

Zdrowie środowiskowe

1. Wybrane aktualne problemy zdrowia środowiskowego · 817

Aleksandra Jaremków, Iwona Markiewicz-Górka, Krystyna Pawlas, Paweł Gać

- 1.1. Wprowadzenie · 817
 - 1.2. Konsekwencje zdrowotne zanieczyszczeń powietrza · 820
 - 1.3. Woda – rola biologiczna a problem zanieczyszczenia · 823
 - 1.3.1. Biologiczna rola wody · 823
 - 1.3.2. Rodzaje wody · 824
 - 1.3.3. Woda pitna na świecie – najważniejsze dane · 825
 - 1.3.4. Zanieczyszczenie wód · 826
 - 1.3.5. Badania wody · 830
 - 1.3.6. Uzdatnianie wody · 831
 - 1.4. Bezpieczeństwo żywnościowe · 832
 - 1.4.1. Zanieczyszczenia żywności · 833
 - 1.4.2. Zanieczyszczenia żywności drobnoustrojami chorobotwórczymi · 834
 - 1.4.3. Chemiczne zanieczyszczenia żywności · 840
 - 1.4.4. Zmiany klimatu a bezpieczeństwo żywnościowe · 843
 - 1.5. Odpady bytowe – zagrożenie dla zdrowia i środowiska · 844
 - 1.5.1. Rodzaje odpadów bytowych (komunalnych) · 844
 - 1.5.2. Odpady farmaceutyczne · 846
 - 1.5.3. Odpady z tworzyw sztucznych · 848
 - 1.5.4. Elektroodpady (e-śmieci) · 848
 - 1.5.5. Ścieki · 849
- Piśmiennictwo · 852

2. Wpływ zmian klimatycznych na zdrowie · 856

Joanna Izabela Lachowicz, Paweł Gać

- 2.1. Wprowadzenie · 856
 - 2.2. Podstawowe pojęcia · 857
 - 2.3. Wpływ zmian klimatycznych na zanieczyszczenie powietrza i choroby dróg oddechowych · 859
 - 2.4. Wpływ powodzi i ulewnych deszczy na zdrowie · 862
 - 2.5. Wpływ suszy na zdrowie · 862
 - 2.6. Wpływ pożarów na zdrowie · 862
 - 2.7. Wpływ upałów na zdrowie · 863
 - 2.8. Wpływ zmian klimatu na choroby przenoszone przez wektory · 864
 - 2.9. Wpływ zmian klimatu na bezpieczeństwo żywności i odżywianie · 866
 - 2.10. Wpływ zmian klimatu na zdrowie psychiczne · 867
 - 2.11. Indywidualne działania prewencyjne · 868
- Piśmiennictwo · 870

Wybrane aktualne problemy zdrowia środowiskowego

Aleksandra Jaremków, Iwona Markiewicz-Górka, Krystyna Pawlas, Paweł Gać

Katedra Zdrowia Środowiskowego, Medycyny Pracy i Epidemiologii, Uniwersytet Medyczny im Piastów Śląskich we Wrocławiu

1.1. Wprowadzenie

Zdrowie człowieka, zgodnie z powszechnie obowiązującą **konceptcją determinant zdrowia** według Lalonde'a, stanowi wypadkową oddziaływania na organizm 4 grup czynników: uwarunkowań genetycznych (konstytucjonalnych), środowiska, stylu życia oraz jakości organizacji opieki zdrowotnej. Udział różnych grup w kształtowaniu zdrowia jest zróżnicowany. Styl życia wpływa na stan zdrowia aż w 50–55%, środowisko w kolejnych 20–25%, uwarunkowania genetyczne w 15–20%, a sposób organizacji opieki zdrowotnej nad populacją w 10%.¹

Zgodnie z klasyczną definicją środowisko to ogół nieożywionych (abiotycznych) oraz ożywionych (biotycznych) elementów przyrodniczych, zarówno naturalnych, jak i przekształconych przez człowieka, które występują na danym obszarze i kształtują warunki życia organizmów. Jest to zrównoważony zbiór obejmujący przyrodę, życie, wytwory człowieka, społeczeństwo i kulturę. W szerszym pojmowaniu środowisko można określić jako całość czynników znajdujących się w danej przestrzeni.

W tym podejściu środowisko człowieka można podzielić na zewnętrzne i wewnętrzne. W środowisku zewnętrznym można wyróżnić: środowisko naturalne, środowisko społeczne i środowisko osobiste.

Środowisko naturalne stanowi najbardziej pierwotną grupę czynników oddziałujących na organizm człowieka. Wynika z zależności gatunku od ekosystemu. Czynnikami naturalnymi są m.in.: cykl dobowy, pory roku, nasłonecznienie, wysokość, długość i szerokość geograficzna czy tereny zielone.

Na **środowisko społeczne** składają się czynniki wynikające z funkcjonowania człowieka w społeczeństwie i wpływu społeczeństwa na środowisko naturalne. Jest niejako wynikiem rozwoju cywilizacji, która przekształciła i nadal przekształca środowisko naturalne. Czynniki z tego zakresu wpływającymi na człowieka są m.in. sytuacja mieszkaniowa, warunki środowiska pracy, zanieczyszczenia powietrza, wody, gleby, położenie socjalne i socjoekonomiczne, hałas i sztuczne oświetlenie.

Środowisko osobiste odnosi się do miejsca jednostki w środowisku, jej reakcji na otoczenie. Stanowi wypadkową decyzji podejmowanych przez osobę funkcjonującą w środowisku społecznym. Często utożsamia się je z uwarunkowaniami behawioralnymi czy stylem życia. Za czynniki osobiste uznaje się natomiast m.in.: aktywność fizyczną, nawyki żywieniowe, palenie tytoniu i stosowanie innych używek.² Schematycznie środowisko człowieka i jego składowe przedstawiono na rycinie XI.1.1.

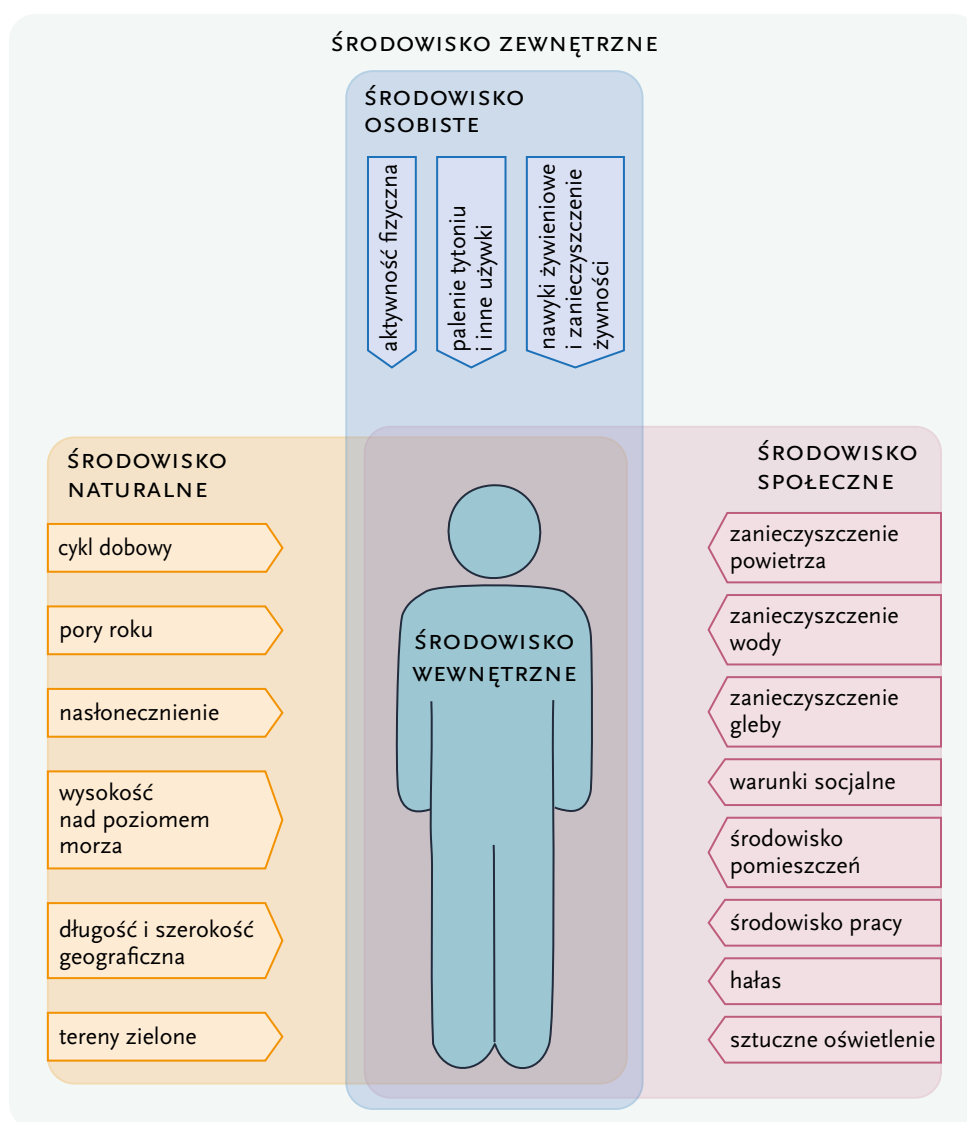
Uwzględniając kryterium materialne, czynniki środowiskowe można podzielić natomiast na: **fizyczne**, **chemiczne** i **biologiczne**.

Środowisko ze wszystkimi swoimi składowymi wpływa na zdrowie i samopoczucie człowieka. Populacja świata w ciągu ostatnich nieco ponad 200 lat powiększyła się z ok. 1 mld na początku XIX w. do ponad 8 mld obecnie.³ W miastach żyje dzisiaj ponad 55% populacji; przewiduje się wzrost tego wskaźnika do ok. 70% w 2050 r. Zaspokojenie potrzeb tak dużej populacji w zakresie mieszkań, wyżywienia i pozostałych dóbr konsumpcyjnych, a także kultury spowodowało szybkie zmiany w ekosystemach, przede wszystkim ich uprzemysłowienie, urbanizację, budowę gęstych sieci komunikacyjnych oraz zintensyfikowanie produkcji żywności. W efekcie doszło do przekształceń środowiska, przede wszystkim w postaci zanieczyszczeń, zmian klimatycznych czy produkcji olbrzymich ilości odpadów. Badania ostatnich kilkudziesięciu lat dostarczyły i dostarczają wielu dowodów, że te zmiany wywołują liczne zdrowotne następstwa narażenia na różne szkodliwe czynniki.

Zdrowie środowiskowe jako jedna z przedklinicznych dziedzin medycyny zajmuje się wpływem szerokiej grupy czynników środowiskowych na zdrowie człowieka. Według definicji WHO tematyka zdrowia środowiskowego „zawiera te aspekty zdrowia człowieka, w tym jakości życia, które są determinowane przez czynniki biologiczne, chemiczne, fizyczne, psychiczne i społeczne środowiska; obejmuje też założenia teoretyczne i praktykę w zakresie oceny, eliminacji i zapobiegania obecności

w środowisku tych czynników, które mogą oddziaływać negatywnie na zdrowie obecnego i przyszłych pokoleń”.⁴

W tym rozdziale przedstawiono wybrane aktualne problemy dotyczące wpływu środowiska na zdrowie człowieka, odnoszące się do wszystkich jednostek w populacji. Zasygnalizowano znaczenie zanieczyszczeń powietrza, wody i żywności w patogenezie chorób człowieka, jak również wskazano na rosnącą rolę wytwarzanych przez społeczeństwo odpadów dla zdrowia populacji. W rozdziale 2 zwrócono szczególną uwagę na wpływ obserwowanych współcześnie zmian klimatycznych na stan zdrowia człowieka.



Rycina XI.1.1.
Środowisko człowieka i jego składowe

1.2. Konsekwencje zdrowotne zanieczyszczeń powietrza

Zanieczyszczenie powietrza stanowi jeden z największych problemów środowiskowych współczesnej populacji.

Antropogeniczne zanieczyszczenie powietrza to każda substancja wprowadzona przez człowieka w sposób bezpośredni lub pośredni, która wywołuje prawdopodobieństwo szkodliwego oddziaływania na zdrowie ludzkie i/lub środowisko jako całość.²

Za główne antropogenne źródła emisji wpływające negatywnie na jakość powietrza uznaje się produkcję i dystrybucję energii, procesy produkcji i wykorzystania energii w przemyśle, procesy spalania w źródłach komunalno-mieszkalniowych oraz transport, zwłaszcza transport drogowy.⁵

Głównymi zanieczyszczeniami powietrza są **substancje gazowe (lotne)** i **zanieczyszczenia pyłowe**. Do tej pierwszej grupy zaliczają się przede wszystkim: dwutlenek siarki (SO₂), dwutlenek azotu (NO₂), tlenek węgla (CO), benzen (C₆H₆) oraz ozon (O₃). Zanieczyszczenia pyłowe powietrza to natomiast mieszaniny organicznych i nieorganicznych, stałych i ciekłych cząstek różnego pochodzenia, rozmiarów i kompozycji o odmiennych właściwościach fizykochemicznych. Przyjmując za kryterium klasyfikacji średnicę wspomnianych cząstek, zanieczyszczenia te grupuje się m.in. według frakcji pyłów zawieszonych: PM₁₀ (średnica cząstek <10 μm), PM_{2,5} (średnica cząstek <2,5 μm) i PM₁ (średnica cząstek <1 μm). W zanieczyszczeniach pyłowych zidentyfikować można metale ciężkie, takie jak ołów (Pb), kadm (Cd), nikiel (Ni) i arsen (As), jak również WWA, np. benzo(a)piren.⁶

Produkcja i dystrybucja energii stanowi główne źródło emisji tlenków siarki, istotne źródło emisji tlenków azotu, jak również pyłów zawieszonych. Przemysł odgrywa znaczącą rolę w emisji lotnych związków organicznych, tlenków siarki, tlenku węgla i pyłów zawieszonych. Sektor transportu jest głównym emitentem tlenków azotu i tlenku węgla, a także ma znaczący udział w wydzielaniu lotnych związków organicznych. Sektor komunalno-bytowy jest natomiast najbardziej elementarnym emitentem zanieczyszczeń pyłowych i wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych.⁵

Zanieczyszczenia powietrza są szkodliwe dla zdrowia zarówno w przypadku krótko-, jak i długoterminowego narażenia na ich działanie. **Kryteria oceny jakości powietrza** oraz zobowiązanie do dbałości o tę jakość wynikają z prawodawstwa międzynarodowego i krajowego. Obecnie obowiązuje Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/2881 z dnia 23 października 2024 r. w sprawie

jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (wersja przekształcona), będąca m.in. odpowiedzią UE na uaktualnienie przez WHO we wrześniu 2021 r. wytycznych dotyczących jakości powietrza. Zwrócono w nich uwagę na nowe dowody na niekorzystne konsekwencje również niskich poziomów narażenia na zanieczyszczenia powietrza i w efekcie określono niższe niż dotychczas obowiązujące dopuszczalne poziomy pyłu zawieszonego (PM₁₀ i PM_{2,5}) i dwutlenku azotu w porównaniu z poprzednimi wytycznymi. Obowiązujące normy jakości powietrza według powyższej dyrektywy przedstawiono w tabeli XI.1.1.⁷

UE – Unia Europejska

Substancja	Okres uśredniania	Wartość dopuszczalna	Uwagi
PM _{2,5}	1 dzień	25 µg/m ³	nie może zostać przekroczona więcej niż 18 razy w roku kalendarzowym
	rok kalendarzowy	10 µg/m ³	
PM ₁₀	1 dzień	45 µg/m ³	nie może zostać przekroczona więcej niż 18 razy w roku kalendarzowym
	rok kalendarzowy	20 µg/m ³	
Dwutlenek azotu (NO ₂)	1 godzina	200 µg/m ³	nie może zostać przekroczona więcej niż 3 razy w roku kalendarzowym
	1 dzień	50 µg/m ³	nie może zostać przekroczona więcej niż 18 razy w roku kalendarzowym
	rok kalendarzowy	20 µg/m ³	
Dwutlenek siarki (SO ₂)	1 godzina	350 µg/m ³	nie może zostać przekroczona więcej niż 3 razy w roku kalendarzowym
	1 dzień	50 µg/m ³	nie może zostać przekroczona więcej niż 18 razy w roku kalendarzowym
	rok kalendarzowy	20 µg/m ³	
Benzen (C ₆ H ₆)	rok kalendarzowy	3,4 µg/m ³	–
Tlenek węgla (CO)	dobowa maksymalna średnia ośmiogodzinna	10 mg/m ³	nie może zostać przekroczona więcej niż 18 razy w roku kalendarzowym
	1 dzień	4 mg/m ³	–
Ołów (Pb)	rok kalendarzowy	0,5 µg/m ³	–
Arsen (As)	rok kalendarzowy	6,0 ng/m ³	–
Kadm (Cd)	rok kalendarzowy	5,0 ng/m ³	–
Nikiel (Ni)	rok kalendarzowy	20 ng/m ³	–
Benzo(a)piren	rok kalendarzowy	1,0 ng/m ³	–

Tabela XI.1.1.

Wartości dopuszczalne jakości powietrza na potrzeby ochrony zdrowia ludzkiego, które należy osiągnąć do dnia 1 stycznia 2030 r. według Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/2881 z dnia 23 października 2024 r. w sprawie jakości powietrza i czystsze powietrze dla Europy (wersja przekształcona)

Tabela XI.1.2.
Konsekwencje zdrowotne
zanieczyszczeń powietrza

POChP – przewlekła obturacyjna
choroba płuc

Opracowano na podstawie:
Mazurek H, Badyga A, red.
*Smog. Konsekwencje zdrowotne
zanieczyszczeń powietrza.* Warszawa:
Wydawnictwo Lekarskie PZWL;
2018.

Zanieczyszczenia powietrza stanowią istotny czynnik etiologiczny wielu chorób i stanów patologicznych człowieka. Powiązано je w badaniach epidemiologicznych zarówno ze zwiększoną umieralnością ogólną, jak i umieralnością z powodu chorób nowotworowych. Zaobserwowano, że zanieczyszczenia powietrza przyczyniają się do występowania zmian w układach: oddechowym, krążenia i nerwowym. Istotny wpływ zanieczyszczeń powietrza udowodniono również w kontekście wpływu na rozrodczość. Syntezę dowodów naukowych dotyczących zależności „zanieczyszczenia powietrza – konsekwencje zdrowotne” zamieszczono w tabeli XI.1.2.⁵

Patologie	Wysokie prawdopodobieństwo związku przyczynowo-skutkowego	Umiarkowane prawdopodobieństwo związku przyczynowo-skutkowego	Mierne prawdopodobieństwo związku przyczynowo-skutkowego
Nowotworowe	płuco/oskrzela pęcherz moczowy	gruczoł piersiowy	ośrodkowy układ nerwowy układ krwiotwórczy (białaczki/ chłoniaki) nerka
Układu oddechowego	częstsze występowanie, cięższy przebieg, gorsze rokowanie i większa umieralność z powodu chorób infekcyjnych	większe nasilenie chorób zapalnych; gorsza funkcja płuc; astma oskrzelowa; POChP	zaburzenia rozwoju układu oddechowego w okresie płodowym i u dzieci nadreaktywność oskrzeli alergie oddechowe
Układu krążenia	nadciśnienie tętnicze większa umieralność sercowo-naczyniowa	niewydolność krążenia; zaburzenia rytmu serca; żylna choroba zakrzepowo-zatorowa; dysfunkcja śródbłonna i miażdżycy tętnic	nieprawidłowości w zapisie elektrokardiograficznym
Układu nerwowego	–	udar mózgu; choroby neurodegeneracyjne (choroba Alzheimera, choroba Parkinsona)	zaburzenia rozwoju układu nerwowego w okresie płodowym i u dzieci ból głowy zaburzenia emocjonalne
Układu rozrodczego	porody przedwczesne niska masa urodzeniowa	zaburzenia rozwoju w okresie płodowym	większa umieralność okołoporodowa stan przedrzucawkowy obniżona płodność
Metaboliczne	–	insulinooporność; cukrzyca typu 1; cukrzyca typu 2	zaburzenia metabolizmu kostnego
Inne	zapalenie spojówek	zaostrzenie atopowego zapalenia skóry; szybsze starzenie się skóry; modyfikacje mikrobiomu	upośledzenie funkcji wątroby upośledzenie funkcji śledziony zapalenie wyrostka robaczkowego

Przydatne materiały online

Więcej informacji na temat problemu zanieczyszczeń powietrza i ich konsekwencji:

- ▶ *Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie*
- ▶ Informacje zdrowotne – Indeks Jakości Powietrza GIOŚ

Aktualnych danych pomiarowych dotyczących jakości powietrza w Polsce dostarcza GIOŚ:

- ▶ GIOŚ – Bieżące dane pomiarowe
- ▶ Przykłady działań poprawiających stan powietrza na stronie Polskiego Alarmu Smogowego

Przykładowe materiały, które można wykorzystać na zajęciach lekcyjnych z dziećmi i młodzieżą:

- ▶ *Krótką historią o tym, jak zmieniał się SMOG*
- ▶ *Czy wiesz, czym oddychasz? Krótka historia o indeksie jakości powietrza*

GIOŚ – Główny
Inspektorat Ochrony
Środowiska

1.3. Woda – rola biologiczna a problem zanieczyszczenia

1.3.1. Biologiczna rola wody

Woda jest niezbędna do życia wszystkim organizmom żywym. Dostęp do niej stanowi fundamentalne kryterium ich potrzeb życiowych, ponieważ:

- jest głównym składnikiem komórek (stanowi średnio 65% masy dorosłego człowieka, ok. 78% masy małych dzieci do 2 lat i 45% masy osób starszych),^{8,9}
- jest środkiem transportu i rozpuszczalnikiem związków ustrojowych (produktów przemiany materii, substancji odżywczych, elektrolitów),
- jest głównym składnikiem pokarmowym wszystkich organizmów,
- uczestniczy w termoregulacji oraz wszystkich procesach biochemicznych (zarówno jako substrat, produkt, jak i środowisko reakcji) niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu,
- jest głównym środowiskiem życia dla wielu roślin, zwierząt oraz mikroorganizmów.¹⁰

W organizmie człowieka woda znajduje się głównie w płynie mózgowo-rdzeniowym i szpiku kostnym, gdzie stanowi ok. 99%, w osoczu krwi jest jej ok. 85%, a w mózgu i mięśniach jej zawartość wynosi średnio 75%.⁸ Obecna jest także w kościach i stanowi 22% ich masy, m.in. jako składnik płynu/mazi stawowej (odżywia i redukuje tarcie między powierzchniami stawowymi).^{11,12}

Z uwagi na znaczenie dla życia i zdrowia człowieka woda powinna być regularnie spożywana. Według norm dla populacji Polski (zgodnie z zaleceniami EFSA¹³) dorośli powinni średnio przyjmować 2–2,5 l wody na dobę w różnej formie – napojów, soków czy zup; dzieci w wieku 10–18 lat mają podobne zapotrzebowanie: 1,9–2,5 l. Dokładniejsze zakresy w zależności od wieku można znaleźć w publikacji Narodowego Centrum Edukacji Żywnościowej pt. *Normy żywienia dla populacji Polski z 2024 r.*⁸ Zapotrzebowanie na wodę zależy również od płci, klimatu (wysoka temperatura, niska wilgotność powietrza), aktywności fizycznej, stosowanej diety (wartość energetyczna posiłków, rodzaj spożywanych składników) oraz indywidualnych preferencji. Dlatego w dużej mierze należy wsłuchiwać się w swój organizm i adekwatnie regulować spożycie wody.^{8,11}

Niestety ludzki organizm nie jest zdolny do magazynowania dużych ilości wody, dlatego jej straty (z potem, moczem, kałem, przez płuca), by nie doszło do odwodnienia, musi stale uzupełniać.⁸ Do odwodnienia dochodzi w sytuacji, gdy ilość wody i elektrolitów w organizmie obniży się na tyle, że następują zaburzenia jego homeostazy.¹⁴ Strata nieco ponad 1% zawartości wody w organizmie może skutkować m.in. zaburzeniami pamięci i koncentracji, pogorszeniem nastroju, spadkiem apetytu, wydolności fizycznej oraz zdolności do utrzymania stałej temperatury ciała. Spadek powyżej 4% prowadzi do pogłębienia wcześniejszych objawów, do których dochodzą: bóle głowy, impulsywność, uczucie zmęczenia/senności, tachykardia, przyspieszony oddech, podwyższona temperatura ciała. Natomiast utrata już powyżej 8% wody z organizmu może skutkować nawet zgonem. Odwodnienie jest niebezpieczne przede wszystkim dla niemowląt (dobowa utrata wody to spadek nawet o 15% ich masy ciała), dzieci (dochodzi u nich do wyższego wzrostu temperatury niż w przypadku ludzi dorosłych) i osób w podeszłym wieku (które odczuwają pragnienie słabiej, niż wynika to z zapotrzebowania). O systematycznym uzupełnianiu płynów należy pamiętać głównie podczas chorób infekcyjnych, gorączki, wymiotów, biegunek, nadpotliwości, a także rozległych urazów termicznych (oparzeń).⁸

1.3.2. Rodzaje wody

Wody występujące w środowisku zasadniczo można podzielić na 3 rodzaje:

- opadowe (atmosferyczne), pochodzące z opadów atmosferycznych, takich jak deszcz, śnieg, grad;
- powierzchniowe, występujące na powierzchni ziemi w postaci rzek, jezior, mórz lub oceanów;
- podziemne, powstające w wyniku wsiąkania wód opadowych i powierzchniowych w głąb ziemi.¹⁵

Te ostatnie stanowią źródło naturalnych **wód mineralnych** i **źródlanych**. Nie wymagają oczyszczania i nadają się do picia – są pierwotnie czyste zarówno

pod względem chemicznym, jak i mikrobiologicznym. Wody średnio- (ilość składników mineralnych: 500–1500 mg/l) i wysokozmineralizowane (ilość składników mineralnych: od 1500 do ok. 4000 mg/l) należy dobierać w zależności od stężenia i rodzaju odpowiednich soli. Z kolei te, które zawierają 200–600 mg/l składników mineralnych, powinno się stosować w celu zaspokojenia pragnienia i prawidłowego funkcjonowania organizmu w wyniku odpowiedniego nawodnienia.¹⁶ Wody stołowe, w odróżnieniu od naturalnych, są otrzymywane przez zmieszanie naturalnej wody źródlanej z wodą mineralną lub wskutek dodania soli mineralnych (np. sodu, wapnia, magnezu, mających istotne znaczenie dla organizmu człowieka).¹⁷

Wody lecznicze także należą do wód podziemnych, stąd podobnie jak wcześniej omawiane wody mineralne charakteryzują się ściśle określoną zawartością odpowiednich substancji, np. składników mineralnych (≥ 1000 mg/l), siarki dwuwartościowej (≥ 1 mg/l) czy kwasu krzemowego (III) (≥ 70 mg/l). Oprócz tego właściwości lecznicze takiej wody potwierdzają przeprowadzone obserwacje i badania. Przykładowo wody siarczkowe występują w Polsce w Sudetach i Karpatach. Dostępne są m.in. w takich miejscowościach uzdrowiskowych, jak: Łądek-Zdrój, Busko-Zdrój, Swoszowice, Wapienne oraz Horyniec-Zdrój.¹⁸ Oprócz kuracji pitnych wody siarczkowe mogą być również stosowane do kąpieli. Wykazują właściwości przeciwzapalne, przeciwbólowe, zmniejszają obrzęki i sztywność stawów.¹⁹

1.3.3. Woda pitna na świecie – najważniejsze dane

Dla człowieka znaczenie ma przede wszystkim czysta woda – nadająca się do spożycia, pozbawiona wszelkich zanieczyszczeń. Według danych WHO ponad 2 mld ludzi mieszka w krajach, w których nie ma dostępu do wody, z kolei ok. 1,7 mld korzysta z wody, w której notuje się obecność bakterii kałowych. Takie mikrobiologiczne skażenie stanowi jedno z największych zagrożeń dla ludzkiego zdrowia i życia. Jest przyczyną licznych biegunek, a także często bardzo niebezpiecznych chorób, takich jak: cholera, czerwonka, dur brzuszny czy ostre nagminne porażenie dziecięce (inaczej choroba Heinego–Medina). Rocznie notuje się ok. 505 tys. zgonów spowodowanych biegunkami.²⁰ Wciąż najczęściej najcięższych przypadków cholery (w tym zakończonych zgonem) występuje w Afryce (głównie w Demokratycznej Republice Konga, Mozambiku, Malawi i Etiopii), a oprócz tego w Haiti oraz Afganistanie.²¹ Obecnie niespełna $\frac{3}{4}$ światowej populacji ma dostęp do wody spełniającej normy czystości, nadającej się do spożycia.²⁰

1.3.4. Zanieczyszczenie wód

Zanieczyszczenie wód to przede wszystkim niekorzystne, obniżające jakość zmiany ich stanu i składu, w głównej mierze wynikające z działalności człowieka, w mniejszym stopniu z czynników naturalnych. Prowadzi do zmniejszenia użyteczności takich wód zarówno w przyrodzie, jak i w celach gospodarczych.²²

Typy zanieczyszczeń wód:

- fizyczne (mechaniczne), np. muł, pył, obumarłe szczątki zwierzęce i roślinne,
- chemiczne, np. oleje, sole i inne szkodliwe substancje,
- biologiczne, np. bakterie (miano coli), wirusy, pasożyty, pierwotniaki.²³

Źródła zanieczyszczeń wody:

- **punktowe** (ograniczone terytorialnie źródła), np. ścieki z zakładów przemysłowych, oczyszczalni ścieków, pojedynczych domów/budynków, wycieki z szamb,
- **obszarowe** (rozproszone, powierzchniowe – obejmujące duży teren), np. zanieczyszczenia ze skażonego opadu atmosferycznego, spływanie zanieczyszczeń z pól uprawnych lub wysypisk śmieci,
- **liniowe** (najczęściej wzdłuż tras komunikacyjnych lub innych – pasmowych), np. wycieki ropy z tankowców, wycieki z rurociągów.²³

W Polsce pod względem jakościowym **stan ekologiczny wód** podzielony jest na 5 klas, zgodnie z rozporządzeniami: ministra gospodarki morskiej i żeglugi śródlądowej w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu wód podziemnych oraz ministra infrastruktury dotyczącym klasyfikacji stanu i potencjału ekologicznego, stanu chemicznego, sposobu klasyfikacji stanu wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych.^{24,25}

W odniesieniu do stanu ekologicznego wody dzieli się na następujące klasy: I – bardzo dobry; II – dobry; III – umiarkowany; IV – słaby; V – zły. Według ostatniego raportu Komisji Europejskiej stan jakości wód powierzchniowych w Polsce nie jest najlepszy. W 2022 r. tylko 8,5% było dobrej jakości (wcześniej, w 2016 r. – 31%). Wody Polskie wyjaśniają, że nie wynika to ze zwiększonego zanieczyszczenia, ale wprowadzenia bardzo restrykcyjnych norm oraz nowych wskaźników do oceny jakości.²⁶

Dużym zagrożeniem dla zdrowia człowieka jest **obecność zanieczyszczeń biologicznych** (bakterii, wirusów, grzybów, pierwotniaków, pasożytów). Spożycie

takiej wody może wywołać szereg objawów, głównie ze strony układu pokarmowego – od łagodnych po ciężkie dolegliwości, w niektórych przypadkach kończące się zgonem (tabela XI.1.3).

Rodzaj patogenu	Choroba, objawy	
Bakterie	przecinkowiec cholery (<i>Vibrio cholerae</i>)	cholera, zakażenie żołądka i jelit: biegunki, wymioty, skrajne odwodnienie
	<i>Salmonella</i> spp.	zapalenie jelit – salmonelloza: nudności, wymioty, biegunka, gorączka, bóle głowy, mięśni, brzucha (skurcze); dur brzuszny (wywołany przez <i>S. typhi</i>)
	<i>Shigella dysenteriae</i>	shigelloza – zapalenie żołądka i jelit: wodnista biegunka, bóle brzucha (skurcze), gorączka, czerwotka bakteryjna (krew i ropa w kale)
Wirusy	wirus zapalenia wątroby typu A (ang. <i>Hepatitis A virus</i>)	wirusowe zapalenie wątroby typu A: nudności, wymioty, złe samopoczucie, bóle brzucha w okolicy wątroby, zażółcenie skóry (żółtaczką)
	poliowirus (ang. <i>poliovirus</i>)	choroba Heinego–Medina (ostre nagminne porażenie dziecięce): niedowłady kończyn, porażenie mięśni
	rotawirus (ang. <i>rotavirus</i>)	zapalenie żołądka i jelit: biegunki
Grzyby	<i>Aspergillus</i> spp.	aspergiloza: infekcje grzybicze różnych narządów, np. płuc, mózgu, skóry
	<i>Candida albicans</i>	infekcje grzybicze zewnętrzne i wewnętrzne
Pierwotniaki	<i>Giardia lamblia</i>	giardioza: biegunki, nudności, bóle brzucha, zaburzenia rozkładu pokarmu i przyswajania składników odżywczych, zwiększenie liczby eozynofili we krwi
	<i>Cryptosporidium</i> spp.	kryptosporidioza: osłabienie, brak apetytu, zaburzenia żołądkowo-jelitowe, przewlekłe biegunki, bóle brzucha
	włosogłówka (<i>Trichuris trichura</i>)	włosogłówczyca: biegunka z krwią i śluzem, niedokrwistość, zaburzenia wzrostu i opóźnienie rozwoju
Pasożyty	glista ludzka (<i>Ascaris lumbricatus</i>)	askarydoza: ogólne osłabienie, rozdrażnienie, brak apetytu, bóle brzucha, zaparcia, biegunki, nudności, wymioty
	tasiemiec bąblowcowy (<i>Echinococcus granulosus</i>)	echinokokoza (bąblowica jednojamowa): na początku przebieg bezobjawowy, objawy późne – ucisk torbieli na narządy wywołujący różne dolegliwości w zależności od jej lokalizacji

Tabela XI.1.3.

Biologiczne zanieczyszczenie wody – przykłady patogenów i wywołanych przez nie chorób oraz dolegliwości

Źródło: Dzygóra W. Przegląd i charakterystyka chorób bakteryjnych człowieka. W: Dzygóra W. *Bakterie jako patogeny człowieka. Pielęgniarstwo i dietetyka*. Jelenia Góra: Karkonoska Państwowa Szkoła Wyższa w Jeleniej Górze. 2020:39–111. dbc.wroc.pl/dlibra/publication/144406/edition/75912?language=en. Dostęp 26.11.2025; Dzygóra W. Przegląd i charakterystyka chorób wirusowych człowieka. W: Dzygóra W. *Wirusy jako patogeny człowieka. Skrypt dla studentów pielęgniarstwa i dietetyki*. Jelenia Góra: Karkonoska Państwowa Szkoła Wyższa w Jeleniej Górze; 2018:68–130. dbc.wroc.pl/dlibra/publication/86548/edition/53432/content. Dostęp 26.11.2025; Górska K, Błaszowska J, Dzikowiec M. The occurrence of potentially pathogenic filamentous fungi in recreational surface water as a public health risk. *J Water Health*. 2020;18(2):127–144. doi:10.2166/wh.2020.096; Cupozak-Pinheiro WJ, Araújo de Almeida-Apolonio A, Sasaki MH, et al. *Candida* species contamination in drinking groundwater from residence wells in three municipalities of midwestern Brazil and the potential human health risks. *Microb Pathog*. 2022;169:105660. doi:10.1016/j.micpath.2022.105660; Bojar H, Kłapek T. Woda jako potencjalne źródło zarażenia ludzi i zwierząt pierwotniakami z rodzajów *Cryptosporidium* i *Giardia*. *Med Ogólna Nauki Zdr*. 2011;17(1):45–51. www.monz.pl/pdf-73232-10054?filename=10054.pdf. Dostęp 26.11.2025; Hadaś E, Derda M, Skrzypczak Ł, Cholewiński M. Skażenie wody formami dyspersyjnymi pasożytów. *Probl Hig Epidemiol*. 2014;95(4):795–802. www.phie.pl/pdf/phe-2014/phe-2014-4-795.pdf. Dostęp 26.11.2025.

Oprócz biologicznych zanieczyszczeń równie niebezpieczna jest **obecność chemikaliów w wodzie**. Mogą to być najrozmaitsze związki chemiczne. Do stwarzających szczególne zagrożenie należą m.in.: azotany i azotyny, węglowodory

Tabela XI.1.4.
Chemiczne zanieczyszczenie wody – przykłady chemikaliów i powodowanych zaburzeń zdrowotnych

Źródło: Źródło: Jamsheer-Bratkowska M, Stankiewicz A, Maziarka D. Azotany w wodzie przeznaczonej do spożycia a zagrożenie dla zdrowia – współczesne poglądy (aktualny stan wiedzy). *Technologia Wody*. 2021;3(77):28–38. tinyurl.com/ye2sxfxy. Dostęp 26.11.2025; Cybulski J, Witczak A, Pokorska-Niewiada K, Zdyb M. Wybrane ksenobiotyki organiczne w wodzie pitnej a zagrożenia zdrowia. *Kosmos*. 2019;68(4):659–667. doi:10.36921/kos.2019_2550; Charkiewicz AE, Omeljaniuk WJ, Nowak K, Garley M, Nikliński J. Cadmium toxicity and health effects – A brief summary. *Molecules*. 2023;28(18):6620. doi: 10.3390/molecules28186620; Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Rzeszowie. Metale ciężkie. tinyurl.com/3xrf7s89. Dostęp 26.11.2025; Choroby Rzadkie. Serwis Ministerstwa Zdrowia i Narodowego Funduszu Zdrowia. Zatrucie ołowiem. tinyurl.com/yc44t4c9. Dostęp 26.11.2025; Choroby Rzadkie. Serwis Ministerstwa Zdrowia i Narodowego Funduszu Zdrowia. Zatrucie rtęcią. choroby rzadkie. gov.pl/pl/choroby-rzadkie/330021. Dostęp 26.11.2025; Skoczyska A, Wojakowska A, Turczyn B, et al. Zdrowotne skutki zanieczyszczenia środowiska arsenem. *Med Środ*. 2018;21(3):34–42. doi:10.19243/2018305; Minnesota Department of Health. Health Risk Assessment Unit. *Chloroform and Drinking Water*. Saint Paul: Minnesota Department of Health; 2016. tinyurl.com/4jfyhnut. Dostęp 26.11.2025; Oregon Health Authority. Public Health Division. *Polychlorinated biphenyls (PCBs) and drinking water*. tinyurl.com/2ph2e335. Dostęp 26.11.2025; Syafrudin M, Kristanti RA, Yuniarto A, et al. Pesticides in drinking water – A review. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(2):468. doi:10.3390/ijerph18020468.

aromatyczne (w tym WWA), metale ciężkie (np. rtęć, kadm, ołów), półmetale (np. arsen), związki chlorowe, pestycydy, a także najnowsze zanieczyszczenia – farmaceutyki.²⁷ Stanowią one realne niebezpieczeństwo dla zdrowia i życia zarówno człowieka, jak i zwierząt. Konsekwencje zdrowotne mogą być różnorodne: od ostrych po przewlekłe zaburzenia, będące wynikiem długotrwałej ekspozycji (tabela XI.1.4). W wielu przypadkach – z powodu wysokiej toksyczności, przyjętych dużych dawek szkodliwej substancji lub długiego okresu ekspozycji – mogą nawet być przyczyną zgonu osób na nie narażonych.

Należy pamiętać, że wiele zanieczyszczeń chemicznych, np. metale ciężkie, ulega bioakumulacji/biomagnifikacji w organizmach wodnych. Ich stężenie wzrasta na kolejnych poziomach łańcucha pokarmowego. W związku z tym najbezpieczniej jest wybierać takie gatunki ryb i owoców morza, które żyją krótko i nie są drapieżnikami (np. hodowlany łosoś norweski, szprot, sardynki, dorsz).²⁸

Zanieczyszczenia chemiczne	Zaburzenia zdrowotne
Azotany, azotyny	sinica (methemoglobinemia), zwłaszcza u niemowląt – w hemoglobinie znajduje się żelazo Fe ³⁺ , zamiast Fe ²⁺ , co uniemożliwia transport tlenu; powstawanie nowotworów złośliwych, np. jelita grubego; działanie teratogenne – zaburzenia funkcji tarczycy (wole tarczycowe)
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)	działanie mutagenne, kancerogenne; uszkodzenia narządów mięszzowych (nerek, wątroby)
kadm	choroba itai-itai: bóle, deformacje kostno-stawowe, złamania, demineralizacja kości; uszkodzenia narządów mięszzowych (wątroby, nerek); niedokrwistość; choroba nadciśnieniowa
ołów	ołowica: kumulacja ołowiu w kościach; uszkodzenie ośrodkowego i obwodowego układu nerwowego; rąbek ołowiowy na dżiąstach; bóle brzucha, mięśni, stawów; anemia; osłabienie; uszkodzenie narządów mięszzowych (wątroby, nerek)
Metale ciężkie	
rtęć	nieorganiczne – zaburzenia ze strony układu pokarmowego: nudności, wymioty, biegunka z domieszką krwi, bóle brzucha; zaburzenia funkcji nerek; uszkodzenie układu nerwowego organiczne – choroba z Minamaty: uszkodzenie układu nerwowego charakteryzujące się m.in. zaburzeniami wzroku, słuchu, mowy i ruchowymi
Półmetal	arsen
	zmiany skórne (kancerogen skóry); nowotwory płuc pęcherza moczowego, możliwe również zwiększenie ryzyka raka wątroby, nerek i gruczołu krokowego

Zanieczyszczenia chemiczne	Zaburzenia zdrowotne	
	chloroform	rakotwórczy; uszkodzenie wątroby i nerek; osłabienie układu immunologicznego
Związki chlorowe	polichlorowane bifenylo (PCB)	zaburzenia skórne; uszkodzenie wątroby i nerek; osłabienie, zmęczenie; zaburzenia gospodarki hormonalnej; zaburzenia rozwojowe u dzieci; zwiększone ryzyko nowotworów
Pestycydy		przy przewlekłej ekspozycji zaburzenia neurologiczne (problemy z pamięcią i koncentracją), immunosupresja, zaburzenia hormonalne, nowotwory; niektóre pestycydy – działanie teratogenne; ostre zatrucia: zaburzenia widzenia i oddychania, objawy pokarmowe

Tabela XI.1.4. (cd.)
Chemiczne zanieczyszczenie wody – przykłady chemikaliów i powodowanych zaburzeń zdrowotnych

