

Warszawa, 21 maja 2024 roku

Komunikat 04/2024
Komitetu Problemowego ds. Kryzysu Klimatycznego
przy Prezydium PAN
na temat
wpływu zmiany klimatu na zdrowie

STRESZCZENIE

Zmiana klimatu to nie abstrakcyjny proces dotyczące odległej przyszłości, lecz gwałtowne zmiany już teraz wpływające na nasze codzienne życie.

Upały istotnie zwiększają ryzyko udarów oraz chorób układu krążenia i wielu innych. Szczególnie dotkliwie odczuwają je najstarsi mieszkańcy, kobiety w ciąży i niemowlęta. W konsekwencji zmiany klimatu mogą cofnąć rezultaty postępu technologicznego i medycznego – odwrócić trwający od lat trend zwiększającej się długości życia i spadającej śmiertelności niemowląt.

Upały utrudniają dostęp do czystej wody, tym samym zwiększając ryzyko powrotu poważnych chorób i kryzysów higienicznych.

Zmiany klimatu destabilizują ekosystemy, tworząc warunki do migracji gatunków i rozwoju nowych patogenów. Powoduje to docieranie do Polski nieznanych tu wcześniej chorób (np. przenoszonych przez komary), a także zwiększa ryzyko wybuchu kolejnych pandemii powodowanych przez całkiem nowe choroby odzwierzęce.

Dlatego już dziś musimy podjąć wielotorowe działania, które:

1. natychmiast zminimalizują niekorzystny wpływ zmian klimatycznych na nasze bezpieczeństwo i zdrowie,
2. spowolnią dalszy postęp zmian klimatu i pozwolą długoterminowo zachować zdrowie i życie przyszłym pokoleniom.

Wprowadzenie

Polska znajduje się w strefie klimatu umiarkowanego, w której ekstremalne temperatury spotykane są rzadko, a przyrodą rządzą pory roku. Obserwowana w ostatnich latach zmiana klimatu nie wydaje się dramatyczna z naszego punktu widzenia, a coraz łagodniejsze zimy, czy upalne lata przez niektórych przyjmowane są wręcz z radością. Informacje o związanych z tymi zmianami długofalowych zagrożeniach docierają do nas, jednak nie przemawiają do wyobraźni. Często odezwy o zmianę podejścia do przyrody rozbijają się o naszą wygodę, bo skala czasowa wydaje się zbyt długa, a nadużywane hasło dbania o planetę skłania do zadania pytania – czy to nie my powinniśmy być najważniejsi?

A przecież walka o zatrzymanie zmiany klimatu to nie tylko walka o planetę i różnorodność gatunkową, to przede wszystkim walka o nasz komfort i bezpieczeństwo [1]. Obecnie żyjemy w dobrze zdefiniowanym ekosystemie we względnej równowadze. Jednak zaburzenie tego stanu zagraża naszemu życiu i zdrowiu. Aby zachować bezpieczeństwo, rozwój technologiczny i komfort *Homo sapiens* potrzebuje dziś nowych strategii działań w niespotykanej dotąd globalnej skali.

W niniejszym opracowaniu odnosimy się do powodowanych przez zmiany klimatu zagrożeń dla naszego zdrowia. Zagrożenia te już się pojawiły, a ich intensywność będzie rosła w najbliższych latach.

