

KRZYSZTOF BŁĄŻEJCZYK

Uniwersytet Warszawski
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania
im. St. Leszczyckiego PAN w Warszawie

ZMIANY GLOBALNE KLIMATU I ICH KONSEKWENCJE ZDROWOTNE DLA CZŁOWIEKA

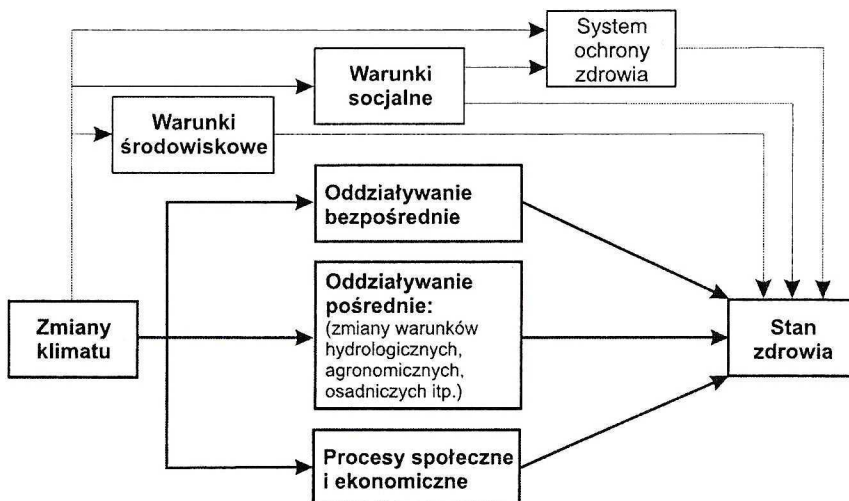
Abstract: Changes in Global Climate and Their Consequences for Human Health. The paper gives the review of the knowledge about relations between meteorological and climatic elements and human health. The attention is paid to direct and indirect influences of climate on epidemiology of several disease in global scale. Some epidemiological predictions for XXI century will be discussed as well. In spite of progress in medicine and health care systems individuals and population of certain regions are still under great dependence of environmental and atmospheric factors. Clinical research bring many information dealing with the influences of particular weather and climate conditions on human health and well being. A lot of studies report increase in morbidity and mortality caused by heat waves that are the results of high air temperature and humidity as well as great insolation. In subarctic and arctic regions low temperature and strong wind are the factors influencing human's health.

Human health is also depended on some environmental agents that are strongly influenced by climate. The most important agents are: urbanization and air pollution, water supply, agriculture efficiency and malnutrition as well as vector born diseases.

Key words: health, climate, climate change, epidemiology, tropical diseases.

Wprowadzenie

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. 1). Do bezpośrednich zaliczamy oddziaływania na organizm człowieka pojedynczych elementów klimatu i zjawisk pogodowych (Błażejczyk, Kozłowska-Szczęśna 2008). Pośrednie oddziaływania klimatu na zdrowie człowieka uwidaczniają się przez postępującą urbanizację, problemy z zaopatrzeniem



Ryc. 1. Relacje między zmianami klimatu a stanem zdrowia człowieka

Źródło: Confalonieri *et al.* (2007).

w wodę pitną, choroby i infekcje przenoszone przez zwierzęta, a także niedożywienie związane z kłeskami nieurodzaju wynikającego z niekorzystnych warunków pogodowych (Confalonieri *et al.* 2007).

Poznanie rzeczywistych związków między czynnikami klimatycznymi a zdrowiem jest przedmiotem licznych badań naukowych (por. Kozłowska-Szczęsna *et al.* 2004). Wyniki tych badań pozwalają na opracowanie specjalnych programów ochrony zdrowia przez organizacje narodowe i międzynarodowe (np. WHO, FAO, UNICEF). Problemy związane z oddziaływaniem zmian klimatu na zdrowie są także monitorowane przez Międzyrządowy Panel Zmian Klimatu (IPCC), a efekty tego monitoringu są publikowane w kolejnych raportach IPCC.

Celem opracowania jest przedstawienie obecnego stanu wiedzy na temat wpływu klimatu i jego zachodzących zmian na zdrowie człowieka. Zostaną także zasygnalizowane niektóre działania społeczności międzynarodowej mające na celu zahamowanie lub złagodzenie negatywnych dla zdrowia człowieka skutków zmian klimatu.

1. Bezpośrednie oddziaływania klimatu na zdrowie

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, a w skrajnych przypadkach u osób o zwiększonym ryzyku (osoby starsze, rekonwalescenci, małe dzieci), mogą prowa-

działanie do śmierci (Kozłowski 1986). Czynniki meteorologiczne działają na człowieka jako bodziec (stres pogodowy) (Grączewski 1972; Skrobowski 1998).

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

1.1. Promieniowanie słoneczne

Promieniowanie słoneczne ma duże znaczenie dla regulacji procesów życiowych organizmów żywych, w tym człowieka. Najaktywniejszą częścią widma słonecznego jest promieniowanie nadfioletowe (UV) o najmniejszej długości fal, chociaż stanowi ono niewielką jego część, bo zaledwie 3-5%, przy czym największe znaczenie dla zdrowia człowieka ma UV-B (tabela 1). Reakcja na promieniowanie słoneczne zależy

Tabela 1

Działanie biologiczne promieniowania słonecznego o różnych zakresach widma

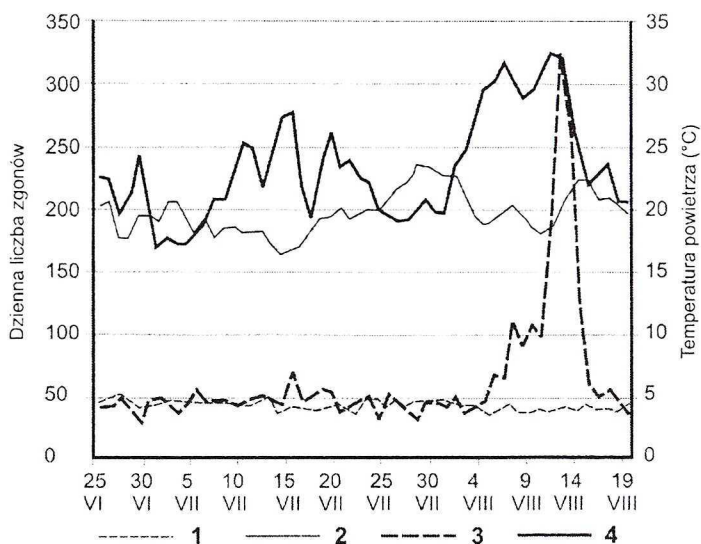
Rodzaj promieniowania	Zakres widmowy	Działanie biologiczne
Nadfioletowe	UV-C (0,200-0,280 μm)	działanie bakteriobójcze, niszczenie żywych komórek
	UV-B (0,281-0,315 μm)	reakcja erytemalna (rumień fotochemiczny), pigmentacja opóźniona, działanie przeciwkrzywicze, działanie antybakteryjne, starzenie skóry, zaćma, rak skóry, obniżenie odporności
	UV-A (0,316-0,400 μm)	pigmentacja natychmiastowa, leczenie łuszczycy, starzenie skóry
Widzialne	0,401-0,780 μm	działanie na układ nerwowy przez narząd wzroku, pobudzenie układu hormonalnego
Podczerwone	>0,780 μm	efekt cieplny, wzmoczenie przemiany materii

Źródło: Jendritzky (1995).

od typu skóry. Najbardziej podatna, a przez to najbardziej narażona, jest skóra bardzo jasna. Skutki przekroczenia bezpiecznego progu ekspozycji na promieniowanie UV uwidaczniają się w chorobach skóry i oczu. Do mniej groźnych należy wysuszenie, zrogowacenie i przebarwienia skóry, przedwczesne jej starzenie, oparzenia, osłabienie odporności organizmu (opryszczki, skłonności do przeziębień). Do najgroźniejszych należy uszkodzenie DNA jądra komórek skóry prowadzące do rozwoju względnie łagodnych nowotworów skóry, ale również groźnego dla życia człowieka, czerniaka. Intensywne promieniowanie może być także przyczyną nowotworów oczu, zaćmy oraz udaru słonecznego.

1.2. Kompleks termiczno-wilgotnościowy

Na organizm człowieka silnie oddziałują bodźce termiczno-wilgotnościowe. Reakcje fizjologiczne na zimne warunki otoczenia obejmują: obniżenie temperatury skóry oraz związane z tym zwężenie peryferycznych naczyń krwionośnych. Zabezpiecza to organizm przed nadmierną utratą ciepła, prowadzi jednak także do znacznego wzrostu ciśnienia tętniczego krwi oraz zmniejszenia przepływu krwi w obrębie skóry i tkanki podskórnej, czego konsekwencją mogą być odmrożenia kończyn. W warunkach gorących następuje natomiast znaczne podwyższenie temperatury skóry, co prowadzi do uaktywnienia gruczołów potowych. Następuje także rozszerzenie naczyń krwionośnych



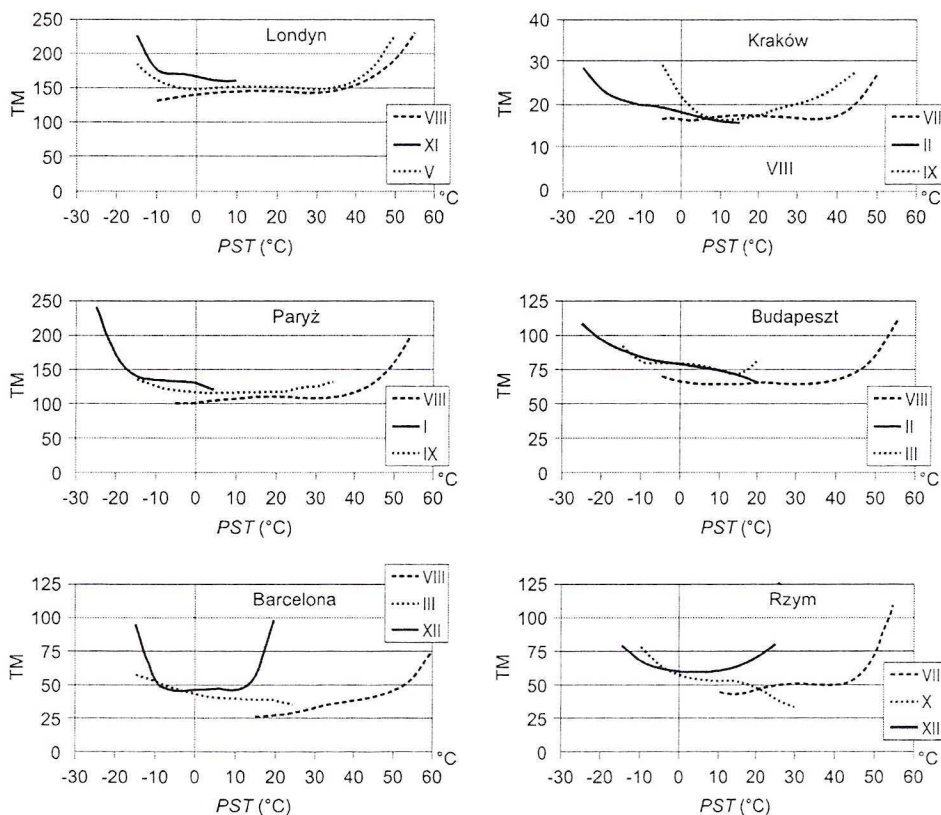
Ryc. 2. Wartości średniej dobowej temperatury powietrza w okresie 1999-2002 i w 2003 r. oraz dziennej liczby zgonów w Paryżu: 1 – średnia wieloletnia dzienna liczba zgonów, 2 – wieloletnia średnia dobowa temperatura powietrza, 3 – dzienna liczba zgonów w 2003 r., 4 – temperatura średnia dobowa w 2003 r.