Kolejnym chemicznym zanieczyszczeniem wody jest obecność farmaceutyków. Jak się okazuje, jest ich w obrocie tak dużo, że zaczęły stanowić zagrożenie zarówno dla środowiska naturalnego, jak i zdrowia ludzi (w Polsce w 2023 r. sprzedano ponad 500 mln OTC^{29,30}). Badania wykazują, że najwięcej jest leków bez recepty, obniżających poziom lipidów, na nadciśnienie, regulujących stężenie hormonów, antybiotyków oraz psychotropowych. Dostają się one do środowiska wodnego głównie z gospodarstw domowych (są np. wydalane przez człowieka lub niewłaściwie utylizowane), szpitali, oczyszczalni ścieków, przemysłu farmaceutycznego, weterynarii, rolnictwa czy hodowli zwierząt. Jak się okazuje, wiele oczyszczalni nie jest przystosowanych do eliminacji farmaceutyków ze ścieków. Według dostępnej literatury sprawność oczyszczania wody z tego typu substancji waha się w przedziale 0–99%. Najstąbiej eliminowane są niektóre hormony (np. estron), leki hipolipemiczne i psychotropowe (np. karbamazepina). W przypadku leków bez recepty i antybiotyków jest to zależne od stosowanych metod oczyszczania ścieków w danym zakładzie (np. stopień oczyszczenia dla ketoprofenu wynosi 8–98%).³¹ Przy zastosowaniu nowoczesnych technologii usuwania farmaceutyków (wykorzystanie membranowych reaktorów biologicznych) sprawność ich eliminacji wzrasta od ok. 47% do prawie 100%.³²

Największe zagrożenie zarówno środowiskowe, jak i zdrowotne wynika z obecności w wodach przede wszystkim środków hormonalnych i antybiotyków. Według angielskich badań nawet niskie stężenia w rzekach żeńskich hormonów płciowych pochodzących ze środków antykoncepcyjnych powodowały poważne skutki zdrowotne (głównie zaburzenia endokrynologiczne) wśród samców ryb.³³ Do najpoważniejszych należały: feminizacja, hermafrodytyzm, spadek jakości nasienia, a w dalszej kolejności zmniejszenie płodności, stwarzające zagrożenie dla przetrwania populacji. Jeśli powyższe wyniki odniesiemy do ludzi, okaże się, że obecność środków hormonalnych przede wszystkim w wodzie pitnej, przyjmowanej regularnie, codziennie, może zagrozić również naszej populacji. W tej kwestii jednak WHO uspokaja, że stężenia tego typu

OTC – ang. *over-the-counter drug*; leki dostępne bez recepty

substancji w wodzie pitnej są zbyt niskie, by mogły negatywnie wpływać na ludzki organizm. Nie wyklucza jednak istnienia ryzyka przy długotrwałej ekspozycji.³⁴

Z kolei obecność antybiotyków w wodzie może skutkować rozwojem antybiotkoopornych bakterii.³⁴ Ekspozycja na tego typu mikroorganizmy w środowisku może skutkować rozwojem zakażenia i nieskutecznością leczenia przy zastosowaniu antybiotykoterapii, co w konsekwencji wydłuża czas choroby lub nawet prowadzi do zgonu. Według ostatnich danych w krajach UE co roku umiera ok. 33 tys. osób z powodu zakażeń bakteriami opornymi na stosowane antybiotyki.³⁵ Z uwagi na wskazane następstwa obecności leków w wodzie w UE wprowadzane są strategie rozsważnego stosowania farmaceutyków i innowacyjnego tworzenia leków, zmniejszające ryzyko środowiskowe i zdrowotne, takie jak: ekologiczne farmaceutyki ulegające łatwiejszemu rozkładowi w naturalnym środowisku, odpowiednia utylizacja leków, skuteczniejsze, nowocześniejsze technologie oczyszczania ścieków, kontrola i monitoring środowiska.³⁶

1.3.5. Badania wody

Woda przeznaczona do spożycia podlega badaniom podstawowym (parametry grupy A) i rozszerzonym (parametry grupy B), wykonywanym przez stacje sanitarno-epidemiologiczne (sanepidy). Są to pomiary jej właściwości fizykochemicznych. Do parametrów podstawowych (A) należą:

- mętność,
- zapach,
- barwa,
- przewodność,
- pH.

W ramach badań rozszerzonych (B) kontroluje się również:

- zawartość soli, jak np. chlorki, siarczany, azotyny, azotany, fluorki,
- występowanie metali, takich jak nikiel, miedź, ołów, rtęć, kadm, sód,
- obecność innych związków chemicznych, np. WWA, chloroformu, pestycydów,
- utlenialność,
- twardość.

Kolejną grupą wykonywanych pomiarów są badania mikrobiologiczne. Zestaw podstawowy (A) sprawdza obecność bakterii grupy coli, *Escherichii coli* – ogólną liczbę mikroorganizmów w ok. 22°C po 72 godz.; wersja rozszerzona (B) bada enterokoki – ogólną liczbę mikroorganizmów w ok. 36°C po 48 godz. – i *Clostridium perfringens*.^{36,37}

Utlenialność wody, ChZT określa ilość tlenu pobraną od nadmanganianu lub nadchromianu potasu (silne utleniacze) niezbędną do utlenienia zarówno związków organicznych, jak i niektórych nieorganicznych obecnych w wodzie (1 dm³ wody).³⁸

BZT5 – ilość tlenu (w mg) niezbędna do biochemicznego rozkładu związków organicznych w wodzie w okresie pięciodniowym, oznaczona w temperaturze 20°C.³⁸

Twardość wody – zależy przede wszystkim od zawartości związków wapnia i magnezu, a także m.in. soli glinu, żelaza, manganu i innych metali wielowartościowych. Wyróżniamy twardość **przemijającą** – wodorowęglanową (wynikającą z obecności wodorowęglanów wapnia i magnezu), **trwałą** – niewęglanową (wywołaną zawartością soli: chlorków i siarczanów magnezu lub wapnia) oraz **ogólną**, będącą sumą twardości przemijającej i trwałej.^{38,39}

BZT – biochemiczne zapotrzebowanie tlenu

Parametry, jakie powinna spełniać woda pitna

Woda przeznaczona do spożycia powinna być przede wszystkim czysta, pozbawiona szkodliwych dla zdrowia substancji oraz drobnoustrojów (bakterii grupy coli, *Escherichia coli*, enterokoków, *Clostridium perfringens*, *Legionella*), i zawierać w odpowiednich ilościach sole mineralne. Są one niezbędne do prawidłowego funkcjonowania organizmu i nadają jej właściwy smak. Pozostałe parametry, jakimi powinna się cechować, to:

- odczyn pH: 6,5–9,5,
- twardość ogólna: 60–500 mg CaCO₃/l,
- przewodność: 2500 μS/cm,
- utlenialność: maks. 5 mg O₂/l,
- przejrzystość,
- brak zabarwienia,
- brak zapachu.⁴⁰

μS/cm – mikrosiemens na centymetr

1.3.6. Uzdatnianie wody

Uzdatnianie wody to proces polegający na dostosowaniu wód surowych (podziemnych lub powierzchniowych) pochodzących z naturalnych źródeł do stawianych wymagań w zależności od przeznaczenia (spożycia lub celów przemysłowych).⁴¹ Obejmuje następujące fazy:

- napowietrzanie – wzbogacanie w tlen, usuwanie rozpuszczonych w wodzie gazów oraz lotnych związków organicznych;
- koagulację – tworzenie dużych aglomeratów cząstek zanieczyszczeń o rozdrobnieniu koloidalnym (później usuwanie np. poprzez sedymentację);
- sedymentację, floatację – usuwanie zanieczyszczeń poprzez opadanie ich pod wpływem grawitacji (sedymentacja) lub unoszenie się ich na powierzchni wody (floatacja);
- filtrację – usuwanie zanieczyszczeń stałych z wykorzystaniem materiałów filtracyjnych;

- usuwanie zawiesin i glonów przy użyciu mikrosit;
- wymianę jonową – usuwanie zbędnych jonów z wody i zastępowanie ich właściwymi (np. usuwanie jonów determinujących twardość wody);
- strącanie chemiczne – dodawanie do wody związków, które w reakcji chemicznej z niektórymi zanieczyszczeniami powodują wytrącanie osadów usuwanych np. w procesie sedymentacji;
- sorpcję na węglu aktywnym – pochłanianie przez węgiel aktywny niektórych zanieczyszczeń, np. organicznych lub metali ciężkich;
- utlenianie chemiczne – przekształcenie jednego związku chemicznego, stanowiącego zanieczyszczenie, w formę mniej szkodliwą i łatwiej usuwalną z wody w wyniku utleniania chemicznego;
- procesy membranowe – usuwanie zanieczyszczeń za pomocą półprzepuszczalnej błony;
- dezynfekcję – usuwanie form chorobotwórczych mikroorganizmów (np. za pomocą chlorowania, ozonowania, promieniowania UV);
- infiltrację – przesączanie wody przez grunt (oczyszczanie w gruncie).⁴²

UV – ang. *ultraviolet*;
promieniowanie
ultrafioletowe

Jeśli instalacja wewnętrzna odbiorcy jest w dobrym stanie, uzdatniona woda – zwana kranówką – jest bezpieczna dla zdrowia. We Wrocławiu prowadzona jest akcja #PijKranówkę zachęcająca do picia wody dostarczanej wodociągami.

►► #PijKranowke

1.4. Bezpieczeństwo żywnościowe

Bezpieczeństwo żywnościowe to możliwość ciągłego zaspokajania potrzeb żywnościowych przez ludzi oraz dostęp do wystarczającej ilości żywności bogatej w składniki odżywcze, wolnej od zanieczyszczeń, niezbędnej dla zdrowia i aktywnego trybu życia. Do czynników warunkujących bezpieczeństwo żywnościowe zaliczamy fizyczną i ekonomiczną dostępność żywności oraz jej bezpieczeństwo dla zdrowia, tzn. optymalną wartość odżywczą i brak zanieczyszczeń, które mogłyby spowodować rozwój choroby.⁴³

Czynniki warunkujące bezpieczeństwo żywnościowe przedstawiono na rysunku XI.1.2.

Ograniczona dostępność żywności prowadzi do różnych form zaburzenia odżywienia organizmu. Może wystąpić pod postacią niedoborów, nadmiarów lub nierównowagi w spożyciu energii lub składników odżywczych przez daną osobę.⁴⁴

Termin **niedożywienie** może odnosić się do stanów zahamowania wzrostu (niski wzrost w stosunku do wieku), wychudzenia (niska waga w stosunku do



Rycina XI.1.2.
Warunki osiągnięcia bezpieczeństwa żywnościowego

wzrostu), niedowagi (niska waga w stosunku do wieku) oraz niedoborów istotnych mikroelementów i witamin. Na niedobór energii, białka i innych składników odżywczych w pożywieniu szczególnie wrażliwe są dzieci i kobiety w ciąży. Stan odżywienia dzieci wpływa na ich wzrost i rozwój. Stanowi potencjał na dalsze życie, zdolność do uczenia się, uczestnictwa w życiu społecznym i uniknięcie ubóstwa. Niedożywienie powoduje zakłócenie procesów rozwojowych: opóźnia tempo wzrastania (niższa waga i wzrost), zmniejsza zdolność wysiłkową, obniża odporność immunologiczną. Niedożywienie ciężarnych hamuje rozwój płodu, wywołuje porody przedwczesne, jest powodem niskiej masy urodzeniowej noworodków.⁴⁴

Innymi formami nieprawidłowego odżywienia organizmu są: **nadwaga**, **otyłość** oraz **niezakaźne choroby związane z dietą**, takie jak choroby serca, udar mózgu, cukrzyca i nowotwory. Rozwój otyłości często związany jest z łatwiejszym dostępem do taniej, niezdrowej żywności (zawierającej duże ilości cukrów, tłuszczów czy sztucznych dodatków) niż do produktów pełnowartościowych.

■ Przyczyny i konsekwencje otyłości zostały omówione w części IV podręcznika: *Odżywianie*.

1.4.1. Zanieczyszczenia żywności

Poważnym środowiskowym problemem związanym z bezpieczeństwem żywności jest też skażenie **drobnoustrojami chorobotwórczymi** i **substancjami chemicznymi**.

Wśród zanieczyszczeń stwierdzanych w produktach spożywczych na pierwszym miejscu już od wielu lat znajdują się pozostałości pestycydów (są najczęściej zgłaszaną nieprawidłowością w funkcjonującym w Europie systemie RASFF). Inne powszechne zanieczyszczenia to mikotoksyny (głównie aflatoksyny wykrywane w orzechach, produktach zawierających orzechy i nasionach), mikroorganizmy chorobotwórcze, takie jak *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, metale ciężkie oraz substancje dostające się do żywności z zanieczyszczonego środowiska i podczas procesów kulinarnych i technologicznych.^{45,46}

RASFF – Rapid Alert System for Food and Feed; System Wczesnego Ostrzegania o Niebezpiecznej Żywności i Paszach

DALY – ang. *disability-adjusted life year*; lata życia skorygowane niepełnosprawnością

Niebezpieczne produkty spożywcze zawierające szkodliwe bakterie, wirusy, pasożyty lub substancje chemiczne odpowiedzialne są za ponad 200 różnych schorzeń – od biegunek po nowotwory. Każdego roku na świecie prawie 1 na 10 osób choruje po spożyciu skażonej żywności. Powoduje to ok. 420 tys. zgonów i utratę przez światową populację 33 mln zdrowych lat życia (DALY). W 40% przypadków chorób przenoszonych drogą pokarmową nosicielami są dzieci poniżej 5. r.ż.⁴⁷

1.4.2. Zanieczyszczenia żywności drobnoustrojami chorobotwórczymi

Bakteryjne zatrucia pokarmowe (zachorowania z objawami ostrego nieżytu żołądkowo-jelitowego) najczęściej są spowodowane przez bakterie z rodzaju *Salmonella*, *Campylobacter* i enterokrwotoczną *Escherichia coli*. Objawy obejmują nudności, wymioty, ból brzucha, biegunkę, gorączkę i ból głowy. Zatrucia dotyczą milionów ludzi rocznie, czasami ze skutkiem śmiertelnym.^{47,48}

Salmonella jest odpowiedzialna za ok. 80 mln zakażeń na całym świecie. W Polsce zajmuje pierwsze miejsce wśród patogenów odpowiedzialnych za choroby spowodowane przez mikrobiologicznie zanieczyszczony pokarm. Produkty spożywcze najczęściej powodujące salmonellozę to: jaja, drób, nabiał i inne pochodzenia zwierzęcego. Okres inkubacji (czas, który upływa od momentu wniknięcia wirusów do organizmu człowieka do wystąpienia pierwszych objawów choroby) wynosi 12–48 godz. Objawy obejmują: bóle brzucha, wystąpienie wodnistej biegunki, nudności, podwyższoną temperaturę. Zazwyczaj przebieg choroby jest łagodny, a dolegliwości mijają po kilku dniach. Jednak u osób szczególnie wrażliwych (dzieci, osoby starsze lub z obniżoną odpornością) może prowadzić do odwodnienia, zapalenia i zmian patologicznych w różnych narządach, np. zapalenia wsierdza i osierdza, a także być przyczyną zgonu.

Zatrucia *Campylobacter* spowodowane są głównie przez surowe mleko, surowy lub niedogotowany drób i wodę pitną. Kampylobakterioza jest najczęściej występująca infekcją pokarmową na świecie. W Polsce zajmuje drugie miejsce po salmonellozie. Objawy zatrucia to: biegunki, zapalenie żołądka i jelit. Zakażenie może mieć przebieg łagodny, którego objawy mijają zwykle w ciągu kilku dni. W ciężkich przypadkach może dojść do zapalenia stawów, zaburzeń neurologicznych, niewydolności oddechowej, a nawet śmierci.⁴⁷

Escherichia coli wchodzi w skład fizjologicznej flory jelitowej człowieka i zwierząt. Niektóre szczepy *Escherichia coli* jak EHEC są chorobotwórcze dla człowieka. Rezerwuarem EHEC jest przewód pokarmowy zwierząt. Źródłem zakażenia dla ludzi może być: niepasteryzowane mleko, niedogotowane mięso i surowe brudne warzywa i owoce (skażone odchodami zwierząt). Objawy to:

EHEC – ang. *enterohemorrhagic Escherichia coli*; enterokrwotoczny szczep *Escherichia coli*

silne skurczowe bóle brzucha, wodnista biegunka, zazwyczaj bez lub z niewielką gorączką, wymioty. Średni czas trwania niepowikłanej choroby wynosi 6–8 dni. Zakażenia EHEC mogą też przebiegać pod postacią zespołu hemolityczno-mocznicowego (HUS) – śmiertelność w tym przypadku wynosi 70%.⁴⁸

Listeria monocytogenes to bakteria powszechnie występująca w środowisku, wywołująca chorobę zwaną listeriozą. Możliwość zachorowania w mniejszym stopniu dotyczy osób zdrowych, ale poważne zagrożenie stanowi dla kobiet w ciąży, płodu, dzieci, osób starszych lub z obniżoną odpornością. Może prowadzić do poronienia lub śmierci noworodków. W postaci inwazyjnej bakterie *Listeria monocytogenes* przenikają z jelita grubego do krwi, a wraz z nią do ośrodkowego układu nerwowego. Zakażenie może prowadzić do: posocznicy (zakażenia krwi, a więc całego organizmu), co zdarza się najczęściej, lub zapalenia opon mózgowo-rdzeniowych i mózgu. Bakteria ta może namnażać się w temperaturach chłodniczych, zatem nawet produkty trzymane w lodówce mogą być źródłem zakażenia. Występuje w niepasteryzowanych produktach mlecznych i gotowych produktach spożywczych.⁴⁹

HUS – ang. *haemolytic-uraemic syndrome*; zespół hemolityczno-mocznicowy

Przydatne materiały online

► Informacja o zachorowaniach na listeriozę

Clostridium botulinum (laseczka jadu kiełbasianego) w warunkach beztlenowych wytwarza toksynę botulinową (jad kiełbasiany), która należy do najbardziej śmiertelnych znanych substancji. Blokuje funkcje nerwowe i może prowadzić do paraliżu układu oddechowego i mięśni. Botulizm (zatrucie jadem kiełbasianym) wywołany spożyciem nieprawidłowo przetworzonej żywności jest rzadką, ale potencjalnie śmiertelną chorobą, leczoną antytoksyną, którą należy podać tak szybko, jak to możliwe po postawieniu diagnozy klinicznej. Źródłem zatrucia są: domowe konserwy, przetwory i fermentowana żywność.⁵⁰

Zatrucie jadem kiełbasianym w praktyce

W Polsce żywność trafiająca na rynek jest kontrolowana przez Państwową Inspekcję Sanitarną i Główny Inspektorat Weterynarii. Należy jednak pamiętać, że produkty domowe, a nawet rzemieślnicze, które możemy kupić na targach i bazarach, zwykle nie są kontrolowane. Przy ich spożywaniu powinniśmy więc zachować szczególną ostrożność. Rocznie w Polsce dochodzi do ok. 20–30 przypadków zatrucia jadem kiełbasianym. W przypadku konserw i przetworów sygnałem ostrzegawczym jest wypukłe

wieczko – wzdęcie puszki na skutek obecności w niej gazu wytwarzanego przez laseczki jadu kiełbasianego. Niekiedy występuje też charakterystyczny syk przy otwieraniu przetworów lub zapach zjełzłego tłuszczu. Czasem czuć kwaśny zapach, charakterystyczny dla zepsutej żywności. Często jednak nie jesteśmy w stanie ocenić, czy produkt nadaje się do spożycia (nie jest skażony przez laseczki jadu kiełbasianego), ponieważ aromat przypraw może neutralizować inne zapachy, a wygląd i smak potrawy nie budzi szczególnych zastrzeżeń. Ryzyko zatrucia toksyną botulinową, która jest wrażliwa na temperaturę, można ograniczyć przez gotowanie konserwowanej żywności przez 10 min lub jej podgrzewanie w temperaturze 80°C przez 30 min. Najlepiej jednak nie ryzykować i nie spożywać budzących naszą wątpliwość produktów.

Podczas samodzielnego przygotowywania przetworów należy bezwzględnie przestrzegać zasad higieny w celu uniknięcia ich skażenia oraz stosować się do wskazówek właściwego konserwowania żywności. Choroba może mieć bardzo ostry przebieg. W przypadku wystąpienia objawów (zaburzenia wydzielania potu; porażenie mięśni gałki ocznej: podwójne i nieostre widzenie, światłowstręt, zez zbieżny, opadanie powiek, rozszerzenie źrenic; trudności w mówieniu, połykaniu; porażenie mięśni szkieletowych) chory wymaga niezwłocznej, intensywnej opieki medycznej.

Przydatne materiały online

» Botulizm (zatrucie jadem kiełbasianym) – informacje ogólne

Staphylococcus aureus (gronkowiec złocisty) wywołuje ropnie skóry, anginy i zatrucia pokarmowe. Gronkowce rozwijają się bardzo szybko przy odpowiedniej temperaturze otoczenia w pokarmach bogatych w białko oraz węglowodany (skrobia, cukier). Źródła zatrucia: ciastka, mleko i przetwory mleczne, kremy, chałwy, lody, a także wędliny, potrawy mięsne i sałatki.

Powodująca zatrucie enterotoksyna gronkowca jest termostabilna, tzn. jest odporna na działanie wysokiej temperatury. Gotowanie potraw zawierających już wytworzoną enterotoksynę nie zapobiega zatruciu. Zatrucia gronkowcem mają krótki okres inkubacji (2 godz.). Wywołują wymioty, biegunki, spadek ciśnienia krwi, a nawet zgon.⁵¹

Przydatne materiały online

- ▶▶ Medycyna Praktyczna dla Pacjentów: Gronkowce. Zakażenie, przyczyny, objawy i leczenie
- ▶▶ Cefarm 24: Gronkowiec – przyczyny, leki, objawy zakażenia i leczenie
- ▶▶ Medycyna Praktyczna dla Pacjentów: o zatruciach pokarmowych

Innymi czynnikami biologicznymi zanieczyszczającymi żywność są⁴³:

- wirusy:
 - **norowirusy** powodujące ostre wirusowe zapalenie żołądka i jelit – jedną z najczęstszych chorób na świecie – często nieprawidłowo nazywaną grypą żołądkową (nie wywołuje jej wirus grypy); wirus jest bardzo zaraźliwy i szybko szerzy się w otoczeniu chorego, może być również przenoszony na żywność;
 - **wirus zapalenia wątroby typu A** – może powodować długotrwałą chorobę wątroby i zazwyczaj rozprzestrzenia się przez surowe lub niedogotowane owoce morza albo zanieczyszczone surowe produkty;

WZW typu A jako rosnący problem epidemiologiczny

Z danych NIZP PZH – PIB wynika, że w 2022 r. w Polsce zgłoszono 233 przypadki wirusowego zapalenia wątroby typu A, czyli ponad 2 razy więcej niż w 2021 r. W 2024 r. było to już 319 osób, natomiast w 2025 r. (stan na czerwiec) odnotowano dwukrotny wzrost liczby przypadków WZW A w stosunku do tego okresu rok wcześniej.

