

KRZYSZTOF BŁĄŻEJCZYK, TERESA KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA

*Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN
Zakład Geoekologii i Klimatologii
Twarda 51/55, 00-818 Warszawa
E-mail: k.blaz@twarda.pan.pl
klimat@twarda.pan.pl*

KLIMAT A ZDROWIE

WPROWADZENIE

Z najnowszych badań wynika, że w ostatnich 10000 lat warunki klimatyczne były względnie stałe. W XX w. nastąpiło globalne ocieplenie o 0,3–0,6°C. Naukowcy przewidują, że w XXI w. temperatura powietrza w Europie wzrośnie o około 0,8°C, zwiększy się także liczba zjawisk ekstremalnych jak np. upały, powodzie, susze, burze, tornada, sztormy, lawiny błotne (BURROUGHS 1998, KAISER 2002). Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) ostrzega przed zdrowotnymi skutkami globalnego ocieplenia, którego głównymi przejawami są: wzrost liczby skrajnych zjawisk pogodowych, powodzi i susz, zwiększenie promieniowania ultrafioletowego UV-C, wzrost temperatury powietrza i zmiany reżimu opadów, ograniczenie ilości wody pitnej, podniesienie poziomu morza prowadzące do zatopienia części wybrzeży, zwiększenie skażenia atmosfery.

Z drugiej strony, badania kliniczne dowodzą, że niektóre czynniki meteorologiczne, a przede wszystkim ich wahania w krótkim

czasie, mogą wyzwać subiektywne dolegliwości u ludzi zdrowych oraz powodować nasilenie obiektywnych objawów chorobowych u większości chorych. Czynniki meteorologiczne działają na człowieka jako bodziec (stres pogodowy) (GRĄCZEWSKI 1972, SKROBOWSKI 1998). W skrajnych przypadkach warunki biotermiczne powodują powstanie lub nasilenie objawów chorobowych, które u osób o zwiększonym ryzyku (osoby starsze, rekonwalescenci, małe dzieci) mogą prowadzić do śmierci (KOZŁOWSKI 1986). Przykładem może być chociażby fala upałów w 2003 r. w południowo-zachodniej Europie. Szacuje się, że przyczyniła się ona do śmierci ponad 30 tysięcy osób, w tym około 14 tysięcy we Francji (LAAIDI i współaut. 2006).

Celem pracy jest przedstawienie – w świetle obserwowanych zmian klimatu – wpływu czynników atmosferycznych na organizm człowieka, na występowanie chorób meteorotropowych i umieralności.

METEOROPATIA

Istotą meteoropatii jest wrażliwość organizmu na warunki atmosferyczne, a jej przejawem są patologiczne reakcje w sferze fizycznej i psychicznej. Po raz pierwszy zwrócił uwagę na ten problem lekarz i przyrodnik grecki Hipokrates (460–377 p.n.e.) w pismach pt. „*Corpus Hippocraticum*” (KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA i współaut. 2004). Meteoropatia

może być uwarunkowana genetycznie lub nabyta w wyniku przebytych chorób, starzenia się organizmu i niehigienicznego trybu życia. Uważa się też, że jest to „choroba cywilizacyjna”, a meteoropatami są na ogół mieszkańcy miast, gdyż wydzielaczenie spowodowane przebywaniem w sztucznym mikroklimacie mieszkań i biur oraz brak ruchu

powodują osłabienie mechanizmów przystosowawczych. Reakcje na bodźce pogodowe zależą od wrażliwości osobniczej, wieku, płci oraz uprzednio przebytych chorób. Typowe objawy meteorotropowe u ludzi wrażliwych to: osłabienie, senność lub bezsenność, dekoncentracja, zmęczenie, zniechęcenie, apatia, brak apetytu, mała wydolność fizyczna, a przede wszystkim bóle głowy często o charakterze migreny (MACHALEK 1997, HESSMAN-KOSARIS 1998).

Jeszcze w latach 60. meteoropaci stanowili około 30–40% populacji. Jednak współcześnie udział meteoropatów zwiększył się w Europie pod koniec XX w. do 50–70% ludzi w wieku 18–75 lat (MACHALEK 1997, HÖPPE 2002). W związku z tym wrażliwość człowieka na bodźce atmosferyczne i związane z nią dolegliwości stają się nie tylko problemem medycznym ale i społecznym. Badania dotyczące meteoropatii wśród osób dorosłych w Polsce, przeprowadzone w latach 1994/1995, potwierdziły wyniki badań europejskich (Tabela 1) (BARANOWSKA i CEDZYŃSKA-ZIEMBA 1997). Badania te wykazały, że odsetek meteoropatów wynosi 50–70%, przy czym większą wrażliwość na bodźce pogodowe wykazują kobiety niż mężczyźni.

Znaczny odsetek ludzi wrażliwych na stany pogody obserwuje się wśród osób chorych. Największą wrażliwość stwierdza się u osób z chorobami układu krążenia (choroba naczyń wieńcowych, nadciśnieniowa). Także choroba wrzodowa żołądka, choroby reumatyczne, choroby alergiczne układu oddechowego i choroby psychiczne zalicza się do chorób meteorotropowych. Do dolegliwości meteorotropowych należą również bóle blizn pourazowych i pooperacyjnych oraz tzw. bóle fantomowe w amputowanej kończynie.

Tabela 1. Wrażliwość na wpływ pogody w zależności od płci osób dorosłych w Polsce (wg: BARANOWSKIEJ i CEDZYŃSKIEJ-ZIEMBA 1997).

	Kobiety		Mężczyźni	
	liczba badanych	%	liczba badanych	%
Meteoropaci	214	71,3	115	48,9
Skłonni do meteoropatii	58	19,3	62	26,4
Niewrażliwi	28	9,4	58	24,7
Razem	300	100,0	235	100,0

Trzeba tu jednak podkreślić, że bodźce pogodowe nie wywołują wyżej wymienionych chorób, a tylko powodują zaostrzenie ich objawów, jako drugorzędny, środowiskowy czynnik ryzyka dla osób wrażliwych.

Najnowsze polskie badania meteoropatii, przeprowadzone w latach 1994–1996 wśród osób w wieku 16–82 lata, uwzględniają również stan ich zdrowia (MARTYNUSKA i współaut. 2003). Przy ocenie stanu zdrowia założono, że w wyniku przebytych chorób następuje upośledzenie mechanizmów adaptacyjnych organizmu człowieka do warunków środowiska atmosferycznego. Na podstawie tych badań stwierdzono, że zarówno wśród mężczyzn, jak i kobiet średni stopień meteoropatii wzrasta wraz z pogorszeniem stanu zdrowia (Tabela 2).

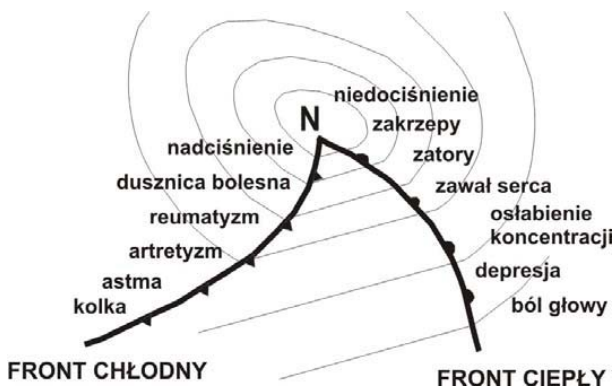
Uogólniając można stwierdzić, że zmiany obserwowane w odniesieniu do meteoropatologii należy rozpatrywać jako jeden z przejawów współczesnych zmian środowiska życia człowieka, w tym także zmian klimatu powodowanych wzrostem urbanizacji.

Badania lekarzy i meteorologów zmierzają do wykrycia czynników wpływających na meteorotropowe reakcje organizmu. Badania te potwierdzają wcześniejsze przypuszczenia, że nie ma jednego czynnika, lecz na człowieka

Tabela 2. Ryzyko meteoropatii w zależności od płci, wieku i stanu zdrowia (wg MARTYNUSKIEJ i współaut. 2003).

Płeć	Mężczyźni (41,7%)			Kobiety (58,3%)	
	≤ 35 lat	36–45 lat	>45 lat	≤45 lat	>45 lat
Stan zdrowia					
Z ₁ (45,5%)	A	A	B	B	C
Z ₂ (26,0%)	A	B	C	C	C
Z ₃ (28,6%)	B	D	D	E	E

Ryzyko meteoropatii: A – niskie, B – średnie, C – podwyższone, D – wysokie, E – bardzo wysokie. Stan zdrowia (skutki przebytych chorób): Z₁ – w 86% skutki przebytych chorób są nieokreślone, w 14% obojętne, Z₂ – w 58% skutki przebytych chorób są obojętne lub niewiadome, w 42% – dotyczą prawdopodobnego obciążenia mechanizmów adaptacyjnych, Z₃ – w 61% przebyte choroby trwale upośledzają zdrowie i mechanizmy adaptacyjne, w 30% przebyte choroby trwale upośledzają zdrowie, lecz nie dotyczy to mechanizmów adaptacyjnych.



Ryc. 1. Dolegliwości meteorotropowe związane z przechodzeniem frontów atmosferycznych (wg JENDRITZKY'EGO 1995).

oddziałuje nieprzerwanie, z różnym natężeniem zmieniającym się w czasie i przestrzeni, cały zespół elementów meteorologicznych, nazywanych przez F. Linke'go „akordem meteorologicznym” (TROMP 1980).

Za czynniki meteorotropowe uważa się nieokresowe zmiany przebiegu procesów fi-

zycznych zachodzących w atmosferze (przemieszczanie się frontów atmosferycznych, zmiana rodzaju mas powietrza i chwiejna równowaga dolnych warstw atmosfery). Związek pomiędzy zaostreniem różnych dolegliwości a układem frontów atmosferycznych ilustruje Rycina 1 (JENDRITZKY 1995). Współcześnie, jako przyczynę reakcji meteorotropowych organizmu wymienia się także sytuacje z długo utrzymującymi się niekorzystnymi warunkami pogodowymi, np. falami upałów, dużym zachmurzeniem, silnymi wiatrami lub ciszami (BŁAŻEJCZYK 2004). Zarówno częste zmiany pogody, jak i długotrwałe utrzymywanie się niekorzystnych sytuacji pogodowych są jednym z przejawów obserwowanych zmian klimatu.

Badania MACHALKA (1997) pozwoliły na opracowanie systemu oceny możliwości pojawiania się określonych dolegliwości w typowych dla Europy Środkowej układach pogody, które nazywa on „biopogoda” (Tabela 3). Najwięcej silnych dolegliwości (migreny, dolegliwości układu krążenia, zaburzenia układu wegetatywnego) obserwuje się przy

Tabela 3. Dolegliwości występujące w poszczególnych typach biopogody (wg MACHALAKA 1997).

Rodzaj dolegliwości	Typ biopogody								
	Ciśnienie atmosferyczne			Cyrkulacja atmosferyczna		Niektóre cechy pogody			
	Wysokie	Przejście od wysokiego do niskiego	Niskie	Intensywna cyrkulacja zachodnia	Intensywna cyrkulacja południowa	Napływ powietrza ciepłego	Gwałtowny napływ powietrza zimnego	Fronty atmosferyczne	Wiatr halny
Migrena, bóle głowy	1	3	0	0	2	3	0	1	2/3
Dolegliwości krążenia	2	3	1	0	2	3	0	2	3
Nadciśnienie	2	2	1	2	1	0	2	1	1
Niedociśnienie	1	3	0	1	3	2	0	1	2
Dolegliwości żołądkowe	0	0	1	2	0	0	3	2	0
Dolegliwości reumatyczne	1	0	3	3	2	0	2	3	0
Choroby dróg oddechowych (w tym astma)	2	2	1	1	2	1	2	2	0
Zaburzenia układu nerwowego	2	3	0	0	2	3	0	1	3

0 – brak dolegliwości, 1 – lekkie dolegliwości, 2 – umiarkowane dolegliwości, 3 – silne dolegliwości.

mało zróżnicowanym ciśnieniu atmosferycznym, zaś najlepsze warunki biometeorologiczne panują w układzie wysokiego ciśnienia. W badaniach HÖPPE (2002) meteoropaci zamieszkujący północne Niemcy negatywnie oceniali pogodę burzową (30%) oraz nagły napływ chłodnego powietrza (29%). Natomiast mieszkańcy południowych Niemiec (Bawarii) częściej odczuwali subiektywne do-

legliwości przy adwekcji powietrza ciepłego (30%) niż chłodnego (18%). Trzeba dodać, że reakcje meteorotropowe u części zarówno osób zdrowych, jak i chorych pojawiają się z wyprzedzeniem w stosunku do zmian zachodzących w atmosferze. Przeczuwanie tych zmian sięga nawet 48 godzin (HESSMANN-KOSARIS 1998).

WPLYW RÓŻNYCH ELEMENTÓW POGODY I KLIMATU NA STAN ZDROWIA

Wiele schorzeń i dolegliwości jest bezpośrednio powodowanych lub nasilanych przez konkretne sytuacje pogodowe. Wśród chorób silnie podlegających wpływom pogody najczęściej wymieniane są **choroby układu krążenia**. W Europie środkowej choroby te są główną przyczyną zgonów. W czasie krótkookresowych zmian pogody obserwuje się nasilenie objawów choroby niedokrwiennej serca, podwyższenie częstości zawałów mięśnia sercowego oraz zwiększenie wahań ciśnienia tętniczego krwi. Przyczyną tych dolegliwości jest zwiększenie obciążenia serca, spowodowane koniecznością dostosowania krążenia krwi do potrzeb układu termoregulacji, który odpowiedzialny jest za utrzymanie stałej temperatury wewnętrznej w czasie nagłych zmian warunków atmosferycznych (BŁĄŻEJCZYK 2004). Hospitalizacje chorych z powodu tzw. ostrych zdarzeń kardiologicznych, a nawet spowodowane nimi zgony są zdecydowanie częstsze w półroczu chłodnym

niż ciepłym (MACHALEK 1997, HÖPPE 2002, KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA i współaut. 2004, BŁĄŻEJCZYK i MCGREGOR 2007).

Nadciśnienie tętnicze jest najwcześniej pojawiającym się symptomem schorzenia układu krążenia. W Polsce choroba nadciśnieniowa dotyczy 20–30% dorosłej ludności, a w miastach, w grupie wiekowej 55–65 lat, udział ten wzrasta do 80%. W czasie przechodzenia frontów atmosferycznych zauważono wyraźne zmiany ciśnienia krwi i tętna u chorych. Także niektóre sytuacje synoptyczne (wyż zaburzony, niż wypełniający się) powodują zakłócenia rytmu dobowego ciśnienia skurczowego krwi. Stwierdzono także, że największa częstość dużych zmian ciśnienia tętniczego krwi (>20 hPa) występuje w dniach z frontem okluzji i w przypadkach przemieszczania się w ciągu doby kilku frontów atmosferycznych. Te sytuacje wywołują chwiejność ciśnienia tętniczego krwi u chorych. Wzrost ciśnienia tętniczego rozkurczowego najczę-

Tabela 4. Ryzyko wystąpienia zawału serca (wg WOJTACH i współaut. 2003).

Poziom ryzyka	Okres ciepły (V–IX)	Okres chłodny (X–IV)
	Warunki biosynoptyczne	Warunki biosynoptyczne
A – znikomy	Chłodny wyż, zawartość tlenu w powietrzu w normie i powyżej normy, wilgotność powietrza w normie, wzrost ciśnienia atmosferycznego.	Chłodny lub ciepły obszar wyżu, centrum wyżu, wypełniający się niż, spadek ciśnienia.
B – przeciętny	Ciepły obszar wyżu, ciepły wycinek niżu, w układach słabogradientowych – parność.	Zmiana układu pogody z wyżu do ciepłego i suchego niżu.
C – podwyższony	Zimny wyż, ciepły wycinek niżu, zawartość tlenu w powietrzu obniżona.	Zatoka niżowa, chłodny obszar wyżu, front chłodny, wzrost wilgotności powietrza.
D – wysoki	Skrajnie ciepłe lub zimne niży, zmiany ciśnienia, zawartość tlenu w powietrzu obniżona, parność.	Zmiana układu pogody z niżu do wyżu, adwekcja zimnych mas powietrza, wzrost ciśnienia atmosferycznego.

ściej występuje wtedy, gdy przemieszcza się front chłodny (KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA i współaut. 2004).

Badano również jaki jest wpływ wysokiej temperatury i dużej wilgotności powietrza (czyli jednych z najistotniejszych przejawów zmian klimatu) na ciśnienie tętnicze krwi i dolegliwości układu krążenia. Stwierdzono, że najbardziej uciążliwe są dni upalne oraz parne, kiedy zmniejsza się wydolność oddechowca płuc, a oddawanie ciepła z powierzchni ciała człowieka i z dróg oddechowych jest utrudnione. W takich warunkach obserwuje się spadek ciśnienia tętniczego krwi. Okazało się też, że wyraźny jest wpływ frontów atmosferycznych i okresów z dużą zmiennością pogody na ciśnienie tętnicze krwi, zwłaszcza u pacjentów z nadciśnieniem tętniczym miażdżycowym (KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA i współaut. 2004).

Spośród wielu czynników zewnętrznych prowadzących do powstania **zawału mięśnia sercowego** wymienia się również niesprzyjające warunki atmosferyczne, odpowiedzialne za około 20% zawałów, które pojawiają się w następstwie skurczu naczyń wieńcowych szczególnie wśród ludzi w wieku 50–70 lat. Do niesprzyjających warunków atmosferycznych najczęściej zalicza się eks-

tremalne wartości temperatury (tzw. stres ciepła i zimna) oraz jej dużą międzydobową zmienność, wysoką wilgotność powietrza, a także nagłe i duże zmiany ciśnienia atmosferycznego. Na podstawie analizy związków przyczynowych pomiędzy liczbą hospitalizacji z powodu zawału serca i czynnikami meteorologicznymi WOJTACH i współaut. (2003) wyróżniła 4 poziomy ryzyka wystąpienia zawału serca (Tabela 4). Autorzy stwierdzili, że liczba zawałów rosła wraz ze wzrostem obciążenia układu termoregulacji skrajnie ciepłymi lub chłodnymi warunkami termicznymi, parnością oraz obniżoną zawartością tlenu w powietrzu.

Czynniki meteorologiczne silnie wpływają na człowieka także poprzez **układ oddechowy**. Badania przeprowadzone wśród dzieci i dorosłych w Polsce, potwierdzają związek pomiędzy częstością napadów duszności u osób z alergicznymi chorobami dróg oddechowych a niektórymi typami pogody. Maksimum częstości objawów astmy i nieżytku oskrzeli występuje jesienią. Na podstawie badań przeprowadzonych w wielu krajach Europy a także w Japonii można stwierdzić, że 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 (KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA i współaut. 2004).

Zaostrzenie objawów chorób układu oddechowego następuje również pod wpływem dużej koncentracji zanieczyszczeń powietrza, m.in. ozonu troposferycznego. Wtedy, gdy średnie 30-minutowe stężenie ozonu w godzinach 13–16 przekraczało 0,050 ppm, obserwowano wzrost o około 20% częstości pojawiania się dolegliwości układu oddechowego wśród mieszkańców Monachium (HÖPPE 1995). Negatywny wpływ ozonu na schorzenia układu oddechowego objawia się z 1-3-dniowym opóźnieniem, co potwierdzają badania liczby przyjęć do szpitali w Nowym Jorku, Toronto i Helsinkach (KUCHCIK 2001).

Reakcje organizmu człowieka zachodzące pod wpływem sytuacji pogodowych dotyczą w dużej mierze również **układu nerwowego** i nasilają się u osób cechujących się dużą pobudliwością i zaburzeniami jego równowagi. Badania prowadzone w Holandii, Niemczech, Belgii i w Polsce wykazały, że najbardziej wrażliwi na zmiany pogody są pacjenci cierpiący na depresję, schizofrenię, neurozę, a nawet narkomani i alkoholicy (KOZŁOWSKA-

Tabela 5. Udary mózgu a rodzaj frontów atmosferycznych w Lublinie, 1947–1953 (wg CZARSKIEGO 1964).

Jednostka chorobowa	Liczba przypadków	Rodzaj frontu atmosferycznego	Przypadki w dniach z frontami (%)
Krwotoki mózgowie	240	Ciepły	38
		Chłodny	44
		Zokludowany	18
Krwotoki podpajęczynówkowe	72	Ciepły	31
		Chłodny	42
		Zokludowany	28
Rozmięknienia mózgu	211	Ciepły	35
		Chłodny	49
		Zokludowany	17
Zatory naczyń mózgowych	87	Ciepły	41
		Chłodny	44
		Zokludowany	15

Tabela 6. Działanie biologiczne promieniowania słonecznego o różnych zakresach widma (wg JENDRITZKY'EGO 1995).

Rodzaj promieniowania	Zakres widmowy	Działanie biologiczne
Promieniowanie 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
Promieniowanie widzialne	0,401–0,780 μm	działanie na układ nerwowy poprzez narząd wzroku pobudzenie układu hormonalnego
Promieniowanie podczerwone	> 0,780 μm	efekt cieplny, wzmożenie przemiany materii

SZCZĘSNA i współaut. 2004). Wyraźne pogorszenie nastroju pacjentów, depresję, a nawet samobójstwa obserwuje się w czasie sytuacji fenowych, przechodzenia frontów atmosferycznych oraz podczas burzy (MACHALEK 1997, HESSMAN-KOSARIS 1998).

W polskich badaniach podkreśla się także, że niesprzyjające warunki pogodowe powodują zmiany naczyniowe oraz odgrywają rolę czynnika wyzwalającego w **udarach mózgowych**. Najwięcej tych przypadków stwierdza się w miesiącach charakteryzujących się częstymi zmianami pogody (kwiecień i listopad) i przy niskiej temperaturze (styczeń), kiedy to zwiększa się ciśnienie tętnicze i krzepliwość krwi. Szczególnie często zdarzają się też przy przejściach frontów atmosferycznych (Tabela 5).

Przyпуска się, że około 60-80% wszystkich zaostrzeń chorób **narządu ruchu**, a także różnego rodzaju nerwobóle można przypisać warunkom pogodowym towarzyszącym przejściu frontu chłodnego, a także niedostateczną ilością jonów ujemnych w powietrzu (TROMP 1963). Nasilenie dolegliwości bólowych u chorych na reumatoidalne zapalenie stawów spotyka się częściej w półroczu ciepłym niż chłodnym, a wzrostowi nasilenia bólu towarzyszy na ogół przemieszczanie się frontu chłodnego, a także spadek

ciśnienia atmosferycznego i wzrost wilgotności powietrza. Dolegliwości bólowe w obrębie narządów ruchu nasilają się przede wszystkim przy nagłym spadku temperatury i wzroście wilgotności względnej. Zmiany ciśnienia atmosferycznego natomiast wyzwalają dolegliwości u około 25% chorych (KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA i współaut. 2004).

Duże znaczenie biologiczne ma promieniowanie słoneczne. Najaktywniejszą częścią widma słonecznego jest promieniowanie nadfioletowe (UV), chociaż stanowi ono niewielką jego część, bo zaledwie 3–5%. Przy czym największe znaczenie dla zdrowia człowieka ma UV-B (Tabela 6). Reakcja na promieniowanie słoneczne zależy od typu skóry, najbardziej podatna jest skóra bardzo jasna. Skutki przekroczenia bezpiecznego progu ekspozycji na promieniowanie UV uwiadaczają 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 względnie łagodnych nowotworów skóry, ale również groźnego dla życia człowieka czerniaka. Intensywne promieniowanie może być także przyczyną nowotworów oczu, zaćmy, a nawet udaru słonecznego.

WPLYW POGODY I KLIMATU NA UMIERALNOŚĆ

Panujące warunki pogodowe oraz ogólne cechy klimatu danego regionu wyraźnie

wpływają na liczbę zgonów (BŁĄŻEJCZYK i MCGREGOR 2007). W większości badań auto-

Tabela 7. Dzienna umieralność ogólna (TM) oraz dzienna umieralność na 100 000 mieszkańców (TMr) w badanych aglomeracjach, wartości średnie roczne (wg BŁAŻEJCZYKA i MCGREGORA 2007).

	Londyn	Kraków	Paryż	Budapeszt	Barcelona	Rzym
TM	163,9	18,2	121,9	75,4	39,4	57,3
TMr	2,19	2,28	1,23	4,44	2,46	1,51

rzy zwracają uwagę na duży jej wzrost podczas fal gorąca. Natomiast w umiarkowanych i wysokich szerokościach geograficznych stwierdzone są komplikacje zdrowotne związane z falami mrozów. Bezpośrednie przyczyny zgonów są oczywiście różne. Najczęściej są to dysfunkcje układu krążenia, udary cieplne, choroby układu oddechowego oraz zatrucia pokarmowe. Niemniej warunki biotermiczne powodują powstanie lub nasilenie objawów chorobowych, zwłaszcza u osób o zwiększonym ryzyku (osoby starsze, rekonwalescenci, małe dzieci) i mogą prowadzić do śmierci (KOZŁOWSKI 1986).

Dlatego też w ostatnich latach działało w Europie kilka międzynarodowych, interdyscyplinarnych zespołów badawczych zajmujących się wpływem warunków pogodowych na zdrowie człowieka. Jedną z grup badawczych prowadziła swe badania w ramach projektu PHEWE "Assessment and Prevention of Acute Health Effects of Weather Conditions in Europe", realizowanego w ramach V Programu Ramowego. Wstępne wyniki prac tego zespołu zostały przedstawione w publikacji BŁAŻEJCZYKA i MCGREGORA (2007). Badaniami objęto następujące aglomeracje: Londyn, Kraków, Paryż, Budapeszt, Barcelonę i Rzym, różniące się położeniem, wielkością i liczbą zgonów (Tabela 7).

Umieralność jest wyraźnie zróżnicowana sezonowo. Największa liczba zgonów jest rejestrowana w miesiącach zimowych, a najmniejsza latem. Zimą obserwuje się także dużą zmienność umieralności w kolejnych dniach. Na przykład, w styczniu w Londynie dzienna liczba zgonów zmieniała się od 112 do 344, a w Paryżu od 102 do 209 (Ryc. 2).

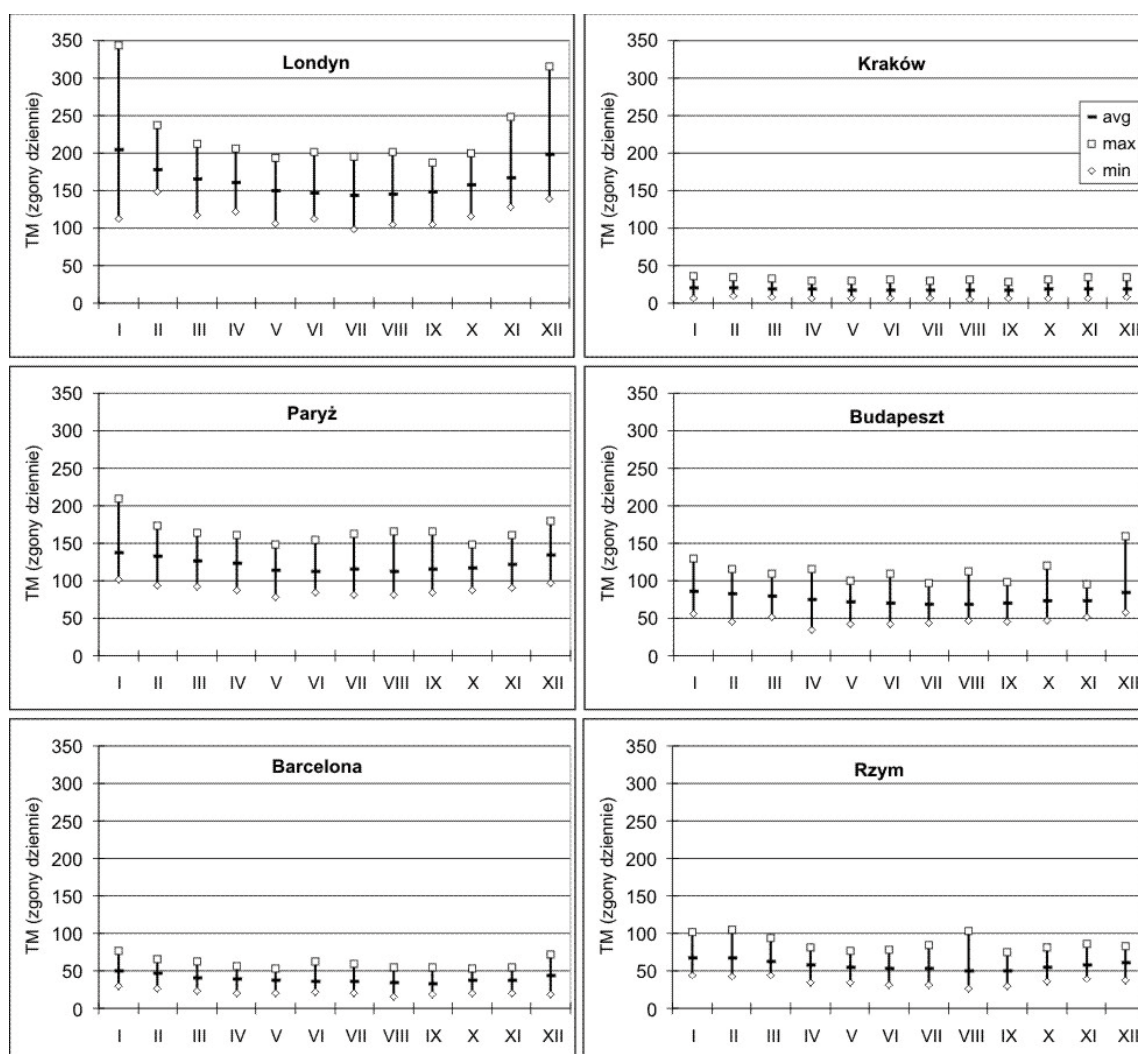
Wzrost liczby zgonów następuje z reguły w 2-3 dni po wystąpieniu obciążającej sytuacji biotermicznej. W Londynie od 20 do 29%, a w Paryżu, Barcelonie, Budapeszcie i Rzymie około 20% zgonów można wyjaśnić pojawieniem się skrajnych warunków termicznych 2-3 dni wcześniej. Na kilkudniowe opóźnienie zwiększonej umieralności w stosunku do panujących warunków pogodowych

zwracali także uwagę LASCHEWSKI i JENDRITZKY (2002).

Znaczący wzrost liczby zgonów następował w danym mieście, w skrajnych warunkach zimna i gorąca. Zagrożenie dla życia spowodowane wysoką temperaturą powietrza są opisywane głównie w odniesieniu do Europy Południowej, a tylko nieliczne prace odnoszą się do umiarkowanych szerokości geograficznych. Natomiast negatywny wpływ zimnych warunków otoczenia na zdrowie i życie człowieka jest stwierdzany w Kanadzie, Skandynawii, Wielkiej Brytanii i Polsce, a ale także we Francji, Hiszpanii i Grecji (LAAIDI i współaut. 2006, BŁAŻEJCZYK i MCGREGOR 2007).

Zbadano także jak w poszczególnych porach roku zmiany warunków biotermicznych w kolejnych dniach wpływają na wzrost ryzyka zgonu. Okazało się, że w miesiącach letnich wzrost umieralności jest wyraźnie skorelowany w nasileniem się warunków gorąca. W Paryżu i Rzymie aż do 35% przypadków zgonów latem można wiązać z nasilaniem się stresu gorąca. W odniesieniu do zimy można stwierdzić, że ryzyko zgonu spowodowanego warunkami biotermicznymi wiąże się z samym faktem niskiej temperatury (powietrza i odczuwalnej) oraz termofizjologicznym stresem zimna, a nie poziomem tych cech pogody.

Określono także biotermiczne progi ryzyka zgonu w sezonie letnim i zimowym. (BŁAŻEJCZYK i MCGREGOR 2007) Zróżnicowanie przestrzenne progów ryzyka zgonu w okresie letnim wskazuje, że mieszkańcy aglomeracji, na których klimat wpływają częste adwekcje powietrza zwrotnikowego i kontynentalnego, są lepiej przystosowani do warunków gorąca niż mieszkańcy klimatu morskiego. W okresie zimy progi ryzyka zgonu są mniej zróżnicowane przestrzennie niż latem. Niemniej ich wartości wyraźnie mówią, że mieszkańcy miast najdalej wysuniętych na wschód i podanych wpływom zimnych mas powietrza kontynentalnego są lepiej przystosowani do warunków zimna niż mieszkańcy Europy za-



Ryc. 2. Przebieg roczny średniej (avg), największej (max) i najmniejszej (min) dziennej liczby zgonów w wybranych aglomeracjach europejskich (wg BŁAŻEJCZYKA i MCGREGORA 2007).

chodniej. Gdy nad te obszary docierają zimne masy powietrza kontynentalnego lub arktycznego, nawet o wyższej temperaturze niż w środkowej części Europy, ich mieszkańcy są silnie narażeni na ryzyko zgonu wywołane

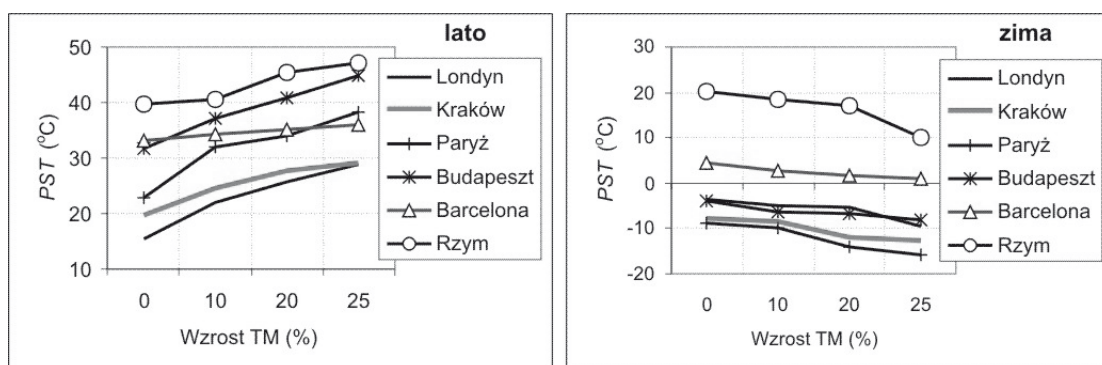
czynniki pogodowymi. Ogólnie można także stwierdzić, że mieszkańcy południowej Europy są mniej odporni na warunki chłodu i zimna niż mieszkańcy umiarkowanych szerokości geograficznych (Ryc. 3).

PRAWDOPODOBNE ZMIANY STANU ZDROWIA SPOŁECZEŃSTWA W ŚWIETLE ZMIAN KLIMATU

Jak podano we wstępie najważniejszymi przejawami zmian klimatu mającymi wpływ na zdrowie człowieka będą:

- wzrost liczby skrajnych zjawisk pogodowych,
- wzrost liczby fal upałów i mrozów oraz powodzi i susz,
- zwiększenie promieniowania ultrafioletowego UV-C,
- zwiększenie skażenia atmosfery.

W kolejnych raportach Międzyrządowego Panelu Zmian Klimatu (IPCC) przyjmuje się, że ludzie zaczną odczuwać rezultaty przewidywanych zmian klimatu w postaci wzrostu chorób cywilizacyjnych, chorób układu krążenia, chorób układu oddechowego, chorób układu pokarmowego, chorób skóry, chorób zakaźnych, otyłości, cukrzycy, a także depresji. Zwraca się także uwagę na prawdopodobieństwo pojawienia się agresywnego wirusa



Ryc. 3. Biotermiczne progi ryzyka zgonu latem i zimą, określone wartościami temperatury odczuwanej fizjologicznie (PST) w dniach o różnym wzroście umiernalności (TM).

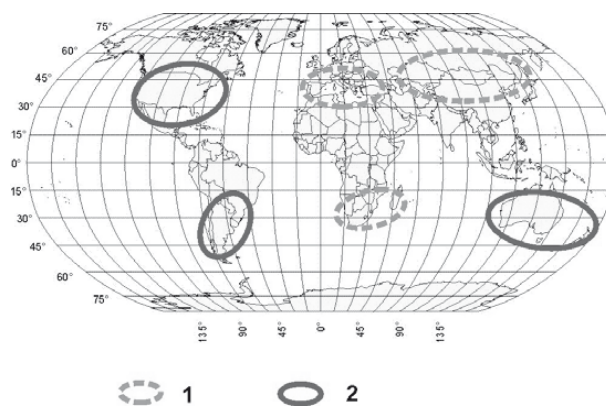
grypy, który może stać się przyczyną światowej pandemii. Jak wykazały badania prowadzone w NOAA skutki wpływu pogody na zdrowie wiążą się ze zdarzeniami ekstremalnymi, takimi jak np. fale upałów, fale chłódów, ataki mrozu poza sezonem, potężne wiatry i opady, tornada i huragany.

Oddziaływania środowiska atmosferycznego na zdrowie człowieka można podzielić na: bezpośrednie oraz pośrednie. Do oddziaływań bezpośrednich zalicza się te sytuacje zdrowotne, które są lub mogą być związane ze zmianami poszczególnych elementów pogody i klimatu.

Jednym z podstawowych przejawów zmian klimatu jest podwyższanie się temperatury powietrza. Jednocześnie, badania związków zachorowań i umieralności z klimatem wskazują, że temperatura powietrza lub inne charakterystyki termiczne i biotermiczne są najważniejszymi bodźcami meteorologicznymi oddziałującymi na stan zdrowia człowieka. Sygnalizowane wyżej zależności stanu zdrowia i umieralności od temperatury powietrza sugerują wzrost liczby osób dotykanych problemami zdrowotnymi związanymi z falami upałów. W scenariuszach zmian klimatu zakłada się wzrost liczby fal upałów, czasu ich trwania oraz intensywności. Wszystkie te czynniki będą wpływały na wzrost umieralności oraz liczbę osób cierpiących na choroby układu krążenia. Pewną nadzieję na złagodzenie zdrowotnych skutków fal upałów jest fakt zdolności aklimatyzacji człowieka do zmienionych warunków otoczenia. Cytowane wyżej wyniki badań biotermicznych progów umieralności w Europie wskazują wyraźnie na różnicowany poziom aklimatyzacji do odmiennych warunków klimatycznych. Specyficzne, stałe mechanizmy dostosowawcze wytwarzają się

wprowadzie przez powtarzanie w kolejnych pokoleniach. Jednak zmiany klimatu następują stopniowo, co daje nadzieje, w ciągu życia kilku generacji uda się wytworzyć określone mechanizmy termoregulacyjne minimalizujące zdrowotne koszty ocieplenia klimatu. Z drugiej strony coraz łagodniejsze zimy stanowią szansę dla zmniejszenia problemów zdrowotnych związanych z tą porą roku.

Kolejnym przejawem zachodzących zmian klimatu są częste wahania warunków pogodowych. Zwiększa to obciążenie układu krwionośnego i serca oraz układu termoregulacyjnego. Może to prowadzić do nasilenia objawów choroby niedokrwiennej serca, podwyższenia częstości zawałów mięśnia sercowego oraz zwiększenia wahań ciśnienia tętniczego krwi. Częste wahania pogody będą też wpływały na wzrost liczby osób cierpiących na depresję, schizofrenię i neurozy.



Ryc. 4. Wzrost liczby zachorowań na raka skóry w latach 2020-2060; 1 – wzrost 50%, 2 – wzrost 100% (wg www.rivm.nl/milieuStoffen/straling/zomertema_UV).

Obserwowana w ostatnich dziesięcioleciach degradacja warstwy ozonu stratosferycznego, 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. 4).

Pośrednie oddziaływania zmian klimatu na zdrowie wiąże się z przewidywanym wzrostem chorób przenoszonych przez owady (np. malaria, żółta febra, borelioza) oraz związanych z narastającym zanieczyszczeniem powietrza. Zmieniające warunki termiczno-wilgotnościowe już obecnie wpływają na wzrost liczby owadów przenoszących choroby oraz liczby osób cierpiących na te

schorzenia. O ile organizm człowieka jest w stanie dostosować się do zmienionych warunków klimatycznych, o tyle nasze zdolności wytworzenia mechanizmów uodpornienia na choroby odowadzie są niewielkie. Pogarszający się stan sanitarny powietrza już obecnie wpływa na wzrost liczby hospitalizacji z powodu chorób układu oddechowego i astmy. Zwiększenie koncentracji dwutlenku azotu, tlenku węgla i ozonu troposferycznego w obszarach silnie zurbanizowanych będzie prowadziło na nasilenia się tego zjawiska.

Zgodnie z optymistycznymi prognozami wzrost średniej globalnej temperatury powietrza do końca XXI w. może wynieść 2–3°C. Złożą się na to naturalne fluktuacje systemu klimatycznego oraz działalność człowieka. Przyjmując powyższe założenie można przypuszczać, że w ciągu najbliższych dziesięcioleci wzrost temperatury powietrza będzie postępował znacznie szybciej niż w ciągu ostatnich 10 000 lat. Obserwowane zmiany klimatu mają charakter globalny i wymagają dalszych badań interdyscyplinarnych w ramach współpracy międzynarodowej.

CLIMATE AND HUMAN'S HEALTH

Summary

In the paper authors discuss relations between climate elements and human's health. The climate impacts are considered from three points of view: meteoropathology, influences of specific meteorological elements on various health disturbances as well as climate related mortality.

We have found that the most important climate elements that influence human's health are air temperature and biothermal conditions formed in particular weather situations. Those two climate com-

ponents are the external, environmental factors in pathology of circulatory, respiratory, digestive and thermoregulatory systems.

Thus, all the relations are reported in the light of predicted changes in climate in XXI century that will be manifested by significant increase in air temperature. However, also changes in another climate elements as solar radiation and precipitation and their possible influence on human health are discussed as well.

LITERATURA

- BARANOWSKA M., CEDZYŃSKA-ZIEMBA J., 1997. *Meteoropatologia w świetle wyników badań ankietowych przeprowadzonych wśród wybranych populacji zamieszkałych w warunkach klimatu Polski*. Gazeta Obserwatora IMGW 46, 13–18.
- BŁĄŻEJCZYK K., 2004. *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*. Prace Geograficzne 192.
- BŁĄŻEJCZYK K., MCGREGOR G., 2007. *Warunki biotermiczne a umieralność w wybranych aglomeracjach europejskich*. Przegląd Geograficzny 79, 401–423.
- BURROUGHS W. J., 1998. *Pogoda czy fatum. Wpływ zmian klimatycznych na życie społeczeństw*. Wyd. Amber, Warszawa.
- CZARSKI Z., 1964. *Wpływ czynników atmosferycznych na występowanie udarów mózgu*. Neurologia, Neurochirurgia i Psychiatria Polska, 14, 43–49.
- GRĄCZEWSKI J., 1972. *Wpływ pogody na zdrowie człowieka, uwagi lekarza o biometeorologii*. Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa.
- HÖPPE P., 1995. *Effects of environmental ozone on the lung function of senior citizens*. Int. J. Biometeorol. 38, 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, 76–79.
- HESSMAN-KOSARIS A., 1998. *Wpływ pogody na samopoczucie*. Diogenes, Warszawa.
- JENDRITZKY G., 1995. *Human health and atmospheric environment*. [W:] *Report from the Meeting of Experts on Climate. Tourism and Human Health*. WMO/TD, 682.

- KAISER M., 2006. *Jak pogoda wpływa na zdrowie*. Klub Dla Ciebie, Warszawa.
- KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA T., KRAWCZYK B., KUCHCIK M., 2004. *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*. IGiPZ PAN, Monografie 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 Pol.* 74, 29-45.
- 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*. *Int. J. Biometeorol.* 51, 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 Res.* 21, 91-103.
- MACHALEK A., 1997. *Czy jestem meteoropatą?* W.A.B., Warszawa.
- MARTYNUSKA A., WOJTACH B., BARANOWSKA M., 2003. *La relation entre la météo-sensibilité et l'état de santé*. [W:] *Les relations Climat-Homme-Climat*. BŁAŻEJCZYK K., ADAMCZYK A. B. (red.). IGiPZ PAN, Dokumentacja Geograficzna, 29, 225-229.
- SKROBOWSKI A., 1998. *Wpływ wybranych warunków atmosferycznych na ciśnienie tętnicze krwi*. Wojskowa Akademia Medyczna, Warszawa.
- TROMP S. W., 1963. *Medical Biometeorology*. Elsevier, Amsterdam-London-New York.
- TROMP S. W., 1980. *Biometeorology*. London, Heyden.
- WOJTACH B., KRÓL J., SAWICKI S., MARTYNUSKA A., 2003. *Les relations entre le nombre journalier des hospitalisations provoquées par l'infarctus aigü et le temps*. [W:] *Les relations Climat-Homme-Climat*. BŁAŻEJCZYK K., ADAMCZYK A. B. (red.). Dokumentacja Geograficzna, 29, 367-371.