennika ciepła. Ma on postać długiego labiryntu rurek zanurzonego w osobnym zbiorniku z wodą, z której w wyniku podgrzewania wytwarzana jest gorąca para pod dużym ciśnieniem, wykorzystywana do napędzania turbin prądotwórczych. Widzimy więc, że woda wciąż jest wykorzystywana w technice w wielu dziedzinach [1, s. 117].

Woda i zdrowie

O leczniczych właściwościach wody możemy dowiedzieć się między innymi z książki Iwana Nieumywakina pod tytułem *Woda. Zdrowie i życie. Fakty i mity*. Rosyjski naukowiec, specjalizujący się w medycynie naturalnej, przypomina nam, co wiemy na temat wody, m.in. że woda jako ciecz i lód pokrywa bardzo dużą część powierzchni Ziemi, a jako para wodna jest istotnym składnikiem otaczającej atmosfery. Odgrywa ogromną rolę w przyrodzie. Jest niezbędna do procesów życiowych organizmów żywych [3].

Bez wody organizmy szybko się odwadniają, a komórki nie mogą pełnić swych funkcji. Objawami odwodnienia są: pocenie się, dezorientacja, zawroty głowy oraz utrata przytomności. Do braku wystarczającej ilości wody dochodzi podczas wysiłku fizycznego i nienawadniania się. Żeby nie dopuścić do odwodnienia, należy pić wodę w odpowiednich ilościach. Z drugiej strony nadmiar wody w organizmie jest równie niebezpieczny dla zdrowia jak jej niedobór.

W omawianej książce można dopatrzeć się stwierdzenia, że człowiek najpierw robi wszystko, by popsuć to, co naturalne, a potem szuka możliwości naprawy. Niestety jest to dość bolesna prawda o człowieku. Ta definicja ludzkiej cywilizacji daje do myślenia i prowokuje do tego, żeby coś z tym zrobić. Na Ziemi od ponad piętnastu lat praktycznie nie istnieje czysta, naturalna woda. Światowa Organizacja Zdrowia twierdzi, że niebezpieczne dla zdrowia jest nawet zbliżanie się do nieoczyszczonej wody na terenie przemysłowym. Oczyszczalnie ścieków

usuwają z zanieczyszczonej wody najgroźniejsze domieszki wielocząstkowe. Niestety nie zubożniają one najbardziej toksycznych zanieczyszczeń, które zatrują środowisko [2, s. 15]. Jest to bardzo poważny problem, ponieważ skutki mogą być nieodwracalne. Najlepszym sposobem, by zmienić katastrofalny bieg historii, są działania zmierzające do tego, aby ostatecznie nie wyrzucać śmieci i trujących odpadów do wody.

Woda to najzdrowszy płyn, który dostarcza do naszego organizmu wiele cennych minerałów odżywczych. Woda posiada także lecznicze właściwości wykorzystywane w medycynie. Nawadnia organizm i oczyszcza go z toksyn. Pomaga również zapobiegać powstawaniu kamieni w nerkach i zatorów w naczyniach krwionośnych oraz wspomaga krążenie krwi. Niestety wiele napojów, takich jak soki czy słodkie napoje gazowane, daje nam jedynie chwilową energię, ponieważ w ich skład chemiczny wchodzi cukry, które w nadmiarze wpływają negatywnie i szkodzą naszemu organizmowi. Bardzo przydatnym płynem dla naszego ciała jest woda mineralna, która łagodzi pragnienie i dodaje energii. Nie zawiera też szkodliwych substancji.

Podsumowanie

Woda ma ogromne znaczenie dla całej naszej planety, a także dla każdego organizmu. Ludzkość nauczyła się wykorzystywać wodę do rozwoju technologii i całej cywilizacji, a jednocześnie zdała sobie sprawę, jak jest ona cenna i jak bardzo należy o nią dbać. To dzięki wodzie nastąpił postęp cywilizacyjny i technologiczny, a do tego jest również źródłem zdrowia. Czysta woda oznacza nasze zdrowie i zdrowie naszej planety.

Bibliografia

1. KARDAŚ Aleksandra. *Książka o wodzie*. Warszawa: Wydawnictwo Mg, 2019. ISBN 978-83-7779-528-6.
2. KOŁCZAŃSKA Iwona. „Wyspa śmieci na Pacyfiku 5 razy większa od Polski. Niedługo w oceanach będzie pływać więcej plastiku niż ryb”. W: *Wp turystyka* [online]. 16.04.2018. Tryb dostępu: <https://turystyka.wp.pl/wyspa-smieci-na-pacyfiku-5-razy-wieksza-od-polski-niedlugo-w-oceanach-bedzie-plywac-wiecej-plastiku-niz-ryb-6241784715253377a>. Stan z dnia 12.10.2020.
3. NIEUMYWAKIN Iwan. *Woda. Zdrowie i życie. Fakty i mity*. Warszawa: Wyd. Hartigramma, 2016. ISBN 978-83-62185-18-4.

Inteligentne miasta a rozwiązanie problemu globalnego ocieplenia

Wprowadzenie

Globalne ocieplenie jest przez wielu uważane za największe wyzwanie, przed jakim obecnie stoi ludzkość. Prognozy dotyczące skutków tego zjawiska dla Ziemi są katastrofalne i dotyczą bliskiego horyzontu czasowego. Jak wskazuje raport z 2019 roku Programu Środowiskowego Organizacji Narodów Zjednoczonych (*United Nations Environment Programme*, UNEP), ogólnoswiatowa emisja gazów cieplarnianych w ciągu ostatniej dekady wzrastała stale o 1,5% rocznie – różnica pozornie niewielka, lecz niosąca poważne konsekwencje. Aby uniknąć zmian w średniej temperaturze Ziemi większych niż 1,5°C w porównaniu do ery preindustrialnej, a tym samym znacznie zmniejszyć ryzyko globalnego kryzysu ekologicznego, społecznego i ekonomicznego, emisja gazów cieplarnianych w 2030 roku nie może przekroczyć 25 Gt CO_2e ². Niemniej jednak, jeśli obecne trendy emisji gazów się utrzymają, liczba ta będzie ponaddwukrotnie większa. Z tego powodu niezbędne jest natychmiastowe wprowadzenie rozwiązań, które znacznie zredukują wpływ działalności człowieka na środowisko [4].

