



POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA
IM. STANISŁAWA LESZCZYCKIEGO

Krzysztof Błażejczyk
Jarosław Baranowski
Anna Błażejczyk

Wpływ klimatu na stan zdrowia w Polsce: stan aktualny oraz prognoza do 2100 roku



SEDNO
Wydawnictwo
Akademickie

**Wpływ klimatu na stan
zdrowia w Polsce:
stan aktualny
oraz prognoza
do 2100 roku**

**Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania
Polskiej Akademii Nauk**
oraz **Wydawnictwo Akademickie Sedno**
wspólnie wydają serię publikacji książkowych pracowników IGiPZ PAN

W serii opublikowano monografie:

- Bożena Degórska *Transformacja krajobrazu wschodnich Kujaw w kontekście zmian użytkowania ziemi i osadnictwa (1770–1970)*
- Ewa Roo-Zielińska *Wskaźniki ekologiczne zespołów roślinnych Polski*
- Krzysztof Błażejczyk, Magdalena Kuchcik, Paweł Milewski, Wojciech Dudek, Beata Kręcisz, Anna Błażejczyk, Jakub Szmyd, Bożena Degórska, Cezary Pałczyński *Miejska wyspa ciepła w Warszawie – uwarunkowania klimatyczne i urbanistyczne*
- Leszek Starkel *O niektórych prawidłowościach rozwoju rzeźby gór i przedpola*
- Magdalena Kuchcik, Krzysztof Błażejczyk, Jakub Szmyd, Paweł Milewski, Anna Błażejczyk, Jarosław Baranowski *Potencjał leczniczy klimatu Polski*
- Tomasz Komornicki, Piotr Korcelli, Piotr Siłka, Przemysław Śleszyński, Dariusz Świątek *Powiązania funkcjonalne pomiędzy polskimi metropoliami*
- Marek Degórski, Alojzy Kowalkowski, Anna Kozłowska *Gleby bielicoziemne – geograficzne trendy oraz dyskontynuacje procesów rozwoju*
- Przemysław Śleszyński, Tomasz Komornicki, Jerzy Solon, Marek Więckowski *Planowanie przestrzenne w gminach*

Wkrótce ukaże się następująca książka:

- Marek Degórski, Dariusz Brykała, Bożena Degórska, Tomasz Komornicki *Uwarunkowania lokalizacji elektrowni wiatrowych w skali regionalnej – propozycja metody na przykładzie województwa kujawsko-pomorskiego*

Więcej informacji o tych i kolejnych publikacjach można znaleźć na stronach internetowych wydawców:

www.igipz.pan.pl
www.wydawnictwosedno.p

Krzysztof Błażejczyk
Jarosław Baranowski
Anna Błażejczyk

Wpływ klimatu na stan zdrowia w Polsce: stan aktualny oraz prognoza do 2100 roku



INSTYTUT GEOGRAFII
I PRZESTRZENNEGO
ZAGOSPODAROWANIA PAN



SEDNO
Wydawnictwo
Akademickie

Wydawca
Bożena Kućmierowska

Recenzentki
prof. dr hab. n. med. Alicja Bortkiewicz
prof. dr hab. Teresa Kozłowska-Szczęsna

Redakcja merytoryczna i korekty
Janusz Puskarz

Redakcja techniczna
Danuta Przymanowska-Boniuk

Projekt okładki, stron tytułowych i opracowanie typograficzne
Janusz Fajto

Zdjęcie na okładce
Krzysztof Błażejczyk

Publikację przygotowano i opublikowano przy finansowym wsparciu Narodowego Centrum Nauki, w ramach projektu Nr 2011/01/B/ST10/06972 „Ocena wpływu zmian klimatu na stan zdrowia społeczeństwa w różnych regionach Polski oraz prognoza do roku 2100”

Copyright © by Wydawnictwo Akademickie SEDNO Spółka z o.o.
Copyright © by Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN
Warszawa 2015

Wszelkie prawa zastrzeżone
Kopiowanie, przedrukowywanie i rozpowszechnianie w całości
lub we fragmentach jakąkolwiek techniką bez pisemnej zgody wydawcy zabronione

ISBN 978-83-7963-042-4
ISBN 978-83-7963-043-1 (e-book)

Wydawnictwo Akademickie SEDNO Spółka z o.o.
00-696 Warszawa
ul. J. Pankiewicza 3
www.wydawnictwosedno.pl
info@wydawnictwosedno.pl

Spis treści

1. WPROWADZENIE	9
1.1. Bezpośrednie oddziaływania klimatu na zdrowie	11
1.2. Pośrednie oddziaływania klimatu na zdrowie	13
1.3. Materiały i metoda badań	16
2. ZMIANY WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH W POLSCE W OKRESIE 1973–2014	21
2.1. Temperatura powietrza	21
2.2. Dni parne	28
2.3. Obciążające warunki biotermiczne	30
2.4. Wiatr	32
2.5. Opady atmosferyczne	33
3. CHOROBY KLIMATOZALEŻNE I ICH ZMIENNOŚĆ W POLSCE	37
3.1. Choroby i zgony z przyczyn układu krążenia	39
3.2. Choroby i zgony z przyczyn układu oddechowego	42
3.3. Zgony spowodowane ekstremalnymi warunkami pogodowymi	44
3.4. Choroby sezonowe	46
3.4.1. Grypa	47
3.4.2. Zatrucia pokarmowe	49
3.4.3. Choroby odkleszczowe	53
3.5. Nowotwory skóry	59
3.6. Choroby i zgony spowodowane obciążającymi warunkami biotermicznymi	68
3.7. Choroby alergiczne	77
4. ZWIĄZKI STATYSTYCZNE POMIĘDZY ZMIENNYMI KLIMATYCZNYMI A UMIERALNOŚCIĄ I ZACHOROWALNOŚCIĄ NA CHOROBY KLIMATOZALEŻNE	81
4.1. Miary oddziaływania klimatu na choroby klimatozależne	81
4.2. Miary epidemiologiczne wrażliwości stanu zdrowia na czynniki klimatyczne ...	83
4.3. Modele statystyczne zachorowań i zgonów na choroby klimatozależne	84
5. PROGNOZA ZMIAN WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH W POLSCE DO 2100 ROKU	91
5.1. Promieniowanie słoneczne	93
5.2. Temperatura powietrza	98
5.3. Wiatr	106
5.4. Opady atmosferyczne	109
5.5. Warunki biotermiczne	112

6. PROGNOZA ZACHOROWAŃ I ZGONÓW NA CHOROBY KLIMATOZALEŻNE	
DO 2100 ROKU	121
6.1. Nowotwory skóry	123
6.1.1. Zachorowania na nowotwory skóry	123
6.1.2. Zgony na nowotwory skóry	126
6.2. Zachorowania na boreliozę	128
6.3. Zatrucia <i>Salmonellą</i>	131
6.4. Zachorowania na grypę	134
6.5. Zgony z powodu wychłodzenia organizmu	137
6.6. Zgony z przyczyn układu oddechowego	140
6.7. Zgony z przyczyn układu krążenia	143
6.8. Zgony spowodowane stresem ciepła i stresem zimna	146
7. PROPOZYCJE DZIAŁAŃ ADAPTACYJNYCH SYSTEMU OCHRONY	
ZDROWIA	153
7.1. Czynniki wpływające na funkcjonowanie systemu ochrony zdrowia	153
7.2. Pożądane działania adaptacyjne ograniczające skutki zmian klimatu	154
8. PODSUMOWANIE I WNIOSKI	157
BIBLIOGRAFIA	161
SPIS RYCIN	169
SPIS TABEL	173
CONTENTS	175
SUMMARY	177
LIST OF FIGURES	183
LIST OF TABLES	186
ZAŁĄCZNIKI:	
1. Rozkład charakterystyk obciążeń cieplnych na obszarze Polski prognozowanych przez różne scenariusze zmian klimatu	187
2. Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zachorowań na nowotwory skóry w Polsce i w poszczególnych województwach	192
3. Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zgonów na nowotwory skóry w Polsce i w poszczególnych województwach	195
4. Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zachorowań na boreliozę w Polsce i w poszczególnych województwach	198
5. Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zatruc <i>Salmonellą</i> w Polsce i w poszczególnych województwach	201
6. Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zachorowań na grypę w Polsce i w poszczególnych województwach	204
7. Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zgonów z przyczyn układu oddechowego w Polsce i w poszczególnych województwach	207

8. Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zgonów z przyczyn układu krążenia w Polsce i w poszczególnych województwach	210
9. Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zgonów spowodowanych stresem ciepła w Polsce i w poszczególnych województwach	213
10. Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, średnia roczna liczba zgonów spowodowanych stresem zimna w Polsce i w poszczególnych województwach	216

1. Wprowadzenie

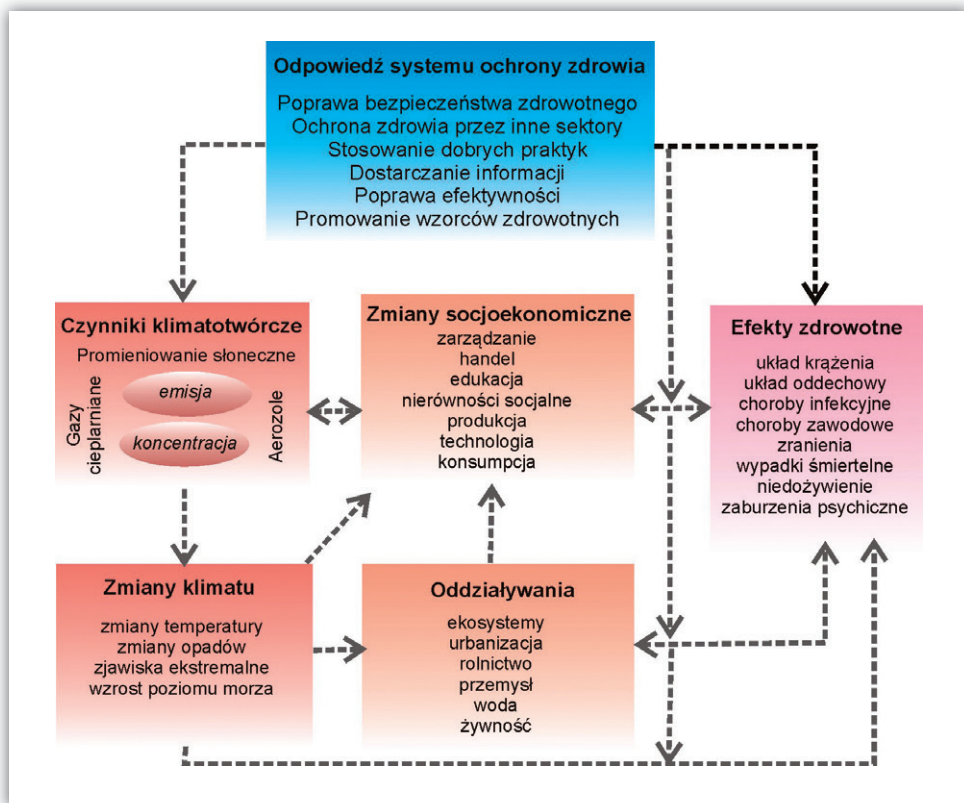
Współczesna medycyna czyni ogromne wysiłki, aby nie tylko przedłużyć życie człowieka, ale także, aby toczyło się ono w jak najlepszej kondycji psychofizycznej. Trzeba jednak mieć świadomość, że mimo ogromnych postępów medycyny zdrowie zarówno pojedynczych osób, jak i całych społeczeństw jest wciąż w znacznym stopniu uzależnione od różnorodnych czynników środowiskowych, w tym atmosferycznych. Oddziaływania tych czynników mają charakter bezpośredni i pośredni. Do bezpośrednich zaliczamy oddziaływania na organizm człowieka pojedynczych elementów klimatu i zjawisk pogodowych (Kozłowska-Szczęsna i in. 2004; Błażejczyk, Kozłowska-Szczęsna 2008). Pośrednie oddziaływania klimatu na zdrowie człowieka uwidaczniają się przez postępującą urbanizację, problemy z zaopatrzeniem w wodę pitną oraz choroby i infekcje przenoszone drogą pokarmową i wektorowo (Confalonieri i in. 2007).

Na przestrzeni ostatnich 30 lat badania związków pomiędzy czynnikami atmosferycznymi a zdrowiem człowieka były prowadzone przez bioklimatologów, fizjologów, lekarzy i epidemiologów w wielu krajach świata. W większości badań zwraca się uwagę na duży wzrost liczby zgonów i zachorowań podczas fal gorąca, zwłaszcza przy dużym natężeniu promieniowania słonecznego i wysokiej wilgotności powietrza. W umiarkowanych i wysokich szerokościach geograficznych stwierdzane są natomiast komplikacje zdrowotne związane z niskimi wartościami temperatury powietrza, a szczególnie z falami mrozów (Gyllerup 1998; Jaakkola i in. 2014).

Badania prowadzone w ramach projektów PHEWE (*Prevention of Acute Health Effects of Weather Conditions in Europe*) i EuroHEAT (*Improving public health responses to extreme weather/heat-waves*) wykazały, że w aglomeracjach europejskich znaczny wzrost liczby zgonów następował w skrajnych, w danym mieście, warunkach zimna i gorąca. Stwierdzono także, że w miesiącach letnich wzrost umieralności jest wyraźnie skorelowany z nasileniem się warunków gorąca. W dużych aglomeracjach dodatkowym czynnikiem jest wtedy także zwiększone zanieczyszczenie powietrza. W odniesieniu do zimy stwierdzono, że ryzyko zgonu spowodowanego warunkami biotermicznymi wiąże się z niską temperaturą powietrza i nasila się wraz z obniżaniem się jej wartości.

Podjęmowane są także badania mające na celu określenie, jak obserwowane współcześnie zmiany klimatu mogą wpłynąć na stan zdrowia społeczeństw w wielu

krajach oraz w skali globalnej (Haines i in. 2006; Gosling i in. 2007, 2009; Paterson i in. 2014; Ebi 2015). W latach 2009–2012 w ramach projektu KLIMADA (*Opracowanie i wdrożenie strategicznego planu adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu*) powstał raport pt. *Ocena skutków możliwych zmian klimatu dla zdrowia człowieka*. Przedstawiono w nim wyniki wstępnych badań prowadzonych w Polsce i w innych krajach. Wskazano prawdopodobne trendy zmian oraz niezbędne działania adaptacyjne (Błażejczyk i in. 2011, 2012). Wnioski z tych badań posłużyły do opracowania przez Ministerstwo Środowiska dokumentu *Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030* (2013). Wskazując pożądane mechanizmy adaptacji, uwzględniono w nim nie tylko zmiany klimatu, ale także czynniki środowiskowe i społeczno-ekonomiczne oddziałujące na sektor zdrowia (ryc. 1.1).



Rycina 1.1. Powiązania pomiędzy zmianami klimatu i ich przyczynami a zmianami w ekosystemach, stanem zdrowia i rozwojem socjoekonomicznym
 Figure 1.1. Connections between climate changes and their causes and the changes in ecosystems, health status and socioeconomic development

W odniesieniu do Polski relacje między pogodą a umiarkowaniem są podobne jak w całej Europie. Brak jest natomiast aktualnego obrazu zróżnicowania regionalnego zgonów, a zwłaszcza zachorowań wywołanych czynnikami pogodowymi. Brak jest także szczegółowego rozpoznania, w jakim stopniu poszczególne cechy klimatu wpływają na zachorowania na niektóre grupy chorób. Otwartym zagadnieniem jest też ocena, jak regionalnie będą się w Polsce różnicować zmiany poszczególnych elementów klimatu i jak wpłynie to na przestrzenne zróżnicowanie zachorowań i zgonów na choroby klimatozależne.

W celu przynajmniej częściowego uzupełnienia luk w naszej wiedzy o regionalnym zróżnicowaniu relacji pomiędzy warunkami klimatycznymi a występowaniem chorób klimatozależnych w latach 2012–2015 był realizowany projekt badawczy NCN Nr 2011/01/B/ST10/06972 pt. *Ocena wpływu zmian klimatu na stan zdrowia społeczeństwa w różnych regionach Polski oraz prognoza do roku 2100*.

Celem niniejszego opracowania jest przedstawienie najważniejszych wyników tego projektu. W kolejnych rozdziałach zostaną omówione zagadnienia dotyczące:

1. roli czynników klimatycznych w kształtowaniu liczby zachorowań i zgonów na niektóre choroby klimatozależne,
2. zmienności czasowej i przestrzennej chorób klimatozależnych w Polsce,
3. zmian cech klimatu istotnych w rozwoju chorób klimatozależnych,
4. kompleksowych wskaźników oddziaływania klimatu i jego zmian na stan zdrowia społeczeństwa,
5. przewidywanych do 2100 r. zmian podstawowych cech klimatu,
6. prognoz stanu zdrowia do 2100 r.,
7. niezbędnych działań adaptacyjnych systemu ochrony zdrowia do zmian klimatu.

Według *Narodowego Programu Zdrowia na lata 2007–2015* (2007) do głównych przyczyn zgonów w Polsce należą:

- ▶ choroby układu krążenia (41,1% wszystkich zgonów mężczyzn i 52,6% zgonów kobiet w 2004 r.),
- ▶ nowotwory złośliwe (26,4% zgonów mężczyzn i 22,8% zgonów kobiet),
- ▶ przyczyny zewnętrzne (9,7% zgonów mężczyzn i 3,6% zgonów kobiet).

Każda z tych najważniejszych przyczyn zgonów jest w mniejszym (nowotwory złośliwe) lub większym (choroby układu krążenia, przyczyny zewnętrzne) stopniu uwarunkowana czynnikami środowiskowymi, w tym – klimatycznymi.

1.1. Bezpośrednie oddziaływania klimatu na zdrowie

Czynniki meteorologiczne działają na człowieka jako bodziec (stres pogodowy). Także ogólne cechy klimatu danego regionu wyraźnie wpływają na zdrowie

i samopoczucie człowieka (Fers 1995; Kalkstein 1998; McGregor 2001; Kuchcik 2003; Kozłowska-Szczęśna, Błażejczyk 2010; Smith i in. 2014). W większości badań, niezależnie od strefy klimatycznej, autorzy zwracają uwagę na duży wzrost liczby zgonów i zachorowań podczas fal gorąca (Kuchcik, Błażejczyk 2001; Dessai 2002; Diaz i in. 2006; Kuchcik 2006). Wzrost ryzyka choroby lub zgonu jest przy tym związany nie tylko z wysoką temperaturą powietrza, ale także dużym natężeniem promieniowania słonecznego oraz wysoką wilgotnością powietrza (Matzarakis, Mayer 1991; Błażejczyk 2000, 2004; Błażejczyk i in. 2000; Laschewski, Jendritzky 2002). Specyficznymi dla umiarkowanych i wysokich szerokości geograficznych są natomiast komplikacje zdrowotne związane z niskimi wartościami temperatury powietrza, a szczególnie z falami mrozów (Eng, Mercer 1998; Gyllerup 1998; Keatinge, Donaldson 1998).

Poszczególne elementy meteorologiczne w istotny sposób wpływają na procesy fizjologiczne zachodzące w organizmie człowieka. Najsilniejsze oddziaływania mają miejsce w przypadku promieniowania słonecznego, temperatury i wilgotności powietrza, ciśnienia atmosferycznego oraz prędkości wiatru.

W przypadku promieniowania słonecznego największe znaczenie dla zdrowia człowieka ma promieniowanie nadfioletowe (UV). Według G. Jendritzky'ego (1995) promienie UV działają bakteriobójczo i przeciwrzywczo, powodują pigmentację skóry i wspomagają leczenie łuszczycy. Z drugiej strony nadmierne dawki promieniowania UV mogą powodować choroby skóry, oczu i zaburzenia układu immunologicznego (Lucas i in. 2006; Confalonieri i in. 2007). Do najgroźniejszych należy uszkodzenie DNA jądra komórek skóry prowadzące do rozwoju nowotworów skóry, w tym również 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 (Lityńska i in. 2001). Coraz częstszym problemem są także fotoalergie (Kieć-Świerczyńska, Kręcisz 2008).

W przypadku bodźców termiczno-wilgotnościowych ważne są obciążenia organizmu spowodowane koniecznością zachowania stałej temperatury ciała przy zmieniających się warunkach zewnętrznych. Procesy adaptacji organizmu do różnych i często zmieniających się warunków termicznych otoczenia (co jest typowe dla klimatu Polski) powodują znaczne obciążenie układu termoregulacyjnego i układu krążenia, które intensywnie dążą do zrównoważenia bilansu cieplnego człowieka. Obciążenia te zmniejszają efektywność układu odpornościowego, ułatwiając częste zapadanie na infekcje chorobowe oraz prowadząc do różnorodnych dysfunkcji organizmu, a nawet do śmierci. Grupami szczególnie wrażliwymi na wpływ temperatury są osoby starsze i małe dzieci, u których łatwo dochodzi do zaburzeń gospodarki cieplnej organizmu, oraz osoby ze specyficznymi schorzeniami (*Improving...* 2009).

W ostatnich latach szczególną uwagę zwraca się na negatywne skutki fal upałów. Przykładem może być chociażby fala upałów w 2003 r. w południowo-zachodniej Europie. Szacuje się, że przyczyniła się ona do śmierci ponad 30 tys. osób, w tym około 14 tys. we Francji (Laaidi i in. 2006). Problemy zdrowotne związane z obciążającymi warunkami biotermicznymi zostaną szerzej omówione w podrozdziale 2.6.

Bezpośrednią przyczyną wielu problemów zdrowotnych, a także zgonów są ekstremalne zjawiska pogodowe. W Stanach Zjednoczonych najczęściej, po falach upałów, przypadków śmiertelnych następuje na skutek gwałtownych zjawisk pogodowych, zwłaszcza powodzi i silnych wiatrów (tornado i huragany). Dla obszaru Polski brak jest tego rodzaju informacji. Niemniej doniesienia reporterskie wskazują, że silne wiatry są coraz częstszą przyczyną uszczerbków na zdrowiu, a także strat materialnych, również w Polsce. Statystykami medycznymi są objęte jedynie nagłe wypadki, w tym wypadki drogowe. Według danych Komendy Głównej Policji z 1998 r. prawie 19% wypadków drogowych miało miejsce przy niekorzystnych warunkach pogodowych, opadach deszczu i śniegu (16,2%) i mgle (0,9%). Niecałe 2% wypadków wiązało się z innymi zjawiskami pogodowymi, m.in. wiatrem i osłabieniem słońcem (Kuchcik 2001; Kozłowska-Szczęsna i in. 2004). O ile najczęściej wypadków drogowych oraz największa liczba ofiar wśród podróżujących w pojazdach występuje w Polsce latem i jesienią, to dla pieszych najbardziej niebezpiecznym jest okres zimowy. Wtedy to następuje nasilenie takich zdarzeń jak zwichnięcia, złamania i stłuczenia spowodowane upadkami na śliskich nawierzchniach ulic i chodników. Z niekorzystnymi warunkami pogodowymi wiąże się także wzrost ryzyka wypadków przy pracy wykonywanej w terenie otwartym (Kozłowska-Szczęsna, Grzędziński 1990/1991).

