

WODA DLA ŻYCIA



Woda, dzięki której istnieje życie na Ziemi, jest najcenniejszą wartością. Bez wody nie ma życia. Potrzebuje jej nie tylko człowiek, ale też wszystkie organizmy. Ludzi na świecie jest coraz więcej, a więc rośnie zapotrzebowanie na wodę. Czy jednak o nią dbamy? Czy myślimy o tym, że może jej zabraknąć? W sytuacji, gdy w wielu miejscach dostęp do wody jest ograniczony, a woda jest „towarem limitowanym”, w aspekcie zmian klimatycznych o wodę będzie coraz trudniej.

Materiały do artykułu zostały w większości zaczerpnięte z **Raportu ONZ na temat rozwoju gospodarki wodnej na świecie (WWDR): „Partnerstwo i współpraca dla wody”** (Partnership and cooperation for water). Raport jest publikowany przez UNESCO w imieniu UN-Water, a jego przygotowanie jest koordynowane przez Światowy Program Oceny Wody UNESCO. Zawiera zalecenia dotyczące strategii działań dla decydentów, najlepsze praktyki i analizy w kwestii związanych z wodą i warunkami sanitarnymi <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384659>

Co roku, 22 marca jest obchodzony jako Światowy Dzień Wody. Został ustanowiony w grudniu 1992 roku przez Zgromadzenie Ogólne ONZ w obliczu problemu z dostępem do czystej wody pitnej w wielu regionach świata. UN-Water – agencja koordynująca działania ONZ w zakresie wody i warunków sanitarnych co roku ustala temat Światowego Dnia Wody odnoszący się do aktualnych i nadchodzących problemów. Hasłem roku 2022 były wody podziemne („Wody podziemne – uczynić niewidzialne widocznym/ *Groundwater – Making the invisible visible*), a w roku 2023 – „Przyspieszenie zmian – bądź zmianą, którą chcesz zobaczyć na świecie”.

Woda w aspekcie globalnego ocieplenia

W Polsce przeciętne temperatury roczne są o 2°C wyższe niż 70 lat temu. Zimą niewiele jest dni, w których temperatura jest ujemna w ciągu dnia. Brak opadów śniegu i brak pokrywy śnieżnej jest zmartwieniem dla rolników, gdyż odsłonięta gleba jest wystawiona na działanie mrozu. Brak okrywy śnieżnej to też brak zastrzyku wody w okresie wiosennych roztopów, a także warunki korzystne dla przetrwania szkodników.

W efekcie globalnego ocieplenia nastąpiło przesunięcie pór roku. Znacząco skróciła się zima i wydłużyło lato (okres ze średnią temperaturą powyżej 15°C),

*Topnieją lodowce
podnosząc poziom
mórz i oceanów
fot. Anastasiia Orlova (Pixabay)*



przedwiośnie i wiosna zaczynają się i kończą wcześniej, a jesień i przedzime później. Wydłużył się sezon wegetacyjny. Średnia temperatura miesięcy letnich wzrosła o ponad 1,5°C, a liczba dni upalnych w ciągu ostatniego półwiecza wzrosła w środkowej Polsce prawie trzykrotnie. Obecnie w miastach częste są fale upałów, kiedy nocą temperatura nie spada poniżej 20°C.

W zmieniającym się klimacie coraz częstsze i bardziej intensywne są ekstremalne zjawiska pogodowe: susze, fale upałów, powodzie, pożary i burze. Susze i powodzie stanowiły w pierwszym dwudziestolecu XXI wieku (2000–2019) ponad 75% wszystkich klęsk żywiołowych (CRED/UNDRR 2020), dotykając 3,08 miliarda ludzi. Najdotkliwsze od niemal 400 lat susze wystąpiły od 2015 r. w zachodniej i środkowej Europie. Powodzie pochłonęły 100 tysięcy ofiar. Straty ekonomiczne poniesione wskutek powodzi i susz łącznie oceniono na 780 miliardów dolarów. Ekstremalne zjawiska pogodowe w latach 2008–2016 zmusiły ponad 20 milionów ludzi w skali roku do migracji (wg ONZ). Częstotliwość i skala susz będą narastać, co będzie znacznie bardziej dotkliwe przy wzroście temperatury o 2°C niż przy wzroście o 1,5°C, szczególnie w regionie śródziemnomorskim (Hoegh-Guldberg i in. 2018).