Ekstremalne zdarzenia pogodowe

Globalne ocieplenie wiąże się z coraz częstszymi, gwałtownymi i intensywnymi anomaliami oraz zjawiskami pogodowymi, w tym z falami upałów występującymi na wszystkich kontynentach. Wzrost temperatury atmosferycznej prowadzi do zwiększonej zapadalności na udary cieplne, szczególnie wśród osób starszych i dzieci. Udar cieplny jest stanem zagrożenia życia, gdy organizm nie jest już w stanie kontrolować swojej temperatury. Temperatura ciała gwałtownie wzrasta, mechanizm pocenia się zawodzi, a ciało nie jest w stanie samo się ochłodzić [2]. Uważa się, że nawet 37% wszystkich występujących obecnie udarów cieplnych można przypisać antropogenicznym emisjom gazów cieplarnianych [3]. Latem 2022 roku w Europie aż 61 672 zgonów można było przypisać upałom [4]. Oznacza to, że już dziś zmiany klimatu przynoszą rocznie 23 tysiące dodatkowych ofiar upałów rocznie. To tak, jakby z mapy zniknął Wyszaków. Ekstremalne zjawiska pogodowe w Europie będą w najbliższych dziesięcioleciach narastać. Śmiertelność związana z gorącem będzie coraz poważniejszym problemem zdrowia publicznego, powodując odwrócenie się trendu wydłużania się długości życia ludzi [5]. Wzrost temperatury jest również związany z intensyfikacją ryzyka wystąpienia zaburzeń rytmu serca, zawału serca czy choroby wieńcowej [6]. Wyniki przeprowadzonych badań jednoznacznie wykazują, że wzrost temperatury o 1°C jest związany ze wzrostem ryzyka zgonu z powodu chorób sercowo-naczyniowych o ponad 2%, przy czym najwyższe ryzyko dotyczy udaru i choroby wieńcowej.

Wzrost temperatury wpływa na wszystkie obszary naszego funkcjonowania, znacząco zwiększając prawdopodobieństwo wystąpienia wielu innych zjawisk. Badania pokazują m.in. wzrost ryzyka przedwczesnych porodów o ~5% na każdy 1°C oraz wzrost częstości epizodów schizofrenii o ~7% w czasie fali upałów [7]. Dlatego niezmiernie istotna jest zmiana podejścia do tworzonej oraz istniejącej infrastruktury, w której na co dzień bytujemy (potrzebujemy więcej cienia i zieleni) oraz wdrożenie edukacji dotyczącej radzenia sobie w trakcie upałów.

Czysta woda

Zmiany klimatu i ekstremalne zjawiska pogodowe wpływają na bilans wodny. Oznacza to okresowy brak dostępu do czystej, zdanej do spożycia wody i ryzyko powrotu dawno zapomnianych w naszym klimacie chorób. Choroby przenoszone drogą fekalno-oralną (np. cholera, dur brzuszny, czerwonka bakteryjna, wirusowe zapalenia wątroby typu A i E) jak dotąd nie występują powszechnie w Europie dzięki tzw. higienie komunalnej, czyli stałemu utrzymywaniu sprawnej i dobrej jakościowo infrastruktury wodociągowej, sanitarno-kanalizacyjnej oraz dzięki nadzorowi nad żywnością, a także łatwemu dostępowi do prostych antybiotyków doustnych. Katastrofalne klęski żywiołowe lub choćby tylko zaniki zasilania wyłączają tę infrastrukturę i procedury, a w efekcie powyższe choroby zakaźne przestaną być „trzymane na dystans” i dość szybko powrócą. Ważną lekcję przyniosła tu katastrofa naturalna, jaką było trzęsienie ziemi w Haiti w styczniu 2010 roku. Bezpośrednio na skutek trzęsienia zginęło ponad 300 tysięcy osób, jednak zniszczenia sieci kanalizacyjnej i lokalne powodzie w połączeniu z przybyciem zespołów ratowników, którzy stali się źródłem zakażenia przecinkowcem cholery, doprowadziło do wybuchu epidemii, na którą zachorowało ponad 820 tysięcy osób. Odnotowano wówczas niemal 10 tysięcy ofiar śmiertelnych, kilkadziesiąt osób zlinczował tłum, co doprowadziło do wprowadzenia stanu wyjątkowego w październiku 2010 roku. Zachorowania na cholere odnotowywano w Haiti do lutego 2019 r. [8].