1.2. Pośrednie oddziaływania klimatu na zdrowie

Zmiany w stanie zdrowia człowieka są powodowane zarówno bezpośrednio przez pogodę i klimat, jak i pośrednio przez inne elementy środowiska, kształtowane przez ogólne lub miejscowe warunki klimatyczne. Do tej grupy przyczyn chorób można zaliczyć: urbanizację i związany z nią wzrost zanieczyszczeń powietrza, zaopatrzenie w wodę i jej stan sanitarny, zmiany w populacji i rozmieszczeniu owadów przenoszących choroby.

Specyfika radiacyjno-termiczna miast sprawia, że warunki klimatu odczuwalnego wyraźnie różnią się od panujących w ich otoczeniu. W centralnych częściach miasta, o wysokiej zabudowie i przewodze powierzchni sztucznych, temperatura odczuwalna jest średnio o około 5°C wyższa niż na obszarach otaczających miasto (Błażejczyk, Kunert 2006; Błażejczyk, Kuchcik i in. 2014).

Spśród różnych cech środowiska fizycznego miasta najbardziej podatne na wpływy zmian klimatu są: jakość powietrza i wody, poziom hałasu oraz stan zieleni naturalnej i parków. Wśród zanieczyszczeń powietrza szczególnie ważne, z uwagi na konsekwencje zdrowotne, ale także na silne uzależnienie od panujących warunków pogodowych, są pyły zawieszone PM10 oraz ozon. W badaniach projektu EuroHEAT, które objęły dziewięć miast europejskich, stwierdzono wyraźny wzrost (o 16,2%) liczby zgonów w dniach upalnych, w których jednocześnie występował wysoki poziom ozonu. Sytuacje takie są szczególnie groźne dla osób w podeszłym wieku (> 75. roku życia). Wtedy gdy stężenie ozonu było niskie, sama wysoka temperatura powodowała 10,5% wzrost zgonów. Tak więc, samemu wpływowi ozonu można przypisać blisko 6% wzrost zgonów (*Improving...* 2009). W tych samych badaniach stwierdzono także wyraźny wzrost (o 14,3%) liczby zgonów w dniach upalnych, w których jednocześnie występował wysoki poziom pyłu zawieszonego PM10. Wtedy gdy stężenie PM10 było niskie, sama wysoka temperatura powodowała 10,5% wzrost zgonów. Tak więc wpływowi zapylenia można przypisać około 4% wzrost zgonów. W Polsce, a zwłaszcza w obrębie dużych aglomeracji, stan czystości powietrza jest niezadawalający. Najnowszy raport Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska wskazuje, że na znacznym obszarze kraju normy zawartości w powietrzu ozonu oraz pyłu PM10 są przekraczane (*Stan Środowiska...* 2014). Niemniej z uwagi na brak danych epidemiologicznych o zachorowaniach i zgonach związanych z zanieczyszczeniem powietrza zagadnienie to nie zostało podjęte w prowadzonych obecnie badaniach.

Bezpośrednią przyczyną chorób układu pokarmowego 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. Do zakażeń najczęściej dochodzi w cieplej porze roku. W tym okresie wysoka temperatura powietrza sprzyja namnażaniu się różnych bakterii w nieodpowiednio przygotowanych i przechowywanych artykułach spożywczych. Dlatego też w Polsce wyraźny wzrost bakteryjnych zatruc pokarmowych występuje w miesiącach letnich. Obserwowany w ostatnich latach wzrost temperatury powietrza oraz coraz częstsze latem okresy upalne stają się niebezpieczne dla naszego zdrowia. Zmniejszenie zatruc pokarmowych związane z ogólną poprawą warunków sanitarnych może być w miesiącach letnich niweczone przez szybszy rozwój zakażeń bakteryjnych w podwyższonej temperaturze powietrza (Błażejczyk i in. 2011; Błażejczyk, Błażejczyk 2012b).

Do chorób wektorowych w Polsce należą choroby przenoszone przez kleszcze. Do najczęstszych i najgroźniejszych chorób odkleszczowych należą: kleszczowe zapalenie mózgu (KZM) oraz borelioza (choroba z Lyme). W ostatnich latach

Tabela 1.1. Oddziaływania ekologiczne i zdrowotne poszczególnych elementów klimatu

Table 1.1. Ecological and health effects of particular climate elements

Element klimatu <i>Climate element</i>	Miara <i>Measure</i>	Oddziaływanie środowiskowe <i>Ecological effects</i>	Oddziaływanie zdrowotne <i>Health effects</i>	Wybrane pozycje literatury <i>Selected references</i>
Promieniowanie słoneczne <i>Solar radiation</i>	Wzrost dopływu UV <i>UV increase</i>	Brak danych <i>No data</i>	Wzrost zachorowań na nowotwory skóry <i>Increase in skin cancer</i>	Błażejczyk, Błażejczyk 2012b Lityńska i in. 2001 Lucas i in. 2006
	Intensywna insolacja <i>Insolation</i>	Brak danych <i>No data</i>	Udar słoneczny <i>Solar stroke</i> Wypadki drogowe <i>Road accidents</i>	Błażejczyk i in. 1999 Jendritzky 1995 Kieć-Świerczyńska, Kręcisz 2008 Kozłowska-Szczęсна, Błażejczyk 1998
Temperatura powietrza <i>Air temperature</i>	Fale upałów <i>Heat waves</i>	Wzrost stężeń ozonu troposferycznego <i>Increase in tropospheric ozone concentration</i>	Wzrost zgonów <i>Increase in mortality</i> Udary cieplne <i>Heat stroke</i> Odwodnienie <i>Dehydration</i> Astma <i>Asthma</i>	Baccini i in. 2011 Desai 2002 Diaz i in. 2006 D'Ippoliti i in. 2010 Kuchcik 2003
	Fale zimna <i>Cold waves</i>	Wzrost PM10 i SO ₂ <i>Increase in PM10 and SO₂</i>	Wychłodzenie <i>Overcooling</i> Układ oddechowy <i>Respiratory system</i> Urazy <i>Accidents</i> Astma <i>Asthma</i>	Analisit i in. 2008 Donaldson, Keatinge 1997 Eng, Mercer 1998 Eurowinter Group 1997 Gyllerup 1998
	Gorące lata <i>Hot summers</i>	Rozwój kleszczy <i>Boreliosis infections</i> Zanieczyszczenie wody <i>Water pollution</i>	Zatrucia pokarmowe <i>Digestive intoxications</i> Choroby odkleszczowe <i>Vector born diseases</i>	Błażejczyk 2009a,b Błażejczyk, Błażejczyk 2012a Błażejczyk, McGregor 2007, 2008 Michelozzi i in. 2009
	Ciepłe zimy <i>Warm winters</i>	Przyspieszenie sezonu pylenia <i>Early flowering and pollens</i>	Nasilenie alergii i astmy <i>Increase in allergies and asthma</i> Wczesne infekcje kleszczowe <i>Early boreliosis infections</i>	Kiewra i in. 2004 Lindgren, Jaenson 2006 Siuda 1993
Opad atmosferyczny <i>Precipitation</i>	Intensywne opady <i>Heavy rains</i>	Powódzie, zanieczyszczenie ujęć wody pitnej, pogorszenie warunków drogowych <i>Flooding, pollution of drinking water, bad road conditions</i>	Zatrucia pokarmowe <i>Digestive intoxication</i> Utonięcia <i>Drownings</i> Wypadki drogowe <i>Road accidents</i>	Błażejczyk 2009a,b Błażejczyk, Błażejczyk 2012b Confalonieri i in. 2007 Kuchcik 1998 Mączyński 1972 Skotak 2010
	Susze <i>Droughts</i>	Zapylenie powietrza, alergeny roślinne <i>Air pollution, allergens</i>	Astma <i>Asthma</i> Alergie <i>Allergies</i>	Małolepszy 1996 Peternel i in. 2004
Wiatr <i>Wind</i>	Cisze <i>Calms</i>	Stagnacja zanieczyszczeń <i>Air pollution increase</i>	Astma <i>Asthma</i> Układ oddechowy <i>Respiratory system</i>	Samoliński i in. 2009 Thompson i in. 1996
	Silne wiatry <i>Strong winds</i>	Zniszczenia budynków <i>Buildings' destruction</i>	Wypadki śmiertelne <i>Deaths</i> Układ nerwowy <i>Nervous system</i>	Keatinge 2002 Keatinge, Donaldson 1998 Przybyła 1994
Ciśnienie atmosferyczne <i>Air pressure</i>	Ciśnienie <i>Pressure</i> Zmiany ciśnienia <i>Changes in pressure</i>	Brak danych <i>No data</i>	Układ krążenia <i>Circulatory system</i> Układ nerwowy <i>Nervous system</i>	Huszczka 1951 Kozłowska-Szczęсна i in. 2004

Źródło Source: opracowanie własne *own elaboration*.

obserwuje się wyraźny wzrost zarejestrowanych zachorowań na te choroby, co wiąże się z obserwowanymi zmianami w środowisku, w tym zmianami klimatycznymi. Wzrost temperatury powietrza sprawił, że kleszcze znalazły dogodne warunki bytowania w środkowej Europie. Ocieplenie się klimatu jest odpowiedzialne za wydłużenie okresu ich żerowania, który trwa od marca do listopada (Lingren, Jeansen 2006).

Ten krótki przegląd stanu wiedzy dotyka tylko najważniejszych problemów związanych z oddziaływaniem klimatu i jego zmian na stan zdrowia Polaków. Jak już wspomniano do wyjątków należą ujęcia regionalne, tak ważne w świetle przestrzennego zróżnicowania klimatu oraz jego przewidywanych zmian. Autorzy mają nadzieję, że przeprowadzone badania pozwolą na wypełnienie tej ważnej luki informacyjnej.

Badania oddziaływania niektórych elementów klimatu na zachorowania i zgony 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 1.1. Informacje te nie wyczerpują przedstawianych zagadnień, a stanowią jedynie wskazanie problemu.

1.3. Materiały i metoda badań

Z uwagi na specyfikę tematu w badaniach oparto się na dwóch grupach danych: epidemiologicznych (o zachorowaniach i zgonach z powodu niektórych chorób klimatyzależnych) oraz klimatycznych (o radiacyjnych, termicznych, wilgotnościowych, wiatrowych i opadowych cechach klimatu). Uwzględniono także dane demograficzne o liczbie ludności.

Ciągi obserwacyjne dotyczące chorób klimatyzależnych zostały zaczerpnięte z różnych źródeł:

- ▶ dane o zachorowalności na grypę (liczbie zachorowań na 100 tys. mieszkańców) w okresie 1960–2007, zaczerpnięto z *Roczników Statystycznych Polski*, GUS, a za lata 2008–2014 z raportów Państwowego Zakładu Higieny (PZH) *Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce*,
- ▶ dane o zachorowalności na salmonellozę (liczbie zatruc pokarmowych *Salmonellą* na 100 tys. mieszkańców) w okresie 1960–2007 zaczerpnięto z *Roczników Statystycznych Polski*, GUS, a za lata 2008–2014 z raportów PZH *Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce*,
- ▶ dane o zachorowalności na boreliozę (liczbie zachorowań na 100 tys. mieszkańców) obejmują okres 1996–2014, źródłem są raporty PZH *Choroby zakaźne i zatrucia w Polsce*,

- ▶ liczbę zgonów z powodu ekstremalnych zjawisk pogodowych w okresie 1990–2014 zaczerpnięto z Centrum Badań Epidemiologicznych Skutków Katastrof (*Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – CRED*) przy Uniwersytecie Katolickim w Louvain, Belgia (<http://www.emdat.be/database>),
- ▶ dane o zachorowalności i umieralności na nowotwory skóry za lata 1999–2012 (zachorowania i zgony na 100 tys. mieszkańców) zaczerpnięto z Krajowego Rejestru Nowotworów przy Centrum Onkologii (<http://onkologia.org.pl/>),
- ▶ dane o umieralności z powodu czerniaka (zgony 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 umieralności z przyczyn układu oddechowego i układu krążenia (liczbie zgonów na 100 tys. mieszkańców) za lata 1961–2007 oraz 2011 i 2012 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.

Dane epidemiologiczne dotyczące umieralności z przyczyn układu krążenia i układu oddechowego oraz zgonów z wychłodzenia obejmują okresy roczne i odnoszą się do całego obszaru Polski. Dla części zdarzeń zdrowotnych istnieją statystyki dla poszczególnych województw. Dotyczą one następujących chorób: grypa, zatrucia pokarmowe (w tym zatrucia *Salmonellą*), zakażenia boreliozą, kleszczowe zapalenie mózgu, zachorowania i zgony na nowotwory skóry. W większości przypadków dotyczą one okresów rocznych. Analizując stan zdrowia społeczeństwa, odnoszono się zatem bądź do obszaru całej Polski, bądź też do poszczególnych województw.

Z uwagi na specyfikę informacji epidemiologicznych zestawiono je z wartościami średnimi obszarowymi elementów meteorologicznych. Oparto się na wspólnym dla wytypowanych stacji meteorologicznych okresie 1973–2014, a dane o rozdzielczości dobowej zaczerpnięto z serwisu NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Do obliczenia średnich powierzchniowych wykorzystano dane z 26 stacji meteorologicznych IMGW: Białystok, Bielsko-Biała, Elbląg, Gdańsk-Rębiechowo, Gorzów Wielkopolski, Katowice-Pyrzowice, Kielce, Koszalin, Kraków-Balice, Lesko, Lublin-Radawiec, Łódź-Lublinek, Olsztyn, Opole, Poznań-Ławica, Pszczyna, Rzeszów-Jasionka, Siedlce, Suwałki, Szczecin-Dąbie, Świnoujście, Tarnów, Toruń, Warszawa-Okęcie, Wrocław-Starachowice, Zielona Góra. Analizie poddano różne charakterystyki klimatyczne. Obejmują one:

- ▶ średnią temperaturę powietrza,
- ▶ średnią oraz absolutną minimalną temperaturę powietrza,
- ▶ średnią oraz absolutną maksymalną temperaturę powietrza,
- ▶ liczbę dni z temperaturą maksymalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$,
- ▶ liczbę dni z temperaturą maksymalną $\geq 25^{\circ}\text{C}$,
- ▶ liczbę dni z temperaturą minimalną $< -10^{\circ}\text{C}$,
- ▶ sumę opadu,
- ▶ liczbę dni z opadem,
- ▶ liczbę dni z wiatrem silnym ($v > 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$),
- ▶ liczbę dni z wiatrem słabym ($v \leq 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Charakterystyki te wyznaczono dla poszczególnych miesięcy, roku i sezonów: lata (czerwiec, lipiec i sierpień), zimy (grudzień, styczeń i luty), okresu ciepłego – od maja do września (V–IX) i okresu chłodnego – od listopada do marca (XI–III).

W odniesieniu do wyjaśnienia zmian zachorowalności i umieralności na nowotwory skóry wykorzystano informacje o sumach miesięcznych całkowitego promieniowania słonecznego ze stacji aktynometrycznej IGiPZ PAN w centrum Warszawy za lata 1999–2014.

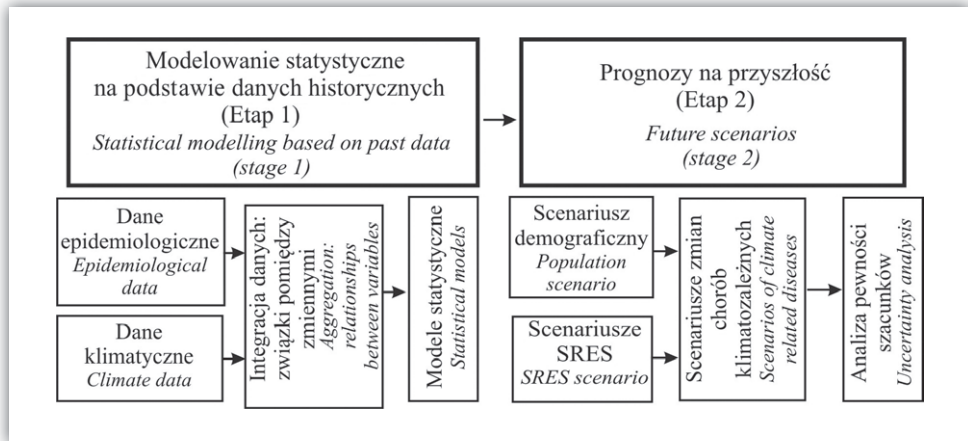
W analizie wpływu obciążających warunków biotermicznych na ryzyko zgonu wykorzystano dobowe dane o liczbie zgonów ogółem oraz o panujących danego dnia warunkach meteorologicznych za lata 1993–2003 zgromadzone w ramach dwóch projektów:

- ▶ projektu PHEWE (*Assessment and Prevention of Acute Health Effects of Weather Conditions in Europe*) realizowanego w ramach 5 Programu Ramowego UE oraz
- ▶ projektu KBN pt. *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*.

Zgromadzono także informacje o liczbie ludności poszczególnych województwach w latach 2004–2013 zawarte w Rocznikach Demograficznych.

W badaniach wykorzystano schemat zaproponowany przez Goslinga i innych (2009). Składa się on z dwóch etapów (ryc. 1.2). W pierwszym etapie poszukiwano modeli statystycznych relacji pomiędzy niezależnymi zmiennymi klimatycznymi a zależnymi zmiennymi dotyczącymi zachorowalności i umieralności. Ten etap badań opierał się na zbiorach danych historycznych. W drugim etapie dokonano prognoz na przyszłość. Na podstawie istniejących projekcji zmian klimatu, opartych na scenariuszach emisji gazów cieplarnianych SRES (Nakicenovic i in. 2000), opracowano zestaw niezależnych zmiennych klimatycznych występujących w modelach statystycznych przygotowanych w pierwszym etapie badań i na tej

podstawie obliczono możliwe zmiany zachorowań i zgonów na choroby klimatozależne do końca XXI wieku. Do obliczenia możliwej liczby zachorowań i zgonów wykorzystano także prognozy dotyczące zmian demograficznych.



Rycina 1.2. Schemat badań dotyczących prognozy zachorowań i zgonów na choroby klimatozależne

Figure 1.2. Methodology scheme regarding the generation of projections of climate related diseases

Źródło Source: zaadaptowane z Gosling i in. (2009) adapted from Gosling et al. (2009).

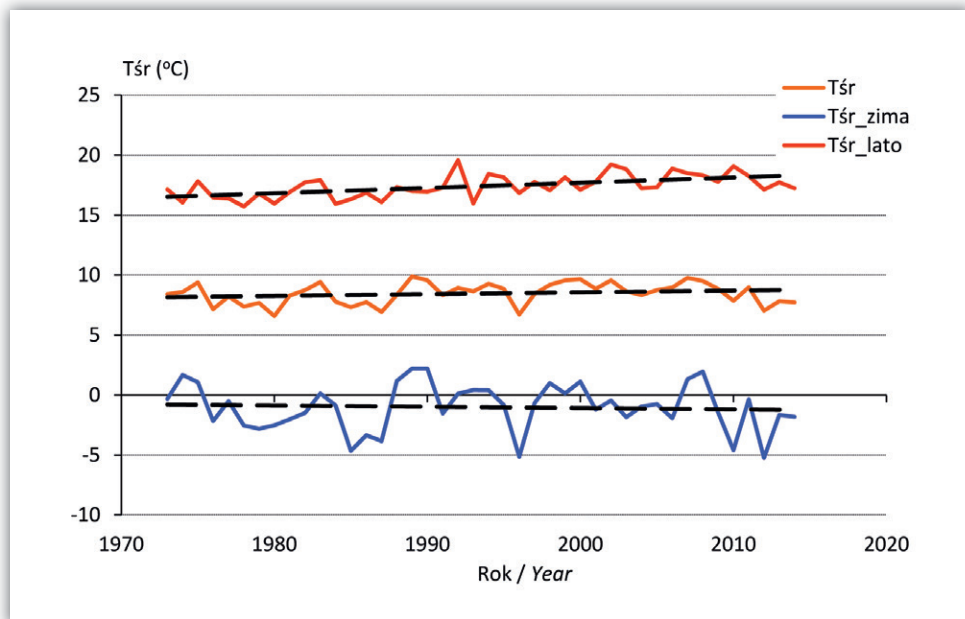
2. Zmiany warunków klimatycznych w Polsce w okresie 1973–2014

Przedmiotem prowadzonych badań jest możliwy wpływ warunków klimatycznych na występowanie niektórych chorób (nazywanych ogólnie klimatozależnymi) lub zgonów z niektórych przyczyn (układu krążenia, układu oddechowego, nowotworów skóry). Dlatego też w tej części opracowania zostanie przedstawiona zmienność czasowa tych cech klimatu, które w świetle dotychczasowych badań mogą oddziaływać na zachorowalność lub umieralność. Jak podano w podrozdziale 1.3, posłużono się średnimi obszarowymi wartościami zmiennych klimatycznych obliczonymi na podstawie danych z 26 stacji meteorologicznych reprezentujących różne obszary Polski.

2.1. Temperatura powietrza

W większości badań dotyczących umieralności lub zapadalności na choroby klimatozależne stwierdza się, że ogromną rolę odgrywają w tym zakresie warunki termiczne. W obecnych badaniach uwzględniono różne charakterystyki warunków termicznych: temperaturę średnią (miesięczną, sezonową i roczną), temperaturę minimalną i maksymalną (średnią i absolutną w przedziale miesięcznym, sezonowym i rocznym) oraz liczbę dni charakterystycznych termicznie: z temperaturą maksymalną $< 0^{\circ}\text{C}$ (dni mroźne), z temperaturą minimalną $< -10^{\circ}\text{C}$ (dni bardzo mroźne), z temperaturą maksymalną $> 25^{\circ}\text{C}$ (dni gorące).

W badanym wieloleciu średnia roczna obszarowa temperatura powietrza wynosiła $8,5^{\circ}\text{C}$ i wahała się od $6,6^{\circ}\text{C}$ w 1980 r. do $9,8^{\circ}\text{C}$ w 2007 r. i $9,9^{\circ}\text{C}$ w 1989 roku. Sezonowe wartości temperatury powietrza zmieniały się latem od $15,5^{\circ}\text{C}$ (1978 r.) do $19,6^{\circ}\text{C}$ (1992 r.), natomiast zimą od $-5,2^{\circ}\text{C}$ (2012 r.) do $2,2^{\circ}\text{C}$ (lata 1989 i 1990). Średnie wieloletnie wyniosły $17,4^{\circ}\text{C}$ dla lata oraz $-1,0^{\circ}\text{C}$ dla zimy. Pomiędzy rokiem 1973 i 2014 miał miejsce stopniowy wzrost temperatury powietrza (ryc. 2.1). W przypadku wartości dla lata trend wzrostowy temperatury był istotny



Rycina 2.1. Średnie obszarowe wartości temperatury powietrza w kolejnych latach okresu 1973–2014; Tśr – średnia roczna, Tśr_lato – średnia dla lata, Tśr_zima – średnia dla zimy

Figure 2.1. Mean spatial values of air temperature in consecutive years of the period 1973–2014; Tśr – yearly mean, Tśr_lato – summer mean, Tśr_zima – winter mean

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

statystycznie na poziomie $p = 0,0002$ i wyniósł $0,043^{\circ}\text{C}/\text{rok}$. W przypadku średniej rocznej trend jest istotny dopiero na poziomie $p = 0,19$ i wyniósł $0,015^{\circ}\text{C}/\text{rok}$. Duża zmienność z roku na rok średniej temperatury miesięcy zimowych sprawia, że nie zaznacza się żaden istotny statystycznie trend zmian (tab. 2.1).