Topnieją lodowce. Na terytorium Peru od 1985 roku zniknęła blisko połowa lodowców wskutek pożarów lasów amazońskich (wg badań pozarządowej organizacji MapBiomass Peru). Lodowce zasilają w wodę duże rzeki Peru, z których korzystają miliony mieszkańców.

Destabilizują się główne łańdolody, zmieniają prądy oceaniczne, podnosi się poziom morza. W ciągu ostatniego stulecia poziom wody w morzach na całym świecie podniósł się o około 20 cm, a proces nasilił się wskutek wysokiej emisji gazów cieplarnianych i globalnego ocieplenia. Do 2150 roku poziom mórz wzrośnie o około 1,4 m za sprawą topniejących łańdolodów Antarktyki i Grenlandii (Park J.-Y. i in. 2023). Aby uniknąć przyspieszenia podnoszenia się poziomu mórz, lekarstwem jest tylko radykalne ograniczenie globalnego wzrostu temperatury do końca XXI wieku poniżej 1,8°C w stosunku do poziomu sprzed epoki przemysłowej.

Topniejące pod wpływem zmian klimatu lodowce zasilają w wodę jeziora lodowcowe, które nie mogą zgromadzić jej nadmiaru. Jeziora polodowcowych na całym świecie będzie coraz więcej, a powierzchnia tych już istniejących będzie się powiększać. Wzrośnie ryzyko powodzi lodowcowych (GLOF – *glacial lake outburst floods*), które zagrażą egzystencji 15 milionów ludzi na całym świecie (Taylor i in. 2023).

Oceany ulegają zakwaszeniu i odtlenieniu. Zalegający w morzach i oceanach plastik zakwasza wodę morską. Do oceanów trafia rocznie kilkanaście milionów ton pla-

stikowych śmieci. Większość plastiku obecnego w morzu ulega już degradacji. Podczas rozkładu tworzyw sztucznych uwalniają się substancje, które zakwaszają wodę morską, co z kolei stanowi zagrożenie dla licznych organizmów. Promieniowanie słoneczne wzmacnia zakwaszenie, a przy tym starszy plastik, który nie ulega biodegradacji, silniej wpływa na kwasowość wody niż nowy (Romera-Castillo i in. 2023).

Zmiany klimatu powodują przesuwanie się zasięgu gatunków, przy tym narasta problem gatunków inwazyjnych, które szybko adaptują się i rozprzestrzeniają na nowych terenach w sprzyjających warunkach. Częściej też pojawiają ogniska chorób roślin i zwierząt.

Zasoby wody

Na Ziemi jest 10,6 mln km³ ciekłej wody słodkiej (która stanowi mniej niż 1% całej wody na Ziemi w postaci ciekłej, zamrożonej lub w postaci pary), z czego około 99% stanowią wody gruntowe. Dostarczają one połowę ilości wody pobieranej przez ludzi na całym świecie na potrzeby użytku domowego i jako woda pitna oraz około ¼ wody do nawadniania. Zależność od wód podziemnych będzie rosła, głównie ze względu na rosnące zapotrzebowanie na wodę we wszystkich sektorach, zwłaszcza w aspekcie globalnego ocieplenia. Tymczasem ten zasób naturalny jest niedoceniany, źle zarządzany, a nawet nadużywany.

Polska ma niskie zasoby wodne. Na jednego mieszkańca przypada 1700 m³ słodkiej wody powierzchniowej. Znaczna większość zasobów wody słodkiej to wody

podziemne. Zasoby wód podziemnych szacuje się na ok. 3000 km³, nie wszędzie są one jednak dostępne. W Polsce woda przeznaczona dla ludności czerpana jest głównie ze źródeł podziemnych. Według danych Państwowej Inspekcji Sanitarnej w 2021 roku funkcjonowało w Polsce 12 099 ujęć wody pitnej, w tym 360 ujęć powierzchniowych i 11 739 podziemnych ujęć wody.

Zapotrzebowanie i zużycie

Światowe zapotrzebowanie na wodę rośnie o około 1% rocznie od 40 lat i prognozuje się utrzymanie tego tempa, głównie za sprawą rosnącej liczby ludności, rozwoju społeczno-ekonomicznego i zmiany wzorców konsumpcyjnych (Burek i in. 2016).