Więcej informacji na temat obecnej sytuacji epidemiologicznej można znaleźć w serwisie internetowym Uniwersytetu Medycznego we Wrocławiu:

- ▶▶ Uwaga na WZW typu A.

NIZP PZH – PIB –
Narodowy Instytut
Zdrowia Publicznego
PZH – Państwowy
Instytut Badawczy

WZW A – wirusowe
zapalenie wątroby typu A

- ▶▶ Uwaga na WZW
typu A

- priony – czynniki zakaźne składające się z białka, wywołujące choroby neurodegeneracyjne; BSE (zwana chorobą szalonych krów) jest chorobą prionową u bydła, a choroba Creutzfeldta–Jakoba (vCJD) u ludzi; spożywanie produktów mięsnych, szczególnie takich jak tkanka mózgową, jest najbardziej prawdopodobną drogą przenoszenia czynnika prionowego na ludzi;
- pasożyty – niektóre, takie jak przywry, przenoszone są wyłącznie przez żywność (ryby); inne, na przykład tasiemce, mogą zarażać ludzi poprzez żywność lub bezpośredni kontakt ze zwierzętami; glista ludzka, ameba i lamblia dostają się do łańcucha pokarmowego przez wodę lub glebę i mogą zanieczyszczać świeże produkty;

BSE – ang. *bovine spongiform encephalopathy*;
gąbczasta encefalopatia
bydła

vCJD – ang. *variant Creutzfeldt–Jakob disease*; wariant choroby
Creutzfeldta–Jakoba

Zapobieganie zatruciom pokarmowym:

- utrzymywanie w czystości naczyń, sprzętów kuchennych;
- mycie rąk po wyjściu z toalety i przed przygotowaniem posiłków;
- przechowywanie żywności w niskiej temperaturze, zapobieganie rozmrażaniu i ponownemu zamrażaniu żywności;
- całkowite rozmrażanie mięsa i ryb przed obróbką termiczną;
- poddawanie żywności działaniu wysokiej temperatury (gotowanie, pieczenie, duszenie);
- parzenie we wrzątku jaj używanych na surowo do wyrobu potraw i deserów;
- mycie warzyw i owoców.

Zasady postępowania chroniące przed zatruciami chorobowymi znajdziesz na stronie ► Pięć kroków do bezpieczniejszej żywności.

► Pięć kroków do bezpieczniejszej żywności

- toksyny grzybów pleśniowych⁴⁵ – wiele grzybów pleśniowych, np. *Penicillium*, *Fusarium* czy *Aspergillus*, produkuje **mikotoksyny**, które wykazują szkodliwe działanie na organizm człowieka; mają właściwości toksyczne, teratogenne, immunosupresyjne, część z nich również kancerogenne i mutagenne; usunięcie grzybni z zakażonych produktów nie eliminuje z nich mikotoksyn; substancje te są niewrażliwe na wiele procesów technologicznych (gotowanie, smażenie, pieczenie, destylacja, fermentacja), dlatego mogą przetrwać w produktach otrzymanych z zanieczyszczonych surowców.

Długie przetrzymywanie artykułów spożywczych sprzyja rozwojowi grzybów i wytworzeniu mikotoksyn. Ostre zatrucia mikotoksynami są rzadkie; skutki ich działania zwykle polegają m.in. na osłabianiu układu immunologicznego, uszkodzaniu narządów i zaburzeniu ich funkcji, zakłócaniu działania hormonów, sprzyjaniu rozwojowi chorób.

Jednym z głównych źródeł mikotoksyn jest pasza – pozostają one w produktach spożywczych otrzymanych z zakażonych zwierząt. Takie produkty, jak mięso, mleko, jaja i ich przetwory, mogą stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia człowieka. Do najczęściej występujących w pożywieniu mikotoksyn zalicza się:

- aflatoksynę produkowaną przez *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*, która występuje m.in. w mleku, kakao, piwie, orzechach;
- ochratoksynę wytwarzaną przez *Aspergillus ochraceus* oraz *Penicillium viridicatum*, mogącą zanieczyszczać takie produkty jak kawa, fasola, soja i cytrusy;
- patulinę wytwarzaną przez *Aspergillus clavatus*, *Penicillium griseofulvum* i *Penicillium expansum*, występującą w owocach, soku jabłkowym, kiełbasie, zapleśniałym chlebie.

Aflatoksyna B1 jest najsilniejszą mikotoksyną wytwarzaną przez *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*. Skażone nią mogą być produkty importowane

z terenów tropikalnych i subtropikalnych, takie jak orzeszki ziemne, orzechy włoskie, pistacjowe, migdały, nasiona bawełny, kukurydza, sorgo, jęczmień, owies, ryż, pasza. Aflatoksyna B1 znajduje się często w nasionach, z których produkuje się oleje jadalne. Jest rozkładana w procesie rafinacji (środowisko zasadowe), ale pozostaje w wytwórkach, wykorzystywanych jako pasza dla zwierząt. W mleku zwierząt spożywających paszę skażoną aflatoksyną B1 może znajdować się jej metabolit (aflatoksyna M1), która jest stabilna w procesach produkcji przetworów mlecznych.

Agencja IARC zaliczyła aflatoksynę B1 do grupy 1, czyli czynników kancerogennych dla ludzi. Wywołuje głównie raka wątrobowokomórkowego. Natomiast aflatoksyna M1 jest zaliczana do grupy 2B, czyli czynników prawdopodobnie rakotwórczych dla ludzi. Aflatoksyny wykazują także udokumentowane działania teratogenne, mutagenne, cytotoksyczne i immunotoksyczne. Narzędziem docelowym ich toksyczności jest wątroba.^{45,52}

IARC – International Agency for Research on Cancer; Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem

Ryzyko zatrucia aflatoksynami w Polsce

W klimacie umiarkowanym aflatoksyny nie stanowią zanieczyszczenia zbóż, a żywienie krów kiszonkami o wysokiej jakości i stanie higienicznym zapewnia rolnikom produkcję mleka wolnego od mikotoksyn. Jak jednak wcześniej wspomniano, aflatoksyny wytwarzane przez gatunki *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus* mogą stanowić zanieczyszczenie produktów importowanych, takich jak orzeszki arachidowe, wytwórki (śruty) arachidowe i innych roślin oleistych oraz ziarno kukurydzy. Grzyby te mogą być obecne w magazynach i przechowywanych płodach rolnych, a mleko krów karmionych zanieczyszczoną paszą, np. na bazie kukurydzy, może stanowić źródło mikotoksyn dla ludzi. Obecność mikotoksyn w surowcu jest bardzo niebezpieczna dla zdrowia potencjalnych konsumentów. Wysokie temperatury stosowane przy produkcji mleka pasteryzowanego i mleka UHT nie wpływają na obniżenie zawartości mikotoksyny M1 w produkcie. W przypadku produktów nabiałowych, takich jak sery dojrzewające, istnieje zagrożenie zwiększenia stężenia mikotoksyn podczas ich wytwarzania. Badania wskazują jednak, że jeśli w mleku użytym do produkcji poziom mikotoksyny M1 nie przekracza limitu ustalonego przez Unię Europejską, czyli 0,05 µg/l, wyprodukowany ser nie stanowi zagrożenia zdrowotnego dla konsumentów.

Więcej informacji o aflatoksynach znajdziesz na stronie Aflatoksyny – czym są i jak wpływają na zdrowie.

mleko UHT – ang. *ultra high temperature*; mleko krowie poddane procesowi sterylizacji w bardzo wysokiej temperaturze (ok. 135–150°C) przez kilka sekund

►► dietetycy.org.pl/aflatoksyny/

1.4.3. Chemiczne zanieczyszczenia żywności

Zanieczyszczenia chemiczne mogą być celowo dodawane do żywności (dodatki do żywności) lub nieumyślnie przedostawać się do niej poprzez glebę, wodę lub powietrze w wyniku emisji z przemysłu, transportu, rolnictwa czy ścieków komunalnych. Mogą powstawać lub przedostawać się do pożywienia podczas procesów kulinarnych i technologicznych, a także naturalnie zachodzących w przyrodzie, zabiegów agrotechnicznych oraz migrować z opakowań i naczyń kuchennych.⁷

Poniżej przedstawiono przykłady czynników chemicznych pochodzących z zanieczyszczonego środowiska, procesów agrotechnicznych, technologicznych i kulinarnych.⁴⁵

Emitowane do środowiska TZO kumulują się w łańcuchach pokarmowych zwierząt. Znanymi przykładami są **dioksyiny** i **PCB**, które są niepożądanymi produktami ubocznymi procesów przemysłowych i spalania odpadów (tworzyw sztucznych zawierających chlor, np. PCW [PVC]).⁵³ Są bardzo toksyczne, zaburzają gospodarkę hormonalną (niebezpieczne w bardzo niewielkich ilościach, trudno określić dawkę nieszkodliwą). Narażenie na te związki może powodować problemy reprodukcyjne i rozwojowe, uszkadzać układ odpornościowy i sprzyjać rozwojowi nowotworów.

TZO – trwałe zanieczyszczenia organiczne

PCB – ang. *polychlorinated biphenyls*; polichlorowane bifenyle

PCW (ang. skrót PVC) – ang. *polyvinyl chloride*; polichlorek winylu

Przydatne materiały online

- ▶ Dioksyiny – środowiskowe zanieczyszczenia żywności i ich negatywny wpływ na zdrowie

Najstężniejszy z **pestycydów chloroorganicznych** (zaliczanych do TZO) – **DDT (1,1-Bis(4-chlorofenylo)-2,2,2-trichloroetan)** – okazał się niezwykle skuteczny w niszczeniu komarów w profilaktyce malarii. W czasie II wojny światowej DDT był używany do zwalczania wszy przenoszących dur plamisty. Związki TZO, w tym również pestycydy chloroorganiczne, cechuje dobra rozpuszczalność w tłuszczach, wysoka odporność na biodegradację i związana z tym trwałość we wszystkich elementach środowiska. Szczególna szkodliwość pestycydów chloroorganicznych dla zdrowia ludzi wynika głównie z ich zdolności do zakłócania gospodarki hormonalnej (zaliczane są do tzw. związków endokrynnie czynnych) i wpływu na układ immunologiczny (zwiększone ryzyko infekcji, zachorowania na choroby zakaźne, alergię i nowotwory). W latach 70. XX w. doprowadzono do zakazu stosowania DDT najpierw w Ameryce Północnej, a następnie w krajach europejskich. Obecnie WHO zakazuje używania DDT w rolnictwie, jednak dopuszcza jego stosowanie w tych regionach świata, w których malaria występuje endemicznie. DDT ma długi okres półtrwania, wynoszący 2–15 lat

w glebie i do 150 lat w osadach wodnych, a jego potencjał do dalekiego transportu nadal stanowi globalne zagrożenie dla środowiska i zdrowia. Mimo zaprzestania użycia i znacznego spadku stężenia w środowisku, śladowe ilości i metabolity pestycydów chloroorganicznych nadal są wykrywane w osadach dennych, tkankach zwierząt, produktach spożywczych i ludzkim mleku. Obecnie stosowane pestycydy, mimo że mniej trwałe i mniej toksyczne, nadal mogą być bardzo szkodliwe dla organizmów niebędących przedmiotem zwalczania, czyli pożytecznych mikroorganizmów glebowych, roślin, owadów, ptaków, ryb i ssaków, w tym człowieka.^{45,54}

WWA, spośród których najbardziej rozpowszechniony jest **benzo-a-piren**, powstają podczas procesów przemysłowych (spalanie paliw). Tworzą się w wyniku niepełnego spalania i pirolizy materii organicznej. Duże ilości WWA powstają w żywności poddawanej obróbce termicznej, takiej jak grillowanie, smażenie, pieczenie, wędzenie. Do produktów rolnych, np. warzyw, mogą przechodzić z gleby i powietrza (związane z pyłami osadzającymi się na roślinach). Karmienie zwierząt zanieczyszczoną roślinnością powoduje gromadzenie się ich w mięsie i przetworach mięsnych. Obecność WWA w mięsie ryb i owocach morza wynika z zanieczyszczenia akwenów (np. wycieków ropy naftowej ze statków transportowych). Związki te wykazują działanie mutagenne, teratogenne, immunosupresyjne i kancerogenne. Rosnącą częstość występowania nowotworów można w pewnym stopniu przypisać narażeniu na te związki. Ekspozycja na WWA wiąże się również z uszkodzeniem nerek i wątroby oraz zwiększoną śmiertelnością z powodu chorób układu krążenia.^{45,55}

Przydatne materiały online

» Zasady bezpiecznego grillowania żywności

Akryloamid (AA), czyli amid kwasu akrylowego, to organiczny związek chemiczny będący bardzo rozpowszechnionym, procesowym zanieczyszczeniem żywności. Nie występuje naturalnie w żywności nieprzetworzonej, ale powstaje podczas smażenia i pieczenia ze związków już obecnych w produktach spożywczych. Źródłem akryloamidu w diecie człowieka mogą być przede wszystkim chipsy ziemniaczane, frytki, pieczywo, płatki śniadaniowe, kawa i ciastka. Może powstawać w reakcji Maillarda (seria reakcji chemicznych, które zachodzą pod wpływem ciepła pomiędzy aminokwasami a cukrami) lub podczas smażenia tłuszczów, które w bardzo wysokiej temperaturze ulegają termicznej degradacji. Wpływ AA na organizm człowieka związany jest z toksycznością jego głównego metabolitu, czyli glicydamidu. Glicydamid wchodzi w interakcje z białkami, zasadami azotowymi i innymi makrocząsteczkami, co może

prowadzić do zmian neurotoksycznych, genotoksycznych i embriotoksycznych oraz sprzyjać rozwojowi nowotworów. Jest klasyfikowany jako prawdopodobny czynnik rakotwórczy dla ludzi (grupa 2A). Związek ten uznano również za potencjalny czynnik zaburzający gospodarkę hormonalną.^{45,56}

Przydatne materiały online

► Akryloamid w żywności – czy jest się czego obawiać?

Dodatki do żywności (E100 – E1999) są przeznaczone do nadawania żywności pożądanych cech (np. organoleptycznych, takich jak kolor, smak, zapach, konsystencja) czy zwiększenia trwałości – ochrony przed utlenianiem, czynnikami mikrobiologicznymi czy fizycznymi (rozwarstwianie emulsji). Są to substancje służące jako konserwanty, antyoksydanty, barwniki, sztuczne środki słodzące, emulgatory, zagęstniki, stabilizatory. Prawo UE określa szczegółową listę kodowanych chemicznych dodatków do żywności. Podzielono je na 5 grup oznaczonych literą „E” i 3 lub 4 dodatkowymi cyframi:

1. barwniki: E100–E199,
2. konserwanty: E200–E299,
3. przeciwutleniacze i regulatory kwasowości: E300–E399,
4. emulgatory, środki zagęszczające, spulchniające, żelujące itp.: E400–E499,
5. pozostałe: E500–E1500.^{57–59}

Mimo, że wszystkie E-dodatki do żywności są uważane za bezpieczne dla zdrowia, to niektóre z nich wzbudzają kontrowersje, ponieważ spożywane w nadmiarze mogą wywoływać niepożądane reakcje. Według niektórych badaczy mogą przyczyniać się do kancerogenezy. Wśród potencjalnie niebezpiecznych dla zdrowia substancji, mogących mieć charakter rakotwórczy, wymienia się:

- E123 – amarant,
- E151 – czerń brylantową PN,
- E249–E252 – azotyny,
- E951 – aspartam,
- E954 – sacharynę,
- E210–213 – kwas benzoesowy i jego sole sodowe.⁶⁰

Należy zaznaczyć, że nie została potwierdzona kancerogenność samego benzoesanu sodu i nie jest on klasyfikowany na liście IARC, ale opisano przypadki możliwego reagowania benzoesanów z witaminą C z wytworzeniem benzenu, którego

wpływ kancerogeny został potwierdzony. Dlatego powinno się unikać połączenia benzoesanów z witaminą C w tym samym preparacie/produkcje.

Azotyny, azotany sodu i potasu stosowane są jako konserwanty w produkcji wędlin (zabezpieczają przez *Clostridium botulinum*). W reakcji z aminami pożywienia wytwarzają rakotwórcze nitrozoaminy (w organizmie lub poza nim, np. podczas przygotowywania potrawy). Wysokie spożycie zwiększa ryzyko raka jelita grubego, trzustki, żołądka i in.^{57–59}

Przydatne materiały online

►► E-dodatki do żywności – czy są rakotwórcze?

Kontaminacja żywności metalami ciężkimi pochodzi z zanieczyszczonego środowiska, głównie przez wodę, glebę i pyły. Metale mogą też migrować do żywności z metalowych naczyń i opakowań. Ekspozycja na metale ciężkie, takie jak ołów, kadm i rtęć, powoduje uszkodzenia neurologiczne, zaburza funkcjonowanie narządów takich jak nerki czy wątroba, sprzyja rozwojowi chorób kości, układu krążenia, nowotworów i innych.⁴⁵

Zagrożenia zdrowotne ze strony żywności mogą też obejmować:

- radioaktywne nuklidy przedostające się do środowiska z przemysłu oraz cywilnych i wojskowych operacji nuklearnych,
- alergeny pokarmowe,
- substancje toksyczne naturalnie występujące w przyrodzie (np. toksyny grzybów kapeluszowych),
- pozostałości leków weterynaryjnych,
- substancje migrujące do żywności z plastikowych opakowań (mikroplastik) i inne.

■ Więcej informacji na temat mikroplastiku i zanieczyszczeń środowiskowych można znaleźć w książce: Pawlas K, Gać P, Pawlas N. *Zdrowie środowiskowe z elementami medycyny środowiskowej*.

Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2024.

1.4.4. Zmiany klimatu a bezpieczeństwo żywnościowe

Innym potencjalnym zagrożeniem utrzymania bezpieczeństwa żywnościowego są zmiany klimatyczne. Rolnictwo i związana z nim produkcja żywności jest na nie szczególnie wrażliwa. Jej powodzenie w dużym stopniu zależy od takich czynników, jak warunki termiczne zarówno w czasie wegetacji, jak i zimą, oraz długość okresu wegetacyjnego. Zmiany tych parametrów mogą powodować znaczne straty w uprawach. Zmiana klimatu i związane z tym modulacje w dostępności

i jakości wody oraz stres cieplny mogą zmniejszać plony, produktywność hodowli zwierząt i rybołówstwa. Będą zaburzać naturalne cykle w przyrodzie, takie jak kiełkowanie, kwitnienie, owocowanie, zrzucanie liści u roślin, zapadanie w sen zimowy, odloty ptaków do cieplejszych regionów, a także zmieniać środowisko szkodników, np. prowadzić do szybszego rozprzestrzeniania się drobnoustrojów chorobotwórczych czy zwiększania wytwarzania mikotoksyn przez grzyby pleśniowe. Obserwowane na świecie, także w Europie, związane ze zmianami klimatu, nasilenie zjawisk ekstremalnych (wzrost częstości i intensywności powodzi, susz, huraganów, sztormów) sprzyja nieurodzajom i powoduje uszkodzenia infrastruktury. Może to prowadzić do obniżenia dostępności i jakości żywności, poważnych zakłóceń w łańcuchach dostaw oraz wzrostu cen produktów spożywczych.⁶¹

1.5. Odpady bytowe – zagrożenie dla zdrowia i środowiska

Ludzkość od zarania dziejów produkowała odpady, jednakże przez tysiące lat nie stanowiły problemu dla środowiska. Ich ilość była niewielka i wiele z nich było biodegradowalnych. Dopiero wzrost liczby ludności w ostatnich 200 latach, industrializacja i urbanizacja spowodowały ogromną produkcję odpadów, stanowiąc poważny problem dla środowiska i zagrożenie dla zdrowia ludzi na całym świecie.⁶² Odpady można podzielić ze względu na ich pochodzenie na: przemysłowe, rolnicze, komunalne i medyczne. **Odpady przemysłowe** pochodzą z procesów produkcyjnych i działalności zakładów przemysłowych. **Odpady rolnicze** to głównie odpady organiczne, takie jak resztki roślinne i obornik, pochodzące z gospodarstw rolnych i hodowli zwierząt, oraz niewykorzystane pestycydy. **Odpady komunalne (bytowe)** pochodzą z gospodarstw domowych i miejsc użyteczności publicznej. **Odpady medyczne** powstają w placówkach służby zdrowia i dzieli się je na: odpady zakaźne, odpady niebezpieczne inne niż zakaźne i pozostałe odpady medyczne (bytowe).