Poważnym problemem związanym z globalnym ociepleniem jest zmiana warunków fizycznych ekosystemów wodnych prowadząca do przebudowy ich struktury biologicznej. Wzrost temperatury i niski przepływ rzek wydłużający czas stagnacji wody w zasilanych rzekami zbiornikach i niektórych jeziorach skutkuje częstszym pojawianiem się sinic. Dominują one struktury biologiczne tych ekosystemów i często zwiększają produkcję toksyn. Dotyczy to zwłaszcza zbiorników i jezior w wysokich szerokościach geograficznych, w tym w Polsce. Występowanie intensywnych opadów i brak pokrywy śnieżnej może – zwłaszcza w zlewni o niskim udziale lasów i mokradeł – prowadzić do intensywnego spływu powierzchniowego zasilającego ekosystemy wodne w związki fosforu i azotu. Te z kolei są bezpośrednio pozytywnie skorelowane z produkcją sinic.

Innym przykładem bezpośredniego wpływu zmian klimatu na nasze zdrowie jest legionelloza, czyli choroba wywoływana przez bakterię *Legionella sp.*, która występuje naturalnie w wodach powierzchniowych i sporadycznie powoduje zakażenia u człowieka. Częstość takich zakażeń rośnie wraz z temperaturą, która sprzyja rozwojowi tych bakterii. Optymalne warunki do ich namnażania się to temperatura w zakresie 25–45°C, która w naturalnych warunkach rzadko jest w Polsce spotykana. Jednakże, wraz ze wzrostem średnich temperatur i podwyższaniem się temperatury wody w sieciach przesyłowych i zbiornikach klimatyzatorów, bakteria uzyskuje korzystne nisze ekologiczne. W krajach południowej Europy to zagrożenie jest doskonale znane: corocznie notowane są liczne przypadki zakażeń w miesiącach letnich. Co ważne, w 2023 roku również w Polsce odnotowano liczne przypadki legionellozy oraz ogniska zakażeń, co bezpośrednio należy powiązać z faktem, że rok ten był najcieplejszy w historii pomiarów. Zagrożenie to dla Polski opisano już kilka lat wcześniej, jednak nie zostały podjęte żadne działania zapobiegawcze [9].