Średnie dzienne zużycie wody na osobę to 110 litrów, z czego na cele konsumpcyjne (woda pitna) przypada zaledwie około 3% (Okoń 2022). Największy pobór wody na mieszkańca (*per capita*) mają Ameryka Północna i Azja Środkowa (FAO 2022). W roku 2017 globalne zużycie wody słodkiej wyniosło około 3800 km³/rok (ONZ 2021; Aquastat b.d.), co stanowi około 10% dostępności odnawialnych zasobów wodnych. W latach 2000–2018 nastąpił 20-procentowy spadek odnawialnych zasobów wodnych (IRWR) *per capita*. Kraje o najniższych IRWR na mieszkańca to Afryka Subsaharyjska (41%), środkowa (30%) i zachodnia Azja (29%) oraz Afryka Północna (26%). W Europie spadek był najmniejszy – 3% (FAO 2022).

Niedostatek wody

Średnio 10% ludzi na świecie żyje w krajach o wysokim lub krytycznym niedoborze wody (FAO/UN-Water 2021b).

Ocena się, że od 2,2 do 3,2 miliarda ludzi na świecie zmaga się z niedostatkami wody, najczęściej (80% ludności) w Azji (północno-wschodnie Chiny, Indie i Pakistan) (Vanham i in. 2021). W roku 2016 niedostatek wody dotknął 933 miliona ludzi, a do 2050 roku sytuacja się nasili i obejmie ⅓ do niemal połowy miejskiej populacji Ziemi (1,7–2,4 miliarda). Najbardziej ucierpi ludność Indii (He i in. 2021).

Niedobór wody spotęgowany przez zmiany klimatu może oznaczać dla niektórych krajów straty rzędu do 6% produktu krajowego brutto (PKB) do 2050 roku (według Banku Światowego 2016), wywierając wpływ na rolnictwo, zdrowie, dochody, inicjując migracje, a nawet konflikty. W 2017 roku niedobór wody był głównym czynnikiem konfliktu w 45 krajach (wg ONZ).

Zużycie wody

Uprawy rolne wymagają nawadniania. Rolnictwo zużywa około 72% globalnego poboru słodkiej wody (Garrick i in. 2019). Jednocześnie o wodę konkurują z rolnictwem miasta. Postępujący proces urbanizacji do 2050 roku zwiększy zapotrzebowanie na wodę dla miast o 80% (Flörke i in. 2018), dlatego dobrym rozwiązaniem jest wykorzystanie odzyskanej wody w rolnictwie.

Przemysł i energetyka razem zużywają około 19% światowego poboru słodkiej wody (Ritchie i Roser 2017). Główne gałęzie przemysłu odpowiedzialne za zużycie i zanieczyszczenia 70% słodkiej wody na świecie to branże: spożywcza, tekstylna, energetyczna, przemysłowa, chemiczna, farmaceutyczna i wydobywcza (CDP 2018). Szacuje się, że do 2050 roku przeciętne

zapotrzebowanie na wodę w przemyśle i energetyce wzrośnie o 24% (Burek i in. 2016).

Jakość, gospodarowanie wodą, zanieczyszczenia

Ekosystemy słodkowodne należą do najbardziej zagrożonych na świecie (Vári i in. 2021; UNEP 2021a). Nadal do wód słodkich na całym świecie trafiają chemikalia, a największy problem stanowią mikrodrobiny plastiku i farmaceutyki (WWAP 2017; ONZ 2021). Szacuje się, że w 2020 roku około 44% wszystkich ścieków bytowych na świecie nie zostało bezpiecznie oczyszczonych przed ich uwolnieniem do środowiska. Ścieki, w tym odpływ z upraw rolniczych, stanowią główną przyczynę zanieczyszczenia wody. Szacuje się, że ponad 80% światowych ścieków dostaje się do zbiorników wodnych w stanie nieoczyszczonym! (WWAP 2017). Co najmniej 2 miliardy ludzi (na całym świecie) korzysta ze źródła wody pitnej zanieczyszczonej odchodami, narażając się na ryzyko zachorowania na cholere, czerwonkę, dur brzuszny i polio (WHO/UNICEF 2021a). Rocznie odnotowuje się od 1,3 do 4,0 milionów przypadków cholery w 69 krajach na całym świecie (Ali i in. 2015).