Średnia roczna wartość temperatury minimalnej wyniosła $4,0^{\circ}\text{C}$ i wahała się od $2,5^{\circ}\text{C}$ w 1987 r. do $5,4^{\circ}\text{C}$ w 2014 roku. Rok 2014 charakteryzował się także najwyższą średnią temperaturą minimalną okresu letniego, która wyniosła wtedy $13,4^{\circ}\text{C}$ (najniższa wartość tej charakterystyki, $10,5^{\circ}\text{C}$, przypadła w 1976 r.), przy średniej wieloletniej wynoszącej $12,0^{\circ}\text{C}$. Zimą średnia temperatura minimalna wyniosła $-3,8^{\circ}\text{C}$ i zmieniała się od $-8,2^{\circ}\text{C}$ w 1996 r. do $-0,6^{\circ}\text{C}$ w 1990 roku. Analizując trendy zmian, można zauważyć, że zarówno wartości średnie roczne, jak i średnie dla lata są istotne statystycznie co najmniej na poziomie $p = 0,05$. W całym badanym okresie średnia roczna temperatura minimalna wzrosła o $0,8^{\circ}\text{C}$ ($0,015^{\circ}\text{C}/\text{rok}$), a średnia dla lata – aż o $1,7^{\circ}\text{C}$ ($0,043^{\circ}\text{C}/\text{rok}$). W miesiącach zimowych zmienność tej charakterystyki w kolejnych latach była bardzo duża i nie można wyznaczyć żadnego trendu zmian (ryc. 2.2, tab. 2.1).

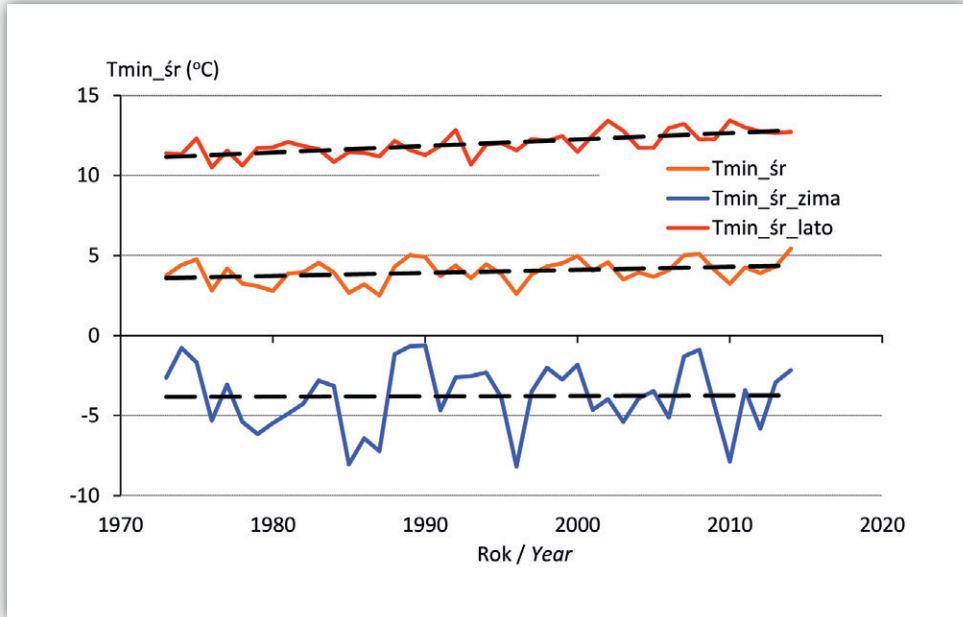
Tabela 2.1. Charakterystyki statystyczne (wartość p, współczynnik korelacji – r, współczynnik determinacji – R²) i trendów zmian analizowanych parametrów temperatury powietrza w Polsce w okresie 1973–2014

Table 2.1. Statistical characteristics (p-value, correlation coefficient – r, determination coefficient – R²) and trends in air temperature parameters in Poland, 1973–2014

Parametr termiczny <i>Thermal parameter</i>	p-value	r	R ²	Trend roczny <i>Annual trend</i>
Średnia roczna temperatura powietrza (T _{śr}) <i>Mean yearly air temperature</i>	0,19	0,21	4,3	0,015°C
Średnia temperatura powietrza lata (T _{śr_lato}) <i>Mean summer air temperature</i>	0,0002	0,55	30,3	0,043°C
Średnia temperatura powietrza zimy (T _{śr_zima}) <i>Mean winter air temperature</i>	0,66	-0,07	0,5	-0,011°C
Średnia roczna minimalna temperatura powietrza (T _{min_śr}) <i>Mean annual minimum air temperature</i>	0,04	0,32	10,3	0,019°C
Średnia minimalna temperatura powietrza dla lata (T _{min_śr_lato}) <i>Mean minimum air temperature for summer</i>	< 0,0001	0,68	45,7	0,040°C
Średnia minimalna temperatura powietrza dla zimy (T _{min_śr_zima}) <i>Mean minimum air temperature for winter</i>	0,93	0,01	0,02	0,002°C
Średnia roczna maksymalna temperatura powietrza (T _{max_śr}) <i>Mean annual maximum air temperature</i>	< 0,0001	0,59	34,6	0,049°C
Średnia maksymalna temperatura powietrza dla lata (T _{max_śr_lato}) <i>Mean maximum air temperature for summer</i>	< 0,0001	0,66	44,1	0,069°C
Średnia maksymalna temperatura powietrza dla zimy (T _{max_śr_zima}) <i>Mean maximum air temperature for winter</i>	0,38	0,14	1,9	0,020°C
Absolutna minimalna temperatura powietrza dla roku (T _{min}) <i>Lowest yearly minimum air temperature</i>	0,33	-0,15	2,4	-0,052°C
Absolutna minimalna temperatura powietrza dla lata (T _{min_lato}) <i>Lowest minimum air temperature for summer</i>	0,001	0,49	23,5	0,056°C
Absolutna minimalna temperatura powietrza dla zimy (T _{min_zima}) <i>Lowest minimum air temperature for winter</i>	0,32	-0,16	2,4	-0,053°C
Absolutna maksymalna temperatura powietrza dla roku (T _{max}) <i>Highest yearly maximum air temperature</i>	< 0,0001	0,53	28	0,149°C
Absolutna maksymalna temperatura powietrza dla lata (T _{max_lato}) <i>Highest maximum air temperature for summer</i>	< 0,0001	0,52	27	0,070°C
Absolutna maksymalna temperatura powietrza dla zimy (T _{max_zima}) <i>Highest maximum air temperature for winter</i>	0,25	0,18	3,3	0,030°C
Roczna liczba dni z temperaturą maksymalną < 0°C (T _{max<0}) <i>Yearly number of days with maximum temperature < 0°C</i>	0,94	0,01	0,01	0,013 dni days
Liczba dni z temperaturą maksymalną < 0°C zimą (T _{max<0_zima}) <i>Winter number of days with maximum temperature < 0°C</i>	0,8	0,04	0,2	0,040 dni days
Roczna liczba dni z temperaturą maksymalną ≥ 25°C (T _{max≥25}) <i>Yearly number of days with maximum temperature > 25°C</i>	< 0,0001	0,56	31,8	0,505 dni days
Liczba dni z temperaturą maksymalną ≥ 25°C latem (T _{max>25_lato}) <i>Summer number of days with maximum temperature > 25°C</i>	< 0,0001	0,56	31,6	0,425 dni days
Roczna liczba dni z temperaturą minimalną < -10°C (T _{min<-10}) <i>Yearly number of days with minimum temperature < -10°C</i>	0,8	0,03	0,1	0,030 dni days
Liczba dni z temperaturą minimalną < -10°C zimą (T _{min<-10_zima}) <i>Winter number of days with minimum temperature < -10°C</i>	0,8	0,02	0,1	0,020 dni days

Wartości zaznaczone pogrubioną czcionką oznaczają zmiany istotne statystycznie
Statistically significant values are marked in bold

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.



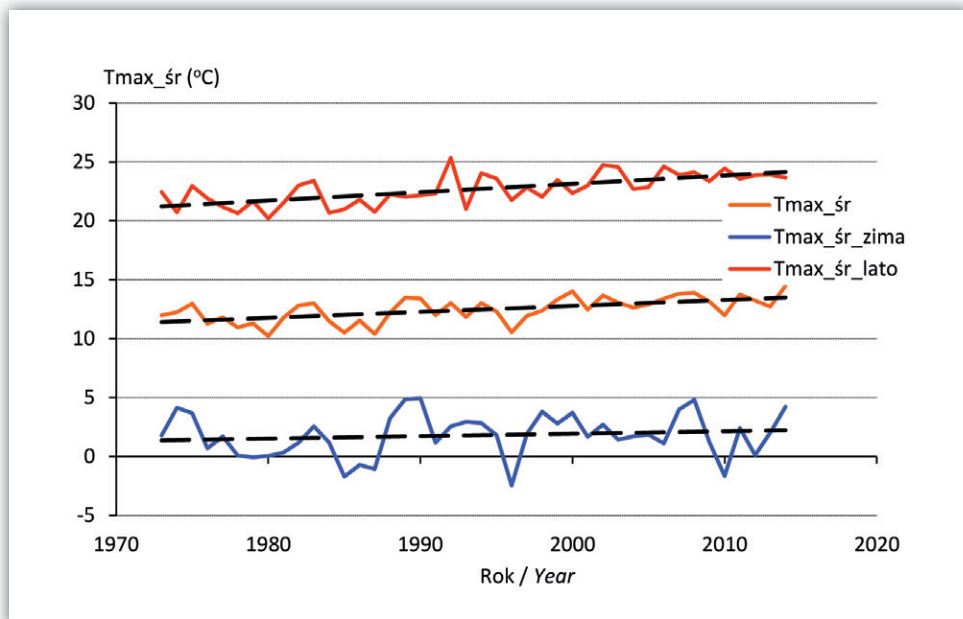
Rycina 2.2. Średnie obszarowe wartości średniej minimalnej temperatury powietrza w kolejnych latach okresu 1973–2014; $T_{min_śr}$ – średnia roczna, $T_{min_śr_lato}$ – średnia dla lata, $T_{min_śr_zima}$ – średnia dla zimy

Figure 2.2. Average spatial values of mean minimum air temperature in consecutive years of the period 1973–2014; $T_{min_śr}$ – yearly mean, $T_{min_śr_lato}$ – summer mean, $T_{min_śr_zima}$ – winter mean

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Średnia temperatura maksymalna jest wyraźnie zróżnicowana sezonowo. W miesiącach zimowych wyniosła ona $1,8^{\circ}\text{C}$, a latem $22,7^{\circ}\text{C}$ (przy średniej rocznej równej $12,4^{\circ}\text{C}$). Najcieplejsze zimy, ze średnią temperaturą maksymalną $4,9^{\circ}\text{C}$ przypadły w latach 1989 i 1990, natomiast najcieplejsze lato ($T_{max_śr_lato} = 25,3^{\circ}\text{C}$) wystąpiło w 1992 roku. Z uwagi na wartości średnie roczne ($T_{max_śr}$) najchłodniejszy był 1980 r. ($10,2^{\circ}\text{C}$), a najcieplejszy 2014 r. ($14,5^{\circ}\text{C}$). W wieloletnim okresie 1973–2014 obserwowano bardzo wyraźny, istotny statystycznie trend wzrastający wynoszący $0,049^{\circ}\text{C}/\text{rok}$ w przypadku średniej rocznej i $0,069^{\circ}\text{C}/\text{rok}$ w odniesieniu do średniej dla miesięcy letnich (ryc. 2.3, tab. 2.1).

Skrajne wartości temperatury minimalnej obejmowały bardzo duży zakres. Najniższą jej wartość ($-34,6^{\circ}\text{C}$) zanotowano w styczniu 1987 r. w Białymstoku, a najwyższą wartość ($13,9^{\circ}\text{C}$) – w sierpniu 2002 r. w Gorzowie Wielkopolskim. Uwzględniając średnie obszarowe wartości absolutne temperatury minimalnej, oceniono, że najzimniejszy był 1987 r., z wartością T_{min} , uśrednioną dla



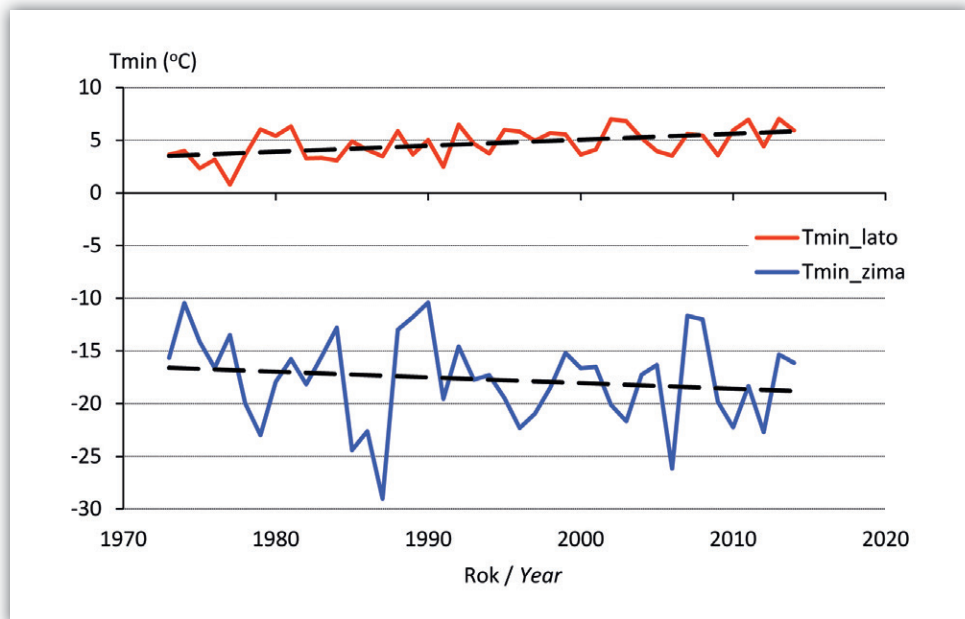
Rycina 2.3. Średnie obszarowe wartości średniej maksymalnej temperatury powietrza w kolejnych latach okresu 1973–2014; Tmax_śr – średnia roczna, Tmax_śr_lato – średnia dla lata, Tmax_śr_zima – średnia dla zimy

Figure 2.3. Average spatial values of mean maximum air temperature in consecutive years of the period 1973–2014; Tmax_śr – yearly mean, Tmax_śr_lato – summer mean, Tmax_śr_zima – winter mean

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

wszystkich analizowanych stacji, wynoszącą $-29,0^{\circ}\text{C}$. Najcieplejsze miesiące zimowe obserwowano w latach 1974 i 1990, z wartością Tmin_zima wynoszącą $-10,4^{\circ}\text{C}$. Najchłodniejsze miesiące letnie wystąpiły w 1977 r. (Tmin_lato = $0,8^{\circ}\text{C}$), a najcieplejsze – w latach 2002 i 2013 (Tmin_lato = $7,0^{\circ}\text{C}$). W badanym okresie zaobserwowano wyraźny, istotny statystycznie trend dodatni temperatury maksymalnej wynoszący $0,056^{\circ}\text{C}/\text{rok}$. W miesiącach zimowych miał natomiast miejsce trend ujemny, aczkolwiek nieistotny statystycznie, równy $-0,053^{\circ}\text{C}/\text{rok}$ (ryc. 2.4, tab. 2.1).

Najwyższą temperaturę maksymalną ($39,6^{\circ}\text{C}$) zanotowano w sierpniu 1989 r. w Rzeszowie, a jej wartość najniższą ($-5,0^{\circ}\text{C}$) w Suwałkach, w lutym 1986 roku. Biorąc pod uwagę wartości Tmax uśrednione obszarowo dla całej Polski, można stwierdzić, że najcieplejsze lato wystąpiło w 1994 r. ($36,2^{\circ}\text{C}$), a najcieplejsza zima – w 1990 r. ($17,7^{\circ}\text{C}$). Najchłodniejsze lato przypadło w 1980 r. ($28,1^{\circ}\text{C}$), a najchłodniejsza zima – w 1996 r. ($5,8^{\circ}\text{C}$). W wieloleciu 1973–2014 miał miejsce wyraźny,



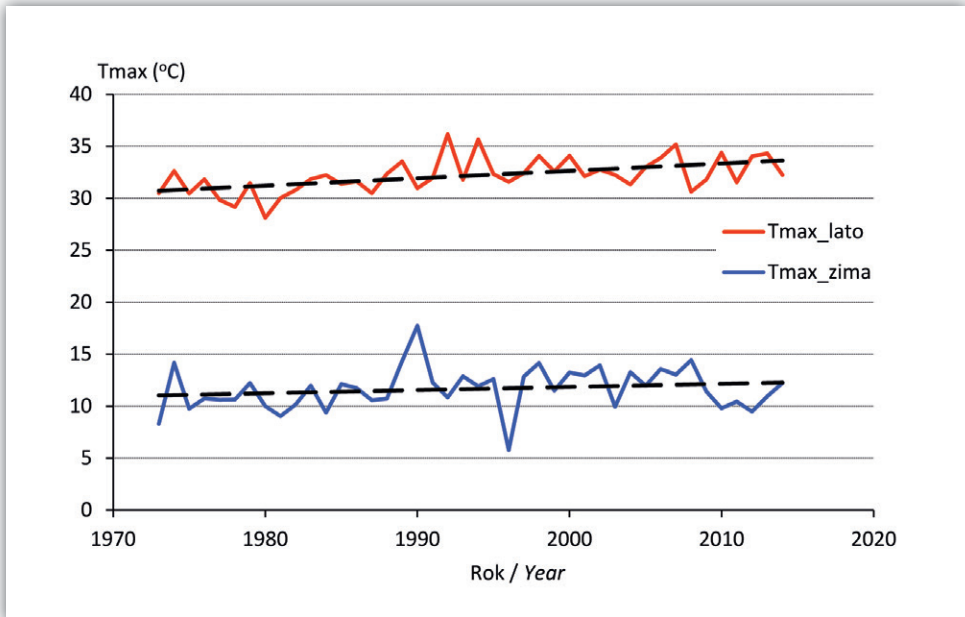
Rycina 2.4. Średnie obszarowe wartości absolutnej minimalnej temperatury powietrza w kolejnych latach okresu 1973–2014; Tmin_lato – średnia dla lata, Tmin_zima – średnia dla zimy

Figure 2.4. Average spatial values of lowest minimum air temperature in consecutive years of the period 1973–2014; Tmin_lato – summer mean, Tmin_zima – winter mean

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

istotny statystycznie trend wzrostowy temperatury maksymalnej dla miesięcy letnich (Tmax_lato). Wyniósł on aż $0,07^{\circ}\text{C}/\text{rok}$. Dla miesięcy zimowych trend zmian Tmax_zima nie był istotny (ryc. 2.5, tab. 2.1).

W analizie warunków termicznych, zwłaszcza w odniesieniu do zagadnień zdrowia, istotne jest prześledzenie zmienności sytuacji o charakterystycznych wartościach temperatury. W obecnych badaniach uwzględniono trzy kategorie dni: gorących (z temperaturą maksymalną $\geq 25^{\circ}\text{C}$), mroźnych (z temperaturą maksymalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$) oraz bardzo mroźnych (z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$). W przypadku dni gorących ich średnia wieloletnia liczba wyniosła 36,6 dni w roku oraz 29,7 w miesiącach letnich. W poszczególnych latach liczba tych dni zmieniała się od 12,9 w 1980 r. (11,6 latem 1980 r.) do 61,4 w 2002 r. (48,7 latem tego samego roku). Obserwuje się przy tym wyraźny, istotny statystycznie trend wzrostowy częstości dni gorących. Wynosi on około $0,75^{\circ}\text{C}$ na rok zarówno dla wartości rocznych, jak i dla wartości miesięcznych (ryc. 2.6, tab. 2.1).



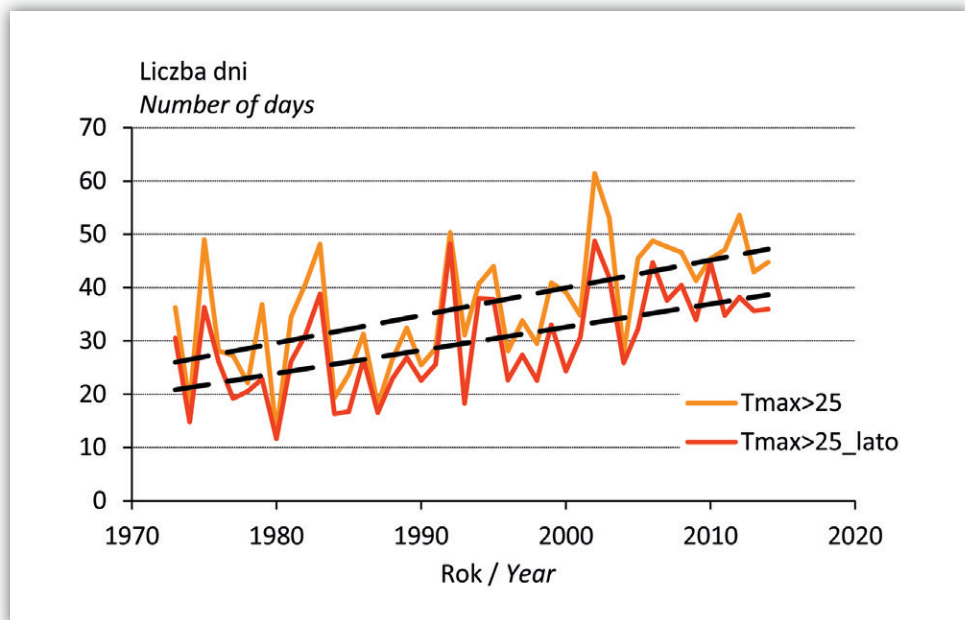
Rycina 2.5. Średnie obszarowe wartości absolutnej maksymalnej temperatury powietrza w kolejnych latach okresu 1973–2014; Tmax_lato – średnia dla lata, Tmax_zima – średnia dla zimy

Figure 2.5. Average spatial values of highest maximum air temperature in consecutive years of the period 1973–2014; Tmax_lato – summer mean, Tmax_zima – winter mean

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

W przypadku dni mroźnych ich liczba roczna była średnio biorąc na poziomie liczby dni gorących i wynosiła 32,6. Zmieniała się ona od 8,1 w 1974 r. do 68,3 w 1996 roku. Biorąc pod uwagę jedynie miesiące zimowe, można stwierdzić, że średnia liczba dni mroźnych wynosiła 27,8, przy zmienności od 8,1 (1974 r.) do 59,2 (1996 r.). W badanym okresie nie obserwowano żadnego wyraźnego trendu zmian. Zaznaczyły się natomiast okresy z wyraźnie podwyższoną, powyżej wartości średniej wieloletniej, liczbą dni mroźnych. Były to lata: od 1977 do 1981, 1985–1987, 1995–1997 oraz 2010 rok. Mało dni mroźnych (poniżej 20) wystąpiło natomiast w latach: 1973–1975, 1988–1990, 1999 oraz 2007 i 2008.

