



Zmiany klimatu, a choroby zakaźne

Agnieszka Świątalska¹, Magdalena Larska²

¹ Zakład Higieny Weterynaryjnej w Gdańsku

² Dział Wirusologii i Wirusowych Chorób Zwierząt Państwowego Instytutu Weterynaryjnego - Państwowego Instytutu Badawczego w Puławach

Planeta Ziemia uformowała się z mgławicy słonecznej około 4,5 miliarda lat temu. Około 1 miliarda lat później powstała pierwsza komórka, a półtora miliarda lat trwało powstawanie komórek o bardziej złożonej strukturze, z których jesteśmy zbudowani. Podobny czas był potrzebny aby komórki zaczęły się łączyć i działać w sposób bardziej zorganizowany, tworząc organizmy wielokomórkowe. Teorii dotyczących powstawania i ewoluowania życia na ziemi jest sporo, jednak niemal wszyscy badawcze są zgodni, że życie powstało w wodzie, a pracomórka żyła w strumieniu ciepłej wody płynącej z kominów geotermalnych z dna oceanu, wytwarzając metan jako produkt uboczny metabolizmu. Wydzielanie tego gazu przyczyniło się bezpośrednio do rozwoju życia na Ziemi. Metan ma 2825 silniejszy wpływ na ocieplenie klimatu niż dwutlenek węgla, dlatego to on zapoczątkował życie na Ziemi. Przez miliardy lat organizmy stawały się coraz bardziej złożone, jednocześnie wydajne, wyspecjalizowane, mimo tego, co paręset milionów lat konsekwentnie następowało masowe wymieranie gatunków. Każde zdarzenie było poprzedzone zwiększoną aktywnością zwierząt i roślin. Rozprzestrzenianie, w poszukiwaniu bardziej dogodnych warunków życia, przyczyniło się w znacznym stopniu do reorganizacji życia na naszej planecie. Zjawisko to opisał już Karol Darwin w „O powstaniu gatunków”, gdzie przedstawił przebieg masowego podążania wielu istot w kierunku biegunów, na obszary pojawiające się w skutek cofania się lodowców. Badając czasy od pojawienia się pierwszych cjanobakterii, zjawiska wielkich migracji oraz „masowego wymierania” w historii naszej planety wydarzały się już co najmniej kilka razy. Geolodzy opisują pięć najbardziej znaczących „resetów”: z ostatnim kredowym (66 mln lat temu), który zakończył erę dinozaurów. Wymieranie permskie (252 mln lat temu) uznaje się, że było najbardziej znaczącym, podczas którego wyginęło aż 96 % gatunków morskich i 70 % lądowych. Przyczyn tych zjawisk doszukano się, za najbardziej prawdopodobne uznaje się wybuchy wulkanów oraz zderzenia kuli ziemskiej z meteorytami. Mechanizm zaś był podobny, do dziś obserwowanych zmian - czyli nasilenie efektu cieplarnianego wskutek znacznego wzrostu dwutlenku węgla w atmosferze. Po każdej katastrofie, życie ulegało odtworzeniu. W wyniku ostatniego restartu, mniej więcej 200 tysięcy lat temu powstał człowiek. Z analizy genetycznej wynika, że około 70 tysięcy lat temu po raz pierwszy zmiany klimatyczne poważnie zagroziły przetrwaniu człowieka, kiedy to populacja *Homo sapiens* zmniejszyła się zaledwie do 20 tysięcy osobników. Epoka geologiczna, podczas której obecnie żyjemy, trwa od 20 tysięcy lat. Jest najbardziej stabilną, przez co sprzyjającą życiu. Przed holocenem, średnia temperatura Ziemi była niższa niż obecnie i uległa dużo



