

Wpływ środowiska atmosferycznego na społeczeństwo jako przedmiot badań biometeorologii społecznej

*Influence of atmospheric environment on society as an object of research
in social biometeorology*

TERESA KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania im. S. Leszczyckiego PAN,
00-818 Warszawa, ul. Twarda 51/55

KRZYSZTOF BŁAŻEJCZYK

Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Uniwersytet Warszawski, 00-927 Warszawa,
Krakowskie Przedmieście 30; kblazejczyk@uw.edu.pl *

Zarys treści. Celem artykułu jest przegląd podstawowych kierunków badań prowadzonych przez biometeorologię społeczną, jedną z dziedzin biometeorologii człowieka. Ten kierunek badań opiera się na przeświadczeniu, że życie człowieka, w wymiarze zarówno jednostkowym, jak i społecznym, jest uzależnione od warunków klimatycznych. Słuszność tego przeświadczenia omówiono na wybranych przykładach klimatycznych oddziaływań na różne przejawy życia społecznego i gospodarczego człowieka.

Słowa kluczowe: pogoda, klimat, biometeorologia człowieka, biometeorologia społeczna.

Wprowadzenie

Panuje przekonanie, że społeczeństwa zostały ukształtowane przez warunki klimatyczne. Arnold Gujot (1807–1884), szwajcarski geolog i geograf pracujący na Uniwersytecie w Princeton w dziele *Człowiek i świat* (Gujot, 1860) pisał: „zmiany pór roku w strefie umiarkowanej pobudzają człowieka do aktywności i rozwoju”, zaś „mieszkańcy ciepłych krajów jako synowie trudu i harówki, są skazani na niższy poziom cywilizacyjny”. Ellsworth Huntington, profesor geografii na Uniwersytecie Yale, w swym pseudonaukowym dziele *Cywilizacja i klimat* (Huntington, 1915) napisał natomiast: „skłonność do rozpusty obserwowana wśród niektórych ludów jest efektem wysokiej temperatury panującej

* Autor jest również pracownikiem IGiPZ PAN w Warszawie, jednak materiały wykorzystane w tym artykule zostały opracowane w Uniwersytecie Warszawskim.

na zamieszkiwanych przez nie terenach” zaś młodzi mężczyźni „Przez te lata, kiedy ... powinni zdobywać wiedzę i tworzyć plany, które przyczyniłyby się do postępu cywilizacyjnego, większość z nich myśli wyłącznie o tym, jak zdobyć kolejną dziewczynę. W takich warunkach żadna rasa nie zdoła przebić się na wyższy poziom rozwoju”. Powyższe cytaty są przejawem nie tylko rasizmu, ale także skrajnego determinizmu klimatycznego.

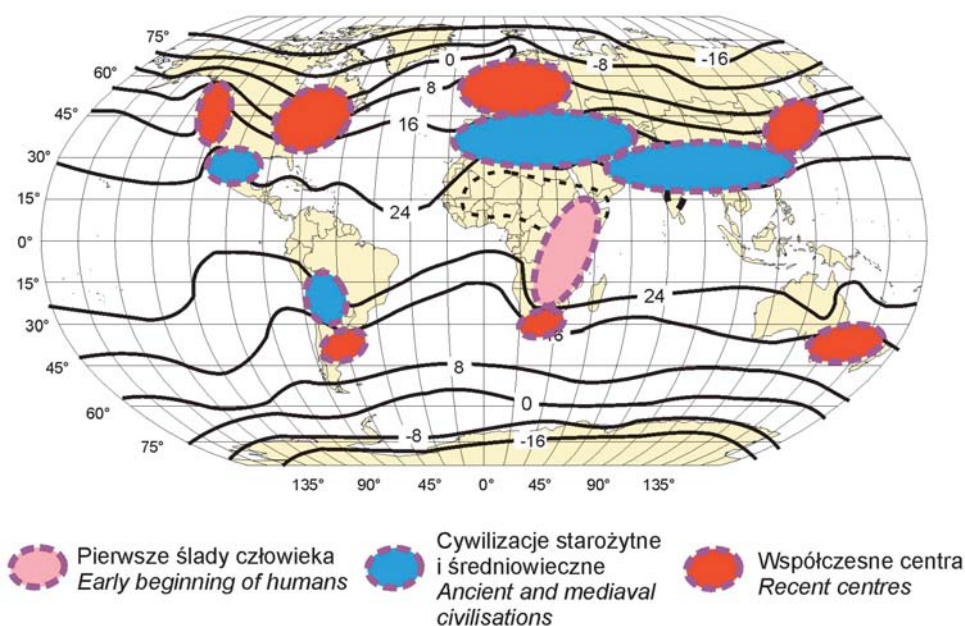
Czy jednak życie człowieka, w wymiarze zarówno jednostkowym, jak i społecznym nie jest uzależnione od warunków klimatycznych? Analizując etapy rozwoju społecznego, kulturalnego i gospodarczego człowieka można zauważyć, że pierwsze ślady człowieka, tzw. australopiteka, wiążą się z klimatem łagodnym, o małych wahaniami rocznych temperatury powietrza. Najstarsze cywilizacje (np. Inkaska, Mezopotamska, Egipska, Fenicka, Grecka, Rzymska, Hinduska, Chińska) powstawały na obszarach o stosunkowo łagodnym klimacie. Człowiek nie musiał się tam koncentrować na walce z warunkami atmosferycznymi i swoją aktywność mógł skierować na tworzenie wspaniałych dzieł architektonicznych i kulturalnych. Współczesne centra cywilizacyjne leżą natomiast w strefie klimatów umiarkowanych o znacznej amplitudzie zmienności stanów pogody. Konieczność poszukiwania sposobów adaptacji do zmieniających się i często niekorzystnych warunków atmosferycznych, wymusiła na zamieszkujących tam ludach rozwój umiejętności intelektualnych, technicznych i organizacyjnych, które pozwoliły im na zajęcie dominującego miejsca w rozwoju cywilizacyjnym (ryc. 1).

Badaniem zasygnalizowanych wyżej zagadnień zajmuje się wiele dyscyplin naukowych. Jedną z nich jest biometeorologia, nauka międzydyscyplinarna badająca oddziaływanie procesów zachodzących w środowisku atmosferycznym na organizmy żywe: rośliny, zwierzęta i ludzi. Jej postęp jest uzależniony w dużej mierze od rozwoju fizyki, chemii, biochemii, biologii, medycyny, socjologii i meteorologii, zwłaszcza synoptycznej. Badania tych oddziaływań wymagają współpracy specjalistów wymienionych dyscyplin naukowych.

Definicję biometeorologii stworzył w 1827 r. Aleksander von Humboldt (1769–1859). W dziele z 1844 r. pt. *Kosmos* pisał między innymi: „klimat obejmuje wszelkie zmiany w atmosferze wyraźnie podrażniające nasze zmysły...” (za: Kozłowska-Szczęśna i inni, 1997). Współcześnie, Międzynarodowe Towarzystwo Biometeorologii (ISB) definiuje biometeorologię jako „naukę interdyscyplinarną badającą wzajemne związki między procesami atmosferycznymi a organizmami żywymi: roślinami, zwierzętami, człowiekiem” (<http://biometeorology.org>).

W przypadku biometeorologii człowieka dzieli się ona na następujące dziedziny: biometeorologię fizjologiczną, biometeorologię społeczną i biometeorologię patologiczną. Część badań wchodzi także w zakres biometeorologii architektonicznej i urbanistycznej oraz biometeorologii nautycznej (Kozłowska-Szczęśna i inni, 1997, 2004; Mrocza, 1992).

W zakres biometeorologii społecznej wchodzi badania uwarunkowań działalności człowieka w określonym środowisku w tym w środowisku atmosferycznym i społecznym. Bada ona wpływ klimatu i pogody na zachowania społeczne człowieka i jego psychikę. Pogoda i klimat nie były wprawdzie jedynym sprawcą różnych zdarzeń społecznych czy kulturalnych, jednakże miały istotny wpływ na życie i zachowania ludzi. Pomimo że badania odnoszące się do różnych zależności pomiędzy pogodą a człowiekiem są prowadzone już od czasów starożytnych Greków, na pytanie czy udało się poznać wyczerpująco te relacje trzeba odpowiedzieć przecząco. Są wprawdzie opisane oddziaływania różnych elementów pogody na zachowania człowieka, na jego zdrowie i samopoczucie, niemniej nadal niewiele wiemy o fizjologicznych i społecznych mechanizmach obserwowanych oddziaływań.



Ryc. 1. Rozmieszczenie głównych centrów cywilizacyjnych na różnych etapach rozwoju człowieka na tle izoterm średniej rocznej temperatury powietrza (wg: Bański i Błażejczyk, 2005)

Distribution of main centers of civilization at various stages in human development, as set against mean annual temperature (after Bański and Błażejczyk, 2005)

Celem artykułu jest dokonanie przeglądu podstawowych kierunków badań prowadzonych w ramach biometeorologii społecznej. Oparto się przy tym na wybranych przykładach oddziaływania klimatu na różne przejawy życia społecznego człowieka: gospodarke, ruchy migracyjne, zdrowie, sport, rekreację i turystykę, literaturę, sztuki plastyczne, muzykę oraz działania wojenne. Nale-

ży podkreślić, że poniższy tekst jest pierwszą próbą zbiorczej prezentacji badań, które są przedmiotem zainteresowania biometeorologii społecznej.

Przedmiot badań biometeorologii społecznej

Mamy wiele przykładów wpływu pogody i klimatu zarówno na rozwój społeczeństwa i jego przemiany ewolucyjne, jak i na niemal każdą dziedzinę działalności człowieka. Wpływ ten zależy jednak od stopnia wrażliwości struktur gospodarczych i społecznych na zmiany i klimatu, i pogody, przy czym zmiany klimatu należy rozpatrywać w ujęciu historycznym, długoterminowym, a zmiany pogody w perspektywie krótkoterminowej. Czynniki meteorologiczne jest elementem wielu niekorzystnych zjawisk krótkookresowych, takich jak kłęski żywiołowe (np. powodzie, burze śnieżne, huragany). Katastrofy naturalne, których przyczyną są warunki pogodowe, stanowiły aż 85% wszystkich zdarzeń katastrofalnych zanotowanych w skali globalnej w latach 1980–2004. Katastrofalne zjawiska pogodowe generują ogromne straty ekonomiczne – w okresie badanych 25 lat przyniosły one aż 75% wszystkich strat materialnych. Bardzo duża jest także liczba ofiar katastrof pogodowych. Spośród miliona ofiar 47% stanowiły osoby poszkodowane przez huragany, silne wiatry, powodzie oraz susze i fale upałów (tab. 1).

Tabela 1. Liczba katastrof naturalnych na świecie, ich ofiar i strat materialnych w okresie 1980–2004

Global number of natural disasters, their victims and economical losses, 1980–2004

Rodzaj katastrofy <i>Kind of natural disaster</i>	Liczba zdarzeń (%) <i>Number of disasters</i>	Liczba ofiar (%) <i>Number of victims</i>	Straty materialne (%) <i>Economical losses</i>
Huragany i silne wiatry	39	9	35
Powodzie (w tym sztormowe)	26	29	27
Susze i fale upałów	5	6	7
Fale mrozu	3	1	2
Lawiny śnieżne i błotne	6	1	-
Pożary	6	1	4
Wybuchy wulkanów, trzęsienia ziemi, fale tsunami	15	53	25
Razem	100 (=145 000)	100 (=1 000 000)	100 (=1,5 bln USD)

Źródło/Source: *Weather Catastrophes...* (2005).

Jak widać z zestawienia (tab. 1), huragany i silne wiatry powodują największe straty materialne oraz wielotysięczne ofiary w ludziach. Według informacji prasowych największe z nich w ostatnich latach to:

- 1991 r. w Bangladesz cyklon spowodował blisko 140 000 ofiar śmiertelnych, a na Filipinach w tym samym roku cyklon Thelm przyczynił się do śmierci 6000 ludzi;
- 1998 r. w Ameryce Środkowej podczas huraganu Mitch zginęło około 10 000 osób;
- 1999 r. cyklon Orissa spowodował ponad 10 000 ofiar;
- 2005 r. w USA huragan Katrina (prędkość wiatru 280 km/h) przyczynił się do śmierci co najmniej 1840 osób;
- 2008 r. w Birmie cyklon Nargis pochłonął 100 000 ofiar (prędkość wiatru 220 km/h).

Samopoczucie człowieka jest uzależnione od aktualnie panującej pogody, szczególnie w przypadku ludzi przebywających na wolnym powietrzu (żołnierze, robotnicy budowlani, rybacy, uczestnicy zawodów sportowych itp.) (Kozłowska-Szczęśna i Grzędziński, 1990/1991). Związek między stanem pogody, typem klimatu a samopoczuciem i zdrowiem człowieka zauważono już około 2500 lat temu. W czynnikach klimatycznych upatruje się przyczyny różnic w budowie anatomicznej ludzi zamieszkujących różne części świata. Decydowały one prawdopodobnie o zabarwieniu skóry, włosów i oczu. Przypuszcza się, że kształt nosa zależy od temperatury powietrza; w procesie oddychania powietrze znacznie lepiej ogrzewa się przechodząc przez wąski nos, natomiast ochładza się przechodząc przez szerokie komory nosa. Znana jest także zależność masy ciała i wzrostu człowieka od warunków klimatycznych. Ciężar ciała jest mniejszy w strefie tropikalnej, a większy w strefie chłodnej czy umiarkowanej; wiąże się to ze specyfiką gospodarki cieplnej organizmu w różnych termicznych warunkach otoczenia (Malinowski, 1994; Schofield, 1985; Stetson, red., 1967).

Istnieje także pewna zależność płodności i przyrostu naturalnego od warunków klimatycznych. W optymalnych warunkach termicznych okres płodności jest dłuższy aniżeli w warunkach skrajnie zimnych i skrajnie gorących. W tropikach największa liczba zapłodnień przypada w pełni lata, w chłodnych obszarach w zimie, w strefie umiarkowanej w maju i w czerwcu (Ahas i inni, 2005).

Z obserwacji autorów wynika, że w krajach o klimacie ciepłym życie towarzyskie toczy się w dużej mierze poza domem, a żyjący tam ludzie są bardzo towarzyscy. Mieszkańcy obszarów północnych są natomiast bardziej powściągliwi w zachowaniu. Można to wiązać z oddziaływaniem klimatu na życie społeczne.

Mit biblijnego potopu można traktować jako pierwszy opis pogody, która znacząco wpłynęła na dzieje ludzkości. Na całym świecie odnotowano aż 68 wersji opowieści o potopie. Prawdopodobnie wszystkie te mity i legendy były oparte na autentycznych wydarzeniach, które nawiedziły ziemię przed tysiącami lat. Uczeni analizują dwie potencjalne przyczyny potopu w rejonie Bliskiego Wschodu: stopienie lodu i uderzenie meteorytu. Zapisy zmian temperatury wskazują, że 12 tysięcy lat temu nastąpiło ocieplenie klimatu i wówczas topniejące lody podbiegunowe mogły spowodować podniesienie poziomu wód, a w efek-

cie katastrofalne powodzie i zmianę linii brzegowej lądów. Około 7 tysięcy lat temu Morze Śródziemne wypełniło się, a jego wody przelały się przez naturalną zapórę w rejonie Bosforu, zalewając Morze Czarne, które było wówczas jeziorem słodkowodnym. Potop objął setki kilometrów kwadratowych, powodując zagładę tysięcy ludzi i zwierząt. W końcu 2000 r. oceanograf Robert Ballard odnalazł na terenie Turcji ślady powodzi porównywalnej z biblijnym potopem. Podczas dwóch ekspedycji zorganizowanych przez National Geographic odkrył starą linię wybrzeża, muszle organizmów słodkowodnych, szczątki budowli i skorupy naczyń, których wiek został określony na około 7–7,5 tysiąca lat. Z kolei naukowcy z Uniwersytetu Wiedeńskiego, Edith i Alexander Tollmannowie, wysuwają hipotezę o kosmicznej katastrofie około 9550 lat temu. Odłamki komety w postaci meteorytów dotarły do Ziemi i uderzyły w dno oceanów; spowodowało to wyparcie miliardów ton wody i w efekcie ogromną powódź (Stachowiak, 1991; Hoyle, 1999; Sorbjan, 2004).

Należy jeszcze zwrócić uwagę na dyskusje prowadzone wśród klimatologów, archeologów i historyków na temat wpływu zmian klimatu na upadek kwitnących niegdyś społeczeństw, np. kultury Harappa w dolinie rzeki Indus 2500–1500 lat p.n.e., cywilizacji Majów 1500 lat p.n.e., norweskiej kolonii na Grenlandii, cesarstwa bizantyjskiego w końcu VII w. czy też Indian Anasazi z Arizony w XIII w. (Burroughs, 1998).

Niewątpliwy jest wpływ pogody na gospodarkę, literaturę i sztukę, a nawet na historię wojen oraz bitew morskich i lądowych.

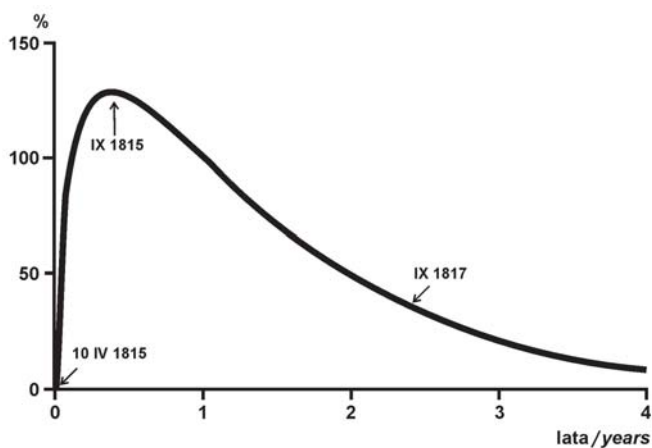
Gospodarka

Związek pomiędzy pogodą i klimatem a zachowaniami ludzi opisywany był już w starożytności, np. Tales z Miletu (około 620–540 p.n.e.), systematycznie obserwując przebieg pogody, przewidział obfite zbiory oliwek w pewnym roku, co skłoniło go do wykupienia okolicznych tłoczni oliwy w okresie długiej suszy. Dzięki temu praktycznemu działaniu stał się bogatym człowiekiem i mógł poświęcić się swojej ulubionej nauce – filozofii (Sorbjan, 2001).