Dni bardzo mroźnych było średnio około 16 rocznie z wahaniami od około 2 w 1974 r. do 41 w 1987 roku. Podobnie jak w przypadku dni mroźnych, nie stwierdzono żadnego wieloletniego trendu zmian ich liczby, a jedynie okresy zwiększonej i zmniejszonej częstości. Okresy te pokrywały się z wymienionymi okresami związanymi z liczbą dni mroźnych.



Rycina 2.6. Średnie obszarowe liczby dni gorących w kolejnych latach okresu 1973–2014; Tmax>25 – średnia liczba roczna, Tmax>25_lato – średnia liczba dla lata

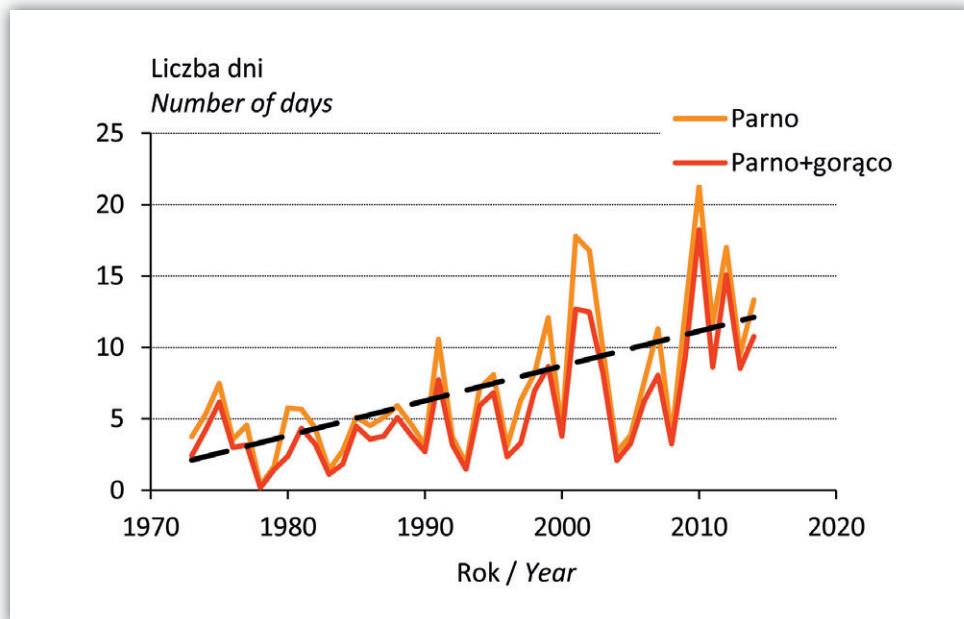
Figure 2.6. Spatial average number of hot days in the years 1973–2014; Tmax>25 – mean yearly number, Tmax>25_lato – mean summer number

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

2.2. Dni parne

Dla osób starszych, osób chorych na astmę i osób z zaburzeniami funkcjonowania układu krążenia uciążliwe są sytuacje pogodowe związane z wysoką temperaturą oraz wilgotnością powietrza. Warunki takie wywołują tzw. uczucie parności. W obecnym opracowaniu jako miarę uczucia parności zastosowano kryterium Scharlau'a (ciśnienie pary wodnej w powietrzu $\geq 18,8$ hPa). Jako szczególnie uciążliwe przyjęto takie sytuacje, gdy jednocześnie występowały wysokie ciśnienie pary wodnej oraz temperatura powietrza przekraczająca 25°C.

W badanym wieloleciu liczba dni parnych wyniosła średnio 7,1 rocznie, a siedem z tych dni przypadało w miesiącach letnich (czerwiec–sierpień). Najwięcej dni parnych, bo aż około 21, zanotowano w 2010 roku. Natomiast w 1978 r. był to tylko jeden dzień w roku. Przy uwzględnieniu kryterium wilgotnościowego i termicznego (parno i gorąco) liczba uciążliwych sytuacji atmosferycznych wyniosła średnio około 5,5 w roku, a ekstremalne lata (2010 i 1978) cechowały się liczbą takich dni równą odpowiednio: 18 i 0,5 (ryc. 2.7).



Rycina 2.7. Średnie obszarowe liczby dni parnych w kolejnych latach okresu 1973–2014; Parno – średnia liczba roczna, Parno+gorąco – średnia liczba roczna dni jednocześnie parnych i gorących

Figure 2.7. Spatial average number of sultry days in the years 1973–2014; Parno – mean yearly number, Parno+gorąco – mean yearly number sultry and hot

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Tabela 2.2. Charakterystyki statystyczne (wartość p, współczynnik korelacji – r, współczynnik determinacji – R^2) i trendy zmian analizowanych parametrów parności w Polsce w okresie 1973–2014

Table 2.2. Statistical characteristics (p-value, correlation coefficient – r, determination coefficient – R^2) and trends of sultriness parameters in Poland, 1973–2014

Parametry parności <i>Sultriness parameters</i>	p-value	r	R^2	Trend roczny <i>Annual trend</i>
Roczna liczba dni parnych (Parno) <i>Yearly number of sultry days</i>	< 0,0001	0,61	37,4	0,238 dni <i>days</i>
Liczba dni parnych latem (Parno_lato) <i>Summer number of sultry days</i>	< 0,0001	0,61	36,6	0,235 dni <i>days</i>
Roczna liczba dni parnych i gorących (Parno+gorąco) <i>Yearly number of sultry and hot days</i>	< 0,0001	0,64	40,6	0,201 dni <i>days</i>
Liczba dni parnych i gorących latem (Parno+gorąco_lato) <i>Summer number of sultry and hot days</i>	< 0,0001	0,63	40,0	0,200 dni <i>days</i>

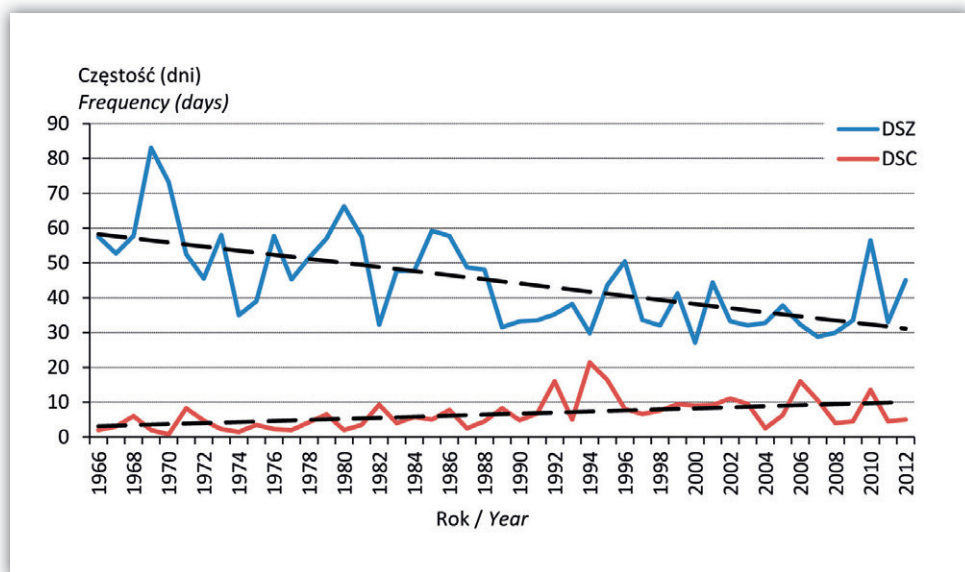
Wartości zaznaczone pogrubioną czcionką oznaczają zmiany istotne statystycznie
Statistically significant values are marked in bold

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Widoczny na rycinie 2.7 wzrost liczby dni parnych (a także dni parnych i jednocześnie gorących) cechuje się bardzo wysoką istotnością statystyczną. Współczynniki korelacji wynoszą od 0,61 do 0,64, a współczynniki determinacji – od 36,6% do 40,6%. Średnie trendy wzrostu omawianych charakterystyk wynoszą od 0,2 do 0,238 dnia na każdy rok kalendarzowy (tab. 2.2).

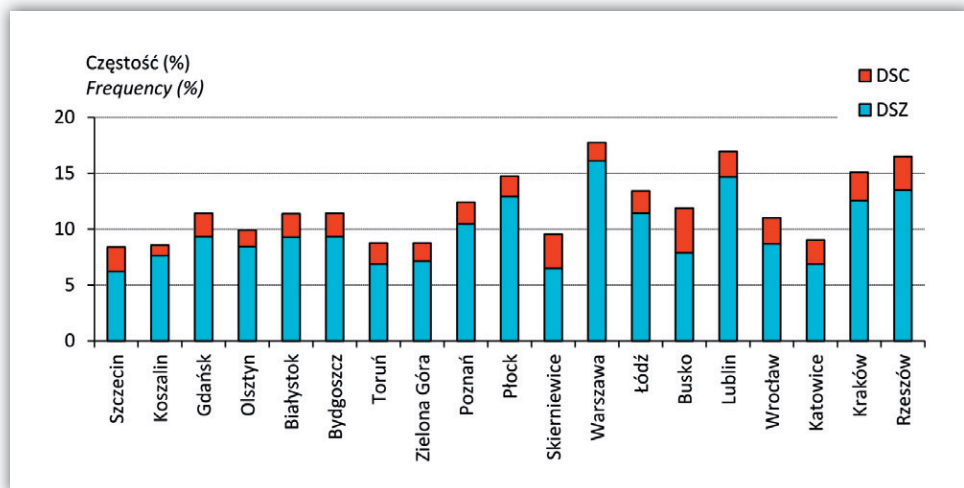
2.3. Obciążające warunki biotermiczne

Wysoka lub niska temperatura powietrza, w połączeniu z pozostałymi elementami pogody, działa na organizm człowieka obciążająco, prowadząc do przeciążenia układu krążenia oraz zwiększając ryzyko poważnych problemów zdrowotnych, a nawet zgonów. W obecnym opracowaniu obciążające warunki biotermiczne zostały opisane za pomocą częstości sytuacji pogodowych powodujących co najmniej silny stres zimna (UTCI < -13°C) lub silny stres ciepła (UTCI > 32°C). W okresie 1973–2012 średnia obszarowa (z pominięciem terenów górskich) częstość silnego stresu zimna wyniosła 42,2 dnia rocznie. W kolejnych latach miała miejsce duża zmienność tej charakterystyki bioklimatycznej. Najmniej takich dni (około 27) wystąpiło w 2000 r., a najwięcej (około 66) – w 1980 roku. W przypadku



Rycina 2.8. Wieloletnia zmienność liczby dni z silnym stresem zimna (DSZ) i liczby dni z silnym stresem ciepła (DSC)

Figure 2.8. Changes in the frequency of days with great cold stress (DSZ) and great heat stress (DSC)



Rycina 2.9. Częstość (%) dni z dużym stresem zimna (DSZ) i dużym stresem ciepła (DSC) w wybranych miastach Polski, 1993–2002

Figure 2.9. Frequency (%) of days with great cold stress (DSZ) and great heat stress (DSC) in selected cities in Poland, 1993–2002

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

silnego stresu ciepła średnio w wieloleciu występowało 7,1 dnia rocznie. Coroczne wahania były mniejsze niż dla silnego stresu zimna. Liczba dni z silnym stresem ciepła wahała się od 1,5 w 1974 r. do około 21 w 1994 roku.

W okresie 1966–2012 zaobserwowano istotne statystycznie (na poziomie $p < 0,01$) trendy zmian obydwu charakterystyk warunków biotermicznych. W przypadku silnego stresu zimna trend ma kierunek ujemny, a liczba takich dni zmniejszała się z około 60 na początku, do około 30 pod koniec okresu. Liczba dni z silnym stresem ciepła ma tendencję wzrostową z 3–4 do około 10 dni. Znamienne jest, że o ile na początku badanego wielolecia dni z silnym stresem zimna były 12 razy częstsze niż dni z silnym stresem ciepła, to pod koniec okresu jest ich jedynie 3-krotnie więcej (ryc. 2.8).

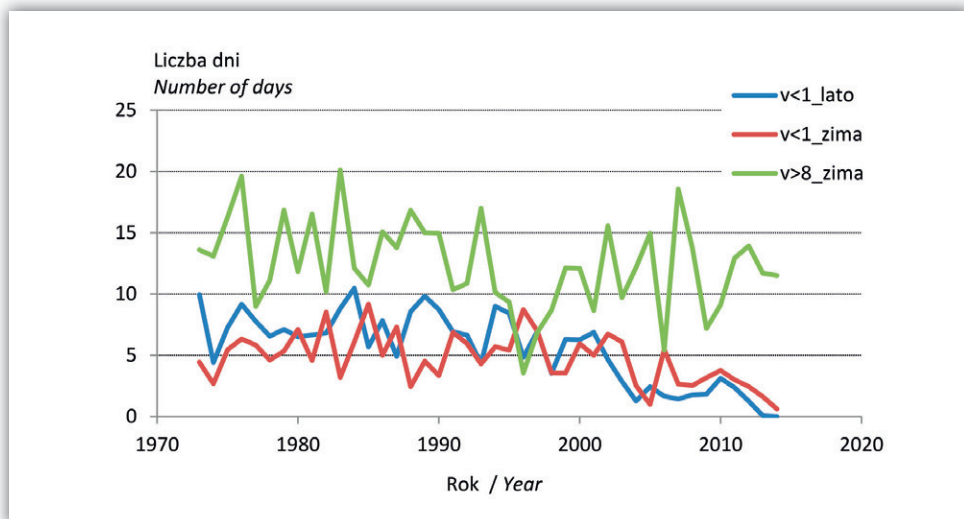
Na podstawie szczegółowych badań częstości DSZ i DSC obejmujących lata 1993–2002 można stwierdzić, że w wybranych miastach, reprezentujących różne regiony Polski, łączna częstość dni z dużym stresem zimna i dużym stresem ciepła waha się od około 8% dni w roku w Koszalinie i Szczecinie do 17–18% w Lublinie i Warszawie. Potwierdza to spostrzeżenia wynikające z analizy wartości średnich obszarowych tych dwóch charakterystyk obciążeń cieplnych, a mówiące, że na przełomie XX i XXI w. dominowały sytuacje DSZ, które były średnio 3-krotnie częstsze niż DSC. Jedynie w miastach Polski wschodniej (Lublin, Rzeszów), w Warszawie i na wybrzeżu Bałtyku przewaga DSZ nad DSC była znacząco większa niż w pozostałej części kraju (ryc. 2.9).

2.4. Wiatr

Wiatr o prędkości przekraczającej $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ma silne działanie bodźcowe na organizm człowieka. Przyczynia się do nasilenia stresu zimna przy niskiej i umiarkowanej temperaturze powietrza oraz nasilenia stresu ciepła przy wysokiej temperaturze otoczenia. Z epidemiologicznego punktu widzenia ważne są także dni z wiatrem bardzo słabym, o prędkości poniżej $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Sytuacje takie sprzyjają stagnacji zanieczyszczeń powietrza, co niekorzystnie wpływa na funkcjonowanie układu oddechowego.

Dni z wiatrem bardzo słabym było wyraźnie mniej niż dni z wiatrem silnym (około 19 rocznie). Latem przypadało ich średnio 5,5, a zimą – około 5. W skrajnych latach największa liczba dni z wiatrem bardzo słabym wynosiła: około 30 rocznie (1989 r.), 10,5 latem (1984 r.) i 9 zimą (1985 r.). Były także lata (2013 i 2014) o bardzo małej liczbie dni z takimi warunkami wiatrowymi. Roczna ich liczba nie przekraczała wtedy 2 dni, a latem i zimą średnio mniej niż 1 dzień (ryc. 2.10).

W wieloletnim okresie 1973–2014 średnia obszarowa, roczna liczba dni z wiatrem silnym wynosiła około 34. W miesiącach letnich liczba takich dni wynosiła średnio 5,7, a w miesiącach zimowych – 12,4 (ryc. 2.10). Latami z największą liczbą dni



Rycina 2.10. Średnie obszarowe liczby dni z wiatrem bardzo słabym ($v < 1$) i silnym ($v > 8$) w kolejnych latach okresu 1973–2014; $v < 1$ _lato – dni z wiatrem bardzo słabym latem, $v < 1$ _zima – dni z wiatrem bardzo słabym zimą, $v > 8$ _zima – dni z wiatrem silnym zimą

Figure 2.10. Spatial average number of days with very weak ($v < 1$) and strong ($v > 8$) wind in the years 1973–2014; $v < 1$ _lato – days with very weak wind in summer, $v < 1$ _zima – days with very weak wind in winter, $v > 8$ _zima – days with strong wind in winter

z silnym wiatrem okazały się: 1976 r. (48 dni w roku), 2003 r. (9 dni latem) i 1983 r. (20 dni zimą). Z kolei najmniej dni wietrznych obserwowano w 1996 r. (16, z tego 4 dni zimą) oraz 1997 r. (1 dzień latem).

W badanym wieloleciu istotne statystycznie zmiany obserwowano jedynie w przypadku liczby dni z wiatrem bardzo słabym. Liczba takich dni zmniejszała się istotnie (na poziomie p od 0,03 do $< 0,0001$) zarówno w skali roku, jak i sezonów: letniego i zimowego. Współczynniki korelacji wynoszą od -0,45 (dla zimy) do -0,77 (dla lata). Tempo zmian różni się zależnie od okresu. W przypadku roku jest to około -0,44 dnia rocznie, dla zimy około -0,18 rocznie, a dla miesięcy letnich jedynie -0,075 dnia rocznie (tab. 2.3).

Tabela 2.3. Charakterystyki statystyczne (wartość p , współczynnik korelacji – r , współczynnik determinacji – R^2) i trendy zmian analizowanych parametrów prędkości wiatru w Polsce w okresie 1973–2014

Table 2.3. Statistical characteristics (p -value, correlation coefficient – r , determination coefficient – R^2) and trends of wind speed parameters in Poland, 1973–2014

Parametr prędkości wiatru <i>Wind speed parameter</i>	p -value	r	R^2	Trend roczny <i>Annual trend</i>
Roczna liczba dni z wiatrem $\leq 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($V<1$) <i>Yearly number of days with wind $\leq 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$</i>	$< 0,0001$	-0,75	55,7	-0,436 dni days
Liczba dni z wiatrem $\leq 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ latem ($V<1_{\text{lato}}$) <i>Summer number of days with wind $\leq 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$</i>	$< 0,0001$	-0,77	59,1	-0,180 dni days
Liczba dni z wiatrem $\leq 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ zimą ($V<1_{\text{zima}}$) <i>Winter number of days with wind $\leq 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$</i>	0,003	-0,45	20,1	-0,075 dni days
Roczna liczba dni z wiatrem $> 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($V>8$) <i>Yearly number of days with wind $> 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$</i>	0,69	-0,06	0,4	-0,049 dni days
Liczba dni z wiatrem $> 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ zimą ($V>8_{\text{zima}}$) <i>Winter number of days with wind $> 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$</i>	0,33	-0,15	2,3	-0,045 dni days

Wartości zaznaczone pogrubioną czcionką oznaczają zmiany istotne statystycznie

Statistically significant values are marked in bold

Zródło Source: opracowanie własne *own elaboration*.

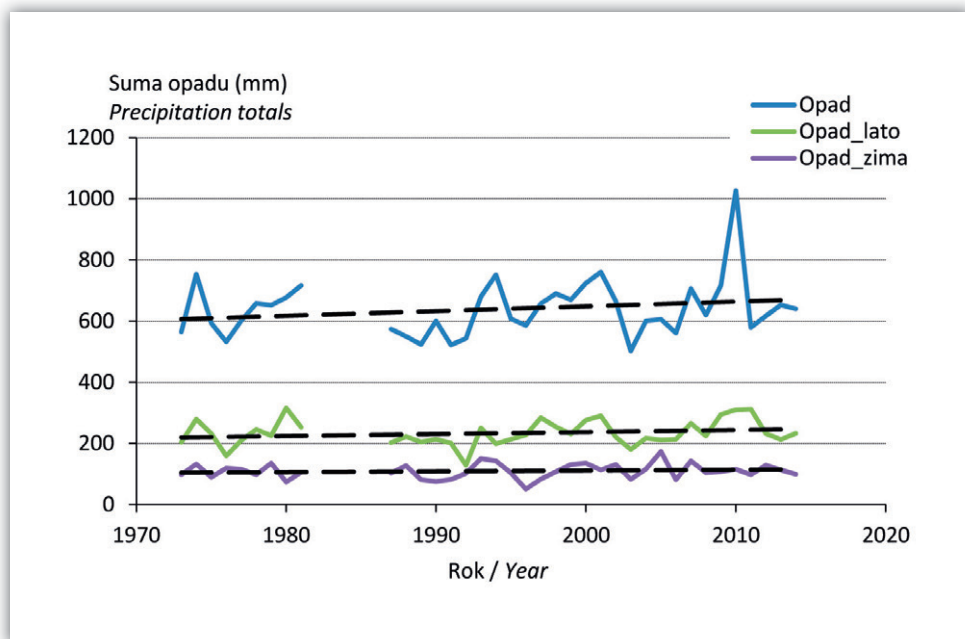
2.5. Opady atmosferyczne

Opady atmosferyczne są ważnym elementem klimatu. W odniesieniu do badanego zagadnienia wpływu klimatu na stan zdrowia człowieka opady są czynnikiem, który z jednej strony oddziałuje na skłonność do infekcji chorobowych w chłodnej porze roku, z drugiej natomiast opady (ich suma i częstość występowania) wpływają na warunki rozwoju owadów (komary, kleszcze), zwiększając ryzyko tzw. chorób wektorowych.