Artykuł ma na celu przedstawienie zagadnienia inteligentnych miast i zbadanie, czy mogą być one rozwiązaniem, które przyczyni się do zmniejszenia negatywnego wpływu na środowisko. W pracy podano przykłady obecnie stosowanych technologii, omówiono ich efektywność i plany na wprowadzenie ich w większej liczbie miast. Rozważono również ograniczenia czasowe, a także aspekty naukowe i polityczne.

¹ Anna Sawicka, III Liceum Ogólnokształcące im. Bohaterów Westerplatte w Gdańsku.

² CO_2e – jednostka używana, by wyrazić wpływ różnych gazów cieplarnianych na globalne ocieplenie: 1 Gt CO_2e oznacza, że dana ilość gazów cieplarnianych ma taki sam wpływ na globalne ocieplenie, jak 1 Gt dwutlenku węgla.

Cechy inteligentnego miasta a globalne ocieplenie

Obecnie miasta generują około 70% wszystkich gazów cieplarnianych, a jednocześnie to ich mieszkańcy najbardziej cierpią z powodu zanieczyszczenia powietrza, fal upałów czy powodzi [2]. Zmniejszenie ilości gazów cieplarnianych emitowanych przez miasta nie tylko miałyby znaczny wpływ na globalne ocieplenie, ale też zauważalnie poprawiłoby stopień bezpieczeństwa i jakości życia mieszkańców. Jedną z propozycji na osiągnięcie tego celu jest powszechne wprowadzenie inteligentnych miast.

Komisja Europejska definiuje **inteligentne miasto** jako miejsce, w którym tradycyjne sieci i usługi stają się efektywniejsze dzięki wykorzystaniu technologii cyfrowych i telekomunikacyjnych z korzyścią dla mieszkańców i przedsiębiorstw. Inteligentne miasto nie tylko stosuje technologie informacyjne i komunikacyjne (ICT) w celu lepszego wykorzystania zasobów i zmniejszenia emisji, lecz także administruje miastem w bardziej interaktywny, elastyczny i niewykluczający nikogo sposób, zapewniając ludności lepsze usługi dzięki inteligentniejszym sieciom transportu miejskiego, zmodernizowanym obiektom dostawy wody i unieszkodliwiania odpadów, a także bardziej efektywnym sposobom oświetlania i ogrzewania budynków [14]. Zastosowanie technologii w tych obszarach zazwyczaj jest związane z transportem i wykorzystaniem energii – sektorami, które emitują kolejno 16,2% i 31,7% wszystkich gazów cieplarnianych wydzielanych do atmosfery [11]. Rozważane rozwiązania dotyczą takich problemów jak kontrola ruchu drogowego, optymalizacja oświetlenia miejskiego czy też włączanie niektórych urządzeń elektrycznych w zależności od obecnego dostępu do energii elektrycznej (jako że w przypadku odnawialnych źródeł energii dostęp ten nie jest jednakowy przez cały czas) [9]. Koncepcje te są blisko powiązane z ideą internetu rzeczy. Innym obszarem, który często rozważany jest w kontekście inteligentnych miast, są środki, które pozwolą na chronienie obywateli przed skutkami globalnego ocieplenia. Zalicza się do nich wszelkie technologie ostrzegania przed katastrofami, takimi jak powodzie czy huragany, tworzenie zielonych stref, a także wprowadzanie bardziej efektywnych metod produkcji żywienia.

Obecnie stosowane rozwiązania

Niemożliwe jest uzyskanie pełnego obrazu potencjalnej skuteczności inteligentnych miast w walce z globalnym ociepleniem bez wzięcia pod uwagę, na ile efektywne są obecnie używane technologie. Niektóre z nich opisane w po-

przedniej części już są stosowane w miastach. Dlatego też w tej części zostaną omówione pewne miejsca, które takie rozwiązania wprowadziły, zaczynając od Reykjavíku – miasta, które zostało uznane za najbardziej przyjazne dla klimatu w roku 2020 [1].

Reykjavík rozpoczął działania dążące do redukcji gazów cieplarnianych w 2009 roku. Obecnie cała energia elektryczna jest produkowana za pomocą elektrowni wodnych, a budynki są ogrzewane energią geotermalną. Najwięcej gazów cieplarnianych jest emitowanych przez transport, dlatego też miasto ma w planach zachęcanie mieszkańców do korzystania z elektrycznych samochodów poprzez rozbudowanie sieci ładowania oraz transportu publicznego i znaczne poprawienie jego funkcjonowania. Reykjavík już zdołał zredukować emisję gazów cieplarnianych *per capita* do 2,8 t CO₂ w roku 2013 w porównaniu do emisji 10,65 t CO₂, która wypadała wówczas na przeciętnego Islandczyka [10, 11]. Władze miasta mają jednak dużo ambitniejszych plany, chcąc zredukować emisję dwutlenku węgla do zera do 2040 roku [10]. Niewątpliwie jedną z kluczowych kwestii jest fakt, że Reykjavík leży w miejscu, gdzie można swobodnie korzystać z energii geotermalnej, co jest rzadkością. Niemniej pewien stopień zaangażowania i kontroli był niezbędny zarówno ze strony miasta, jak i mieszkańców. Władze Reykjavíku korzystają z programu, który pozwala im na monitorowanie dokładnej emisji gazów cieplarnianych przez poszczególne sektory i w poszczególnych miejscach [15]. Takie aplikacje są bardzo popularne w miastach, które starają się ograniczyć emisję gazów cieplarnianych – można powiedzieć, że są podstawą do takich działań, jako że informują, w których miejscach i sektorach należy wprowadzić zmiany, aby odnieść jak najbardziej korzystny efekt.