W Europie XI i XII wiek cechował łagodny klimat. W wieku XIII stopniowo się on pogarszał – występowały sztormy na północnym Atlantyku, wzrosła aktywność wulkaniczna, a w XIV nastąpiło wyraźne ochłodzenie. Trudno jednak z całą stanowczością stwierdzić czy było to ochłodzenie globalne i jak wpłynęło na gospodarcze i społeczne problemy występujące wówczas na świecie. W 1303 i 1306 r. w północnej Europie zimy były wyjątkowo surowe, z kolei lata 1314–1317 były niezwykle wilgotne i chłodne. W tym okresie od Szkocji po północne Włochy plony były katastrofalnie niskie, wystąpiła klęska głodu i epidemie.

Działalność wulkanów ma wyraźny wpływ na warunki klimatyczne. Poza takimi anomaliami pogodowymi jak opad pyłu o zapachu siarki, który w maju

1665 r. odwiedził Norwegię – można go tłumaczyć wybuchami wulkanów na Islandii – odnotowano także znacznie poważniejsze konsekwencje dla gospodarki i życia społecznego wielu krajów. Jednym z najbardziej znanych przykładów jest wybuch wulkanu Tambora na indonezyjskiej wyspie Sumbawa 10 kwietnia 1815 r., uważany przez wulkanologów za największy w ciągu ostatnich 10 000 lat. Skutki wybuchu nie ograniczyły się tylko do jego najbliższej okolicy. W czasie erupcji wulkan wyrzucił do stratosfery olbrzymią ilość gazów wulkanicznych i popiołu. Wiatry wiejące w górnych warstwach atmosfery spowodowały rozprzestrzenienie gazów i popiołu po całym świecie, a z nim niekorzystne zmiany klimatyczne. Najważniejszą było znaczne ograniczenie dopływu promieni słonecznych na całej półkuli północnej, a przez to obniżenie temperatury powietrza. Kulminacja tego zjawiska miała miejsce w sierpniu 1815 r., ale zwiększone zapylenie powietrza utrzymywało się przez ponad 4 lata od wybuchu (Oppenheimer, 2003; ryc. 2).



Ryc. 2. Zwiększenie zmętnienia atmosfery na półkuli północnej (ponad średni poziom) w okresie po wybuchu wulkanu Tambora (wg: Oppenheimer, 2003)

Increase in the optical depth of the atmosphere in the northern hemisphere in the period following the 1815 Tambora eruption (after Oppenheimer, 2003)

Rok 1816 został zapisany w kronikach jako tzw. „rok bez lata”. Zimne lato tego roku miało ogromne konsekwencje gospodarcze nie tylko w północno-wschodnich stanach USA (Maine, New Hampshire, Nowej Anglii) i Kanadzie, lecz także w Europie. Słabe plony przyczyniły się do rozruchów głodowych między innymi we Francji, Holandii i Szwajcarii. Przyczyną tych problemów było zmniejszenie plonów w wyniku znacznego skrócenia okresu wegetacyjnego, który np. w stanie Maine trwał tylko około 60 dni, przy średniej wieloletniej sięgającej 150 dni w roku (ryc. 3).



Ryc. 3. Długość okresu wegetacyjnego w latach 1800–1830 na obszarze stanu Maine w Stanach Zjednoczonych (wg: Oppenheimer, 2003)

Length of the growing season in the years 1800–1830 in the state of Maine, USA (after Oppenheimer, 2003)

We Francji w 1816 r. w całym kraju przemarzły winogrona i był to rok bez winobrania i bez szampana. W Irlandii padało od maja do września, ciągłe i zimne deszcze zanotowano wówczas przez 142 ze 155 dni lata. Zimna i deszczowa pogoda zmniejszyła zbiory zboża i ziemniaków. W wielu krajach Europy nastął głód. Niedobór zboża doprowadził do drastycznego wzrostu jego cen na rynkach Europy. Podwyższone ceny zboża utrzymywały się aż do 1818 r. (Oppenheimer, 2003). W Niemczech zakazano destylacji alkoholu by zachować skąpe zapasy do celów żywnościowych, a niedobory żywności w Wielkiej Brytanii sprawiły, że w 1816 r. brytyjski rząd zniósł podatek dochodowy. Rząd Szwajcarii ogłosił stan klęski żywiołowej. Ludzie piekli trawę z trocinami i jedli ją zamiast chleba. Wydano broszury informujące jak odróżnić rośliny jadalne od trujących, bowiem głodujący Szwajcarzy zjadali mchy i inne rośliny. Osłabiona przez głód odporność ludzi zwiększyła ich podatność na choroby. Skutkiem „roku bez słońca” i niedożywienia były wybuchy epidemii. Zmarło wówczas około 90 000 osób (Kozłowski, 1986).

Chłód i podwyższona wilgotność powietrza były przyczyną epidemii cholery i tyfusu w Europie w latach 1816–1819. Z kolei w Indiach znaczne obniżenie temperatury opóźniło nadejście monsunu letniego. Deszcze nadeszły później niż zwykle i przyczyniły się do epidemii cholery na obszarze od doliny Gangesu aż do Moskwy. Zakłócenie cyklu monsunowego doprowadziło również do olbrzymich powodzi w dolinie rzeki Jangcy w Chinach. Powódzie i niska temperatura całkowicie zniszczyły tam plony. Na kontynencie amerykańskim wystąpiły ogromne skoki temperatury, np. w Salem (Massachusetts) średnia temperatura powietrza w miesiącach letnich była niższa nawet o 7,0°C w zestawieniu z latem 1815 r. Słabe zbiory zmuszały farmerów z Nowej Anglii do przeniesienia się

na cieplejszy Środkowy Zachód. Braki żywności w Kanadzie powodowały spory handlowe, a nawet bitwy. Pierwszy zanotowany w południowym Quebecu przypadek anomalii klimatycznej, w postaci fali zimna i przymrozków, został zanotowany na początku maja 1816 r.

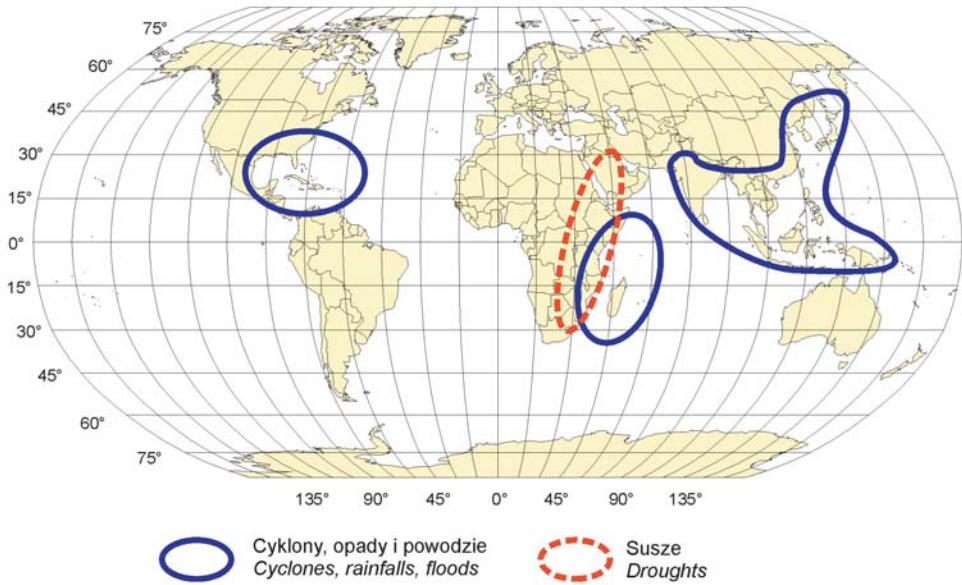
Wielki dramat w historii Europy rozegrał się w czasie wielkiego kartoflaneo głodu, który trwał od września 1845 do lipca 1849 r. Był on spowodowany rdzą kartoflaną przywiezioną do Irlandii z amerykańskim zbożem. Choroba rozprzestrzeniła się w czasie 3-tygodniowego załamania pogody. Z dnia na dzień pogoda ze słonecznej i gorącej zmieniła się na zimną, mglistą i deszczową. Pola zamieniły się w bagna, domy zostały zalane, zwierzęta tonęły. Zapanował wielki głód, ludzie umierali tysiącami, rozpoczęła się wielka emigracja za chlebem, która objęła ponad 2 mln osób. Choroba zaczęła wygasać dopiero po 4 latach, a odbudowa gospodarki kraju trwała ponad 100 lat. Fatalne warunki atmosferyczne w połączeniu z chorobą kartofli i brakiem pomocy z zewnątrz były główną przyczyną nieszczęść ludzkich, z głodu zmarło wtedy ponad 1 milion osób (Durschmied, 2001; Sorbjan, 2004).

Niedostateczna ilość żywności nie jest tylko problemem historycznym, istnieje on także współcześnie. Według danych Światowej Organizacji do spraw Rolnictwa i Wyżywienia (FAO) około 850 mln ludzi na świecie cierpi z powodu niedożywienia. Największy odsetek niedożywionej ludności występuje w krajach afrykańskich. Jednak praktycznie biorąc w każdym z państw, nawet o wysokim poziomie rozwoju gospodarczego, występują grupy ludności okresowo niedożywionej (Błażejczyk, 2009).

W liczbach bezwzględnych najwięcej osób niedożywionych jest w najludniejszych państwach świata: w Indiach jest to około 250 mln, a w Chinach 142 mln osób. Jednak liczby te stanowią stosunkowo niewielki odsetek społeczeństw. Największy zaś odsetek ludności cierpiącej z powodu niedożywienia występuje w krajach afrykańskich. W Kongu jest to 62% ludności, w Zambii, Zimbabwie, Mozambiku i Tanzanii po około 45%, w Etiopii 40%, a w Kenii, Angoli i na Madagaskarze po 30–32% mieszkańców. Podobnie wysoki odsetek ludności niedożywionej notuje się w Korei Północnej, Jemenie i Bangladeszu. Prawie we wszystkich wymienionych państwach przyczyny niedożywienia można upatrywać zarówno w stosunkach społecznych i politycznych, jak i w często nawiedzających je klęskach żywiołowych: suszy, cyklonów tropikalnych lub opadów i powodzi (ryc. 4). Zjawiska te prowadzą nie tylko do zmniejszenia plonów, ale także do pogorszenia warunków przechowywania żywności oraz do rozprzestrzeniania się chorób dziesiątkujących stada bydła (*The State of Food Insecurity...*, 2008).

Na przestrzeni ostatnich 20 lat liczba osób dotkniętych niedożywieniem jest stabilna i wynosi 830–850 mln. Biorąc jednak pod uwagę globalny wzrost populacji odsetek osób niedożywionych nieznacznie się zmniejszył z 16% w okresie 1990–1992 do 13% w 2003–2005. Wyraźny, 8–10-procentowy spadek odsetka

ludności dotykanej niedoborem żywności obserwuje się na większości obszaru Afryki (choć wciąż jest on tam znaczny i wynosi około 35%). Nadal wzrasta problem niedożywienia w krajach Afryki Środkowej (m.in. Czad, Niger), często dotykanych klęską suszy; w badanym okresie liczba ludności dotkniętej niedożywieniem wzrosła tam z 22 do ponad 53 mln (tab. 2).



Ryc. 4. Obszary występowania sezonowych zagrożeń naturalnych dla rolnictwa

Areas of the occurrence of seasonal natural hazards for agriculture

Źródło/Source: www.fao.org/hunger/en/

Każda zmiana klimatu wywołuje w rolnictwie poważne problemy, zmuszając do poszukiwania nowych rozwiązań i metod produkcji. Na przykład okresy ochłodzenia lub ocieplenia zmieniają zasięgi poszczególnych upraw, terminy wykonywania prac polowych, plonowanie, sposoby upraw itp.

Współcześnie człowiek w coraz większym stopniu kształtuje klimat, ale także uniezależnia się od niego wprowadzając nowe, odporne na zmiany i lepiej plonujące rośliny. Niemniej jednak w wielu regionach świata rolnictwo jest nadal bardzo wrażliwe na warunki pogodowe. Dotyczy to przede wszystkim krajów położonych na obszarach częstych anomalii pogodowych. Są to jednocześnie kraje słabo rozwinięte gospodarczo (ryc. 4).

Na silną zależność rolnictwa od klimatu wskazuje strefowe rozmieszczenie upraw roślinnych. Strefę klimatów okołobiegunowych charakteryzują cechy wykluczające prowadzenie działalności rolniczej w sposób naturalny. Strefa kli-

matów umiarkowanych wykazuje największe zróżnicowanie warunków klimatycznych korzystnych dla rolnictwa, dlatego jest ona zagłębiem żywnościowym świata. W strefie klimatów podzwrotnikowych wyróżnia się grupę klimatów morskich i kontynentalnych. O ile w klimacie morskim możliwa jest bardzo intensywna uprawa zbóż i innych roślin uprawnych, o tyle na obszarach kontynentalnych występują pustynie i półpustynie, gdzie warunki przyrodnicze (w tym klimatyczne) nie sprzyjają rolnictwu. Obszary naturalnych pustyń zostały tu powiększone poprzez intensywną działalność człowieka, który w przeszłości historycznej doprowadził do prawie całkowitego wylesienia znacznych połaci tego obszaru. Kluczową rolę w tym procesie odegrało rolnictwo zajmujące coraz większe areale pod uprawę i wypas zwierząt trawożernych (Bański, 2009).

Tabela 2. Liczba osób i odsetek populacji dotkniętej niedożywieniem na świecie i w wybranych regionach w latach 1990–2005

Amount and rate of population suffer malnutrition in selected regions, 1990–2005

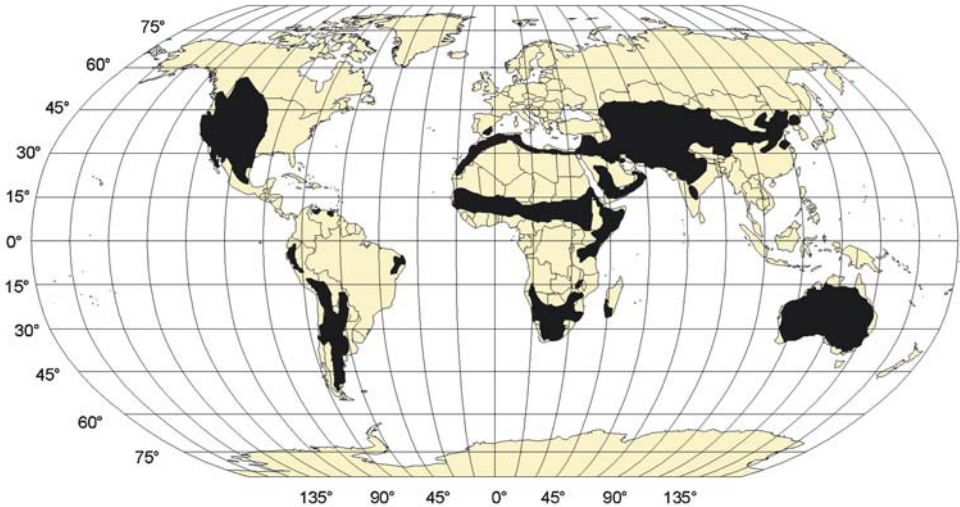
Region <i>Region</i>	Liczba ludności (mln) <i>Population suffer hunger</i>			Odsetek populacji (%) <i>Population rate</i>		
	1990– 1992	1995– 1997	2003– 2005	1990– 1992	1995– 1997	2003– 2005
	Świat	841,9	831,8	848,0	16	14
Azja i Oceania	582,4	535,0	541,9	20	17	16
Ameryka Łacińska i Karaiby	52,6	51,8	45,2	12	11	8
Bliski Wschód	15,0	25,3	28,4	7	11	11
Afryka Północna	4,0	4,3	4,6	–	–	–
Afryka Środkowa	22,0	38,4	53,3	34	51	57
Afryka Wschodnia	77,1	86,1	86,0	45	44	35
Afryka Południowa	32,4	35,8	36,8	45	43	37
Afryka Zachodnia	37,3	33,8	36,0	20	14	14

Źródło/Source: *The State of Food Insecurity...* (2008).

W strefie klimatów zwrotnikowych spotykamy się z dwojakiego rodzaju problemami klimatycznymi w rolnictwie: z jednej strony są to nadmierne opady deszczu i coraz częstsze huragany, z drugiej natomiast pogłębiające się procesy pustynnienia. Zmiany klimatyczne oraz nieprzemyślana działalność człowieka (np. nadmierny wypas bydła, niekontrolowane niszczenie naturalnej roślinności, nieracjonalne nawadnianie) spowodowały rozprzestrzenianie się obszarów pustynnych. Szacuje się, że pojawianie się cech środowiska pustynnego dotyczy około 30 mln km² obszarów wcześniej uznawanych za żyzne (ryc. 5).

Globalnym problemem staje się drastyczne zmniejszanie się w ostatnich dziesięcioleciach powierzchni porośniętych lasami. Wycinanie lasów tropikalnych

następuje głównie w celu pozyskania ziemi uprawnej i pastwisk oraz miejsc do osiedlenia. W obszarach o naturalnym sposobie uprawy i hodowli wycinanie lasów przynosi tylko doraźne korzyści. Na obszarach wylesionych następuje wzmożona erozja gleby i już po kilku latach ziemia jałowieje, więc wypalany jest kolejny fragment lasu. Na porzucone pola las wprawdzie wkracza dość szybko, ale do wytworzenia pełnej struktury drzewostanu potrzeba wielu lat.