Źródło: Bono *et al.* (2004).

i wzrost skórny przepływu krwi w celu intensyfikacji eliminacji ciepła z wnętrza organizmu. Efektami ubocznymi tych fizjologicznych procesów adaptacyjnych jest odwodnienie organizmu, obniżenie ciśnienia tętniczego oraz znaczne zwiększenie tętna.

Zasygnalizowane wyżej procesy adaptacji organizmu do różnych warunków termicznych otoczenia powodują znaczne obciążenie układu termoregulacyjnego i układu krążenia, co zmniejsza efektywność układu odpornościowego prowadząc do różnorodnych dysfunkcji organizmu, ułatwionej inwazji infekcji chorobowych, a nawet do śmierci. W ostatnich latach szczególną uwagę zwraca się na negatywne skutki fali upałów. 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 ok. 14 tys. we Francji (Laaidi *et al.* 2006) (ryc. 2).

Badania prowadzone w ramach projektu PHEWE *Assessment and Prevention of Acute Health Effects of Weather Conditions in Europe*, realizowanego w ramach V Programu Ramowego wykazały, że w aglomeracjach europejskich znaczny wzrost liczby



Ryc. 3. Wpływ temperatury odczuwalnej (PST) na dzienną liczbę zgonów (TM) w niektórych aglomeracjach europejskich w wybranych miesiącach, 1991-2000

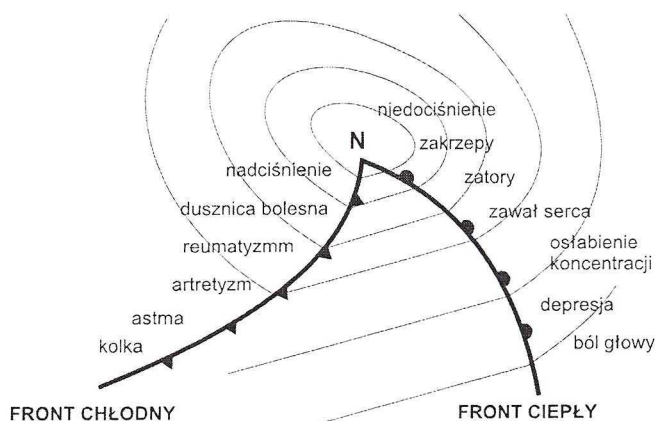
Źródło: Opracowanie własne.

zgonów następował w skrajnych, w danym mieście, warunkach zimna i gorąca (ryc. 3). 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 nasila się wraz z obniżaniem się jej wartości (Błażejczyk, McGregor 2007).

W badaniach epidemiologicznych zwraca się uwagę na znaczenie niektórych sytuacji termiczno-wilgotnościowych na funkcjonowanie układów: krążenia, oddechowego i nerwowego. Na przestrzeni ostatnich 30-40 lat wzrósł w populacjach wielkomiejskich Europy odsetek osób cierpiących na dolegliwości meteorotropowe, które najczęściej wiążą się z przechodzeniem frontów atmosferycznych: ciepłych i chłodnych (ryc. 4). O ile w latach 60. XX w. odsetek meteoropatów wynosił 30-40%, o tyle na początku obecnego wieku wzrósł do 60-70% (Höppe 2002, Kozłowska-Szczęśna *et al.* 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 dróg oddechowych jest utrudnione.
- Wystąpieniu zawału mięśnia sercowego sprzyjają warunki atmosferyczne cechujące się: ekstremalnymi wartościami temperatury (tzw. stres ciepła i zimna) oraz jej dużą międzydobową zmiennością, wysoką wilgotnością powietrza, a także dużymi zmianami ciśnienia atmosferycznego.
- 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 miesiące letnich – niższa.



Ryc. 4. Dolegliwości meteorotropowe towarzyszące przechodzeniu frontów atmosferycznych

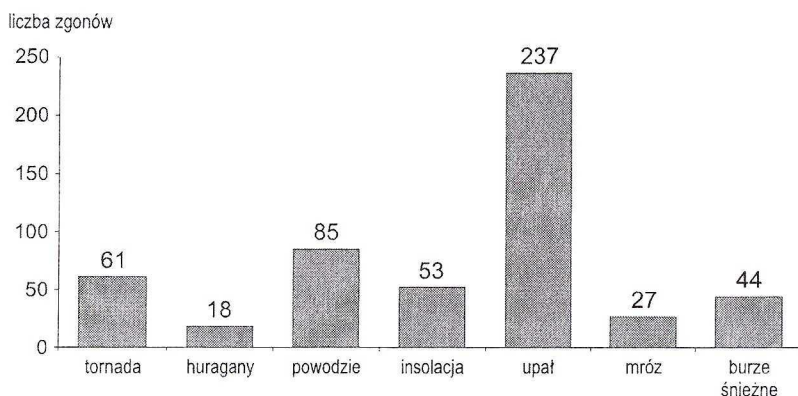
Źródło: Jendritzky (1995).

- 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, Kozłowska-Szczęsna 2008; Kozłowska-Szczęsna *et al.* 2004).

1.3. Ekstremalne zjawiska pogodowe

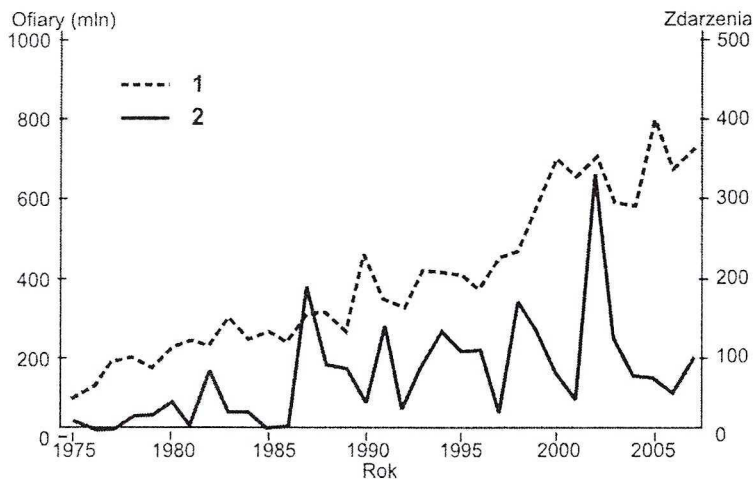
Bezpośrednią przyczyną wielu problemów zdrowotnych, a także zgonów są ekstremalne zjawiska pogodowe. W Stanach Zjednoczonych najwięcej przypadków śmiertelnych następuje w wyniku powikłań zdrowotnych powodowanych przez fale upałów. Na kolejnych miejscach zjawisk pogodowych zbierających największe śmiertelne żniwo są powodzie i silne wiatry (tornada i huragany) (ryc. 5). W skali globalnej najwięcej skutków śmiertelnych przynoszą powodzie i silne wiatry, a jednocześnie w ostatnich trzech dekadach obserwuje się wzrost liczby zjawisk katastrofalnych i liczby ich ofiar (ryc. 6). Poza chorobami, zranieniami i zgonami spowodowanymi tymi zjawiskami należy także pamiętać o osobach zmuszonych do okresowej lub stałej migracji z powodów klimatycznych. Szacuje się, że liczba migrantów klimatycznych wzrosła z ok. 25 mln w 1995 r. do ok. 50 mln w 2006 r. (*Atlas ...* 2007).

W ostatnich 30 latach regionami, w których zanotowano najwięcej ofiar katastrof naturalnych (głównie pogodowych) były: południowo-wschodnia Azja, zachodnia i południowa Afryka oraz zachodnia i południowa część Ameryki Południowej (ryc. 7).



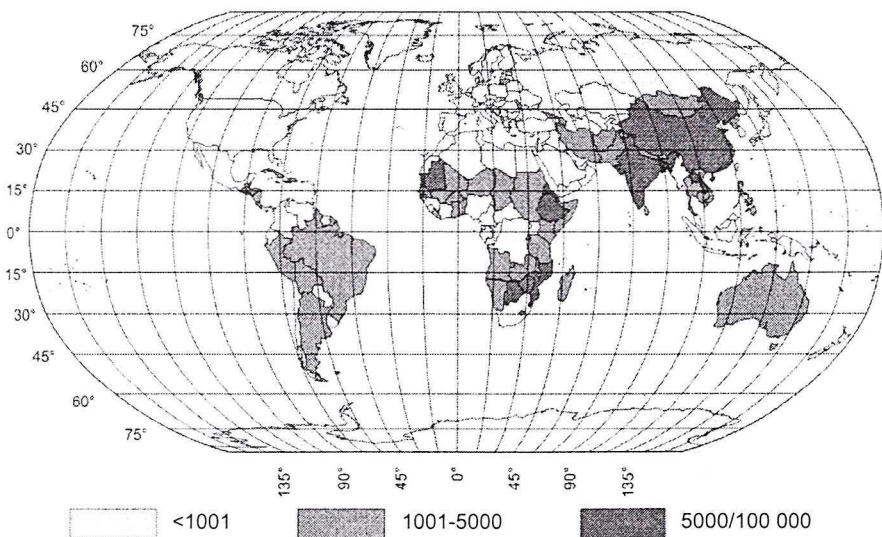
Ryc. 5. Średnie roczne liczby śmiertelnych przypadków związanych z różnymi zjawiskami pogodowymi w Stanach Zjednoczonych

Źródło: Munich Re Group (2005).



Ryc. 6. Liczba ekstremalnych zjawisk pogodowych (1) i ofiar śmiertelnych spowodowanych nimi na świecie (2) w latach 1975-2007

Źródło: *Protecting Health ...* (2008).



Ryc. 7. Liczba ofiar katastrof naturalnych w okresie 1974-2003

(według Centrum Badań Epidemiologicznych i Katastrof, Uniwersytet Katolicki w Louvain, Belgia

Źródło: www.em-dat.net.