W wieloletnim okresie 1973–2014 średnia obszarowa roczna suma opadów wyniosła 640 mm, przy czym latem spadało 234 mm, a zimą 110 mm opadów. W poszczególnych latach średnie obszarowe różniły się od siebie znacznie. Na przykład, w 2003 r. spadło średnio 502 mm, a w 2010 r. – aż 1027 mm opadu. Także sumy sezonowe różniły się znacząco. Latem 1992 r. spadło tylko 129 mm, latem 1980 r. – aż 316 mm. Podobnie zimą, w 1996 r. opad wyniósł jedynie 50 mm, a w 2005 r. – 174 mm (ryc. 2.11).

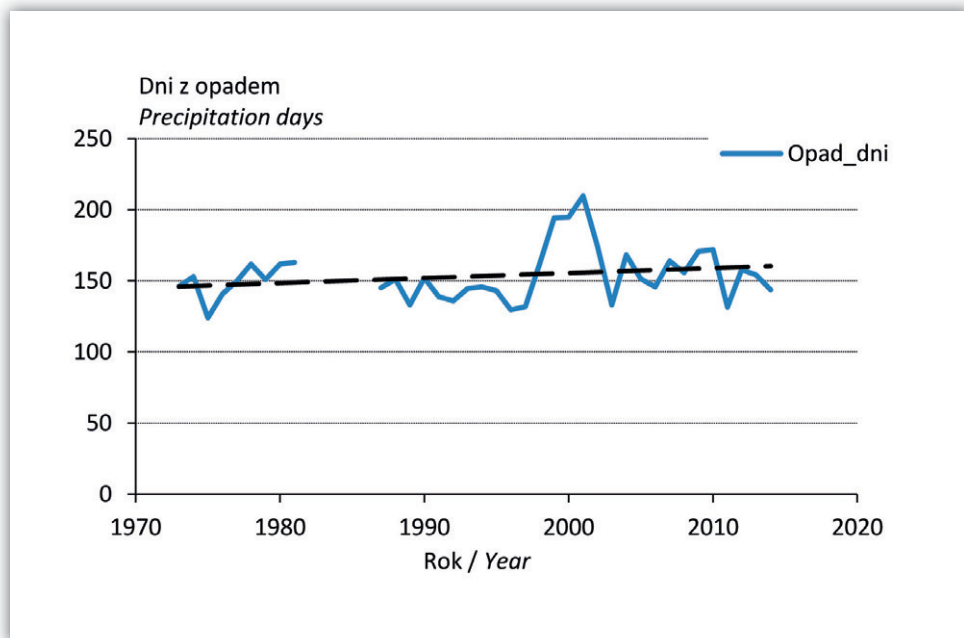
Jeśli chodzi o liczbę dni z opadem, to średnio w roku było ich 154, przy wahaaniach od 124 (1975 r.) do 210 (2001 r.). Latem opady objęły średnio 39 dni (maksymalnie 52 w 2000 r., a minimalnie 25 w 1992 r.), natomiast zimą – 42 dni (od 24 dni w 1996 r. do 62 w 1999 r.) – rycina 2.12.

Analiza statystyczna wieloletniej zmienności opadów nie wykazała żadnych istotnych statystycznie trendów. Współczynniki korelacji zarówno dla sum opadów, jak i dla liczby dni z opadem są niskie, od 0,09 do 0,21, a współczynniki determinacji nie przekraczają 4,4% (tab. 2.4).



Rycina 2.11. Średnie obszarowe sumy opadów atmosferycznych w kolejnych latach okresu 1973–2014; Opad – suma roczna, Opad_lato – suma dla lata, Opad_zima – suma dla zimy

Figure 2.11. Spatial average precipitation totals in the years 1973–2014; Opad – yearly totals, Opad_lato – summer totals, Opad_zima – winter totals



Rycina 2.12. Średnie obszarowe liczby dni z opadem w roku (Opad_dni)

Figure 2.12. Spatial average number of precipitation days (Opad_dni)

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Tabela 2.4. Charakterystyki statystyczne (wartość p, współczynnik korelacji – r, współczynnik determinacji – R²) i trendy zmian analizowanych parametrów opadu w Polsce w okresie 1973–2014

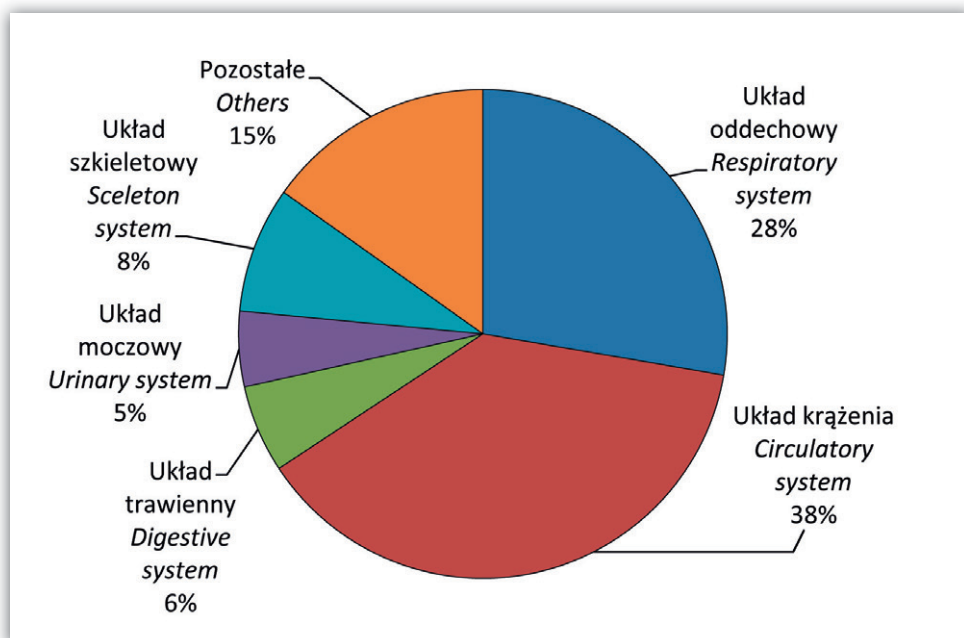
Table 2.4. Statistical characteristics (p-value, correlation coefficient – r, determination coefficient – R²) and trends of precipitation parameters in Poland, 1973–2014

Parametr opadu Precipitation parameter	p-value	r	R ²	Trend roczny Annual trend
Roczna suma opadu (Opad) Yearly precipitation totals	0,37	0,15	2,3	1,058 mm
Suma opadu latem (Opad_lato) Summer precipitation totals	0,37	0,15	2,3	0,470 mm
Suma opadu zimą (Opad_zima) Wintery precipitation totals	0,58	0,09	0,9	0,182 mm
Roczna liczba dni z opadem (Opad_dni) Yearly number of days with precipitation	0,30	0,17	3,0	0,253 dni days
Liczba dni z opadem latem (Opad_dni_lato) Summer number of days with precipitation	0,29	0,18	3,2	0,092 dni days
Liczba dni z opadem zimą (Opad_dni_zima) Winter number of days with precipitation	0,21	0,21	4,4	0,130 dni days

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

3. Choroby klimatozależne i ich zmienność w Polsce

Pod pojęciem „choroby klimatozależne” należy rozumieć wszystkie sytuacje zdrowotne, które w sposób bezpośredni lub pośredni są w mniejszym lub większym stopniu zależne od czynników klimatycznych. Można je rozpatrywać w aspekcie oddziaływania na poszczególne układy organizmu (krążenia, oddechowy, nerwowy, trawienny) bądź też jako poszczególne jednostki chorobowe lub konkretne zdarzenia zdrowotne. W obecnym opracowaniu zastosowano, w zależności od dostępności danych, obydwa podejścia.

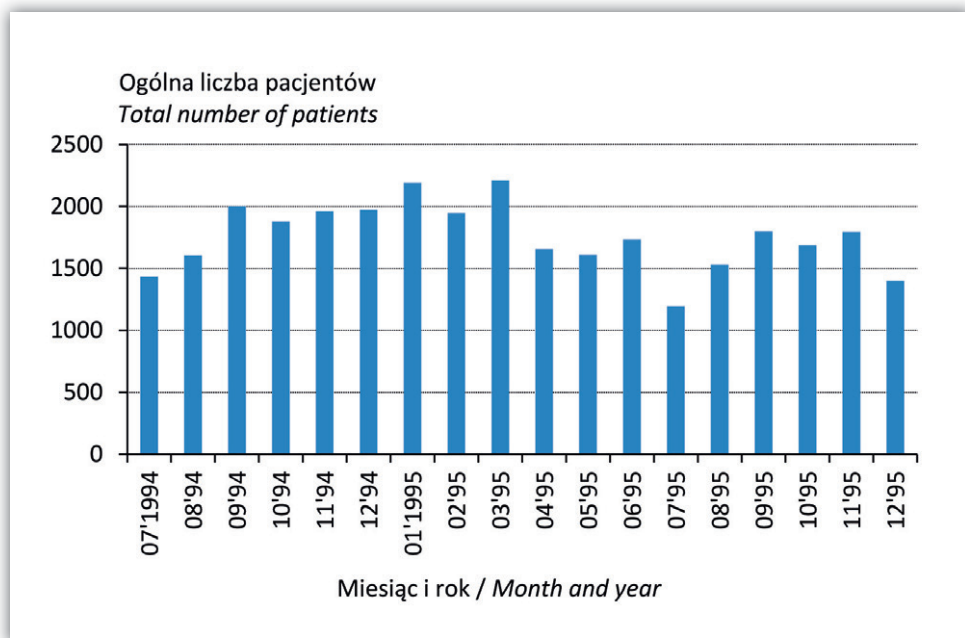


Rycina 3.1. Struktura porad lekarskich wg schorzeń różnych układów w przychodni rejonowej na Grochowie w Warszawie, 1994–1995

Figure 3.1. Structure of diseases due to various systems reported by outpatient surgery at Grochów (Warsaw), 1994–1995

Największym problemem w badaniu zmienności chorób klimatozależnych jest brak ogólnodostępnych baz danych dotyczących zachorowań na choroby, których jedną z przyczyn mogą być warunki pogodowe (jak na przykład infekcji górnych dróg oddechowych). Ogólnopolskie bazy danych wskazane w podrozdziale 1.3 dotyczą tylko wybranych chorób (nowotwory, zatrucia, choroby zakaźne). W przypadku niektórych analiz (np. problemy zdrowotne związane z układem krążenia i układem oddechowego) można się było zatem posłużyć jedynie rocznymi statystykami zgonów.

Dlatego też, przed przystąpieniem do szczegółowych analiz przedstawiono niektóre wyniki badań związanych ze strukturą porad lekarskich w jednej z przychodni rejonowych na warszawskim Grochowie. Rejestrację udzielonych porad lekarskich, z podziałem na różne grupy chorób, prowadzono tam każdego dnia pracy przychodni w okresie od lipca 1994 r. do grudnia 1995 roku. Ogólnie w tym czasie lekarze udzielili ponad 31 tys. porad lekarskich. Prawie 38% z nich dotyczyło pacjentów zgłaszających dolegliwości układu krążenia (m.in. choroba niedokrwienna, niewydolność krążenia, nadciśnienie tętnicze, miażdżyca), a 28%



Rycina 3.2. Ogólna miesięczna liczba porad lekarskich udzielonych w przychodni rejonowej na Grochowie w Warszawie w okresie lipiec 1994–grudzień 1995

Figure 3.2. Total number of patients registered monthly in outpatient surgery at Grochów (Warsaw) from July 1994 till December 1995

– chorób układu oddechowego (m.in. przeziębienia, nieżyty gardła, zapalenie oskrzeli, zapalenie płuc). Choroby układu moczowego, trawiennego i szkieletowo-kostnego dotyczyły 5–8% pacjentów, a pozostałe choroby, w tym nowotwory i cukrzyca objęły 15% osób (ryc. 3.1).

W pracy badanej przychodni wyraźnie zaznaczają się zmiany sezonowe liczby udzielonych porad lekarskich. W miesiącach letnich, a zwłaszcza w lipcu i sierpniu, korzystało z nich mniej pacjentów (1–1,5 tys. miesięcznie), natomiast w sezonie zimowym 1994/1995 miesięczna liczba pacjentów przekroczyła 2 tys. (ryc. 3.2). Te wyraźne różnice sezonowe były spowodowane bardzo zmienną liczbą pacjentów zgłaszających się z chorobami układu oddechowego (por. podrozdział 3.2). W przypadku pozostałych grup chorób tak wyraźnej sezonowości nie obserwowano.

Ten niewielki i na pewno nie w pełni reprezentatywny przykład pokazuje jednak, jak sezonowe cechy klimatu Polski mogą wpływać na zachorowania na poszczególne choroby. Znajduje to także potwierdzenie w analizie sezonowych zmian liczby zgonów, których najwięcej występuje w chłodnym okresie roku. Jest to zjawisko typowe dla umiarkowanej strefy klimatycznej (Błażejczyk, McGregor 2007, 2008; Idzikowska 2011). Badania prowadzone w ramach projektu PHEWE wykazały, że w okresie 1993–2003 średnia dzienna liczba zgonów zmieniała się w Krakowie od około 17 w miesiącach letnich do 19–21 zimą. W Warszawie, w tym samym okresie średnia dobowa liczba zgonów wahała się od 40 w miesiącach letnich do 50 w miesiącach zimowych. Należy jednak pamiętać, że statystyki te dotyczą ogólnej liczby zgonów bez podawania ich przyczyny. Zagadnienie sezonowego zróżnicowania zgonów w aspekcie panujących warunków biotermicznych zostanie szerzej omówione w podrozdziale 3.6.

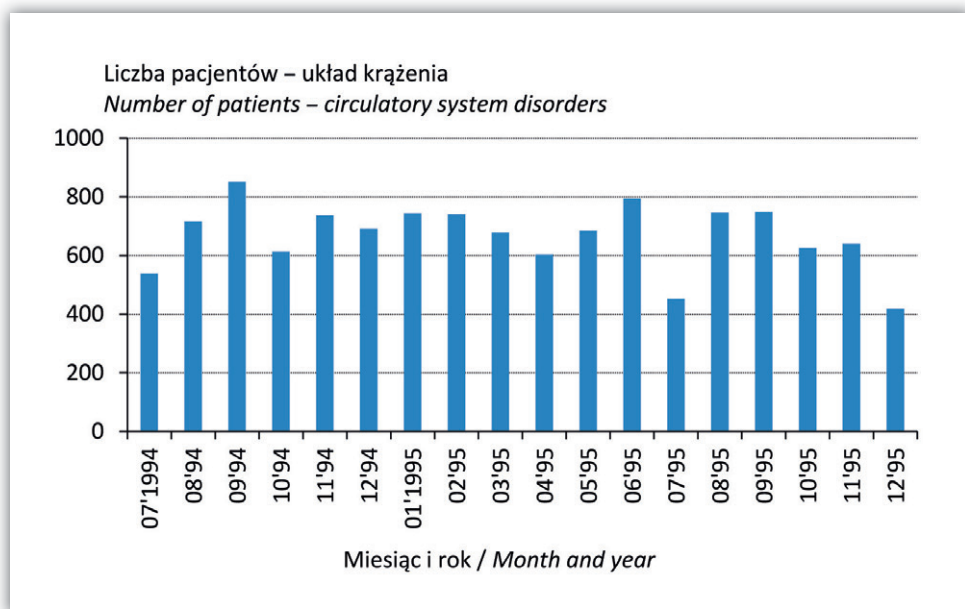
3.1. Choroby i zgony z przyczyn układu krążenia

W Europie Środkowej, w tym w Polsce, choroby układu krążenia są główną przyczyną zgonów. Nasilenie objawów choroby niedokrwiennej serca, podwyższenie częstości zawałów mięśnia sercowego oraz zwiększenie wahań ciśnienia tętniczego krwi obserwuje się w czasie zmian pogody. Hospitalizacje chorych z powodu tzw. ostrych zdarzeń kardiologicznych, a nawet spowodowane nimi zgony są zdecydowanie częstsze w półroczu chłodnym niż ciepłym (McGregor 1999; Höppe 2002; Kozłowska-Szczęsna i in. 2004; Błażejczyk, McGregor 2007).

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 (tzw. 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. Wzrost ciśnienia tętniczego rozkurczowego najczęściej występuje wtedy, gdy przemieszcza się front chłodny. W przypadku osób z zaburzeniami ciśnienia tętniczego krwi i z innymi dolegliwościami układu krążenia najbardziej uciążliwe są dni upalne oraz parne, kiedy zmniejsza się wydolność oddechowa płuc, a intensywne regulacja temperatury ciała powoduje dodatkowe obciążenie pracy serca, a zwłaszcza spadek ciśnienia tętniczego krwi. Niesprzyjające warunki atmosferyczne (stres ciepła i zimna, duże wahania ciśnienia atmosferycznego, wysoka wilgotność powietrza) są odpowiedzialne za około 20% zawałów mięśnia sercowego (Skrobowski 1998; Kozłowska-Szczęśna i in. 2004).

We wspomnianych wyżej badaniach na Grochowie miesięczna liczba pacjentów kardiologicznych zmieniała się od około 400 osób w lipcu i grudniu 1995 r., do około 800 we wrześniu 1994 r. i czerwcu 1995 roku. Sezonowy obraz zmian w odniesieniu do grupy chorób układu krążenia był w cytowanych badaniach bardzo niewyraźny (ryc. 3.3).

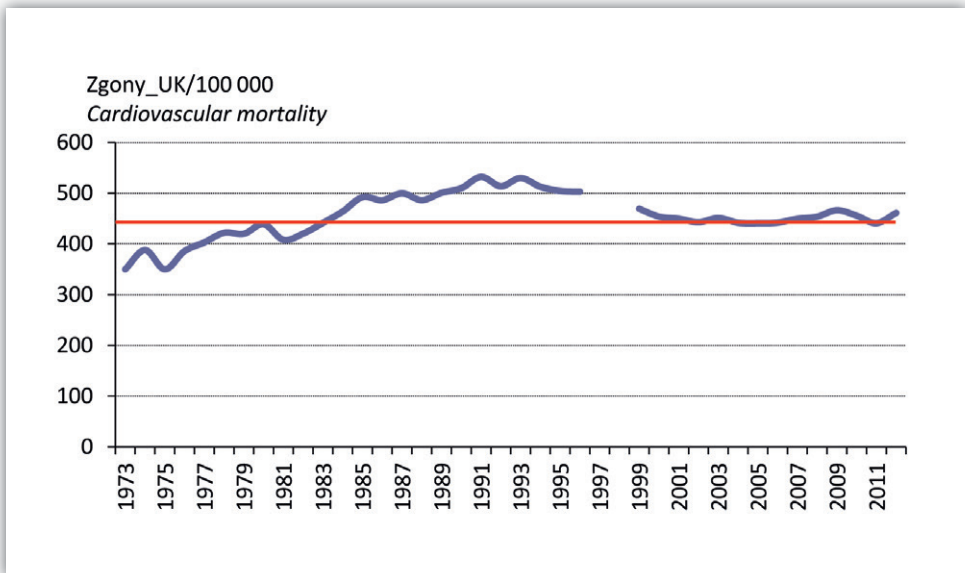


Rycina 3.3. Miesięczna liczba porad lekarskich związanych z niedomaganiem układu krążenia, udzielonych w przychodni rejonowej na Grochowie w Warszawie w okresie lipiec 1994–grudzień 1995

Figure 3.3. Monthly number of patients with cardiovascular diseases in outpatients surgery at Grochów (Warsaw) from July 1994 till December 1995

Zasygnalizowane wyżej wyniki badań dotyczą niestety tylko wybranych obszarów oraz małych grup badanych osób. Brak jest ogólnopolskiej bazy danych o zachorowaniach na choroby układu krążenia. W obecnych badaniach posłużono się zatem z konieczności informacjami o liczbie zgonów określonych w statystykach ogólnopolskich jako „zgony z przyczyn układu krążenia”. Zgony o takiej klasyfikacji stanowiły w latach 1973–2012 średnio około 47% wszystkich zgonów, przy wahaniami od 40% w 1975 r. do 52% w 1993 roku.

Średnia roczna liczba zgonów z przyczyn układu krążenia wynosiła w Polsce około 454 osoby na 100 tys. mieszkańców. W poszczególnych latach badanego okresu liczba zgonów wahała się od 350 na 100 tys. osób w 1973 r. do około 530 na 100 tys. w latach 1991 i 1993. Obserwując zmiany wieloletnie zgonów z przyczyn układu krążenia, widać wyraźnie stopniowy ich wzrost od 1973 r. do początku lat 90. XX wieku. Przy czym cały okres od 1983 r. do 2000 r. odznaczał się liczbą zgonów wyższą od średniej wieloletniej. Ostatnia dekada ubiegłego wieku cechowała się stopniowym spadkiem liczby zgonów z 530 do około 450 na 100 tys. mieszkańców. Pierwsza dekada obecnego wieku charakteryzuje się natomiast względnie stabilną liczbą zgonów, zbliżoną do średniej wieloletniej i waha się od 441 do 466 na 100 tys. (ryc. 3.4).



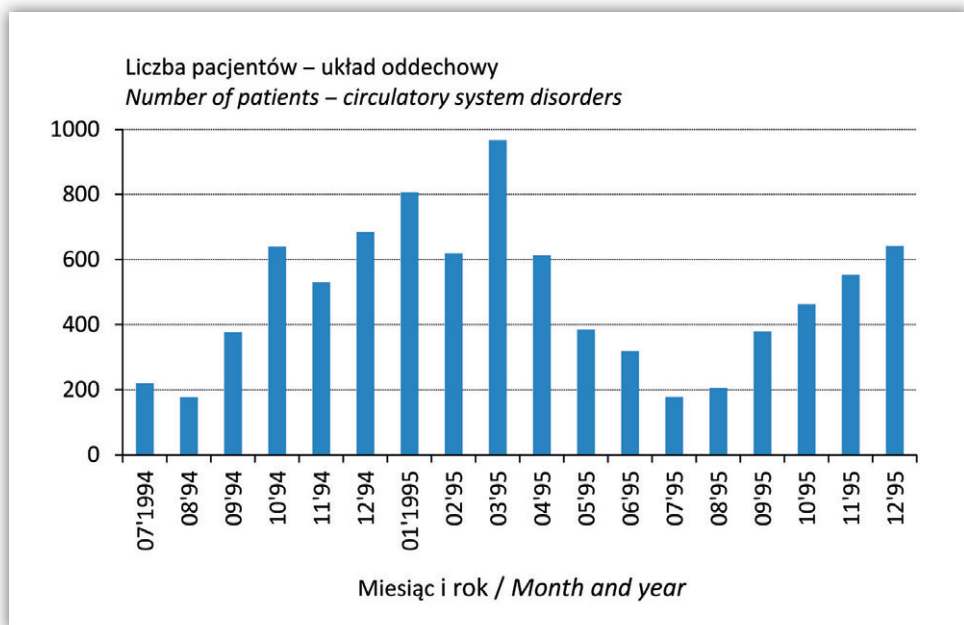
Rycina 3.4. Zmienność wieloletnia zgonów z przyczyn układu krążenia w Polsce; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu

Figure 3.4. Changes of cardiovascular mortality in Poland; red line indicates mean value for studied period

3.2. Choroby i zgony z przyczyn układu oddechowego

Układ oddechowy jest szczególnie narażony na bezpośrednie działanie powietrza atmosferycznego. Dorosły człowiek wdycha około 10–12 m³ powietrza w ciągu doby. Przez układ oddechowy dostaje się do organizmu powietrze o różnych cechach fizycznych (temperaturze, wilgotności) oraz o różnym składzie chemicznym.