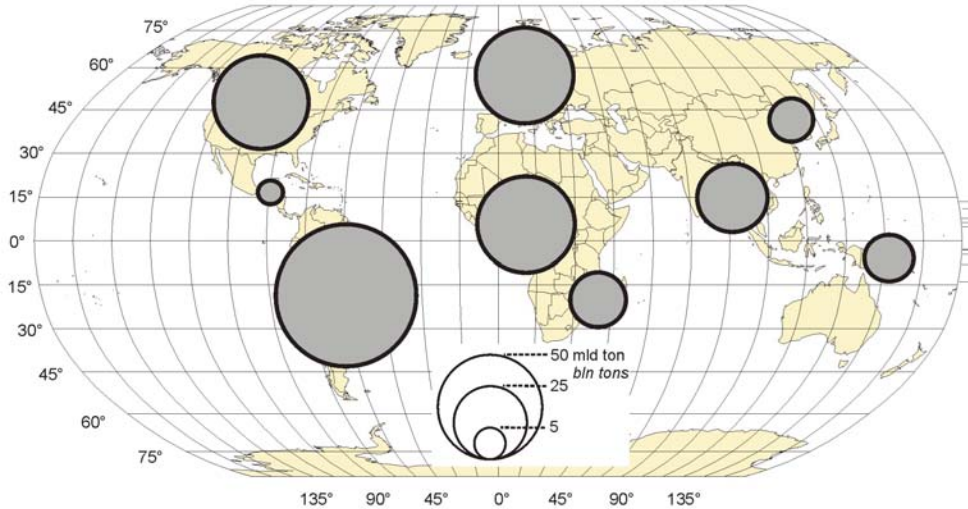
Ryc. 5. Obszary zagrożone pustynnieniem (wg: Bański i Błażejczyk, 2005)
Areas at risk of desertification (after Bański and Błażejczyk, 2005)

Wycinając lasy nie bierze się pod uwagę tego, że pełnią one w globalnym systemie klimatycznym ważną rolę regulatora zawartości dwutlenku węgla w powietrzu. Lasy wiążą w swej biomase ogromne ilości tego gazu cieplarnianego, łagodząc tempo globalnego podwyższania się temperatury powietrza. Najwięcej dwutlenku węgla wiążą w biomase lasy tropikalne, zwłaszcza w Ameryce Południowej – według *L'Atlas Environnement...* (2007) gromadzą go aż 91 miliardów ton. Także w pozostałych obszarach tropikalnych ilość związanego CO₂ jest znaczna i sięga 50 miliardów ton (ryc. 6).

W okresie od 1990 do 2000 r. średnio w roku wycinano ponad 10 mln ha lasów tropikalnych. Największy w tym udział miały Brazylia (około 3 mln ha) i Indonezja (ponad 1,5 mln ha). W kolejnych latach, zarówno w Ameryce Południowej jak i w Azji proces deforestacji nasilił się. Niewielkie osłabienie tempa wycinania lasów tropikalnych obserwuje się natomiast na pozostałych obszarach tropikalnych (ryc. 7).

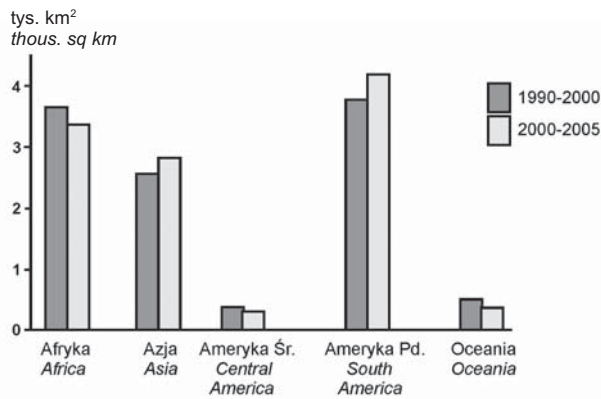
Pozbawienie systemu klimatycznego Ziemi ogromnych połąci lasów tropikalnych przynosi negatywne konsekwencje w postaci intensyfikacji efektu cieplarni-

nianego oraz regionalnych zakłóceń reżimu opadowego, który może prowadzić do nadmiernych opadów lub do ich niedoboru. A te skutki wywołują kolejny problem – migracji klimatycznych.



Ryc. 6. Dwutlenek węgla związany w biomase lasów w różnych regionach świata w 2005 r. (wg: *LAtlas...*, 2007)

Carbon dioxide sequestered in forest biomass in different parts of the world in 2005 (after *LAtlas...*, 2007)



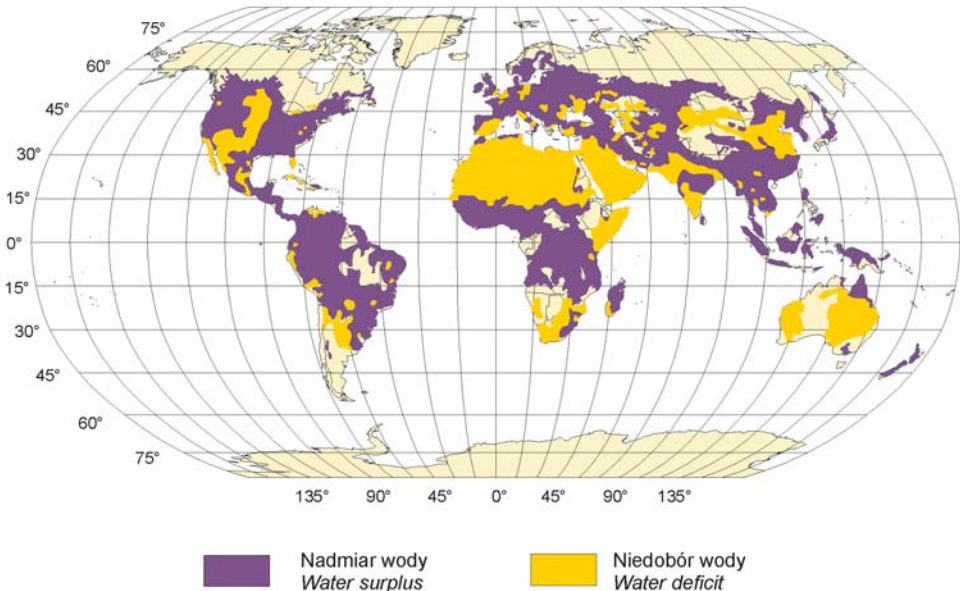
Ryc. 7. Średnie roczne ubytki powierzchni lasów tropikalnych w różnych regionach w latach 1990–2000 i 2000–2005 (wg: FAO/mongaby.com)

Mean annual tropical deforestation rate in different regions in the periods 1990–2000 and 2000–2005 (after to FAO/mongaby.com)

Migracje

Bezpośrednim skutkiem ekstremalnych zjawisk pogodowych – poza wieloma problemami zdrowotnymi, często prowadzącymi do zgonów – są stałe lub okresowe migracje z powodów klimatycznych. Rokrocznie miliony osób muszą opuszczać swe domostwa. Dzieje się to najczęściej albo z powodu intensywnych opadów (często połączonych z huraganami) albo długotrwałych susz, którym towarzyszy wysoka temperatura powietrza.

Szacuje się, że liczba migrantów klimatycznych wzrosła z około 25 mln w 1995 r. do około 50 mln w 2006 r. (*LAtlas...*, 2007). Ludy pasterskie w Afryce, Azji środkowej czy Ameryce Południowej corocznie podążają ze swymi stadami w poszukiwaniu źródeł wody, przemierzając dziesiątki lub setki kilometrów. Ta strategia działania jest „od zawsze” wpisana w ich sposób życia i gospodarowania. Bardzo liczną grupę „migrantów klimatycznych” stanowią jednak wspólnie osoby, zmuszone do okresowego opuszczenia swych domostw z powodu huraganów i powodzi. Problem ten dotyczy nie tylko krajów ubogich, ale także społeczeństw zasobnych w dobra materialne. Na przykład każdego roku mieszkańcy Florydy muszą zabezpieczać swe domy przed zniszczeniem przez huragany i przenosić się okresowo poza strefę wybrzeża. Wielkie spustoszenia czynią też tornada, zmuszając ludzi mieszkających w strefach ich występowania



Ryc. 8. Obszary zagrożone nadmiarami lub niedoborami wody (wg: *LAtlas...*, 2007)
Areas at risk of water surpluses or deficits (after *LAtlas...*, 2007)

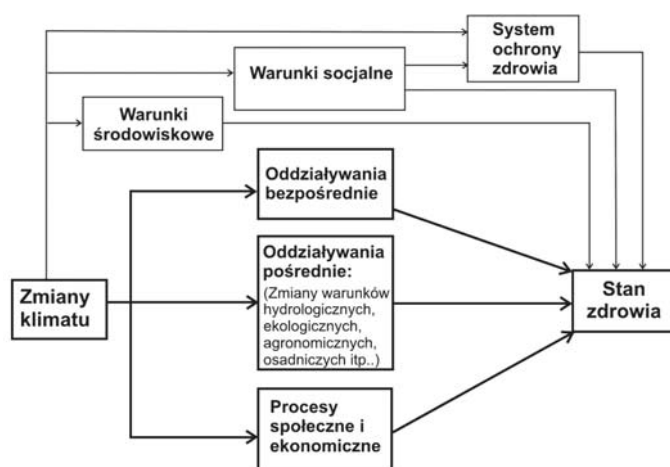
do budowania specjalnych zabezpieczeń lub do opuszczenia domów. Wieloletnie susze, przede wszystkim w krajach Afryki subsaharyjskiej zmuszają miliony osób nie tylko do okresowej, ale i do stałej emigracji, bez realnych możliwości powrotu (*Climate Change and Migration...*, 2008; Piquet, 2008).

Nadmiar lub niedobór opadów jest więc jedną z głównych przyczyn migracji klimatycznych. Rycina 8 ilustruje rozmieszczenie obszarów o różnym kierunku tzw. stresu higrycznego, rozumianego jako różnicę pomiędzy zapotrzebowaniem na wodę a jej realnymi zasobami. Widać wyraźnie, że silny stres higryczny, objawiający się dużymi niedoborami wody, bardzo często występuje na obszarach o dużej gęstości zaludnienia. Może to skutkować w najbliższym czasie zwiększeniem liczby migrantów klimatycznych, zarówno okresowych, jak i stałych.

Ochrona zdrowia

Istnieje bogata literatura dotycząca wpływu klimatu i jego zmian na zdrowie człowieka (por. Confalonieri i inni, 2007). Omawiając to zagadnienie oparto się na wcześniejszych pracach autorów, wykorzystując fragmenty tekstów już opublikowanych (Błażejczyk, 2009; Błażejczyk i Kozłowska-Szczęsna, 2008).

Mimo ogromnych postępów medycyny zdrowie zarówno pojedynczych osób, jak i całych społeczeństw jest w znacznym stopniu uzależnione od różnorodnych czynników środowiskowych, w tym atmosferycznych. Oddziaływania te mają charakter bezpośredni i pośredni (ryc. 9). Do bezpośrednich zaliczamy oddziaływania na organizm człowieka pojedynczych elementów klimatu i zja-



Ryc. 9. Relacje między zmianami klimatu a stanem zdrowia człowieka
Źródło: Confalonieri i inni (2007).

Relationships between climate change and the state of human health
Source: Confalonieri et al. (2007).

wisk pogodowych, pośrednie zaś uwidoczniają się przez postępującą urbanizację, problemy z zaopatrzeniem w wodę pitną, choroby i infekcje przenoszone przez zwierzęta, a także niedożywienie związane z kłeskami nieurodzaju (Confalonieri i inni, 2007).

Poznanie rzeczywistych związków między czynnikami klimatycznymi a zdrowiem jest przedmiotem licznych badań naukowych (Kozłowska-Szczęśna i inni, 2004). Wyniki tych badań pozwalają na opracowanie specjalnych programów ochrony zdrowia przez organizacje narodowe i międzynarodowe (np. WHO, FAO, UNICEF). Oddziaływanie zmian klimatu na zdrowie jest także monitorowane przez Międzyrządowy Panel Zmian Klimatu (IPCC), a wyniki tego monitoringu znajdują się w kolejnych raportach IPCC.

Badania kliniczne dowodzą, że niektóre czynniki meteorologiczne oddziałują na psychofizyczne reakcje organizmu, a ich wahania w krótkim czasie mogą wyzwać subiektywne dolegliwości u ludzi zdrowych oraz powodować nasilenie obiektywnych objawów chorobowych u większości chorych, w skrajnych przypadkach zaś, u osób o zwiększonym ryzyku (osoby starsze, rekonwalescenci, małe dzieci), mogą prowadzić do śmierci (Kozłowski, 1986). Czynniki meteorologiczne działają bowiem na człowieka jako bodziec – tzw. stres pogodowy (Gryczewski, 1972; Skrobowski, 1998).

Panujące warunki pogodowe oraz ogólne cechy klimatu danego regionu wyraźnie wpływają na zdrowie i samopoczucie człowieka (Besancenot, red., 1992; Błażejczyk, 2009; Douglas, 1996; Driscoll i Stillman, 2002; Fers, 1995; Gonzales i inni, 2001; Kalkstein, 1998; Kuchcik, 2001; Laaidi i inni, 2006; Makie i inni, 2002; McGregor, 2001; Sulman, 1982). W większości badań autorzy zwracają uwagę na duży wzrost liczby zgonów i zachorowań podczas fal gorąca (Dessai, 2002; Diaz i inni, 2006; Kuchcik i Błażejczyk, 2001; Pascal i inni, 2005; Tan i inni, 2007). Wzrost ryzyka zgonu lub choroby jest przy tym związany nie tylko z wysoką temperaturą powietrza, ale także z dużym natężeniem promieniowania słonecznego oraz wysoką wilgotnością powietrza (Błażejczyk, 2000, 2004; Błażejczyk i inni, 2000; Laschewski i Jendritzky, 2002; Matzarakis i Mayer, 1991, 1997). W umiarkowanych i wysokich szerokościach geograficznych stwierdzone są natomiast komplikacje zdrowotne związane z niską temperaturą powietrza, a szczególnie z falami mrozów (Błażejczyk i inni, 1998; Eng i Mercer, 1998; Gyllerup, 1998; Herling i Hoppa, 1997; Keatinge i Donaldson, 1998).

Badania K. Błażejczyka i G. McGregora (2007) wykazały, że w aglomeracjach europejskich znaczny wzrost liczby zgonów następował w skrajnych, w danym mieście, warunkach zimna i gorąca. Stwierdzono także, że w miesiącach letnich wzrost umieralności jest wyraźnie skorelowany z nasileniem się warunków gorąca. Na przykład w Paryżu i Rzymie aż 30–35% przypadków zgonów latem można wiązać z nasileniem się stresu gorąca. W odniesieniu do zimy stwierdzono, że ryzyko zgonu spowodowanego warunkami biotermicznymi wiąże się z niską temperaturą powietrza i zwiększa się wraz z obniżaniem się jej wartości.

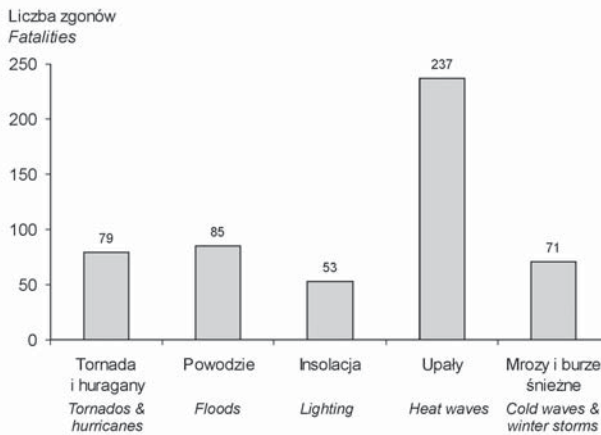
W badaniach epidemiologicznych zwraca się uwagę na wpływ niektórych sytuacji termiczno-wilgotnościowych na funkcjonowanie układów: krążenia, oddechowego i nerwowego. W ostatnich 30–40 latach w populacjach wielkomiejskich Europy wzrósł odsetek osób cierpiących na dolegliwości meteorotropowe, które najczęściej wiążą się z przechodzeniem frontów atmosferycznych: ciepłych i chłodnych. O ile w latach 1960. odsetek meteoropatów wynosił 30–40%, o tyle na początku obecnego wieku wzrósł on do 60–70% (Höppe, 2002; Kozłowska-Szczęsna i inni, 2004).

Poza dolegliwościami meteorotropowymi, które mają niekiedy charakter subiektywny, obserwuje się także obiektywne, fizjologiczne reakcje organizmu:

- niedociśnienie tętnicze nasila się podczas dni upalnych i parnych, kiedy zmniejsza się wydolność oddechowa płuc, a oddawanie ciepła z powierzchni ciała człowieka i z dróg oddechowych jest utrudnione;
- wystąpieniu zawału mięśnia sercowego sprzyjają ekstremalne wartości temperatury (tzw. stres ciepła i zimna) oraz jej duża międzydobowa zmienność, wysoka wilgotność powietrza, a także duże zmiany ciśnienia atmosferycznego w krótkim czasie;
- dolegliwości układu oddechowego (w tym objawy astmy) zdarzają się częściej wtedy, gdy temperatura miesięcy zimowych jest wyższa niż przeciętna (co jest znamienne dla współczesnych zmian klimatu), a miesięcy letnich – niższa;
- 60–80% zaostrzeń chorób narządu ruchu, a także nerwobóle, można przypisać przejściu frontu chłodnego;
- nasilenie dolegliwości bólowych u chorych na reumatoidalne zapalenie stawów spotyka się częściej w półroczu ciepłym niż chłodnym, a wzrost nasilenia bólu można wiązać z przemieszczaniem się frontu chłodnego, spadkiem ciśnienia atmosferycznego i wzrostem wilgotności powietrza. Dolegliwości bólowe w obrębie narządów ruchu nasilają się przede wszystkim przy nagłym spadku temperatury i wzroście wilgotności względnej (Błażejczyk i Kozłowska-Szczęsna, 2008; Kozłowska-Szczęsna i inni, 2004).