2. Pośrednie oddziaływania klimatu na zdrowie

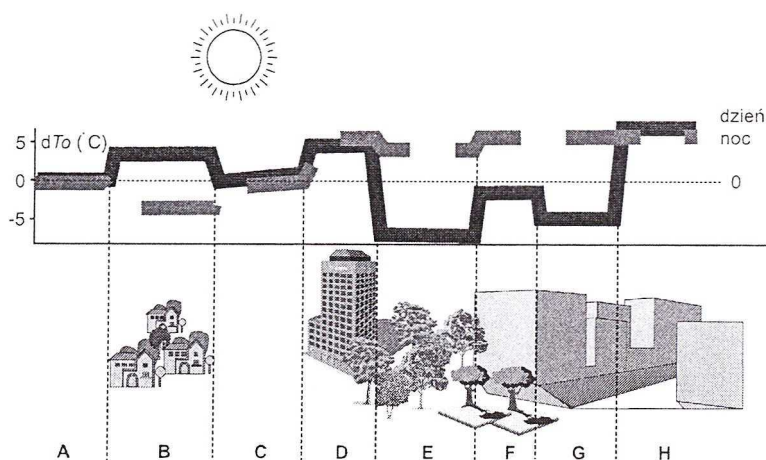
Zmiany w stanie zdrowia człowieka powodowane są także przez niektóre elementy środowiska, na które mają wpływ miejscowe warunki klimatyczne. Klimat

i warunki meteorologiczne nie oddziałują w tym przypadku na organizm człowieka, ale stan tych elementów, a one dopiero wpływają na nasze zdrowie. Do tej grupy przyczyn chorób można zaliczyć urbanizację i związane z nią wzrost zanieczyszczeń powietrza, zaopatrzenie w wodę, zmiany w populacji i rozmieszczeniu owadów przenoszących choroby oraz niedożywienie, będące wynikiem nieurodzajów spowodowanych długotrwałymi suszami lub nadmiarem opadów.

2.1. Urbanizacja

Urbanizacja wpływa na warunki klimatyczne i bioklimatyczne, zmieniając je w stosunku do warunków panujących w otoczeniu miast, w wieloraki sposób. Miasta cechują się 10-15% osłabieniem promieniowania słonecznego (Kozłowska-Szczęśna, Błażejczyk 1996) oraz znacznym jego zróżnicowaniem przestrzennym, zależnym od typu i gęstości zabudowy (Błażejczyk 2002). Jedną z najważniejszych cech klimatu miast jest tzw. miejska wyspa ciepła (MWC) (Fortuniak 2003). Jednocześnie temperatura wewnątrz miasta jest silnie zróżnicowana przestrzennie, a MWC ma strukturę komórkową (Kozłowska-Szczęśna, Błażejczyk 1996; Lewińska 2000).

Specyfika radiacyjno-termiczna miast sprawia, że warunki klimatu odczuwalnego wyraźnie różnią się od panujących w otoczeniu miast. W częściach miasta o wysokiej zabudowie i przewodze powierzchni sztucznych, o niskich wartościach wskaźnika NDVI, temperatura podłoża i powietrza jest średnio o ok. 5°C wyższa niż na łąkach otaczających miasto (Błażejczyk, Błażejczyk 1999). Ważną rolę w kształ-



Ryc. 8. Odchylenia temperatury odczuwalnej (dT_o) dniem i nocą w różnych strukturach miejskich w stosunku do terenu pozamiejskiego:

- A – teren pozamiejski, B – zabudowa podmiejska, C – niezabudowane powierzchnie wewnątrz miasta,
- D – zabudowa wielkoblokowa, E – park, F – niewielkie zieleńce wśród zabudowy, G – zacienione fragmenty kanionów ulicznych, H – nasłonecznione części kanionów ulicznych

Źródło: Błażejczyk (2002).

towaniu warunków bioklimatycznych w mieście odgrywają także obszary zieleni wewnątrz zabudowy. Obniżają one temperaturę odczuwalną o 5-7°C w stosunku do obszarów pozamiejskich i o ok. 10°C w porównaniu z centralnymi częściami miasta (Błażejczyk 2002) (ryc. 8).

Wymienione wyżej cechy warunków klimatycznych i bioklimatycznych miast sprawiają, że ich mieszkańcy są narażeni na silniejsze bodźce termiczne, przejawiające się także większym natężeniem i dłuższym czasem trwania fal upałów, niż mieszkańcy obszarów wiejskich. Ich konsekwencją jest zwiększone zagrożenie komplikacjami zdrowotnymi wywoływanymi gorącymi warunkami otoczenia.

2.2. Zanieczyszczenie powietrza

Zanieczyszczenia dostają się do organizmu głównie przez układ oddechowy (dorosły człowiek wdycha ok. 12-16 m³ powietrza w ciągu doby), a stężenia niektórych zanieczyszczeń są wyraźnie podwyższone podczas specyficznych sytuacji pogodowych. Reakcja organizmu na działanie substancji toksycznej może mieć charakter: a) ostry, spowodowany jednorazowym wprowadzeniem do organizmu dużej dawki substancji, b) chroniczny, spowodowany długotrwałym wprowadzaniem do organizmu małych dawek tych substancji, c) utajony, kiedy skutki wprowadzenia do organizmu pewnych dawek substancji toksycznej mogą się ujawnić dopiero po dłuższym czasie.

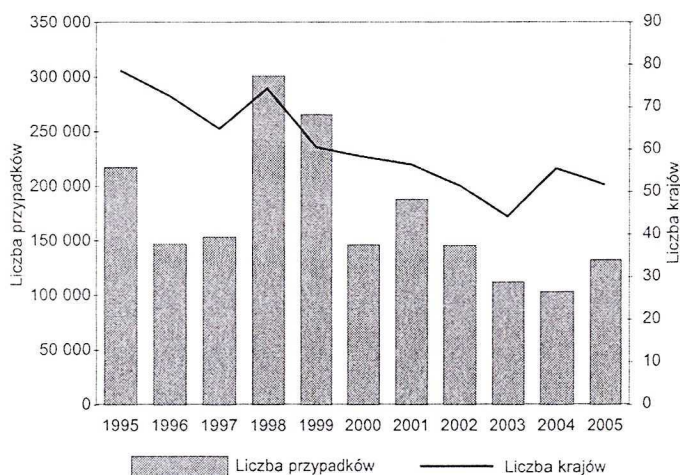
Do najważniejszych negatywnych skutków zdrowotnych zanieczyszczeń powietrza należą (WHO 2006):

- W przypadku dwutlenku siarki (SO₂): kurczenie oskrzeli, podrażnienie błon śluzowych dróg oddechowych i spojówek, przewlekłe zapalenia oskrzeli, zaostżenia chorób układu krążenia, zmniejszonej odporności płuc na infekcje.
- W przypadku dwutlenku azotu (NO₂): osłabienie funkcji obronnych płuc i zaburzenia ich wentylacji, zmniejszenie nasycenia krwi tlenem, obniżenie zdolności samooczyszczania dróg oddechowych, niepokój, bezsenność, depresja.
- W przypadku ozonu (O₃): zaburzenia układu oddechowego, w tym kaszel, ograniczenie zdolności do głębokiego oddychania i wchłaniania tlenu, nasilenie objawów astmy, zapalenie płuc, a także podrażnienie oczu i bóle głowy. Zwiększona ilość ozonu w warstwie przygruntowej występuje przy wysokiej temperaturze powietrza (>25°C) w miastach o dużym natężeniu ruchu samochodowego (Höppe 1995).
- W przypadku zanieczyszczeń pyłowych najbardziej szkodliwe działanie wykazuje pył o średnicy ziaren <10 μm, powodując nasilony kaszel, trudności z oddychaniem, chroniczny bronchit, pylicę, osłabienie czynności płuc. Skutki zdrowotne wdychania pyłów dotyczą najczęściej osób w podeszłym wieku, chorujących na astmę, oraz dzieci, które wdychają o 50% więcej powietrza (w przeliczeniu na kilogram masy ciała) niż dorośli.

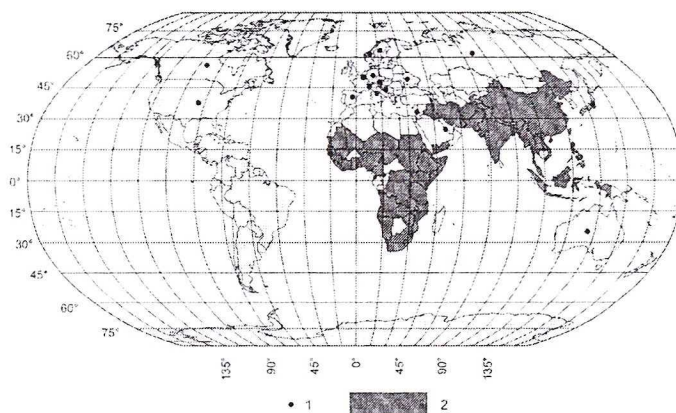
2.3. Nieodpowiednia jakość wody pitnej

Wiele chorób przenoszonych jest przez drobnoustroje, dla których środowiskiem życia jest woda. Dlatego też 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 wyniku powodzi.

W skali globalnej najgroźniejszą chorobą powodowaną złym stanem sanitarnym wody pitnej jest cholera (*Cholera...* 2004). W latach 1995-2005 liczba przypadków tej choroby wahała się od ok. 120 do 300 tys. rocznie. Obserwuje się przy tym niewiel-



Ryc. 9. Liczba przypadków cholery i krajów, w których była rejestrowana w latach 1995-2005
Źródło: WHO Cholera Web page.



Ryc. 10. Kraje, na których obszarze stwierdzono w latach 2006-2008 pojedyncze (1) i liczne (2) przypadki cholery

Źródło: WHO Web page (ryc. 10, 11, 16, 17, 19, 20).

ką tendencję malejącą w odniesieniu do nowych przypadków cholery oraz wyraźną tendencję malejącą liczby krajów, w których była rejestrowana (ryc. 9). Jest to przede wszystkim efektem programów międzynarodowych inicjowanych przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) (*ibid.*).

Obecnie najczęściej przypadków cholery występuje w Afryce subsaharyjskiej oraz w południowej i południowo-wschodniej Azji. Pojedyncze przypadki cholery są corocznie stwierdzane także w innych krajach, dokąd zostały przyniesione przez osoby wracające z regionów o największym zagrożeniu (ryc. 10).

2.4. Choroby przenoszone wektorowo

Terminem tym określa się choroby przenoszone przez zakażone owady i inne małe zwierzęta. Populacje nosicieli tych chorób są silnie uzależnione od warunków klimatycznych, a zwłaszcza od temperatury powietrza i jego wilgotności. W obszarach występowania tych chorób żyje ponad połowa całej ludności świata. Każdego roku rejestruje się setki milionów nowych zachorowań i zgonów (tab. 2), a regionami najbardziej zagrożonymi są Afryka, Ameryka Południowa i Środkowa oraz południowa i południowo-wschodnia Azja (ryc. 11).