Rozwiązania

Rosnące zużycie wody w aspekcie zmian klimatu skłaniają do podjęcia właściwych kroków w celu zminimalizowania skutków braku wody.

Zatrzymać wodę. Konieczne jest retencjonowanie wód opadowych i rozsądne gospodarowanie wodą w gospodarstwach do-

mowych. Wody opadowe zamiast spływać do rzek powinny być zatrzymane w systemach naturalnej (np. starorzeczca) i sztucznej retencji. Oszczędzanie wody, właściwe gospodarowanie wodą i zwiększenie ponownego wykorzystania wody – te działania powinno się zacząć już w obrębie gospodarstw domowych. Woda pitna stanowi ułamek wody zużywanej przez człowieka, zatem efektywnie powinno się wykorzystać deszczówkę. Z dachu o powierzchni 120 m² można zebrać nawet 360 litrów wody podczas 20-minutowego deszczu. Ta ilość mogłaby być ponownie wykorzystana. Woda opadowa mogłaby zostać użyta do nawadniania trawnika czy przydomowego ogródka przez budowę systemu nawadniającego, a deszczówka zgromadzona w podziemnych, szczelnych zbiornikach po przefiltrowaniu mogłaby służyć do użytku domowego – prania i spłukiwania toalet. W środowiskach miejskich wybetonowane nawierzchnie nie sprzyjają wykorzystaniu wody opadowej, której większość spływa po powierzchni i jest bezpowrotnie tracona. Zatem zamiast betonowania terenów wokół domu, lepiej zapewnić nawierzchnię ułatwiającą przenikanie wody.

Najlepiej zacząć wprowadzać w życie dobre nawyki już teraz, rozpoczynając od siebie i swojego domu – zakręcać krany, nie myć naczyń pod bieżącą wodą, wziąć krótki prysznic zamiast kąpieli w wannie, samochód umyć na myjni z zamkniętym obiegiem wody. Oszczędnie powinno się używać wody do nawodnień roślin w ogrodnictwie i sadownictwie z zastosowaniem nawodnień kropelkowych.

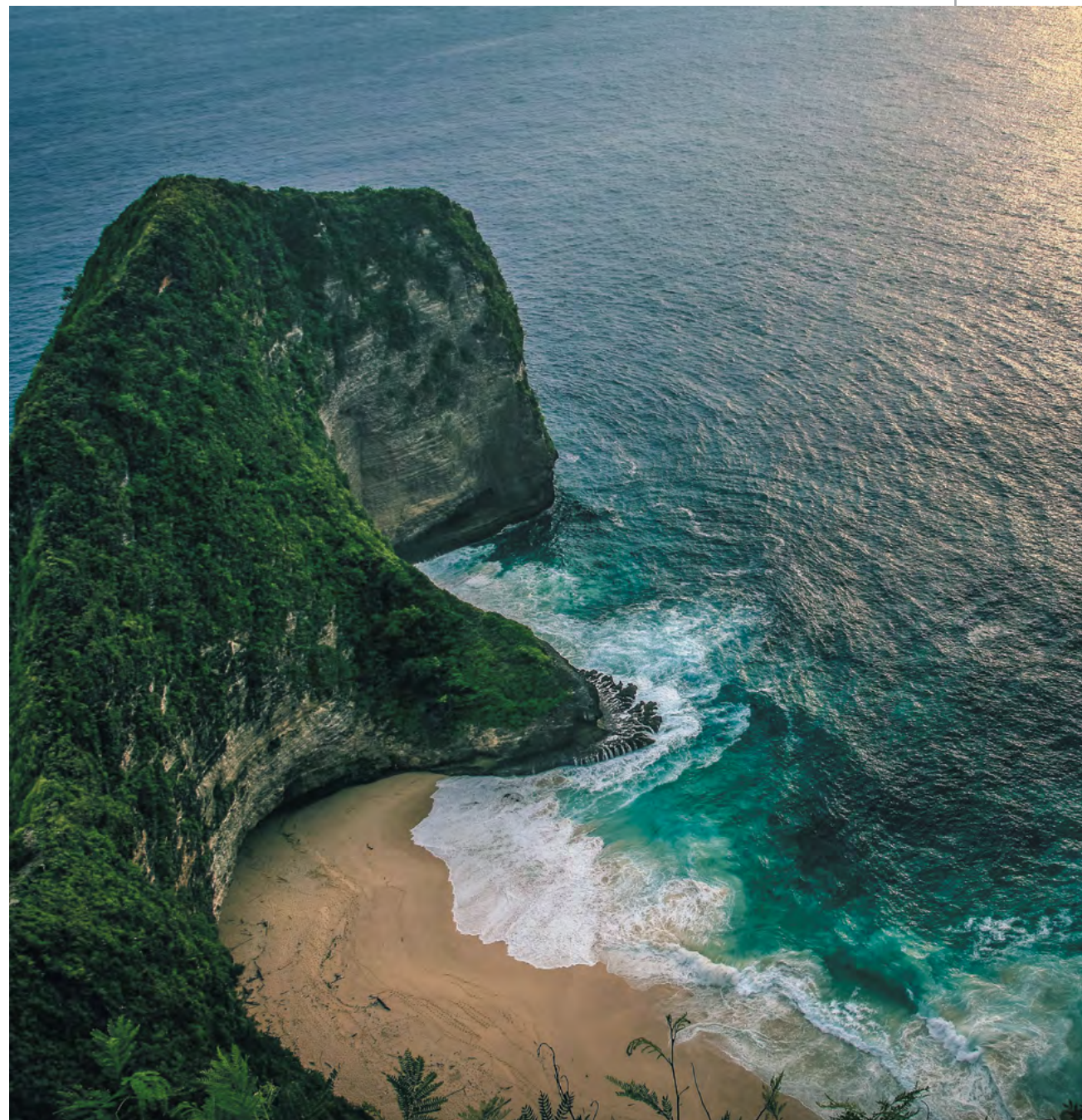
Nowe technologie oczyszczania ścieków pozwalają na ponowny ich recykling