Zasygnalizowane wyżej problemy zdrowotne powodują wyraźne konsekwencje dla systemu ochrony zdrowia. Dotykają one najczęściej osób starszych, których odsetek wzrasta w ostatnich dziesięcioleciach. To z kolei wymusza zwiększenie kosztów ponoszonych przez społeczeństwa na ochronę zdrowia. Przykładem może być chociażby fala upałów w 2003 r. w południowo-zachodniej Europie. Szacuje się, że przyczyniła się ona do śmierci ponad 30 tys. osób, w tym około 14 tys. we Francji (Laaidi i inni, 2006). Uruchomiło to liczne badania naukowe oraz doprowadziło do powstania programów ochrony przed skutkami fal upałów we Francji i Włoszech. Na programy te składają się: rozpoznanie fal upałów i kierunków ich rozprzestrzeniania się, system wczesnego ostrzegania oraz działania służb medycznych i socjalnych, adresowane przede wszystkim do grupy osób zwiększonego ryzyka (dzieci, osoby chore i w podeszłym wieku).

Bezpośrednią przyczyną wielu problemów zdrowotnych, a także zgonów są ekstremalne zjawiska pogodowe. Na przykład, w Stanach Zjednoczonych najczęściej przypadków śmiertelnych następuje w wyniku powikłań zdrowotnych powodowanych przez fale upałów. Trzykrotnie mniejsze śmiertelne żniwo przynoszą powodzie i silne wiatry (tornado i huragany) (ryc. 10). W skali globalnej w ostatnich trzech dekadach obserwuje się wzrost liczby zjawisk katastrofalnych i liczby ich ofiar. W ostatnich 30 latach regionami, w których zanotowano najczęściej ofiar katastrof naturalnych (głównie pogodowych) były: południowo-wschodnia Azja, zachodnia i południowa Afryka oraz zachodnia i południowa część Ameryki Południowej.



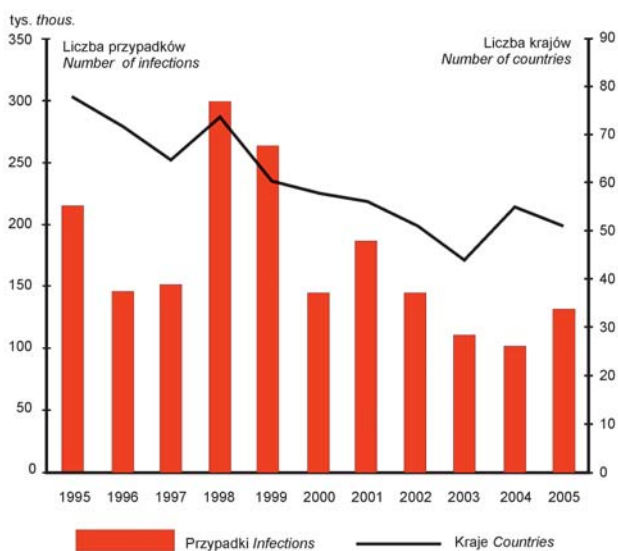
Ryc. 10. Średnie roczne liczby śmiertelnych przypadków związanych z różnymi zjawiskami pogodowymi w Stanach Zjednoczonych (wg: *Weather Catastrophes...*, 2005)

Mean annual numbers of deaths attributable to weather phenomena in the United States (after *Weather Catastrophes...*, 2005)

Wiele chorób przenoszonych jest przez drobnoustroje, dla których środowiskiem życia jest woda. Dlatego odpowiednia jakość wody pitnej staje się poważnym wyzwaniem w wielu regionach świata. Przyczynami złej jakości wody pitnej jest albo jej niedobór, spowodowany niedostatecznymi opadami, albo też jej nadmiar.

W skali globalnej najgroźniejszą chorobą powodowaną złym stanem sanitarnym wody pitnej jest cholera (*Cholera Outbreak*, 2004). W latach 1995–2005 liczba przypadków tej choroby wahała się od około 120 do 300 tys. rocznie. Obserwuje się przy tym niewielką tendencję malejącą w odniesieniu do nowych przypadków cholery oraz wyraźną tendencję malejącą liczby krajów, w których była rejestrowana (ryc. 11). Jest to przede wszystkim efektem programów międzynarodowych inicjowanych przez Światową Organizację Zdrowia (WHO).

Obecnie najwięcej przypadków cholery występuje w Afryce subsaharyjskiej oraz w południowej i południowo-wschodniej Azji. Pojedyncze przypadki cholery są corocznie stwierdzane także w innych krajach, dokąd dotarły one wraz z osobami wracającymi z regionów o największym zagrożeniu.



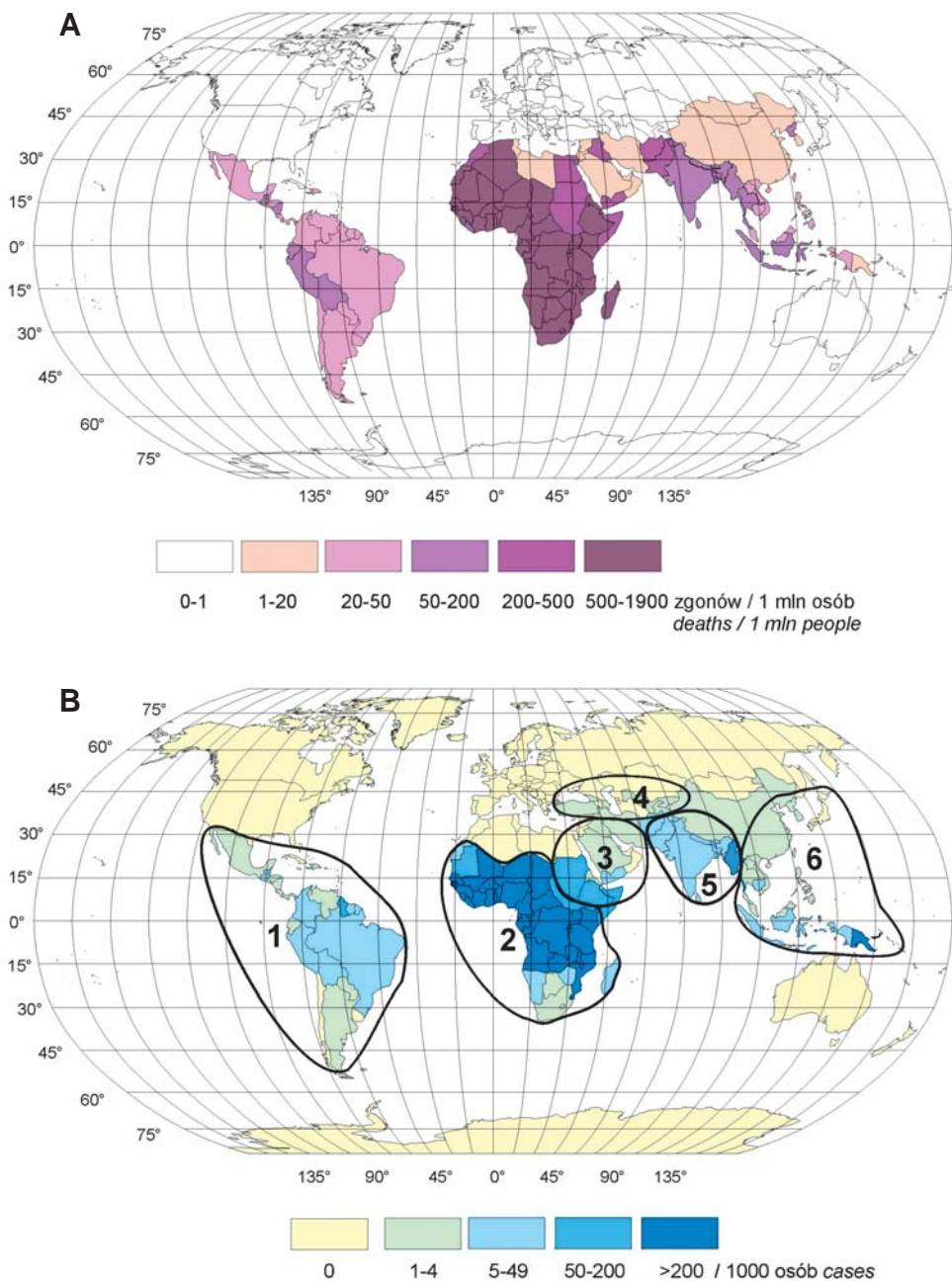
Ryc. 11. Liczba przypadków cholery i krajów, w których była rejestrowana w latach 1995–2005

Number of infections and countries in which cholera was noted, 1995–2005

Źródło/Source: WHO Cholera Web page.

Wiele chorób, najczęściej tropikalnych, jest przenoszonych przez zakażone owady i inne małe zwierzęta. Populacje nosicieli tych chorób są silnie uzależnione od temperatury powietrza i jego wilgotności (np. wraz ze wzrostem temperatury i ilości opadów wzrasta liczba komarów). W obszarach występowania tej grupy chorób żyje ponad połowa całej ludności świata. Każdego roku rejestruje się setki milionów nowych zachorowań i zgonów (tab. 3), a regiony najbardziej zagrożone – to Afryka, Ameryka Południowa i Środkowa oraz południowa i południowo-wschodnia Azja (ryc. 12A).

Najbardziej rozpowszechnioną chorobą przenoszoną przez owady jest malaria. Powodem tego jest szeroki zasięg terytorialny warunków klimatycznych sprzyjających rozwojowi nosicieli choroby oraz brak szczepionki zabezpieczającej przed zakażeniem (*World Malaria Report*, 2008). Światowa Organizacja Zdrowia monitoruje na bieżąco przypadki zachorowań na malarię i zgonów nią spowodowanych. W skali całego globu ponad 3 mld ludzi, tzn. około 50% populacji, żyje na obszarach narażonych na występowanie komarów nosicieli malarii,



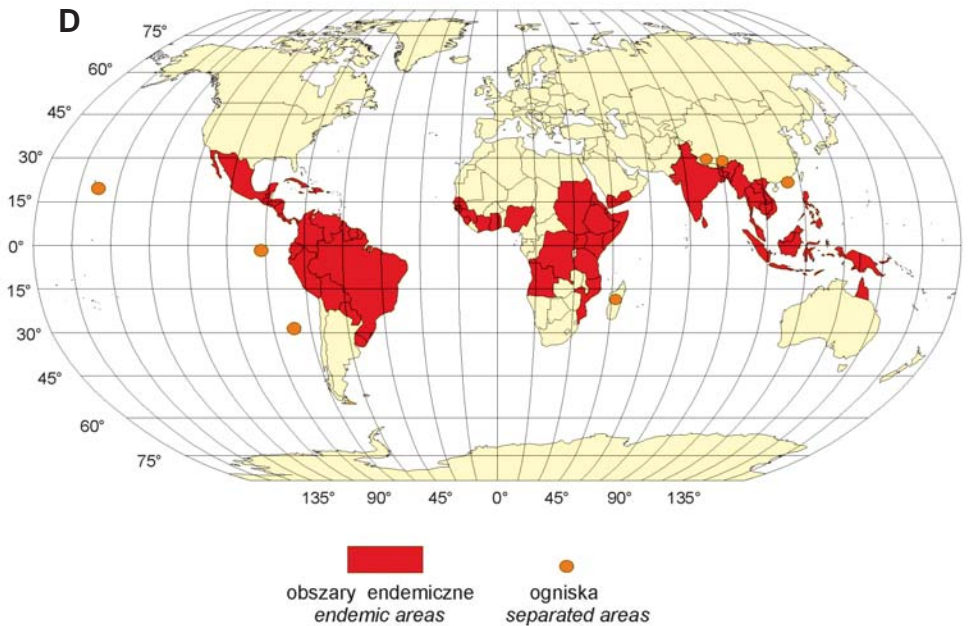
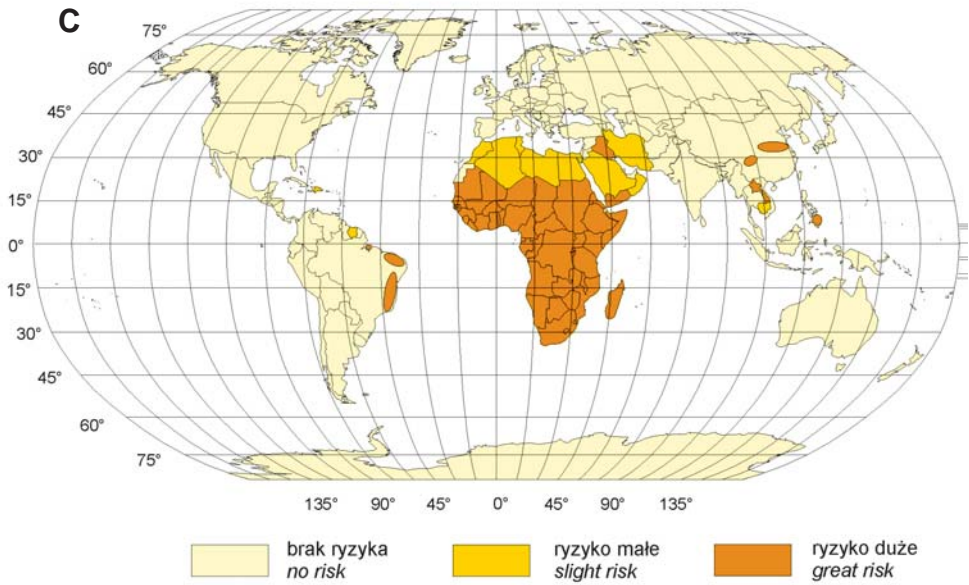
Ryc. 12. A. Zgony spowodowane przez choroby rozprzestrzeniane przez nosicieli w 2002 r. (wg: WHO Word Health Report, 2004)

B. Przypadki malarii zarejestrowane w roku 2006 w różnych regionach WHO;

1 – Ameryka, 2 – Afryka, 3 – Bliski Wschód, 4 – Azja środkowa, 5 – Azja południowa, 6 – Azja południowo-wschodnia (wg: World Malaria Report, 2008).

C. Obszary o różnym stopniu ryzyka zakażenia schistosomią w 2007 r. (wg: WHO Web page)

D. Obszary endemiczne i ogniska występowania dengi w 2008 r. (wg: WHO Web page)



- A. Deaths caused by vector born diseases in 2002 (after *WHO World Health Report*, 2004)
- B. Malaria cases registered in 2006 in various WHO regions; 1 – Americas, 2 – Africa, 3 – Eastern Mediterranean, 4 – Europe, 5 – South-East Asia, 6 – Western Pacific (after *World Malaria Report* 2008).
- C. Areas facing different levels of risk of schistosomiasis in 2007 (after *WHO Web page*)
- D. Areas of the endemic or sporadic occurrence of dengue fever infections, as of 2008 (after *WHO Web page*)

w tym ponad 1,2 mld na terenach o dużym stopniu ryzyka zakażenia. Najwięcej osób zagrożonych malarią, blisko 1 mld, żyje w Afryce subsaharyjskiej oraz w południowej Azji (ryc. 12B).

Tabela 3. Charakterystyka niektórych chorób rozprzestrzenianych przez nosicieli
Characteristics of some vector born diseases

Choroba <i>Disease</i>	Nosiciel <i>Vector</i>	Zagrożona populacja <i>Population at risk</i>	Liczba osób zain- fekowanych (lub nowych zachoro- wań rocznie) <i>Number of infec- tions per year</i>	Temperatura min. przeżycia nosiciela (°C) <i>Lower thermal limit for vector</i>	Temperatura maks. przeżycia nosiciela (°C) <i>Upper thermal limit for vector</i>
Malaria	komary	3,3 mld	273 mln	15–19	33–39
Schistosomia	ślimak wodny	500–600 mln	120 mln	14	>37
Denga	komary	3 mld	10–15 mln	12	nieznana
Chagas	pluskwiaki	100 mln	16–18 mln	18	38
Śpiączka	mucha tsetse	55 mln	300–500 tys.	–	–
Żółta febra	komary	470 mln	200 tys.	–	–

Źródło/Source: McMichael, Githeko (2001); *World Malaria Report* (2008).

Około 120 mln osób, głównie w Afryce (ale także w Ameryce Południowej i Azji Południowo-wschodniej) jest zakażonych schistosomią (ryc. 12C). Corocznie około 20 tys. zarażonych osób umiera na skutek ostrych biegunek i krwawień z przewodu pokarmowego. Chorobę tę przenosi niewielki ślimak, który dostaje się do przewodu pokarmowego człowieka wraz z wodą lub posiłkami na niej przygotowywanymi. Jego populacja dramatycznie zwiększa się na obrzeżach miast, głównie w pobliżu studni i ujęć wody.

Denga, zwana także gorączką tropikalną, jest chorobą rozpowszechnioną w strefie klimatów równikowych i podrównikowych, zwłaszcza w obszarach zurbanizowanych. Zakażenie, podobnie jak w przypadku malarii, jest przenoszone przez komary. Jak podaje WHO, populacja narażona na zakażenie dengą liczy aż 2,5 mld (40% ludności świata), a corocznie zapadają na tę chorobę dziesiątki milionów ludzi. W 2007 r. tylko w Ameryce Południowej zarejestrowano 890 tys. zachorowań na dengę, w tym 26 tys. na jej najostrzejszą odmianę. Obecnie denga jest notowana w ponad 100 krajach Afryki, Ameryki, Bliskiego Wschodu i Azji (ryc. 12D).

Konsekwencje zdrowotne współczesnych zmian klimatu są dotychczas słabo rozpoznane i w większości mają charakter jakościowy. 4 Raport IPCC podaje np., że z całą pewnością na zdrowie milionów ludzi będą wpływały:

- zwiększone problemy wynikające z niedożywienia, a będące wynikiem zmniejszenia się zbiorów w obszarach tropikalnych i podzwrotnikowych;
- częste fale upałów, powodzie, silne wiatry, susze, pożary i zwiększone zanieczyszczenie powietrza w obszarach zurbanizowanych, które będą powodowały wzrost umieralności, chorób i zranień.

Należy się spodziewać wzrostu liczby chorych na: ostre biegunki, zaburzenia układu oddechowego i układu krążenia oraz choroby rozprzestrzeniane przez nosicieli. Jednocześnie w obszarach o klimacie umiarkowanym zmniejszy się liczba zachorowań i zgonów spowodowanych przechłodzeniem organizmu (ryc. 13). Niemniej, w ogólnym bilansie korzyści te będą zdecydowanie mniejsze niż zagrożenia związane ze wzrostem temperatury, szczególnie w krajach rozwijających się (*Climate Change...*, 2007).