Innym miastem, którego działania przeciwko zmianom klimatycznym warto wspomnieć, jest Singapur. To miasto-państwo wprowadziło innowacyjny *Intelligent Transport System* (ITS) – zbiór technologii, które w połączeniu z odpowiednimi ustawami pozwalają na znaczne zoptymalizowanie ruchu drogowego. Przykładami ustaw są darmowe korzystanie z komunikacji miejskiej w porannych godzinach szczytu czy też wydawanie wysoko płatnych licencji pozwalających na korzystanie z pojazdu przez okres dziesięciu lat. Z kolei technologie, które składają się na ITS, to między innymi: *Electronic Road Pricing* – system, który korzystając z krótkich fal radiowych i kart umieszczonych w pojazdach, mierzy stopień zanieczyszczenia, który dany przejazd spowodował, i nalicza za to opłatę; czy też aplikacja, która podaje bieżące informacje o natężeniu ruchu i wypadkach. Dane są na bieżąco zbierane m.in. przez taksówki wyposażone

w GPS. Państwo znacznie rozbudowuje również system komunikacji miejskiej i inwestuje w badania nad autonomicznymi pojazdami. Wszystkie te czynniki sprawiły, że Singapur stał się jednym z miejsc z największą płynnością jazdy wśród dużych miast – średnia prędkość samochodu na głównych drogach wynosi 27 km/h w porównaniu do 16 km/h w Londynie czy 11 km/h w Tokio [12]. Pomimo tych działań emisja dwutlenku węgla wynosi 7,10 t *per capita*, co nie jest rezultatem zadowalającym [9]. Singapur planuje jednak wprowadzać dalsze ustawy i technologie, co ma doprowadzić do zmniejszenia jego emisji o 36% do 2030 w porównaniu do poziomu emisji w 2005 [13].

Przyszłość inteligentnych miast

Jak można wywnioskować z przykładów podanych w poprzedniej części, wprowadzenie odpowiednich ustaw i wsparcie ich zaawansowaną technologią może mieć duży wpływ na zminimalizowanie emisji gazów cieplarnianych. Co więcej, może się to odbyć w stosunkowo krótkim czasie – Reykjavik stał się znacznie bardziej przyjazny dla klimatu już po czterech latach, a Singapur po jedenastu latach od pierwszej deklaracji dotyczącej redukcji emisji gazów cieplarnianych uplasował się jako siódme miasto na świecie pod względem braku negatywnego wpływu na środowisko [1]. Pokazuje to, że gdyby więcej miast na świecie podjęło odpowiednie działania, emisja gazów cieplarnianych do atmosfery została by znacząco zredukowana. Organy zarządzające niektórymi państwami są tego świadome i tworzą adekwatne plany.

Unia Europejska, która jest trzecia na świecie pod względem największej emisji gazów cieplarnianych [4], widzi inteligentne miasta jako jeden ze sposobów walki z globalnym ociepleniem. We wrześniu 2020 roku członkowie Misji *Climate-neutral and Smart Cities*, jednego z elementów projektu unijnego *Horizon Europe*, złożyli do Komisji Europejskiej raport *100 Climate-neutral Cities by 2030 – by and for the Citizens* wraz z proponowanymi działaniami mającymi na celu rozwijanie miast państw członkowskich. Postuluje on wspieranie i promowanie stu wybranych miast państw członkowskich, tak aby do 2030 roku stały się neutralne dla klimatu, jednocześnie stając się swoistymi przykładami dla miast w okolicy i wspierając je w dążeniu do tego samego celu. Raport zakłada wsparcie zarówno merytoryczne, jak i finansowe, aczkolwiek główna inicjatywa należałaby do miasta, które podjęłoby się takiego wyzwania. Podkreśla się, że jednym z najważniejszych elementów jest zbieranie danych i ich przetwarzanie, jako że daje to podstawę zarówno do tworzenia odpowiednich technologii, jak

i do monitorowania efektów. Wyraźnie zaznaczono również, że większe wyzwanie stanowi warstwa administracyjno-społeczna niż sam aspekt technologiczny. Według przewidywań projekt ma zacząć być realizowany przez miasta w roku 2022, a samo zastosowanie odpowiednich technologii informacyjno-komunikacyjnych ma zmniejszyć emisję gazów cieplarnianych o 10–15% [6].

Niestety inne państwa bądź organizacje międzynarodowe zdają się nie mieć tak rozbudowanych planów. Chiny, odpowiedzialne za największe wydzielanie gazów cieplarnianych do atmosfery, zobowiązały się co prawda do osiągnięcia neutralności dla klimatu do 2060 roku, jednak obecnie obserwowany jest coroczny przyrost emisji gazów cieplarnianych. Niedawno powstały projekty dotyczące przekształcania się w państwo o mniej negatywnym wpływie na środowisko. Skupiają się one jednak głównie na technologii takiej jak 5G czy sztuczna inteligencja, bez planów zastąpienia węgla mniej szkodliwym źródłem energii. Budzi to kontrowersje w kontekście kraju, który na ten moment zużywa bardzo duże ilości energii pochodzącej głównie z nieodnawialnych źródeł na analizę i przechowywanie danych. Niepewna sytuacja jest również w Stanach Zjednoczonych – drugim na świecie obszarze, jeśli chodzi o ilość emitowanych gazów cieplarnianych. Państwo to nie przewiduje na tę chwilę zdecydowanych działań celem poprawienia sytuacji, wręcz przeciwnie, wycofało się z Porozumienia Paryskiego. Sytuacja może się jednak diametralnie zmienić po wyborach, jako że Joe Biden deklaruje bardzo ambitne plany związane z przekształceniem Stanów Zjednoczonych w kraj dużo bardziej przyjazny dla klimatu, włącznie z redukcją do zera emisji gazów cieplarnianych związanych z wytwarzaniem energii elektrycznej do 2035 roku [3; 4].

Przytoczone przykłady sugerują, że podczas gdy powszechne wprowadzenie inteligentnych miast mogłoby znacznie przyczynić się do redukcji emisji gazów cieplarnianych, brakuje zaangażowania ze strony administracyjnej, aby osiągnąć znaczące rezultaty w krótkim czasie. W następnej części pracy zostaną przedstawione przeszkody, jakie stoją na drodze do podjęcia zdecydowanych akcji dążących do wdrożenia odpowiednich technologii.

Wyzwania związane z wprowadzaniem inteligentnych miast

Próby wdrożenia na dużą skalę technologii, które pozwolą na znaczną redukcję emisji gazów cieplarnianych, są nierozdzielnie związane z dwoma aspektami: naukowo-technologicznym oraz polityczno-administracyjnym.