Do najczęstszych chorób układu oddechowego, na których wywołanie lub nasilenie mają wpływ warunki atmosferyczne można wymienić m.in.: astmę, nieżyty nosa, gardła i oskrzeli, zapalenie płuc i oskrzeli czy przewlekłą obturacyjną chorobę płuc (POChP). Maksimum częstości objawów astmy i nieżyty oskrzeli występuje jesienią (Tromp 1968). Dolegliwości układu oddechowego (w tym objawy astmy) zdarzają się częściej wtedy, gdy temperatura powietrza w miesiącach zimowych jest wyższa niż przeciętna, a w miesiącach letnich – niższa (Verlato i in. 2002). Napady astmy oskrzelowej nasilają się w 1 do 3 dni po przejściu chłodnego frontu atmosferycznego, a większość chorych odczuwa dolegliwości intensywniej



Rycina 3.5. Miesięczna liczba porad lekarskich związanych z niedomaganiem układu oddechowego, udzielonych w przychodni rejonowej na Grochowie w Warszawie w okresie lipiec 1994–grudzień 1995

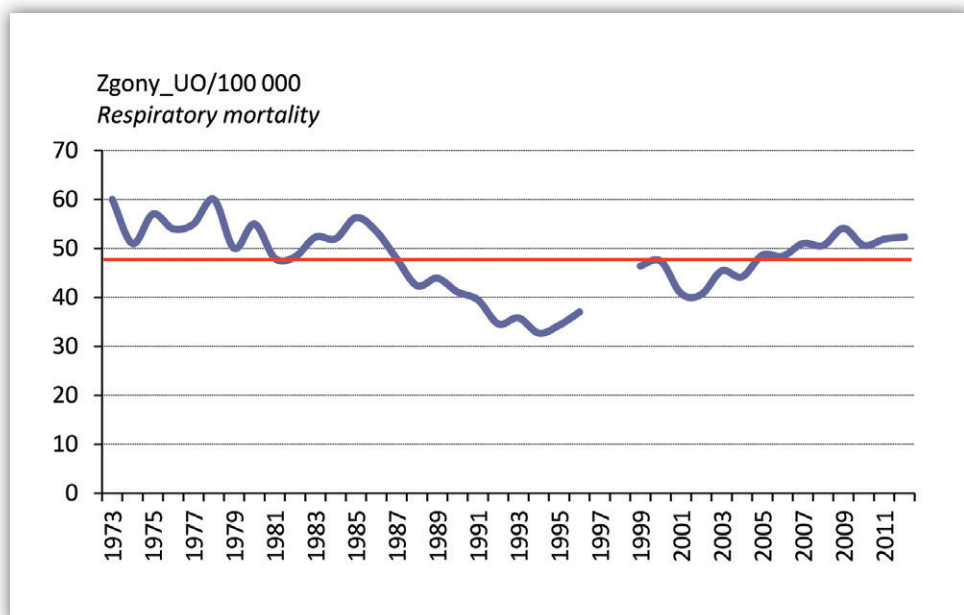
Figure 3.5. Monthly number of patients with respiratory tract diseases in outpatients surgery at Grochów (Warsaw) from July 1994 till December 1995

podczas pogody chłodnej i wilgotnej, a także zimnej i suchej. W sanatorium dziecięcym w Kołobrzegu napady astmy i nasilenie objawów alergicznych następowały przy zmianach pogody, a zwłaszcza przy spadku ciśnienia atmosferycznego (Warakomska-Grzycka 1964; Rafiński i in. 1973).

Wyniki projektu PHEWE dotyczące hospitalizacji z powodu chorób układu oddechowego w okresach pogody upalnej w 12 miastach Europy (od Barcelony po Sztokholm) wskazują na istotny statystycznie wzrost hospitalizacji głównie wśród osób powyżej 75. roku życia, spowodowany zaostrzeniem POChP. Na każdy 1°C wzrostu tzw. temperatury pozornej (AT) liczba przyjęć do szpitali rosła o 4,5% w miastach śródziemnomorskich, a o 3,1% w miastach położonych w północnej części Europy. Największy wzrost hospitalizacji wśród osób najstarszych dotyczył Rzymu (o 6,9%), Sztokholmu (o 5,2%) i Londynu (o 4,9%) – Michelozzi i inni 2009.

Wyraźną sezonowość chorób układu oddechowego potwierdzają także wyniki badań na warszawskim Grochowie. Miesięczna liczba porad lekarskich związanych z tymi chorobami wahała się tam od około 200 w miesiącach letnich (lipiec, sierpień) do ponad 800 w styczniu i marcu 1995 r. (ryc. 3.5).

W badanym okresie zgony z przyczyn układu oddechowego stanowiły w Polsce średnio około 5% wszystkich zgonów rocznie. Odsetek ten wahał się od



Rycina 3.6. Zmienność wieloletnia zgonów z przyczyn układu oddechowego w Polsce; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu

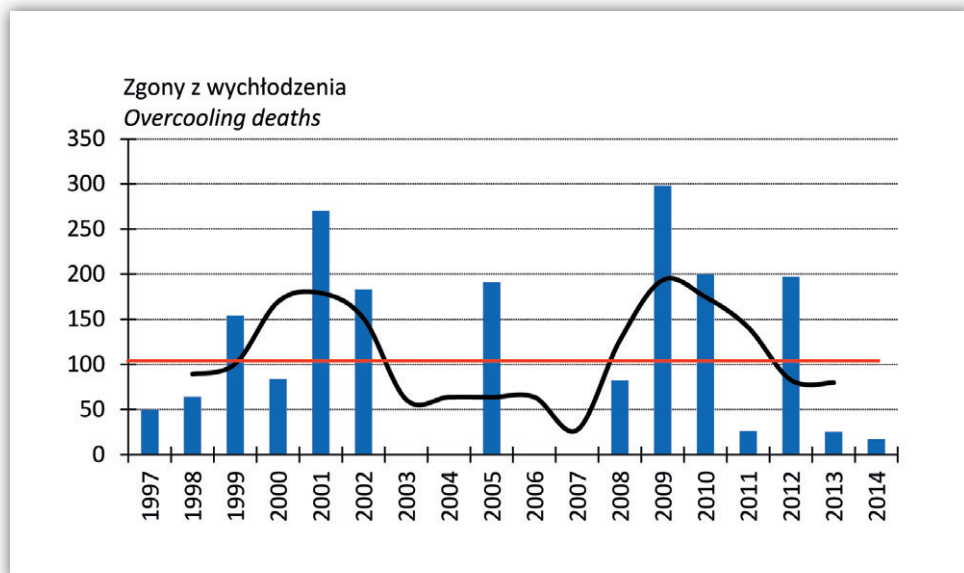
Figure 3.6. Changes of respiratory mortality in Poland; red line indicates mean value for studied period

3,3% w 1993 r. do 7,2% w 1973 roku. Średnia roczna liczba zgonów z całego wielolecia wynosi około 48 na 100 tys. osób. Wyraźnie zmieniała się w badanym okresie. W pierwszej jego części (lata 1973–1993) ich liczba spadała z około 60 do 33–34 osób na 100 tysięcy. W drugiej części okresu (1994–2012) liczba ta systematycznie wzrastała, przekraczając średnią wartość wieloletnią w 2005 r. i obecnie wynosi ponad 50 na 100 tys. mieszkańców (ryc. 3.6). Należy dodać, że zwiększona liczba zgonów z przyczyn układu oddechowego w latach 1973–1978 mogła być spowodowana komplikacjami grypowymi. W tym właśnie okresie obserwowano bowiem wyraźnie zwiększoną liczbę zachorowań na tę chorobę (por. podrozdział 3.4.1).

3.3. Zgony spowodowane ekstremalnymi warunkami pogodowymi

Jedną z przyczyn zachorowań, urazów, a nawet zgonów są ekstremalne zjawiska pogodowe. Zalicza się do nich: intensywne opady atmosferyczne (głównie deszczu, których skutkiem są powodzie oraz spływy błotne na stokach, a w konsekwencji wypadki i zdarzenia śmiertelne), silne wiatry (powodujące urazy osób znajdujących się w ich zasięgu), mgły (będące przyczyną wielu wypadków drogowych i związanych z tym ofiar), burze (skutkujące porażeniami), gołoledzie (będące przyczyną złamań, zwichnięć i potłuczeń), susze atmosferyczne (które często prowadzą do ofiar śmiertelnych podczas rozległych pożarów), fale mrozów (prowadzące do zgonów z wychłodzenia) czy też fale upałów (grożące udarami cieplnym, odwodnieniem organizmu czy przeciążeniem układu krążenia). Niestety, znaczna większość przypadków zachorowań, pogorszenia zdrowia czy śmierci spowodowanych ekstremalnymi zjawiskami pogodowymi nie jest objęta ogólnopolskimi statystykami.

Liczbę i skutki dla zdrowia ludzi występowania niektórych 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 – <http://www.emdat.be/database>). Centrum utworzyło obszerną bazę danych o katastrofach naturalnych i technologicznych, które miały miejsce na całym świecie począwszy od 1903 roku. Spośród katastrof o charakterze meteorologicznym rejestrowane są powodzie, pożary, wiatry, fale zimna i fale gorąca. Pełne dane o katastrofach i ich skutkach są dostępne, począwszy od 1990 roku. W skali całego świata w ciągu ostatnich 20 lat obserwuje się stosunkowo stabilną liczbę katastrof, przy nieco wzrastającej liczbie poszkodowanych (Guha-Sapir i in. 2011).



Rycina 3.7. Zmienność wieloletnia zgonów z powodu wychłodzenia organizmu; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu, a linia czarna – trzyletnią średnią ruchomą

Figure 3.7. Changes in number of overcooling deaths in Poland; red line indicates mean value for studied period, black line shows 3-years moving average

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

We wspomnianej bazie danych znajdują się także informacje dotyczące Polski. W porównaniu do innych krajów europejskich liczba katastrof naturalnych jest w Polsce stosunkowo niska. W ciągu ostatnich około 20 lat w Polsce zanotowano jedynie około 30 katastrof, których przyczyną były warunki pogodowe. Znamienne jest, że począwszy od 1997 r. roczna liczba katastrofalnych zdarzeń pogodowych wyraźnie się zwiększyła w stosunku do okresu wcześniejszego. Ciekawe jest, że aż w 14 latach z okresu 1997–2014 były rejestrowane fale zimna lub ostre zimy. W 10 latach tego okresu występowały także powodzie o różnym zasięgu przestrzennym. W przypadku Polski baza danych EMDAT nie wymienia, jako katastrof naturalnych, fal upałów. Wynika to z przyjętej w bazie metodologii, która zakłada, że falę upałów można uznać za zjawisko katastrofalne wtedy, gdy spowoduje ona śmierć co najmniej 10 osób lub 100 osób zostanie uznanych za poszkodowane lub też dany kraj ogłosi stan klęski żywiołowej. W odniesieniu do Polski żaden z tych warunków nie był spełniony. Niemniej zagadnienie wpływu fal gorąca na zdrowie ludzi zostanie szerzej omówione w podrozdziale 3.7.

Statystyka poszkodowanych w poszczególnych zdarzeniach katastrofalnych jest najpełniejsza w odniesieniu do powodzi. Liczba ofiar (rannych i pozbawionych

domu) waha się od 150 osób podczas powodzi w Polsce południowo-wschodniej w czerwcu 2009 r. do prawie 225 tys. w powodzi z lipca 1997 roku. Dwukrotna powódź w 2010 r. (maj i lipiec) przyniosła łącznie około 100 tys. poszkodowanych.

Interesujące jest zestawienie ofiar śmiertelnych różnych katastrofalnych zdarzeń pogodowych. Największą liczbę zgonów pociągają za sobą fale zimna i ostre zimy. W długotrwałych warunkach zimna u osób znajdujących się poza zabudowaniami lub w pomieszczeniach nieogrzewanych dochodzi do wychłodzenia organizmu i śmierci. Liczba ofiar śmiertelnych podczas fal zimna wahała się od 20–30 osób w latach 2013 i 2014 do blisko 300 osób zimą 2009/2010. Tragiczny pod tym względem był także początek zimy 2001/2002 (270 ofiar, głównie w północno-wschodniej Polsce) oraz lata 2005, 2010 i 2012, z liczbą ofiar śmiertelnych sięgającą 190–200 osób (ryc. 3.7). Pozostałe zjawiska ekstremalne nie przynoszą aż tylu ofiar śmiertelnych. Po 30–60 ofiar śmiertelnych spowodowały powodzie w latach 1997, 2001 i 2010.

3.4. Choroby sezonowe

W strefie klimatów umiarkowanych (w której leży Polska) występuje wyraźna sezonowość temperatury i innych elementów klimatu. Zmiany pogody w ciągu roku mają duży wpływ na środowisko geograficzne oraz na zdrowie i działalność gospodarczą



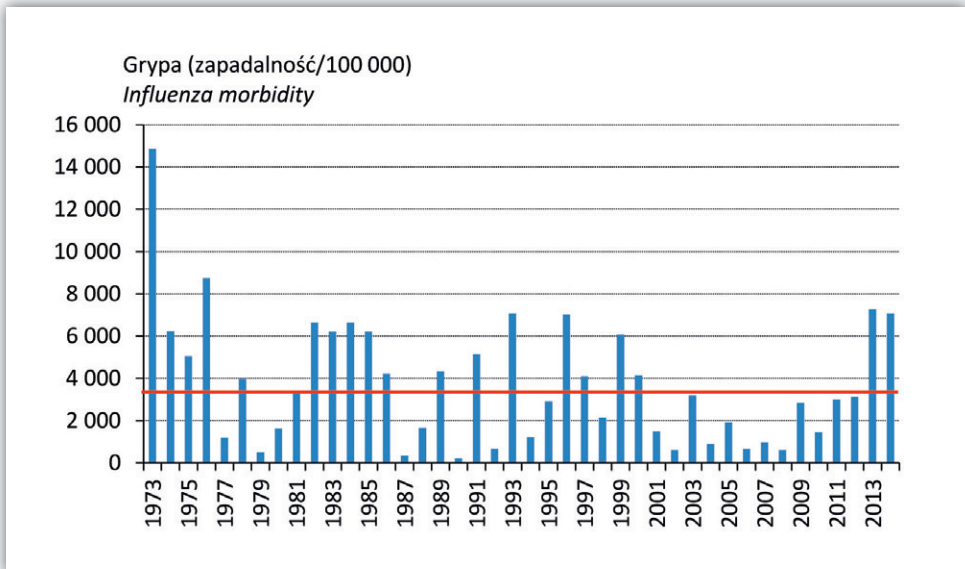
Rycina 3.8. Średnia miesięczna liczba zachorowań na grype w Polsce w latach 1975–2010

Figure 3.8. Mean monthly influenza infections in Poland in the years 1975–2010

człowieka. Z porami roku są związane periodyczne zjawiska występujące w środowisku naturalnym. Obserwuje się także 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. Niektóre choroby (np. odkleszczowe, odsłoneczne, wirusowe) pojawiają się tylko w okresach o sprzyjających dla ich rozwoju warunkach pogodowych.

3.4.1. Grypa

Jedną z najgroźniejszych chorób sezonowych jest w Polsce 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 w Polsce od listopada do kwietnia. Im niższa jest temperatura otoczenia, tym wirus jest w stanie dłużej przeżyć, zachowując przy tym aktywność. Warunki optymalne dla wirusa grypy panują w temperaturze zbliżonej do 0°C. Powyżej 22°C stabilność wirusów grypy zmniejsza się wyraźnie (Brydak 2008). Dane PZH za lata 1975–2010 wskazują, że kulminacja zachorowań ma miejsce w lutym i marcu (ryc. 3.8).

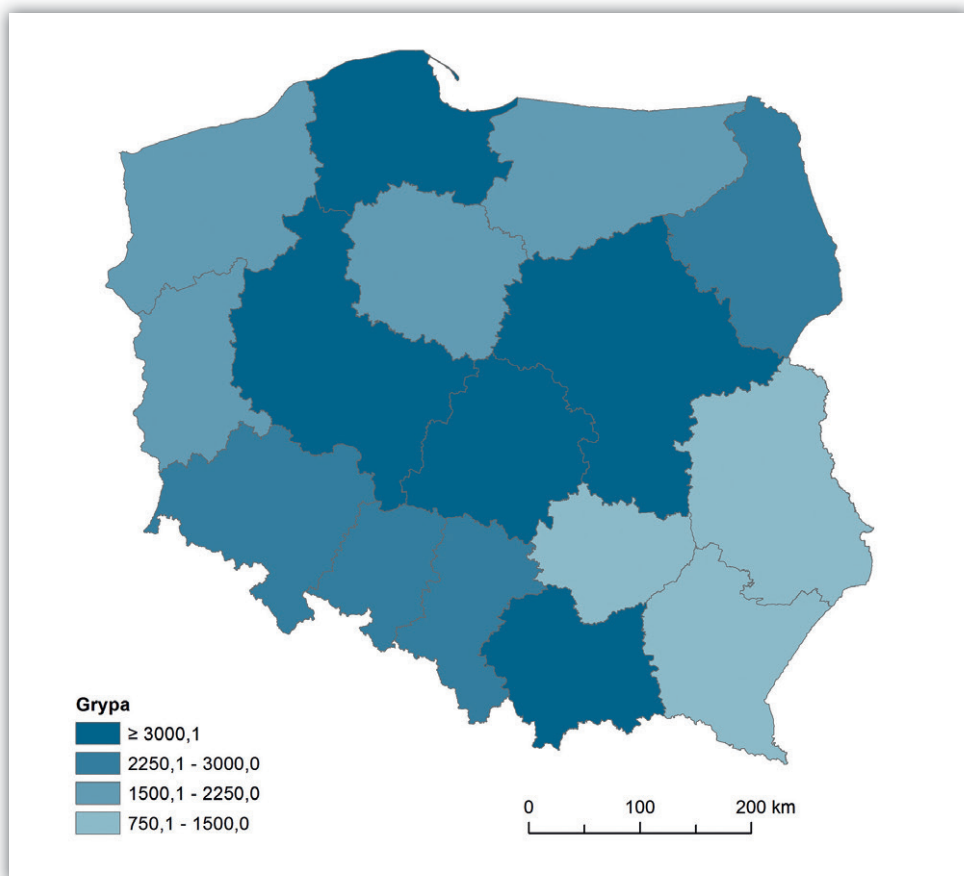


Rycina 3.9. Zmienność wieloletnia zapadalności na grypę i podejrzeń zachorowań w Polsce, 1973–2014; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu

Figure 3.9. Changes of influenza morbidity in Poland, 1973–2014; red line indicates mean value for studied period

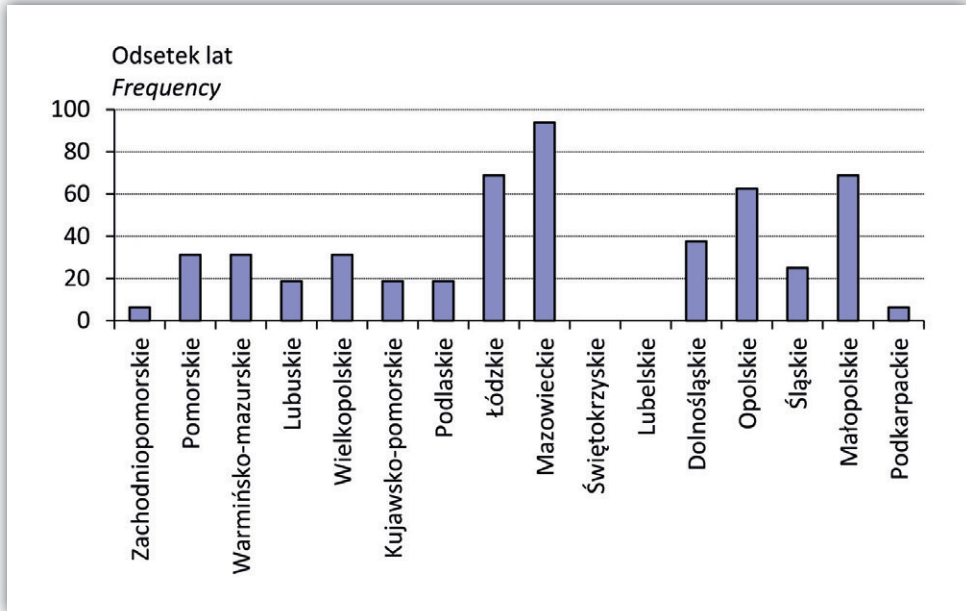
Liczba zachorowań na gripę lub podejrzeń zachorowań na tę chorobę w latach 1973–2014 była bardzo zróżnicowana i wahała się od około 200 przypadków na 100 tys. w 1990 r. do prawie 15 tys. na 100 tys. w 1973 roku. Zwiększone zachorowania (powyżej średniej wieloletniej) obserwowano także w latach: 1974–1976, 1981–1986, 1996–2000 oraz 2013 i 2014. Zwiększona liczba zachorowań lub podejrzeń grypowych miała także miejsce w pojedynczych latach: 1978, 1989, 1991 i 1993 (ryc. 3.9).

Szczegółowe dane epidemiologiczne z lat 1999–2014 pozwalają na prześledzenie zróżnicowania przestrzennego infekcji grypowych w Polsce. Największa średnia zapadalność na tę chorobę miała miejsce w województwie mazowieckim. Przekroczyła tam liczbę 4300. Średnio ponad 3000 infekcji grypowych na 100 tys. mieszkańców rejestrowano także w województwach: łódzkim, wielkopolskim



Rycina 3.10. Średnia roczna zapadalność na gripę (na 100 tys. mieszkańców) w poszczególnych województwach, 1973–2014

Figure 3.10. Mean annual influenza infections (per 100 000 inhabitants) in particular voivodships in Poland, 1973–2014



Rycina 3.11. Odsetek lat, w których w poszczególnych województwach liczba zarejestrowanych infekcji grypowych była wyższa od średniej krajowej, 1973–2014

Figure 3.11. Percentage of years in particular voivodships with registered number of influenza infections higher than average for Poland, 1973–2014

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

i małopolskim. Najmniej zachorowań na grypę rejestruje się w województwie świętokrzyskim – niecałe 1000 na 100 tys. osób (ryc. 3.10).

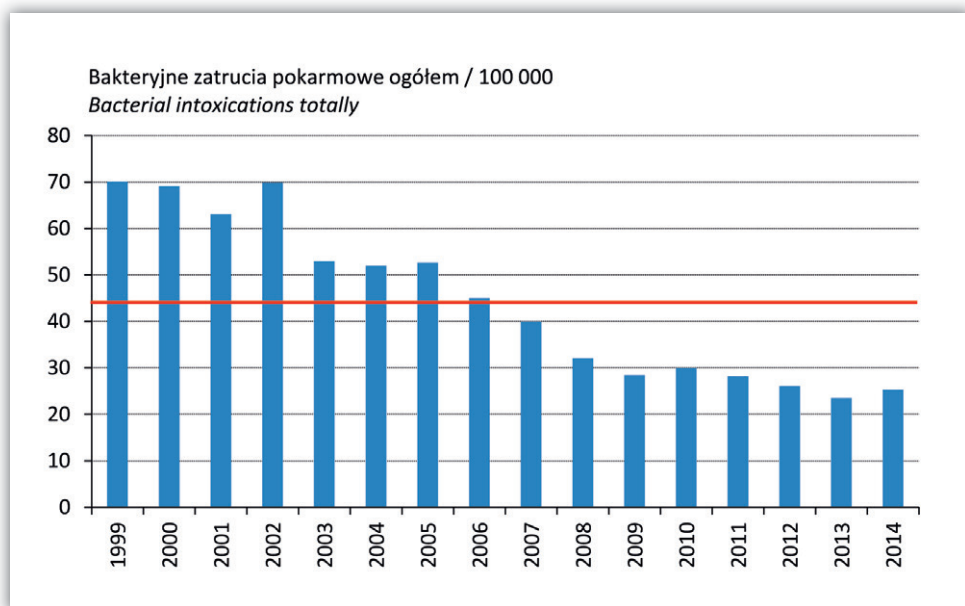
Interesujące jest porównanie, jak często w badanym 16-leciu w poszczególnych województwach liczba zachorowań była większa niż średnia krajowa. W województwie mazowieckim prawie każdego roku (w 15 na 16 lat) liczba zachorowań na grypę była wyższa niż średnia ogólnopolska dla danego roku. Przez ponad połowę lat liczba zachorowań była także wyższa w województwach: opolskim, łódzkim i małopolskim. Natomiast w województwach lubelskim i świętokrzyskim w żadnym roku analizowanego okresu liczba zachorowań nie przekraczała średniej krajowej (ryc. 3.11). Uogólniając obraz przestrzenny infekcji grypowych w Polsce, można zatem stwierdzić, że największe ryzyko zachorowania ma miejsce w województwie mazowieckim.

3.4.2. Zatrucia pokarmowe

Istnieje wiele chorób przenoszonych drogą pokarmową. Do najczęściej rejestrowanych chorób tej grupy należy salmonelloza. Znacznie rzadziej zgłaszane są zakażenia

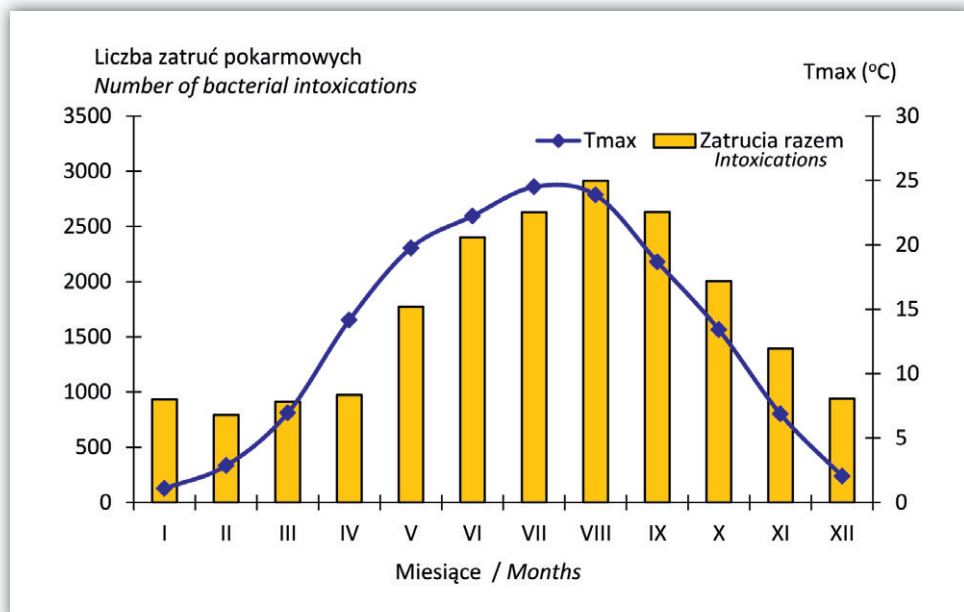
bakteriami *Coli*, kamylobakterioza, lamblioza (giardioza), zatrucia gronkowcowe oraz zatrucia naturalnie toksycznymi pokarmami (grzybami, alkoholem oraz rybami, skorupiakami i innymi produktami morza) lub pestycydami, preparatami farmakologicznymi i substancjami biologicznymi. Bezpośrednią przyczyną chorób są bakterie lub drobnoustroje patogenne znajdujące się w pożywieniu lub wodzie pitnej. Niemniej zewnętrzne warunki atmosferyczne, a zwłaszcza temperatura powietrza, są często dodatkowym czynnikiem sprzyjającym rozwojowi bakterii i namnażaniu się patogenów. Według raportów epidemiologicznych z lat 1999–2014 liczba bakteryjnych zakażeń pokarmowych wynosiła około 44 na 100 tys. osób, wahając się w kolejnych latach od 23,5 w 2013 r. do prawie 70 (lata 1999, 2000, 2002) – rycina 3.12.

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. O ile w miesiącach zimowych liczba zatruc nie przekracza z reguły 1000 przypadków na miesiąc, to latem, gdy średnia temperatura maksymalna sięga 25°C, zatruc takich jest kilkakrotnie więcej (około 2500 miesięcznie) – rycina 3.13. Występujące po 1999 r. wyraźne zmniejszenie liczby zatruc pokarmowych związane jest z ogólną poprawą warunków sanitarnych



Rycina 3.12. Ogólna liczba bakteryjnych zatruc pokarmowych w Polsce w okresie 1999–2014; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu

Figure 3.12. Changes of bacterial intoxications in Poland; red line indicates mean value for studied period



Rycina 3.13. Miesięczna liczba bakteryjnych zatruc pokarmowych oraz średnia maksymalna temperatura powietrza, 1999–2014

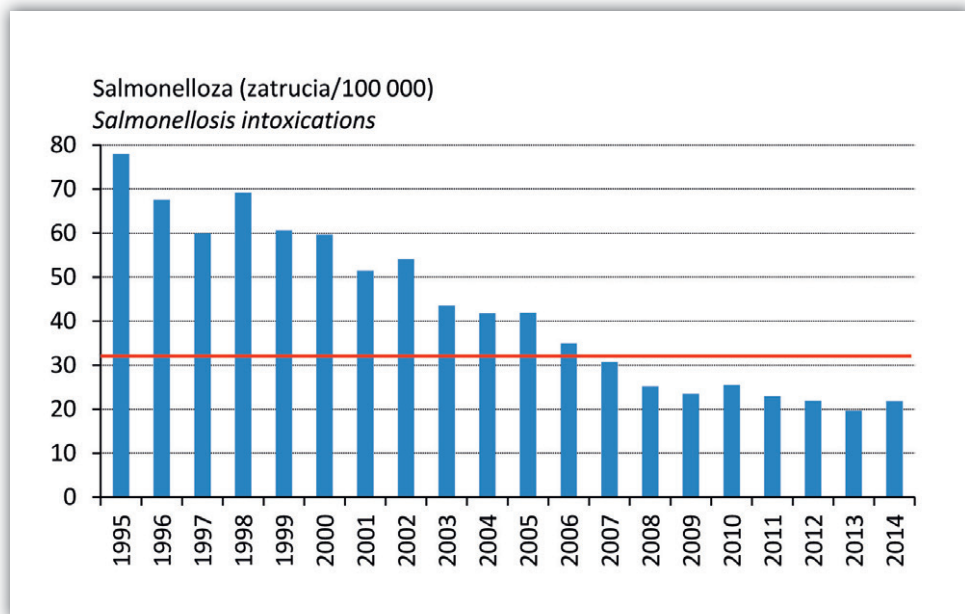
Figure 3.13. Monthly numbers of bacterial intoxications and mean monthly air temperature in Poland, 1999–2014

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

(Skotak 2010). Niemniej obserwowany w ostatnich latach wzrost temperatury powietrza oraz coraz częstsze latem okresy upalne mogą prowadzić do zwiększenia ryzyka zakażeń bakteryjnych (Błażejczyk, Błażejczyk 2012b).

Jak już wspomniano najpowszechniejszą w Polsce chorobą przenoszoną drogą pokarmową jest salmonelloza. W ogólnej liczbie bakteryjnych zatruc pokarmowych stanowi ona ponad 80%. Powoduje ją zakażenie bakterią z rodzaju *Salmonella*. Obserwacje prowadzone w różnych krajach europejskich wskazują, że liczba przypadków salmonelloz wzrasta o 5–10% na każdy stopień wzrostu temperatury powyżej 5°C. W Polsce wzrost zachorowań na salmonellozy jest szacowany na 8% (Kovatz i in. 2004). W badanym okresie zapadalność na salmonellozę wynosiła średnio około 36 na 100 tys. osób. W kolejnych latach liczba zatruc zmniejszała się od około 60 w latach 1999–2000 do około 20 w latach 2009–2014. Pomimo ogólnego spadku liczby zatruc (co można wytłumaczyć ogólną poprawą stanu sanitarnego i warunków przechowywania żywności) w poszczególnych latach (np. 2002, 2010, 2014) zaznaczają się niewielkie wzrosty zatruc (ryc. 3.14).

Badania zróżnicowania przestrzennego zapadalności na salmonellozę pozwoliły wyróżnić trzy grupy województw: z wyraźnie podwyższoną, przeciętną i niską



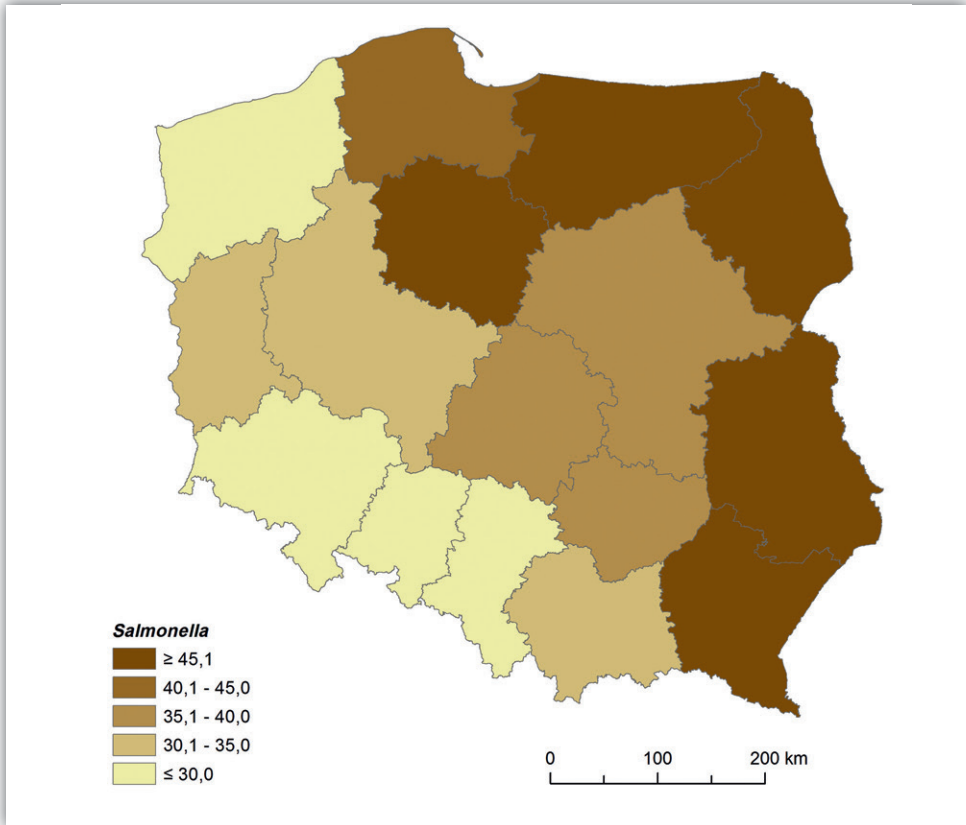
Rycina 3.14. Liczba zatruc pokarmowych bakterią *Salmonella* w Polsce w latach 1999–2014; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu

Figure 3.14. Changes of salmonellosis intoxications in Poland; red line indicates mean value for studied period

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

liczbą zatruc. Do pierwszej grupy należą województwa: lubelskie, podkarpackie, podlaskie, warmińsko-mazurskie, kujawsko-pomorskie i pomorskie. Są to zatem województwa leżące w północnej, północno-wschodniej i wschodniej części Polski. Przeciętną, na tle całej Polski, liczbę zatruc rejestruje się w województwach: lubuskim, mazowieckim, łódzkim, wielkopolskim i małopolskim. Najmniej zatruc *Salmonellą* występuje natomiast w województwach: dolnośląskim, opolskim, śląskim i zachodniopomorskim. Są to zatem województwa leżące w większości w południowo-zachodniej Polsce (ryc. 3.15).

Porównanie częstość lat, w których liczba zatruc *Salmonellą* jest większa od wartości średniej dla całej Polski wyróżnia województwa: pomorskie, lubelskie, podlaskie, warmińsko-mazurskie, w których takie sytuacje występują prawie każdego roku oraz kujawsko-pomorskie i podkarpackie, gdzie każdego roku zapadalność na salmonellozę jest większa niż średnia dla całego kraju. Natomiast ani razu taka sytuacja nie miała miejsca w województwach: dolnośląskim, opolskim i śląskim.



Rycina 3.15. Średnia liczba zatruc bakterią *Salmonella* (na 100 tys. mieszkańców) w województwach, 1999–2014

Figure 3.15. Mean yearly number of salmonellosis intoxications (per 100 000 inhabitants) in particular voivodships, 1999–2014

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

3.4.3. Choroby odkleszczowe

Choroby odkleszczowe należą do grupy chorób przenoszonych wektorowo. Terminem tym określa się choroby przenoszone przede wszystkim przez zakażone owady. Populacje nosicieli tych chorób są silnie uzależnione od warunków klimatycznych, a zwłaszcza od temperatury powietrza i jego wilgotności. Największymi obszarami występowania tych chorób są Afryka, Ameryka Południowa i Środkowa oraz południowa i południowo-wschodnia Azja, gdzie żyje ponad połowa całej ludności świata. Każdego roku rejestruje się setki milionów nowych zachorowań i zgonów na takie choroby, jak malaria, denga, schistosomatoza, śpiączka czy żółta febra (Błażejczyk 2009a,b). Do Polski choroby te docierają sporadycznie poprzez osoby zakażone, które przyjechały z zagrożonych regionów.

Na obszarze środkowej Europy, w tym Polski, notuje się jednak kilka jednostek chorobowych, które są przenoszone przez zakażone kleszcze, a do najczęstszych i najgroźniejszych chorób odkleszczowych należą: kleszczowe zapalenie mózgu (KZM), borelioza (choroba z Lyme) oraz babeszjoza.

W Polsce występuje 21 z około 810 gatunków kleszczy (*Ixodida*) opisanych na świecie (Siuda 1991). Najczęściej notowanym gatunkiem w Europie i w Polsce jest kleszcz pospolity (*Ixodes ricinus*). Występuje powszechnie na terenie całej Polski, najczęściej w lasach liściastych i mieszanych, w miejscach o wysokiej wilgotności względnej powietrza (80–95%). Na obszarze Polski wykazuje aktywność od połowy kwietnia do połowy listopada. Na Dolnym Śląsku obserwowano także zimowe inwazje kleszczy (Siuda 1993).

Najważniejszymi czynnikami klimatycznymi sprzyjającymi przeżywalności i aktywności kleszczy są temperatura i wilgotność powietrza oraz długość okresu z korzystnymi warunkami pogodowymi. Kleszcze rozpoczynają aktywność, gdy temperatura powietrza przekracza 4–5°C. W Europie warunki optymalne dla rozmnażania kleszczy występują dopiero 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 (tab. 3.1) – Lingren, Jeansen 2006.

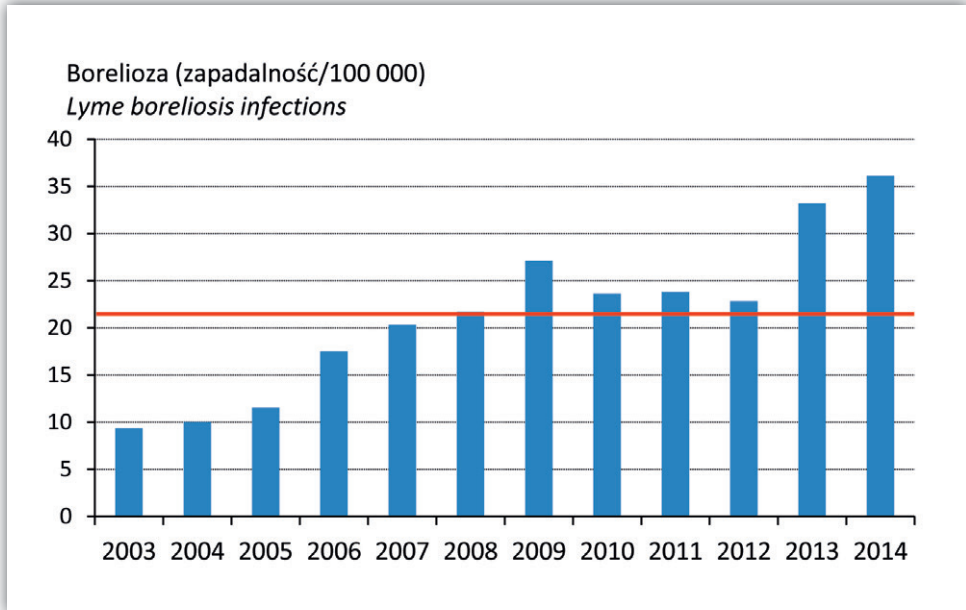
Tabela 3.1. Klimatyczne progi aktywności kleszczy

Table 3.1. Climatic thresholds of *Ixodes ricinus*

Etap życia kleszcza <i>Ixodes ricinus</i> stage of life	Progi temperatury <i>Temperature thresholds</i>				Progi wilgotności <i>Humidity thresholds</i>
	minimalna <i>minimal</i>	progi aktywności <i>activity thresholds</i>		optymalna <i>optimal</i>	
		w powietrzu <i>in air</i>	w glebie <i>in soil</i>		
Larwa <i>Larvae</i>	-5 do -7°C	brak danych <i>no data</i>		15–27°C	80–85%
Nimfa <i>Nymph</i>	brak danych <i>no data</i>	4–5°C	4–5°C	10–22°C	
Dorosła samica <i>Adult female</i>	-20°C	7°C	4–5°C	18–25°C	

Źródło Source: Lingren, Jeansen (2006).

Przypadki występowania boreliozy są w Polsce rejestrowane od 1996 r., przy czym do 2001 r. rejestry te są niepewne. Wynika to z ogromnego postępu diagnostyki boreliozy, jaki nastąpił po 2000 roku. Wcześniejsze metody diagnostyczne nie pozwalały na definitywne stwierdzenie występowania tej choroby. W ostatnich latach obserwuje się wyraźny wzrost zarejestrowanych zachorowań na boreliozę. Pomimo zasygnalizowanych zastrzeżeń co do diagnostyki boreliozy można przyjąć, że pewna część przyrostu zachorowań wiąże się ze zmianami środowiskowymi,



Rycina 3.16. Średnia liczba zachorowań na boreliozę w Polsce, 2003–2014; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu

Figure 3.16. Changes of Lyme borreliosis infections in Poland; red line indicates mean value for studied period

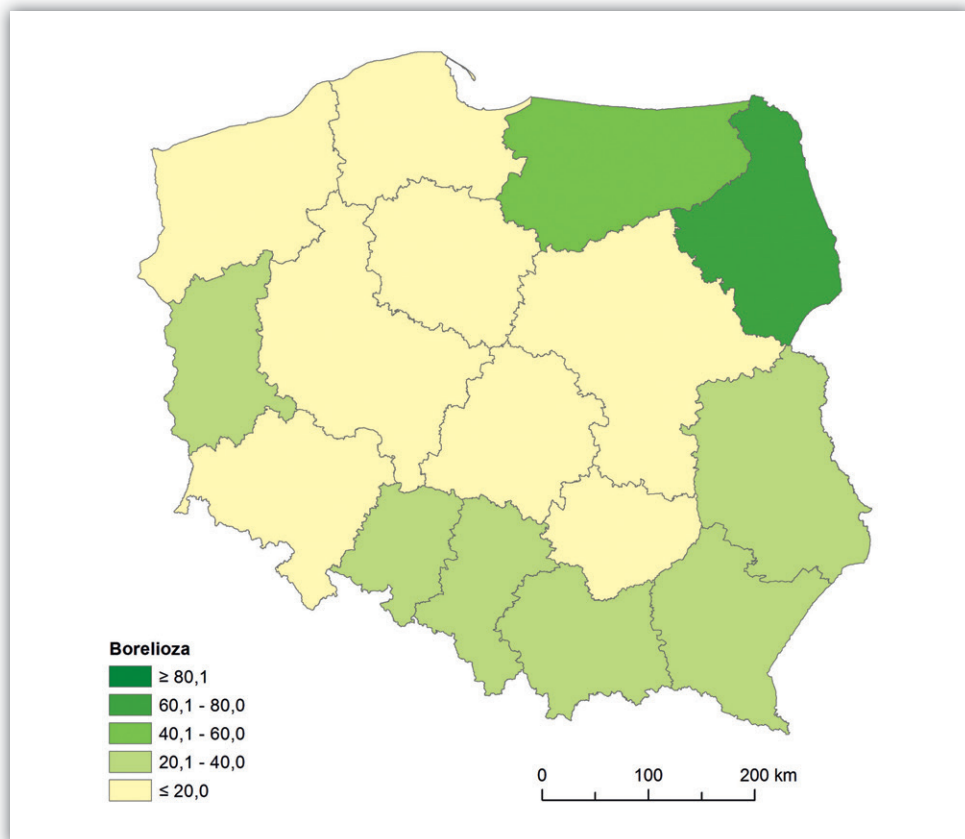
Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

w tym klimatycznymi (Lingren, Jeansen 2006). Należy dodać, że w Polsce borelioza jest uznawana jako choroba zawodowa dla niektórych grup pracowniczych (rolnicy, leśnicy), a jej przypadki są rejestrowane w Centralnym Rejestrze Chorób Zawodowych Instytutu Medycyny Pracy w Łodzi.