Przewidywane zmiany	Kierunek zmian:	
	dodatni	ujemny
Z bardzo dużym prawdopodobieństwem: Ekspansja malarii	←	→
Z dużym prawdopodobieństwem: Wzrost chorób z niedożywienia Wzrost chorób i zgonów powodowanych przez ekstremalne zjawiska pogodowe Wzrost chorób wywołanych złym stanem sanitarnym powietrza Zmiany w populacji owadów Zmniejszenie zgonów spowodowanych wychłodzeniem	←	→
Z umiarkowanym prawdopodobieństwem: Wzrost ciężkich przypadków biegunki	←	→

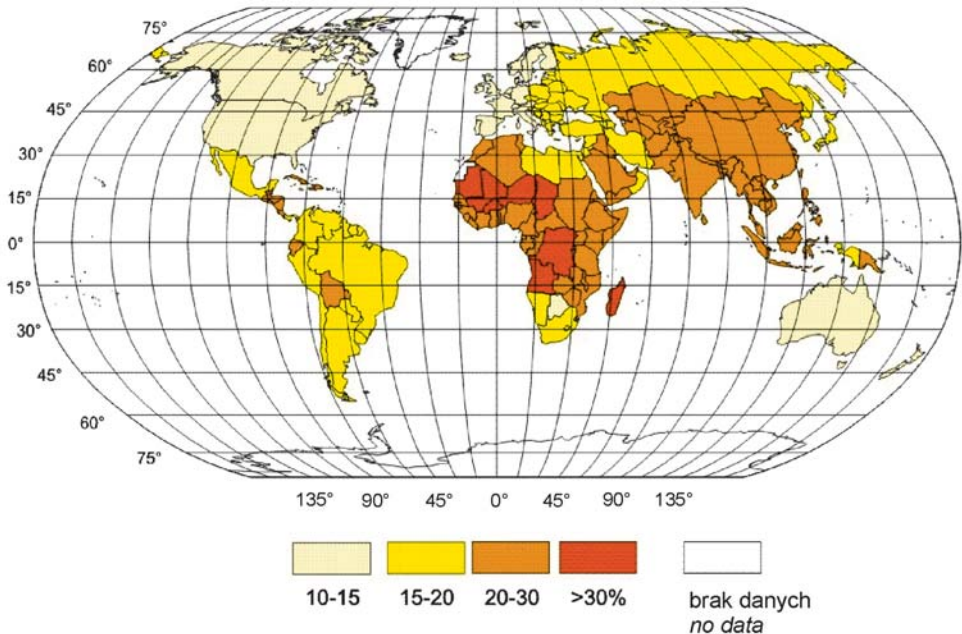
Wielkość strzałki proporcjonalna do wielkości zmian

Ryc. 13. Zmiany w stanie zdrowia ludności świata spowodowane przewidywanymi w XXI w. zmianami klimatu

Źródło: Confalonieri i inni (2007).

Directions and sizes of changes in selected health impacts of climate change in the 21st century
Source: Confalonieri et al. (2007).

Spoleczność międzynarodowa czyni starania mające na celu zredukowanie środowiskowych zagrożeń zdrowia. Powstają w tym celu programy monitorowane przez WHO i FAO. Koncentrują się one na zapewnieniu zdrowej wody pitnej, akcji szczepień ochronnych przed zakażeniami i poprawie efektywności lokalnego rolnictwa. W wyniku tych działań można w niektórych regionach liczyć na ponad 30% spadek liczby nagłych, ostrych zachorowań. Spadek ten może być największy w krajach, które cechują się obecnie największą liczbą zachorowań na cholere i choroby tropikalne oraz w krajach z problemami zdrowotnymi związanymi z niedożywieniem. W regionach rozwiniętych gospodarczo, w których zachorowań jest relatywnie niewiele, należy się raczej liczyć z małą możliwością poprawy warunków środowiskowych (ryc. 14).



Ryc. 14. Odsetek, o który może się zmniejszyć liczba infekcji i osób niedożywionych w wyniku zredukowania środowiskowych zagrożeń zdrowia (wg: *Protecting Health...*, 2008).

Possible percentage decrease in numbers of infected and undernourished people due to reductions in environmental health risks (after *Protecting Health...*, 2008).

Sport, rekreacja i turystyka

Niekorzystne warunki meteorologiczne są także realnym zagrożeniem dla sportowców. Mogą one nie tylko wpływać na obniżenie wyników sportowych rozgrywanych na wolnym powietrzu, lecz także być przyczyną komplikacji zdrowotnych, a nawet zgonów sportowców (najczęściej biegaczy długodystansowych i kolarzy). Dochodzi do tego z reguły wtedy, gdy wysiłek jest wykonywany w gorącym, wilgotnym otoczeniu. Podczas wysiłku fizycznego, w wyniku nasilonego metabolizmu pracujące mięśnie wytwarzają zwiększoną ilość ciepła. W wyniku tego temperatura wewnętrzna ulega podwyższeniu o 1°C na każde 5–7 minut wysiłku. Gdyby zawiodły mechanizmy termoregulacyjne lub wystąpiły poważne zaburzenia w eliminacji ciepła z organizmu, już po 15 minutach temperatura naszego ciała wzrosłaby do 40°C, a u maratończyka kończącego 42-kilometrowy bieg w czasie 2 godz. 30 min., temperatura wewnętrzna wynosiłaby ponad 70°C! (Błażejczyk i Szyguła, 2004; Nielsen, 1996; Vardaguer-Codina, 1993).

Jednym z efektywnych mechanizmów termoregulacji jest wydzielanie potu, który następnie, w sprzyjających warunkach otoczenia, może być odparowany. Poza bezsporną zaletą tego procesu, jaką jest usuwanie nadmiaru ciepła, ist-

nieje także skutek uboczny, w postaci odwodnienia organizmu. Odwodnienie pogarsza możliwości wysiłkowe i termoregulacyjne organizmu. Nawet niewielkie odwodnienie, powodujące ubytek masy ciała około 1%, pogarsza funkcjonowanie układu krążenia. Przy dalszym odwodnieniu następuje upośledzenie czynności psychicznych, obniża się wydolność organizmu, zmniejsza zdolność do wysiłku i wytrzymałość mięśniowa oraz narasta uczucie zmęczenia, a efekty aklimatyzacji zawodników maleją. Odwodnienie rzędu 3% masy ciała nie tylko znacznie obniża wydolność fizyczną, ale także zwiększa ryzyko powikłań, takich jak bolesne kurcze mięśni kończyn dolnych, bóle brzucha czy omdlenie cieplne. Dalsze odwodnienie prowadzi do wyczerpania cieplnego, hipertermii i wreszcie udaru cieplnego, który może być przyczyną śmierci. Doświadczenia płynące z olimpiad w Barcelonie w 1992 r. i w Atlancie w 1996 r., gdzie panowały bardzo niekorzystne warunki biotermiczne wskazują, że w wielu przypadkach zawody odbywały się na granicy zdrowia sportowców, a uzyskiwane wyniki były znacznie poniżej ich oczekiwań i możliwości (Błażejczyk i Szyguła, 2004).

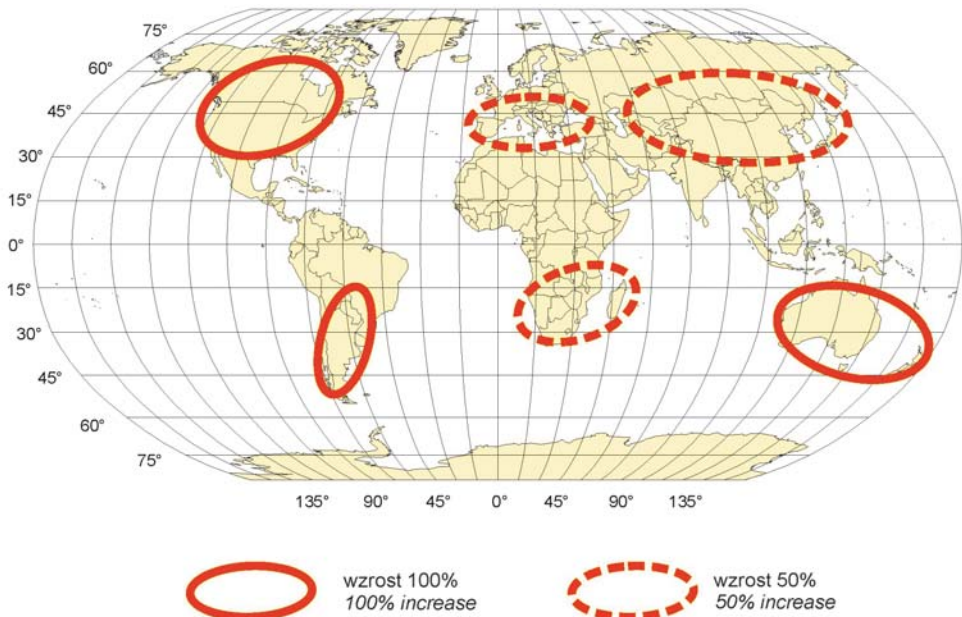
Rekreacja i turystyka są bardzo ważnym składnikiem życia, gdyż zaspokajają trzy istotne potrzeby człowieka: poznawania otaczającego świata, regeneracji organizmu i profilaktyki zdrowotnej. Dlatego z roku na rok wzrasta liczba osób korzystających z różnych form spędzania wolnego czasu poza domem (Błażejczyk, 2004).

Mianem rekreacji określa się różne formy spędzania przez człowieka czasu wolnego, zarówno spontaniczne, jak i te, będące stałym elementem życia różnych wspólnot; na przykład w zakonach chrześcijańskich rekreacja jest – obok modlitwy i pracy – jednym z codziennych obowiązków zakonników. Mianem turystyki określa się natomiast praktykę podróżowania – zbiorowego lub indywidualnego – poza miejsce stałego zamieszkania oraz wędrówek po obcym terenie, mającego cele krajoznawcze lub rekreacyjne.

Na możliwość korzystania z rekreacji i turystyki składa się wiele czynników, począwszy od kosztów po odpowiednią infrastrukturę, organizację i logistykę. W przypadku tych form rekreacji i turystyki, które wiążą się z przebywaniem na wolnym powietrzu należy uwzględnić kolejny czynnik, jakim jest pogoda. Można powiedzieć, że pogoda i klimat są zasobami naturalnymi wykorzystywanymi w rekreacji i turystyce. W wielu przypadkach czynnik pogodowy jest tym, który uniemożliwia przebywanie człowieka poza pomieszczeniami zamkniętymi (Błażejczyk, 2007).

Zagadnienia związane z wpływem klimatu i warunków pogodowych na możliwość i efektywność rekreacji i turystyki są przedmiotem zainteresowania międzynarodowych grup badawczych. W ramach Międzynarodowego Stowarzyszenia Biometeorologii (ISB) istnieje aktywna grupa badawcza „Klimat–rekreacja–turystyka” kierowana przez A. Matzarakisa (Niemcy), D. Scotta (Kanada) oraz C.R de Freitas (Nowa Zelandia). Istnieje też Światowa Organizacja Turystyki (WTO), która coraz szerzej zajmuje się wpływem klimatu i pogody na efektywność turystyki.

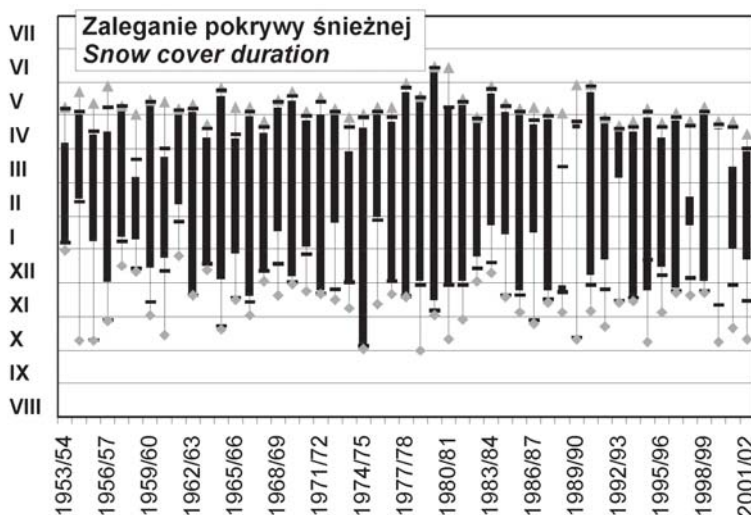
Jedną z głównych form rekreacji są tzw. kąpiele słoneczne, czyli przebywanie w bezruchu w miejscach nasłonecznionych. Jest to jedna z podstawowych form rekreacji w okresie ciepłym, zwłaszcza na brzegach zbiorników wodnych. Przebywanie w takich miejscach przynosi organizmowi wiele pożytku, może jednak być także niebezpieczne. Nadmierne dawki promieniowania słonecznego mogą powodować liczne choroby skóry, oczu i zaburzenia układu immunologicznego, aż po nowotwory skóry oraz oczu (Lityńska i inni, 2001). Przyczyną odczynów zarówno korzystnych, jak i szkodliwych dla zdrowia jest promieniowanie nadfioletowe (UV), a więc fale o długości mniejszej niż $0,4 \mu\text{m}$. Obserwowana w ostatnich dziesięcioleciach degradacja warstwy ozonu stratosferycznego (Błażejczyk 2004), zabezpieczającego przed przenikaniem do atmosfery szkodliwego promieniowania nadfioletowego UV-C, prowadzi do wzrostu liczby osób dotkniętych rakiem skóry, zwłaszcza na półkuli południowej (Confalonieri i inni, 2007). Prognozy na najbliższe 40–50 lat, dokonane w Holenderskim Instytucie Zdrowia Publicznego wskazują, że w basenie Morza Śródziemnego, w centrum kontynentu azjatyckiego oraz na południu Afryki należy się liczyć z 50% wzrostem zachorowań na raka skóry. Na obszarze Argentyny, Stanów Zjednoczonych i Australii do 2060 r. liczba ta może wzrosnąć nawet o 100% (ryc. 15).



Ryc. 15. Przewidywany wzrost liczby zachorowań na raka skóry w latach 2020–2060 (wg: *L'Atlas...*, 2007).

Predicted increase in numbers of skin cancer cases in the period 2020–2060 (after *L'Atlas...*, 2007).

Obserwowane współcześnie zmiany klimatu prowadzą do różnorodnych perturbacji w rozwoju turystyki, która dla wielu regionów stanowi jedyne lub podstawowe źródło dochodu. Zmiana temperatury powietrza oraz reżimu opadów wpływa wyraźnie na narciarstwo i sporty zimowe. W ostatnich dwu dziesięcioleciach ubiegłego wieku zaobserwowano zmniejszenie opadów śniegu i czasu jego zalegania, co ilustruje przykład z gór Chorwacji (ryc. 16). O ile przed rokiem 1986 nie zdarzały się zimy bez długotrwałej i grubej pokrywy śnieżnej, o tyle w ostatnich latach zimy takie występowały kilkakrotnie (Gajjc-Čapka i Horak, 2007). Także symulacje wykonane przez D. Scotta i J. Dowsona (2007) dla północnej części Apalachów w Stanach Zjednoczonych wskazują na przewidywane skrócenie o kilkanaście procent długości sezonu zalegania pokrywy śnieżnej dogodnej do uprawiania sportów zimowych. Powoduje to wymierne ekonomiczne straty materialne spowodowane zmniejszeniem się liczby turystów oraz koniecznością stosowania kosztownych urządzeń do sztucznego naśnieżania.



Ryc. 16. Terminy początku i końca zalegania pokrywy śnieżnej w Górach Dynarskich (Chorwacja) w okresie 1953–2002; pokrywa o grubości ≥ 10 cm (romby), ≥ 30 cm (linie), ≥ 50 cm (słupki); (Gajjc-Čapka i Horak, 2007)

The first and last dates of occurrence of snow depth ≥ 10 cm (rhombuses), ≥ 30 cm (lines) and ≥ 50 cm (bars) at Zavižan, Croatia, in the years 1953–2002 (Gajjc-Čapka and Horak, 2007)

Postępujące ocieplanie klimatu powoduje stopniowe wytapianie się czasz lodowych na Grenlandii i Antarktydzie oraz lodowców górskich, prowadzące do podnoszenia się poziomu oceanu światowego. Tempo tego procesu jest wprawdzie mniejsze niż przewidywano jeszcze 20 lat temu, niemniej obecne scenariusze możliwych zmian klimatu zakładają wzrost poziomu morza o od 20 do

60 cm. Wielu wyspom koralowym na Oceanie Indyjskim i Spokojnym, które stały się w ostatnich latach rajem dla turystów z Europy środkowej i północnej oraz Stanów Zjednoczonych, może w związku z tym grozić katastrofa społeczna i gospodarcza.

Ocieplanie się klimatu stanowi niekiedy także szansę rozwoju. Tego właśnie można oczekiwać na wybrzeżach mórz strefy umiarkowanej (Północnego, Bałtyckiego). Mogą one przejąć znaczną liczbę turystów, dla których wybrzeża Morza Śródziemnego staną się latem zbyt gorące (Willms, 2007).

Literatura, sztuki piękne i muzyka

Pogoda stanowi nieodłączny element filozofii, literatury i sztuk plastycznych oraz inspiruje kompozytorów, np. pory roku czy burze zilustrowali muzycznie między innymi: L. van Beethoven, H. Berlioz, B. Britten, P. Czajkowski, C. Debussy, A. Głazunow, E. Grieg, G.F. Haendl, F.J. Hayd, A.H. Honegger, F. Liszt, S. Moniuszko, W.A. Mozart, M. Rimski-Korsakow, G. Rosini, W.A. Rossini, J. Strauss, R. Strauss, A. Vivaldi, R. Wagner. Kompozytorzy często uzupełniali swe partytury dodatkowymi opisami, pozwalającymi wykonawcom jak najpełniej oddać intencje twórców. Na przykład Antonio Vivaldi partyturę *4 pór roku* uzupełnił informacjami, jakie odgłosy przyrody, w tym zjawisk pogodowych, były inspiracją do poszczególnych części dzieła.