Tabela 2

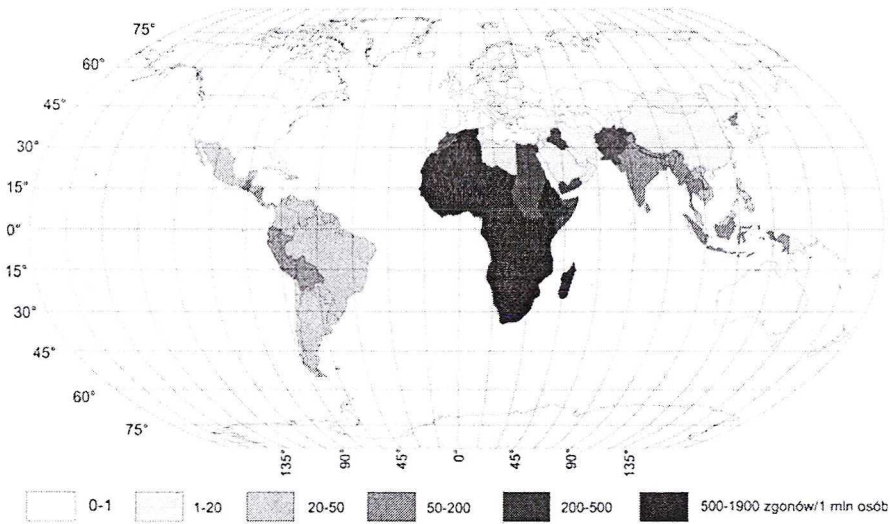
Charakterystyka niektórych chorób przenoszonych wektorowo

Choroba	Nosiciel	Zagrożona populacja	Liczba osób zainfekowanych (lub nowych zachorowań rocznie)	Temperatura min. przeżycia nosiciela (°C)	Temperatura max. przeżycia nosiciela (°C)
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	10-15mln	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: McMichael, Githeko (2001); *World malaria report* (2008).

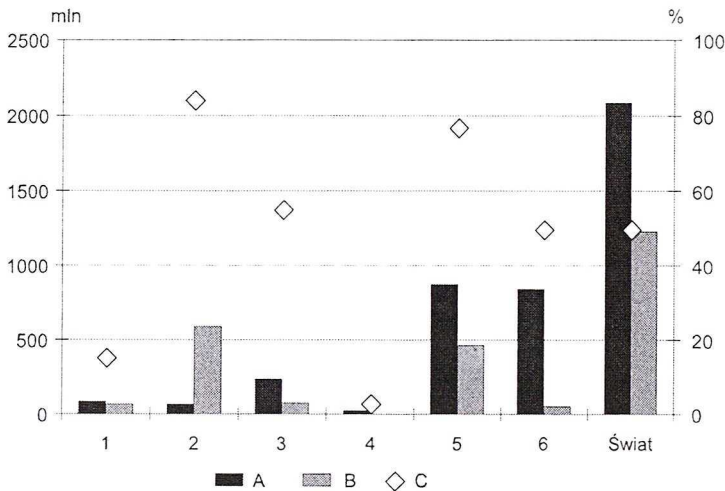
Malaria

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. ok. 50% populacji, żyje na obszarach narażonych na wystę-



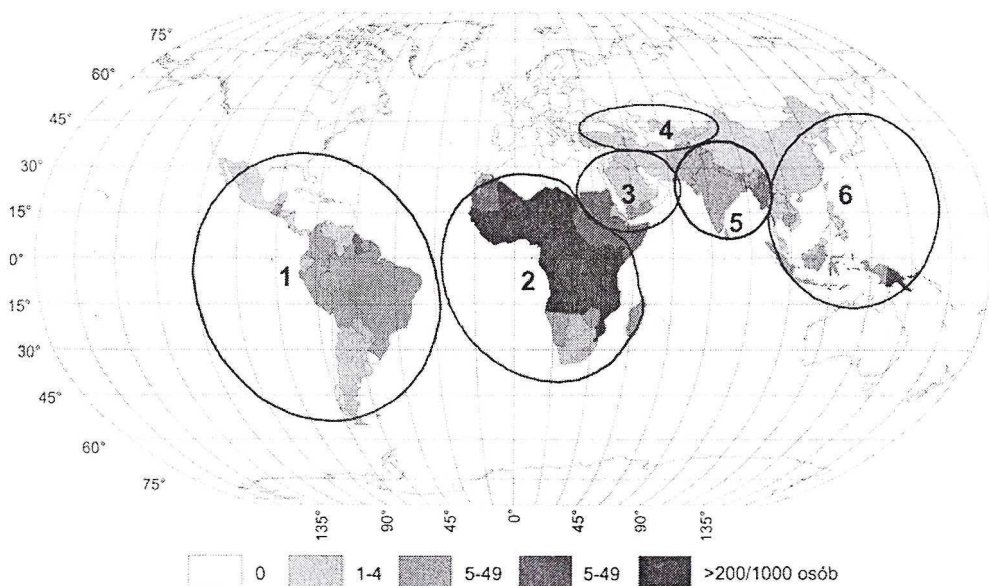
Ryc. 11. Zgony spowodowane przez choroby przenoszone wektorowo w 2002 r.

powanie komarów, nosicieli malarii. Przy czym na terenach o dużym stopniu ryzyka zakażenia żyje ponad 1,2 mld ludzi. Najwięcej osób zagrożonych malarią, tj. ok. 1 mld, żyje w Afryce subsaharyjskiej oraz w południowej Azji. W regionach tych odsetek mieszkańców zagrożonych malarią wynosi odpowiednio 84% i 77% (ryc. 12, 13).

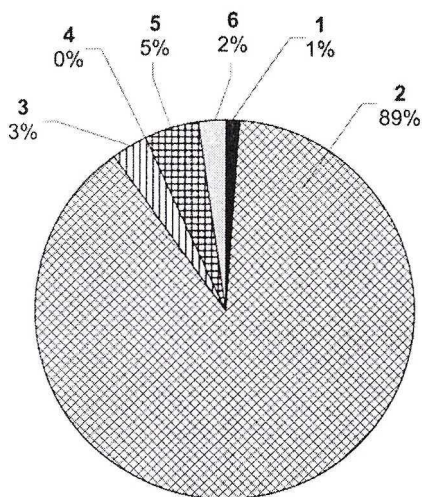


Ryc. 12. Liczba ludności zamieszkującej obszary o małym (A) i dużym (B) ryzyku zakażenia malarią oraz odsetek populacji narażonej na malarię (C) w różnych regionach WHO oraz w skali całego globu:
 1 – Ameryka Płd., 2 – Afryka, 3 – Bliski Wschód, 4 – Azja Środkowa, 5 – Azja Południowa,
 6 – Azja Południowo-Wschodnia

Źródło: *World Malaria Report* (2008) (ryc. 12-15).



Ryc. 13. Przypadki malarii zarejestrowane w 2006 r. w różnych regionach WHO; 1 – Ameryka, 2 – Afryka, 3 – Bliski Wschód, 4 – Azja Środkowa, 5 – Azja Południowa, 6 – Azja Południowo-Wschodnia

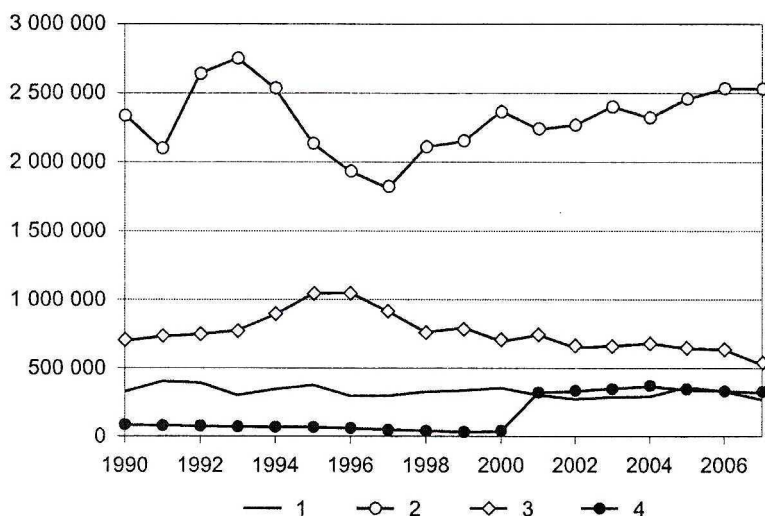


Ryc. 14. Udział poszczególnych regionów WHO w liczbie zachorowań na malarię w 2006 r.

1 – Ameryka, 2 – Afryka, 3 – Bliski Wschód, 4 – Azja Środkowa, 5 – Azja Południowa, 6 – Azja Południowo-Wschodnia

Oczywiście liczba rzeczywistych, zarejestrowanych przypadków zachorowań jest znacznie mniejsza niż podają wartości szacunkowe. W 2006 r. zarejestrowano 94 mln przypadków zakażenia malarią oraz 161 tys. zgonów z tego powodu. Prawie 90% wszystkich zakażeń stwierdzono w Afryce. W pozostałych regionach zachorowań na malarię było kilkakrotnie mniej niż w Afryce (ryc. 14).

Szczegółowy monitoring zachorowań na malarię jest prowadzony od 1990 r. W okresie 1990-2007 w większości regionów liczba zachorowań zmieniała się nieznacznie. Jedynie w Afryce subsaharyjskiej wahania te były znaczne. Po kulminacji przypadków malarii w 1993 r. nastąpiło wyraźne zahamowanie zachorowań z minimum w 1997 r. W ciągu ostatnich 10 lat wystąpił ponowny, stopniowy wzrost zaka-



Ryc. 15. Zmiany liczby zachorowań na malarię w latach 1990-2007 w wybranych państwach 4 regionów WHO: 1 – Ameryka Południowa, 2 – Afryka, 3 – Azja Południowa, 4 – Azja Południowo-Wschodnia; w analizie uwzględniono tylko te państwa, dla których były pełne dane za cały okres badań

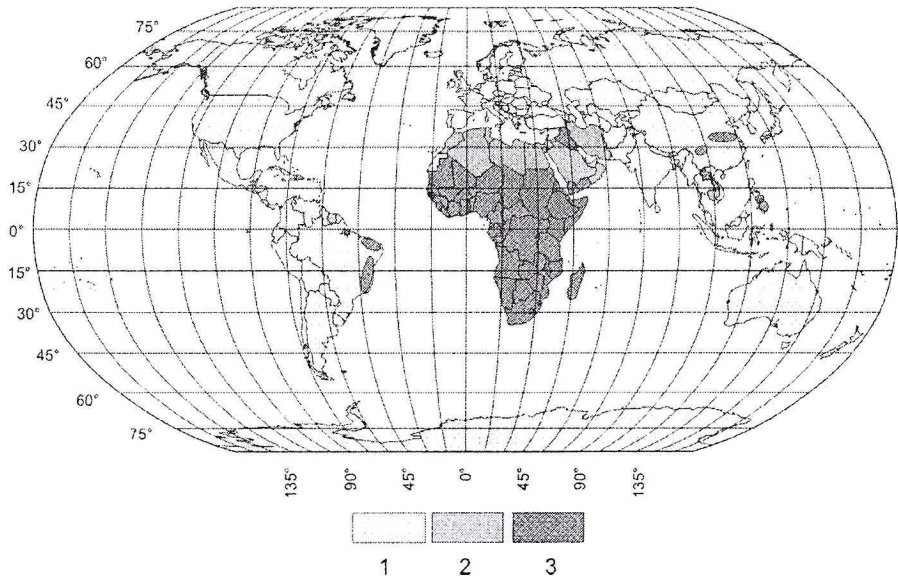
zeń malarią. Odwrotna sytuacja wystąpiła w Azji Południowej, gdzie po maksimum zachorowań w latach 1995-1996 nastąpił stopniowy ich spadek. W Azji Południowo-Wschodniej wyraźnie zaznaczają się dwa okresy: przed i po 2001 r., kiedy to wystąpił skokowy wzrost przypadków malarii. Autorzy raportu zastrzegają jednak, że w przypadku niektórych państw dane sprzed 2001 r. mogą być niepewne (*ibid.*) (ryc. 15).