Aspekt naukowy należy rozważyć zarówno pod kątem zaawansowania technologii, jak i możliwości wprowadzenia jej na dużą skalę oraz bezpieczeństwa dla mieszkańców. Jedno z największych wyzwań dla rozwoju technologii stanowi fakt, że dane zebrane przez urządzenia – czy to przez czujniki stworzone specjalnie do tego celu, czy też przez aplikacje, które mogą zainstalować mieszkańcy – będą musiały zostać przetworzone w krótkim czasie, a później zachowane. Ilość tych danych będzie jednak olbrzymia. Dla zobrazowania tego problemu warto zwrócić uwagę na następujące informacje: zgodnie z przewidywaniami jeden samochód autonomiczny ma generować pomiędzy 0,38 TB do 5,17 TB danych na godzinę. Całe miasto, które miałyby stosować liczne zaawansowane technologie, włącznie z analizą zanieczyszczenia powietrza, ruchu drogowego, zużycia energii itd., niewątpliwie generowałoby znacznie więcej danych. Dla porównania NASA w 2017 roku generowała 12,1 TB danych dziennie – to znaczy 0,5 TB na godzinę. Organizacja ta miała wówczas 59 ośrodków, które przechowywały te dane [5]. Podczas gdy inteligentne miasto prawdopodobnie nie musiałoby przechowywać aż tylu danych, a duża część z nich być może nawet nie musiałaby być analizowana na bieżąco, taki projekt cały czas wymagałby ogromnego zaangażowania środków, a także szybszych algorytmów analizujących bądź też hardware'u, który jest w stanie znacznie przyspieszyć wykonywane procesy.

Dopóki inteligentne miasta nie są jeszcze szczególnie rozbudowane, samo zaawansowanie technologii zdaje się nie stanowić większego problemu [6]. Jest to kwestia, która będzie bardzo problematyczna dopiero w późniejszym czasie. Obecnie dysponujemy odpowiednią technologią, by wprowadzić część rozwiązań – zwłaszcza po rozpowszechnieniu sieci 5G. Wówczas inteligentne miasto, które – jak zostało wcześniej zaznaczone – opiera się w dużej mierze na idei internetu rzeczy, powinno mieć zapewnioną dostateczną przepustowość łącza, by dobrze funkcjonować. Jednak warto też zwrócić uwagę na fakt, iż aby monitorować np. ruch drogowy na każdym obszarze miasta, dobre połączenie musiałoby być w każdym jego miejscu. To samo dotyczy się monitorowania zużycia energii wewnątrz budynków. Jest to poważne wyzwanie dla administracji miasta i niewątpliwie wymaga dużych nakładów finansowych [9].

Kolejnym aspektem stanowiącym wyzwanie jest prywatność, która siłą rzeczy jest narażona ze względu na ilość i szczegółowość informacji, które inteligentne miasto musi zbierać, aby dobrze funkcjonować. Wyciek tych danych mógłby doprowadzić do poważnych konsekwencji. Zresztą nawet zakładając, że do takiego wydarzenia nie dojdzie, udostępnianie choćby samych informacji dotyczących

obecnej lokalizacji może być uznane za przesadne naruszenie prywatności. Idea inteligentnego miasta opiera się na zbieraniu i analizie danych, ale jednocześnie może to doprowadzić do przekazania instytucjom rządzącym tylu informacji dotyczących mieszkańców, że naruszy to równowagę sił na linii władza – obywatel. Pytanie, gdzie stoi granica prywatności, której nie można przekroczyć, a także, czy rozwinięcie odpowiednich technologii mogłoby ją przesunąć, jest kluczowe dla rozwoju zaawansowanych inteligentnych miast.

Kolejne potencjalne zagrożenie, które musi zostać rozważone, to funkcjonowanie miasta w przypadku odcięcia od prądu. W miejscu tak zależnym od maszyn i dostaw energii muszą istnieć alternatywne procedury i systemy, które mogą zostać natychmiastowo uruchomione w razie takiej potrzeby. Jest to też zabezpieczenie przed atakami hakerskimi, które, jak w przypadku większości technologii mających duży wpływ na społeczeństwo, stanowią realne i poważne zagrożenie.

Wzięcie pod uwagę wszystkich wymienionych kwestii stanowi duże obciążenie logistyczne dla administracji miasta, które aspiruje do wprowadzenia inteligentnych rozwiązań. Miasto ma już pewną ustaloną strukturę, która może wymagać znacznych modyfikacji. Co więcej, zarząd musi kontrolować nowo powstającą infrastrukturę, aby nie zaburzyła ona istniejących już systemów i również stosowała odpowiednie technologie. Jak zasugerowano we wspomnianym raporcie *100 Climate-neutral Cities by 2030*, osiągnięcie tych celów wymaga modyfikacji systemu zarządzania miastem – administracja musi mieć duży stopień kontroli nad rozwojem miejscowości, aby upewnić się, że rozwój następuje w zrównoważony sposób, ale jednocześnie mieszkańcy muszą mieć możliwości i być zachęceni do angażowania się w życie polityczne i społeczne. Jedną z przedstawionych propozycji jest tworzenie platform, gdzie mieszkańcy mogą łatwo kontaktować się z rządzącymi i proponować własne projekty czy poprawki [6]. Niemniej, wprowadzanie takich zmian może budzić zarówno opór mieszkańców – jako że zarząd będzie sprawował większą kontrolę nad wszelkimi próbami wpływania na przestrzeń publiczną – jak i administracji, która w tym celu musi powołać nowe organy i zmodyfikować swój sposób działania. Niezaprzeczalnie wszystkie wymienione powyżej kwestie wymagają znacznych nakładów finansowych, co z pewnością jest mocno zniechęcające.