Także malarze, szczególnie wrażliwi na piękno przyrody i potrafiący wspinać się przedstawić w swoich dziełach, zwracają uwagę na oświetlenie, kolor nieba, chmury, wschody i zachody słońca, wieńce, błyskawice, tęczę czy mgłę. Również wiatr halny był i jest nadal natchnieniem poetów i malarzy. Artyści szkoły włoskiej, tworzący na południu Europy, używają łagodniejszych barw podczas gdy obrazy malarzy krajów północnych są często ciemne i mroczne. Prekursorem systemowego podejścia do zjawisk pogodowych w malarstwie był Leonardo da Vinci. W swoim *Traktacie o malarstwie* zawarł wiele szczegółowych wskazówek, jak przedstawiać zjawiska pogodowe na płótnie. Jako przykład można podać następujące.

[147] „...Aby przedstawić nawałnicę, ukazesz wpierw chmury, postrzępione i rozwiane, pędzące za kierunkiem wiatru, wraz z piaszczystym pyłem unoszącym się z brzegów morskich; a także gałązki i liście uniesione potęgą wiatru, lecące w powietrzu wraz z innymi lekkimi przedmiotami; drzewa i rośliny gnące się ku ziemi, jakby chciały nadażyć za biegiem wiatru, z gałęziami wykręconymi wbrew swemu stanowi naturalnemu, z odwróconymi i splątanymi liśćmi. (...) powietrze pełne grozy z powodu mrocznej ciemności, utworzonej przez kurz, mgłę i gęste chmury”.

[932] „Chmury mają tym więcej czerwieni, im bliżej znajdują się od horyzontu, a tym mniej czerwieni, im są bardziej oddalone od horyzontu”.

Zjawiska atmosferyczne znalazły swoje odzwierciedlenie w obrazach takich malarzy jak: A. Dürer, P. Gauguin, K. Monet, C. Pissarro, P. Rubens i A. Sisley. Wspaniale oddał groźne zjawiska meteorologiczne na morzu I.K. Ajwazowski. Angielski malarz J.M. Turner jako inspirację do swoich prac wykorzystał czerwień zachodów i wschodów słońca występującą jesienią 1815 r., a związaną z siarkowymi aerozolami z wulkanu Tambora. Spośród polskich malarzy wrażliwych na piękno i grozę zjawisk meteorologicznych wymienić można np.: J. Chełmońskiego, J. Fałata, W. Podkowińskiego, F. Ruszczyca, J. Stanisławskiego czy L. Wyczółkowskiego.

Pogoda lub jej elementy znalazły także swe odbicie w literaturze. Do najstarszych ilustracji przebiegu i skutków opadu należy zaliczyć wspomniane już opisy potopu, występujące w wielu kulturach, od amerykańskich Majów, poprzez bliskowschodnie kultury judaistyczną i babilońską po starożytne Chiny.

W Starym Testamencie znajdujemy piękne opisy tęczy, jako znaku przymierza pomiędzy Bogiem i ludźmi oraz rosy, jako znaku bożego błogosławieństwa. Także Nowy Testament zawiera opisy zjawisk pogodowych, które towarzyszą działalności Jezusa (np. burza na morzu, opisy upałów czy wichury i trzęsienia ziemi w chwili śmierci).

W literaturze pięknej zjawiska pogodowe stanowią istotny element wielu dzieł. Realistyczne i naturalistyczne opisy tworzą nastrój i pozwalają czytelnikowi lepiej zrozumieć wydarzenia i stany duszy bohaterów. Pogoda bywa także symbolem (np. przeżyć wewnętrznych bohatera) i wtedy jej opis nie pretenduje do zgodności ze stanem natury.

Homer w *Odysei* opisał idealną pogodę, jaką cieszyli się mieszkańcy góry Olimp. Z kolei akcja tragedii *Romeo i Julia* W. Szekspira rozgrywa się podczas upalnego lata i być może śmierć Tybalda podczas walki nastąpiła również na skutek osłabienia spowodowanego wysoką temperaturą powietrza. Opis suszy w Oklahomie znajdujemy w powieści J. Steinbecka *Grona gniewu*. D. Defoe opisuje sztormy w swojej książce *Sztorm, czyli zbiór najbardziej niezwykłych ofiar i katastrof, które wydarzyły się w czasie ostatniej okropnej burzy, zarówno na morzu jak i na lądzie* (1703). Ten sam autor w najbardziej znanym swym dziele *Życie i dziwne a zaskakujące przypadki Robinsona Crusoe z Jorku żeglarza, który przeżył dwadzieścia i osiem lat samotnie na bezludnej wyspie u wybrzeży Ameryki, w pobliżu ujścia rzeki Oroonoque, wyrzucony na brzeg z wraku, podczas gdy wszyscy inni zginęli prócz niego, z wyjaśnieniem jak został w końcu uratowany przez piratów, napisana przez niego samego* daje wiele malowniczych i realistycznych opisów zjawisk pogodowych. Znana angielska pisarka M. Shelly przebywająca nad Jeziorem Genewskim w „roku bez lata” (1816), zainspirowana złą pogodą napisała powieść *Frankenstein*. Z kolei Joseph Conrad (Korzeniowski) w *Tajfunie* przedstawił plastycznie dramatyzm niebezpiecznych zjawisk pogody.

W literaturze polskiej wspaniałe i sugestywne są opisy zjawisk meteorologicznych w *Panu Tadeuszu* A. Mickiewicza. Naliczono ich 77 w pierwszych dzieściu księgach epopei (Michalczewski, 1971). Opisy te mają nie tylko charakter realistyczny, ale są także symbolami utraconej Ojczyzny. Popatrzmy na przykład na następujący fragment *Pana Tadeusza* (Księga 3):

„Te Państwa niebo włoskie, jak o niem słyszałem,
 Błękitne, czyste, wszak to jak zamarzła woda!
 Czyż nie piękniejsze stokroć wiatr i niepogoda?
 U nas dość głowę podnieść: ileż to widoków!
 Ileż scen i obrazów z samej gry obłoków!”

Podobną funkcję pełni obraz przyrody w wierszu Cz. Miłosza *W mojej ojczyźnie*.

„ W mojej ojczyźnie, do której nie wrócę,
 Jest takie leśne Jezioro ogromne,
 Chmury szerokie, rozdarte, cudowne
 Pamiętam, kiedy wzrok za siebie rzucę.
 I płytkich wód szept w jakimś zmroku ciemnym,
 I dno, na którym trawy są cierniste,
 Mew czarnych krzyk, zachodów zimnych czerwień,
 Cyranek świsty w górze porywiste.”

Plastyczny opis wichury można znaleźć w *Przedwiośniu* S. Żeromskiego, a piękne, naturalistyczne opisy pogody w różnych porach roku umieścił W. Reymont w *Chłopach*. W *Sonetach Krymskich* A. Mickiewicza czy też w wierszach H. Poświatowskiej pogoda jest natomiast obrazem stanów duszy bohaterów.

Wiek XX był ojcem kina i twórczości filmowej. Klimat jest ważnym i nieodłącznym składnikiem filmowego dzieła: potęguje napięcie i emocje, wnosi realizm lub zwiększa widowiskowość. W początkowym okresie najczęściej wykorzystywano burze i wichury jako motywy podnoszące napięcie emocjonalne filmu. Konkretnie sytuacje pogodowe (deszcz, słońce, tęcze itp.) pozwalają także na egzemplifikację uczuć i przeżyć bohaterów filmu (np. *Deszczowa piosenka*, *Szklana pułapka*, *Pamiętnik*). Istnieją dzieła filmowe, w których klimat lub różne elementy pogody są głównymi bohaterami, jak *Pojutrze*, opisujący zagładę świata w wyniku nowej epoki lodowej czy *Twister*, pokazujący grozę i siłę trąb powietrznych.

Koniec wieku XX przyniósł kolejny przejaw twórczości, w której ujawniają się elementy pogody i klimatu – gry komputerowe. Klimat i różne elementy pogody pełnią w tej twórczości różne funkcje: tworzą klimat gry, są elementem tła oraz wpływają na jej trudność (np. śnieg i oblodzone trasy utrudniają ruch). Uzupełnienie gier komputerowych o elementy pogody jest także wyznacznikiem realizmu, a programistom daje możliwość wykazania się. O ile początkowo pogoda była tylko elementem statycznym, o tyle we współczesnych grach komputerowych staje się ona elementem dynamicznym, jak w *Black and White*, *Sim City* czy *Sims 2*.

Zwyczaje, tradycje i religia

Pogoda i klimat mają ważne miejsce w zwyczajach i tradycjach ludowych. W kulturze wschodniosłowiańskiej cykl zwyczajów był regulowany porami roku i tworzył okresy: bożonarodzeniowy, wiosenny i żniwny. W kulturze skandynawskiej wyraźny cykl roczny klimatu sprawia, że dwa główne, ludowe święta nawiązują do okresów zimowego i letniego przesilenia: zimą są to obchody św. Łucji, a latem – św. Jana. W obydwu tradycjach bardzo ważną rolę odgrywają ogień i światło.

W Japonii sztuka zakładania i pielęgnacji ogrodów jest przesycona symboliką przyrodniczą, a poszczególne fragmenty ogrodów mają ich użytkownikom przypominać o przemijających porach roku.

W pierwotnych religiach politeistycznych poszczególne postacie bogów były także symbolami pogodowych sił natury. Na przykład w starożytnym Egipcie Amon-Re, początkowo czczony jako Ra, był stwórcą światła i panem ładu we wszechświecie, ale także sprawcą niewidzialnego wiatru i uosobieniem niewidzialnych życiodajnych elementów natury: powietrza i wiatru. Tefnut była boginią wilgoci i ciemnych otchłani podziemnych, a Szu, jej mąż – bogiem powietrza, ojcem ziemi i nieba oraz dawcą orzeźwiającego wiatru północnego. Set – to pan burz, pustyni, Górnego Egiptu oraz zły bóg świata umarłych.

W Babilonie postacie bogów były wyrazicielami pozytywnych lub negatywnych sił Słońca. Czczono tam Szamasz, boga uosabiającego dobroczynne Słońce, ale także Nergal, boga uosabiającego Słońce niszczące. W wielu religiach pierwotnych bóstwo solarne traktowano jako legitymizację władzy, na przykład faraon egipski nazywał się „synem Ra”.

Wojny i bitwy

Nagła zmiana warunków atmosferycznych często przesądzała o losach całych narodów. Zjawiska atmosferyczne takie jak potężne huragany, gwałtowne burze, ulewne deszcze i związane z nimi błota czy wielkie mrozy odgrywały często ważną rolę w bitwach, a także wpływały na wyniki całych wojen. Nic dziwnego, że stosunkowo liczne opracowania odnoszą się do wpływu pogody na przebieg działań wojennych; niżej podano kilka przykładów.

Legiony rzymskie pod wodzą Marka Aureliusza otoczone w dolinie Dunaju przez wojowników germańskich w 174 r. n.e. pozbawione były wody pitnej. Nagły deszcz stał się przyczyną dezorganizacji w legionach, Rzymianie zajęli się zbieraniem wody. Germanie wykorzystując tę sytuację zaatakowali i byli blisko wygrania bitwy. Jednak silna burza z piorunami załamała ich atak i uratowała Rzymian. Bitwa ta jest znana pod nazwą „cud deszczu”.

Wnuk Czyngis-chana, władca mongolski Kubilaj-chan, w czerwcu 1281 r. podjął kolejną wyprawę na Japonię. Mając potężną armię składającą się z 140 000 żołnierzy i 4 400 okrętów był pewny zwycięstwa. Jednakże gwałtowny tajfun, który wtargnął w głąb lądu, trąby powietrzne i huraganowe wiatry rozbiły okręty wojenne Kubilaj-chana. Zginęła wówczas także połowa jego wojowników. Sztorm rozgromił armię mongolską, przyczyniając się do powstania mitu o kamikaze, co oznacza „boski wiatr”. Wierzono, że Imperium Wschodzącego Słońca zostało ocalone przez „boga pogody”. Po śmierci Kubilaj-chana w 1294 r. jego następca Timur-chan zrezygnował z dalszych prób podboju Japonii (Durschmied, 2001, Sorbjan, 2001). W czasie II wojny światowej miano „kamikadze” przejęli piloci samobójcy, kierujący samoloty japońskie na okręty amerykańskie.

Za panowania króla Edwarda III rozpoczęła się wojna stuletnia między Anglią i Francją. Chodziło o zdobycie francuskiej prowincji Akwitanii i tronu francuskiego. Kapryśna wiosenna pogoda w Akwitanii, z silnymi burzami i ogromnym gradem powodującym obrażenia, a nawet śmierć ludzi i zwierząt, zmusiła króla angielskiego do zawarcia pokoju w Brétigny w 1360 r.

Król Władysław Jagiełło, doskonalił strateg, umiał wykorzystać podczas bitwy pod Grunwaldem panujące wtedy warunki pogodowe. Wprawdzie wojska polsko-litewskie dysponowały przewagą liczebną, ale tę równoważyło doskonałe wyćwiczenie i uzbrojenie rycerstwa zakonnego. W nocy z 14 na 15 lipca spadł ulewny deszcz z grzmotami i silnym wiatrem, który w obozie królewskim był znacznie słabszy, z uwagi na korzystniejsze położenie obozu, niż w krzyżackim. Burza rozniosła namioty i krzyżacy całą noc spędzili prawie bezsennie. Z nastaniem dnia we wtorek 15 lipca wiatr wzmógł się, król ruszył z obozem i stanął między gajami i gąszczami, podczas gdy krzyżacy, bojąc się zasadzki, stali przed obozem, na otwartym terenie w wietrze miotającym w twarz kurzawę. Król wysłuchując dwóch mszy przeciągał moment rozpoczęcia bitwy. W dzień zrobiło się upalnie, co dla krzyżaków w ciężkich zbrojach było bardzo uciążliwe. Efektem strategii Jagiełły, waleczności rycerzy oraz warunków pogodowych było zwycięstwo wojsk polsko-litewskich w bitwie, w której poległ mistrz krzyżacki i 50 000 jego żołnierzy, a 40 000 dostało się do niewoli (Długosz, 2003).

W 1588 r. król Hiszpanii Filip II wysłał słynną Armadę, złożoną ze 130 okrętów wojennych i 27 000 żołnierzy na podbój Anglii, rządzonej przez Królową Elżbietę I. Dwie bitwy i trwający 5 dni gwałtowny sztorm zniszczył wiele hiszpańskich statków. Pozostałe okręty ratowały się ucieczką. Jednak na Morzu Północnym zaskoczył je kolejny silny sztorm. W efekcie zniszczeniu uległa większość wojennej floty hiszpańskiej.

W 1648 r. wybuchło powstanie Chmielnickiego, 25-tysięczna armia pod wodzą Stefana Potockiego została otoczona w obozie pod Żółtymi Wodami. Bitwa nie trwała długo, gdyż potoki deszczu zmniejszyły widoczność do kilku kroków, step zmienił się w bajoro, ciężka jazda nie mogła się poruszać i chorągwie polskie zmuszone były do odwrotu. H. Sienkiewicz w powieści *Ogniem i mieczem*

opisał tę bitwę, przypisując jej klęskę nie tylko dezercji oddziałów kozackich, lecz także trwającej wiele tygodni wiosennej slocie.

W czasie wojny o niepodległość Stanów Zjednoczonych w grudniu 1778 r. pogoda z niską temperaturą oraz z opadami śniegu i krupy sprawiła, że Brytyjczycy pod wodzą generała Williama Howe nie wysłali patroli i nie wystawili warty w nocy w okresie Bożego Narodzenia. Zaatakowani nagle przez armię amerykańską poddali się nad rzeką Delaware.

W bitwie francusko-brytyjskiej zimą 1795 r. Księżę Wilhelm V, aby zapewnić sobie odwrót do Anglii, polecił zakotwiczyć okręty holenderskiej marynarki wojennej w cieśninie Marsdiep między Helder a wyspą Texel. Holenderski gubernator nie wziął pod uwagę możliwości zmiany pogody. W styczniu 1795 r. nastąpił duży spadek temperatury powietrza wskutek trwającej przez kilka dni pogody bezchmurnej i dużego wypromieniowania ciepła. Po mrozach nadeszły sztormy, mgła i opady śniegu. Lód uniemożliwił wypłynięcie okrętów, statków transportowych i kanonierek z cieśniny i holenderska flota dostała się w ręce Francuzów.

W 1812 r. natura pokonała największą armię (423 000 ludzi i 1150 armat), która uderzyła na Rosję. Choć Napoleon nie przegrał żadnej bitwy, to jednak inwazja na Rosję skończyła się jego porażką. Potęgą armii Napoleona została silnie osłabiona podczas zimowej ofensywy w Rosji 1812 r., a ostateczny cios zadała jej „deszczowo-błotna” kampania 15–18 VI 1815 r. pod Waterloo w pobliżu belgijskiej wioski Wate. A zatem, koniec panowania Napoleona miał między innymi związek z pogodą (Demarée i Wheeler, 2005; Durschmied, 2001; Munzar, 2000; Munzar i inni, 1990, Sorbjan, 2001, 2004; Wheeler i Demarée, 2005; Wood, 2007).

W 129 lat później w 1941 r. podobnie zakończył się marsz armii niemieckiej w głąb Rosji – ofensywę powstrzymała obrona w rejonie Stalingradu oraz nadejście surowej zimy 1942/43 z burzami i zawiejami śnieżnymi (Bartkowski, 2005). Także rosyjskie błoto *rasputica* (pora błotna, związana z ulewnymi deszczami, kiedy nie można korzystać z dróg), które występowało dwa razy do roku wiosną i jesienią, było między innymi powodem zatrzymania Niemców na przedpolach Moskwy w 1941 r. i zmniejszenia tempa natarcia na Stalingrad. Pora błotna zatrzymała przewidywany *blitzkrieg*, pojazdy bojowe poruszały się z trudem, zaopatrzenie także docierało z opóźnieniem. W efekcie konieczne przerwy w natarciu przesądziły o losach niemieckiej ofensywy (Wood, 2007).

Pogoda miała również wpływ na przebieg szeregu innych bitew podczas II wojny światowej. Jako najważniejsze i najbardziej znamienne w skutki można podać następujące.