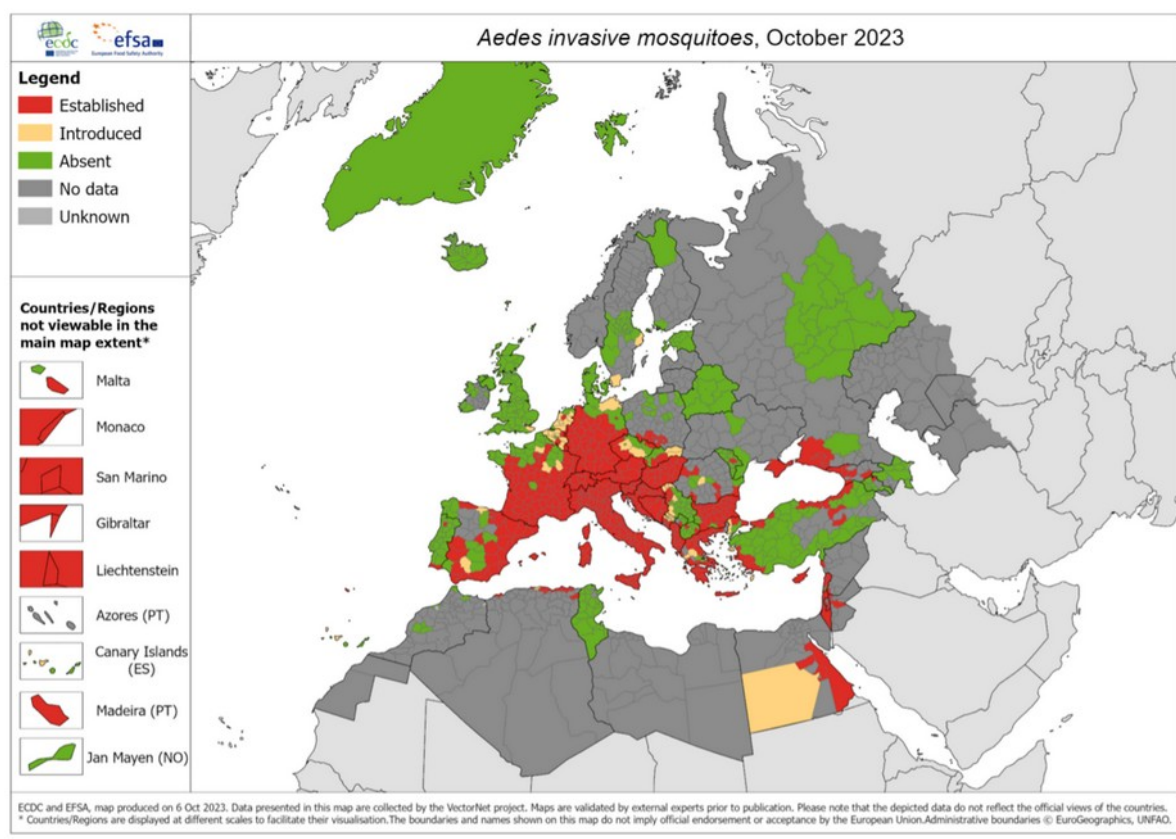
Nowe zagrożenia

Zmiany klimatyczne wpływają na nasze życie i zdrowie nie tylko bezpośrednio, pogarszając warunki życiowe, ale również pośrednio – poprzez zmianę ekosystemów, w których

żyjemy. Wszystkie gatunki na Ziemi mają swoje nisze ekologiczne, w których funkcjonują. Działalność człowieka zakłóca funkcjonowanie tych nisz, co prowadzi nie tylko do wymierania gatunków, ale także do migracji zwierząt, zmian w ich geograficznym rozmieszczeniu (zasięgu i liczebności) oraz w ekosystemach, w których występują [10–12].

Wśród wielu negatywnych efektów takich zmian wymienić można także wzrost ryzyka chorób, które dotychczas stanowiły zagrożenie głównie podczas egzotycznych podróży. Drugie, być może jeszcze ważniejsze, ryzyko wiąże się ze wzrostem prawdopodobieństwa pojawienia się nowych patogenów mogących spowodować pandemię.

W pierwszym przypadku namacalnym przykładem pojawienia się nowych chorób są patogeny przenoszone przez komary. Zwiększenie ryzyka wynika zarówno ze wzrostu zdolności wirusów do przetrwania i namnażania się w owadach w niższych temperaturach, jak i z rozszerzaniem się zasięgu występowania gatunków komarów będących wektorem zakażeń. Warto podkreślić, że choć potocznie termin „komar” odnosi się do jednego rodzaju owada, w rzeczywistości obejmuje on wiele gatunków różniących się wyglądem oraz rodzajami przenoszonych chorób. Na przykład malaria jest przenoszona przez komary z rodzaju *Anopheles* (np. widliszek), denga głównie przez *Aedes* (komar egipski, komar tygrysi), a gorączka Zachodniego Nilu przez komary z rodzaju *Culex* (np. komar pospolity). Zmiany klimatyczne już dziś umożliwiają migrację komarów coraz dalej na północ, a analizy wskazują na przyspieszenie tego procesu, co sugeruje, że możemy obserwować przypadki nowych chorób również w Polsce [13–15].



Rycina 1. Występowanie inwazyjnych gatunków komarów *Aedes* w krajach europejskich (<https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/aedes-invasive-mosquitoes-current-known-distribution-october-2023>).

W związku z opisanymi procesami obserwuje się coraz szersze występowanie dengi w krajach europejskich. Pierwsze przypadki lokalnej transmisji dengi zaobserwowano we Francji i Chorwacji w 2010 r. [16–18] i dziś choroba ta obecna jest w wielu krajach europejskich [19].

Z drugiej strony ograniczeniem są również wymogi samych patogenów. Przykładem może być wirus Zachodniego Nilu wywołujący zapalenie mózgu i przenoszony przez komary występujące w całej Europie. Od początku XXI wieku wirus ten rozszerzył swoje występowanie na północ. Początkowo rozprzestrzenił się w Amerykach, a teraz proces ten następuje w Europie z przypadkami infekcji u ludzi w krajach sąsiadujących z Polską, takich jak Niemcy i Czechy [20]. Wykazano bezpośrednią zależność zmian klimatu z występowaniem tego wirusa [21, 22].