Schistosomia

Drugą chorobą po malarii, pod względem rejestrowanych zachorowań, jest schistosomia. Wywołuje ją gatunek niewielkiego ślimaka, żyjącego w wodzie. Do przewodu pokarmowego człowieka dostaje się wraz z wodą lub posiłkami na niej przygotowywanymi. Około 120 mln osób, głównie w Afryce (ale także w Ameryce Południowej i Azji Południowo-Wschodniej) jest zakażonych schistosomią (ryc. 16). Corocznie umiera z tego powodu ok. 20 tys. osób na skutek ostrych biegunek i krwawień z przewodu pokarmowego.

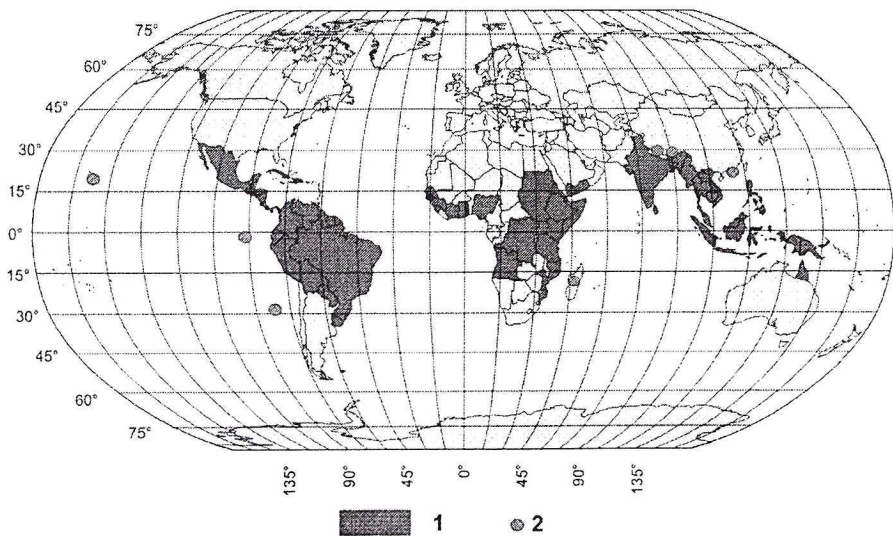
Denga (gorączka tropikalna)

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 wynosi aż 2,5 mld

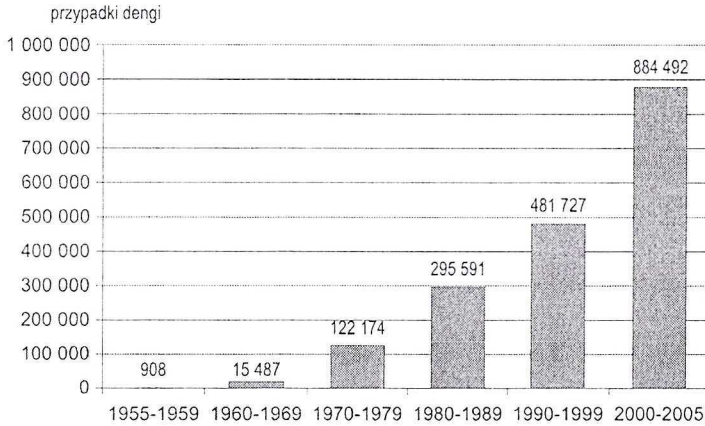


Ryc. 16. Obszary o różnym stopniu ryzyka zakażenia schistosomią w 2007 r.;
1 – brak ryzyka, 2 – ryzyko małe, 3 – ryzyko duże

(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 najostrejszą odmianę. Obecnie denga jest notowana w ponad 100 krajach Afryki, Ameryki, Bliskiego Wschodu i Azji (ryc. 17).



Ryc. 17. Obszary endemiczne (1) i ogniska (2) występowania dengi w 2008 r.



Ryc. 18. Średnia roczna liczba zachorowań na dengę w latach 1955-2005

Źródło: *Dengue Net Flyer* (2006).

W okresie od 1955 do 2005 r. liczba zachorowań na dengę systematycznie rośnie od niespełna tysiąca zakażeń rocznie w latach 1955-1959 do prawie 900 000 w okresie 2000-2005. Zwiększeniu zachorowań na dengę sprzyjają nie tylko obserwowane zmiany klimatu. Jest to także związane z tym, że w ostatnich latach w krajach tropikalnych powstały duże aglomeracje miejskie, które sprzyjają rozpowszechnianiu się komarów, nosicieli choroby (ryc. 18).

Żółta febra

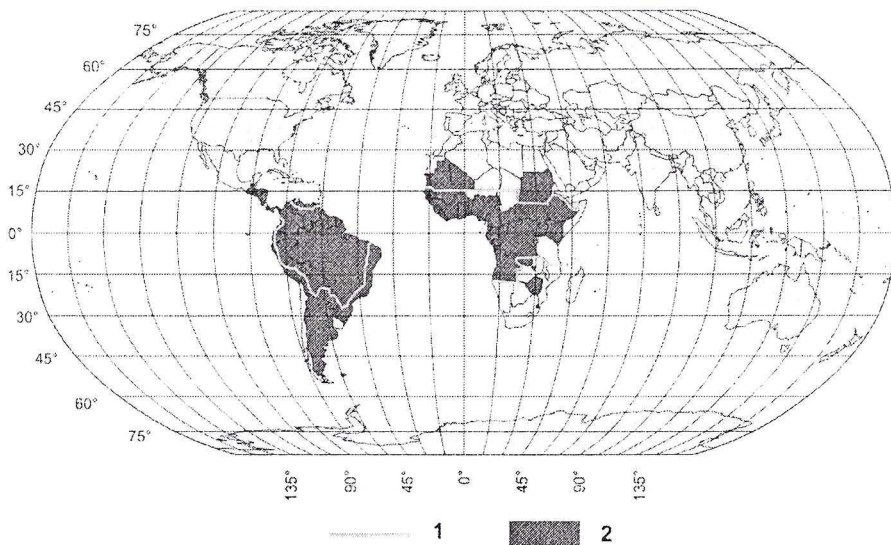
Żółta febra jest chorobą występującą na obszarach tropikalnych i subtropikalnych Afryki i Ameryki Południowej. W okresie od 1960 do 2005 r. w większości państw na tych kontynentach zanotowano przypadki żółtej febry (ryc. 19), niekiedy także poza obszarem jej endemicznego występowania.

Podobnie jak w przypadku dengi, obserwuje się stopniowy wzrost zachorowań na żółtą febrę w drugiej połowie XX w. i w pierwszych latach XXI w. Nasilenie tej choroby zanotowano w okresie 1985-1994 (ryc. 20).

Niedożywienie

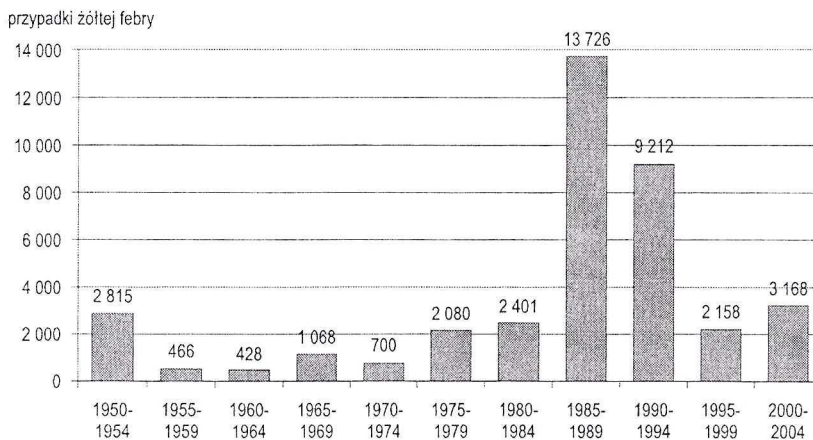
Według danych Światowej Organizacji do spraw Rolnictwa i Wyżywienia (FAO) ok. 850 mln ludzi na świecie cierpi z powodu niedożywienia. Konsekwencją niedożywienia są różne dysfunkcje organizmu, które w skrajnych przypadkach prowadzą do śmierci. Największy odsetek niedożywionej ludności występuje w krajach afrykańskich (ryc. 21). Praktycznie biorąc w każdym z państw, nawet o wysokim poziomie rozwoju gospodarczego, występują grupy ludności okresowo niedożywionej.

W liczbach bezwzględnych najwięcej osób niedożywionych występuje w najludniejszych państwach świata. W Indiach jest to 250 mln, a w Chinach 142 mln osób. Jednak największy odsetek ludności cierpiącej z powodu niedożywienia występuje

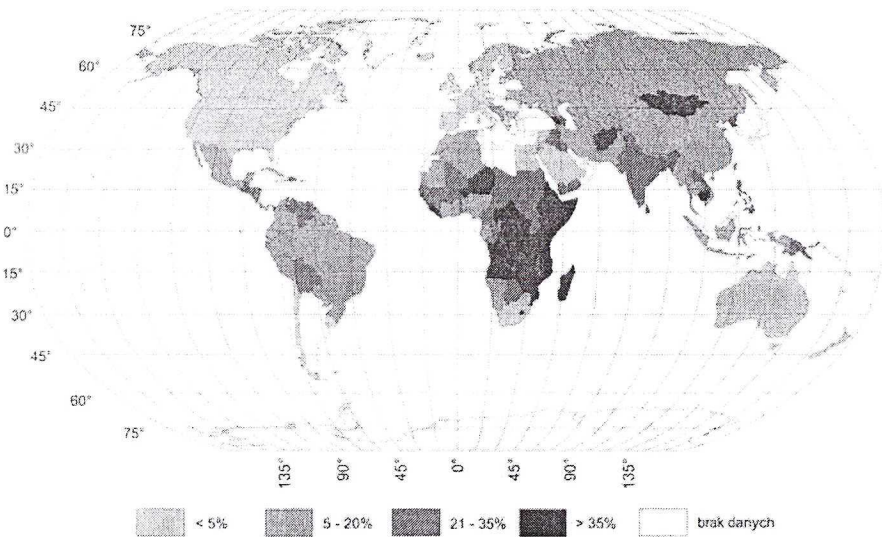


Ryc. 19. Granice endemicznego występowania żółtej febry (1) oraz kraje (2), w których w okresie 1960-2005 zanotowano przypadki tej choroby

w krajach afrykańskich: Kongu (62%), Zambii, Zimbabwe, Mozambiku i Tanzanii (po ok. 45%), Etiopii (40%) oraz w Kenii, Angoli i na Madagaskarze (30-32%). Podobnie wysoki odsetek ludności niedożywionej jest notowany tylko w Korei Północnej, Jemenie i Bangladeszu (*The State of...* 2008). Prawie we wszystkich z wymienionych państw przyczyn niedożywienia można się dopatrywać nie tylko w stosunkach społecznych i politycznych, ale także w często nawiedzających je klęskach suszy, cyklonów tropikalnych lub opadów i powodzi (ryc. 22). Zjawiska te prowadzą nie tylko do