większym wahaniom. Holocen, łagodny klimat zawdzięczał bioróżnorodności oraz równowadze przyrody. Grupa badaczy pod kierownictwem Johana Rockstroma i Willa Steffena zbadała odporność ekosystemów całej planety. Ustalili, że środowisko Ziemi zależy od dziewięciu punktów krytycznych – nazwali je granicami planetarnymi. Nieprzekraczanie tych granic gwarantuje światu bezpieczną i zrównoważoną egzystencję. Jak do tej pory przekroczyliśmy już cztery z dziewięciu tj.: zanieczyszczamy środowisko, zmniejszamy obszary dzikie, prowadzimy działania przyczyniające się do ocieplenia klimatu, które wpływają z kolei na postępujące zmniejszanie się bioróżnorodności. Od połowy XX wieku grupa geologów zaproponowała określenie, dla ich zdaniem nowo kształtującej się epoki, antropocen. Za początek uznaje się rok 1750, rozpoczęcie rewolucji przemysłowej. Pojęcie to zostało spopularyzowane przez Paula Crutzena, holenderskiego chemika atmosfery. Obecnie trwa proces oficjalnego przyjęcia tej nazwy dla aktualnej epoki geologicznej w Międzynarodowej Komisji Stratygraficznej. Pojęcie antropocenu podkreśla charakter obecnych czasów, z dużą przewagą ukształtowany działalnością ludzkości, zarazem ma stanowić ostrzeżenie i zapowiedź niepokojących zmian.

Reasumując, istotny jest fakt, że katastrofy klimatyczne zdarzały się zawsze. Jedynie co wyróżnia obecną sytuację to ich tempo. Podczas gdy w permie katastrofa klimatyczna była skutkiem trwającej milion lat aktywności wulkanicznej, ludziom wystarczyło niecałe 200 lat by zapoczątkować dokładnie ten sam proces. Współczesna dynamika zmian klimatu powoduje, że adaptacje nie nadążają w zderzeniu z tak szybko przekształcającym się środowiskiem. O zbliżającej się katastrofie klimatycznej pierwszy raz naukowcy NASA zaalarmowali już w 1965 roku w postaci raportu dla prezydenta USA L.B. Johnsona. Następnie w 1979 roku w Genewie spotkało się grono naukowców organizując pierwszą Światową Konferencję Klimatyczną. Faktyczny problem zaobserwowano dopiero pod koniec ubiegłego wieku. Obecnie funkcjonuje już powszechne przekonanie o daleko idących konsekwencjach dla społeczeństw na całym świecie. Wagę problemu podkreśliło przyznanie w 2007 roku nagrody Nobla Międzyrządowemu Zespołowi ds. Zmian Klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change) i wiceprezydentowi USA Al Gore'owi za wysiłki w obszarze budowy i upowszechniania wiedzy na temat zmian klimatu wywołanych przez człowieka oraz stworzenia podstaw dla opracowania planów działań, w celu zapobiegania takim zmianom. Powszechne niedowierzanie i bagatelizowanie problemu wywodziło się z braku niezbitego i zauważalnego przez opinię publiczną dowodu. Sytuacja ta była m.in. skutkiem kamuflażu w postaci pochłaniania przez ocean nadmiaru ciepła. Bezwładność termiczna oceanu opóźnia wzrost temperatury. Z początku efekt maskujący pogłębiał się poprzez wzrost emisji do atmosfery aerozolu pochodzenia przemysłowego, który to odbijał część promieniowania słonecznego. Obecnie po ograniczeniu spalin z pyłów i siarki, efekt ten znacznie zmalał, co paradoksalnie przyspieszyło wzrost temperatur. Wzrost stężenia dwutlenku węgla w atmosferze należy do głównych czynników wpływających na zmiany klimatyczne i jest bezpośrednio związany ze spalaniem paliw kopalnych. Rozwój społeczeństwa ludzkiego poskutkowało zintensyfikowaniem stężenia CO₂ w atmosferze z około 300 ppm² (ppm- jednostka; ang. parts per million)