Im bardziej zaawansowane cywilizacyjnie są kraje, tym więcej wytwarzają odpadów. W UE w 2023 r. samych odpadów komunalnych (stałych) było średnio 511 kg (od 303 kg w Rumunii do 803 kg w Austrii) na jednego mieszkańca. W Polsce każdy mieszkaniec wytwarza średnio ponad 330 kg śmieci komunalnych rocznie. Odpady przemysłowe stanowią ok. 80% odpadów, jakie powstają w naszym kraju.⁶³

1.5.1. Rodzaje odpadów bytowych (komunalnych)

Odpady komunalne niesegregowane mogą zawierać różnorodne materiały, takie jak resztki jedzenia, opakowania, papier, szkło, tworzywa sztuczne, metale, tekstylia, zużyty sprzęt elektroniczny, meble czy materiały poremontowe.

Odpady można dzielić ze względu na ich skład i właściwości na:

- **biodegradowalne** – ulegające naturalnemu rozkładowi (np. odpady spożywcze, odpady zielone, choćby po koszeniu trawników),
- **surowcowe**, nadające się do recyklingu (np. papier, szkło, tworzywa sztuczne, metale),
- **niebezpieczne** – wykazujące właściwości toksyczne, zakaźne, łatwopalne, radioaktywne lub inne, które stanowią zagrożenie dla zdrowia i środowiska.

Segregacja odpadów komunalnych ma kluczowe znaczenie dla zmniejszenia presji odpadów na środowisko, w tym ograniczenia zanieczyszczenia środowiska, ale także wpływu na zmiany klimatu. Segregacja na odpady biodegradowalne i 3 typy odpadów surowcowych: papier, szkło oraz tworzywa sztuczne i metale, zaczyna się w gospodarstwach domowych. Posegregowane odpady są wyrzucane do odpowiednich pojemników:

- biodegradowalne do brązowych,
- papier i kartony do niebieskich,
- tworzywa sztuczne i metale do żółtych.

Jest jeszcze pojemnik czarny na tzw. odpady zmieszane, pozostałe po segregacji.

Problem stanowią odpady niebezpieczne zawierające np. różnorodne chemikalia, nieużyte leki, elektrośmieci i materiały poremontowe. Nie mogą być one wyrzucane do wyżej wymienionych pojemników i należy je dostarczyć do w określonych punktów zwanych PSZOK-ami, co wiąże się często z gromadzeniem przez jakiś czas takich odpadów w miejscu zamieszkania, aż zbierze się ich większa ilość. Gdy nie są one odpowiednio przechowywane, mogą stanowić ryzyko dla zdrowia, a nawet życia przede wszystkim małych dzieci czy osób nie poinformowanych, a wyrzucone poza punkty odbioru takich materiałów mogą zanieczyścić środowisko.

Najczęstszymi składnikami odpadów bytowych są:

- tworzywa sztuczne, przede wszystkim opakowania, takie jak butelki, torebki foliowe, jednorazowe pojemniki i in.;
- papier i kartony, np. gazety, opakowania papierowe i kartonowe;
- odpady biologiczne, takie jak resztki jedzenia, warzywne i owocowe obierki, skorupki jaj, fusy po kawie i herbacie, zwiędłe kwiaty i rośliny, skoszona trawa;
- szkło w postaci butelek, słoików, potłuczonych wyrobów szklanych, żarówek;
- metale – puszki aluminiowe po napojach lub kosmetykach, pojemniki po aerozolah, folia aluminiowa;
- sprzęt elektryczny i elektroniczny;
- resztki poremontowe, w tym gruz, drewno, materiały budowlane;
- materiały niebezpieczne, w tym chemikalia (detergenty, pestycydy, rozpuszczalniki, oleje, resztki farb i lakierów, baterie, nieużyte kosmetyki i medykamenty);
- tekstylia, obuwie i torby.^{64,65}

Zalegające w mieszkaniu odpady stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia szczególnie małych dzieci i osób z problemami zdrowotnymi. Ich gromadzenie się sprzyja rozwojowi bakterii, pleśni i roztoczy, co prowadzi do problemów z oddychaniem, alergii i innych chorób. Mogą zawierać substancje toksyczne, których opary zanieczyszczają powietrze, a po nieodpowiednim wyrzuceniu składowane mogą zanieczyszczać wodę i glebę, wpływając negatywnie na zdrowie mieszkańców. Odpady zawierające resztki jedzenia są atrakcyjne dla gatunków oportunistycznych. Jeśli nie są odpowiednio zabezpieczone w miejscu składowania na zewnątrz, przyciągają np. szczury, ale mogą być także atrakcyjne dla większych zwierząt, takich jak dziki czy nawet niedźwiedzie. W ten sposób stanowią nie tylko zagrożenie epidemiczne, ale też narażają ludzi na fizyczne ataki.^{66,67}

Jak segregować odpady w domu?

Segregacja zaczyna się w gospodarstwie domowym. Odpady segregujemy na odpady biodegradowalne i 3 typy odpadów surowcowych, po czym wyrzucamy do pojemników o odpowiednich kolorach:

- papier – do niebieskiego,
- szkło – do zielonego,
- tworzywa sztuczne i metale – do żółtego.

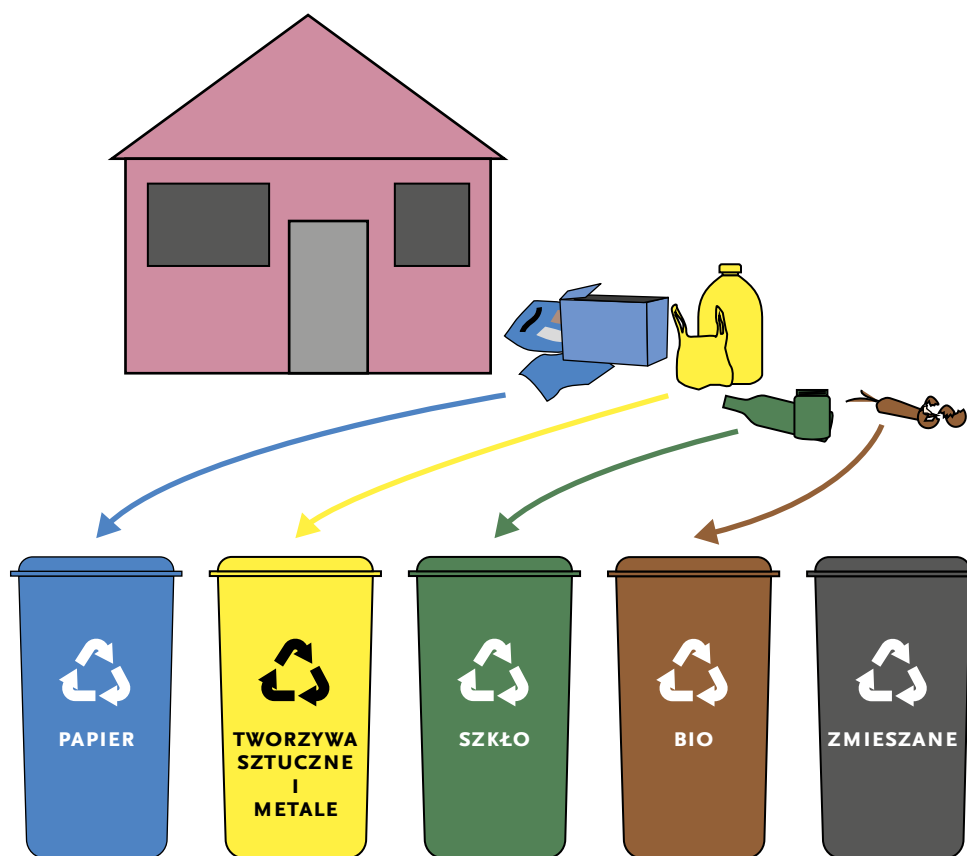
Jest jeszcze pojemnik czarny na tzw. odpady zmieszane, które nie podlegają segregacji (rycina XI.1.3).

Ekologia segregacji odpadów – po co segregować odpady?

- Prawidłowa segregacja śmieci zmniejsza zanieczyszczenia gleby, wody i powietrza.
- Recykling, czyli drugie życie naszych śmieci, umożliwia ponowne wykorzystanie materiałów, co zmniejsza zapotrzebowanie na nowe surowce.
- Właściwe sortowanie śmieci przyczynia się do zmniejszenia objętości odpadów trafiających na składowiska.
- Prawidłowe segregowanie śmieci i recykling to ochrona środowiska i pieniędzy.

1.5.2. Odpady farmaceutyczne

Niewykorzystane leki są odpadami niebezpiecznymi i powinny być oddawane do aptek. Te mają obowiązek je przyjąć i poddać odpowiedniej utylizacji, bezpiecznej przede wszystkim dla środowiska. Przeteterminowane, trzymane

**Rycina XI.1.3.**

Segregacja odpadów w domu. Niebieski pojemnik przeznaczony jest na papier, żółty na tworzywa sztuczne i metal, zielony na szkło, a brązowy na bioodpady; do czarnego pojemnika powinno się wyrzucać odpady, które nie podlegają segregacji

w domu mogą stanowić zagrożenie dla zdrowia, a nawet życia osób, które je zażyją, a w szczególności są niebezpieczne dla dzieci. Wyrzucone z innymi odpadami lub wrzucone do kanalizacji zanieczyszczają glebę i wodę. W licznych badaniach dowiedziono, że wśród różnego rodzaju organizmów żywych skutkiem ekspozycji na substancje zawarte w lekach są m.in. zaburzenia hormonalne, jeżeli farmaceutyki zawierające substancje hormonalne znajdują się w środowisku. Jeszcze większym problemem, stanowiącym rosnące zagrożenie dla ludzi, jest postępująca lekooporność mikroorganizmów patologicznych bytujących w środowisku. Tego typu zjawiska już są obserwowane; ograniczają one możliwość walki z niektórymi chorobami zakaźnymi i grzybiczymi.

Farmaceutyki mogą także trafić do naszych organizmów ze spożywanymi roślinami (warzywa, owoce, zboża itd.) uprawianymi na skażonej glebie lub podlewanymi skażoną wodą czy produktami pochodzącymi od zwierząt (takimi jak mięso, mleko, jajka) pojonych zanieczyszczoną wodą lub karmionych paszą produkowaną na skażonej glebie. Wiązać się z tym może obserwowany wzrost zaburzeń hormonalnych, problemów z płodnością, zaburzeń układu immunologicznego i wielu innych mieszczących się w szerokim pojęciu chorób i zaburzeń środowiskowych.

Odpady farmaceutyczne i medyczne, w tym przeterminowane leki, ze względu na potencjalne zagrożenie dla środowiska i zdrowia powinny być oddawane do specjalnych punktów zbiórki lub aptek, gdyż wymagają odpowiedniego postępowania i utylizacji.⁶⁸

1.5.3. Odpady z tworzyw sztucznych

Dookoła nas, gdzie nie spojrzeć, trafimy na przedmioty wykonane z tworzyw sztucznych (polimerów syntetycznych) potocznie nazywanych plastikiem. Istnieje wiele różnych typów plastiku, z których każdy ma określone właściwości i zastosowanie. Produkcję tworzyw sztucznych szacuje się obecnie na ponad 430 mln t rocznie. Rosnąca ilość wytwarzanego plastiku oznacza także zwiększenie ilości odpadów, zwłaszcza że wiele produktów z tworzyw sztucznych, np. opakowania, jest z założenia jednorazowego użytku. Mimo że zużyte czy zepsute wyroby z tworzyw sztucznych segreguje się i poddaje recyklingowi, to obecnie jedynie 1/3 tego rodzaju odpadów zebranych w Unii Europejskiej jest poddawana temu procesowi. Badania magazynu „Plastics Rewiew” wykazały, że w Polsce realny stopień recyklingu plastiku wynosi 10%, choć oficjalne dane podają zakres 27–30%. Większość odpadów z tworzyw sztucznych jest wyrzucana na składowiska, ale można się na nie natknąć wszędzie: na trawnikach, w lasach, rzekach itd. Odpady z tworzyw sztucznych znajdują się na każdym kontynencie, w górach, morzach i oceanach, gdzie powstają z nich pływające wyspy.⁶⁹

1.5.4. Elektroodpady (e-śmieci)

Do elektroodpadów zalicza się: artykuły gospodarstwa domowego (duże, jak np. lodówki, kuchenki elektryczne, zmywarki, klimatyzatory, oraz małe, np. ekspresy do kawy, odkurzacze, żelazka itd.), sprzęt audiowizualny, oświetleniowy i medyczny, narzędzia elektryczne i elektroniczne, automaty, czujniki, urządzenia pomiarowe, zegary, zegarki, telefony, sprzęt komputerowy (drukarki, klawiatury, myszy), zabawki. Ale także pendrive'y, kable, ładowarki czy nawet świecące buty i grające książeczki, które także zaliczają się do tej kategorii.

Ciągła modernizacja tego typu urządzeń powoduje ich szybkie starzenie się. Związana z tym potrzeba bycia na czasie, konieczność lub możliwość korzystania z nowych rozwiązań technicznych czy wyższej funkcjonalności (szczególnie w przypadku komputerów czy smartfonów) powodują, że niechcianego sprzętu jest coraz więcej. Elektrośmieci zawierają wiele substancji szkodliwych i toksycznych dla środowiska naturalnego, stanowiących zagrożenie dla zdrowia ludzi i zwierząt. Najważniejsze z nich to metale, m.in. ołów, chrom, rtęć, kadm, nikiel, ale i metale ziem rzadkich czy szlachetne jak złoto lub srebro. Nie można w tym miejscu nie wspomnieć także o PCB, które są wykorzystywane jako środki chłodzące, smarujące i izolujące azbest; różne tworzywa sztuczne i substancje spowalniające spalanie oraz wiele innych.

►► metale ziem rzadkich

Przechowywanie elektrośmieci w domu może wiązać się z poważnym zagrożeniem dla zdrowia mieszkańców. Wiele urządzeń elektronicznych zawiera toksyczne substancje, które mogą uwalniać się do otoczenia, zwłaszcza w przypadku uszkodzenia. Rtęć czy ołów działają neurotoksycznie, są szkodliwe dla nerek, a w przypadku dzieci powodują zaburzenia neurorozwojowe. Zagrożeniem dla małych dzieci są baterie guzikowe (alkaliczne i litowe) montowane w przenośnych urządzeniach elektrycznych i elektronicznych oraz zabawkach. Wiele dzieci przypadkowo je połyka, co może zakończyć się utknięciem w przełyku lub po przedostaniu się do układu pokarmowego spowodować poważne obrażenia (substancje zawarte w tych bateriach działają żrąco na ściany przewodu pokarmowego) w ciągu zaledwie 2 godz.

Kiedy elektrośmieci są wyrzucane na składowiska bez odpowiedniego przetworzenia, toksyczne substancje mogą przenikać do ziemi i zanieczyszczać wodę, glebę oraz powietrze. Może to mieć długotrwałe skutki, wpływając na zdrowie ludzkie i ekosystemy przez wiele lat.⁷⁰⁻⁷²

1.5.5. Ścieki

Ze względu na stan skupienia odpady dzielimy na odpady stałe i ścieki. Ścieki to wody wykorzystane w celach bytowych lub gospodarczych, które są odprowadzane do wód lub gruntu. Z miejsca powstawania są one transportowane do oczyszczalni ścieków rurociągami, tworzącymi sieć kanalizacyjną. Muszą być oczyszczone do wymaganych parametrów, aby mogły trafić docelowo do odbiorników, np. wód powierzchniowych (rzek, potoków czy zbiorników wodnych) lub do ziemi przez urządzenia wodne, takie jak doły gnilne czy skrzynki retencyjno-rozsączające, rowy, kanały itp.

W zależności od ich pochodzenia i właściwości ścieki można podzielić na 3 główne kategorie:

- **komunalne** – pochodzą z gospodarstw domowych, instytucji publicznych, a także z małych przedsiębiorstw; powstają w wyniku codziennego

użytkowania wody w gospodarstwach domowych, np. mycia naczyń, kąpieli, prania; zawierają resztki jedzenia, tłuszcze z kuchni domowych, detergenty i inne środki czystości, a także odchody ludzkie z wydalonymi w nich lekami, papier toaletowy i inne produkty higieniczne;

- **przemysłowe** – będące wynikiem procesów przemysłowych; często zawierają specyficzne zanieczyszczenia;
- **rolnicze** – będące wynikiem działalności rolniczej, w tym z nawadniania i hodowli zwierząt; często zawierają nawozy, pestycydy oraz odpady organiczne.

Woda opuszczająca oczyszczalnię ścieków jest oczyszczona w różnym stopniu, w zależności od zastosowanej technologii. Aby mogła być wykorzystana np. przy nawadnianiu lub nawet do ponownego użycia jako woda technologiczna, musi zostać odpowiednio oczyszczona. Poddając temu procesowi ścieki komunalne, trzeba pamiętać, że mogą zawierać śladowe ilości farmaceutyków czy innych chemikaliów, np. kosmetyków. Dlatego też woda otrzymana po oczyszczeniu takich ścieków nie będzie nadawała się do spożycia bez dodatkowego uzdatniania do takiego stopnia, by spełniała kryteria wody pitnej.^{73–75}

Rekomendacje dotyczące zdrowia środowiskowego

- Jesteśmy częścią środowiska – dbajmy o jego stan, chcąc dbać o nasze zdrowie.
- Ograniczajmy emisję zanieczyszczeń powietrza poprzez ograniczenie spalania węgla i drewna w gospodarstwach domowych, termomodernizację budynków, rozwój alternatywnych źródeł energii, inwestycje w technologie ograniczające emisję, promowanie komunikacji publicznej, rozbudowę infrastruktury rowerowej i przestrzeni pieszych.
- Dbajmy o dostęp do czystej wody – pijmy wodę ze sprawdzonych źródeł (uzdatniona woda wodociągowa, tzw. kranówka, jest bezpieczna dla zdrowia).
- Zwracajmy uwagę na bezpieczeństwo zdrowotne żywności, myjąc ręce i surowe owoce i warzywa, wybierając produkty o niskim stopniu przetworzenia i chemizacji oraz zaopatrując się w żywność sprawdzoną i zgodną z normami międzynarodowymi.
- Stosujmy ekologiczną gospodarkę odpadami przez selektywną zbiórkę i recykling, redukcję ilości wytwarzanych odpadów, w tym tzw. e-śmieci.
- Zwiększajmy świadomość społeczeństwa, prowadząc programy edukacyjne na temat zagrożeń dla zdrowia środowiskowego i sposobów jego ochrony, a także udostępniając rzetelne informacje na temat czynników ryzyka i działań prewencyjnych oraz promując zdrowe nawyki.

Podsumowanie

Środowisko to ogół nieożywionych (abiotycznych) oraz ożywionych (biotycznych) elementów przyrodniczych, zarówno naturalnych, jak i przekształconych w wyniku działalności człowieka, które występują na danym obszarze i kształtują warunki życia organizmów.

Styl życia determinuje stan zdrowia jednostki i populacji aż w 50–55%, a klasycznie rozumiane czynniki środowiskowe w kolejnych 20–25%.

Zdrowie środowiskowe obejmuje te aspekty zdrowia człowieka, w tym jakość życia, które są determinowane przez czynniki biologiczne, chemiczne, fizyczne, psychiczne i społeczne środowiska; dotyczy też założeń teoretycznych i praktyki w zakresie oceny, eliminacji i zapobiegania obecności w środowisku tych czynników, które mogą oddziaływać negatywnie na zdrowie obecnego i przyszłych pokoleń.

Antropogeniczne zanieczyszczenie powietrza to każda substancja wprowadzona przez człowieka w sposób bezpośredni lub pośredni do otaczającego powietrza, która wywołuje prawdopodobieństwo szkodliwego oddziaływania na zdrowie ludzkie i/lub środowisko jako całość. Zanieczyszczenia powietrza stanowią istotny czynnik etiologiczny wielu chorób i stanów patologicznych człowieka; powiązano je w badaniach epidemiologicznych zarówno ze zwiększoną umieralnością ogólną, jak i umieralnością z powodu chorób nowotworowych; zmiany związane z tym typem zanieczyszczeń obserwuje się głównie w układach: oddechowym, krążenia, nerkowym i rozrodczym.

Zanieczyszczenie wód to przede wszystkim ich niekorzystne zmiany stanu i składu, obniżające ich jakość, w głównej mierze powodowane działalnością człowieka, w mniejszym stopniu czynnikami naturalnymi; skutkuje ono zmniejszeniem użyteczności takich wód zarówno w przyrodzie, jak i w celach gospodarczych. Biologiczne zanieczyszczenia wody (bakterie, wirusy, grzyby, pierwotniaki, pasożyty) są dużym zagrożeniem dla zdrowia człowieka; spożycie skażonej nimi wody może spowodować szereg objawów, głównie ze strony układu pokarmowego – od łagodnych po ciężkie dolegliwości, w niektórych przypadkach kończące się zgonem. Równie niebezpieczna jest obecność w wodzie chemikaliów, takich jak azotany i azotyny, węglowodory aromatyczne, metale ciężkie, półmetale (np. arsen), związki chlorowe, pestycydy, a także najnowsze zanieczyszczenia – farmaceutyki.

Poważnym środowiskowym problemem związanym z bezpieczeństwem żywności jest jej skażenie drobnoustrojami chorobotwórczymi i substancjami chemicznymi. Za główne zanieczyszczenia żywności uznaje się pestycydy, mikotoksyny, mikroorganizmy chorobotwórcze (bakterie, wirusy, priony

i pasożyty) oraz metale ciężkie dostające się do niej z zanieczyszczonego środowiska, a także podczas procesów kulinarnych i technologicznych.

Segregacja odpadów komunalnych ma kluczowe znaczenie dla zmniejszenia wpływu odpadów na środowisko, w tym zmniejszenia jego zanieczyszczenia, ale także ich wpływu na zmiany klimatu. Segregacja odpadów zaczyna się w gospodarstwach domowych: dzielimy je na odpady biodegradowalne i 3 typy odpadów surowcowych: papier, szkło oraz tworzywa sztuczne i metale.