Również kleszcze przenoszą wiele chorób wirusowych, bakteryjnych oraz pasożytniczych. Niektóre z nich, na przykład gorączka krymsko-kongijska, charakteryzują się bardzo wysoką śmiertelnością [23]. Również w przypadku tych pajęczaków obserwuje się znaczący wpływ zmian klimatu na zasięg i częstość ich występowania, co z kolei prowadzi do pojawienia się w naszej strefie klimatycznej nowych, egzotycznych chorób [24, 25].

Chociaż rozprzestrzenianie się chorób wirusowych jest dla nas niebezpieczne, są to procesy stosunkowo powolne, co pozwala na wdrożenie działań ochronnych. Już teraz dostępne są pierwsze szczepionki przeciwko dendze, a nawet przeciw malarii. Trwają również prace nad skutecznymi terapiami, które mogą złagodzić objawy tych chorób.

Znacznie poważniejszym zagrożeniem jest jednak rosnące ryzyko pojawienia się całkowicie nowych, odzwierzęcych chorób, które mogą spowodować kolejną pandemię. Nasza aktywność ma istotny wpływ na ryzyko wystąpienia pandemii. Zmiana warunków życia spowodowana działalnością ludzką prowadzi do utraty ustalonych nisz ekologicznych przez zwierzęta, co zmusza je do migracji i wejścia w nowe środowiska oraz interakcji z innymi gatunkami. Co ciekawe, zwiększa to również częstość występowania wirusów u samych zwierząt [26]. Dodatkowo nasza rosnąca mobilność [27] i coraz częstsze kontakty z dzikimi i udomowionymi zwierzętami (np. podczas wakacyjnych wyjazdów do jaskiń z nietoperzami czy odwiedzania targów zwierząt w krajach Azji i Afryki) zwiększają prawdopodobieństwo transmisji międzygatunkowej.

Kontakt z nietoperzem jest groźniejszy dla turysty niż dla lokalnego mieszkańca. Mieszkańcy danych terenów mają częsty kontakt z występującymi lokalnie zwierzętami i w efekcie również z wirusami i bakteriami występującymi u tych zwierząt. Ich układ odpornościowy przez lata adaptował się do tych patogenów, minimalizując ryzyko zakażenia i poważnej infekcji w przypadku pojawienia się wariantu zagrażającego ludziom. W przeciwieństwie do nich Europejczycy nie posiadają tej naturalnej bariery i pojawienie się takiej transmisji stanowi realne zagrożenie [28–30].

Możemy obserwować podobne sytuacje w świecie zwierząt. Przykładem może być introdukcja wiewiórki szarej w Europie, która wypiera miejscową wiewiórkę pospolitą. Proces ten jest związany między innymi z przeniesieniem wirusa ospy wiewiórek i nicienia *Strongyloides robustus* przez gatunek inwazyjny. Podczas kiedy wiewiórka szara przystosowała się do tych zagrożeń, populacja wiewiórki pospolitej gwałtownie maleje [31, 32].

Podsumowanie

Zmiany klimatu przyniosą nowe zagrożenia długoterminowe, których wciąż jeszcze możemy uniknąć. Są jednak takie, które już dziś stanowią naszą teraźniejszość. W związku z tym musimy podjąć działania wielotorowe, które z jednej strony zminimalizują niekorzystny wpływ zmian klimatycznych na nasze bezpieczeństwo i zdrowie poprzez rozwój technologii, włączając w to biomedycynę i przygotowania logistyczno-organizacyjne, natomiast z drugiej spowolnią dalszy postęp zmian klimatu i pozwolą długoterminowo zachować zdrowie i życie przyszłym pokoleniom. To zintegrowane podejście, łączące zarówno reaktywne, jak i prewencyjne strategie, jest niezbędne do skutecznego zarządzania ryzykiem zdrowotnym w obliczu zmieniającego się świata.