(WWAP 2017). Innowacyjny projekt BLUE BRIDGE realizowany w Płocku zakłada przetransportowanie i użycie odpowiednio uzdatnionej wody z oczyszczonych ścieków w procesach technologicznych. Dzięki temu ubędzie ścieków wprowadzonych do Wisły, a zarazem Koncern zmniejszy pobór wody z rzeki [<https://wodociagi.pl/plock-prekursorem-gospodarki-obiegu-zamknietego-w-gospodarce-wodno-ściekowej/>]

Nowe rozwiązania technologiczne umożliwiają pozyskiwanie wody nowymi sposobami. Na przykład, dzięki energii słonecznej można pozyskać wodę pitną z powietrza (Lord i in. 2021), a jednocześnie wygenerować prąd (Wang i in. 2019). Pierwszą na świecie technologię uzyskiwania wody pitnej w procesie odsalania i oczyszczania wody, niewymagającym zasilania energią opracował toruński zespół inżynierów z firmy Nanoseen (<https://www.polskieradio.pl/10/5366/Artykul/2892293,Czysta-woda-dla-kazdego-Czy-mlodzi-naukowcy-z-Torunia-w-tym-pomoga>).

Kupuj z głową. Oszczędzanie wody może się też odbywać na poziomie konsumenckim – decydując o zakupie danego produktu trzeba mieć świadomość, ile wody zużyto do jego produkcji (ślad wodny), np. do produkcji jednej bawełnianej koszulki zużywa się ok. 10 tys. litrów wody, do wyprodukowania 1 kg wołowiny potrzeba ok. 15 tys. litrów, a 1 kg mięsa drobiowego – 4300 litrów. Bardzo dużo litrów (więcej niż do wyprodukowania wołowiny) potrzeba na uzyskanie 1 kg czekolady (ponad 17 tys. litrów). O wiele mniej wody potrzeba do wytworzenia warzyw i owoców, np. tylko 214 litrów do uzyskania 1 kg po-

Większość wody na Ziemi stanowią morza i oceany. Oceany stają się wielkim śmietnikiem plastikowych odpadów. Trafia do nich rocznie kilkanaście milionów ton plastiku, który rozkładając się powoduje zakwaszenie i odtlenienie wody, a dodatkowo mikrodrobiny plastiku są przenoszone na duże odległości; znajdują się w wodzie, powietrzu i żywności. Jak podają autorzy projektu „Plastikowe powietrze”, człowiek spożywa rocznie nawet do 121 tys. mikrodrobin plastiku <https://www.teraz-srodowisko.pl/aktualnosci/powietrze-zanieczyszczenie-mikroplastik-11335.html>