Czynniki środowiskowe stanowią w przypadku określonych jednostek chorobowych ich bezpośredni czynnik etiologiczny (sprawczy), są też czynnikami ryzyka wielu innych patologii. Znajomość mnogości czynników środowiskowych wpływających na zdrowie człowieka daje możliwość skutecznej terapii wielu występujących u niego jednostek chorobowych, a w przypadku spojrzenia na całe społeczeństwa daje możliwość planowania i realizacji interwencji epidemiologicznych mających na celu poprawę stanu zdrowia populacji.

Piśmiennictwo

1. Mulligan K, Card KG, Allison S. Social prescribing in Canada: Health promotion in action, 50 years after the Lalonde report. *HPCDP Journal*. 2024;44(6):241–243. doi:10.24095/hpcdp.44.6.01
2. Pawlas K, Gać P, Pawlas N, red. *Zdrowie środowiskowe z elementami medycyny środowiskowej*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2024.
3. Our World in Data. Urbanization. ourworldindata.org/urbanization. Dostęp 30.06.2025.
4. Yassi A, Kjellström T, de Kok T, Guidotti T. *Basic Environmental Health*. Oksford: Oxford University Press; 2001. doi:10.1093/acprof:oso/9780195135589.001.0001
5. Mazurek H, Badyga A, red. *Smog. Konsekwencje zdrowotne zanieczyszczeń powietrza*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2018.
6. Fuller R, Landrigan PJ, Balakrishnan K, et al. Pollution and health: A progress update. *Lancet Planet Health*. 2022;6(6):e535–e547. doi:10.1016/S2542-5196(22)00090-0
7. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2024/2881 z dnia 23 października 2024 r. w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy (wersja przekształcona). eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32024L2881. Dostęp 30.06.2025.
8. Rychlik E, Woźniak A. Woda. W: Rychlik E, Stoś K, Woźniak A, Mojska H, red. *Normy żywienia dla populacji Polski*. Warszawa: Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy; 2024:145–157.
9. Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Łobzie. Woda w organizmie. www.gov.pl/web/psse-lobez/woda-w-organizmie. Dostęp 23.06.2025.
10. Zintegrowana Platforma Edukacyjna. Woda i jej rola w przyrodzie. zpe.gov.pl/a/woda-i-jej-rola-w-przyrodzie/DAwb5tSIZ. Dostęp 23.06.2025.
11. Powiatowa Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Choszcznie. Rola wody w organizmie człowieka – jak bardzo jest ważna. www.gov.pl/web/psse-choszczno/rola-wody-w-organizmie-czlowieka-jak-bardzo-jest-wazna. Dostęp 23.06.2025.
12. Sysmex Educational Enhancement and Development. SEED Płyn z jam ciała. Płyn stawowy – część 1: charakterystyka. www.sysmex.pl/fileadmin/media/f109/Articles/Plyn_stawowy_-_czesc_1_charakterystyka.pdf. Dostęp 23.06.2025.
13. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition, and Allergies (NDA). Scientific opinion on dietary reference values for water. *EFSA Journal*. 2010;8(3):1459. doi:10.2903/j.efsa.2010.1459
14. Gugąła-Miłosz S. Jak zapobiegać odwodnieniu osób starszych. Narodowe Centrum Edukacji Żywnościowej. ncez.pzh.gov.pl/seniorzy/jak-zapobiegac-odwodnieniu-osob-starszych/. Dostęp 23.06.2025.
15. Zintegrowana Platforma Edukacyjna. Wody powierzchniowe i podziemne w Polsce. zpe.gov.pl/a/wody-powierzchniowe-i-podziemne-w-polsce/DipXCqXGv. Dostęp 25.06.2025.

16. Główny Inspektorat Sanitarny. Dlaczego wciąż przypominamy o piciu wody? www.gov.pl/web/gis/dlaczego-wciaz-przypominamy-o-piciu-wody. Dostęp 25.06.2025.
17. Główny Inspektorat Sanitarny. Jakie wody należy wybierać? www.gov.pl/web/gis/jakie-wody-nalezy-wyberac. Dostęp 29.06.2025.
18. Państwowy Instytut Geologiczny. Państwowy Instytut Badawczy. Wody lecznicze. www.pgi.gov.pl/geotermia-2/przydatne/wody-lecznicze.html. Dostęp 29.06.2025.
19. Zintegrowana Platforma Edukacyjna. Siarkowodór. zpe.gov.pl/a/przeczytaj/DjuiO9b5r. Dostęp 25.06.2025.
20. World Health Organization. Drinking-water. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water. Dostęp 23.06.2025.
21. World Health Organization. Cholera, 2023. *Weekly epidemiological record. Relevé épidémiologique hebdomadaire*. 2024;99(36):481–496. cdn.who.int/media/docs/default-source/dco/wer_36_2024_cholera-annual-report-for-2023_bilingual-proof.pdf. Dostęp 25.06.2025.
22. Państwowe Gospodarstwo Wodne Wody Polskie. Światowy Dzień Wody 2022 pod hasłem „Uczynić niewidzialne widzialnym”. www.apgw.gov.pl/pl/news/show/474? Dostęp 25.06.2025.
23. Zintegrowana Platforma Edukacyjna. Źródła zanieczyszczeń hydrosfery. zpe.gov.pl/b/zrodla-zanieczyszczen-hydrosfery/PWPBj9TY5. Dostęp 29.06.2025.
24. Rozporządzenie Ministra Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej z dnia 11 października 2019 r. w sprawie kryteriów i sposobu oceny stanu jednolitych części wód podziemnych. DzU z 2019 r., poz 2148.
25. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2021 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego oraz sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych, a także środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych. DzU z 2021 r., poz 1475.
26. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu. Eksperti UPWr: czystość wód w Polsce i raport KE. upwr.edu.pl/aktualnosci/eksperti-upwr--czystosc-wod-w-polsce-i-raport-ke-4568.html. Dostęp 25.06.2025.
27. Gromiec M, Sadurski A, Zalewski M, Rowiński P. Zagrożenia związane z jakością wody. *Nauka*. 2014;1:99–122. bibliotekanauki.pl/articles/704257.pdf. Dostęp 29.06.2025.
28. Jamsheer-Bratkowska M, Stankiewicz A, Maziarka D. Azotany w wodzie przeznaczonej do spożycia a zagrożenie dla zdrowia – współczesne poglądy (aktualny stan wiedzy). *Technologia Wody*. 2021;3(77):28–38. yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-dcc44194-940d-46d3-b58e-bd6eefb1f7fc. Dostęp 28.11.2025.
29. Mojska H, Kłosiewicz-Latoszek L, Jasińska-Melon E, Gielecińska I. Kwasy omega-3. W: Jarosz M, Rychlik E, Stoś K, Charzewska J, red. *Normy żywienia dla populacji Polski i ich zastosowanie*. Warszawa: Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego – Państwowy Zakład Higieny; 2020:98–121. www.pzh.gov.pl/wp-content/uploads/2020/12/Normy_zywienia_2020web-1.pdf. Dostęp 3.12.2025.
30. PASMI – Polski Związek Producentów Leków Bez Recepty. Rynek farmaceutyczny w Polsce w roku 2023. pasm1.cn-panel.pl/resources/reports/iqvia-rynek-farmaceutyczny-2023.pdf. Dostęp 30.06.2025.
31. Boroń M, Pawlas K. Farmaceutyki w środowisku wodnym – przegląd literatury. *Probl Hig Epidemiol*. 2015;96(2):357–363. www.phie.pl/pdf/phe-2015/phe-2015-2-357.pdf. Dostęp 30.06.2025.
32. Wontorska K, Wąsowska J. Problematyka usuwania farmaceutyków w procesach oczyszczania ścieków. *Gaz, Woda i Technika Sanitarna*. 2018;1:36–42. doi:10.15199/17.2018.1.8
33. Tyler CR, Filby AL. Feminized fish, environmental estrogens, and wastewater effluents in English Rivers. W: Elliott JE, Bishop CA, Morrissey CA, red. *Wildlife ecotoxicology. Emerging Topics in Ecotoxicology*, vol 3. Nowy Jork: Springer; 2011:383–412. doi:10.1007/978-0-387-89432-4_13
34. Komisja Europejska. Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady i Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego. Strategiczne podejście Unii Europejskiej do substancji farmaceutycznych w środowisku. eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/ALL/?uri=CELEX:52019DC0128. Dostęp 3.12.2025.
35. Polianciuc SI, Gurzău AE, Kiss B, Ștefan MG, Loghin F. Antibiotics in the environment: Causes and consequences. *Med Pharm Rep*. 2020;93(3):231–240. doi:10.15386/mpr-1742
36. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Gdańsku. Woda do spożycia – badania podstawowe / parametry grupy A. www.gov.pl/web/wsse-gdansk/woda-do-spozycia--badania-podstawowe-parametry-grupy-a. Dostęp 30.06.2025.
37. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Gdańsku. Woda do spożycia – badania rozszerzone / parametry grupy B. www.gov.pl/web/wsse-gdansk/woda-do-spozycia--badania-rozszerzone-parametry-grupy-b. Dostęp 30.06.2025.
38. Encyklopedia Leśna. Hasła: chemiczne zapotrzebowanie tlenu ChZT, biochemiczne zapotrzebowanie tlenu BZT, twardość wody. encyklopedialesna.com/hasla/?t2f=chemiczne+zapotrzebowanie+tlenu&w2f=hasla;encyklopedialesna.com/hasla/?t2f=biochemiczne+zapotrzebowanie+tlenu&w2f=hasla;encyklopedialesna.com/hasla/?t2f=twardosc%20C5%9B%C4%87+wody&w2f=hasla. Dostęp 30.06.2025.

39. Zintegrowana Platforma Edukacyjna. Czym jest twarda woda? zpe.gov.pl/a/przeczytaj/D10gz9xq5. Dostęp 30.06.2025.
40. Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Rzeszowie. Jakość wody przeznaczonej do spożycia – charakterystyka. www.gov.pl/web/wsse-rzeszow/jakosc-wody-przeznaczonej-do-spozycia---charakterystyka. Dostęp 30.06.2025.
41. Teraz Środowisko. Uzdatnianie wody – Słownik ochrony środowiska. www.teraz-srodowisko.pl/slownik-ochrona-srodowiska/definicja/uzdatnianie-wody.html. Dostęp 3.12.2025.
42. Alfred Adamczewski. Podział procesów uzdatniania wody. Vademecum dla uczniów technikum. instsani.pl/technik-inzynierii-sanitarnej/vademecum-instalacji-sanitarnych/instalacje-wodociagowe/wiadomosci-wstepne-2-3-4-5-6-7/uzdatnianie-wody-2/podzial-procesow-uzdatniania-wody/. Dostęp 30.06.2025.
43. World Health Organization. Food safety. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety. Dostęp 28.06.2025.
44. World Health Organization. Malnutrition. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malnutrition. Dostęp 28.06.2025.
45. Pawlas K, Gać P, Pawlas N. *Zdrowie środowiskowe z elementami medycyny środowiskowej*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2024.
46. Alert & Cooperation Network. 2024 Annual Report. Luksemburg: Publications Office of the European Union; 2025. op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/65ee7b44-35eb-11f0-8a44-01aa75ed71a1/language-en. Dostęp 3.07.2025.
47. World Health Organization. Foodborne diseases. www.who.int/health-topics/foodborne-diseases. Dostęp 3.07.2025.
48. Ziętara-Wysocka J. Bakteryjne zanieczyszczenia żywności – wciąż aktualne zagrożenie dla życia i zdrowia człowieka. W: Małkowska P, Rozenberg M, Niedźwiedzka-Rystwej P, red. *Interdyscyplinarne Wyzwania Naukowe*. Szczecin: Wydawnictwo Fundacji Centrum Badań Socjologicznych; 2023:60–72. doi:10.14254/978-83-968258-8-9/2024
49. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy. Informacja o zachorowaniach na listeriozę. epibaza.pzh.gov.pl/story/informacja-o-zachorowaniach-na-listerioz%C4%99. Dostęp 3.07.2025.
50. Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego PZH – Państwowy Instytut Badawczy. Botulizm (zatrucie jadem kiełbasianym) – informacje ogólne. epibaza.pzh.gov.pl/story/botulizm-zatrucie-jadem-kie%C5%82basianym-informacje-og%C3%B3lne. Dostęp 3.07.2025.
51. Rogalska M. Gronkowce. Zakażenie, przyczyny, objawy i leczenie. *Medycyna Praktyczna dla pacjentów*. www.mp.pl/pacjent/choroby-zakazne/choroby/zakazenia-bakteryjne/158226,zakazenia-gronkowcowe. Dostęp 3.07.2025.
52. Fidor K. Aflatoksyny – czym są i jak wpływają na zdrowie. dietetycy.org.pl/aflatoksyny/. Dostęp 3.07.2025.
53. Patyk K. Dioksyny – środowiskowe zanieczyszczenia żywności i ich negatywny wpływ na zdrowie. dietetycy.org.pl/dioksyny/. Dostęp 3.07.2025.
54. Mengistu DA, Geremew A, Tessema RA, Wolfing T. Concentrations of DDT metabolites in different food items and public health risk in Africa regions: Systematic review and metal analysis. *Front Public Health*. 2025;13:1511012. doi:10.3389/fpubh.2025.1511012
55. Słowianek M, Leszczyńska J. Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne w żywności – aspekty prawne i analityczne. *Bromat Chem Toksykol*. 2015;48(1):97–105 ptfarm.pl/download/?file=File%2FBromatologia%2F2015%2FBromatologia+1_2015+s+097-105.pdf. Dostęp 3.12.2025.
56. Gielecińska I. Akryloamid w żywności – czy jest się czego obawiać? Narodowe Centrum Edukacji Żywnościowej. ncez.pzh.gov.pl/abc-zywienia/akryloamid-w-zywnosci-czy-jest-sie-czego-obawiac/. Dostęp 3.07.2025.
57. Solecka M. E-dodatki do żywności – czy są rakotwórcze? www.zwrotnikraka.pl/e-dodatki-do-zywnosci/. Dostęp 3.07.2025.
58. Wasilewska E, Małgorzewicz S. Niepożądane reakcje pokarmowe na dodatki do żywności. *Forum Leczenia Otyłości*. 2015;6(1):8–13. journals.viamedica.pl/forum_leczenia_otylosci/article/view/42092/28674. Dostęp 3.12.2025.
59. Ochwanowska E, Czarny-Działak M, Żeber-Dzikowska I, et al. Substancje chemiczne w żywności jako zagrożenie zdrowotne. *Przemysł Chemiczny*. 2019;98(10):1614–1618. doi:10.15199/62.2019.10.17
60. Del Olmo A, Calzada J, Nuñez M. Benzoic acid and its derivatives as naturally occurring compounds in foods and as additives: Uses, exposure, and controversy. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2017;57(14):3084–3103. doi:10.1080/10408398.2015.1087964

61. Mirzabaev A, Kerr RB, Hasegawa T, et al. Severe climate change risks to food security and nutrition. *Climate Risk Management*. 2023;39:100473. doi:10.1016/j.crm.2022.100473
62. Janka W. Historia gospodarki odpadami. www.forum-dyrektorow.pl/dokumenty/ArtPdfFiles/C20_Historia_gospodarki_odpadami.pdf. Dostęp 3.07.2025.
63. European Environment Agency. Waste generation in Europe. www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/waste-generation-and-decoupling-in-europe. Dostęp 3.07.2025.
64. Wikipedia. Odpady. pl.wikipedia.org/wiki/Odpady. Dostęp 3.07.2025.
65. Walosik A, Szajner J, Pawlas K, Żeber-Dzikowska I. Municipal waste and related health risks. *J Elem*. 2021;26(3):573–582. doi:10.5601/jelem.2021.26.2.2125
66. Slack R, Letcher TM. Chapter 13 – Chemicals in waste: Household hazardous waste. W: Letcher T, Vallero DA, red. *Waste: A Handbook for Management*. Amsterdam–Boston:Elsevier/Academic Press; 2011:181–195. doi:10.1016/B978-0-12-381475-3.10013-0
67. Lar K, Złotkowska R. Skutki zdrowotne zamieszkiwania w sąsiedztwie składowisk odpadów. *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*. 2013;16(4):71–78. www.environmentalmedicine.pl/pdf-113517-43183?filename=Skutki%20zdrowotne.pdf. Dostęp 3.12.2025.
68. OECD. *Management of Pharmaceutical Household Waste: Limiting Environmental Impacts of Unused or Expired Medicine*. Paris: OECD Publishing; 2022. doi:10.1787/3854026c-en
69. Pilapitiya NT, Ratnayake AS. The world of plastic waste: A review. *Cleaner Materials*. 2024;11:100220. doi:10.1016/j.clema.2024.100220
70. Baldé CP, Kuehr R, Yamamoto T, et al. *The Global E-waste Monitor 2024*. Genewa–Bonn: International Telecommunication Union (ITU) and United Nations Institute for Training and Research (UNITAR); 2024. ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/. Dostęp 3.07.2025.
71. World Health Organization. Children and digital dumpsites: e-waste exposure and child health. Genewa: World Health Organization; 2021. www.who.int/publications/i/item/9789240023901. Dostęp 3.07.2025.
72. Stodolak A, Gerus S, Dzielendziak A, Markiewicz MM, Kuberka I, Patkowski D. Zagrożenia dla zdrowia wynikające z połączona okrągłej baterii na przykładzie 22-miesięcznego dziecka. *Pielęgniarstwo Chirurgiczne i Angiologiczne*. 2018;4:148–151. www.termedia.pl/Zagrozenia-dla-zdrowia-wynikajace-z-polknienia-okraglej-baterii-na-przykladzie-22-miesiecznego-dziecka,50,36083,1,0.html. Dostęp 3.12.2025.
73. Michalak A, Pawlas K. Wpływ aerozolu biologicznego z oczyszczalni ścieków na zdrowie pracowników i okolicznych mieszkańców – analiza literaturowa. *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*. 2012;15(4):116–122. www.environmentalmedicine.pl/pdf-114324-43804?filename=Influence%20of%20biological.pdf. Dostęp 3.07.2025.
74. Pachnicka M, Olejnik D. Farmaceutyki i środki higieny osobistej w wodach i ściekach. *Technologia i Jakość Wyrobów*. 2019;64:34–47. yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element/baztech-2ce4788e-0667-4318-9295-af6f59315bd3. Dostęp 3.07.2025.
75. Zawadzki P. Odnowa wody ze ścieków – korzyści, wyzwania, rozwiązania. W: Pilarska A, red. *Najnowsze trendy w gospodarce odpadami komunalnymi i przemysłowymi*. Lublin: Wydawnictwo Naukowe TY-GIEL; 2023:7–25. bc.wydawnictwo-tygiel.pl/public/assets/930/Najnowsze%20trendy%20w%20gospodarce%20odpadami%20komunalnymi%20i%20przemys%C5%82owymi.pdf. Dostęp 3.07.2025.

Wpływ zmian klimatycznych na zdrowie

Joanna Izabela Lachowicz, Paweł Gać

Katedra Zdrowia Środowiskowego, Medycyny Pracy i Epidemiologii, Uniwersytet Medyczny im. Piastów Śląskich we Wrocławiu

2.1. Wprowadzenie

Globalny, intensywny rozwój przemysłu i rolnictwa w poprzednim stuleciu związany był z nadmierną eksploatacją gleby i doprowadził do masowego zanieczyszczenia środowiska. Związki chemiczne (organiczne i nieorganiczne) stworzone na potrzeby rozwijających się technologii, metale ziem rzadkich stosowane w przemyśle elektronicznym, paliwa kopalniane i energia atomowa niezbędne do napędzania maszyn doprowadziły do stałej obecności zanieczyszczeń w powietrzu, glebie oraz wodzie.¹

Gatunek ludzki (*Homo sapiens*) wykształtował się w wyniku ewolucji ok. 40 tys. lat temu. Jakość oraz ilość czynników chemicznych, biologicznych i fizycznych obecnych w środowisku kształtującym gatunek ludzki była zdecydowanie inna w porównaniu z panującymi obecnie warunkami. Pojawienie się w krótkim czasie nowych i ilościowo obfitych czynników wpływających na organizm ludzki nie pozostawia wystarczająco dużo czasu na ewolucyjne zaadaptowanie się do nowych warunków. Powoduje to nieprawidłowy przebieg mechanizmów komórkowych, a w konsekwencji wadliwe działanie tkanek i całych układów.² W ostatnich dziesięcioleciach obserwujemy wzrost chorób neurologicznych, metabolicznych, immunologicznych oraz psychiatrycznych.

Globalne zanieczyszczenie środowiska wpłynęło bezpośrednio na zmiany klimatyczne obserwowane na całej planecie, również na obszarach o relatywnie niskim stężeniu związków zanieczyszczających.³ Problem zmian klimatycznych i związanych z nimi zagrożeń dla zdrowia i życia ludzi jest realny i dotyczy ewidentnie wszystkich mieszkańców planety.

Zagrożenia zdrowotne, będące wynikiem zmian klimatycznych, dotyczą przede wszystkim wymagających szczególnej ochrony grup społecznych, takich jak dzieci i młodzież, ludzie starsi oraz osoby chore bądź z niepełnosprawnościami. Z tego też względu działania prewencyjne oraz opieka zdrowotna powinny być opracowywane w pierwszej kolejności dla tych populacji. Edukacja

zdrowotna w szkołach, ze szczególnym uwzględnieniem wpływu zanieczyszczeń środowiska i zmian klimatu na zdrowie jednostki i populacji, jest podstawnym elementem prewencji, a jednocześnie stanowi narzędzie zarządzania skutkami zdrowotnymi.