Zakończenie

Powszechne wprowadzenie miast używających technologii informacyjno-komunikacyjnych celem osiągnięcia neutralności dla klimatu mogłoby doprowadzić do redukcji emisji gazów cieplarnianych o około 15% [6]. Nie jest to ilość wystarczająca, by w 2030 roku emisja nie przekroczyła 25 Gt CO₂e, w tym celu musiałaby ona zostać zredukowana o niemal 55% [4]. Nie jest to jednak wartość bez znaczenia, zważywszy na to, że Unia Europejska w latach 1990–2018 zdołała zredukować emisję gazów cieplarnianych o 23% [6], a w Stanach Zjednoczonych, Chinach i Indiach ilość wydzielanych gazów cieplarnianych przez ten czas wzrosła – w przypadku dwóch ostatnich państw dosyć drastycznie [3].

Inteligentne miasta dotyczą w równej mierze nauki, polityki i administracji. Naukowcy nie są w stanie wprowadzić odpowiednich rozwiązań bez zaangażowania polityków i *vice versa*. Podczas gdy obecnie istnieją technologie, które pozwoliłyby na wprowadzenie podstawowych inteligentnych rozwiązań w miastach, zdaje się, że w większości wypadków brakuje zaangażowania ze strony zarządów. Wynika to najpewniej zarówno z dużych trudności logistycznych, jak i z braku odpowiedniego wsparcia merytorycznego. Z wysokim prawdopodobieństwem implementowane będą pojedyncze rozwiązania, jak np. elektryczna komunikacja miejska, ale wymienione w poprzedniej części przeszkody zdają się być zbyt poważne, by w ciągu następnych dziesięciu lat gwałtownie zaczęły się rozwijać miasta stosujące technologię na skalę znacznie większą niż dotychczas, między innymi w celu redukcji globalnego ocieplenia.

Bibliografia

1. BERRONE Pascual, RICART Joan Enric. *IESE Cities in Motion Index. IESE Business School - IESE Cities in Motion Index 2020 / ST-542-E* [online]. Tryb dostępu: <https://dx.doi.org/10.15581/018.ST-542>. Stan z dnia 25.10.2020.
2. CARTER Lauren, BOUKERCHE Sandrine. *Catalyzing Private Sector Investment In Climate-Smart Cities. Invest4Climate Knowledge Series*. Washington, DC: World Bank, 2020. Tryb dostępu: <https://doi.org/10.1002/cne.901240303.10.1596/978-1-4648-1112-9>. Stan z dnia 22.10.2020.
3. Climate Analytics, NewClimate Institute. *Climate Action Tracker* [online]. Tryb dostępu: <https://climateactiontracker.org/>. Stan z dnia 28.10.2020.

4. Emissions Gap Report 2019. W: *United Nations Environment Programme* [online]. 2019. Tryb dostępu: <https://www.unenvironment.org/interactive/emissions-gap-report/2019/>. Stan z dnia 22.10.2020.
5. GOREY, Colm. The volume of data NASA has to manage is mind-boggling. W: *Silicon Republic* [online]. 2017. Tryb dostępu: <https://www.siliconrepublic.com/enterprise/nasa-data-figures>. Stan z dnia 28.10.2020.
6. GRONKIEWICZ-WALTZ Hanna, LARSSON Allan, BONI Anna Lisa, ANDERSEN Katrine Krogh, FERRAO Paulo, FOREST Emmanuel i in. *Proposed Mission: 100 Climate-neutral Cities by 2030 – by and for the Citizens*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2020. ISBN 978-92-76-21542-4.
7. MILLER, Rich. Rolling Zettabytes: Quantifying the Data Impact of Connected Cars. W: *Data Center Frontier* [online]. 2020. Tryb dostępu: <https://datacenterfrontier.com/rolling-zettabytes-quantifying-the-data-impact-of-connected-cars/>. Stan z dnia 28.10.2020.
8. Mission area: Climate-neutral and smart cities. W: *European Commission* [online]. Tryb dostępu: https://ec.europa.eu/info/horizon-europe/missions-horizon-europe/climate-neutral-and-smart-cities_en. Stan z dnia 28.10.2020.
9. OVINGTON Tom, HOUPIS George. How Smart Cities can help tackle climate change. W: *Frontier Economics* [online]. Tryb dostępu: <http://www.frontier-economics.com/uk/en/news-and-articles/articles/article-i4604-how-smart-cities-can-help-tackle-climate-change/>. Stan z dnia 25.10.2020.
10. Reykjavík and Climate. W: *City of Reykjavík* [online]. Tryb dostępu: <https://reykjavik.is/en/reykjavik-and-climate>. Stan z dnia 25.10.2020.
11. RITCHIE Hannah, ROSER Max. CO₂ and Greenhouse Gas Emissions. W: *Our World in Data* [online]. 2020. Tryb dostępu: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>. Stan z dnia 25.10.2020.
12. Singapore: Intelligent Transport System. W: *C40 Cities* [online]. Tryb dostępu: <https://www.c40.org/profiles/2013-singapore>. Stan z dnia 26.10.2020.
13. Singapore's Efforts in Addressing Climate Change. W: *National Environment Agency* [online]. Tryb dostępu: <https://www.nea.gov.sg/our-services/climate-change-energy-efficiency/climate-change/singapore's-efforts-in-addressing-climate-change>. Stan z dnia 26.10.2020.
14. Smart cities. W: *European Commission* [online]. Tryb dostępu: https://ec.europa.eu/info/eu-regional-and-urban-development/topics/cities-and-urban-development/city-initiatives/smart-cities_en. Stan z dnia 22.10.2020.

15. Smart Environmental Management of Municipal Operations – Reykjavik.
W: *Smart Sustainable Cities* [online]. Tryb dostępu: <https://smartsustainablecities.uk/smart-environmental-management-of-municipal-operations-reykjavik/>. Stan z dnia 25.10.2020.