Wrak statku na wyschniętym
Jeziorze Aralskim
fot. AaSZI (Pixabay)

nie dopuścić do poważnego globalnego kryzysu środowiskowego i humanitarnego (Stanowisko Światowych Towarzystw Naukowych Badających Ekosystemy Wodne w Sprawie Potrzeby Podjęcia Pilnych Działań Przeciwko Antropogenicznym Zmianom Klimatu: <https://climate.fisheries.org/world-climate-statement/>). Technologia rozwinęła się na tyle, że zdalnie odczytywane dane są generowane z dużą częstotliwością w czasie rzeczywistym, co pozwala na wykrycie niekorzystnych procesów i reagowanie odpowiednio szybko.

Wodne katastrofy ekologiczne

Niejako w sprzeczności do potrzeby dbania o zasoby wodne stoją przypadki katastrof ekologicznych, które nastąpiły wskutek zaniechań bądź nieodpowiedzialnych działań człowieka. Nasuwa się tutaj od razu niedawny przypadek katastrofy na rzece Odrze (omawiany w jednym z artykułów niniejszego zeszycu) jako przykład braku odpowiednio wczesnych zorganizowanych działań na szczeblu rządowym (Okoń 2022).

Warto przytoczyć jeszcze jedną, katastrofę – zanik Jeziora Aralskiego – bezodpływowego, słonego jeziora w Kazachstanie i Uzbekistanie, zwanego Morzem Aralskim. Było to czwarte co do wielkości jezioro naszej planety, zajmujące powierzchnię 68 500 km² (to więcej niż powierzchnia Litwy), ale wskutek rabunkowej gospodarki człowieka, przestało istnieć. Władze ZSSR postanowiły na nieurodzajnym stepie założyć plantacje bawełny, do których wodę doprowadzano z dwóch dużych rzek zasilających jezioro systemem wybudowanych kanałów. Uprawę bawełny prowadzono od roku 1918. Republika Uzbecka stała

się największym eksporterem bawełny, ale jednocześnie doszło do jednej z największych katastrof ekologicznych. W ciągu 50 lat poziom wody w jeziorze sukcesywnie spadał od ok. 20 cm rocznie w latach 60. do 90 cm w latach 80. Powierzchnia jeziora mieszczącego ponad tysiąc km³ wody skurczyła się o 93%. Większość organizmów wodnych na skutek wzrostu zasolenia wyginęła, a kwitnący niegdyś przemysł przetwórstwa rybnego się załamał. Na dnie wyschniętego jeziora powstała pustynia Aralkum. Smutnym świadectwem obecności wcześniejszego jeziora są spotykane gdzieś tam na rozległej obecnej pustyni wraki porzuconych statków.

Blisko wody

Środowiska wodne i podmokłe są miejscami bytowania wielu organizmów, w tym gatunków chronionych. Przykładami takich gatunków są omawiane w dalszej części niniejszego zeszycu ptaki: pluszcz i podróżniczek. Pluszcz wymagający czystych, dobrze natlenionych cieków, jest doskonałym bioindykatorem jakości środowiska wodnego – jego brak na danym obszarze może wskazywać na kumulację negatywnych czynników w ekosystemie. Podróżniczek natomiast upodobał sobie mokradła o charakterze torfowisk przejściowych, których wskutek różnych zabiegów osuszających jest coraz mniej, co zmieniło jego środowisko życia na korzyść stawów hodowlanych.

LITERATURA

Ali M., Nelson A.R., Lopez A.L., Sack D.A. 2015. Updated global burden of cholera in endemic countries. PLoS Neglected Tropical Diseases 9 (6): e0003832; doi.org/10.1371/journal.pntd.0003832

Aquastat. [bez daty] Aquastat: FAO's Global Information System on Water and Agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); www.fao.org/aquastat/en/.