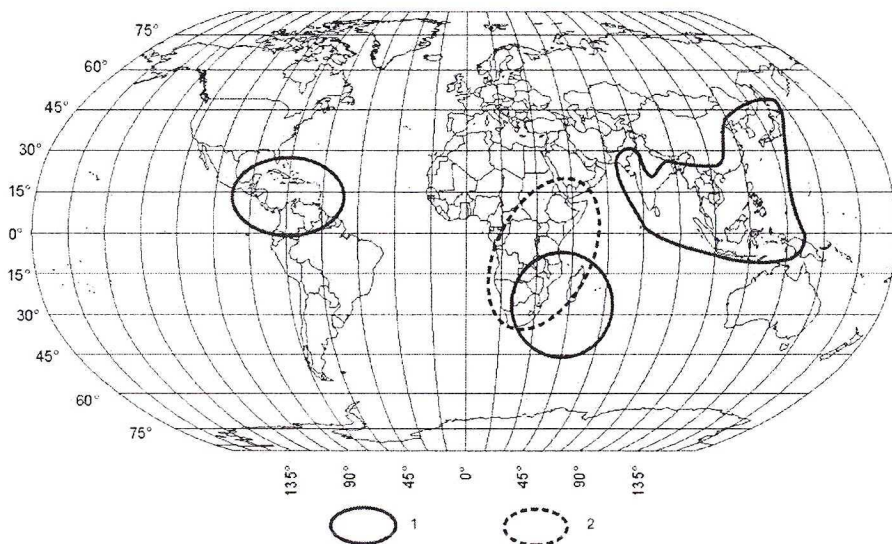
Ryc. 20. Przypadki zachorowań na żółtą febrę w Afryce i Ameryce Południowej w okresie 1950-2004



Ryc. 21. Odsetek ludności cierpiącej z powodu niedożywienia, 2003-2005

Źródło: *The State of...* (2008).

zmniejszenia plonów, ale także do pogorszenia warunków przechowywania żywności oraz do rozprzestrzeniania się chorób dziesiątkujących stada bydła (*The State of Food Insecurity... 2008*).



Ryc. 22. Obszary występowania sezonowych zagrożeń naturalnych dla rolnictwa: suszy (1) i cyklonów tropikalnych (2) połączonych w opadami i powodzią

Źródło: *World Food Programme web page*.

Tabela 3

Liczba osób i odsetek populacji dotkniętej niedożywieniem na świecie
i w wybranych regionach w latach 1990-2005

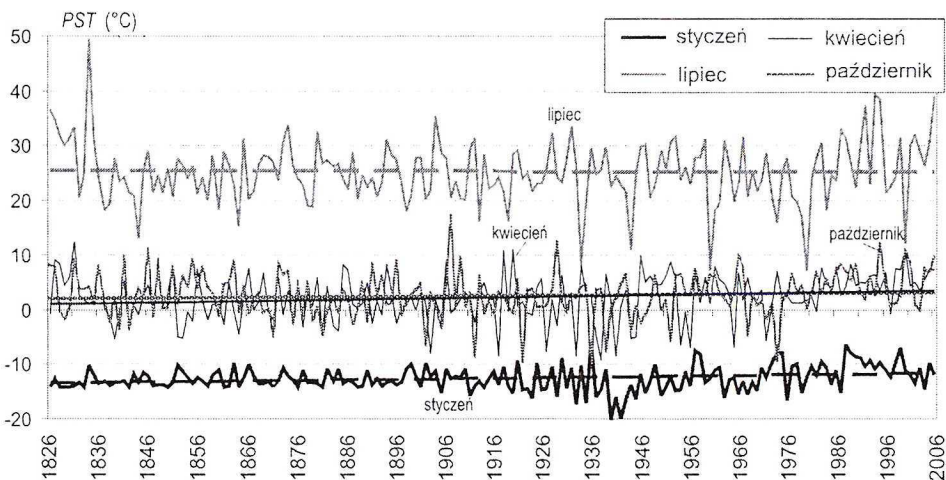
Region	Liczba ludności (mln)			Odsetek populacji (%)		
	1990-1992	1995-1997	2003-2005	1990-1992	1995-1997	2003-2005
Świat	841,9	831,8	848,0	16	14	13
Azja i Oceania	582,4	535,0	541,9	20	17	16
Ameryka Łacińska i Karaiby	52,6	51,8	45,2	12	11	8
Bliski Wschód	15,0	25,3	28,4	7	11	11
Afryka Północna	4,0	4,3	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: *The State of...* (2008).

Na przestrzeni ostatnich 18 lat w skali globalnej liczba osób dotkniętych niedożywieniem jest stabilna i wynosi 832-848 mln. Biorąc jednak pod uwagę globalny wzrost populacji odsetek osób niedożywionych zmniejszył się nieznacznie, z 16% w latach 1990-1992 do 13% w latach 2003-2005. Znaczny, 8-10% spadek ludności dotykanej niedoborem żywności obserwuje się na większości obszaru Afryki (choć jest on tam znaczny i wynosi obecnie ok. 35%). Nadal jednak wyraźnie wzrasta problem niedożywienia w krajach Afryki Środkowej. W badanym okresie liczba ludności dotkniętych niedożywieniem wzrosła z 22 do ponad 53 mln, co stanowiło odpowiednio 34 i 57% miejscowej populacji (tab. 3).

3. Współczesne zmiany klimatyczne i bioklimatyczne i ich wpływ na zdrowie człowieka

Zmiany warunków bioklimatycznych są funkcją obserwowanych współcześnie zmian niektórych elementów klimatu, a zwłaszcza temperatury powietrza, promieniowania słonecznego i prędkości wiatru. Do badania zmian bioklimatu stosuje się różne wskaźniki oparte na analizie bilansu cieplnego człowieka. Nieliczne prace oparte na długich seriach obserwacyjnych wszystkich elementów klimatu ilustrują zmiany warunków bioklimatycznych w Chorwacji, Słowenii i Polsce (Błażejczyk *et al.* 2003; Błażejczyk, Twardosz 2008; Cegnar, Matzarakis 2003; Zaninowicz, Matzarakis 2003).

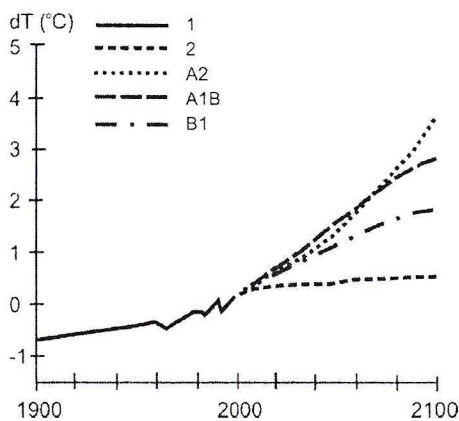


Ryc. 23. Zmiany wskaźnika temperatury odczuwalnej fizjologicznie (PST) w Krakowie w okresie 1826-2006

Źródło: Błażejczyk, Twardosz (2008).

Wspomniane wyżej badania wskazują wyraźnie, że na przestrzeni ostatnich 100-150 lat następował stopniowy, ale wyraźny wzrost temperatury odczuwalnej (która jest funkcją wszystkich elementów meteorologicznych). Postępuje zatem wzrost intensywności stresu gorąca w miesiącach letnich oraz łagodzenie stresu zimna w okresie zimowym (ryc. 23).

Pomiary temperatury powietrza w XX w. wskazują w skali globalnej na jej stopniowy wzrost. W minionym wieku wzrosła ona o 0,3-0,6°C. Kolejne raporty IPCC przewidują, że w XXI w. temperatura powietrza będzie nadal wzrastać. Według najłagodniejszego scenariusza, zakładającego ilość gazów cieplarnianych w atmosferze na poziomie roku 2000 wzrost ten wyniesie dalsze 0,5-0,6°C. Przy scenariuszach przyjmujących wzrost stężenia gazów cieplarnianych przewiduje się wzrost temperatury o 1,5-3,5°C (ryc. 24). Zwiększy się także



Ryc. 24. Zmiany temperatury powietrza w latach 1900-2100 przy różnych scenariuszach stężenia gazów cieplarnianych:

- 1 – zmiany temperatury w XX w.,
- 2 – scenariusz przy założeniu stałego stężenia gazów cieplarnianych na poziomie 2000 r. (400 ppm),
- A2 – scenariusz zakładający w 2100 r. stężenie CO₂ na poziomie 1250 ppm,
- A1B – scenariusz dla stężenia CO₂ = 850 ppm,
- B1 – scenariusz dla stężenia CO₂ = 600 ppm

Źródło: *Climate Change 2007, The physical science basis.*

liczba zjawisk ekstremalnych: upałów, powodzi, susz, burz, tornad, sztormów i lawin błotnych (Confalonieri *et al.* 2007).

Papiernik (2004) określiła możliwe kierunki zmian warunków bioklimatycznych w środkowej Polsce (na przykładzie Łodzi) w pierwszej połowie XXI w. Oparła się na modelu HadCM2, uwzględniającym rosnącą koncentrację dwutlenku węgla oraz przyrost zawartości aerozoli siarczanowych w atmosferze ziemskiej. Autorka ustaliła zmiany częstości występowania dni o skrajnych wartościach wskaźników bioklimatycznych spowodowane przewidywanym w modelu HadCM2 wzrostem temperatury powietrza. W połowie XXI w. należy oczekiwać wzrostu o 12% dni z ekstremalnie gorącymi warunkami biotermicznymi oraz spadku o 23% dni z warunkami skrajnie zimnymi.

4. Konsekwencje zdrowotne globalnych zmian klimatu

Konsekwencje zdrowotne współczesnych zmian klimatu są, jak 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 takich chorób, jak: ostre biegunki, zaburzenia pracy układu oddechowego i układu krążenia oraz chorób przenoszonych wektorowo. Jednocześnie w obszarach o klimacie umiarkowanym zmniejszy się liczba chorób i zgonów

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

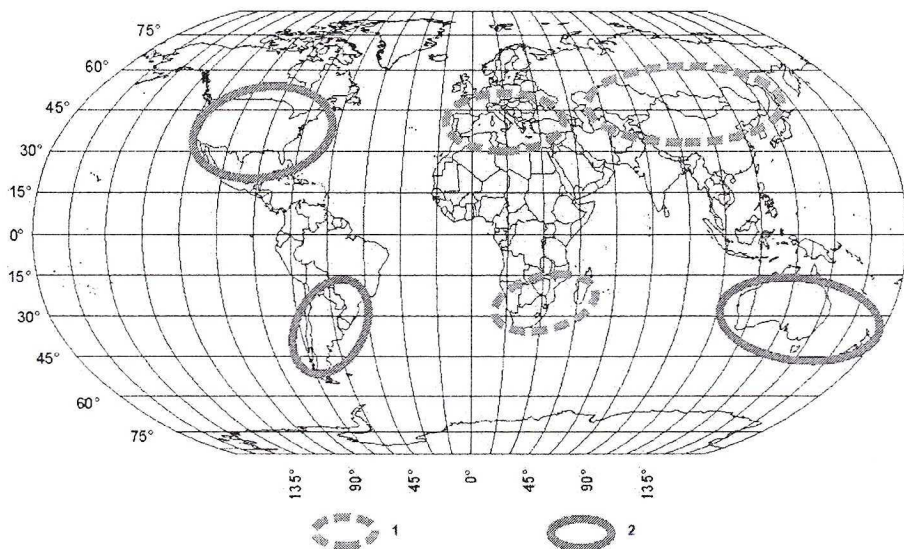
Źródło: Confalonieri *et al.* (2007).

spowodowanych przechłodzeniem organizmu (ryc. 25). Niemniej, w ogólnym bilansie korzyści te będą zdecydowanie mniejsze niż zagrożenia związane ze wzrostem temperatury, szczególnie w krajach rozwijających się (*Climate Change, Synthesis Report 2007*).

Nieliczne są na razie próby ilościowego oszacowania oddziaływania zmian klimatu na zdrowie. Badania przeprowadzone przez Donaldsona *et al.* (cyt. za Confalonieri *et al.* 2007) wskazują, że w Wielkiej Brytanii w 2050 r. trzeba się liczyć z 250% wzrostem liczby zgonów spowodowanych falami upałów. Podobny wzrost zgonów wywołanych upałami jest spodziewany w Los Angeles (Hayhoe 2004, cyt. za Confalonieri *et al.* 2007) oraz Lizbonie (Dessai 2003).

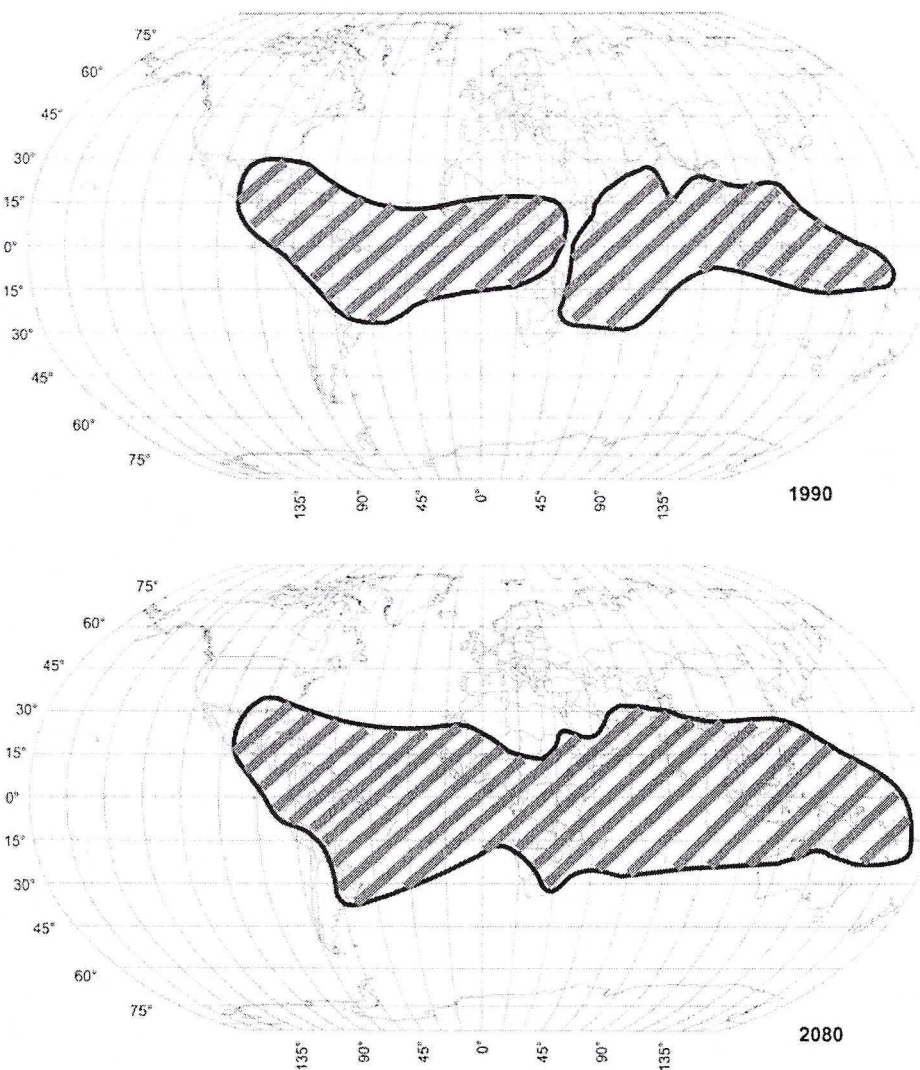
Obserwowana w ostatnich dziesięcioleciach degradacja warstwy ozonu stratosferycznego (Błażejczyk 2004), zabezpieczającego przed przenikaniem do atmosfery szkodliwego wycinka promieniowania nadfioletowego (UV-C), prowadzi do wzrostu liczby osób dotkniętych rakiem skóry. Prognozy na najbliższe 40-50 lat są w tej mierze bardzo niepokojące. Symulacje dokonane w Holenderskim Instytucie Zdrowia Publicznego wskazują, że na obszarze basenu 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. 26).

Wraz ze wzrostem urbanizacji będzie wzrastała liczba zachorowań spowodowanych pogorszeniem stanu sanitarnego powietrza. Szczególnie wrażliwy na zmiany klimatu jest poziom stężeń ozonu troposferycznego, tworzący wraz z tlenkami azotu tzw.



Ryc. 26. Wzrost liczby zachorowań na raka skóry w latach 2020-2060:
1 – wzrost 50%, 2 – wzrost 100%

Źródło: *Atlas ...* (2007).



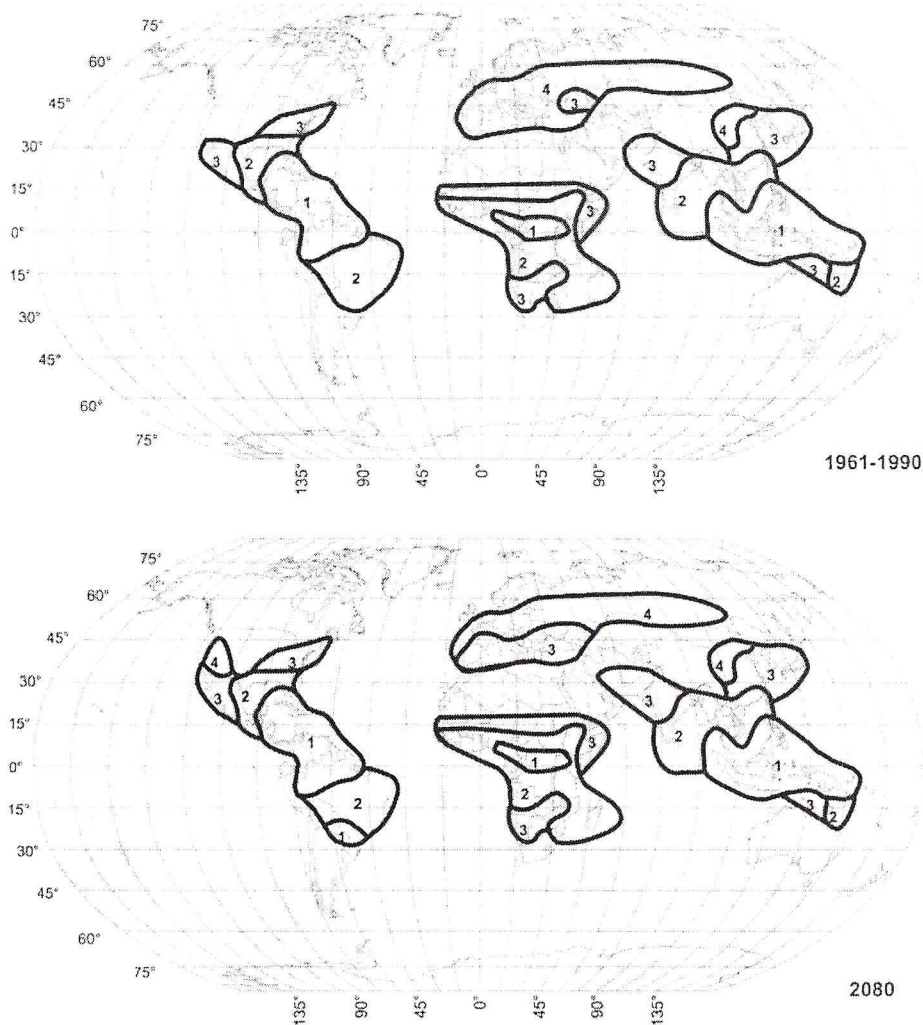
Ryc. 27. Zasięgi obszarów zagrożonych gorączką tropikalną (dengą) w 1990 r. i 2080 r.

Źródło: *Protecting Health ...* (2008).

smog fotochemiczny. Wzrasta on wyraźnie wraz ze wzrostem temperatury powietrza oraz wzrostem promieniowania UV. Symulacje przeprowadzone dla Nowego Yorku wskazują, że w 2050 r. należy się tam spodziewać 4% wzrostu liczby zgonów wywołanych dużym stężeniem ozonu (Knowlton *et al.* 2004, cyt. za Confalonieri *et al.* 2007).

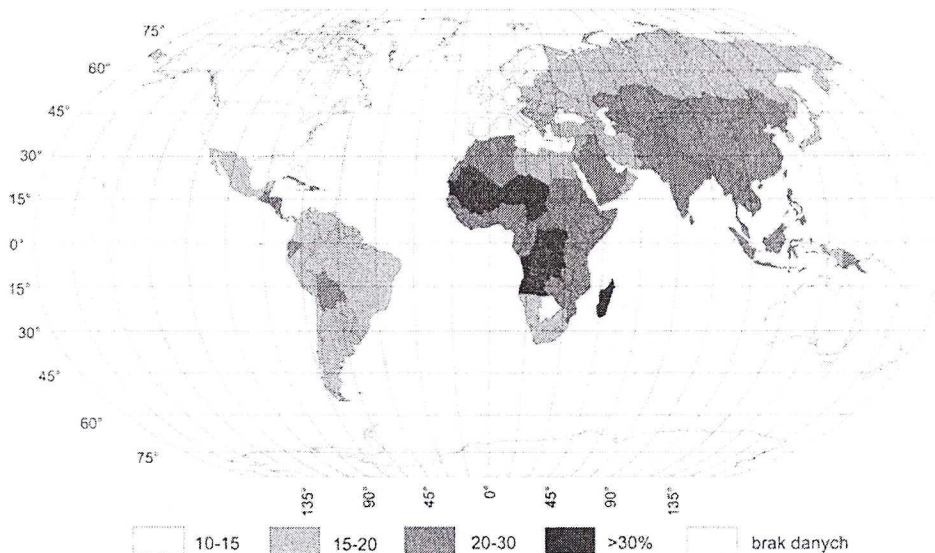
Prognozy na przyszłość, dotyczące rozprzestrzeniania się dengi, są bardzo niepokojące. Dane opublikowane w renomowanym czasopiśmie medycznym *Lancet* przez Hales'a *et al.* (cyt. za *Protecting Health ...* 2008) wskazują, że do 2080 r. może nastąpić

zdecydowana ekspansja dengi na nowe obszary, na których nie występowała ona pod koniec XX w. Przewidywane zmiany są zależne tylko od zmiany czynników klimatycznych (temperatury i wilgotności powietrza). Autorzy przewidują poszerzenie zasięgu występowania dengi nie tylko w Afryce równikowej. Zagrożone są także północne wybrzeża Zatoki Meksykańskiej, południowa część Półwyspu Arabskiego, cała południowa i południowo-wschodnia Azja oraz północna część Australii (ryc. 27). Liczba ludności świata zagrożona dengą może pod koniec XXI w. wzrosnąć do 5-6 mld.



Ryc. 28. Obszary o różnej długości okresów z warunkami klimatycznymi dogodnymi do rozwoju komarów, nosicieli malarii w latach 1961-1990 i 2080 r.; 1 – 12 miesięcy, 2 – 7-11 miesięcy, 3 – 4-6 miesięcy, 4 – 1-3 miesiące

Źródło: McMichael, Githeko (2001).



Ryc. 29. Odsetek, o który może się zmniejszyć liczba infekcji i osób niedożywionych w wyniku zredukowania środowiskowych zagrożeń zdrowia

Źródło: *Protecting Health ...* (2008).

W 2080 r. spodziewany jest wzrost liczby osób żyjących w strefach zagrożonych malarią nawet o 200 mln (van Lieshout *et al.* 2004, cyt. za Confalonieri *et al.* 2007). Zakażenia malarią mogą się pojawiać nie tylko w krajach tropikalnych, ale także poza nimi: w Europie, Australii oraz w USA. Wydłuży się także okres z warunkami pogodowymi dogodnymi do rozwoju komarów, nosicieli zarazków malarii z 4-6 do 7-11 miesięcy w roku. Dotyczy to zwłaszcza strefy klimatów umiarkowanych (ryc. 28).

Liczne programy międzynarodowe monitorowane przez WHO i FAO mają na celu zredukowanie środowiskowych zagrożeń zdrowia. Koncentrują się na zapewnieniu zdrowej wody pitnej, akcji szczepień ochronnych przed zakażeniami wektorowymi i poprawie efektywności lokalnego rolnictwa. W wyniku tych działań w niektórych regionach można 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, choroby tropikalne i problemami zdrowotnymi związanymi z niedożywieniem. W regionach rozwiniętych gospodarczo, w których zachorowań jest relatywnie niewiele, należy się liczyć raczej z małą możliwością poprawy warunków środowiskowych (ryc. 29).

Literatura

L'Atlas environnement du Monde Diplomatique, Analyses et solutions, 2007, Le Monde Diplomatique, Paryż.

- Besancenot J.-P. (red.), 1992, *Risques pathologiques, rythmes et paroxysmes climatiques*. Montrouge, John Libbey Eurotext.
- Błażejczyk K., 2000, *Influence of Extreme Heat Waves on Man*. Instytut Geografii UJ, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 108, s. 101-108.
- Błażejczyk K., 2002, *Znaczenie czynników cyrkulacyjnych i lokalnych w kształtowaniu klimatu i bioklimatu aglomeracji warszawskiej*. Dokumentacja Geograficzna, 26.
- Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*. Prace Geograficzne, IGiPZ PAN, 192.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Smietanka M., Pisarczyk S., 1998, *Influence des conditions météorologiques sur la santé des habitants de Varsovie*. Publication de l'Association Internationale de Climatologie, 11, s. 338-342.
- Błażejczyk K., Błażejczyk A., 1999, *Influence of Urbanisation Level on the Heat Load in Man in Warsaw*. Proc. 15th Int. Congress of Biometeorology & Int. Conf. On Urban Climatology, Sydney, Australia 8-12 Nov. 1999, R. J. de Dear, J. C. Potter (red). Macquarie University, Sydney, Australia, (wyd. na CD-ROM).
- Błażejczyk K., Baranowski J., Pisarczyk S., Szpot M., 2000, *Influence of the Human Heat Balance on Respiratory and Circulatory Diseases*, [w:] *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of Millennium*, R. J. de Dear, J. D. Kalm, T. R. Oke, A. Auliciems (red.). Selected papers from the Conference ICB-ICUC'99 (Sydney, 8-12 Nov. 1999), Geneva, World Meteorological Organization, s. 107-111.
- Błażejczyk K., Twardosz R., Kunert A., 2003, *Zmienność warunków biotermicznych w Krakowie w XX wieku na tle wahań cyrkulacji atmosferycznej*, [w:] *Postępy w badaniach klimatycznych i bioklimatycznych*, K. Błażejczyk, B. Krawczyk, M. Kuchcik (red.). Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 188, s. 233-246.
- Błażejczyk K., McGregor G., 2007, *Warunki biotermiczne a umiERALNOŚĆ w wybranych aglomeracjach europejskich*. Przegląd Geograficzny IGiPZ PAN, 79, 3 i 4, s. 401-423.
- Błażejczyk K., Kozłowska-Szczęśna T., 2008, *Klimat a zdrowie*, [w:] *Globalne ocieplenie i jego skutki*, Z. W. Kundzewicz, L. Starkel (red.). Kosmos, Problemy Nauk Biologicznych, 57, 3-4 (280-281), s. 269-229.
- Błażejczyk K., Twardosz R., 2008; *Long-term Changes of Bioclimatic Conditions in Kraków (Poland)*. W druku.
- Bono A. de, Peduzzi P., Giuliani G., Kluser S., 2004, *Impacts of Summer 2003 Heat Wave in Europe*. United Nations Environment Programme, DEWA/GRID-Europe, www.grid.unep.ch.
- Cegnar T., Matzarakis A., 2003, *Climate and Bioclimate Variations in Slovenia and Their Application for Tourism*, [w:] *Advances in Tourism Climatology*, A. Matzarakis, C. R. de Freitas, D. Scott (red.). Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, Nr. 12, s. 66-73.
- Cholera Outbreak, Assessing the Outbreak Response and Improving Preparedness*, 2004, World Health Organization, Geneva.
- Climate Change 2007, Synthesis Report: Summary for Policymakers*, 2007, Geneva, Intergovernmental Panel on Climate Change.
- Climate Change 2007, The Physical Science Basis: Summary for Policymakers*, 2007, Geneva, Intergovernmental Panel on Climate Change (Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change).

- Climate Change and Food Security: a Framework Document*, 2008, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- 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, M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, C. E. Hanson (red). Cambridge University Press, Cambridge, UK, s. 391-431.
- Dengue Net Flyer*, 2006, World Health Organization, Geneva.
- Dessai S., 2002, *Heat Stress and Mortality in Lisbon. Part I. Model Construction and Validation*. International Journal of Biometeorology, 47, s. 6-12.
- Dessai S., 2003, *Heat Stress and Mortality in Lisbon Part II. An Assessment of the Potential Impacts of Climate Change*. International Journal of Biometeorology, 48, s. 37-44.
- 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.
- 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.
- 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.
- Fortuniak K., 2003, *Miejska wyspa ciepła*. Wyd. UŁ, Łódź.
- Gonzales S., Diaz 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.
- Gyllerup S., 1998, *Cold Climate and Regional Variation in Coronary Mortality in Sweden*, [w:] *Problems with Cold Work*, I. Holmér, K. Kuklane (red.). Arbete och hälsa, 18, s. 197-200.
- Herring D. A., Hoppa R. D., 1997, *Changing Patterns of Mortality Seasonality among the Western James Bay Cree*. International Journal of Circumpolar Health, 56, 4, s. 121-133.
- Höppe P., 1995, *Effects of Environmental Ozone on the Lung Function of Senior Citizens*. International Journal of Biometeorology, 38, 2, s. 122-125.
- Höppe P., 2002, *Prevalence of Weather Sensitivity in Germany*. 15th Conference on Biometeorology and Aerobiology joint with the 16th International Congress on Biometeorology, Kansas City, USA, s. 76-79.
- Jendritzky G., 1995, *Human Health and Atmospheric Environment*, [w:] *Report from the Meeting of Experts on Climate*. Tourism and Human Health, WMO/TD, No. 682.
- 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:] *Problems with Cold Work* I. Holmér, K. Kuklane (red.). *Arbete och hälsa*, 18, s. 210-215.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., 1996, *Środowisko fizycznogeograficzne w Warszawie*, [w:] *Atlas Warszawy*, z. 4. *Środowisko fizycznogeograficzne – niektóre zagadnienia*, T. Kozłowska-Szczęśna, K. Błażejczyk, B. Krawczyk (red.). IGiPZ PAN, VIII-XXVIII.
- 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.
- 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:] *Badania środowiska fizycznogeograficznego w aglomeracji warszawskiej*, B. Krawczyk, G. Węclawowicz (red.). *Prace Geograficzne*, 180, 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.
- Lewińska J., 2000, *Klimat miasta. Zasoby, zagrożenia, kształtowanie*. Inst. Gosp. Przestrzennej i Komunalnej, Oddział w Krakowie.
- 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.
- 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.
- Matzarakis A., Mayer H., 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:] *Climate Change 2001, Impacts, Adaptation and Vulnerability*, J. J. McCarthy, O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken, K. S. White (red.). Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.
- Munich Re Group, 2005, *Weather Catastrophes and Climate Change*. Münchener Rückversicherung-Gesellschaft, Monachium.
- Papiernik Z., 2004, *Współczesne zmiany warunków klimatu odczuwalnego (na przykładzie Łodzi, 1951-2000)*. Maszynopis rozprawy doktorskiej, UŁ.
- 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, 3, s. 144-153.

- Protecting Health from Climate Change – World Health Day, 2008*, World Health Organization, Geneva.
- Skrobowski A., 1998, *Wpływ wybranych warunków atmosferycznych na ciśnienie tętnicze krwi*. Wojskowa Akademia Medyczna, Warszawa.
- Sulman F. G., 1982, *Short and Long-term Changes in Climate*. t. 1, Boca Raton, Florida, CRC Press Inc.
- 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.
- WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozone, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide Global update 2005 Summary of Risk Assessment, 2006*, World Health Organization, Geneva.
- World Malaria Report 2008*, World Health Organization, Geneva.
- Zaninovic K., Matzarakis A., 2003, *Variations and Trends of Thermal Comfort at the Adriatic Coast*, [w:] *Advances in Tourism Climatology*, A. Matzarakis, C. R. de Freitas, D. Scott (red.). Berichte des Meteorologischen Institutes der Universität Freiburg, nr 12, s. 74-81.