- liczba części na milion) w połowie XX wieku do 420 ppm² w latach obecnych. Dziś już sami jesteśmy naocznymi świadkami zmieniającego się klimatu. W Arktyce wydłużyło się lato, lód coraz szybciej topnieje, późno lub w niektórych rejonach już wcale nie tworzy się ponownie. Na całym świecie lodowce maleją w rekordowym tempie. Międzynarodowy Zespół ds. Zmian Klimatu prognozuje, że w nieodległym czasie Ocean Arktyczny po raz pierwszy całkowicie rozmarznie na lato, biegun północny również. Topniejące pokrywy lodowe zaczną w coraz mniejszym stopniu odbijać promienie słoneczne, ocieplenie klimatu nabierze jeszcze większego tempa. Topnienie lodu, znacząco wpłynie na podniesienie poziomu wód, już od połowy tego wieku ponad 1 miliard ludzi zacznie borykać się z problemem anomalii pogodowych takich jak powodzie. Organizacja C40 skupiła metropolie potencjalnie zagrożone zmianami klimatycznymi - wskazując obszary, które na początku XXII w zostaną wyludnione (m.in. Rotterdam, Ho Chi Minh, Dhaka, Nowy York, Karaczi). Dziesiątki metropolii nie będą nadawały się do zamieszkania, ponad 140 mln ludzi czeka los migrantów klimatycznych. Przewiduje się, że z powodu zmian klimatu liczba konfliktów zbrojnych wzrośnie około 40%. Kolejne stulecie ma się rozpocząć od globalnego kryzysu humanitarnego. Zmiany zachodzące w wyniku ocieplenia klimatu najszybciej rejestruje się w świecie mórz i oceanów. Wielka Rafa Koralowa (WRK) ginie w tempie zastraszającym. Biolodzy morscy oszacowali zmniejszenie możliwości kolonizacyjnych WRK o 85%. W obliczu trwającego masowego wymierania struktur rafy, będącego skutkiem ocieplenia klimatu oraz szerzących się problemów zdrowotnych, zdolność koralowców do reprodukcji znacznie się osłabiła. Naukowcy szacują, że rozrost raf ponownie do wielkości WRK zajmie około pół miliona lat. Międzynarodowy zespół ekologów spróbował sporządzić kalendarz skutków dla poszczególnych populacji wynikających ze zmian klimatu. Zakładając, że tempo zachodzących zmian pozostanie na tym samym poziomie, za około 50 lat większość gatunków doświadczy drastycznego spadku swojej liczebności. Zwierzęta jak i rośliny będą doświadczać temperatur, których dotąd nigdy nie znaty, jednocześnie zmiany te będą zachodzić nagle, w postaci tzw. fal upałów. W ciągu ostatnich 30 lat częstotliwość występowania tych anomalii pogodowych wzrosła o niemal 30%. Wyobrażenie masowo przemieszczających się gatunków zwierząt tropikalnych na północ i południe w poszukiwaniu niższych temperatur, dogodnych warunków życia może przerażać, jednak staje się faktem.

Naukowcy pod kierownictwem Brazylijczyka Carlosa Nobre, oszacowali że dorzecze Amazonii w najbliższej przyszłości wyschnie całkowicie, i nastąpi to to szybko i gwałtownie, co będzie miało bezpośredni wpływ na nagłe obniżenie bioróżnorodności gatunków. Określa się, że w dżungli amazońskiej żyje 10 % wszystkich znanych gatunków na świecie. Jednocześnie las ten magazynuje rocznie ogromne ilości dwutlenku węgla (120 gigaton), tyle ile nasza planeta emituje w ciągu pięciu lat. Pora sucha w południowej Amazonii wydłużyła się już około miesiąc. Amerykańscy biolodzy obliczyli, że do końca stulecia dwie trzecie lasów amazońskich przestanie istnieć. Przed zwierzętami z tego terenu setki kilometrów drogi do terenów stanowiących dla nich prawdopodobną niszę klimatyczną. Zgodnie z szacunkami



najlepiej poradzą sobie zwierzęta kopytne, jednak ponad jedna trzecia ssaków żyjących w amazońskim lesie jest poważnie zagrożona wyginięciem.