Skutki katastrofy w Czarnobylu dla ludzi i środowiska, w którym żyli

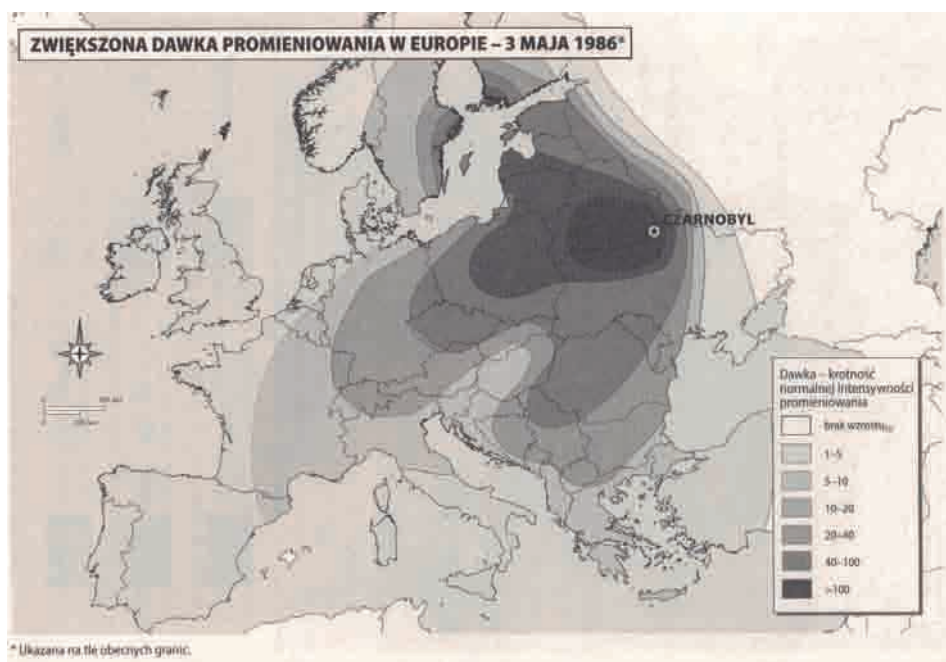
Elektrownia jądrowa wydaje się idealnym sposobem do otrzymania dużej ilości taniej energii, nie zanieczyszczając przy tym atmosfery. Jednak dla czego polskie społeczeństwo żywi do niego obawy? Odpowiedzią jest niebezpieczeństwo, jakie płynie z jednego małego niedopatrzenia, nieporozumienia czy błędu, który może spowodować ogromną katastrofę. Taka sytuacja miała miejsce w czarnobylskiej elektrowni jądrowej, przez którą straciły życie dziesiątki tysięcy osób.

Do wybuchu doszło 26 kwietnia 1986 roku o godzinie 1:23:40 w bloku czwartym czarnobylskiej elektrowni atomowej podczas badań nad możliwością bezwzględnego wyłączenia reaktora w czasie ewentualnej awarii [4, s. 1]. Doszło do niego z powodu nie do końca przemyślanej konstrukcji reaktora oraz zaniedbań przy realizacji zaplanowanych testów (np. wyłączenia specjalnego zabezpieczenia) [5, s. 83–101].

Wybuch był podobny do wybuchu bomby atomowej, tyle że nie towarzyszyła mu burząca fala uderzeniowa [4, s. 59]. Mieszkańcy Prypeci, miasta położonego najbliżej elektrowni, mogli usłyszeć jedynie wysoki pisk i towarzyszący mu nagły wstrząs. Zniszczone zostały blok grafitowy reaktora i konstrukcje budynku. Dookoła bloku wszędzie leżały grudki promieniotwórczego grafitu. Ludzie gaszący pożar nie mieli o tym pojęcia i brali „kamienie” do rąk. Na skutek tego umierali trzeciego dnia. Rozżarzona płynna paliwowo-grafitowa masa, przypominająca wulkaniczną magmę, wydzieliała promieniotwórcze gazy, które przenikały do atmosfery ziemskiej. W ciągu pierwszych dni promieniotwórczy strumień gazów wznosił się na wysokość jednego kilometra, później – na setki metrów. Czynny okres awarii trwał 10 dób. Już 28 kwietnia w szwedzkiej elektrowni atomowej Forsmark wykryto niebezpiecznie wysoki poziom promieniowania „przyplwającego” znad terenów dawnego Związku Sowieckiego. Później wykrywano

¹ Maria Tumidajewicz, Szkoła Podstawowa nr 82 im. prof. Jana Czochralskiego w Gdańsku.

je w najdalszych zakątkach Ziemi, takich jak Japonia czy Stany Zjednoczone [4, s. 60]. W wyniku całkowitego zniszczenia reaktora skażeniu promieniotwórczemu uległ obszar od 125 do 146 tysięcy km² terenu na pograniczu Białorusi, Ukrainy i Rosji, a wyemitowana z uszkodzonego reaktora chmura radioaktywna rozprzestrzeniła się po całej Europie. W efekcie skażenia ewakuowano i przesiedlono ponad 350 tysięcy osób [7].



Rys. 1. Zwiększona dawka promieniowania w Europie, ukazana na tle obecnych granic

Źródło: PLOKHY Serhii. *Czarnobyl. Historia nuklearnej katastrofy*. Kraków: Wydaw. Znak Horyzont, 2019, s. 9. ISBN 978-83-240-5795-5

Wpływ katastrofy na otaczający las, faunę i florę pozostaje obszarem aktywnych badań. Jednym z miejsc, na które promieniowanie miało duży wpływ, jest Czerwony Las, zwany również Czerwonym Borem lub Magicznym Lasem. Jego nazwa pochodzi od rudawo-czerwonego lub rdzawego koloru igieł sosen rosnących w borze oddalonym o pięć kilometrów od elektrowni. Ogromna dawka promieniowania przemieszczona przez wiatr spowodowała obumarcie drzew, ale też



Rys. 2. Tabliczki ostrzegające o wysokim promieniowaniu radioaktywnym w Czerwonym Lesie

Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Czerwony_Las

w Czerwonym Borze występuje duża różnorodność biologiczna. Z badań wynika, że występuje tam większa liczba mutacji³. Jeśli chodzi o rośliny, większość z nich ma dziwnie poskręcane gałęzie, które nie są zwrócone w kierunku słońca, bądź mają dziwne kształty i rozmiary. Występujący tam gigantyzm⁴ i anomalie można zobaczyć w najbardziej radioaktywnej strefie tego obszaru. Drzewa żyjące wokół Czarnobyla rosną wolniej niż ich nienapromieniowane odpowiedniki [1].

zatrzymała ich rozkład. Kolor igieł zmienił się pod wpływem rozpadu chlorofilu². Przez wiele miesięcy drzewa w niesamowitym kolorze stały w zupełnie martwym Czerwonym Lesie. Oficjalnym zamysłem ówczesnych władz było zrównanie lasu za pomocą buldożerów i zakopanie drzew. Nie powiódł się on jednak, ponieważ z gleby przerzucanej przez ciężki sprzęt zaczęły wydostawać się ogromne dawki promieniowania. Aktualnie rosną tam już nowe drzewa, ale 90% skażenia pozostaje w glebie i jest to najsilniej skażony teren na Ziemi. Jest to jeden z niewielu obszarów, którego nie mogą odwiedzać turyści. Obecnie

² Chlorofil – grupa organicznych związków chemicznych obecnych między innymi w roślinach. Nadaje częściom roślin (głównie liściom) charakterystyczny zielony kolor.