W rozdziale opisano podstawowe procesy zmian klimatycznych, które są wynikiem określonych zanieczyszczeń środowiska. Szczególna uwaga jest poświęcona konkretnym zagrożeniom dla zdrowia wynikającym ze zmian klimatycznych. Treści zawarte w rozdziale zostały przygotowane na bazie obecnej wiedzy. Należy jednak pamiętać, iż wiedza powinna być systematycznie uaktualniana.

Bezpośrednim celem rozdziału jest przekazanie odpowiedniej wiedzy w zakresie zagrożeń zdrowotnych związanych ze zmianami klimatu, pośrednim natomiast kształtowanie kompetencji i umiejętności uczniów w zakresie całościowej dbałości o zdrowie oraz budowanie potencjału zdrowotnego własnego i otoczenia w zgodzie w otaczającą naturą.

2.2. Podstawowe pojęcia

Główną przyczyną zmian klimatu jest intensywna działalność gospodarcza człowieka, która prowadzi do emisji gazów cieplarnianych.⁴ Gazy cieplarniane, takie jak dwutlenek węgla (CO₂), metan (CH₄) i podtlenek azotu (N₂O), zatrzymują ciepło w atmosferze, co prowadzi do efektu cieplarnianego i zmiany klimatu. Czynniki naturalne (np. eksplozje wulkanów) przyczyniają się do zmian klimatycznych w znacznie mniejszym stopniu. Najważniejszym antropogenicznym źródłem zanieczyszczeń powietrza, które wpływa na zmiany klimatu, jest spalanie paliw kopalnych (węgiel, ropa, gaz) i końcowy produkt tego procesu, czyli tlenki węgla, a w szczególności dwutlenek węgla. Dodatkowe czynniki to wylesianie (zmniejszenie liczby roślin pochłaniających CO₂), intensywne hodowla zwierząt (produkcja CH₄) i nawozy azotowe używane masowo w uprawach rolnych (zwiększenie ilości tlenków azotu).

Wraz ze zmianą warunków klimatycznych obserwuje się częstsze i bardziej intensywne zjawiska pogodowe i klimatyczne, w tym burze, huragany, ekstremalne upały, powodzie, susze i pożary.⁵ Ekstremalne zjawiska pogodowe i klimatyczne wpływają na zdrowie populacji zarówno bezpośrednio, jak i pośrednio poprzez zwiększenie ryzyka zgonów, rozwoju przewlekłych chorób niezakaźnych, pojawienia się nowych i rozprzestrzeniania na nowe terytoria znanych chorób zakaźnych.

Szósty raport (AR6) IPCC ocenił, że zagrożenia klimatyczne pojawiają się znacznie szybciej, niż było to przewidziane w poprzednich latach.⁶ W związku z tym dostosowanie się do rosnącego globalnego ocieplenia będzie znacznie trudniejsze.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change; Międzyrządowy Zespół ds. Zmian Klimatu – instytucja doradczą powołaną w 1988 r. na wniosek państw członkowskich ONZ, której głównym zadaniem jest przekazywanie rzetelnych, naukowych danych dotyczących zmian klimatu

AR6 – Sixth Assessment Report; szósty raport przygotowany przez IPCC za okres od października 2015 r. do lipca 2023 r. dokonujący oceny globalnego ocieplenia

Zmiany klimatu obejmują wzrost temperatur, zmiany cykli opadów, zwiększenie częstotliwości lub intensywności niektórych ekstremalnych zjawisk pogodowych oraz poziomu mórz. Skutki te zagrażają naszemu zdrowiu, wpływając na żywność, którą spożywamy, wodę, którą pijemy, powietrze, którym oddychamy, i pogodę, której doświadczamy.

Ryzyko zagrożeń klimatycznych dla zdrowia będzie zależało od zdolności systemów bezpieczeństwa i opieki zdrowotnej do radzenia sobie ze zmieniającymi się warunkami. Również indywidualne zachowanie danej osoby, jej wiek, płeć i status ekonomiczny będą wpływać na poziom ryzyka. Skutki zdrowotne będą się różnić w zależności od miejsca zamieszkania danej osoby, jej wrażliwości, stopnia narażenia oraz tego, jak dobrze dana osoba i otaczająca ją społeczność potrafią dostosować się do zmian.

Zdrowie mieszkańców w krajach rozwijających się jest najbardziej narażone, ale zmiany klimatu stwarzają poważne zagrożenia nawet w bogatych krajach Europy i Ameryki Północnej.

Zmiany klimatu wpływają na zdrowie na wiele sposobów, a także na liczbę zgonów i chorób z powodu coraz częstszych ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak fale upałów, burze i powodzie, zakłócenia systemów żywnościowych, wzrost liczby zoonoz i chorób przenoszonych przez żywność, wodę i wektory oraz problemy ze zdrowiem psychicznym.⁷ Ponadto obniżają wiele społecznych czynników warunkujących dobry stan zdrowia, takich jak źródła utrzymania, równość i dostęp do opieki zdrowotnej oraz struktury wsparcia społecznego. Należy zawsze pamiętać, iż negatywne skutki zmian klimatu są najbardziej odczuwalne przez kobiety, dzieci, mniejszości etniczne, biedne społeczności, migrantów lub osoby przesiedlone, osoby starsze, osoby z niepełnosprawnościami i z chorobami współistniejącymi.

Ślad węglowy (ang. *carbon footprint*) to miara całkowitej emisji gazów cieplarnianych (głównie CO₂, ale także CH₄, N₂O i innych), które są bezpośrednio lub pośrednio związane z działalnością człowieka. Wyrażany jest zazwyczaj w ekwiwalencie dwutlenku węgla – CO₂e.

Wzrost śladu węglowego jest zależny od emisji bezpośredniej (zakres 1) – np. spalanie paliw w samochodzie, ogrzewanie gazowe; emisji pośredniej (zakres 2) – np. zużycie energii elektrycznej, której produkcja wiąże się z emisją CO₂; jak i innych rodzajów emisji pośrednich (zakres 3) – np. emisje związane z produkcją kupowanych towarów, podróżami służbowymi, odpadami.

Dane epidemiologiczne

Chociaż nie ulega wątpliwości, że zmiana klimatu stanowi zagrożenie dla zdrowia ludzi, wciąż trudno jest dokładnie obliczyć skalę zagrożenia zdrowia zależnego bezpośrednio i pośrednio od zmian klimatu. Postęp naukowy w ostatnich latach stopniowo pozwala nam oszacować wzrost globalnej zachorowalności na określone choroby i wzrost śmiertelności zależny od globalnego ocieplenia.⁸

Zmiany klimatyczne zwiększają ryzyko chorób przenoszonych drogą wodną i pokarmową. Dane przedstawione przez WHO wskazują, że 2 mld ludzi na świecie nie ma dostępu do bezpiecznej wody pitnej, 600 mln cierpi rocznie na choroby przenoszone drogą pokarmową, a w przypadku zgonów z powodu chorób przenoszonych drogą pokarmową 30% dotyczy dzieci poniżej 5. r.ż.

Zmiany klimatu wpływają negatywnie na dostępność, jakość i różnorodność żywności, pogłębiając kryzysy żywnościowe i żywieniowe. Według danych opublikowanych przez WHO w 2020 r. 770 mln ludzi cierpiało głód, głównie w Afryce i Azji. W 2020 r. o 98 mln więcej osób doświadczyło braku bezpieczeństwa żywnościowego w porównaniu ze średnią z lat 1981–2010.

Niedawne badania pokazały, że liczba zgonów związanych z upałami wśród osób powyżej 65. r.ż. wzrosła o 70% w ciągu 2 dekad. WHO prognozuje 250 000 dodatkowych zgonów rocznie do lat 30. XXI w.

WHO – World Health Organization; Światowa Organizacja Zdrowia

2.3. Wpływ zmian klimatycznych na zanieczyszczenie powietrza i choroby dróg oddechowych

Ekstremalne zjawiska pogodowe prowadzą do zwiększenia zanieczyszczenia powietrza poprzez wzrost stężenia ozonu (O_3) przyziemnego oraz PM.⁹ Głównymi czynnikami wpływającymi na wzrost stężenia ozonu są: ciepło, wysokie stężenie prekursorów chemicznych oraz metanu. Pożary lasów, zastój powietrza i inne zjawiska klimatyczne zwiększają stężenie mikrocząsteczek (PM_{10} , $PM_{2.5}$, PM_{10}).

Naukowcy przewidują, że cieplejsze temperatury spowodowane zmianami klimatycznymi zwiększą częstotliwość dni z niezdrowym poziomem ozonu przyziemnego. Ponieważ ciepłe, stojące powietrze ma tendencję do zwiększania tworzenia się ozonu, zmiana klimatu prawdopodobnie zwiększy poziom ozonu przyziemnego w zanieczyszczonych obszarach świata i zwiększy liczbę dni z niską jakością powietrza.¹⁰

Badania epidemiologiczne pokazały, iż wzrost ozonu przyziemnego jest powiązany ze: zwiększoną liczbą wizyt w szpitalu, zwiększoną liczbą wizyt na pogotowiu z powodu astmy oraz wzrostem liczby przedwczesnych zgonów.¹¹

PM – ang. *particulate matter*; cząstki stałe

Ozon przyziemny może uszkodzić tkankę płucną, zmniejszyć funkcję płuc i wywołać stan zapalny dróg oddechowych. Może to zaostrzyć astmę lub inne choroby układu oddechowego. Dzieci, osoby starsze, osoby pracujące na otwartym powietrzu oraz osoby z astmą i innymi przewlekłymi chorobami płuc są szczególnie narażone. Osoby narażone na wyższe poziomy ozonu przyziemnego są bardziej narażone na przedwczesną śmierć lub hospitalizację z powodu problemów z oddychaniem.

Badania przeprowadzone przez naukowców ze Stanów Zjednoczonych przewidują, że do 2050 r. liczba przedwczesnych zgonów z powodu zwiększonej ilości ozonu i zanieczyszczeń cząsteczkami PM może wzrosnąć o 1000, do 4300 rocznie w USA. Analiza danych z lat 2000–2002 pokazała, że już w 2008 r. koszty zdrowotne zanieczyszczenia ozonem, które przewyższały normy krajowe, wyniosły szacunkowo 6,5 mld dolarów w całym kraju.¹²

Cząstki stałe to termin określający kategorię niezwykle małych cząstek i kropelek cieczy zawieszonych w atmosferze. Drobne cząstki mają średnicę mniejszą niż 2,5 μm . Niektóre cząstki stałe, takie jak kurz, dym z pożarów lasów i morska bryza, występują naturalnie, podczas gdy inne powstają w wyniku działalności człowieka, takiej jak spalanie paliw kopalnych w celu produkcji energii. Cząstki te mogą być emitowane bezpośrednio lub mogą powstawać w atmosferze w wyniku reakcji chemicznych gazów, takich jak dwutlenek siarki, dwutlenek azotu i lotne związki organiczne.¹³

Wdychanie drobnych cząstek może prowadzić do szerokiego zakresu niekorzystnych skutków dla zdrowia, w tym raka płuc, POChP i chorób układu krążenia.

Przewiduje się, że zmiany klimatyczne zwiększą liczbę i nasilenie pożarów lasów. Cząstki stałe powstałe w trakcie pożarów lasów mogą być często przenoszone przez wiatr na bardzo duże odległości, wpływając na stan zdrowia osób mieszkających daleko od źródła zanieczyszczenia powietrza.¹³

Osoby starsze są szczególnie wrażliwe na krótkotrwałe narażenie na cząstki stałe i mają większe ryzyko hospitalizacji i zgonu. Osoby pracujące na otwartym powietrzu mają również wyższe ryzyko zapadalności na choroby układu oddechowego.

Ze względu na złożone czynniki, które wpływają na poziom drobnych cząstek stałych w atmosferze, naukowcy nie wiedzą jeszcze, czy zmiany klimatyczne zwiększą czy zmniejszą stężenie cząstek stałych. Cząstki stałe mogą być usuwane z powietrza przez opady deszczu, a przewiduje się, że ilość opadów wzrośnie, choć niekoniecznie ich częstotliwość. Zmiany klimatyczne w postaci zastoju powietrza, częstszych wichur oraz wzrostu emisji pyłków roślinnych wpłyną na poziom cząstek stałych.

Kolejnym ważnym czynnikiem zanieczyszczającym powietrze jest pyłek.¹⁴ Pyłek jest alergenem unoszącym się w powietrzu, który może wpływać negatywnie

na nasze zdrowie. Ziarna pyłku to małe „nasiona” rozsiewane przez rośliny kwitnące, drzewa, trawę i chwasty. Ilość i rodzaj pyłku w powietrzu zależą od pory roku i regionu geograficznego. Chociaż liczba pyłków jest zazwyczaj wyższa w cieplejszych porach roku, niektóre rośliny pyłują przez cały rok. Zmiany klimatu powodują zmniejszenie liczby opadów, zmniejszenie liczby mroźnych dni, wzrost temperatury powietrza i stężenia CO₂ w atmosferze. Oprócz wydłużenia sezonu pylenia roślin rosnące stężenia dwutlenku węgla i temperatur mogą również prowadzić do wcześniejszego kwitnienia, większej ilości kwiatów i zwiększonego poziomu pyłku. Zmiany te wpływają bezpośrednio na:

- okres oraz czas trwania sezonu pylenia,
- ilość wytwarzanych pyłków,
- wzrost ryzyka wystąpienia objawów alergii,
- zwiększone działanie pyłku.

W raportach epidemiologicznych jest odnotowywany ciągły wzrost występowania chorób alergicznych, w tym kataru siennego. W Polsce na katar sienny, czyli alergiczny nieżyt nosa, cierpi ok. 25–30% społeczeństwa. Oznacza to, że problem ten dotyka milionów Polaków, a liczba uczuleniowców stale rośnie. Dodatkowo w Polsce na astmę choruje ok. 2,2 mln osób, co stanowi ok. 5,7% populacji. Szacuje się, że co najmniej 4 mln Polaków może doświadczać objawów astmy, ale nie wszyscy są zdiagnozowani i leczeni. Zmiany klimatyczne mogą mieć wpływ na alergię i zdrowie układu oddechowego.¹⁵

Ekspozycja na pyłek może wywołać reakcje alergiczne, w tym objawy kataru siennego. Katar sienny pojawia się, gdy alergeny, takie jak pyłki, dostają się do organizmu, a układ odpornościowy błędnie postrzega je jako zagrożenie. Objawy alergicznego nieżytu nosa obejmują kichanie, katar i przekrwienie. Objawy alergicznego nieżytu nosa różnią się w zależności od pory roku oraz alergenu.

Ekspozycja na pyłki może również wywołać objawy alergicznego zapalenia spojówek. Alergiczne zapalenie spojówek to zapalenie wyściółki oka (spojówki) spowodowane narażeniem na alergeny, takie jak te w pyłkach. Do 30% populacji ogólnej i 70% pacjentów z alergicznym nieżytem nosa doświadcza alergicznego zapalenia spojówek. Objawy alergicznego zapalenia spojówek obejmują zaczerwienienie, łzawienie lub swędzenie oczu.

Osoby z chorobami układu oddechowego, takimi jak astma, są bardziej wrażliwe na pyłki.¹⁶ Narażenie na pyłki wiąże się z atakami astmy i zwiększoną liczbą przyjęć do szpitala z powodu problemów z układem oddechowym. Wyższe stężenia pyłków i dłuższe sezony pylenia mogą zwiększać wrażliwość na alergeny, wywołując epizody astmy i zmniejszając produktywność w pracy i szkole.

2.4. Wpływ powodzi i ulewnych deszczy na zdrowie

Ulewnie deszcze zdarzają się coraz częściej w skali globalnej i oczekuje się, że będą się nasilać we wszystkich regionach.¹⁷ Zwiększenie zarówno ekstremalnych opadów, jak i całkowitych opadów przyczyniło się do wzrostu liczby powodzi. Badania przeprowadzone w USA pokazują, że powodzie zajmują drugie miejsce pod względem liczby zgonów związanych z pogodą, głównie z powodu utonięć. W skali globalnej powodzie błyskawiczne i powodzie związane z burzami tropikalnymi powodują największą liczbę zgonów.

Ekstremalne opady deszczu i rosnące temperatury mogą również przyczynić się do problemów z jakością powietrza w budynkach.¹⁸ Na przykład mogą one powodować rozwój pleśni w pomieszczeniach, pogarszając stan układu oddechowego u osób z astmą lub alergią na pleśń, co utrudnia kontrolę astmy. W tygodniach następujących po ulewnych deszczach odnotowano wzrost liczby ognisk chorób przenoszonych drogą wodną. Budynki uszkodzone podczas huraganów są szczególnie podatne na wnikanie wody. Osoby żyjące w wilgotnych pomieszczeniach doświadczają zwiększonej częstości występowania astmy i innych objawów górnych dróg oddechowych, takich jak kaszel i świszczący oddech, a także infekcji dolnych dróg oddechowych, takich jak zapalenie płuc wywołane wirusem RSV.

RSV – ang. *respiratory syncytial virus*; syncytialny wirus oddechowy

2.5. Wpływ suszy na zdrowie

Warunki suszy zwiększają pośrednio wpływ negatywnych czynników na zdrowie poprzez zwiększenie ilości ekstremalnych zjawisk pogodowych, takich jak: pożary lasów, burze piaskowe, ekstremalne upały, powodzie błyskawiczne, degradacja jakości wody oraz zmniejszona ilość wody.

2.6. Wpływ pożarów na zdrowie

Zmiany klimatyczne zwiększają ryzyko pożarów lasów szczególnie w obszarach leśnych. Długie okresy bardzo wysokich temperatur są powiązane z suszami.

Dym z pożarów lasów zawiera następujące materiały, które mogą znacznie obniżyć jakość powietrza, zarówno w pobliżu, jak i na obszarach położonych na znacznej odległości:

- cząstki stałe (PM),
- tlenek węgla (CO),
- tlenki azotu (NO_x),
- różne niebezpieczne związki organiczne (które są prekursorami ozonu).¹⁹

Tysiące zgonów każdego roku jest spowodowanych narażeniem na dym. Narażenie na dym może zwiększyć:

- liczbę hospitalizacji związanych z zaburzeniami oddychania i pracą serca,
- liczbę wizyt na oddziale ratunkowym,
- konieczność przyjmowania leków na astmę,
- zapadalność na zapalenie oskrzeli oraz nasilić objawy istniejących (z innych przyczyn) stanów zapalnych oskrzeli,
- ból w klatce piersiowej,
- POChP,
- liczbę infekcji układu oddechowego.

2.7. Wpływ upałów na zdrowie

Prognozy klimatyczne wskazują, że w nadchodzących dekadach ekstremalne upały będą częstsze i intensywniejsze. Fale upałów wiążą się ze zwiększoną liczbą przyjęć do szpitali z powodu chorób układu krążenia, nerek i układu oddechowego. Zgony są wynikiem udaru cieplnego i powiązanych z nim schorzeń, ale także chorób układu krążenia, chorób układu oddechowego i chorób naczyniowo-mózgowych.²⁰

Lepsze prognozowanie, wczesne ostrzeżenia i zwiększony dostęp do klimatyzacji mogą przyczynić się do zmniejszenia ryzyka chorób i zgonów związanych z upałem. Miejskie wyspy ciepła, wraz ze starzeniem się społeczeństwa i rozwojem urbanizacji, prawdopodobnie zwiększą podatność populacji miejskich na skutki zdrowotne związane z upałem.

Łagodniejsze zimy wynikające z ocieplenia klimatu mogą zmniejszyć liczbę chorób, urazów i zgonów związanych z zimnem i śniegiem. Wrażliwość na zimową pogodę zależy od wielu czynników niezwiązanych z klimatem, w tym od warunków mieszkaniowych, wieku i stanu zdrowia. Zmiana klimatu może zmniejszyć liczbę zgonów i urazów spowodowanych ekstremalnym zimnem, ale nie zrekompensuje wzrostu liczby zgonów związanych z upałem.

Narażenie na ekstremalne ciepło może prowadzić do udaru cieplnego i odwodnienia, a także chorób układu krążenia, oddechowego i mózgowo-naczyniowego. Gospodarstwa domowe o niskich dochodach i osoby starsze mogą nie mieć dostępu do klimatyzacji, co również zwiększa narażenie na ekstremalne ciepło. Ponadto małe dzieci, kobiety w ciąży, osoby starsze i osoby z pewnymi schorzeniami mają mniejsze możliwości regulowania temperatury ciała i dlatego mogą być bardziej narażone na ekstremalne ciepło. Demencja jest czynnikiem ryzyka hospitalizacji i śmierci podczas fal upałów.²¹ Gorąca pogoda stwarza ryzyko dla pacjentów z poważnymi chorobami psychicznymi, takimi jak schizofrenia, ponieważ leki mogą wpływać na regulację temperatury lub wywoływać hipertermię.

Obszary miejskie są zazwyczaj cieplejsze niż ich wiejskie otoczenie. Duże obszary metropolitalne odnotowały znaczny wzrost liczby zgonów podczas fal upałów. Przewiduje się, że w przyszłości zmiany klimatyczne zwiększą podatność populacji miejskich na skutki zdrowotne związane z upałami. Fale upałów często towarzyszą okresy zastoju powietrza, co prowadzi do zwiększenia jego zanieczyszczenia i związanych z tym skutków zdrowotnych.

2.8. Wpływ zmian klimatu na choroby przenoszone przez wektory

Choroby przenoszone przez wektory to choroby przenoszone przez komary, kleszcze i pchły. Wektory te mogą przenosić ze zwierząt na ludzi patogeny zakaźne, takie jak wirusy, bakterie i pierwotniaki. Zmiany temperatury, opadów i ekstremalne zjawiska pogodowe zwiększają zasięg geograficzny chorób przenoszonych przez wektory, jak również mogą prowadzić do wcześniejszego występowania chorób w ciągu roku.²²

Klimat wpływa na rozprzestrzenianie się chorób przenoszonych przez wektory.²² Populacje wektorów i rozmieszczenie geograficzne chorób zależą od klimatu, a także od:

- użytkowania gruntów,
- czynników społeczno-ekonomicznych i kulturowych,
- zwalczania szkodników,
- dostępu do opieki zdrowotnej,
- reakcji człowieka na ryzyko choroby,
- innych czynników.