– Bitwa o Anglię latem 1940 r. Lotnictwo niemieckie, wykorzystując swą przewagę liczebną i techniczną, postawiło sobie za cel zmuszenie Anglii do kapitulacji w wyniku zmasowanych nalotów lotniczych na miasta i ośrodki przemysłowe. Korzystając z dobrej pogody naloty prowadzono aż do końca wrze-

śnia. Nie złamano jednak ducha walki u Anglików. Jesienne załamanie pogody w październiku uniemożliwiło dalsze operacje lotnicze Luftwaffe, a w następnym roku lotnictwo brytyjskie zwiększyło swą siłę. Tak więc i w tym przypadku pogoda zmieniła losy wojny.

- Lądowanie w Normandii, 6 czerwca 1944 r. Po wielu dniach deszczowej i wietrznej pogody nastąpiła krótka jej poprawa, co umożliwiło barkom i statkom przetransportowanie oddziałów alianckich przez Kanał La Manche. Pozwoliło to na utworzenie frontu zachodniego w Europie i zadanie armii niemieckiej ostatecznego ciosu.
- Zrzucenie bomby atomowej na Hiroszimę, 6 sierpnia 1945 r. Chcąc ostatecznie przełamać opór Japonii w walce na Pacyfiku i zakończyć II wojnę światową Stany Zjednoczone postanowiły wykorzystać nową broń, bombę atomową. Wybrano 4 potencjalne cele ataku: Kodurę, Niigatę, Nagasaki i Hiroszimę. O ostatecznym wyborze Hiroszimy zdecydowało małe zachmurzenie nad tym miastem, umożliwiające precyzyjne zrzucenie bomby. Pozostałe ośrodki były pokryte grubą warstwą chmur. O tragicznych skutkach tego pierwszego uderzenia atomowego nie trzeba nikomu przypominać.

Omówiono tu tylko największe i najbardziej kluczowe etapy II wojny światowej, na których przebieg wpłynęły warunki pogodowe. Były jednak setki mniejszych bitew, które także, w skali lokalnej, zmieniły przebieg działań wojennych (Krala, 1995; Supiński, 1967; Wolny, 1992).

Uświadamiając sobie znaczenie pogody w operacjach wojennych, w wielu krajach prowadzono badania i eksperymenty mające na celu uniezależnienie od czynników atmosferycznych. Na przykład w XIX i XX w. używano moździerzy przeciwgradowych, wystrzeliwujących cząstki dymu w kierunku chmur burzowych. Metoda ta była jednak mało efektywna. W 1946 r. w USA do rozpraszania chmur opadowych rozpoczęto stosować suchy lód, a następnie kryształki jodku srebra rozpylane nad chmurą. W 1947 próbowano także rozpraszać huragany (w ramach programu „Cirrus”), jednakże huragan poddany eksperymentowi zmienił tor i poczynił zniszczenia w innym stanie. Mimo zastrzeżeń od 1950 r. wykonywano eksperymenty rozpraszania chmur opadowych w wielu miejscach na świecie, miały one jednak złe skutki. Powodzie, które wystąpiły w Południowej Dakocie w 1972 r. (zginęło około 200 osób) kojarzono z zasiewaniem chmur środkami chemicznymi.

Należy także wspomnieć o tajnym projekcie wojskowo-cywilnym (Popeye) obejmującym wszystkie rodzaje sił zbrojnych, proponowanym przez Amerykanów. Projekt miał na celu zwiększenie opadów deszczu podczas i po porze monsunowej w Wietnamie w obszarach działań bojowych, a przez to rozmiękczenie dróg i obszarów strategicznych oraz powstanie większej ilości błota. Operacje rozsiewania środków chemicznych w chmurach nad Azją Południowo-Wschodnią trwały od marca 1967 r. do lipca 1972 r. Po ujawnieniu projektu w 1971 r. publiczne oburzenie było tak duże, że 3 IX 1976 r. Zgromadzenie

Ogólne ONZ przyjęło powszechne porozumienie zakazujące wykorzystywania procesów zachodzących w środowisku naturalnym do działań wojennych (Wood, 2007). W maju 1977 r. w Genewie przywódcy 25 państw (w tym Stanów Zjednoczonych i ZSRR) podjęli uchwałę dopuszczającą modyfikowanie pogody jedynie w celach pokojowych. Jak ocenia Światowa Organizacja Meteorologiczna (WMO), badania możliwości modyfikacji pogody prowadzone są w 24 krajach świata. Dotyczą one głównie wywoływania deszczu, zapobiegania gradobiciom i rozpraszania chmur. Meteorologia wykorzystuje natomiast samoloty, satelity, statki kosmiczne czy radary jako narzędzia pomocnicze do wykrywania torów burz, opadów nawaalnych, śnieżyc, huraganów i tajfunów, aby móc z wyprzedzeniem ostrzec o nadchodzącym niebezpieczeństwie i poprzez to zmniejszyć liczbę ofiar i strat materialnych (Sorbjan, 2004).

Przyszłość biometeorologii społecznej

Badania biometeorologiczne koncentrują się obecnie na kilku ważnych zagadnieniach. Na podstawie zdarzeń historycznych można spróbować określić związki wynikające z powiązania warunków meteorologicznych i klimatu z rozwojem społeczno-gospodarczym krajów. Jednakże należy rozważyć, na ile istotne mogą być zmiany klimatu w porównaniu np. z ograniczeniami surowcowymi czy ze wzrostem liczby ludności (Burroughs, 1998). Ważne jest, jak szybko ludzie zareagują na nadchodzące zagrożenia ze strony środowiska atmosferycznego i w jakim stopniu będą im przeciwdziałać.

Studia mechanizmów oddziaływania elementów pogody i klimatu na zachowania człowieka są podejmowane przez zespoły interdyscyplinarne, złożone np. z klimatologów, fizjologów i socjologów. Bada się funkcjonowanie układu termoregulacyjnego w różnych warunkach meteorologicznych oraz przy różnej aktywności fizycznej w terenie otwartym np. podczas pracy czy rekreacji (Anglia, Finlandia, Szwecja). Zagadnienia te nabierają znaczenia wobec zmian klimatu.

Ważne jest wypracowanie wniosków dotyczących wpływu zmian klimatu na gospodarkę. Badania naukowców chińskich wykazały, że zmiany klimatu wpływają na rolnictwo, występowanie klęsk żywiołowych, choroby roślin, zwierząt i ludzi, a w sytuacjach kryzysu ekologicznego także, wobec kurczących się zasobów, na wojny. Na potwierdzenie tej tezy naukowcy zestawili informacje o wojnach i rewolucjach chłopskich z kronik chińskich dynastii cesarskich od roku 800 p.n.e. do 1911 z danymi klimatycznymi uzyskanymi z pierścieni przyrostu rocznego drzew. Badając częstość konfliktów zbrojnych zarówno na chłodniejszej północy Chin, gdzie przeważa uprawa zboża, jak i na południu o klimacie tropikalnym z ryżem jako uprawą główną wykazano, że wiązały się one z długimi okresami ochłodzeń. Na tej podstawie stwierdzono, że „W perspektywie makrohistorycznej to wahania w produkcji rolnej spowodowane przez zmiany klimatu, rządziły cyklami pokój–wojna w Chinach” (Zhang i inni, 2006, 2007). Zagadnie-

nie to wydaje się ważne także w odniesieniu do innych regionów świata i czeka na szczegółowe badania.

Niemieccy meteorolodzy z Instytutu Maksa Plancka w Hamburgu uważają, że globalne ocieplenie zwiększa prawdopodobieństwo powstawania huraganów w regionach, w których dotychczas nie występowały. Opierając się na modelach przyszłego klimatu Europy naukowcy zwracają uwagę na zwiększone ryzyko występowania na Morzu Śródziemnym huraganów tropikalnych. W najbardziej pesymistycznym wariantcie wzrost ten może wynieść aż 56%. Jako przykład podają dwie burze o charakterze tropikalnych sztormów, które wystąpiły tam w ostatnich latach.

Na uwagę zasługują studia zmierzające do wyjaśnienia czy i w jaki sposób środowisko atmosferyczne wpływa na możliwości i warunki działania lotnictwa. Przykładem może być opracowanie J. Wróbla (2002) na temat działań lotnictwa wojskowego na terenie Europy. Praca nie wyczerpuje podjętej, złożonej problematyki, jednakże po raz pierwszy w Polsce przedstawia wyróżnienie obszarów oddziaływania ważnych dla lotnictwa elementów meteorologicznych (chmur niskich i widzialności) na możliwości i warunki działań lotnictwa na obszarze zachodniej i środkowej części Europy. W obecnej sytuacji polityczno-militarnej (współpraca z SZ NATO) ranga tego rodzaju badań znacznie wzrosła.

W odniesieniu do lotnictwa cywilnego uwarunkowania przyrodnicze, w tym klimatyczne, bezpieczeństwa pracy lotnisk o zasięgu regionalnym badali J. Solon i K. Błażejczyk (2009). Analizując wieloletnie dane meteorologiczne wskazali największe zagrożenia pogodowe (gołoledzie, burze, silne wiatry, mgły, zawieje śnieżne) dla pracy lotnisk w rejonie Warszawy. Wytypowali także te, na których zagrożenia tego typu są najmniejsze.

Z uwagi na wzrastającą z roku na rok rolę przewozów lotniczych problem pogodowego bezpieczeństwa lotów staje się ważny i ciągle aktualny. Na zagadnienie to należy jednak patrzeć nie tylko przez pryzmat tego, jak pogoda wpływa na pracę lotnisk i bezpieczeństwo pasażerów, ale także jak wzmożony ruch lotniczy oddziałuje na ludzi mieszkających w otoczeniu lotnisk.

Innym nurtem badań biometeorologicznych są studia metodyczne, których celem jest obiektywna ocena wpływu pogody i klimatu na organizm człowieka. Poszukiwane są zarówno metody bezpośredniej obserwacji reakcji organizmu na bodźce atmosferyczne, jak i metody modelujące te oddziaływania. Wpływ klimatu na społeczeństwo w skali globalnej należy rozpatrywać na tle zmian poziomu mórz, środowiska naturalnego dorzeczy, rolnictwa i leśnictwa, czy oddziaływania sztucznych zbiorników wodnych. Nie bez znaczenia są badania zespołu chorób wywołanych urbanizacją i uprzemysłowieniem czy też skutków efektu cieplarnianego, a także fal zimna i gorąca, zanieczyszczeń chemicznych itp. (Kozłowska-Szczęśna i inni, 2004).

Po tragicznych skutkach fali upałów w zachodniej Europie w 2003 r. w wielu krajach zintensyfikowano badania mające na celu stworzenie systemów wcze-

snego ostrzegania oraz organizacji pomocy osobom z grup zwiększonego ryzyka (chorzy, w podeszłym wieku). Działały i działają programy międzynarodowe (np. projekt PHEWE), badające wpływ warunków biometeorologicznych na zdrowie człowieka i na ryzyko zgonu. Wyniki dotychczasowych badań nie rozwiązują wszystkich problemów i dlatego trzeba je nadal prowadzić.

Są także programy mające na celu doskonalenie metod oceny warunków biometeorologicznych z punktu widzenia ich oddziaływania na organizm człowieka. Pod koniec ubiegłego wieku działała Akcja COST (Współpraca w Dziedzinie Nauki i Rozwoju Technologicznego – Cooperation in Science and Technical Development), a wynikiem jej pracy był wskaźnik oceny promieniowania nadfioletowego (UVI) (Lityńska i inni, 2001). W latach 2005–2009 w ramach Akcji COST 730 naukowcy z 18 krajów europejskich (w tym z Polski) oraz Izraela, Kanady, Australii i Nowej Zelandii pracowali nad stworzeniem nowego wskaźnika oceny warunków biotermicznych (*UTCI – Universal Thermal Climate Index*). Po kilkuletniej, intensywnej pracy w najlepszych ośrodkach naukowych Europy oraz po licznych spotkaniach, dyskusjach i walidacjach udało się stworzyć nowy wskaźnik *UTCI*, oparty na wielowęzłowym modelu bilansu cieplnego człowieka (Fiala i inni, 2001), dzięki któremu można określić obciążenia cieplne organizmu w różnych warunkach termicznych otoczenia (Błażejczyk i inni, 2010; Jendritzky i inni, 2009).

W najbliższej przyszłości zacznie działać projekt, w którym będzie oceniane, jak poziom aklimatyzacji oraz cechy populacyjne i indywidualne człowieka wpływają na ocenę uciążliwości warunków biotermicznych i stopień ryzyka związany z przebywaniem w sytuacjach ekstremalnych.

Organizowane są międzynarodowe konferencje na temat wpływu klimatu na środowisko i społeczeństwo. Na przykład w 1991 r. w Tsukuba (Japonia) na konferencji CIES (Climatic Impact on the Environment and Society) powołano grupę problemową pod nazwą „Wpływ klimatu na działalność społeczno-ekonomiczną w skali regionalnej i globalnej”. W podsumowaniu dyskusji wymieniono między innymi jako priorytetową formę działalności „badania regionalne wpływu klimatu na sferę społeczno-ekonomiczną oraz tworzenie współpracy między grupami związanymi z problematyką środowiska i ekonomii”.

W Japonii działa prężnie Towarzystwo Bioklimatologii, które podejmuje badania z pogranicza nauk o atmosferze, fizjologii, socjologii, ekonomii i medycyny. Jego twórcą i przewodniczącym jest znany klimatolog japoński, prof. Masatoshi Yoshino.

Także w ramach Międzynarodowego Towarzystwa Biometeorologicznego (ISB) aktywnie działa kilka grup badawczych związanych z oddziaływaniem środowiska atmosferycznego na człowieka. Są to grupy: Klimat, Turystyka i Rekreacja (Climate, Tourism and Recreation), Klimat i Zdrowie Człowieka (Climate & Human Health) oraz grupa do Stworzenia Uniwersalnego Wskaźnika oceny Warunków Biotermicznych (Development of a „Universal Thermal Cli-

mate Index”). Grupy te stymulują liczne badania naukowe oraz są inicjatorami seminariów i konferencji naukowych oraz warsztatów specjalistycznych.

Na zakończenie nasuwa się refleksja. Biometeorologia społeczna jest dziedziną badań łączącą wiele dyscyplin naukowych. Dzięki temu pozwala spojrzeć na wiele zagadnień z różnych perspektyw. Takie podejście może doprowadzić do znacznego wzbogacenia naszej wiedzy o interakcjach pomiędzy środowiskiem atmosferycznym a organizmem człowieka i różnymi aspektami życia społecznego (kulturalnego, religijnego, gospodarczego i innych).

Piśmiennictwo

- Ahas R., Roosaare J., Silim S., 2005, *Seasonal variability of human reproduction in Estonia*, *Annalen der Meteorologie*, 41, 1, s. 377–380.
- L'Atlas environnement du Monde Diplomatique, Analyses et solutions*, 2007, Le Monde Diplomatique, Paris.
- Bański J., Błażejczyk K., 2005, *Globalne zmiany klimatu i ich wpływ na światowe rolnictwo*, [w:] G. Dybowski (red.), *Wpływ procesu globalizacji na rozwój rolnictwa na świecie*, Raporty Programu wieloletniego 2005–2009, 17, Instytut Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, Warszawa, s. 204–231.
- Bański J., 2009, *Zmiany gospodarki rolnej i zabezpieczenia żywnościowego ludności w wyniku zmian klimatycznych*, [w:] M. Gutry-Korycka, T. Markowski (red.), *Zrównoważone warunki życia w zmieniającym się systemie klimatycznym Ziemi*, *Studia KPZK PAN*, 124, Warszawa, s. 64–74.
- Bartkowski Z., 2005, *Zima 1941/42 na froncie wschodnim Trzeciej Rzeszy w opinii generalistów i meteorologów*, [w:] E. Bogdanowicz, U. Kossowska-Cezak, J. Sekutnicki, *Ekstremalne zjawiska hydrologiczne i meteorologiczne*, PTGeof., IMGW, Warszawa, s. 97–99.
- Besancenot J-P. (red.), 1992, *Risques pathologiques, rythmes et paroxysmes climatiques*, John Libbey Eurotext, Montrouge.
- Błażejczyk K., 2000, *Influence of extreme heat waves on man*, *Prace Geograficzne UJ*, 108, Kraków, s. 101–108.
- , 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*, *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 192, Warszawa.
- , 2007, *Weather limitations for winter and summer tourism in Europe*, [w:] A. Matzarakis, C.R. de Freitas, D. Scott (red.), *Developments in Tourism Climatology*, Commission on Climate, Tourism and Recreation International Society of Biometeorology, Freiburg, s. 116–121.
- , 2009, *Zmiany globalne klimatu i ich konsekwencje zdrowotne dla człowieka*, [w:] M. Gutry-Korycka, T. Markowski (red.), *Zrównoważone warunki życia w zmieniającym się systemie klimatycznym Ziemi*, *Studia KPZK PAN*, 124, Warszawa, s. 107–136.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Pisarczyk S., Szpot M., 2000, *Influence of the human heat balance on respiratory and circulatory diseases*, [w:] R.J. de Dear, J.D. Kalm, T.R. Oke, A. Auliciems (red.), *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of Millennium. Selected Papers from the Conference ICB-ICUC'99 (Sydney, 8–12 Nov. 1999)*, World Meteorological Organization, Geneva, s. 107–111.