³ Mutacja – nagle, skokowe zmiany materiału genetycznego komórki.

⁴ Gigantyzm – ogromne rozmiary ciała na skutek nadmiernego wzrostu całego kośćca i masy tkanek, mocno przekraczające normy dla danej rasy.

Katastrofę odczuły również zwierzęta. Naukowcy odnotowali znaczny spadek populacji wielu gatunków ptaków, owadów, pajaków, a także gryzoni i dużych ssaków. Badania wykazały, że jaskółki dymówki żyjące w pobliżu elektrowni mają częściowe bielactwo⁵, a na ich skrzydłach występuje mniej pożytecznych bakterii [9]. Ptaki w okolicach Czarnobyla mają znacznie mniejszy mózg niż te mieszkające na obszarach nienapromieniowanych. Nornice zaś częściej chorują na zaćmę⁶ [9].

Promieniowanie oddziałuje na cały łańcuch pokarmowy, np. nornice uwielbiają jeść grzyby, ale ponieważ pokarm jest silnie skażony, promieniowanie rozchodzi się po całym ciele. Potem, gdy wilk zje napromieniowanego gryzonia, niebezpieczne cząsteczki dostają się również do jego organizmu.

Jednak promieniowanie nie wpływa negatywnie na wszystkie organizmy. Grzyby potrafią wytrzymać promieniowanie około 500 razy wyższe od normy, a nawet część z nich używa go jako pożywienia [6]. Umożliwia im to melanina⁷, która znajduje się również w ludzkiej skórze i tęczówce oka. Pierwszy raz zauważyli to naukowcy z amerykańskiego Albert Einstein College of Medicine przy Veshira University w Nowym Jorku, gdy robot badający zniszczoną elektrownię znalazł na jej ścianach czarne grzyby bogate właśnie w ten składnik. Zaciekawieni odkrywcy postanowili przeprowadzić eksperyment, który polegał na poddaniu promieniowaniu jonizującemu trzech gatunków grzybów. Po sesjach odnotowano ich szybki wzrost, co potwierdziło tezę, że grzyby żywią się promieniowaniem, a nawet jego część przekształcają w energię chemiczną, z której można uzyskać energię elektryczną. Porównano je do biologicznej odpowiedzi na panele słoneczne [2]. Dziś eksperci twierdzą, że można by przekształcić je w lek. Pozwoliłoby to np. chorym na raka nie obawiać się radioterapii. Dzięki wytwarzaniu różnych form energii grzyby można byłoby też wykorzystać do zasilania m.in. urządzeń elektrycznych. Przykładem takich grzybów jest *Wangiella dermatiolicis* [6].

Mimo przerażających skutków promieniowania zwierzętom i roślinom i tak udało się do niego przystosować. Czarnobyl znajduje się na Ukrainie, ale większa część chmury radioaktywnego pyłu poleciała na pobliską Białoruś. W obu krajach, które wówczas należały do Związku Radzieckiego, wysiedlono

⁵ Bielactwo – przewlekła choroba polegająca na depigmentacji płatów skóry. Jej bezpośrednią przyczyną jest wymieranie melanocytów, komórek odpowiedzialnych za kolor skóry.

⁶ Zaćma – wrodzona lub degeneracyjna choroba oczu, prowadząca do zmętnienia soczewki. Jest jedną z przyczyn ślepoty.

⁷ Melanina – grupa pigmentów odpowiadających za pigmentację organizmów.



Rys. 3. Grzyb z rodzaju *Wangiella dermatolis*

Źródło: <https://drfungus.org/knowledge-base/wangiella-species>

dziesiątki tysięcy ludzi. Wywieziono też ich krowy i konie, a psy i koty wybito, by nie roznosiły skażenia. Tak powstała „zona wykluczenia”, do której do dziś prawie nikt nie ma wstępu. Na Białorusi dodatkowo pobudowano wały i groble, które przegradzały kanały odwadniające na dawnych mokradłach⁸. Dzięki temu woda zanieczyszczona promieniotwórczymi izotopami nie wypływała poza zonę, lecz rozlewała się po polach i łąkach, na nowo tworząc ogromne bagniska. Po nagłym spadku populacji w pierwszych dniach po awarii w późniejszym czasie zaczęła ona wzrastać. Okolice Czarnobyla stała się domem dla zagrożonych gatunków takich jak rysie, wilki czy dzikie konie Przewalskiego. Właśnie dlatego założono tu pierwszy atomowy rezerwat przyrody. Dzięki temu ludzie mogli zobaczyć, że nawet promieniowanie jest korzystniejsze dla przyrody niż działalność człowieka.

Po wybuchu w Czarnobylu na chorobę popromienną zmarły dziesiątki tysięcy osób. Pierwszy raport dotyczący skutków tragedii w Czarnobylu powstał kilka miesięcy po katastrofie i mówił o 31 ofiarach, którymi byli pracownicy elektrowni i strażacy gaszący pożar. W szczególności na największe niebezpieczeństwo były narażone dzieci, z którymi niczego nieświadome matki jak co dzień wychodziły na spacer.

⁸ Przed katastrofą ziemie te były osuszane w celach powiększenia terenów rolniczych.