W połowie XIX wieku przyrodnik Ernst Haeckel wprowadził termin „ekologia”. Dzięki osiągnięciom techniki tak jak odkrycie struktury DNA odpowiadającej za dziedziczenie cech w 1953 r. i rozwój biologii molekularnej, naukowcy zaczęli specjalizować się w wąskich dziedzinach. Ta praca poskutkowała zrozumieniem nieskończonej sieci współzależności oraz różnorodności. Naukowcy zauważyli oraz zaczęli poznawać reguły obowiązujące w pozornie chaotycznym świecie przyrody. Przyjęto, że nie jest nieskończona, dzikie obszary mają swoje granice i trzeba wprowadzić działania, aby je chronić. Siedliska zwierząt, roślin zaczęły się kurczyć na całym świecie, ponieważ człowiek zaczął zajmować coraz większe przestrzenie. Resztki terenów dzikich są otoczone miastami, polami uprawnymi, drogami. W połowie XX wieku dzikie obszary stanowiły około 60%, do dziś obszary te zmniejszyły się o połowę, obecnie stanowią mniej niż 30% lądu. Organizacja Narodów Zjednoczonych ds. wyżywienia i rolnictwa szacuje, że szczyt zagospodarowania gruntów rolnych, przy zachowaniu obecnego tempa rozwoju rolnictwa osiągnięty zostanie już w 2040 r.

96% masy wszystkich ssaków tworzą ciała ludzi i zwierząt gospodarskich stanowią ponad 60%, ludzie niemal 30%. Tak znaczący odsetek zwierząt gospodarskich upoważnia do obaw co do wpływu zmieniających się warunków środowiskowych na tą właśnie grupę zwierząt. Wraz z ociepleniem klimatu podnosi się wyraźnie ryzyko ich przegrzania, zarówno utrzymywanych na pastwiskach jak i w budynkach. Konsekwencjami stresu cieplnego są problemy z płodnością, spadek wydajności produkcji, zwiększona zapadalność na choroby. Dodatkowo pojawiają się jednostki chorobowe związane z klimatem (zakaźne, inwazyjne, metaboliczne), które wiktają problemy tego sektora produkcji. Konsekwencje zmian klimatycznych wpływają na dobrostan zwierząt towarzyszących. Anomalie pogodowe takie jak: fale upałów powinny być brane pod uwagę przez ich opiekunów podczas planowania codziennych aktywności, szczególnie u ras brachycefalicznych. W związku ze zwiększonym rozprzestrzenieniem chorób zakaźnych (szczególnie wektorowych - kleszcze, pchły, komary) w tej grupie zwierząt doszło również do zwiększenia zagrożenia jednostkami dotąd nie występującymi w naszej szerokości geograficznej lub odnotowanymi sporadycznie (z ang. *emerging, re-emerging*) tj. boreliozę, dirofilariozę, czy leiszmaniozę. Jako skutek migracji zwierząt, ale i ludzi ze swoimi pupilami, z powodów klimatycznych ale i też politycznych, ekonomicznych doszło do wzrostu ryzyka wystąpienia epidemii wścieklizny. Oczywiście zarówno w produkcji zwierzęcej jak i w przypadku utrzymywania zwierząt towarzyszących właściciel posiada wachlarz narzędzi służących do poprawy warunków środowiskowych, przez co może zagwarantować spełnienie wymagań dobrostanu. Paradoksalnie znaczna większość tych działań, uruchamiana jest ze szkodą dla klimatu.

Wszystkie wolnożyjące ssaki stanowią jedynie 4% masy wszystkich ssaków żyjących na Ziemi. Podczas ostatnich 50 lat populacja dzikich zwierząt zmniejszyła się o połowę. Człowiek przełamał bariery, które ograniczają aktywność i liczebność innych zwierząt.



Oddaliliśmy się od świata przyrody, żyjemy po swojemu. Przestaliśmy się przejmować ewolucją i doborem naturalnym. W latach 30 tych ubiegłego wieku globalna liczebność wynosiła około 2 miliardów, obecnie zbliża się do 8 miliardów. Według prognoz ONZ pod koniec XXI wieku będzie nas powyżej 12 miliardów. Podstawą równowagi w przyrodzie jest funkcjonowanie populacji zwierząt w danym środowisku mniej więcej na takim samym poziomie. Liczba gwarantująca tę równowagę nazywana jest pojemnością środowiska. Czy odważymy się postawić sobie pytanie - jaka jest pojemność środowiskowa człowieka? Czy gatunek ludzki osiągnął już maksymalny poziom demograficzny? Naukowcy biją na alarm, odnosząc spektakularny sukces rozwoju, musimy się w końcu zatrzymać.