Bank Światowy [World Bank]. 2016. High and Dry: Climate Change, Water, and the Economy. Washington, DC, World Bank; <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/a370e177-5b9d-507c-bcc4-c357f6f97c35> License: CC BY 3.0 IGO

Burek P., Satoh Y., Fischer G., Kahil M.T., Scherzer A., Tramberend S., Nava L.F., Wada Y., Eisner S., Flörke M., Hanasaki N., Magnuszewski P., Cosgrove B., Wiberg D. 2016. Water Futures and Solution: Fast Track Initiative (Final Report). IIASA Working Paper. Laxenburg, Austria, International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA); <https://pure.iiasa.ac.at/id/eprint/13008/>

CDP. 2018. Treading Water: Corporate Responses to Rising Water Challenges. CDP Global Water Report 2018. London, CDP Worldwide; <https://www.cdp.net/en/research/global-reports/global-water-report-2018>

CRED/UNDRR (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters/United Nations Office for Disaster Risk Reduction). 2020. Human Cost of Disasters: An Overview of the Last 20 Years, 2000–2019. <https://www.undrr.org/publication/human-cost-disasters-overview-last-20-years-2000-2019>

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2022. The State of the World's Land and Water Resources for Food and Agriculture: Systems at Breaking Point. Main report. Rome, FAO; doi.org/10.4060/cb9910en

FAO/UN-Water. 2021b. Progress on Level of Water Stress: Global Status and Acceleration Needs for SDG Indicator 6.4.2, 2021. Rome, FAO; doi.org/10.4060/cb6241en.

Flörke M., Schneider C., McDonald R. I. 2018. Water competition between cities and agriculture driven by climate change and urban growth. Nature Sustainability 1: 51–58; doi.org/10.1038/s41893-017-0006-8.

Garrick D., De Stefano L., Yu W., Jorgensen I., O'Donnell E., Turley L., Aguilar-Barajas I., Dai X., De Souza Leão R., Punjabi B., Schreiner B.,

midorów. Natomiast do produkcji jednego samochodu konieczne jest zużycie 379 tys. litrów wody! (<https://mwik.bydgoszcz.pl/jedzac-zuzywamy-wiecej-wody-niz-pi-jac-wiedzieliscie-o-tym/>)

Ochrona ekosystemów wodnych

Konieczne jest przeciwdziałanie degradacji środowisk wodnych, postępującej wskutek zmian klimatu i działań człowieka, poprzez m.in. ograniczenie emisji i sekwestrację gazów cieplarnianych.

Negatywny wpływ na ekosystemy lądowe i słodkowodne ma zmiana użytkowania gruntów i jest on największy od 1970 roku (IPBES 2019). W miejsce naturalnych krajobrazów powstają pola uprawne (UNEP 2019). Znaczącej zmianie uległy grunty o łącznej powierzchni 75%, a ponad 85% naturalnych mokradeł zostało utraconych!

W aspekcie zanieczyszczenia i nadmiernego poboru wody konieczne jest zarządzanie wodą w bardziej zrównoważony sposób i wspólne monitorowanie transgranicznych zasobów wodnych poprzez skoordynowane działania międzynarodowe, by

Svensson J., Wight C. 2019. Rural water for thirsty cities: A systematic review of water reallocation from rural to urban regions. *Environmental Research Letters* 14: 043003; doi.org/10.1088/1748-9326/ab0db7.

He C., Liu Z., Wu J., Pan X., Fang Z., Li J., Bryan B.A. 2021. Future global urban water scarcity and potential solutions. *Nature Communications* 12: 4667; https://doi.org/10.1038/s41467-021-25026-3

Hoegh-Guldberg O., Jacob D., Taylor M., Bindi M., Brown S., Camilloni I., Diedhiou A., Djalante R., Ebi K. L., Engelbrecht F., Guiot J., Hijioka Y., Mehrotra S., Payne A., Seneviratne S.I., Thomas A., Warren R., Zhou G. 2018. Impacts of 1.5°C global warming on natural and human systems. W: V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (red.). *Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels and Related Global Greenhouse Gas Emission Pathways, in the Context of Strengthening the Global Response to the Threat of Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty*. Cambridge/New York, UK/USA, Cambridge University Press: 175–312
https://doi.org/10.1017/9781009157940.005.

IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services). 2019. Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E.S. Brondízio, H. T. Ngo, M. Guèze, J. Agard, A. Arneth, P. Balvanera, K.A. Brauman, S.H. M. Butchart, K.M.A. Chan, L.A. Garibaldi, K. Ichii, J. Liu, S.M. Subramanian, G.F. Midgley, P. Miloslavich, Z. Molnár, D. Obura, A. Pfaff, S. Polasky, A. Purvis, J. Razaque, B. Reyers, R. Roy Chowdhury, Y.J. Shin, I.J. Visseren-Hamakers, K.J. Willis, C.N. Zayas (red.). Bonn,

Germany, IPBES Secretariat; doi.org/10.5281/zenodo.3553579

Lord J., Thomas A., Treat N., Forkin M., Bain R., Dulac P., Behroozi C.H., Mamutov T., Fongheiser J., Kobilansky N., Washburn S., Truesdell C., Lee C., Schmaelzle P.H. 2021. Global potential for harvesting drinking water from air using solar energy. *Nature* 598 (7882): 611–617
doi.org/10.1038/s41586-021-03900-w.

Okoń M. 2022. Strategie 2050. (Nie)kontrolowane zasoby wody w Polsce
https://strategie2050.pl/polska-regionalna/niekontrolowane-zasoby-wody-w-polsce/

ONZ. 2021. The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water. Paris, UNESCO; https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375724

ONZ. 2022. The United Nations World Water Development Report 2022. Groundwater: Making the Invisible Visible. Paris, UNESCO
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380721

Park J.-Y., Schloesser F., Timmermann A., Choudhury D., Lee J.-Y., Nellikattil A.B. 2023. Future sea-level projections with a coupled atmosphere-ocean-ice-sheet model. *Nature Communications* 14: 636. https://doi.org/10.1038/s41467-023-36051-9

Ritchie H., Roser M. 2017. Water Use and Stress. *OurWorldInData.org*. https://ourworldindata.org/water-use-stress

Romera-Castillo C., Lucas A., Mallenco-Fornies R., Briones-Rizo M., Calvo E., Pelejero C. 2023. Abiotic plastic leaching contributes to ocean acidification. *Science of The Total Environment* 854: 158683; https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158683.

Taylor C., Robinson T.R., Dunning S., Carr J.R., Westoby M. 2023. Glacial lake outburst floods threaten millions globally. *Nature Communications* 14: 487; https://doi.org/10.1038/s41467-023-36033-x

UNEP (United Nations Environment Programme). 2019. *Global Environment Outlook 6:*

Healthy Planet, Healthy People. Nairobi, UNEP
https://www.unep.org/resources/global-environment-outlook-6

UNEP. 2021a. Progress on Ambient Water Quality: Tracking SDG 6 Series – Global Indicator 6.3.2 Updates and Acceleration Needs. Nairobi; https://wedocs.unep.org/20.500.11822/36689

Vanham D., Alfieri L., Flörke M., Grimaldi S., Lorini V., De Roo A., Feyen L. 2021. The number of people exposed to water stress in relation to how much water is reserved for the environment: A global modelling study. *The Lancet Planet Health* 5 (11): e766–74
https://doi.org/10.1016/S2542-5196(21)00234-5

Vári Á., Podschun S.A., Erős T., Hein T., Pataki B., Iojă I.-C., Adamescu C. M., Gerhardt A., Gruber T., Dedić A., Ćirić M., Gavrilović B., Báldi A. 2021. Freshwater systems and ecosystem services: Challenges and chances for cross-fertilization of disciplines. *Ambio* 51: 135–151; https://doi.org/10.1007/s13280-021-01556-4

Wang W., Shi Y., Zhang C., Hong S., Shi L., Chang J., Li R., Jin Y., Ong C., Zhuo S., Wang P. 2019. Simultaneous production of fresh water and electricity via multistage solar photovoltaic membrane distillation. *Nature Communications* 10 (1): 3012; doi.org/10.1038/s41467-019-10817-6

WHO/UNICEF (World Health Organization/United Nations Children's Fund). 2021a. Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000–2020: Five Years into the SDGs. Geneva, WHO/UNICEF
https://washdata.org/report/jmp-2021-wash-households. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO

WWAP (UNESCO World Water Assessment Programme). 2017. *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater: The Untapped Resource*. Paris, UNESCO
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000384659

*Ciekła woda słodka stanowi mniej niż 1% całej wody na Ziemi
fot. Musa Köse (pobrane z Pixabay)*