Zmiany klimatu mogą prowadzić do adaptacji wektorów/patogenów, powodując modyfikacje lub ekspansje ich zasięgów geograficznych. Mogą oddziaływać na częstość występowania chorób w zależności od interakcji wektor-gospodarz, odporności gospodarza i ewolucji patogenu. Zmiany klimatyczne wpływają globalnie na rozprzestrzenianie się chorób przenoszonych przez wektory, dotykając również obszarów wysoce rozwiniętych ekonomicznie ze względu na zwiększony handel i podróże mieszkańców do regionów tropikalnych i subtropikalnych. Niepewność, czy zmieniający się klimat zwiększy ryzyko chorób, takich jak denga, zależy od środków kontroli wektorów i czynników związanych ze stylem życia. Czynniki te obejmują na przykład czas spędzony w pomieszczeniach, co zmniejsza kontakt człowieka z owadami.²²

Zasięg geograficzny kleszczy przenoszących boreliozę jest ograniczony przez temperaturę. Przewiduje się, że wraz ze wzrostem temperatury powietrza kleszcze staną się jednak aktywne wcześniej w sezonie, a ich zasięg prawdopodobnie będzie się nadal rozszerzał w kierunku północnym. Typowe objawy boreliozy to: gorączka, ból głowy, zmęczenie i charakterystyczna wysypka skórna.

Rozprzestrzenianie się chorób przenoszonych przez wektory jest więc w znacznym stopniu determinowane przez zmiany klimatu, co powoduje, że w wyniku zwiększenia kontaktów handlowych i turystyki do regionów tropikalnych oraz subtropikalnych coraz bardziej narażone są na nie rozwinięte ekonomicznie kraje globalnej Północy.

W kolejnych latach dla mieszkańców Ameryki Północnej i Europy wzrośnie potencjalne ryzyko zachorowania na liczne choroby przenoszone przez wektory, w tym: boreliozę, gorączkę denga, chorobę wirusową zachodniego Nilu, gorączkę plamistą, dżumę oraz tularemię.

Należy pamiętać, że transmisja chorób zakaźnych zależy od:

- lokalnych, niewielkich różnic w pogodzie,
- modyfikacji krajobrazu przez człowieka,
- różnorodności żywicieli zwierzęcych,
- zachowania człowieka, które wpływa na kontakt człowieka z wektorem.

Kraje wysoko rozwinięte dysponują infrastrukturą zdrowia publicznego i programami do monitorowania, zarządzania i zapobiegania rozprzestrzenianiu się chorób. Ryzyko chorób zależnych od klimatu może być znacznie wyższe w biedniejszych krajach, które mają mniejsze możliwości zapobiegania chorobom i ich leczenia.

Ludzie mogą również zachorować, jeśli zostaną wyeksponowani na zanieczyszczoną wodę pitną lub rekreacyjną. Zmiany klimatyczne zwiększają ryzyko zachorowania poprzez wzrost temperatury, częstsze ulewne deszcze oraz burze. Skutki zdrowotne mogą obejmować choroby żołądkowo-jelitowe, takie jak biegunka, dodatkowo wpływają na układ nerwowy i oddechowy organizmu, a w ekstremalnych przypadkach prowadzą do uszkodzenia wątroby i nerek.

Choroba biegunkowa jest poważnym problemem zdrowia publicznego w krajach rozwijających się. Jest spowodowana narażeniem na różne patogeny obecne w wodzie i żywności. Do czynników zwiększających ryzyko przenoszenia patogenów związanych z chorobą biegunkową zaliczamy: temperaturę powietrza i wody, cykl opadów, ekstremalne opady deszczu oraz sezonowe wahania temperatury i opadów.

Najwyższe ryzyko choroby biegunkowej występuje u dzieci, osób starszych i chorych oraz osób narażonych na kontakt z nieoczyszczoną wodą gruntową. Choroby biegunkowe obserwuje się częściej zarówno przy wysokich, jak i niskich opadach. Nieregularny wzrost przepływu strumienia, często spowodowany szybkim topnieniem śniegu, powodziami i zmianami w uzdatnianiu wody, niejednokrotnie poprzedza wybuchy epidemii.

Zmiany klimatyczne wpływają na pogorszenie jakości wody pitnej poprzez:

- zwiększenie liczby patogenów (bakterie, wirusy i pasożyty, takie jak *Cryptosporidium* i *Giardia*),
- zwiększenie ilości toksyn wytwarzanych przez szkodliwe zakwity glonów i sinic,

- zwiększenie ilości substancji chemicznych, które trafiają do wody z powodu działalności człowieka.

Zmieniające się temperatury wody oznaczają, że bakterie (np. z rodziny *Vibrionaceae*) przenoszone drogą wodną i szkodliwe toksyny glonów będą obecne w wodzie lub owocach morza w różnych porach roku lub w miejscach, w których wcześniej nie stanowiły zagrożenia.

Odpływ i powódzie spowodowane wzrostem ekstremalnych opadów, huraganowych opadów deszczu i sztormów będą coraz bardziej zanieczyszczać zbiorniki wodne wykorzystywane do rekreacji (takie jak jeziora i plaże), wody do połowu skorupiaków i źródła wody pitnej.

Ekstremalne zjawiska pogodowe i sztormy mogą uszkodzić lub przekroczyć przepustowość infrastruktury wodnej (takiej jak zakłady uzdatniania wody pitnej lub oczyszczalnie ścieków), zwiększając ryzyko narażenia ludzi na zanieczyszczenia.

W krajach wysoko rozwiniętych ekonomicznie agencje ds. zasobów wodnych, zdrowia publicznego i środowiska zapewniają wiele zabezpieczeń w celu zmniejszenia ryzyka narażenia i zachorowania, nawet jeśli woda zostanie zanieczyszczona. Obejmują one monitorowanie jakości wody, normy i praktyki uzdatniania wody pitnej, zamykanie plaż i wydawanie ostrzeżeń dotyczących gotowania wody pitnej i połowu skorupiaków.

2.9. Wpływ zmian klimatu na bezpieczeństwo żywności i odżywianie

Oczekuje się, że zmiany klimatu i bezpośrednie skutki wyższych stężeń dwutlenku węgla w atmosferze wpłyną na bezpieczeństwo żywności i odżywianie.²³ Ekstremalne zjawiska pogodowe mogą również zakłócić lub spowolnić dystrybucję żywności.

Wyższe temperatury powietrza mogą zwiększyć liczbę przypadków zatruc pokarmowych wywołanych przez *Salmonellę* i inne bakterie, ponieważ bakterie te rozwijają się szybciej w ciepłym środowisku. Choroby te mogą powodować dolegliwości żołądkowo-jelitowe, a w ciężkich przypadkach i przy braku opieki medycznej mogą spowodować śmierć. Praktyki mające na celu ochronę żywności mogą pomóc uniknąć tych chorób nawet w obliczu zmian klimatu.

Zmiany klimatu będą miały różnorodne skutki, które mogą zwiększyć ryzyko narażenia na zanieczyszczenia chemiczne w żywności. Na przykład wyższe temperatury powierzchni morza doprowadzą do wyższych stężeń rtęci i innych związków organicznych w owocach morza, a nasilenie ekstremalnych zjawisk pogodowych wprowadzi zanieczyszczenia do łańcucha pokarmowego poprzez spływ wód opadowych.

Wyższe stężenia dwutlenku węgla w powietrzu mogą działać jak „nawóz” dla niektórych roślin, ale obniżają poziom białka i niezbędnych minerałów

w uprawach, takich jak pszenica, ryż i ziemniaki, przez co te produkty spożywcze stają się mniej odżywcze.

Ekstremalne zdarzenia, takie jak powodzie i susze, stwarzają wyzwania dla dystrybucji żywności, jeśli drogi i szlaki wodne zostaną uszkodzone lub staną się niedostępne.

2.10. Wpływ zmian klimatu na zdrowie psychiczne

Wszelkie zmiany w zdrowiu fizycznym danej osoby lub otaczającym ją środowisku mogą mieć również poważny wpływ na jej zdrowie psychiczne.²⁴ W szczególności doświadczenie ekstremalnych zjawisk pogodowych może powodować stres i inne konsekwencje dla zdrowia psychicznego, zwłaszcza gdy dana osoba dozna uszczerbku na zdrowiu, utraci bliskich lub dom. Mniej poznane skutki dla zdrowia psychicznego obejmują niepokój spowodowany degradacją środowiska i przesiedleniami. Może również wystąpić niepokój lub rozpacz z powodu świadomości zmian klimatycznych.

Zmiany klimatu wywołują zarówno natychmiastowe problemy ze zdrowiem psychicznym (np. lęk i stres pourazowy), jak i długotrwałe zaburzenia będące konsekwencją przesiedleń i zakłóconej spójności społecznej.

Problemy ze zdrowiem psychicznym nasilają się po ekstremalnych zjawiskach pogodowych i katastrofach klimatycznych nie tylko u osób zagrożonych, ale również wśród tych bez historii choroby psychicznej. Jest to zjawisko znane jako „typowe reakcje na zdarzenia nietypowe”. Reakcje te mogą być krótkotrwałe lub długotrwałe. Badania wykazały wysoki poziom lęku i zespołu stresu pourazowego u osób dotkniętych huraganem Katrina. Podobne obserwacje zostały odnotowane po powodziach i falach upałów.

Osoby z chorobami psychicznymi są szczególnie narażone na ekstremalne upały. Badania wykazały, że istniejąca wcześniej choroba psychiczna zwiększa trzykrotnie ryzyko śmierci podczas fal upałów, ponieważ przyjmowanie niektórych leków na choroby psychiczne utrudnia regulację temperatury ciała.²⁵

Należy zwrócić uwagę, że nawet sama wiedza na temat zagrożenia zmianami klimatycznymi (np. pochodząca z czytania lub oglądania wiadomości o nich) może wpływać na reakcje stresowe i zdrowie psychiczne.

Niektóre grupy osób są szczególnie narażone na negatywne skutki zmian klimatycznych, tj.: dzieci i osoby starsze, kobiety w ciąży i po porodzie, osoby z wcześniej istniejącą chorobą psychiczną, osoby o niskich dochodach i pracownicy służb ratunkowych.

Pacjenci z chorobami psychicznymi są szczególnie podatni na upały. Wskaźniki samobójstw zmieniają się w zależności od pogody, wzrastając w wysokich

temperaturach. Wskazuje to na potencjalny wpływ zmian klimatycznych na depresję i zdrowie psychiczne.

W przypadku kobiet w ciąży intensywny stres może doprowadzić do przedwczesnego porodu, niskiej masy urodzeniowej dziecka bądź powikłań okołoporodowych.

2.11. Indywidualne działania prewencyjne

Osobisty ślad węglowy to ilość CO₂e, jaką generuje jednostka w ciągu roku (np. przez transport, dietę, zużycie energii). Natomiast ślad węglowy produktu to całkowita emisja CO₂e związana z jego cyklem życia: od produkcji, poprzez transport, użytkowanie, aż po utylizację. Ślad węglowy firmy/organizacji jest z kolei sumą emisji wynikających z działalności przedsiębiorstwa.

Oznaczanie śladu węglowego, zarówno osobistego jak i produkcyjnego, pomaga zrozumieć wpływ działań na klimat i w konsekwencji podejmować świadome decyzje (np. wybór bardziej ekologicznych produktów), planować działania redukujące emisje (np. neutralność klimatyczna), czyli działać prewencyjnie.

Indywidualne działania prewencyjne pierwszego stopnia (zapobieganie bądź ograniczenie problemu) powinny być systematycznie wprowadzane przez każdą jednostkę. Podstawowymi technikami prewencji są: korzystanie z transportu publicznego lub roweru, ograniczanie spożycia mięsa i produktów wysoko przetworzonych, wybieranie energii ze źródeł odnawialnych, kupowanie lokalnych produktów w mniejszej ilości, ale o lepszej jakości (produkty o dłuższym cyklu przydatności).

Osobiste działania prewencyjne drugiego stopnia (radzenie sobie z istniejącym problemem we wczesnej fazie) to przede wszystkim skupienie się na stanie zdrowia. Ważne jest wyeliminowanie zanieczyszczeń powietrza w zamkniętych pomieszczeniach (np. dym tytoniowy, świece zapachowe), zdrowa dieta i umiarkowana aktywność fizyczna. W przypadku pogorszenia się stanu zdrowia fizycznego i/lub psychicznego należy zgłosić się po pomoc do specjalisty i podjąć odpowiednie środki prewencyjne bądź terapeutyczne.

Podsumowanie

Wieloletnia, intensywna działalność gospodarcza człowieka doprowadziła w ciągu ostatniego stulecia do trwałego zanieczyszczenia środowiska, a w konsekwencji do zmian klimatu (rycina XI.2.1). Ekstremalne zjawiska pogodowe (upały, susze, ulewy, powodzie, huragany, pożary) występują znacznie częściej, niż było to odnotowywane w przeszłości. Jednocześnie okres występowania intensywnych zjawisk pogodowych znacznie się wydłużył wraz z długością trwania okresów z wysoką temperaturą powietrza (globalne ocieplenie). Gwałtowne zjawiska pogodowe dodatkowo zanieczyszczają powietrze poprzez zwiększenie ilości ozonu i mikrocząsteczek, ponownie zwiększając ryzyko zmian klimatycznych.

Zmiany klimatyczne takie jak upały i susze, ulewne deszcze i powodzie prowadzą do redukcji zasobów wody pitnej. Negatywny wpływ na jej dostępność ma również zwiększający ryzyko rozwoju chorób zakaźnych gwałtowny rozwój pasożytów w wyniku podwyższenia średnich temperatur w ciągu roku. Brak wody pitnej utrudnia higienę i zwiększa dodatkowo ryzyko chorób zakaźnych.

Wzrost średnich temperatur w ciągu roku na wszystkich szerokościach geograficznych zwiększa ryzyko rozprzestrzeniania się chorób przenoszonych przez wektory. Istnieje realne ryzyko, że choroby obecne na obszarach

Rycina XI.2.1. Przegląd najważniejszych zagrożeń dla zdrowia człowieka zależnych od klimatu, czynniki ryzyka oraz grupy i systemy prewencyjne



tropikalnych zostaną przeniesione na wyższe szerokości geograficzne wraz z przeniesieniem wektorów w trakcie transportu towarów i pasażerów.

Przedłużające się okresy suszy redukują plony rolne i zwiększają ryzyko niedoboru żywności. Dodatkowo długotrwałe susze, szczególnie w połączeniu z silnymi wiatrami, stanowią ryzyko rozniecenia pożarów na znacznych obszarach. Konsekwencją pożarów jest wzrost urazów, zgonów, utrata mienia, jak również zanieczyszczenie powietrza.

Zmiany klimatyczne prowadzą do wzrostu ryzyka urazów i chorób, przy czym stopień zagrożenia dla poszczególnych osób jest uzależniony od ich indywidualnych czynników ryzyka. To, w jaki sposób jest zagrożone zdrowie jednostki, zależy także od społeczeństwa, w którym żyje dana osoba, dostępu do opieki zdrowotnej, indywidualnych uwarunkowań biologicznych, wydajności systemu prewencji i opieki zdrowotnej.

Działania prewencyjne należy podjąć na poziomie jednostki, ale również całego społeczeństwa. Edukacja zdrowotna w połączeniu z wiedzą o zdrowiu środowiskowym stanowi fundament dla świadomej ochrony zdrowia przed skutkami zmian klimatycznych. Rolą administracji państwowej jest stworzenie odpowiedniego zaplecza opieki zdrowotnej, infrastruktury energetycznej oraz wydajnych systemów zarządzania gospodarką wodną i żywnościową.

Przydatne materiały online

► Filmy przygotowane przez Centers for Disease Control and Prevention dotyczące wpływu klimatu na nasze zdrowie

Piśmiennictwo

1. Rypicz Ł, Zatońska K, Witczak I. *Zdrowie publiczne w obliczu kryzysu*. Warszawa: Wydawnictwo Lekarskie PZWL; 2024.
2. Duarte CM, Jaremko Ł, Jaremko M. Hypothesis: Potentially systemic impacts of elevated CO₂ on the human proteome and health. *Front Public Health*. 2020;8:543322. doi:10.3389/fpubh.2020.543322
3. Burkšienė V, Dvorak J. ENGO Communication Management Towards Climate Change: Solutions in Port City. W: Galaby AAR, Abo ElEnein M, Mohamed H, red. *Global Perspectives on Climate Change, Social Resilience, and Social Inclusion*. Hershey: IGI Global Scientific Publishing; 2024:90–10. doi:10.4018/978-1-6684-8963-5.ch005
4. Kemp L, Xu C, Depledge J, et al. Climate endgame: Exploring catastrophic climate change scenarios. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2022;119(34):e2108146119. doi:10.1073/pnas.2108146119
5. Zittis G, Almazroui M, Alpert P, et al. Climate change and weather extremes in the Eastern Mediterranean and Middle East. *Rev Geophys*. 2022;60(3):e2021RG000762. doi:10.1029/2021RG000762
6. Magdalena S. Szósty Raport IPCC jako najnowsze źródło informacji o zmianach klimatu. *Energetyka*. 2023;9:527–534. energopomiar.com/wp-content/uploads/Szesty-Raport-IPCC-jako-zrodlo-inf-o-klimacie.pdf. Dostęp 3.12.2025.
7. Ebi KL, Vanos J, Baldwin JW, et al. Extreme Weather and Climate Change: Population Health and Health System Implications. *Annu Rev Public Health*. 2021;42:293–315. doi:10.1146/annurev-publhealth-012420-105026

8. World Health Organization. Climate change. www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health#:~:text=ones%2E-,Climate,issues. Dostęp 28.06.2025.
9. He C, Kumar R, Tang W, et al. Air pollution interactions with weather and climate extremes: Current knowledge, gaps, and future directions. *Curr Pollut Rep.* 2024;10:430–442. doi:10.1007/s40726-024-00296-9
10. Dewan S, Lakhani A. Tropospheric ozone and its natural precursors impacted by climatic changes in emission and dynamics. *Front Environ Sci.* 2022;10:1007942. doi:10.3389/fenvs.2022.1007942
11. Holm SM, Balmes JR. Systematic review of ozone effects on human lung function, 2013 through 2020. *Chest.* 2022;161(1):190–201. doi:10.1016/j.chest.2021.07.2170
12. Centers for Disease Control and Prevention. Effects of climate change on health. <https://www.cdc.gov/climate-health/php/effects/index.html>. Dostęp 28.06.2025.
13. Lachowicz JI, Lecca LI, Meloni F, Campagna M. Metals and metal-nanoparticles in human pathologies: From exposure to therapy. *Molecules.* 2021;26(21):6639. doi:10.3390/molecules26216639
14. Mousavi F, Oteros J, Shahali Y, Carinanos P. Impacts of climate change on allergenic pollen production: A systematic review and meta-analysis. *Agric For Meteorol.* 2024;349:109948. doi:10.1016/j.agrformet.2024.109948
15. Leru PM, Anton VF, Chovancova Z, et al. Evaluation of respiratory allergies burden and management in primary care and comparative analysis of health care data from Romania, Poland, Czech Republic and Bulgaria – preliminary study. *Rom J Intern Med.* 2024;62(3):341–355. doi:10.2478/rjim-2024-0018
16. Burbank AJ. Climate change and the future of allergies and asthma. *Curr Allergy Asthma Rep.* 2025; 25(1):20. doi:10.1007/s11882-025-01201-0
17. Yamamoto K, Sayama T, Apip. Impact of climate change on flood inundation in a tropical river basin in Indonesia. *Prog Earth Planet Sci.* 2021;8:1–15. doi:10.1186/s40645-020-00386-4
18. Goshua A, Gomez J, Erny B, et al. Addressing climate change and its effects on human health: A call to action for medical schools. *Acad Med.* 2021;96(3):324–328. doi:10.1097/ACM.0000000000003861
19. Johnston FH, Williamson G, Borchers-Arriagada N, Henderson SB, Bowman DMJS. Climate change, landscape fires, and human health: A global perspective. *Annu Rev Public Health.* 2024;45(1):295–314. doi:10.1146/annurev-publhealth-060222-034131
20. Bell ML, Gasparrini A, Benjamin GC. Climate change, extreme heat, and health. *N Engl J Med.* 2024;390(19):1793–1801. doi:10.1056/NEJMra2210769
21. Delaney SW, Stegmuller A, Mork D, et al. Extreme heat and hospitalization among older persons with Alzheimer disease and related dementias. *JAMA Intern Med.* 2025;185(4):412–421. doi:10.1001/jamainternmed.2024.7719
22. Ma J, Guo Y, Gao J, et al. Climate change drives the transmission and spread of vector-borne diseases: An ecological perspective. *Biology (Basel).* 2022;11(11):1628. doi:10.3390/biology11111628
23. Mirón IJ, Linares C, Díaz J. The influence of climate change on food production and food safety. *Environ Res.* 2023;216(Pt 3):114674. doi:10.1016/j.envres.2022.114674
24. Walinski A, Sander J, Gerlinger G, Clemens V, Meyer-Lindenberg A, Heinz A. The effects of climate change on mental health. *Dtsch Arztebl Int.* 2023;120(8):117–124. doi:10.3238/arztebl.m2022.0403
25. Thompson R, Hornigold R, Page L, Waite T. Associations between high ambient temperatures and heat waves with mental health outcomes: A systematic review. *Public Health.* 2018;161:171–191. doi:10.1016/j.puhe.2018.06.008