Rys. 4. Zwierzęta Czarnobyla – konie Przewalskiego

Źródło: <https://www.national-geographic.pl/artukul/jak-one-moga-tam-zyc-30-lat-po-katastrofie-czarnobyl-jest-krolestwem-zwierzat>

Przyczyną choroby popromiennej jest przyjęcie silnej dawki promieniowania jonizującego⁹. Objawy pojawiają się do 30 dni po wystawieniu na działanie pierwiastków radioaktywnych. W zależności od dawki choroba popromienna może się objawiać krwotokami, biegunką, wymiotami, dezorientacją, a nawet martwicą, sepsą czy śpiączką. Najczęściej dochodzi do uszkodzenia szpiku kostnego i tarczycy. Gdy dawka przekracza powyżej 30 Gy¹⁰, następuje zgon w ciągu 1–2 dni. W przypadku mniejszej – 10–14 dni [7]. Aby złagodzić skutki napromieniowania w miejscach, gdzie wykryto czarnobylskie promieniowanie (w tym także w Polsce), podawano jodek potasu, który blokował radioaktywne pierwiastki przed dostaniem się do tarczycy.

Mimo ogromnych strat i krzywd, które zostaną naprawione najszybciej za setki lat, autorka uważa, że w dzisiejszych czasach elektrownie atomowe to jeden z lepszych ekologicznie i najbardziej ekonomicznych sposobów zdobywania tak dużych ilości taniej energii. Na przykład elektrownie, w których spala się

⁹ Promieniowanie jonizujące – wszystkie rodzaje promieniowania, które wywołują jonizację ośrodka materialnego, tj. oderwanie przynajmniej jednego elektronu od atomu lub cząsteczki albo wybitcie go ze struktury krystalicznej.

¹⁰ Gy (grej) – jednostka dawki pochłoniętej w układzie SI.

węgiel, produkują wiele zanieczyszczeń do atmosfery, a elektrownie wiatrowe czy wodne produkują za mało energii i nie można wybudować ich w każdym regionie. Trzeba mieć tylko nadzieję, że ludzie wyciągną wnioski z czarnobylskiej katastrofy i podobna awaria nigdy się nie wydarzy.

Bibliografia

1. Czerwony Las. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: https://pl.wikipedia.org/wiki/Czerwony_Las. Stan z dnia 26.10.2020
2. Grzyby w Czarnobylu. Wykazują niezwykle właściwości. W: *Wp Wideo* [online]. Tryb dostępu: <https://wideo.wp.pl/grzyby-w-czarnobylu-wykazujaj-niezwykle-wlasciwosci-6475316542814337v>. Stan z dnia 26.10.2020.
3. Katastrofa w Czarnobylskiej Elektrowni Jądrowej. W: *Wikipedia. Wolna encyklopedia* [online]. Tryb dostępu: https://pl.wikipedia.org/wiki/Katastrofa_w_Czarnobylskiej_Elektrowni_Jadrowej. Stan z dnia 26.10.2020.
4. KUBOWSKI Jerzy. *Katastrofa w Czarnobylu. Przyczyny wybuchu reaktora – obalenie mitów*. Wyd. 3. Brzezia Łąka: Wydaw. Poligraf, 2019. ISBN 978-83-7856-510-9.
5. PLOKHY Serhii. Czarnobyl. Historia nuklearnej katastrofy. Kraków: Wydaw. Znak Horyzont, 2019. ISBN 978-83-240-5795-5.
6. STANISŁAWSKI Piotr. 6 mało znanych faktów o katastrofie w Czarnobylu. W: *Crazy nauka* [online]. Tryb dostępu: <https://www.crazynauka.pl/6-malo-znanych-faktow-o-katastrofie-w-czarnobylu>. Stan z dnia 26.10.2020.
7. STAWIKOWSKI Łukasz. Katastrofa w Czarnobylu – skutki zdrowotne awarii w Czarnobylu. W: *Medicover Polska* [online]. Tryb dostępu: <https://www.medicover.pl/o-zdrowiu/katastrofa-w-czarnobylu-skutki-zdrowotne-awarii-w-czarnobylu,6499,n,168>. Stan z dnia 21.10.2020.
8. Wangiella Species. W: *MSG ERC Doctor Fungus* [online]. Tryb dostępu: <https://drfungus.org/knowledge-base/wangiella-species>. Stan z dnia 22.10.2020.
9. WENDLE John. Jak one mogą tam żyć? Ponad 30 lat po katastrofie Czarnobyl jest królestwem zwierząt. W: *National Geographic Polska* [online]. Tryb dostępu: <https://www.national-geographic.pl/artukul/jak-one-moga-tam-zyc-30-lat-po-katastrofie-czarnobyl-jest-krolestwem-zwierzat>. Stan z dnia 20.10.2020.

CYWILIZACJA KONTRA NATURA



POSTERY



Zdolniz Pomorza

Kultura masowa a zmiany klimatu

Natalia Słomczyńska
Szkoła Podstawowa nr 1 im. św. Kazimierza w Kartuzach



Niezdogna

Eksperymety uszkodziły geny wielu ludzi. Społeczeństwo musiało zostać podzielone na kasty zwane frakcjami. Nie wszyscy jednak są zdolni do życia według tego scenariusza... Zacierają się granice między rzeczywistością a eksperymentem władzy totalnej.



Cpś jest ze światem nie tak. To poczucie, zarezerwowane kiedyś tylko dla neurotycznych poetów, dziś staje się epidemią nieokreśloności, sączącym się zewsząd niepokojem.



Nieziem Labiryntu

Na ziemi doszło do katastrofy, ludzie poprzez poparzenie słoneczne, zaczęli chorować i stawać się istotami pozbawionymi mózgu. Krew młodego pokolenia została szansa na lekarstwo dla ludzkości. Organizacja DRESZCZ zamyka nastolatków w labiryntach wolnych od choroby.



Igrzyska Śmierci

Liczne katastrofy i wojna domowa spowodowały powstanie totalitarnego państwa.



Mąd Max

Świat zmienił się w krębowisko stalowych rur i konstrukcji. Były dwa plemiona, a między nimi - wojna. Po niej pozostały gangi. Ludzie zaczęli zerwać na ludziach.



Patronat honorowy:

Patronat medialny:



Partnerzy projektu „Zdolni z Pomorza”:



Partnerzy konferencji:



Organizatorzy:

