

**Krzysztof Błażejczyk<sup>1</sup>, Anna Błażejczyk<sup>2</sup>, Jarosław Baranowski<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych,  
Zakład Klimatologii

e-mail: kblazejczyk@uw.edu.pl

<sup>2</sup>Bioklimatologia. Pracownia Bioklimatologii i Ergonomii Środowiskowej

e-mail: pracownia@bioklimatologia.pl

<sup>3</sup>PAN, Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania,

Zakład Geoekologii i Klimatologii

e-mail: jbar@twarda.pan.pl

## **WIELOLETNIA ZMIENNOŚĆ NIEKTÓRYCH CHOROÓB KLIMATOZALEŻNYCH W POLSCE I JEJ ZWIĄZEK Z WARUNKAMI KLIMATYCZNYMI**

### **Multiannual fluctuations of some climate related diseases in Poland and their possible relation to climate conditions**

**Słowa kluczowe:** choroby klimatozależne, borelioza, zatrucia pokarmowe, rak skóry, umieralność, zmiany klimatu

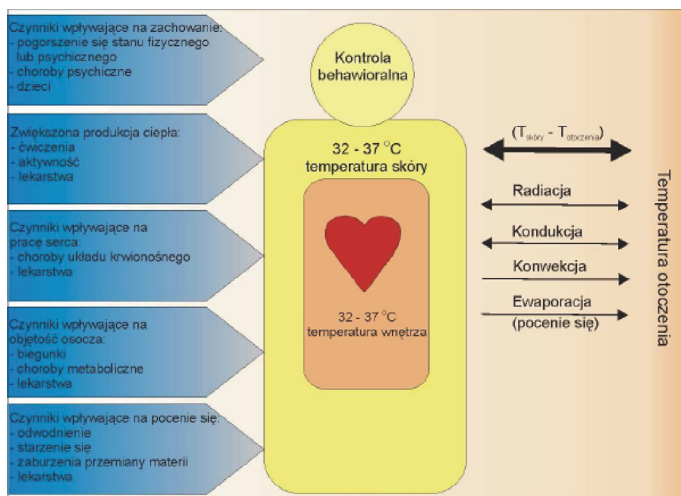
**Key words:** climate related diseases, Lyme boreliosis, Salmonellosis intoxications, skin cancer, mortality, climate change

#### **WPROWADZENIE**

Liczne badania kliniczne i epidemiologiczne dowodzą, że niektóre czynniki meteorologiczne oddziałują na organizm człowieka, a ich wahania w krótkim czasie mogą wyzwać subiektywne dolegliwości u ludzi zdrowych oraz powodować nasilenie obiektywnych objawów u większości chorych, w skrajnych przypadkach zaś mogą u osób o zwiększonym ryzyku (osoby starsze, rekonwalescenci, małe dzieci) prowadzić do śmierci (Baccini i in. 2011; Kalkstein 1998; Kozłowski 1986; McGregor 2001). W większości badań autorzy zwracają uwagę na znaczący wzrost liczby zgonów i zachorowań podczas fal gorąca (Dessai 2002; Diaz i in. 2006; *Heat waves...* 2004; Kuchcik 2006; Kuchcik, Degórski 2009). Wzrost ryzyka zgonu lub choroby jest przy tym wiązany nie tylko z wysoką temperaturą powietrza, ale także dużym natężeniem promieniowania słonecznego oraz wysoką wilgotnością powietrza (Błażejczyk i in. 1998, 2000; Błażejczyk, McGregor 2007; Matzarakis, Mayer 1991; Michelozzi i in. 2009; Laschewski, Jendritzky 2002). Specyficznymi dla

umiarkowanych i wysokich szerokości geograficznych są komplikacje zdrowotne związane z niskimi wartościami temperatury powietrza, a szczególnie z falami mrozów (Błażejczyk 2009; Eng, Mercer 1998; Eurowinter group 1997; Gyllerup 1998; Keatinge 2002; Keatinge, Donaldson 1998, Kozłowska-Szczęśna i in. 2004).

Poszczególne elementy klimatu w istotny sposób wpływają na procesy fizjologiczne zachodzące w organizmie człowieka. W środowisku gorącym silnie obciążony jest układ krążenia. Rozszerzenie naczyń krwionośnych prowadzi do wzrostu częstości tętna, spadku ciśnienia tętniczego i wzrostu objętości krwi, a tym samym do znacznego osłabienia organizmu. Upały prowadzą do zmniejszenia ilości hemoglobiny, która przenosi tlen oraz wzrostu częstości oddechów, groźnego dla cierpiących na choroby układu oddechowego (Klonowicz, Kozłowski 1970; Jankowiak 1976). Duży dopływ bezpośredniego promieniowania słonecznego, będący przyczyną wysokiej temperatury powietrza, powoduje także wzrost ciśnienia skurczowego i rozkurczowego krwi (Błażejczyk 1998). Typowymi problemami zdrowotnymi podczas wysokiej temperatury powietrza są: wykwity skórne, wyczerpanie cieplne, mrowienie, omdlenie cieplne, odwodnienie i udar cieplny. Poza wysypkami skórnymi i mrowieniem pozostałe objawy są specyficznymi konsekwencjami zmiennego obciążenia układu termoregulacyjnego (*Heat waves...* 2004). Szczególnie wrażliwe na wpływ wysokiej temperatury są osoby starsze i małe dzieci, u których łatwo dochodzi do zaburzeń gospodarki cieplnej organizmu, oraz osoby ze specyficznymi schorzeniami. Projekt EuroHEAT określił czynniki, związane z cechami osobniczymi, powodującymi wzrost ryzyka zaburzeń gospodarki cieplnej organizmu w obciążających warunkach termiczno-wilgot-



**Ryc. 1.** Czynniki zwiększające ryzyko zaburzeń gospodarki cieplnej organizmu w obciążających warunkach termiczno-wilgotnościowych (Źródło: zaadaptowane przez autorów na podstawie: *Improving...* 2009)

**Fig. 1.** Factors increasing risk of heat balance disturbances in man in loaded thermal-and-hygic conditions (Source: adapted by authors from: *Improving...* 2009)

nościowych (ryc. 1). Wysokiej temperaturze powietrza często towarzyszy wzrost ciśnienia pary wodnej, który wywołuje uczucie parności. Takie warunki u osób z nadciśnieniem prowadzą do podwyższenia ciśnienia skurczowego i rozkurczowego krwi (Biernacki i in. 1966).

W środowisku zimnym reakcją układu termoregulacyjnego jest zmniejszenie przekroju peryferyjnych naczyń krwionośnych, co powoduje zmniejszenie przepływu krwi i spadek temperatury skóry. Prowadzi to do zmniejszenia różnicy temperatury pomiędzy człowiekiem a chłodnym otoczeniem, a tym samym zmniejszenia strat ciepła. Jednakże wraz ze spadkiem temperatury otoczenia dochodzi do zmian w białkach surowicy krwi, co w efekcie prowadzi do spadku odporności na zakażenia, np. grypą (le Blanc 1986). Następstwem tego chwilowego spadku odporności organizmu może być uaktywnienie się bytujących w nim bakterii (Łobożewicz 1985). Niedokrwienie pewnej okolicy ciała może także powodować odruchowy skurcz naczyń krwionośnych w innej części ciała i jego niedokrwienie (Thompson i in. 1996). Ogólnie w okresie zimowym wzrasta ciśnienie tętnicze krwi, łamliwość naczyń włosowatych, lepkość krwi, a więc prawdopodobieństwo zakrzepów i zawałów (Gyllerup 1998; Leszczyński 1974). Oddychanie zimnym powietrzem prowadzi do zmniejszenia przepuszczalności błon śluzowych i kurczenia się naczyń włosowatych. W niskiej temperaturze para wodna we wdychanym powietrzu łatwo kondensuje na błonach śluzowych, które stają się wilgotniejsze niż normalnie, oraz spada stężenie soli i ciśnienie osmotyczne w płynach komórkowych tych błon, wywołując katar (Grączewski 1972).

Działanie wiatru wysusza błony śluzowe, utrudnia oddychanie i zwiększa straty ciepła z organizmu, co skutkuje szybkim ochłodzeniem ustroju i prowadzi do przeziębień. Wiatr o prędkości powyżej  $8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  uznaje się za bodziec silnie działający na organizm człowieka. Wpływ wiatru widoczny jest też w zmniejszeniu zdolności do wysiłku, pojawianiu się niepokoju, zaburzeń snu, drażliwości, depresji, skłonności do bójek i samobójstw (Schiffer 1986; Przybyła 1994; Kozłowska-Szczęsna i inni 2004).

Ciśnienie atmosferyczne wpływa na ciśnienie cząsteczkowe tlenu wchodzącego w reakcje z hemoglobina, zarówno na powierzchni pęcherzyków płucnych, jak i na poziomie tkanek. Przy spadku ciśnienia atmosferycznego maleje bezwzględna ilość tlenu w powietrzu, wzrasta więc liczba oddechów i wentylacja płuc oraz obciążenie serca, a tętno ulega przyspieszeniu. Wzrasta też objętość gazów zawartych w jamach ciała, pojawia się ich nadciśnienie w stosunku do otaczającego powietrza, co wywiera ucisk na ściany przewodu pokarmowego, zatok itd. Na wysokie ciśnienie organizm reaguje łatwiejszym przebiegiem procesów fizjologicznych, pogłębieniem oddechu, zwiększeniem pojemności płuc, zwolnieniem tętna, spadkiem liczby czerwonych krwinek i hemoglobiny we krwi. Wysokie ciśnienie atmosferyczne prowadzi jednak także do wzrostu zanieczyszczenia powietrza, na skutek jego osiadania, co w konsekwencji wpływa negatywnie na zdrowie człowieka (Huszcza 1951; Grączewski 1972; Skrobowski 1998).

Wpływ opadów na zaostrzenie stanów chorobowych jest jedynie pośredni. Na

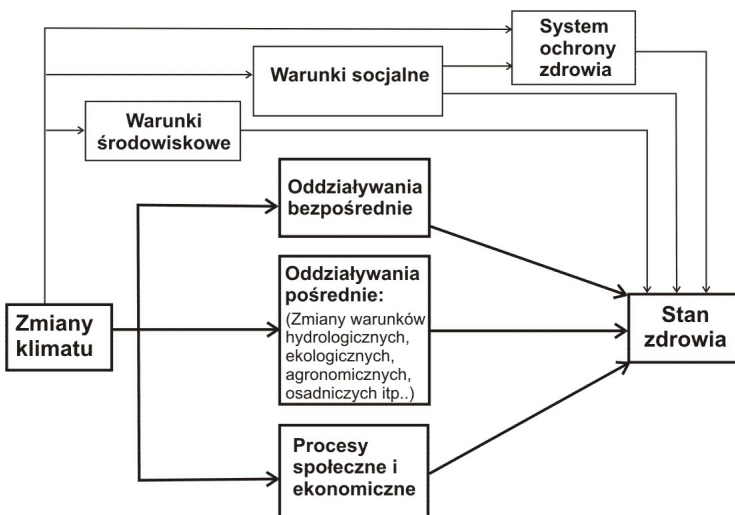
przykład, brak opadów sprzyja wzrostowi zanieczyszczenia powietrza oraz stężeniu alergenów w powietrzu, co z kolei oddziałuje już bezpośrednio na górne drogi oddechowe oraz układ krążenia. Nadmiar opadów, zwłaszcza przy wysokiej temperaturze powietrza, sprzyja natomiast rozwojowi owadów i przenoszonych przez nie chorób (Błażejczyk 2009; Siuda 1993).

Bardzo wrażliwe na zmiany temperatury powietrza są tarczycyca, przysadka i trzustka, odpowiedzialne za zakłócenia endokrynologiczne (Maes i in. 1993). Czynniki te determinują także długość reakcji prostej, której wydłużenie odpowiada m.in. za wzrost wypadkowości drogowej i przy pracy (Mączyński 1972).

Jak z powyższego przeglądu widać, pogoda i klimat są ważnymi czynnikami wpływającymi na zdrowie człowieka, wywołując niektóre choroby lub sprzyjając ich rozwojowi. Określa się je mianem chorób klimatozależnych czyli chorób, które:

- są wywoływane w organizmie człowieka bezpośrednio przez czynniki pogodowe,
- nasilają się w wyniku występowania konkretnych sytuacji pogodowych,
- rozprzestrzeniają się jako efekt działania czynników pogodowych na bezpośrednie źródło choroby.

Mówiąc inaczej, oddziaływania czynników pogodowych i klimatycznych na zdrowie człowieka mają charakter bezpośredni i pośredni (ryc. 2). W przypadku oddziaływań bezpośrednich rozważa się wpływ na organizm człowieka pojedynczych elementów klimatu i zjawisk pogodowych (Błażejczyk 2009; Kozłowska-Szczęśna i in. 2004). Pośrednie oddziaływania klimatu uwiadcniają się poprzez postępującą urbanizację, problemy z zaopatrzeniem w wodę pitną o odpowiedniej



**Ryc. 2.** Relacje między zmianami klimatu a stanem zdrowia człowieka (Źródło: zaadaptowane przez autorów na podstawie Confalonieri i in. 2007)

**Fig. 2.** Relations between climate change and human health (Source: adapted by authors from Confalonieri et al. 2007)

jakości, a także choroby i infekcje przenoszone drogą pokarmową i wektorowo (Confalonieri i in. 2007). Wszystkie te oddziaływania mogą skutkować wielorakimi problemami zdrowotnymi (Menne i in. 2008).

Celem obecnego doniesienia jest przedstawienie, jak w okresie 1960-2013 zmienił się w Polsce stan zachorowań i zgonów na niektóre choroby klimatozależne: zatrucia pokarmowe salmonellą, zachorowania na boreliozę, zachorowania i zgony na nowotwory skóry, zachorowania na grypę, zgony spowodowane zjawiskami pogodowymi, a także zgony ogółem oraz z powodu dysfunkcji układu oddechowego i układu krążenia. Zostanie także dokonana próba zdefiniowania związków tych zmian z czynnikami klimatycznymi.

## MATERIAŁY I METODA

Ciągi obserwacyjne dotyczące chorób klimatozależnych zostały zaczerpnięte z różnych źródeł:

– dane o liczbie zachorowań na grypę na 100 tys. mieszkańców w okresie 1960-2007 zaczerpnięto z *Roczników Statystycznych Polski*, GUS, a za lata 2008-2012 z raportów Państwowego Zakładu Higieny (PZH) *Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce*,

– dane o liczbie zatruc pokarmowych salmonellą na 100 tys. mieszkańców w okresie 1960-2007 zaczerpnięto z *Roczników Statystycznych Polski*, GUS, a za lata 2008-2012 z raportów PZH-GIS *Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce*,

– dane o liczbie zachorowań na boreliozę na 100 tys. mieszkańców obejmują okres 1996–2012, źródłem są raporty PZH-GIS *Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce*,

– liczbę zgonów z powodu ekstremalnych zjawisk pogodowych w okresie 1990-2013 zaczerpnięto z Centrum Badań skutków Epidemiologicznych Katastrof (*Centre for Research on the Epidemiology of Disasters - CRED*) przy Uniwersytecie Katolickim w Louvain, Belgia (<http://www.emdat.be/database>),

– zachorowania i zgony na nowotwory skóry za lata 1999-2011 (na 100 tys. mieszkańców) zaczerpnięto z Krajowego Rejestru Nowotworów przy Centrum Onkologii (<http://onkologia.org.pl/>),

– zgony z powodu czerniaka (w odniesieniu do 100 tys. mieszkańców), za lata 1961-2008, zaczerpnięto z bazy WHO, Międzynarodowej Agencji Badań nad Rakiem (<http://www-dep.iarc.fr/WHODb/WHODb.htm>),

– dane o liczbie zgonów z powodu dysfunkcji układu oddechowego i układu krążenia na 100 tys. mieszkańców za lata 1961-2007 zaczerpnięto z *Roczników Statystycznych Polski*, GUS, a za lata 2008-2010 z bazy danych umieralności Światowej Organizacji Zdrowia (WHO Mortality Data Base) ([http://www.who.int/healthinfo/statistics/mortality\\_rawdata/en/index.html](http://www.who.int/healthinfo/statistics/mortality_rawdata/en/index.html)).

Większość danych epidemiologicznych dotyczy okresów rocznych i odnosi się do całego obszaru Polski. Dlatego też informacje te zestawiono z wartościami średnimi powierzchniowymi elementów meteorologicznych. Oparto się na wspól-

nym okresie 1973-2011, a dane w rozdzielczości dobowej zaczerpnięto z serwisu NOAA. Do obliczenia średnich powierzchniowych wykorzystano dane ze stacji: Białystok, Bielsko Biała, Gdańsk, Katowice, Kielce, Koszalin, Łódź, Lublin, Olsztyn, Opole, Poznań, Rzeszów, Tarnów, Toruń, Warszawa Okęcie, Wrocław, Zielona Góra. Analizie poddano 18 różnych charakterystyk klimatycznych. W obecnym opracowaniu wykorzystano następujące z nich: średnią miesięczną i roczną temperaturę powietrza, średnią miesięczną minimalną temperaturę powietrza, średnią miesięczną maksymalną temperaturę powietrza, liczbę dni z temperaturą maksymalną  $< 0,0^{\circ}\text{C}$ , liczbę dni z temperaturą maksymalną  $> 25,0^{\circ}\text{C}$ . Charakterystyki powyższe rozpatrywano dla różnych okresów: roku, poszczególnych miesięcy, okresu letniego (VI-VIII) i okresu chłodnego (XI-III).

W odniesieniu do wyjaśnienia zmian zachorowań i zgonów na nowotwory skóry wykorzystano informacje o wielkości wskaźnika UV dla 4 miast w Polsce: Łeby, Legionowa, Belska i Zakopanego za lata 1995-2013 zaczerpnięte z serwisu TEMIS (*Tropospheric Emission Monitoring Internet Service*) holenderskiej służby meteorologicznej (*Dutch Meteorological Service*) (<http://www.temis.nl/uvradiation/>).

## WYNIKI

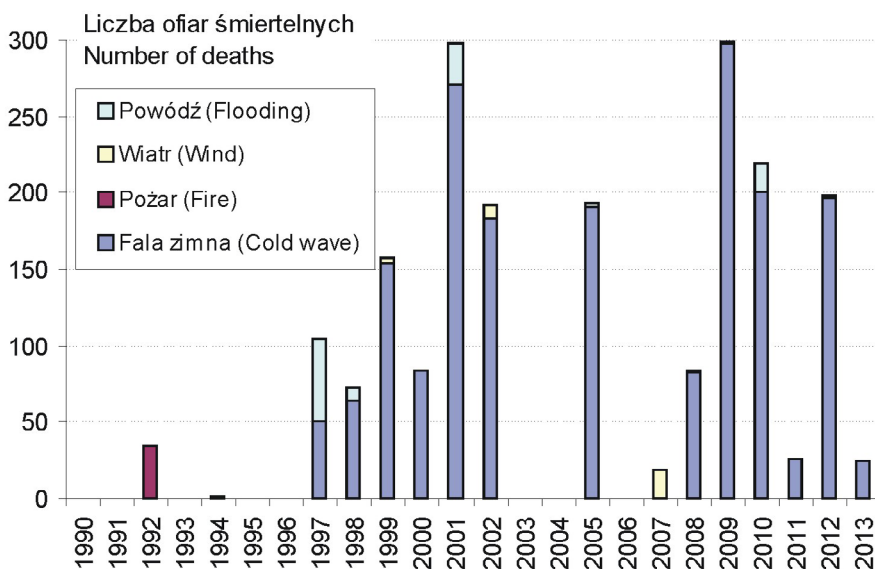
### Zgony spowodowane katastrofami naturalnymi

Ekstremalne zjawiska pogodowe (intensywne opady atmosferyczne, silne wiatry, susze, które w warunkach klimatycznych Polski często prowadzą do rozległych pożarów lasów, długotrwale utrzymująca się niska lub wysoka temperatura powietrza, tzw. fale zimna i fale upałów) powodują liczne, bezpośrednie zagrożenia dla zdrowia i życia człowieka. Liczbę i skutki zdrowotne ekstremalnych zjawisk pogodowych monitoruje Światowa Organizacja Zdrowia przy współpracy Centrum Badań skutków Epidemiologicznych Katastrof (*Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED*) przy Uniwersytecie Katolickim w Louvain (Belgia). Centrum utworzyło bogatą bazę danych o katastrofach naturalnych i technologicznych, które miały miejsce na całym świecie począwszy od 1903 r. Pełne dane o katastrofach i ich skutkach są dostępne począwszy od roku 1990. Do bazy wprowadzane są te zjawiska katastrofalne, które spowodowały śmierć co najmniej 10 osób lub 100 osób zostanie uznanych za poszkodowane, lub też dany kraj ogłosił stan klęski żywiołowej.

W Polsce, w porównaniu z innymi krajami europejskimi, liczba katastrof naturalnych jest stosunkowo mała. Na przestrzeni ostatnich 23 lat w Polsce zanotowano jedynie około 30 katastrof, których przyczyną były warunki pogodowe. Począwszy od roku 1997 roczna liczba katastrofalnych zdarzeń pogodowych wyraźnie się zwiększyła w stosunku do okresu wcześniejszego. Znamienne jest, że aż w ciągu 13 lat okresu 1997-2013 rejestrowane były fale zimna lub ostre zimy. W 8 latach tego okresu występowały także powodzie o różnym zasięgu przestrzennym. W przypadku Polski baza danych EMDAT nie wymienia, jako katastrof natural-

nych, fal upałów. Wynika to z przyjętej w bazie metodologii. W odniesieniu do Polski żaden z wymienionych wyżej warunków nie był spełniony.

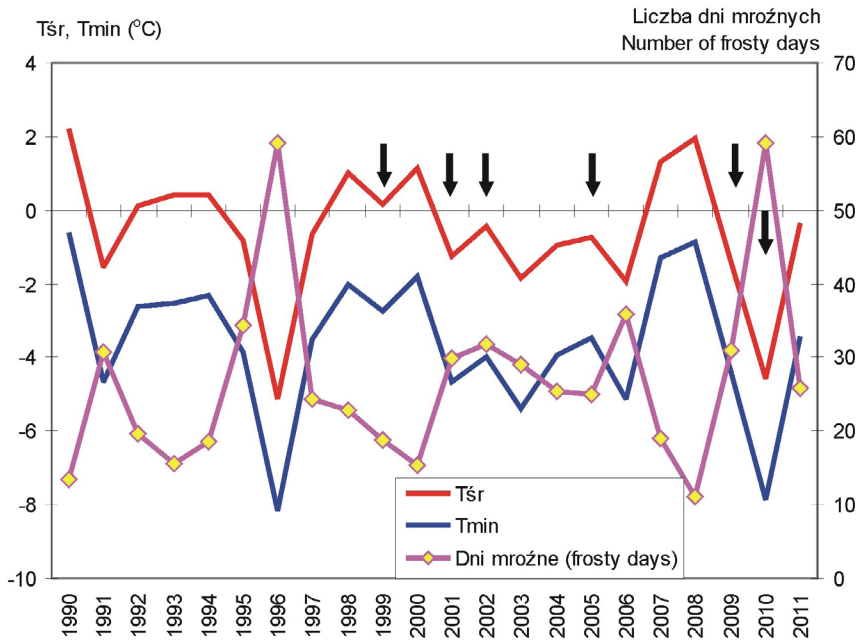
Zestawiając liczby ofiar śmiertelnych różnych katastrofalnych zdarzeń pogodowych, okazuje się, że najczęściej zgonów pociągają za sobą fale zimna i ostre zimy. Przy długiej ekspozycji organizmu w warunkach zimna dochodzi do wychłodzenia całego ustroju i śmierci. Liczba ofiar śmiertelnych z powodu wychłodzenia wahała się od 50 osób podczas styczniowych mrozów w roku 1997 do blisko 300 osób w roku 2009. Tragiczne pod tym względem były lata: 2001 (początek zimy 2001/2002) z 270 ofiarami, głównie w północno-wschodniej Polsce) oraz lata 2005, 2009 (300 ofiar), 2010 i 2012 z liczbą ofiar śmiertelnych sięgającą 190-200 osób (ryc. 3).



**Ryc. 3.** Liczba ofiar śmiertelnych podczas różnych katastrofalnych zjawisk pogodowych w Polsce w latach 1990-2013 (Źródło: <http://www.emdat.be/database>)

**Fig. 3.** Number of deaths caused by different natural disasters in Poland, 1990-2013 (Source: <http://www.emdat.be/database>)

Porównując w badanym okresie średnią temperaturę okresu zimowego (od grudnia do lutego), widać, że w kilku przypadkach, zwłaszcza po roku 2000, niskie jej wartości współgrają z podwyższoną liczbą zgonów z wychłodzenia. Średnia temperatura okresu zimowego spadała w tych latach do  $-2^{\circ}\text{C}$  (w roku 2010 nawet do  $-4,5^{\circ}\text{C}$ ), a średnia temperatura minimalna – nawet do  $-8,0^{\circ}\text{C}$ . Prawie w każdym z lat o zwiększonej liczbie zgonów z wychłodzenia (z wyjątkiem roku 1999) liczba dni mroźnych (z temperaturą maksymalną  $<0^{\circ}\text{C}$ ) przekraczała 25, a w roku 2010 sięgnęła 60 (ryc. 4).



**Ryc. 4.** Średnie sezonowe (XII-II) wartości temperatury dobowej ( $T_{sr}$ ) i temperatury minimalnej powietrza ( $T_{min}$ ) oraz liczba dni mroźnych (z temperaturą maksymalną  $<0^{\circ}\text{C}$ ) w latach 1990-2011; strzałkami zaznaczono lata z podwyższoną liczbą zgonów z wychłodzenia (Źródło: opracowanie własne)

**Fig. 4.** Seasonal averages (Dec-Feb) of mean daily ( $T_{sr}$ ) and minimum ( $T_{min}$ ) air temperature as well as number of frosty days in the period 1990-2011; the arrows indicate years with increased number of deaths caused by overcooling (Source: own elaboration)

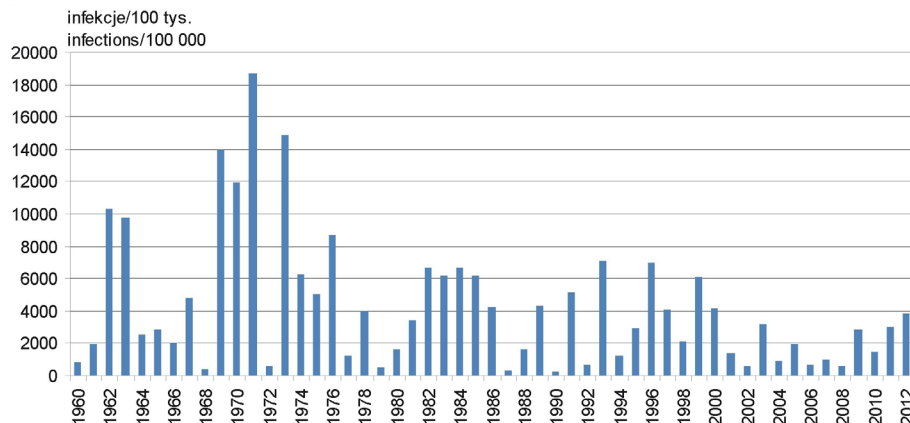
## Grypa

W strefie klimatów umiarkowanych (w jakiej leży Polska) występuje wyraźna sezonowość temperatury i innych elementów klimatu. Z porami roku związane są sezonowe zmiany występowania niektórych chorób zakaźnych, infekcji i schorzeń alergicznych. Zmiany pogody w ciągu roku są również przyczyną sezonowego nasilenia takich chorób, jak np. alergiczny nieżyt nosa (ANN) i astma.

Jedną z najgroźniejszych chorób sezonowych, atakującą głównie układ oddechowy, jest grypa. Według danych Światowej Organizacji Zdrowia corocznie zapada na nią od 300 mln do 1,5 mld ludzi. Prawie każdego roku słyszy się o kolejnych epidemiach, a co 10-15 lat o pandemiach grypy. Grypa jest chorobą sezonową, związaną z chłodną częścią roku, a tzw. sezon grypowy trwa od listopada do kwietnia. Warunki optymalne dla wirusa grypy panują w temperaturze zbliżonej do  $0^{\circ}\text{C}$ . Powyżej  $22^{\circ}\text{C}$  stabilność wirusów grypy zmniejsza się wyraźnie (Batur-Gabryel, Brajer 2007; Brydak 2008; Gołębiowska 2001). Kulminacja zachorowań na grypę ma miejsce w lutym i marcu.



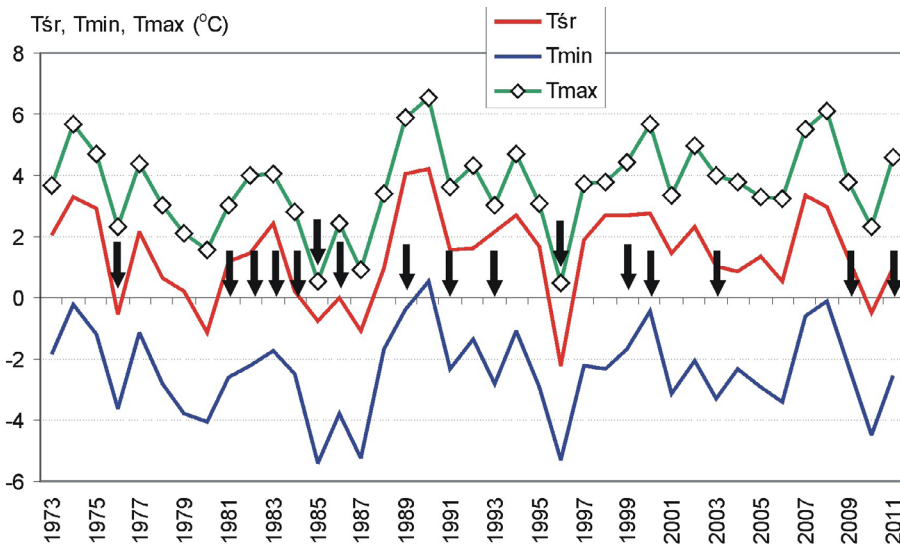
W Polsce liczba zachorowań na grypę w latach 1960-2012 była bardzo zróżnicowana i wahała się od niecałych 100 tys. w 1990 roku do ponad 6 milionów w roku 1971. W wieloletniej zmienności zachorowań można wyodrębnić kilka zdecydowanych kulminacji zachorowań: rok 1963, ośmiolecie 1969-1976 oraz lata 1982-1986. Po 1978 r. nie zanotowano liczby zachorowań większej niż 3 miliony, a po 2000 r. – powyżej 2 milionów przypadków. Stopniowy spadek zachorowań na grypę po roku 1971 jest wypadkową zarówno zmian klimatu, jak i poprawy profilaktyki tej choroby (ryc. 5).



**Ryc. 5.** Liczba zachorowań na grypę w Polsce, 1960-2012 (Źródła: *Roczniki Statystyczne Zdrowia*, GUS, *Choroby zakaźne i zatrucia*, PZH-GIS)

**Fig. 5.** Rates of influenza cases in Poland, 1961-2012 (Sources: *Annual Health Yearbooks* (GUS) and *Infectious diseases and poisonings in Poland*, PZH-GIS)

Znane są ogólne warunki pogodowe sprzyjające rozprzestrzenianiu się wirusa grypy. Niemniej nie udało się dotychczas określić ścisłych zależności pomiędzy konkretnymi charakterystykami klimatu a liczbą zachorowań. Wykorzystana seria obserwacyjna temperatury powietrza (za lata 1973-2011) także nie rozwiązuje tego problemu. Na rycinie 6 przedstawiono wieloletnie zmiany sezonowych wartości średniej, maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza. Zaznaczono także lata, w których rejestrowano zwiększoną liczbę zachorowań na grypę. Okazuje się, że sytuacje takie występowały z reguły w latach z obniżoną temperaturą powietrza w okresie chłodnym (ryc. 6). Niemniej w kilku przypadkach sezony chłodne były stosunkowo ciepłe (lata 1981-1983, 1989, 1999-2000). Zasygnalizowane wyżej prawidłowości wymagają dalszych, szczegółowych badań.



**Ryc. 6.** Sezonowe (XI-III) wartości średniej ( $T_{sr}$ ), maksymalnej ( $T_{max}$ ) i minimalnej ( $T_{min}$ ) temperatury powietrza, 1973-2011; strzałkami zaznaczono lata z podwyższoną liczbą zachorowań na grypę (Źródło: opracowanie własne)

**Fig. 6.** Seasonal averages (Nov-Mar) of mean ( $T_{sr}$ ), maximum ( $T_{max}$ ) and minimum ( $T_{min}$ ) air temperature, 1973-2011; the arrows indicate years with increased influence morbidity (Source: own elaboration)

### Borelioza

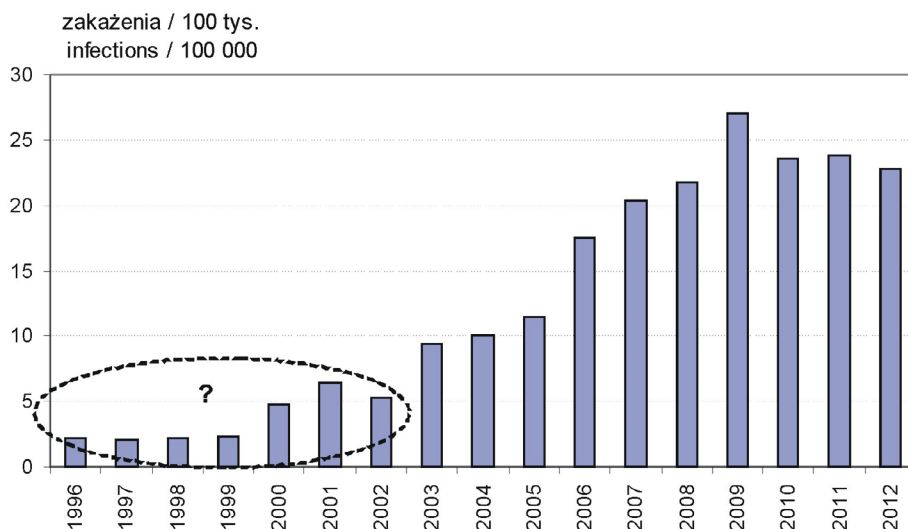
Terminem „choroby odkleszczowe” określa się choroby przenoszone przez zakażone kleszcze, a do najczęstszych i najgroźniejszych należą: kleszczowe zapalenie mózgu (KZM) oraz borelioza (choroba z Lyme). W Polsce występuje 21 z około 810 gatunków kleszczy (Siuda 1991). Najczęściej notowanym gatunkiem w Europie i w Polsce jest kleszcz pospolity (*Ixodes ricinus*). Występuje on powszechnie na terenie całego kraju, najczęściej w lasach liściastych i mieszanych, w miejscach o wysokiej wilgotności względnej powietrza (80-95%). Stosunkowo duży udział drzew liściastych w strukturze lasów w Polsce rozszerza strefy endemiczne tego owada. Nie bez znaczenia jest także zmiana modelu zachowań Polaków, którzy coraz więcej wolnego czasu spędzają w plenerze, a podczas swych podróży często odwiedzają regiony endemiczne kleszcza. Poza północno-wschodnią Polską liczba zakażeń wzrasta także w całym pasie pojezierzy oraz w południowo-zachodniej i południowej Polsce (Kiewra i in. 2004).

Na obszarze Polski kleszcze wykazują największą aktywność od połowy kwietnia do połowy listopada. Na Dolnym Śląsku obserwowano także zimowe inwazje kleszczy (Siuda 1993). Głównymi czynnikami klimatycznymi sprzyjającymi przeżywalności i aktywności kleszczy są temperatura i wilgotność powietrza oraz dłu-

gość okresu z korzystnymi warunkami pogodowymi. Kleszcze rozpoczynają swą aktywność, gdy temperatura powietrza przekracza 4-5°C. Warunki optymalne dla rozmnażania kleszczy występują przy temperaturze 10-25°C. Okres zimowy przeżywa jedynie 5% larw i 20% nimf kleszcza. Larwy kleszcza mogą przetrwać nawet przy temperaturze -7°C, a osobniki dorosłe – -20°C. Obserwowane ocieplenie się klimatu sprzyja wydłużeniu okresu żerowania kleszczy. Przed 20 laty kleszcze były aktywne od kwietnia do października. Stosunkowo łagodne zimy i wczesne wiosny panujące na przełomie XX i XXI wieku sprawiły, że sezon aktywności kleszczy wydłuża się i w niektórych obszarach Europy Zachodniej trwa od marca do listopada (Lingren, Jeansen 2006).

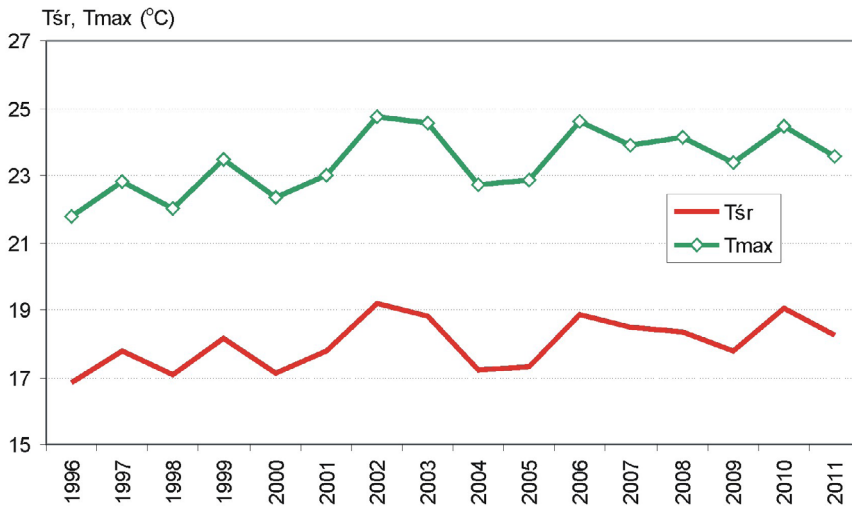
Przypadki występowania boreliozy są w Polsce rejestrowane od roku 1996, przy czym do roku 2001 rejestry te są niepewne. Wynika to z ogromnego postępu diagnostyki boreliozy, jaki nastąpił po roku 2000. Wcześniejsze metody diagnostyczne nie pozwalały na definitywne stwierdzenie występowania tej choroby. Począwszy od roku 2003 obserwuje się wyraźny wzrost zarejestrowanych zachorowań na boreliozę (ryc. 7).

Systematyczny wzrost przypadków zachorowań po roku 2002 jest silnie skorelowany z obserwowanym w tym okresie wzrostem temperatury (zwłaszcza maksymalnej) w okresie letnim. Niemniej na wzrost liczby zdiagnozowanych przypadków boreliozy istotny wpływ miała także poprawa metod diagnostycznych (ryc. 8).



**Ryc. 7.** Liczba zakażeń boreliozą w Polsce, 1996-2012 (w latach oznaczonych znakiem „?” – dane niepewne) (Źródło: *Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce*, PZH-GIS)

**Fig. 7.** Number of Lyme borreliosis infections in Poland, 1996-2012; ? indicates years with disputable data) (Source: *Infectious diseases and poisonings in Poland*, PZH-GIS)



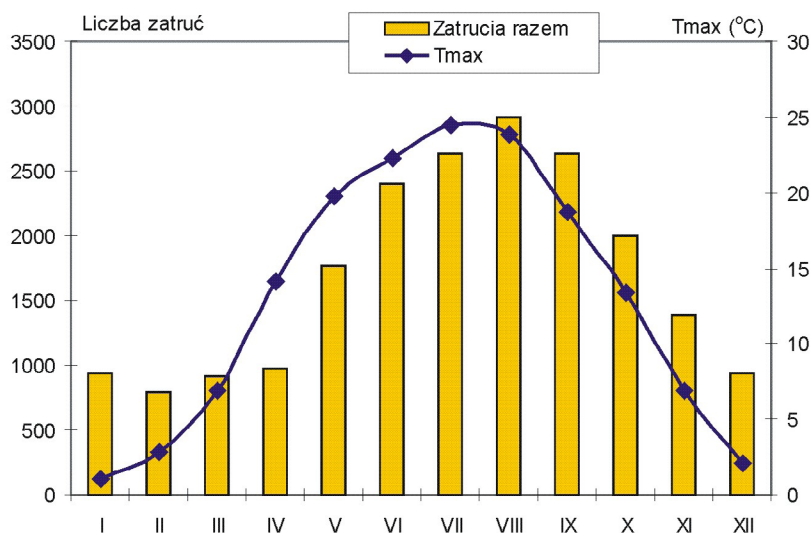
**Ryc. 8.** Średnia ( $T_{sr}$ ) i maksymalna ( $T_{max}$ ) temperatura powietrza w miesiącach letnich (VI-VIII), 1996-2011 (Źródło: opracowanie własne)

**Fig. 8.** Mean ( $T_{sr}$ ) and maximum ( $T_{max}$ ) air temperature in summer months (Jun-Aug), 1996-2011 (Source: own elaboration)

### Zatrucia pokarmowe *Salmonellą*

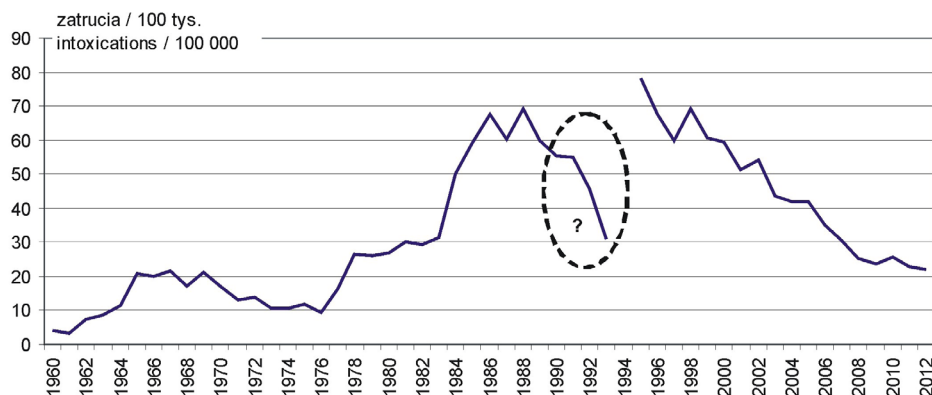
Istnieje wiele chorób przenoszonych drogą pokarmową. Bezpośrednią ich przyczyną są bakterie, wirusy lub drobnoustroje patogenne znajdujące się w pożywieniu lub wodzie pitnej. Niemniej zewnętrzne warunki atmosferyczne, a zwłaszcza temperatura powietrza, są często dodatkowym czynnikiem sprzyjającym rozwojowi lub namnażaniu się patogenów. W Polsce najpowszechniejszą chorobą przenoszoną drogą pokarmową jest salmonelloza. Powoduje ją zakażenie bakterią z rodzaju *Salmonella*. Do zakażeń najczęściej dochodzi w cieplej porze roku, która sprzyja namnażaniu się bakterii i dlatego w Polsce obserwuje się wyraźny wzrost bakteryjnych zatruc pokarmowych w miesiącach letnich (Błażejczyk, Błażejczyk 2012a). O ile w miesiącach zimowych liczba zatruc nie przekracza z reguły 500 przypadków na miesiąc, to latem, gdy średnia temperatura maksymalna sięga 25°C, zatruc takich jest kilkakrotnie więcej (około 2500 miesięcznie) (ryc. 9).

Ogólna poprawa stanu sanitarnego i higieny osobistej sprawiają, że w ostatnich latach w Polsce nie zdarzały się masowe wystąpienia zatruc pokarmowych (Skotak 2010). Mimo znacznej poprawy warunków sanitarnych i warunków przechowywania żywności nadal liczba zatruc salmonellą utrzymuje się na znacznym poziomie. Na przestrzeni ostatnich 50 lat zachorowania na salmonellozy osiągnęły dwa okresy kulminacyjne: pod koniec lat 80. oraz w połowie lat 90. XX w. Na początku lat 60. notowano rocznie poniżej 3 000 zachorowań (10-20 na 100 tys. osób), a w latach 70. – około 4 000 rocznie (30/100 tys.). Gwałtowny wzrost zachorowań nastąpił w 1984 roku i od tego roku liczba przypadków salmonellozy się zwiększała.



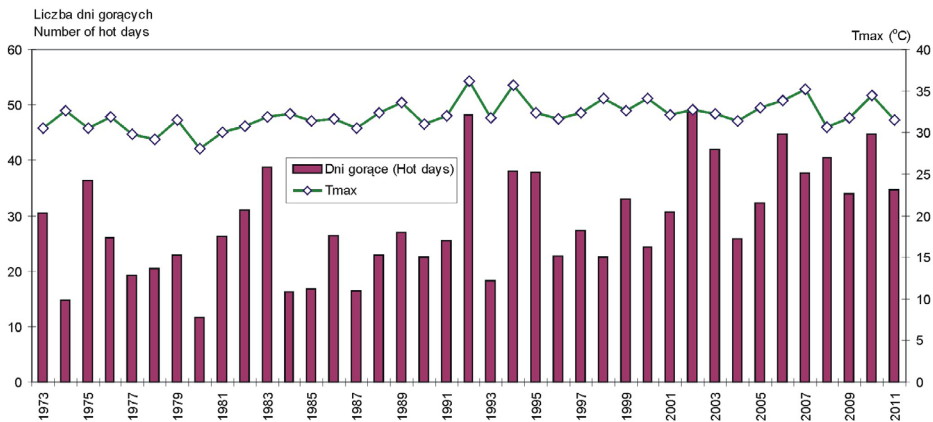
**Ryc. 9.** Liczba bakteryjnych zatruc pokarmowych oraz średnia maksymalna temperatura powietrza ( $T_{max}$ ), 2000-2011 (Źródła: *Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce*, PZH-GIS; NOAA)

**Fig. 9.** Number of cases of bacterial foodborne intoxications and mean maximum air temperature ( $T_{max}$ ) in Poland, 2000-2011 (Sources: *Infectious diseases and poisonings in Poland*, PZH-GIS; NOAA)



**Ryc. 10.** Liczba zatruc salmonellą w Polsce, 1960-2012; (w latach oznaczonych znakiem „?” – dane niepewne) (Źródła: *Roczniki Statystyczne Zdrowia*, GUS, *Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce*, PZH-GIS)

**Fig. 10.** Number of Salmonella intoxications in Poland, 1960-2012; ? indicates disputable data (Sources: *Annual Health Yearbooks*, GUS, and *Infectious diseases and poisonings in Poland*, PZH-GIS)



**Ryc. 11.** Średnie obszarowe (w miesiącach letnich) wartości temperatury maksymalnej powietrza ( $T_{max}$ ) oraz liczba dni gorących (z  $T_{max} > 25^{\circ}\text{C}$ ) w Polsce, 1973-2011 (Źródło: opracowanie własne)

**Fig. 11.** Average values (for summer months, Jun-Aug) of maximum air temperature ( $T_{max}$ ) and number of hot days (dni gorące) in Poland, 1973-2011 (Source: own elaboration)

W 1995 roku zanotowano rekordową liczbę zachorowań: ponad 30 000 przypadków (blisko 80/100 tys.), która stopniowo malała do 9 000 zachorowań (około 22/100 tys.) w 2012 roku (ryc. 10). Zjawisko to można wiązać z niekontrolowanym wzrostem miejsc żywienia zbiorowego o niskich standardach sanitarnych.

Na obecnym etapie badań trudno jest określić, w jakim stopniu specyficzne warunki termiczne panujące w okresie 1984-2004 mogły wpłynąć na dramatyczny wzrost zatruc salmonellą. O ile przyczyn tego wzrostu zatruc w drugiej połowie lat 80. XX wieku można upatrywać w wyraźnym wzroście temperatury maksymalnej oraz liczby dni gorących w miesiącach letnich, o tyle wyraźny spadek liczby zatruc w pierwszej dekadzie XXI wieku należy przede wszystkim wiązać z ogólną poprawą stanu sanitarnego, a nie ze złagodzeniem warunków termicznych (ryc. 11).

### Nowotwory skóry

Jednym z ważnych czynników rakotwórczych, w odniesieniu do skóry człowieka, jest nadmierna ekspozycja na promienie słoneczne. Najaktywniejszą częścią widma słonecznego jest promieniowanie nadfioletowe (UV) o najmniejszej długości fal. Największe znaczenie dla zdrowia człowieka ma UV-B (tab. 1). Reakcja na promieniowanie słoneczne zależy od typu skóry. Najbardziej podatna, a przez to najbardziej narażona, jest skóra bardzo jasna.

Nadmierne dawki promieniowania UV mogą powodować liczne choroby skóry, oczu i zaburzenia układu immunologicznego (Confalonieri i in. 2007; Lucas i in. 2006). Do mniej groźnych należy wysuszenie, zrogowacenie i przebarwienia skóry, przedwczesne jej starzenie, oparzenia, osłabienie odporności organizmu

**Tabela 1.** Działanie biologiczne promieniowania nadfioletowego o różnych zakresach widma

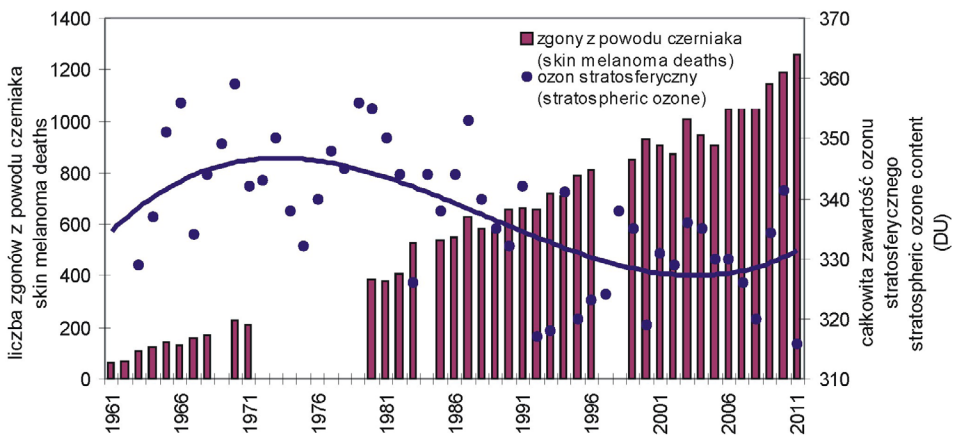
**Table 1.** Biological effects of different solar radiation spectral ranges

Rodzaj promieniowania <i>Kind of radiation</i>	Zakres widmowy <i>Spectral range</i>	Działanie biologiczne <i>Biological effects</i>
nadfioletowe	UV-C (0,200-0,280 $\mu\text{m}$ )	działanie bakteriobójcze, niszczenie żywych komórek
	UV-B (0,281- 0,315 $\mu\text{m}$ )	reakcja erytemalna (rumień fotochemiczny), pigmentacja opóźniona, działanie przeciwkrzywicze, działanie antybakteryjne, starzenie skóry, zaćma, rak skóry, obniżenie odporności
	UV-A (0,316-0,400 $\mu\text{m}$ )	pigmentacja natychmiastowa, leczenie łuszczycy, starzenie skóry
widzialne	0,401-0,780 $\mu\text{m}$	działanie na układ nerwowy przez narząd wzroku, pobudzenie układu hormonalnego
podczerwone	> 0,780 $\mu\text{m}$	efekt cieplny, wzmożenie przemiany materii

Źródło/Source: Jendritzky (1995)

(opryszczki, skłonności do przeziębień). Do najgroźniejszych należy uszkodzenie DNA jądra komórek skóry prowadzące do rozwoju nowotworów skóry, w tym groźnego dla życia człowieka czerniaka. Intensywne promieniowanie może być także przyczyną nowotworów oczu, zaćmy oraz udaru słonecznego. Spośród ostrych objawów można wymienić: oparzenie słoneczne i świetlne zapalenie rogówki (błysk spawania, ślepotą śnieżną). Do chorób przewlekłych zalicza się: przedwczesne starzenie się skóry, nowotwory skóry oraz choroby oczu: zaćmę, skrzydlak i kropelkową keratopatię (Lityńska i in. 2001). Coraz częstszym problemem są także fotoalergie, czyli uczulenia na działanie promieniowania nadfioletowego (Kieć-Świerczyńska, Kręcis 2008). Czynnikiem radiacyjnym przypisuje się działanie rakotwórcze nie tylko w odniesieniu do skóry i oczu, ale także naczyń limfatycznych, prostaty, piersi i jelita grubego (Lucas i in. 2006).

Statystyki medyczne dotyczące zgonów na nowotwory skóry rozpoczynają się w roku 1961. W Polsce od lat 60. XX wieku nastąpił około 10-krotny wzrost liczby zgonów na te nowotwory, osiągając w roku 2010 około 1200 osób (ryc. 12). Wzrost ten jest pozytywnie skorelowany z osłabieniem warstwy ozonu stratosferycznego, wyrażonym w Dobsonach (DU, Błażejczyk, Błażejczyk 2012b). Ubytek warstwy ozonowej sprawia, że do powierzchni Ziemi dociera szkodliwe promieniowanie UV-C i UV-B.



**Ryc. 12.** Ogólna liczba zgonów na czerniaka w Polsce oraz ogólna zawartość ozonu w stratosferze nad Polską w okresie 1961-2011

**Fig. 12.** Total number of skin melanoma deaths and total content of stratospheric ozone over Poland in the period 1961-2011

Źródła/Sources: WHO (<http://www-dep.iarc.fr/WHOdb/WHOdb.htm>), KNMI/ESA ([http://www.temis.nl/protocols/o3field/overpass\\_gome2a.html](http://www.temis.nl/protocols/o3field/overpass_gome2a.html))

Ilustracją intensywności niebezpiecznego dla zdrowia promieniowania UV jest wskaźnik *UVI* (Lityńska i in. 2001, tab. 2). Wyznacza się go na podstawie pomiarów spektralnych promieniowania nadfioletowego. W Polsce pomiary takie prowadzone są w Łebie, Legionowie, Belsku i Zakopanem.

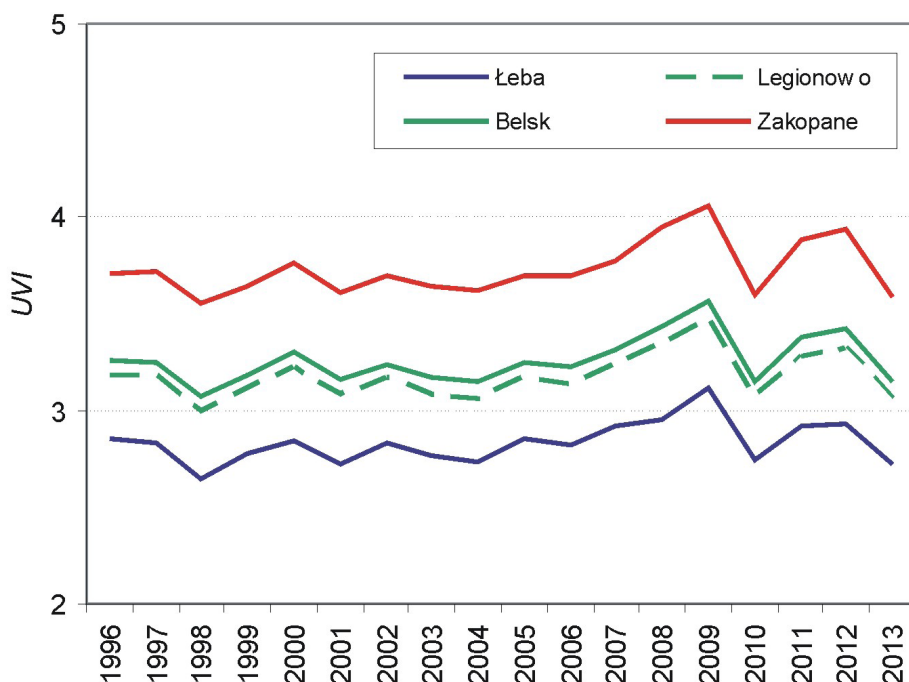
**Tabela 2.** Skala oceny wskaźnika *UVI*

**Table 2.** Assessment scale of *UV* index

<i>UVI</i>	Stopień zagrożenia zdrowia <i>Health risks</i>
0–2	Brak zagrożeń dla zdrowego człowieka
3–5	Średnie zagrożenie podczas dłuższego przebywania na słońcu
6–7	Duże i bardzo duże zagrożenie podczas dłuższego przebywania na słońcu
8–10	Bardzo duże zagrożenie nawet podczas krótkiego przebywania na słońcu
>10	Ekstremalne zagrożenie podczas przebywania na słońcu

Źródło/Source: <http://www.epa.gov/sunwise/uviscale.html>





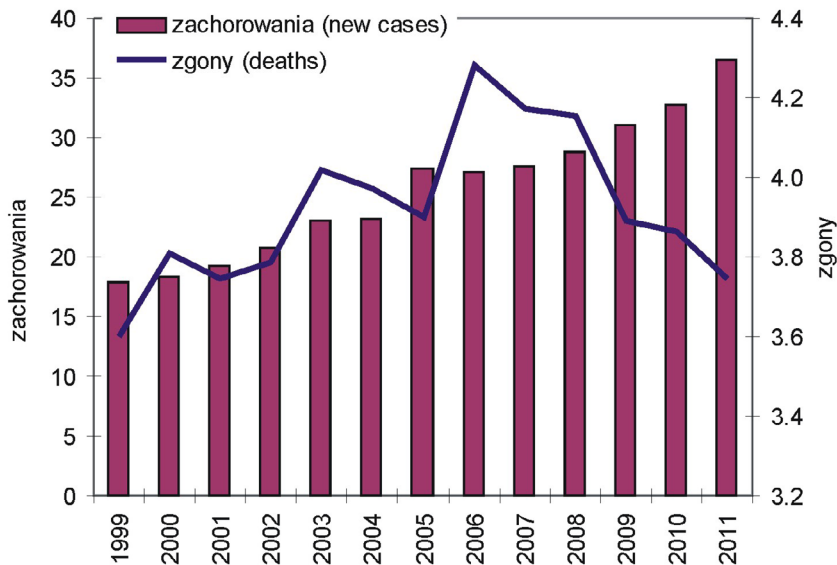
**Ryc. 13.** Średnie roczne wartości wskaźnika UV (UVI) w Polsce w latach 1996-2013

**Fig. 13.** Mean annual values of UV index (UVI) in Poland, 1996-2013

Źródło/Source: opracowanie własne na podstawie/own elaboration based on [http://www.temis.nl/uvradiation/SCIA/stations\\_uv.html](http://www.temis.nl/uvradiation/SCIA/stations_uv.html)

Na wymienionych stacjach obserwuje się stopniowy wzrost wskaźnika UV. Warto przy tym zaznaczyć, że na obszarze Polski ma miejsce wyraźne zróżnicowanie regionalne *UVI*. Najwyższe wartości wskaźnika występują na południu (Zakopane), a najniższe – na północy Polski (Łeba) (ryc. 13). Liczba dni z bardzo wysokimi wartościami *UVI* (> 6), powodującymi duże i bardzo duże zagrożenie dla zdrowia człowieka podczas przebywania na słońcu, jest najwyższa na południu kraju (80-105 dni), przy 20-40 dniach w Łebie (Błażejczyk, Błażejczyk 2012b).

Począwszy od roku 1999 dostępne są szczegółowe raporty Centrum Onkologii o liczbie zachorowań i zgonów na poszczególne formy raka (<http://onkologia.org.pl/>). W latach 1999-2011 systematycznie wzrastała liczba zachorowań na nowotwory skóry od około 18 przypadków na 100 tys. mieszkańców na początku badanego okresu, do 37/100 tys. w roku 2011. W przypadku zgonów zmiany czasowe nie są tak jednoznaczne jak w odniesieniu do zachorowań. Po początkowym wzroście liczby zgonów w latach 1999-2006 w ciągu ostatnich 5 lat zaznacza się trend spadkowy zgonów (ryc. 14).



**Ryc. 14.** Liczba zachorowań i zgonów (na 100 tys. mieszkańców) na nowotwory skóry w Polsce w latach 1999-2011

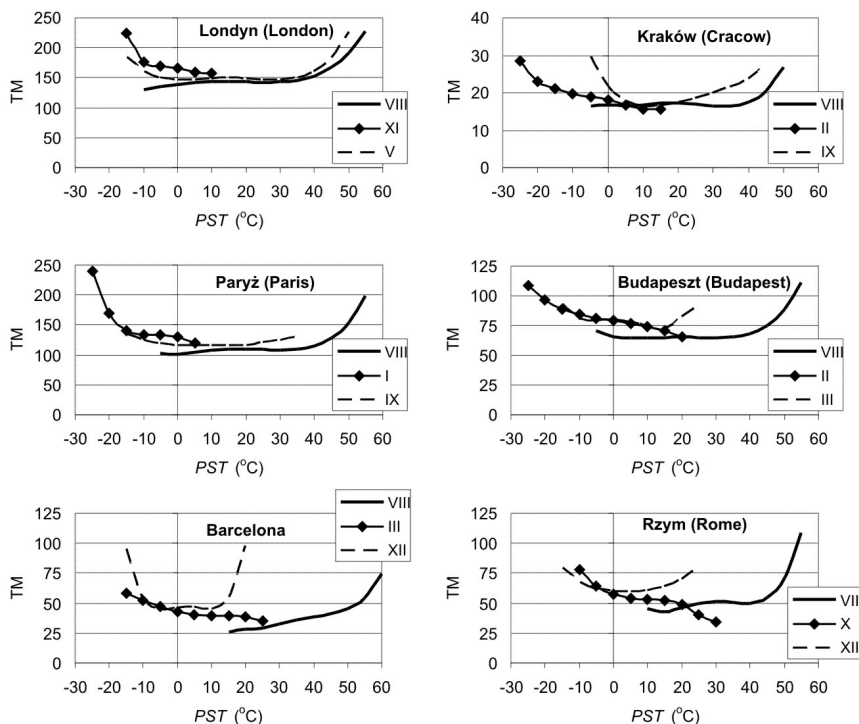
**Fig. 14.** Number (per 100 000) of skin cancer morbidity and mortality in Poland, 1999-2011  
 Źródło/Source: <http://onkologia.org.pl/>

### Zgony spowodowane niewydolnością układów krążenia i oddechowego

Wśród elementów klimatu największy wpływ na organizm człowieka wywiera środowisko termiczne. Negatywnie oddziałują przede wszystkim warunki skrajne, pojawiające się rzadko, do których organizm nie jest zaadaptowany, np. bardzo wysoka lub bardzo niska temperatura powietrza utrzymująca się przez dłuższy czas, czyli fale upałów i zimna. Pod terminem „fala upałów” najczęściej rozumie się kilkudniowe przypadki bardzo wysokiej temperatury powietrza połączonej z dużą jego wilgotnością. Analogicznie „falą chłodu” określamy kilkudniowy okres z bardzo niską temperaturą powietrza (Kuchcik 2006).

W badaniach wpływu warunków termicznych na zdrowie człowieka są najczęściej brane pod uwagę statystyki umieralności. W Polsce maksimum umieralności występuje w okresie od grudnia do marca. Liczba zgonów rośnie liniowo wraz ze spadkiem temperatury powietrza i zimą jest o 10-25% większa niż latem (Kozłowska-Szczęśna i in. 2004). Zależność między temperaturą powietrza a umieralnością przybiera graficzną postać litery U, V lub J (ryc. 15) (Błażejczyk, McGregor 2007; Kuchcik 2003).

Wyniki projektu EuroHEAT dotyczącego umieralności w czasie letnich fal upałów w 9 miastach europejskich w latach 1990-2004 wykazały bardzo duży jej wzrost w miarę wydłużania się fal upałów i wzrostu temperatury powietrza



**Ryc. 15.** Wpływ temperatury odczuwalnej (PST) na dzienną liczbę zgonów (TM) w niektórych aglomeracjach europejskich w wybranych miesiącach, 1991-2000

**Fig. 15.** Influence of physiological subjective temperature (PST) on daily mortality rates in selected European agglomerations in particular months, 1991-2000

Źródło/Source: Błażejczyk, McGregor (2007)

(tab. 3). W miastach położonych w strefie klimatu umiarkowanego, w jakiej leży Polska, fale upałów powodują 7-11% wzrost zgonów z powodu dysfunkcji układu krążenia oraz 12-19% wzrost zgonów z powodu chorób układu oddechowego (d'Ippoliti i in. 2010).

W klimacie umiarkowanym do wzrostu liczby zgonów prowadzą także fale zimna. Ogólnie biorąc, w chłodnej porze roku liczba zgonów jest średnio o 5-30% (w czasie srogich zim – nawet o 70%) wyższa niż w cieplej (Healy 2003; Wilmschurt 1994). Najbardziej niebezpieczne dla organizmu są duże, nagłe spadki temperatury powietrza, które mogą stać się przyczyną nagłych zgonów, zwłaszcza osób starszych z chorobami tętnic czy z chorobą niedokrwienną serca (Donaldson, Keatinge 1997; Keatinge 2002). Spadek tzw. temperatury pozornej o 1°C poniżej poziomu granicznego powoduje wzrost umieralności ogólnej o 1,3%, o 1,7% z powodu chorób układu krążenia i o 3,3% z powodu chorób układu oddechowego (tab. 4). Wzrosty te są większe w grupie osób powyżej 75 roku życia oraz gdy analizowane jest skumulowane (30-dniowe) oddziaływanie temperatury pozornej (Analitis i in. 2008).

**Tabela 3.** Wzrost umieralności wg przyczyn (%) w falach upałów w 9 miastach Europy w grupie osób po 65 roku życia, 1990-2004

**Table 3.** Increase in mortality from different causes (%) during heat waves in 9 European cities at persons above 65 years, 1990-2004

Przyczyny zgonu <i>Cause of death</i>	Klimat umiarkowany <i>Temperate climate</i> (Budapeszt, Londyn, Monachium, Paryż)		Klimat śródziemnomorski <i>Mediterranean climate</i> (Ateny, Barcelona, Mediolan, Rzym, Walencja)	
	mężczyźni <i>male</i>	Kobiety <i>female</i>	mężczyźni <i>male</i>	Kobiety <i>female</i>
Ogółem				
65-74	8,2	9,7	14,5	23,0
75-84	12,4	14,9	18,1	33,0
>85 r.ż.	10,7	18,4	32,3	35,9
Z powodu układu krążenia				
65-74	6,8	12,3	14,7	38,0
75-84	9,7	15,7	18,4	43,3
>85 r.ż.	10,6	17,5	34,7	38,5
Z powodu układu oddechowego				
65-74	16,8	12,6	32,4	45,8
75-84	19,0	21,4	44,8	61,3
>85 r.ż.	12,1	30,0	58,9	58,1

Źródło/Source: zadaptowane przez autorów na podstawie d'Ippoliti i in. (2010)

Source: adapted by authors on the base of d'Ippoliti et al. (2010)

**Tabela 4.** Odsetek wzrostu umieralności spowodowanej obniżeniem minimalnej temperatury pozornej o 1°C poniżej poziomu progowego w okresie chłodnym (październik-marzec), w 15 miastach Europy, 1990-2000

**Table 4.** Percentage of mortality increase caused by 1°C decrease of minimum apparent temperature below threshold at cold season (October-March) in 15 European cities, 1990-2000

Przyczyna zgonu <i>Cause of death</i>	Wszyscy <i>All cases</i>	>75 roku życia > 75 years old	65-74
Zgony ogółem	1,35	1,67	1,02
Zgony z powodu chorób układu krążenia	1,72	1,89	1,42
Zgony z powodu chorób układu oddechowego	3,30	3,34	3,53

Źródło/Source: zadaptowane przez autorów na podstawie Analitis i in. (2008)

Source: adapted by authors on the base of Analitis et al. (2008)

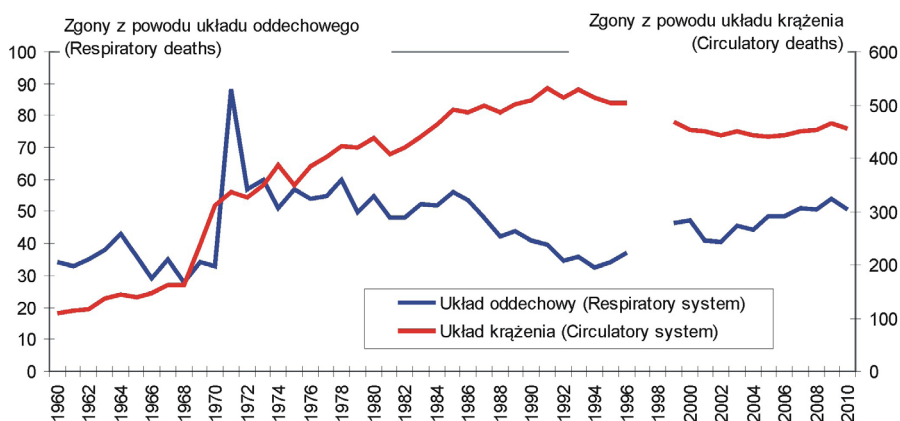
Błażejczyk i inni (2013) stwierdzili, że w Warszawie liczba zgonów wśród osób powyżej 64 roku życia (TM64+) zależy od warunków biotermicznych panujących 1-2 dni wcześniej. Dla zależności tych określili następujący model statystyczny wyznaczający dobową liczbę zgonów:

$$TM64+ = 1,3572 \cdot SC^2 + 1,9772 \cdot SC + 41,593$$

gdzie SC jest wartością numeryczną oznaczającą poszczególne kategorie stresu cieplnego określonego za pomocą wskaźnika UTCI: -5 – nieznosny stres zimna, -4 – bardzo silny stres zimna, -3 – silny stres zimna, -2 – umiarkowany stres zimna, -1 – łagodny stres zimna, 0 – warunki neutralne termicznie, 1 – umiarkowany stres ciepła, 2 – silny stres ciepła, 3 – bardzo silny stres ciepła, 4 – nieznosny stres ciepła.

Z powyższego przeglądu widać, że temperatura powietrza ma istotny wpływ na liczbę zgonów, zarówno w okresie letnim, jak i zimowym. Konieczność adaptacji organizmu do zmiennych warunków termicznych najsilniej obciąża układ krążenia. Dlatego też zmiany liczby zgonów związanych z dysfunkcjami tego właśnie układu są szczególnie ważne i powinny być poddane wnikliwej analizie.

Minione 50 lat cechowało się wyraźnymi zmianami liczby zgonów spowodowanych niewydolnością układu krążenia. W latach 1960-1990 liczba zgonów wzrosła ze 100 do ponad 550 na 100 tys. mieszkańców (ryc. 16). W ciągu ostatnich 20 lat liczba zgonów przestała wzrastać, a nawet obniżyła się do około 450 na 100 tys. mieszkańców w roku 2010. W przypadku zgonów spowodowanych



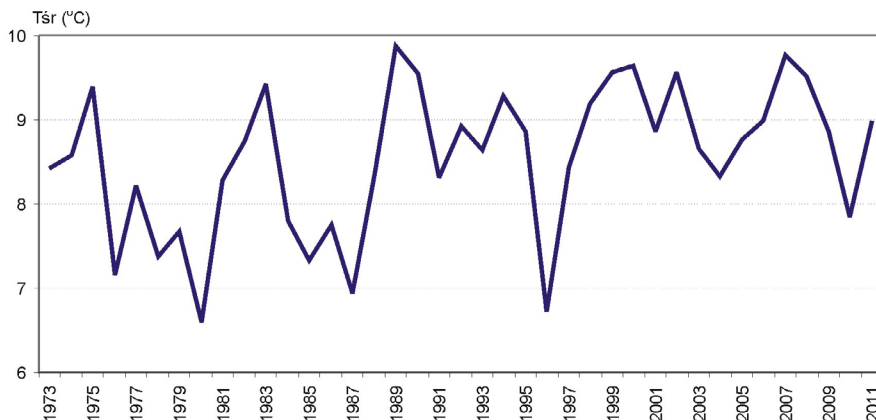
**Ryc. 16.** Zgony spowodowane niewydolnością układu krążenia i układu oddechowego na 100 tys. mieszkańców w Polsce w latach 1960-2010

**Fig. 16.** Mortality rates (per 100 000) for circulatory and respiratory disorders in Poland, 1960-2010

Źródło/Sources: *Roczniki Statystyczne Polski / Statistical Yearboos*, GUS oraz / and WHO Mortality Data Base ([http://www.who.int/healthinfo/statistics/mortality\\_rawdata/en/index.html](http://www.who.int/healthinfo/statistics/mortality_rawdata/en/index.html))

niewydolnością układu oddechowego nie obserwuje się znaczących zmian i wahań i przez cały badany okres liczba zgonów utrzymywała się na poziomie 25-55 osób na 100 tys. mieszkańców. Wyraźny wzrost liczby zgonów w roku 1971 wiąże się z panującą wtedy, największą w minionym 50-leciu, epidemią grypy (porównaj ryc. 5).

Średnie powierzchniowe roczne wartości temperatury powietrza w Polsce wykazywały w latach 1973-2011 wyraźną tendencję wzrostową. Szczególnie ciepły był okres po 1989 roku, gdy przez większość lat temperatura roczna przekraczała 8°C. Jedynie w roku 1996 średnia roczna temperatura powietrza była wyraźnie niższa, co jednak nie zaznaczyło się w żaden sposób w liczbie zgonów (ryc. 17). Zestawiając zmiany temperatury powietrza z liczbą zgonów, widać wyraźnie, że okres po roku 1989 cechował się zarówno podwyższoną temperaturą powietrza, jak i podwyższoną liczbą zgonów z przyczyn układu krążenia. Wstępne wyniki przeprowadzonych badań pokazują, że trudno jest znaleźć jednoznaczne wyjaśnienie zmian umieralności rocznej samymi warunkami termicznymi i zagadnienie to wymaga dalszych, pogłębionych studiów.



**Ryc. 17.** Średnie roczne, uśrednione powierzchniowo, wartości temperatury powietrza ( $T_{sr}$ ) w Polsce w okresie 1973-2011 (Źródło: opracowanie własne)

**Fig. 17.** Annual means of air temperature ( $T_{sr}$ ) in Poland, 1973-2011 (Source: own elaboration)

### Podsumowanie

Badania związków pomiędzy niektórymi elementami klimatu a zachorowaniami i zgonami na niektóre choroby są prowadzone od szeregu lat w wielu ośrodkach naukowych na całym świecie. Literatura w tym zakresie jest bardzo obszerna i w obecnym opracowaniu zamieszczone tylko wybrane pozycje. Wyniki wieloletnich badań pozwalają obecnie wskazać cały szereg oddziaływań zdrowotnych poszczególnych elementów klimatu. Najważniejsze z nich zamieszczono w tabeli 5. Informacje te nie wyczerpują przedstawianych zagadnień, stanowią jedynie przybliżenie problemu. Mogą także dawać wskazówki co do kierunków dalszych, pogłębiających badań.

**Tabela 5.** Oddziaływania ekologiczne i zdrowotne poszczególnych elementów klimatu  
**Table 5.** Ecological and health effects of particular climate elements

Element klimatu <i>Climate element</i>	Charakterystyka <i>Characteristic</i>	Miara <i>Measure</i>	Oddziaływanie środowiskowe <i>Ecological effects</i>	Oddziaływanie zdrowotne <i>Health effects</i>	Wybrane pozycje literatury
Promieniowanie słoneczne	Wzrost dopływu UV	$UVI > 6$ $UVI_{max}$		Wzrost zachorowań na nowotwory skóry	Lucas i in. 2006 Lityńska i in. 2001 Błażejczyk, Błażejczyk 2012b
	Intensywna insolacja	Promieniowanie bezpośrednie Ustłoncznienie		Udar słoneczny Wypadki drogowe	Jendritzky 1995 Błażejczyk 1998 Kieć-Swierczyńska, Kręciś 2008
Temperatura powietrza	Fale upałów	$T_{max}$ , Parność, AI, TE, PT, PET, PST, PhS, UTCI	Wzrost stężeń ozonu	Wzrost zgonów Udary cieplne Odwodnienie Astma	Baccini i in. 2011 d'Ipoliti i in.2010 Kuchcik 2003 Desai 2002 Diaz i in. 2006\
	Fale zimna	$T_{min}$ , Prędkość wiatru AI, PT, PET, PST, PhS, UTCI	Wzrost zapylenia i $SO_2$	Wychłodzenie Układ oddechowy Urazy Astma	Analitits i in. 2008 Gyllerup 1998 Donaldson, Keatinge 1997 Eng, Mercer 1998 Eurowinter Group 1997
	Gorące lata	$T_{max}$ , AI, TE, PT, PET, PST, PhS, UTCI	Rozwój kleszczy, Zanieczyszczenie wody	Zatrucia pokarmowe Choroby odkleszczowe	Błażejczyk 2009, Błażejczyk i McGregor 2007, Michelozzi i in. 2009 Błażejczyk, Błażejczyk 2012a
	Ciepłe zimy	$T_{max}$	Przyspieszenie sezonu pylenia	Nasilenie alergii i astmy Wczesne infekcje kleszczowe	Siuda 1993 Kiewra i in. 2004 Lindgren, Jaenson 2006

**Tabela 5.** Oddziaływania ekologiczne i zdrowotne poszczególnych elementów klimatu (cd.)  
**Table 5.** Ecological and health effects of particular climate elements (continued)

Opad atmosferyczny	Intensywne opady	Opad max, Sumy opadu, Liczba dni z opadem	Powódzie, zanieczyszczenie ujęć wody pitnej, pogorszenie warunków drogowych	Zatrucia pokarmowe Utonięcia Wypadki drogowe	Kuczek 1998; Confalonieri i in. 2007 Skotak 2010 Mączyński 1972 Kuczek 1998 Błażejczyk 2009
	Susze	Okres bezopadowy	Zapylenie powietrza, alergeny roślinne	Astma Alergie	Małolepszy 1996 Peternel i in. 2004
Wiatr	Cisze	$V \leq 1$ m/s	Stagnacja zanieczyszczeń	Astma Układ oddechowy	Samoliński i in. 2009 Thompson i in. 1996
	Silne wiatry	$V > 15$ m/s	Zniszczenia budynków	Wypadki śmiertelne Układ nerwowy	Keatinge 2002 Keatinge, Donaldson 1998 Przybyła 1994
Ciśnienie atmosferyczne		dPa $P > 1025$ $P < 980$		Układ krążenia Układ nerwowy	Huszcza 1951 Kozłowska-Szczęsna i in. 2004

AT – Apparent Temperature (temperatura pozorna), PT – Perceived Temperature (temperatura odczuwalna), PET – Physiological Equivalent Temperature (fizjologiczna temperatura ekwiwalentna), PST – Physiological Subjective Temperature (temperatura odczuwana fizjologicznie), PhS – Physiological Strain (stress termofizjologiczny)  
 UTCI- “Universal Thermal Climate Index (uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych)”



## Podziękowania

Badania były częściowo dofinansowane z projektu Narodowego Centrum Nauki, Nr 2011/01/B/ST10/06972 „Ocena wpływu zmian klimatu na stan zdrowia społeczeństwa w różnych regionach Polski oraz prognoza do roku 2100”.

## Literatura

- Analitis A., Katsouyanni K., Biggeri A., Baccini M., Forsberg B., Bisanti L., Kirchmayer U., Ballester F., Cadum E., Goodman P.G., Hojs A., Sunyer J., Tittanen P., Michelozzi P., 2008, Effects of cold weather on mortality: results from 15 European Cities within the PHEWE project, *American Journal of Epidemiology* 168, 12, 1397-1408.
- Baccini M., Kosatsky T., Analitis A., Anderson H.R., D'Ovidio M., Menne B., Michelozzi P., Biggeri A., Accetta G., De Sario M., D'Ippoliti D., Marino C., Katsouyanni K., Ballester F., Bisanti L., Cadum E., Forsberg B., Forastiere F., Goodman P.G., Hojs A., Kirchmayer U., Medina S., Paldy A., Schindler Ch., Sunyer J., Perucci C.A., McGregor G., Kassomenos P., Atkinson R., Medina S., Bisanti L., Cadum E., Clancy L., Goodman P.G., Pekkanen J., Woityniak B., Jolliffe I., Jendritzky G., Błażejczyk K., Huth R., Cegnar T., Iniguez C., Monceau G., Kalkstein L.S., 2011, Impact of heat on mortality in 15 European cities: attributable deaths under different weather scenarios. *Journal of Epidemiology and Community Health* 65, 1, 64-70
- Batur-Gabryel H., Brajer B., 2007, Grypa, *Przewodnik Lekarza* 8, 74-78.
- Biernacki A., Czarniecki W., Grzędziński E., Chełchowski W., 1965, Badania nad wpływem biometeorologicznym zespołu tzw. parności na ciśnienie tętnicze, *Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej* 35, 11, 1549-1555.
- Błażejczyk K., 1998, Promieniowanie słoneczne a gospodarka cieplna organizmu człowieka, *Zeszyty IGiPZ PAN* 51.
- Błażejczyk K., 2009, Zmiany globalne klimatu i ich konsekwencje zdrowotne dla człowieka. [w:] M. Gutry-Korycka, T. Markowski (red.), Zrównoważone warunki życia z zmieniającym się systemie klimatycznym Ziemi, PAN, KPZK, *Studia* 124, 107-136.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Pisarczyk S., Szpot M., 2000, Influence of the Human Heat Balance on Respiratory and Circulatory Diseases, [w:] Dear de R.J., Kalm J.D., Oke T.R., Auliciems A. (red.), *Biometeorology and Urban Climatology at the Turn of Millennium. Selected papers from the Conference ICB-ICUC'99 (Sydney, 8-12 Nov. 1999)*, Geneva, World Meteorological Organization, 107-111.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Śmietanka M., Pisarczyk S., 1998, Influence des conditions meteorologiques sur la santé des habitants de Varsovie. Publication de l'Association International de Climatologie 11, 338-342.
- Błażejczyk K., Błażejczyk A., 2012a, Środowiskowe i klimatyczne uwarunkowania zatruc pokarmowych – stan aktualny i prognoza do roku 2100, [w:] E. Kantowicz, M. Roge-Wiśniewska (red.), *Cywilizacja a środowisko – wyzwania i dylematy*, WGSR UW, 55-65.
- Błażejczyk K., Błażejczyk A., 2012b, Changes in UV radiation intensity and their possible impact on skin cancer in Poland, *Geographia Polonica* 85, 2, 57-64.
- Błażejczyk K., Idzikowska D., Błażejczyk A., 2013, Forecast changes for heat and cold stress in Warsaw in the 21st century, and their possible influence on mortality risk, *Papers on Global Change* 20, 47-62.

- Błażejczyk K., McGregor G., 2007, Warunki biotermiczne a umiERALNOŚĆ w wybranych aglomeracjach europejskich, *Przegląd Geograficzny* 79, 3 i 4, 401-423.
- Brydak L.B., 2008, *Grypa. Pandemia grypy mit czy realne zagrożenie*, Oficyna Wydawnicza Rytm, Warszawa.
- 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, Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J., Hanson C.E. (red). Cambridge University Press, Cambridge, UK, 391-431.
- d'Ippoliti D., Michelozzi P., Marino C., de'Donato F., Menne B., Katsouyanni K., Kirchmayer U., Analitis A., Medina-Ramón M., Paldy A., Atkinson R., Kovats S., Bisanti L., Schneider A., Lefranc A., Iñiguez C., A Perucci C.A., 2010, The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project, *Environmental Health*, 9, 37 s.
- Dessai S., 2002, Heat Stress and Mortality in Lisbon. Part I. Model Construction and Validation, *International Journal of Biometeorology* 47, 6-12.
- Diaz J., Garcia-Herrera R., Trigo R.M., Linares C., Valente M.A., Miguel J.M., Hernández E., 2006, The impact of the summer 2003 heat wave in Iberia: how should we measure it?, *International Journal of Biometeorology* 50, 159-166.
- Donaldson G.C., Keatinge W.R., 1997, Early increases in ischaemic heart disease mortality dissociated from and later changes associated with respiratory mortality after cold weather in south east England, *J. Epidemiology and Community Health* 51, 643-648.
- Eng H., Mercer J., 1998, Seasonal Variations in Mortality Caused by Cardiovascular Diseases in Norway and Ireland. *Journal of Cardiovascular Risk* 5, 89-95.
- Eurowinter Group, 1997, Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. *Lancet* 349, 1341-1346.
- Gołębiowska M., 2001, Grypa, epidemiologia, klinika, szczepienia ochronne, *Nowa Pediatria* 1, 45-49.
- 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:] I. Holmér, K. Kuklane (red.), Problems with Cold Work. *Arbete och hälsa* 18, 197-200.
- Healy J., 2003, Excess winter mortality in Europe: a cross-country analysis identifying key risk factors. *Journal of Epidemiology and Community Health* 57, 784-789.
- Heat waves: risks and responses, 2004, Health and Global Environmental Change Series, No. 2, WHO Europe, Copenhagen.
- Huszczka A., 1951, *Cisnienie atmosferyczne i jego działanie na ustrój*, PZWL, Warszawa
- Improving public health responses to extreme weather/heat-waves – EuroHEAT. Technical report, 2009, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- Jankowiak J. (red.), 1976, *Biometeorologia człowieka*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa.
- 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,

- [w:] A. Auliciems (red.), *Advances in Bioclimatology* 5, 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, 210-215.
- Keatinge W.R., 2002, Winter mortality and its causes. *International Journal of Circumpolar Health* 61, 292-299.
- Kieć-Świerczyńska M., Kręcis B., 2008, Fotoalergia, [w:] C. Pałczyński, M. Kieć-Świerczyńska, J. Walusiak (red.) *Alergologia zawodowa*. Oficyna Wydawnicza Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź, 151-161.
- Kiewra D., Dobracki W., Lonc E., Dobracka B., 2004, Ekspozycja na ukłucia przez kleszcze a występowanie rumienia wędrującego u pacjentów z boreliozą z Lyme na terenie Dolnego Śląska, *Przegląd Epidemiologiczny*, 58, 281-288.
- Klonowicz S., Kozłowski S., 1970, *Człowiek a środowisko termiczne*, PZWL, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004, Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka, *Monografie, IGiPZ PAN*, 4.
- Kozłowski S., 1986, *Granice przystosowania*. Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Kuchcik M., 1998, Influence of atmospheric conditions on traffic accidents. The case of Radom, *Miscellanea Geographica* 8, 141-147.
- Kuchcik M., 2003, The influence of aerosanitary and biometeorological conditions on the health and mortality of the inhabitants of Warsaw, [w:] M. Stopa-Boryczka (red.), *Studies on the climate of Warsaw*, Warsaw University, Faculty of Geography and Regional Studies, 155-166.
- Kuchcik M., 2006, Defining heat waves – different approaches, *Geographia Polonica* 79, 2, 47-63.
- Kuchcik M., Degórski M., 2009, Heat- and cold-related mortality in the north-east of Poland as an example of the socio-economic effects of extreme hydrometeorological events in the Polish Lowland, *Geographia Polonica* 82, 1, 69-78.
- 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, 91-103.
- le Blanc J., 1986, Adaptation to low ambient temperature, *Comparative Physiology of Environmental Adaptations* 2, 65-75
- Leszczyński B., 1974, Choroby meteorotropowe rozpoznawane na nowych kryteriach stanów pogodowych, *Wiadomości Lekarskie* 5, 473-476.
- Lindgren E., Jaenson T., 2006, Lyme borreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- Lityńska Z., Łapeta B., Wolska H., 2001, Indeks UV a człowiek. Inspekcja Ochrony Środowiska, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Warszawa.
- Lucas R., McMichael T., Smith W., Armstrong B., 2006, Solar Ultraviolet Radiation, Global burden of disease from solar ultraviolet radiation. Environmental Burden of Disease Series, No. 13, WHO, Public Health and the Environment, Geneva.
- Łożewicz T., 1985, *Hartować czy chorować*, Sport i Turystyka, Warszawa.
- Maes M., Meyer F., Peeters D., Meltzer., Schotte C., Scharpe S., Cosyns P., 1993, The periodicities in and biometeorological relationships with bed occupancy of acute psychiatric ward in Antwerp, Belgium, *International Journal of Biometeorology*. 37, 1, 78-82.
- Małolepszy J., 1996, *Choroby alergiczne i astma*, Volumed, Wrocław.

- 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, 203-211.
- Mączyński B., 1972, Warunki pogody - czas reakcji prostej i wypadki drogowe w Wielkopolsce, *Balneologia Polska* 17, 1/2, 107-131, 307-336.
- McGregor G.R., 2001, The Meteorological Sensitivity of Ischemic Heart Disease Mortality Events in Birmingham, UK. *International Journal of Biometeorology* 45, 133-142.
- Menne B., Apfel F., Kovats S., Racioppi F. (red.), 2008, Protecting health in Europe from climate change. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark.
- Michelozzi P., Accetta G., De Sario M., D'Ippoliti D., Marino C., Baccini M., Biggeri A., Anderson H.R., Katsouyanni K., Ballester F., Bisanti L., Cadum E., Forsberg B., Forastiere F., Goodman P.G., Hojs A., Kirchmayer U., Medina S., Paldy A., Schindler Ch., Sunyer J., Perucci C.A., McGregor G., Menne B., Kosatsky T., Analitis A., Kassoomenos P., Atkinson R., Medina S., Bisanti L., Cadum E., Clancy L., Goodman P.G., Pekkanen J., Woityniak B., Jolliffe I., Jendritzky G., Błażejczyk K., Huth R., Cegnar T., Iniguez C., Monceau G., Kalkstein L.S., 2009, High Temperature and Hospitalizations for Cardiovascular and Respiratory Causes in 12 European Cities, *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 179, 383-389.
- Peternel R., Srncic L., Culig J., Zaninović K., Mitić B., Vukusić I., 2004, Atmospheric pollen season in Zagreb (Croatia) and its relationship with temperature and precipitation, *International Journal of Biometeorology* 48, 186-191.
- Przybyła R., 1994, Próba określenia wpływu stanów pogody na samopoczucie chorych psychicznie w Zakopanem, *Zeszyty IGiPZ PAN* 24, 31-48.
- Samoliński B., Sybilski A.J., Raciborski F., Tomaszewska A., Samel-Kowlaik P., Walikiewicz A., Lusawa A., Borowicz J., Gutowska-Ślesik J., Trzpił L., Marszałkowska J., Jakubik N., Krzych E., Komorowski J., Lipiec A., Gotlib T., Samolińska-Zawisza U., Hałat Z., 2009, Prevalence of rhinitis in Polish population according to the ECAP (Epidemiology of Allergic Disorders in Poland) study, *Otolaryngologia Polska* 63 (4), 324-330.
- Schiffer Z., 1986, Wiatr halny a samobójstwa i bójki, [w:] R. J. Wojtusiak (red.), *Biometeorologia a organizm ludzi i zwierząt*, PWN, Warszawa, Kraków, 35-43.
- Siuda K., 1991, Kleszcze (Acari: Ixodida) Polski. Część I. Zagadnienia ogólne. Monografie Parazytologiczne, PWN, Warszawa, Wrocław.
- Siuda K., 1993, Kleszcze (Acari: Ixodida) Polski. Część II. Systematyka i rozmieszczenie. Monografie Parazytologiczne, 12, PTP, Warszawa.
- Skotak K., 2010, Klimat a ochrona zdrowia, [w:] *Klimat a zdrowie. Polska Federacja Pacjentów Dialtransplant*, Warszawa, 84-88.
- Skrobowski A., 1998, Wpływ wybranych warunków atmosferycznych na ciśnienie tętnicze krwi, *Wojskowa Akademia Medyczna*, Warszawa.
- Thompson D. R., Jurgen P. E., Tse Y.-Y., Hiorns R.W., 1996, Meteorological factors and the time of onset of chest pain in acute myocardial infarction, *International Journal of Biometeorology* 39, 3, 116-120.
- Wilmhurst P., 1994, Temperature and cardiovascular mortality, *British Medical Journal* 309, 1029-1030.

### Summary

The paper presents changes, in the period 1960-2013, of the rates of climate related mortality and morbidity. The following illnesses were taken into consideration: Salmonellosis intoxications, Lyme boreliosis, skin cancers (both, morbidity and mortality), influenza, weather caused deaths as well as mortality caused by dysfunctions of respiratory and circulatory systems. The epidemiological information were selected from Polish and international data bases. The paper discusses also possible influence of climatic factors on observed changes in mortality and morbidity rates.

There were found significant temporal variability of studied diseases. The greatest increase was observed in Lyme boreliosis. This increase is well correlated with the changes of summer air temperature in the considered period. We have also noticed significant relationships between mortality rates and the frequency of different heat stress categories defined by Universal Thermal Climate Index (UTCI). Temporal and spatial variability was reported for skin cancer mortality and morbidity. It can be explained by the changes in total stratospheric ozone content as well as by fluctuations of UV Index (UVI). Considering seasonal illnesses (influenza, salmonellosis intoxication) we have found possible influence of thermal conditions both, in winter (in case of influenza) and summer (for salmonellosis). Concluding, as temporal changes in climate related diseases was observed during the last decades in Poland further research are needed for explanation which of them were correlated with the changes of particular climate elements.