Mierzalnym narzędziem przekraczania granic jakie daje nam planeta jest wyznaczenie Dnia Długu Ekologicznego (DDE), pod którym uznaje się moment, w którym ludzkość w danym roku zużyła wszystkie zasoby jakie planeta jest w stanie odtworzyć w ciągu roku. Według Global Footprint Network (GFN) nasza planeta osiągnęła kres możliwości zaspokajania potrzeb jej mieszkańców po koniec lat 80-tych XX wieku. Na przestrzeni wszystkich kolejnych lat wchodziliśmy w okres długu ekologicznego coraz wcześniej - w pod koniec lat 80-tych Światowy DDE przypadał na listopad, w latach 90-tych kredyt zaciągaliśmy w październiku, od kilku lat dzień ten przypada na przełomie lipca i sierpnia. W chwili obecnej aby zaspokoić wszystkie potrzeby ludzkości potrzebowalibyśmy 1,8 naszej planety, w 2030 roku osiągniemy punkt, w którym będziemy zmuszeni znaleźć drugą Ziemię. Z przykrością należy wspomnieć, że Polsce w tym roku planeta rozpoczęła windykację już 3 maja.

Faktem jest, że *Homo sapiens* jest najliczniejszym gatunkiem dużych zwierząt. Dodatkowo najbardziej dominującym i powszechnym, wskutek czego funkcjonuje na co dzień w bliskim sąsiedztwie dzikiej przyrody. A to już zwiększa ryzyko, że patogeny, których rezerwuar przebywał w słabo poznanym świecie, bez najmniejszych trudności może dokonać zmiany żywiciela i przenieść się na ludzi. Intensywna migracja gatunków umożliwia spotkanie się dotąd nieznanym sobie zwierząt i wymianę patogenów. Intensywne ocieplenie klimatu umożliwia i zachęca migrację gatunków, okolice równika wyludniają się. Organizmy adoptują nowe tereny, które okazują się w pełni satysfakcjonujące do zamknięcia cyklu życiowego. Dobrym tego przykładem jest przesuwanie granicy występowania komara tygrysięgo (*Aedes albopictus*) dalej na północ USA, Chin i Europy. Problem jest tym bardziej istotny gdyż owady te są głównymi wektorami patogenów wywołujących poważne choroby m.in. żółtą febrę, dengę i malarię. Komary tygrysię w Europie pojawiły się 1990 r. we Włoszech, prawdopodobnie w transporcie statkiem, który zacumował do portu w Genui. Z upływem lat rozprzestrzeniły się we Włoszech i w 2007 r. potwierdzono pierwsze zachorowania na czikungunię, chorobą wywoływaną przez arbowirusa (z ang. *arthropod-borne virus*) Chikungunya nad Adriatykiem w Europie. Kolejne epizody tej jednostki chorobowej dotknęły Francję 2010 r.; i ponownie Włochy w 2017 r.. Od pewnego czasu jesteśmy świadkami coraz częściej diagnozowanych przypadków zachorowania na choroby tropikalne, na terenach oddalonych od równika. Dla europejskich systemów opieki zdrowotnej pojawiające się ogniska chorób egzotycznych to niebagatelne wyzwanie. Z drugiej strony ocieplenie klimatu na



terenach afrykańskich może znacząco redukować problem np.: tropikalny komar widliszek *Anopheles gambiae* przenosi zarodźca malarii jedynie w temperaturze środowiska poniżej 25 °C. Cykle życiowe pasożytów oraz proces transmisji patogenów są nierozdzielnie związane z warunkami klimatycznymi. Eksperti European Economic Area (EEA) opracowali listę potencjalnych chorób, na które zdecydowany wpływ mają zmiany klimatu. Podzielili je na grupy, pierwszą najbardziej liczną stanowią choroby wektorowe: borelioza, gorączka krwotoczna krymsko-kongijska, anaplazmoza, gorączka Q, odkleszczowe zapalenie mózgu, tularemia, gorączka denga, malaria, gorączka zachodniego nilu, gorączka chikungunya, leiszmanioza, gorączka Doliny Rift; przenoszone przez gryzonie: zakażenia hantawirusami, dżuma; przenoszone drogą pokarmową: toksoplazmoza, włośnica, bąblowica, fascjoloza; przenoszone przez wodę: kamylobakterioza, cholera, kryptosporidioza, zakażenia enterowirusami, giardioza, leptospiroza, zakażenia rotawirusami, norowirusami, salmonelloza, neglerioza. Stwierdzono, że kraje północnej Europy, a w szczególności kraje nadbałtyckie są potencjalnie najbardziej zagrożone. Wzrost zainteresowania chorobami wektorowymi i wpływ na nie zmian klimatu, zmanifestował się pojawieniem wielu publikacji naukowych. Problem nabrał aktualności na tyle, że Europejski Urząd ds. Żywności (EFSA) wraz z międzynarodowym gremium ekspertów opracował w latach 2018-2020, podejście zwane CLEFSA „Zmiany klimatu jako czynnik pojawiających się zagrożeń dla bezpieczeństwa żywności i pasz, zdrowia roślin, zwierząt i jakości odżywczej”. Rozpoczęto prace nad identyfikacją i definiowaniem pojawiających się zagrożeń. Zaś w 2024 r. w raporcie kategoryzującym zagrożenia dotyczące bezpieczeństwa żywności oraz zdrowia publicznego, EFSA po przeanalizowaniu 32 zagrożeń już na 2 miejscu wskazał: rozprzestrzenianie się wirusów Hendra i Nipah w wyniku zmian klimatu. Na 5 pozycji znalazł się wirus krwotocznej choroby zwierzyny płowej (EHDV) przenoszony przez muchówki z rodzaju *Culicoides* spp. zwane potocznie kuczmanami. Owady te są biologicznymi wektorami również wirusa choroby niebieskiego języka (BTV), wirusa afrykańskiego pomoru koni (AHSV) i nowego wirusa Schmollenberg (SBV). Do początku XXI wieku występowanie zakażeń BTV w basenie Morza śródziemnego było sporadyczne i związane było z występowaniem gatunku *Culicoides imicola*, jednak od 2006 r. okazało się, że europejskie rodzime *C. obsoletus*, *C. punctatus* i *C. pulicaris* bardzo szybko nabrały kompetencji wektorowej dla tego egzotycznego wirusa, który pod koniec 2024 r. zawitał niestety również do Polski.

Zmiany klimatyczne, jako konsekwencje ludzkich działań mają znaczący i różnorodny wpływ na życie społeczeństw. Oprócz stopniowo ocieplającego się klimatu, do którego mamy możliwość się adaptować, szczególnie istotną rolę odgrywają gwałtowne zmiany, klęski klimatyczne, powodzie, susze gwałtowne burze. Mogą doprowadzać one do pojawiania się również dobrze już znanych, ale zaniebane chorób, określonych jako tropikalne (NTDs – z ang. Neglected Tropical Diseases), które endemicznie występują w krajach o niskim poziomie rozwoju i opieki medycznej, a zaczynają powracać do krajów rozwiniętych. Według danych WHO ryzyko takich chorób jak wrzód Buruli, choroba Chagasa, denga i chikungunya, drakunkuloza, bąblowica, ludzka trypanosomatoza afrykańska, leiszmanioza, trąd,



Kaszubsko - Pomorska Konferencja Naukowa
„One health - choroby zakaźne w perspektywie kryzysu klimatycznego ”
Sopot, 08 - 09.10.2025 r.



filarioza limfatyczna, grzybica, wścieklizna, czy pasożyty tj. świerzby będzie sukcesywnie dla Europy rosta, również w związku ze zmianami klimatu. Jako lekarze weterynarii powinniśmy z uwagą analizować zachodzące zmiany, starać się przewidywać skutki; przede wszystkim wpływ na dynamikę transmisji chorób oraz pojawienie się nowych patogenów w środowisku, zawlekanym wraz z nowymi osobnikami. Warto sobie uzmysłowić, że zmiany klimatu nie dotyczą jedynie środowiska ale i wszystkich istot żyjących na naszej planecie. I właśnie dlatego zmiany te i próba adaptacji do nich wymaga wspólnych działań idealnie mogących zmanifestować się pod szyldem Jednego Zdrowia.

Podczas tegorocznej edycji sopockiej, Kaszubsko Pomorskiej Konferencji „OneHealth” postanowiliśmy zgłębić ten temat.

Serdecznie dziękujemy za przybycie!