Aby było to możliwe, konieczne jest skoordynowane działanie ponad podziałami politycznymi. W związku z tym apelujemy o:

1. Utworzenie i wsparcie mechanizmu doradztwa naukowego na wysokim szczeblu, na wzór sprawdzonego podejścia *scientific advice*, które pozwoli na obiektywne i wyłączone z rozgrywek politycznych i biznesowych opracowanie kluczowych zagadnień dla decydentów.
2. Rozszerzenie funkcjonowania autonomicznej służby cywilnej, aby była w stanie reagować na pojawiające się zagrożenia, w tym powodowane przez fale ekstremalnych upałów.
3. Inwestycję w technologie przyszłości, zarówno w zakresie biomedycyny, jak i rozwiązań zwiększających naszą odporność na szybko zachodzące zmiany klimatu.
4. Edukacja personelu medycznego, ze szczególnym uwzględnieniem lekarzy rodzinnych, w zakresie rozpoznawania oraz działania w przypadku chorób, które prawdopodobnie pojawią się w regionie w najbliższym czasie.
5. Wdrożenie elementu oceny ryzyka klimatycznego w projektowaniu nowej oraz modernizacji istniejącej infrastruktury. Niezbędne są zmiany organizacyjne i legislacyjne – przykładem takich pilnych zmian jest wdrożenie dyrektywy unijnej dotyczącej czystej wody [33].

Komunikat wyraża opinię Komitetu i nie powinien być utożsamiany ze stanowiskiem Polskiej Akademii Nauk (par. 5 ust. 3 Uchwały nr 1/2023 Prezydium PAN w sprawie utworzenia komitetów problemowych i rad przy Prezydium Polskiej Akademii Nauk na kadencję 2023-2026)

Bibliografia

1. (IPCC), I. P. on C. C. Health, Wellbeing and the Changing Structure of Communities. *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability* 1041–1170 (2023) doi:10.1017/9781009325844.009.
2. Heat Stress Related Illness | NIOSH | CDC.
<https://www.cdc.gov/niosh/topics/heatstress/heatrelillness.html>.
3. Vicedo-Cabrera, A. M. *et al.* The burden of heat-related mortality attributable to recent human-induced climate change. *Nature Climate Change* 2021 11:6 11, 492–500 (2021).
4. Ballester, J. *et al.* Heat-related mortality in Europe during the summer of 2022. *Nature Medicine* 2023 29:7 29, 1857–1866 (2023).

5. Suarez-Gutierrez, L., Müller, W. A. & Marotzke, J. Extreme heat and drought typical of an end-of-century climate could occur over Europe soon and repeatedly. *Communications Earth & Environment* 2023 4:1 4, 1–11 (2023).
6. Liu, J. *et al.* Heat exposure and cardiovascular health outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Lancet Planet Health* 6, e484–e495 (2022).
7. Hu, J. *et al.* Seasonal peak and the role of local weather in schizophrenia occurrence: A global analysis of epidemiological evidence. *Science of The Total Environment* 899, 165658 (2023).
8. Haiti | Earthquake and Cholera Outbreak - Emergency Appeal № MDRHT018 - Operation update #6 - Haiti | ReliefWeb. <https://reliefweb.int/report/haiti/haiti-earthquake-and-cholera-outbreak-emergency-appeal-no-mdrht018-operation-update-6>.
9. Skotak, K. *et al.* Raport Końcowy Zawierający Trendy i Prognozy Umieralności i Chorobowości z Powodu Chorób Klimatologicznych, a Także Wnioski i Rekomendacje Dla Jednostek Systemu Ochrony Zdrowia w Zakresie Adaptacji Do Zmian Klimatu. (2020).
10. Tödtling, F. & Trippel, M. One size fits all?: Towards a differentiated regional innovation policy approach. *Res Policy* 34, 1203–1219 (2005).
11. Wernberg, T. *et al.* Climate-driven regime shift of a temperate marine ecosystem. *Science (1979)* 353, 169–172 (2016).
12. Climate change and migratory species: a review of impacts, conservation actions, indicators and ecosystem services | JNCC Resource Hub. <https://hub.jncc.gov.uk/assets/9989a5a2-1745-4532-a9f4-92c0c50ca304>.
13. Groen, T. A. *et al.* Ecology of West Nile virus across four European countries: Empirical modelling of the Culex pipiens abundance dynamics as a function of weather. *Parasit Vectors* 10, 1–11 (2017).
14. Bertola, M., Mazzucato, M., Pombi, M. & Montarsi, F. Updated occurrence and bionomics of potential malaria vectors in Europe: a systematic review (2000–2021). *Parasites & Vectors* 2022 15:1 15, 1–34 (2022).
15. Giunti, G., Becker, N. & Benelli, G. Invasive mosquito vectors in Europe: From bioecology to surveillance and management. *Acta Trop* 239, 106832 (2023).
16. Gjenero-Margan, I. *et al.* Autochthonous dengue fever in Croatia, August- September 2010. *Eurosurveillance* 16, 1–4 (2011).
17. Vega-Rua, A. *et al.* High Efficiency of Temperate Aedes albopictus to Transmit Chikungunya and Dengue Viruses in the Southeast of France. *PLoS One* 8, e59716 (2013).
18. La Ruche, G. *et al.* First two autochthonous dengue virus infections in metropolitan France, september 2010. *Eurosurveillance* 15, 1–5 (2010).
19. Dengue worldwide overview. <https://www.ecdc.europa.eu/en/dengue-monthly>.
20. West Nile virus infection. <https://www.ecdc.europa.eu/en/west-nile-virus-infection>.
21. Erazo, D. *et al.* Contribution of climate change to the spatial expansion of West Nile virus in Europe. *Nature Communications* 2024 15:1 15, 1–10 (2024).
22. Bakonyi, T. & Haussig, J. M. West nile virus keeps on moving up in Europe. *Eurosurveillance* 25, 2001938 (2020).
23. Crimean-Congo haemorrhagic fever. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/crimean-congo-haemorrhagic-fever>.
24. Hekimoglu, O., Elverici, C. & Kuyucu, A. C. Predicting climate-driven distribution shifts in Hyalomma marginatum (Ixodidae). *Parasitology* 150, 883–893 (2023).
25. Yılmaz, S., İba Yılmaz, S., Alay, H., Koşan, Z. & Eren, Z. Temporal tendency, seasonality and relationship with climatic factors of Crimean-Congo Hemorrhagic Fever cases (East of Turkey: 2012–2021). *Heliyon* 9, (2023).
26. Warmuth, V. M., Metzler, D. & Zamora-Gutierrez, V. Human disturbance increases coronavirus prevalence in bats. *Sci Adv* 9, (2023).
27. Chen, L. H. & Wilson, M. E. The Role of the Traveler in Emerging Infections and Magnitude of Travel. *Med Clin North Am* 92, 1409 (2008).
28. Johnson, B. A. *et al.* Loss of furin cleavage site attenuates SARS-CoV-2 pathogenesis. *Nature* 2021 591:7849 591, 293–299 (2021).
29. Evans, T. S. *et al.* Exposure to diverse sarbecoviruses indicates frequent zoonotic spillover in human communities interacting with wildlife. *International Journal of Infectious Diseases* 131, 57–64 (2023).
30. Latinne, A. *et al.* One Health Surveillance Highlights Circulation of Viruses with Zoonotic Potential in Bats, Pigs, and Humans in Viet Nam. *Viruses* 15, 790 (2023).
31. Tompkins, D. M., White, A. R. & Boots, M. Ecological replacement of native red squirrels by invasive greys driven by disease. *Ecol Lett* 6, 189–196 (2003).
32. Romeo, C. *et al.* Biodiversity threats from outside to inside: effects of alien grey squirrel (Sciurus carolinensis) on helminth community of native red squirrel (Sciurus vulgaris). *Parasitol Res* 114, 2621–2628 (2015).
33. Dyrektywa 2020/2184 w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (wersja przekształcona) - OpenLEX. <https://sip.lex.pl/akty-prawne/dzienniki-UE/dyrektywa-2020-2184-w-sprawie-jakosci-wody-przeznaczonej-do-spozycia-przez-69394323>.