- Błażejczyk K., Baranowski J., Smietanka M., Pisarczyk S., 1998, *Influence des conditions meteorologiques sur la santé des habitants de Varsovie*, Publication de l'Association International de Climatologie, 11, s. 338–342.
- Błażejczyk K., Broede P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., 2010, *UTCI – Nowy wskaźnik oceny obciążeń cieplnych człowieka*, Przegląd Geograficzny, 81, 1, s. 49–71.
- Błażejczyk K., Kozłowska-Szczęsna T., 2008, *Klimat a zdrowie*, [w:] Z.W. Kundzewicz, L. Starkel (red.). *Globalne ocieplenie i jego skutki*, Kosmos, Problemy Nauk Biologicznych, 57, 3–4 (280–281), s. 269–289.
- Błażejczyk K., McGregor G., 2007, *Warunki biotermiczne a umiERALNOŚĆ w wybranych aglomeracjach europejskich*, Przegląd Geograficzny, 79, 3–4, s. 401–423.
- Błażejczyk K., Szyguła Z., 2004, *Wpływ gorącego otoczenia na zdolność wysiłkową sportowca. Jak przygotować zawodnika do startu w Igrzyskach Olimpijskich w Atenach*, Sport Wyczynowy, 42, 5–6, s. 45–63.
- Burroughs W.J., 1998, *Pogoda czy fatum. Wpływ zmian klimatycznych na życie społeczeństw*, Tajemnice Nauki, Wyd. Amber, Warszawa.
- Cholera Outbreak, Assessing the Outbreak Response and Improving Preparedness*, 2004, World Health Organization, Geneva.
- Climate Change 2007, Synthesis Report: Summary for Policymakers*, 2007, Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva.
- Climate Change and Migration: Improving Methodologies to Estimate Flows*, 2008, Migration Research Series, 33, International Organization for Migration, Geneva.
- Confalonieri U., Menne B., Akhtar R., Ebi K.L., Hauengue M., Kovats R.S., Revich B., Woodward A., 2007, *Human Health. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, s. 391–431.
- Demarée G., Wheeler D., 2005, *La météo lors de la campagne de Waterloo du 15 au 18 juin 1815. Un front froid a-t-il modifié le cours de l'histoire européenne du XIX siècle?* Science connection, 6. Le magazine de la Politique scientifique fédérale, s. 10–15.
- Dessai S., 2002, *Heat stress and mortality in Lisbon. Part I. Model construction and validation*, International Journal of Biometeorology, 47, s. 6–12.
- Diaz J., Linares C., Tobias A., 2006, *Impact of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain) among the 45–64 age-group*, International Journal of Biometeorology, 50, s. 342–348.
- Długosz J., 2003, *Bitwa Grunwaldzka (z historii Polski)*, opracował J. Dąbrowski, Ossolineum, Wrocław.
- Douglas A.S., 1996, *Nouvelles réflexions sur la composante saisonnière de la morbidité et de la mortalité. Le cas du nord de l'Ecosse*, Climat et Santé, 16, s. 117–130.
- Driscoll D.M., Stillman D.N., 2002, *Weather and emotional state: a search for associations between weather and calls to telephone counseling services*, International Journal of Biometeorology, 47, s. 21–34.
- Durschmied E., 2001, *Jak pogoda zmieniała losy wojen i świata*, Wyd. Amber, Warszawa.
- Eng H., Mercer J., 1998, *Seasonal variations in mortality caused by cardiovascular diseases in Norway and Ireland*, Journal of Cardiovascular Risk, 5, s. 89–95.
- Fers J.P., 1995, *Crises d'épilepsie et facteurs météorologiques das le Finistère*, Climat et Santé, 13, s. 57–74.
- Fiala D., Lomas K.J., Stohrer M., 2001, *Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions*, International Journal of Biometeorology, 45, s. 143–159.

- Gajc-Čapka M., Horak S., 2007, *Changes in snow parameters in Croatian Highland*, [w:] B. Amelung, K. Błażejczyk, A. Matzarakis (red.), *Climate change and tourism – assessment and coping strategies*, Institute of Geography and Spatial Organization, Maastricht-Warsaw-Freiburg, s. 105–115.
- Gonzales S., Díaz J., Pajares M.S., Alberdi J.C., Otero A., López C., 2001, *Relationships between atmospheric pressure and mortality in Madrid autonomous region: a time series study*, *International Journal of Biometeorology*, 45, s. 34–40.
- Grączewski J., 1972, *Wpływ pogody na zdrowie człowieka, uwagi lekarza o biometeorologii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa.
- Gujot A., 1860, *The earth and man: lectures on comparative physical geography in the relation to the history of mankind*, Gould and Lincoln, Boston.
- Gyllerup S., 1998, *Cold climate and regional variation in coronary mortality in Sweden*, [w:] I. Holmér, K. Kuklane (red.), *Problems with Cold Work*, Arbete och hälsa, 18, s. 197–200.
- Höppe P., 2002, *Prevalence of Weather Sensitivity in Germany*, [w:] *15th Conference on Biometeorology and Aerobiology Joint with the 16th International Congress on Biometeorology*, Kansas City, USA, s. 76–79.
- Herring D.A., Hoppa R.D., 1997, *Changing patterns of mortality seasonality among the Western James Bay Cree*, *International Journal of Circumpolar Health*, 56, s. 121–133.
- Hoyle F., 1999, *Katastrofy kosmiczne i narodziny religii*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Huntington E., 1915, *Civilization and climate*, Yale University Press, New Haven.
- Jendritzky G., Havenith G., Weihs P., Batchvarova E. (red.), 2009, *Towards a Universal Thermal Climate Index UTCI for assessing the thermal environment of the human being*, Final Report COST Action 730, Brussels.
- Kalkstein L.S., 1998, *Climate and human mortality: relationships and mitigating measures*, *Advances in Bioclimatology*, 5, s. 161–177.
- Keatinge W. R., Donaldson G. C., 1998, *Differences in cold exposures associated with excess winter mortality*, [w:] I. Holmér, K. Kuklane (red.), *Problems with Cold Work*, Arbete och hälsa, 18, s. 210–215.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski*, Monografie IGiPZ PAN, 1, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęśna T., Grzędziński E., 1990/1991, *The influence of atmospheric environment upon the occurrence of accidents among construction workers*, *Energy and Buildings*, 15-16, s. 749–753.
- Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004, *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*, Monografie IGiPZ PAN, 4, Warszawa.
- Kozłowski S., 1986, *Granice przystosowania*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Krala Z., 1995, *Kampanie powietrzne II wojny światowej – część IV Daleki Wschód*, WKiŁ, Warszawa.
- Kuchcik M., 2001, *Mortality in Warsaw: Is there any connection with weather and air pollution?* *Geographia Polonica*, 74, 1, s. 29–45.
- Kuchcik M., Błażejczyk K., 2001, *Wpływ warunków pogodowych na zachorowalność i umieralność mieszkańców Warszawy*, [w:] B. Krawczyk, G. Węclawowicz (red.), *Badania środowiska fizycznogeograficznego w aglomeracji warszawskiej*, *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 180, Warszawa, s. 71–87.
- Laaidi M., Laaidi K., Besancenot J.-P., 2006, *Temperature-related mortality in France, a comparison between regions with different climates from the perspective of global warming*, *International Journal of Biometeorology*, 51, s. 145–153.

- Laschewski G., Jendritzky G., 2002, *Effects of the thermal environment on human health: an investigation of 30 years of daily mortality data from SW Germany*, *Climate Research*, 21, s. 91–103.
- Lityńska Z., Łapeta B., Wolska H., 2001, *Index UV a człowiek*, IMGW, Warszawa.
- Makie T., Harada M., Kinukawa N., Toyoshiba H., Yamanaka K., Nakamura T., Sakamoto M., Nose Y., 2002, *Association of meteorological and day-of-the-week factors with emergency hospital admission in Fukuoka, Japan*, *International Journal of Biometeorology*, 46, s. 38–41.
- Malinowski A., 1994, *Wstęp do antropologii i ekologii człowieka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Matzarakis A., Mayer H., 1991, *The extreme heat wave in Athens in July 1987 from the point of view of human biometeorology*, *Atmospheric Environment*, 25B, s. 203–211.
- , 1997, *Heat stress in Greece*, *International Journal of Biometeorology*, 41, s. 34–39.
- McGregor G.R., 2001, *The meteorological sensitivity of ischemic heart disease mortality events in Birmingham*, UK, *International Journal of Biometeorology*, 45, s. 133–142.
- McMichael A., Githeko A., 2001, *Human health*, [w:] J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken, K.S. White (red.). *Climate Change 2001, Impacts, Adaptation and Vulnerability. Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Michalczewski J., 1971, *Meteorologia w „Panu Tadeuszu”*, *Przegląd Geofizyczny*, 16(24), 1–2, s. 89–94.
- Mrocza A., 1992, *Zarys biometeorologii człowieka*, Wydawnictwo Skryptowe, 120, AWF, Kraków.
- Munzar J., 2000, *Meteorologické aspekty bitvy u Slavkova 2. 12. 1805*, [w:] D. Uhliž (red.), *Slunce nad Slavkovem*, Vyd. Akcent, Třebíč, s. 449–451.
- Munzar J., Pejml K., Kraška K., 1990, *Meteorologie skoro detektivni*, Horizont, Praha.
- Nielsen B., 1996, *Olympics in Atlanta: a fight against physics*, *Medicine and Science in Sport and Exercise*, 28, s. 665–668.
- Oppenheimer C., 2003, *Climatic, environmental and human consequences of the largest known historic eruption: Tambora volcano (Indonesia) 1815*, *Progress in Physical Geography*, 27, 2, s. 230–259.
- Pascal M., Laaidi K., Ledrans M., Baffert E., Cesario-Schönemann C., le Tetre A., Manach J., Medina S., Rudant J., Empereur-Bissonnet P., 2005, *France's heat health watch warning system*, *International Journal of Biometeorology*, 50, s. 144–153.
- Piquet E., 2008, *Climate change and forced migration*, *New Issues in Refugee Research*, Research Paper, 153, United Nations High Commissioner for Refugees, Geneva.
- Protecting Health from Climate Change – World Health Day 2008*, 2008, World Health Organization, Geneva.
- Schofield W.N., 1985, *Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous works*, *Human Nutrition, Clinical Nutrition*, 39 C, supplement 1, s. 5–41.
- Scott D., Dowson J., 2007, *Climate change vulnerability of the US Northeast ski industry*, [w:] A. Matzarakis, Ch. de Freitag, D. Scott (red.), *Developments in Tourism Climatology*, Commission Climate, Tourism and Recreation, International Society of Biometeorology, Freiburg, s. 191–198.
- Skrobowski A., 1998, *Wpływ wybranych warunków atmosferycznych na ciśnienie tętnicze krwi*, Wojskowa Akademia Medyczna, Warszawa.
- Solon J., Błażejczyk K., 2009, *Uwarunkowania środowiskowe planowanych nowych portów lotniczych na Mazowszu*, *Mazowsze Studia Regionalne*, 2, Mazowieckie Biuro Planowania Regionalnego, Warszawa, s. 89–112.

- Sorbjan Z., 2001, *Meteorologia dla każdego. Opowieści, teorie i proste doświadczenia*, Prószyński i S-ka, Warszawa.
- , 2004, *Pogoda dla koneserów czyli fakty, mity, opowieści i anegdoty meteorologiczne*, Wydawnictwo Meteor, Warszawa.
- Stachowiak L., 1991, *Potop biblijny*, Wydawnictwo KUL, Lublin.
- Stetson J.B. (red.), 1967, *Metabolism*, 5, 2, Little, Brown and Co (Inc.), Boston.
- Sulman F.G., 1982, *Short and Long-term Changes in Climate*, 1, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.
- Supiński W., 1967, *II wojna światowa na morzu*, Wyd. Morskie, Gdynia.
- Tan J., Zheng Y., Song G., Kalkstein L.S., Kalkstein A.J., Tang X., 2007, *Heat wave impacts on mortality in Shanghai, 1998 and 2003*, International Journal of Biometeorology, 51, s. 193–200.
- The State of Food Insecurity in the World*, 2008, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Vardaguer-Codina J., 1993, *How heat stress influences athletics: Lessons learnt from the 1992 Olympic Games*, New Studies in Athletics, 8, s. 35–60.
- Weather Catastrophes and Climate Change*, 2005, Munich Re Group, Münchener Rückversicherung-Gesellschaft, Monachium.
- Wheeler D. Demarée G., 2005, *The weather of the Waterloo campaign 16 to 18 June 1815: did it change the course of history?*, Weather, 60, 6, s. 159–164.
- WHO World Health Report, 2004, Geneva.
- Willms J., 2007, *Climate Change = Tourism Change? Likely impacts of climate change on tourism in Germany's North Sea Coast Destinations*, [w:] A. Matzarakis, C.R. de Freitas, D. Scott (red.), *Developments in Tourism Climatology*, Commission on Climate, Tourism and Recreation International Society of Biometeorology, Freiburg, s. 246–253.
- Wood C.E., 2007, *Wielkie porażki militarne. Jak pogoda wpłynęła na losy wojen*, Bellona, Warszawa.
- Wolny A., 1992, *Wojna na Pacyfiku*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- World Malaria Report 2008*, World Health Organization, Geneva.
- Wróbel J., 2002, *Klimatyczne uwarunkowania działań lotnictwa wojskowego na obszarze Zachodniej i Środkowej Europy*, Wydawnictwo UMCS, Lublin.
- Zhang D.D., Jim C.Y., Lin C.S., He Y.Q., Wang J.J., Lee H.F., 2006, *Climatic change, wars and dynastic cycles in China over the last millennium*, Climatic Change, 76, s. 459–477.
- Zhang D.D., Zhang J., Lee H.F., He Y.Q., 2007, *Climate change and war frequency in Eastern China over the last millennium*, Human Ecology, 10, s. 403–414.

[Wpłynęło: listopad 2009; poprawiono: styczeń 2010 r.]

TERESA KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA, KRZYSZTOF BŁAŻEJCZYK

THE INFLUENCE OF THE ATMOSPHERIC ENVIRONMENT ON SOCIETY
AS A RESEARCH OBJECT IN SOCIAL BIOMETEOROLOGY

Biometeorology is an interdisciplinary science that studies the relationships between the atmosphere and living organisms, be these plants, animals or human beings. Bio-climatic research began in the 19th century with A. von Humboldt. In the first period of research the influence of the weather on human health was dealt with, mostly by physicians. In contrast, more recent biometeorological studies have been carried out as co-operative ventures between meteorologists/climatologists on the one hand, and physicians, physiologists, physicists, psychologists, sociologists and mathematicians on the other.

One of the research areas in human biometeorology is social biometeorology, which seeks to research the influences the atmospheric environment exerts on various forms of social activity pursued by human beings, starting from art and literature, and proceeding via healthcare systems and the economy through to such extremely serious matters as war and battles.

The paper reports the principal issues that social biometeorology has been addressing. Attention is paid to the responses human society mounts to atmospheric stimuli. We also try to point to the main possible topics of future research.

The influence of given climatic and weather conditions on humankind's civilisational development is very evident. The first footprints of humans are to be found in the tropical zone, where climatic conditions were more favourable to the survival of early human beings. The greatest ancient and mediaeval civilisations (Inca, Maya, Mesopotamian, Egyptian, Phoenician, Greek, Roman, Indian and Chinese) all developed in relatively mild climates that favoured the pursuit of culture and philosophy as opposed to the constant battle with nature.

Contemporary centres of civilisation have accomplished the move to higher latitudes with more severe climates, and it would seem that adaptation to varying climate liberated intellectual, technical and organisational potential in human beings, encouraging the development of new inventions and the shaping of the living environment (Fig. 1). The above remarks are well illustrated by analysis of natural catastrophes. On the global scale, about 145,000 natural catastrophes were registered in the period 1980–2004. Almost 80% of such events relate to various weather phenomena.

Climate and weather influence agriculture and food production markedly. Extreme weather conditions could be caused by atmospheric processes, but might also arise from eruptions of volcanoes. One example of weather perturbations (reduced insolation and a decrease in air temperature) involving the Tambora eruption of 1815 is presented. The consequences of the eruption were observed in agriculture in the northern hemisphere as well as in relation to human health.

Contemporary problems with malnutrition are also referred to, attention being paid to climatic sources of hunger, mainly in Sub-Saharan Africa, south Asia and South America. Recent changes in the climate system are seen to have been intensifying problems with water supply. On the one hand, the desertification some 30 M km² is a fact, this being intensified by rampant deforestation in tropical countries. Both processes

influence climate change (global warming, major fluctuations in the weather). On the other hand, heavy rain, strong winds and floods afflict millions of hectares of cultivated land each year.

Extreme weather phenomena are the cause of climate-induced migrations. In 2006 almost 50 million people made temporary migrations in the face of weather-related catastrophes (droughts, floods, strong winds, heavy rain, etc.). On the global scale, about 50% of all migrations were related to the weather and climatic factors.

The important focus of social biometeorology research is human health. The influence of climate on health is considered from the point of view of the influence on individuals, as well as in regard to the epidemiological impacts on societies. Epidemiological research is obviously of critical importance. In spite of significant progress in medicine, our health remains strongly dependent on climatic factors. In tropical climates, several vector-borne diseases (VBD) remain widespread. In fact, about 40% of the world population lives in areas at great risk of malaria, dengue fever and schistosomiasis. Every year about 450 million people in Africa, Asia and South America become infected by VBDs. Many of these die. Even in developed, countries thousands of people may suffer or even die when heatwaves arise. The reduction of climate-related morbidity and mortality is thus one of the main tasks for the WHO, UNICEF and the FAO. National programmes of Watch Warning Systems are also being constructed in many European countries.

Climate also influences recreation, tourism and sporting activity. Various weather phenomena can limit possibilities for outdoor recreation and tourism. The tourism industry has to spend a great deal to adapt to fluctuating weather conditions. In sport, weather can influence outdoor disciplines significantly. Severe weather can affect the results achieved by runners, cyclists, etc. In extreme cases sporting events have to be interrupted.

Climate is an important element in art, literature, music and film. For many composers weather phenomena proved an inspiration to their art. Vivaldi, Wagner, Haendel and Strauss are just a few examples here. Many novels and poems also attach key roles to the weather, in the creation of atmosphere and in helping heroes to express their emotions. For example, one of the greatest Polish poems, *Pan Tadeusz*, by Adam Mickiewicz includes more than 70 weather descriptions. In films and computer games weather may not merely be the background to the action, but also even one of the key "actors". We only need to think of *Twister* and *The Day After Tomorrow* to realise this.

Wars and battles furnish numerous examples of how weather can change history. Worse or good weather changed the courses and results of many battles. Indeed, each nation can probably point to such an event in its history. Also during the World War II, the weather was the main director of many battles, such as the German expedition into Russia in 1941/1942, D-Day in Normandy on 6 June 1944, the Hiroshima atomic bomb drops on 6 August 1945, and many others.

The interest in researching these kinds of issue is such that great progress is being made in dedicated studies of climate-society relationships. However, there remain many doubts in climate-health, climate-agriculture and climate-recreation research, while entirely new topics are encompassing climate-air transport and climate-work protection.