Liczba zachorowań na boreliozę w Polsce systematycznie wzrasta. Pomiędzy 2003 r. a 2014 r. liczba zarejestrowanych zakażeń wzrosła ponad trzykrotnie, od niespełna 10 do 35 przypadków na 100 tys. mieszkańców. Jedynie lata 2010–2012 cechowały się niewielkim obniżeniem liczby zachorowań. Średnia wieloletnia liczba zakażeń wynosi w Polsce 21,4 na 100 tys. (ryc. 3.16).

W rozkładzie przestrzennym zachorowań na boreliozę wyróżniają się województwa: podlaskie (średnio prawie 80, a w latach 2013 i 2014 ponad 100 przypadków na 100 tys. mieszkańców) oraz warmińsko-mazurskie. Także w województwach: opolskim, lubuskim, lubelskim, małopolskim, podkarpackim i śląskim liczba zachorowań przekracza poziom średniej krajowej. Województwami o najniższej liczbie zachorowań są: pomorskie, łódzkie i wielkopolskie (ryc. 3.17).

W trzech województwach (podlaskie, warmińsko-mazurskie i podkarpackie) w każdym z lat badanego okresu liczba zakażeń przekraczała średnią ogólnopolską.



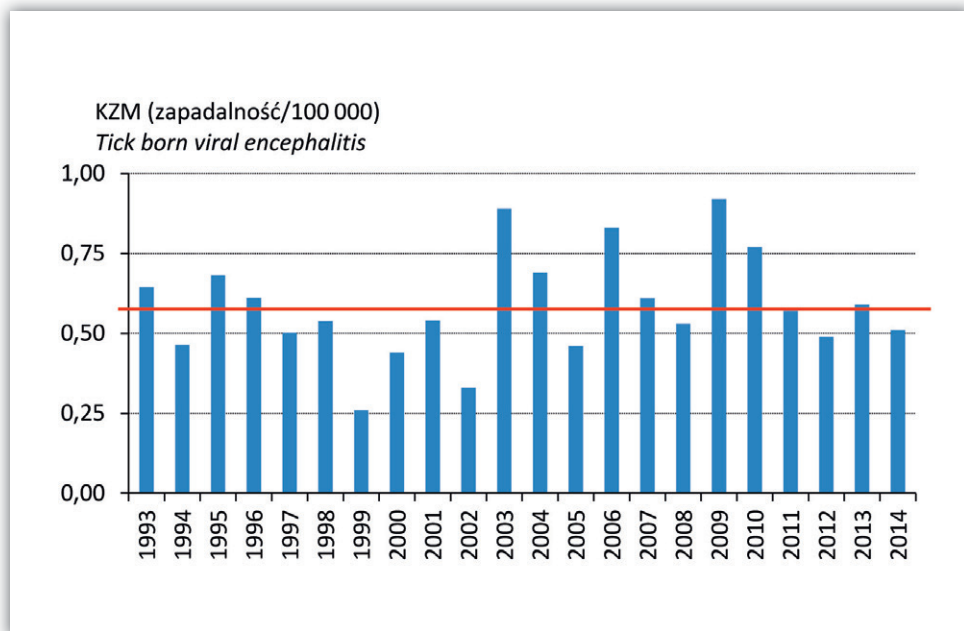
Rycina 3.17. Średnia zapadalność (na 100 tys. mieszkańców) na boreliozę w województwach, 2003–2014

Figure 3.17. Mean yearly number (per 100 000 inhabitants) of Lyme boreliosis infections in particular voivodships, 2003–2014

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Przez ponad 2/3 lat poziom średni dla Polski był także przekraczany w województwach: opolskim, lubuskim, lubelskim i śląskim. Natomiast ani razu poziom ten nie został przekroczony w województwach: pomorskim, zachodniopomorskim, łódzkim i wielkopolskim.

Informacje o liczbie zachorowań na KZM są dostępne od 1985 roku. Przed 1993 r. obserwowano w Polsce rocznie od 4 do 27 przypadków kleszczowego zapalenia mózgu, obecnie notuje się ich 200–300. Główne regiony endemiczne występowania tej choroby znajdują się w północno-wschodniej Polsce (Kondrusik i in. 2004). Porównując liczbę zachorowań na KZM odnotowanych w latach 2000–2002 w krajach sąsiadujących z Polską, można zauważyć, że poważniejszą niż w Polsce sytuację epidemiologiczną mają Czechy i Litwa oraz Niemcy. Kleszczowe zapalenie



Rycina 3. 18. Średnia liczba zachorowań na kleszczowe zapalenie mózgu (KZM) w Polsce, 1993–2014; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu

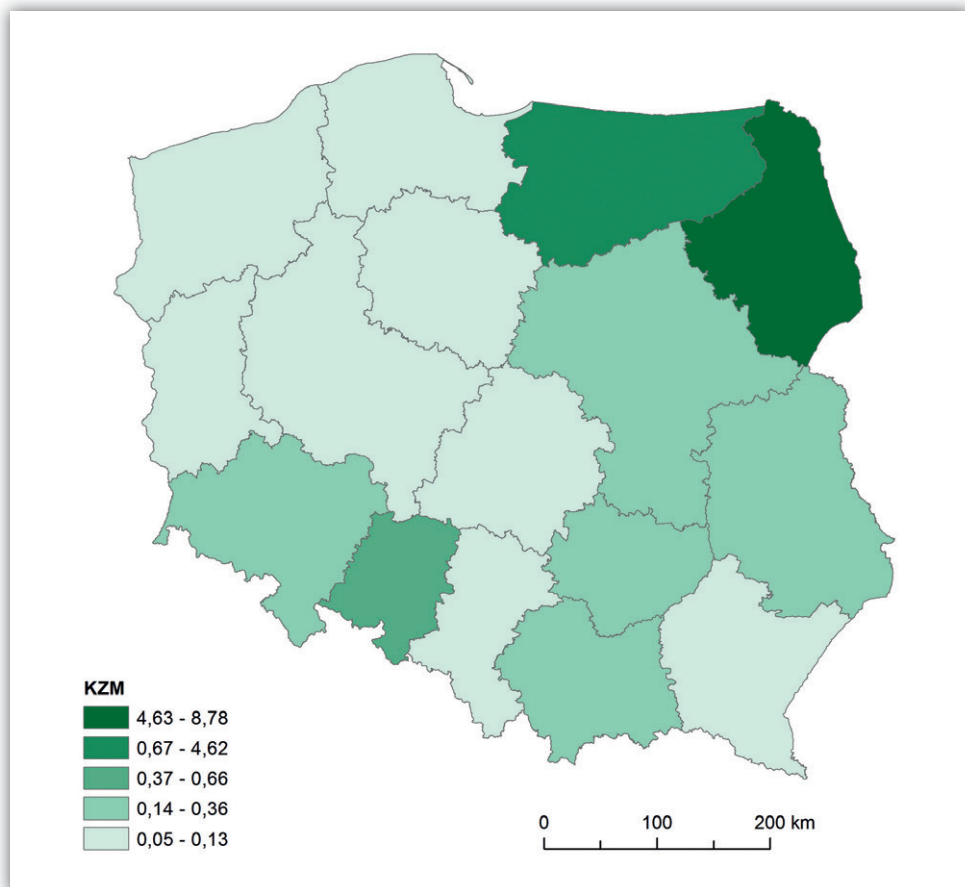
Figure 3.18. Changes of tick born viral encephalitis in Poland, 1993–2014; red line indicates mean value for studied period

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

mózgu jest nasilającym się problemem medycznym w całej Europie, gdzie każdego roku odnotowuje się 10–12 tys. przypadków zachorowań. W ciągu ostatnich 30 lat zachorowalność na kleszczowe zapalenie mózgu zwiększyła się w Europie o 400 procent. W Polsce aż tak duży przyrost zakażeń KZM nie jest obserwowany.

W szczególności analizowanym okresie (1999–2014) liczba zachorowań na KZM zmieniała się bardzo znacząco w kolejnych latach. Nie można wyodrębnić żadnego trendu czasowych zmian. Kilka lat wyróżniało się bardzo dużą liczbą zachorowań (2003, 2006, 2009, 2010), a lata 1999, 2000, 2002 i 2005 – zmniejszoną ich liczbą. Średnia wieloletnia zapadalność na KZM wynosi 0,58 na 100 tys. mieszkańców Polski (ryc. 3.18).

Dane z lat 1999–2014 w pełni potwierdzają wcześniejszy wniosek M. Kondrusika i innych (2004) mówiący, że najwięcej zachorowań na KZM notuje się w północno-wschodniej Polsce. W obecnych badaniach także stwierdzono, że najwięcej przypadków KZM rejestruje się w województwach podlaskim i warmińsko-mazurskim. Jest ich tam odpowiednio 8,8 i 4,6 na 100 tys. mieszkańców. W pozostałych województwach zapadalność na KZM nie przekracza 1 przypadku na 100 tys. osób



Rycina 3.19. Średnia zapadalność (na 100 tys. mieszkańców) na kleszczowe zapalenie mózgu w województwach, 1999–2014

Figure 3.19. Mean yearly number (per 100 000 inhabitants) of tick born viral encephalitis in particular voivodships, 1999–2014

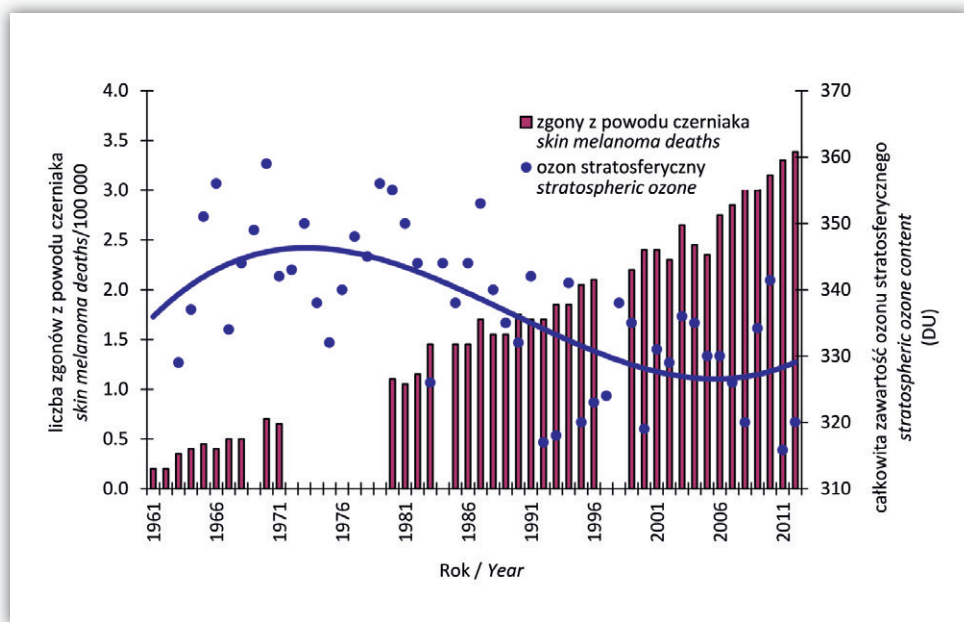
Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

(ryc. 3.19). W obydwu wymienionych wyżej województwach w każdym roku badanego wielolecia liczba zachorowań na KZM znacząco przewyższała odpowiednią wartość ogólnopolską. Spośród pozostałym regionów, jedynie w województwie opolskim w blisko połowie lat zapadalność na KZM była nieznacznie większa niż średnio w Polsce.

Ogólnie można stwierdzić, że w Polsce obszarami najbardziej narażonymi na choroby odkleszczowe są województwa podlaskie i warmińsko-mazurskie. W obydwu tych regionach notuje się najwięcej zachorowań na boreliozę oraz KZM. Obszarem zwiększonego ryzyka zakażeń jest także województwo opolskie.

3.5. Nowotwory skóry

W ciągu ostatnich 50 lat liczba zachorowań i zgonów na nowotwory skóry wzrasta systematycznie. W Polsce, w pierwszej dekadzie XXI w. liczba zgonów z powodu czerniaka wynosiła 2,5–3 na 100 tys. mieszkańców. W stosunku do lat 60. XX w. jest to wzrost 5–6-krotny. Podobny wzrost jest także obserwowany w innych krajach (Błażejczyk, Błażejczyk 2012a). Podczas poszukiwania przyczyn tego drastycznego wzrostu zachorowań i zgonów, zwrócono uwagę na promieniowanie nadfioletowe jako możliwy czynnik rakotwórczy (Lucas i in. 2006). Oprócz badań laboratoryjnych potwierdzają to także badania interdyscyplinarne, epidemiologiczno-klimatologiczne. Zestawiając ze sobą wzrastające liczby zachorowań i zgonów z danymi o występowaniu tzw. ozonu stratosferycznego, zauważono znaczące zależności. Wzrost liczby zgonów na czerniaka wyraźnie współgra ze zmniejszaniem się ogólnej zawartości ozonu stratosferycznego (ryc. 3.20). Konsekwencją ubytku warstwy



Rycina 3.20. Wieloletnie zmiany liczby zgonów z powodu czerniaka w Polsce oraz całkowitej zawartości ozonu stratosferycznego nad Polską (Obserwatorium Geofizyczne w Belsku); niebieska linia przedstawia funkcję wielomianową zmian zawartości ozonu

Figure 3.20. Changes in melanoma deaths in Poland and total ozone content over Poland (Geophysical Observatory in Belsk; the blue line presents a polynomial function of ozone content

Źródło Source: opracowanie własne na podstawie Rajewska-Więch (2011) i <http://www-dep.iarc.fr/WHOdb/WHOdb.htm> (dostęp: 20.12.2015) own elaboration adapted from Rajewska-Więch (2011) and <http://www-dep.iarc.fr/WHOdb/WHOdb.htm> (access: 20.12.2015).

ozonu stratosferycznego jest zwiększony dopływ do powierzchni ziemi tej części widma promieniowania nadfioletowego, która ma udokumentowane działanie rakotwórcze.

Rola promieniowania słonecznego dla zdrowia i prawidłowego funkcjonowania organizmu człowieka jest nie do przecenienia. Brak, a nawet niedobór bodźców radiacyjnych jest niepożądany i może przynosić ogromne zaburzenia psychofizyczne w organizmie (por. podrozdział 3.6). Niemniej w odniesieniu do nowotworów skóry najbardziej istotne jest promieniowanie nadfioletowe – najaktywniejsza biologicznie część widma słonecznego. Największe znaczenie dla zdrowia człowieka ma UV-B (tab. 3.2). Reakcja na promieniowanie nadfioletowe, w tym także podatność na zmiany rakowe, 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 (Lucas i in. 2006; Confalonieri i in. 2007). Do mniej groźnych należy wysuszenie, zrogowacenie i przebarwienia skóry, przedwczesne jej starzenie, oparzenia, osłabienie odporności organizmu (opryszczki, skłonności do przeziębień). Do najgroźniejszych należy uszkodzenie DNA jądra komórek skóry prowadzące do rozwoju nowotworów skóry, w tym również 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. Do chorób przewlekłych zalicza się: przedwczesne starzenie się skóry,

Tabela 3.2. Działanie biologiczne promieniowania słonecznego o różnych zakresach widma

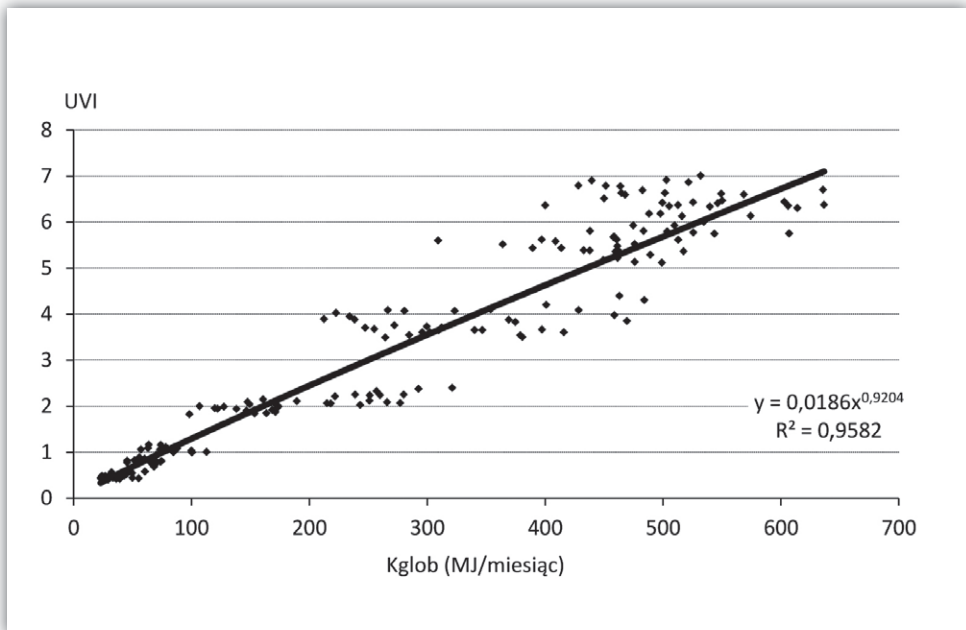
Table 3.2. Biological activity of various spectral ranges of solar radiation

Promieniowanie słoneczne <i>Solar radiation</i>		Działanie biologiczne <i>Biological activity</i>
Rodzaj <i>Form</i>	Zakres widmowy <i>Spectral range</i>	
Nadfioletowe <i>Ultraviolet</i>	UV-C (0,200–0,280 μm)	działanie bakteriobójcze, niszczenie żywych komórek <i>antibacterial, destruction of living cells</i>
	UV-B (0,28–0,315 μm)	reakcja erytemalna, pigmentacja opóźniona, działanie przeciwrzywcze, działanie antybakteryjne, starzenie skóry, zaćma, rak skóry <i>erythematous reactions, delay pigmentation, antibacterial, antirickets, skin aging, skin cancer, cataract</i>
	UV-A (0,316–0,400 μm)	pigmentacja natychmiastowa, leczenie łuszczycy, starzenie skóry <i>immediate skin burning, psoriasis treatment, skin ageing</i>
Widzialne <i>Visible</i>	0,401–0,780 μm	działanie na układ nerwowy przez narząd wzroku, stymulowanie układu hormonalnego, regulowanie dobowego cyklu melatoniny <i>influence on nervous system, stimulation of hormonal system, regulation of circadian melatonin rhythm</i>
Podczerwone <i>Infrared</i>	> 0,780 μm	efekt cieplny, wzmożenie przemiany materii, działanie przeciwbólowe, ryzyko udaru cieplnego <i>thermal effect, increasing of metabolism, analgesic action, risk of heat stroke</i>

Źródło Source: Jendritzky (1995).

nowotwory skóry oraz choroby oczu: zaćmę, skrzydlak i kropelkową keratopatię (Lityńska i in. 2001). Coraz częstszym problemem są także uczulenia na działanie promieniowania nadfioletowego (Kieć-Świerczyńska, Kręcis 2008). Z nadmiernym lub niedostatecznym dopływem promieniowania słonecznego (głównie UV) można także wiązać takie problemy zdrowotne jak: krzywica i osteoporoza, gruźlica, nadciśnienie tętnicze czy choroba wieńcowa. Niedobór promieni słonecznych wpływa również na pojawianie lub nasilanie się zaburzeń psychicznych, takich jak: schizofrenia, sezonowe zaburzenia afektywne (SAD) czy zmiany nastroju. Czynnikiem radiacyjnym przypisuje się działanie rakotwórcze w odniesieniu do skóry i oczu, ale także naczyń limfatycznych, prostaty, piersi i jelita grubego (Lucas i in. 2006).

Obserwuje się istotny wpływ promieniowania nadfioletowego, wyrażonego tzw. wskaźnikiem UV, na zachorowania na nowotwory skóry (Błażejczyk, Błażejczyk 2012a). Ponieważ jednak prognozy klimatu na XXI w. nie uwzględniają zmian wskaźnika UV, w obecnych badaniach posłużono się związkami pomiędzy UVI a natężeniem całkowitego promieniowania słonecznego (Kglob). Dla zweryfikowania na ile

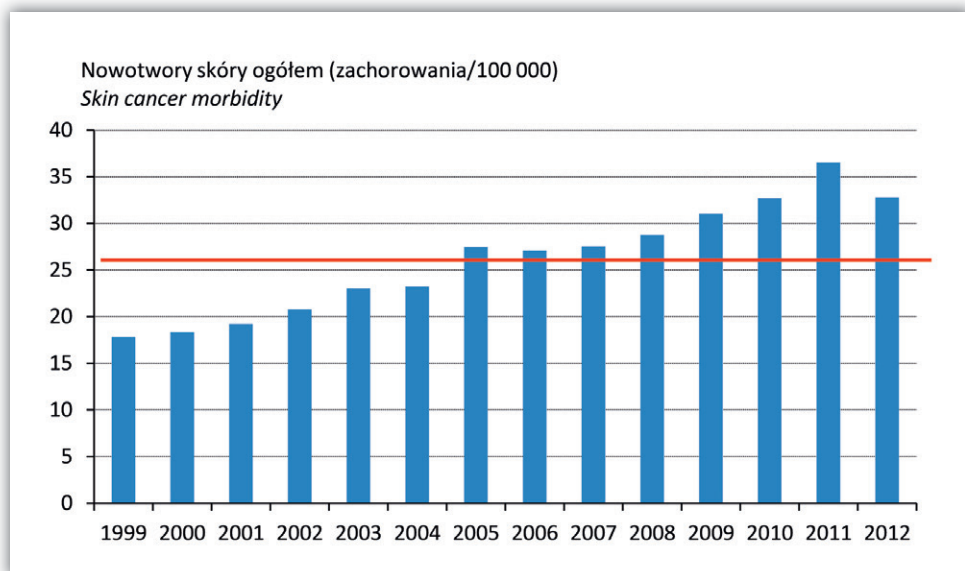


Rycina 3.21. Związek pomiędzy sumami miesięcznymi całkowitego promieniowania słonecznego (Kglob) a średnimi miesięcznymi wartościami wskaźnika UV (UVI)

Figure 3.21. Relationships between monthly sums of global solar radiation (Kglob) and mean monthly values of UV index (UVI)

natężenie całkowitego promieniowania słonecznego odzwierciedla wielkość wskaźnika UVI wykorzystano 5-letnią serię codziennych pomiarów Kglob w Borowej Górze oraz codzienne dane o wartościach wskaźnika UV w Legionowie. Stacje w Legionowie i Borowej Górze leżą na północny wschód od Warszawy i są oddalone od siebie o około 10 kilometrów. Warunki dopływu promieniowania słonecznego na obydwu stacjach można zatem traktować jako w pełni porównywalne. Stwierdzono bardzo dużą, istotną statystycznie na poziomie $p < 0,05$ zbieżność porównywanych zmiennych (ryc. 3.21). Informacje o sumach całkowitego promieniowania słonecznego są więc dobrym przybliżeniem związków pomiędzy wielkością UVI a liczbą zachorowań i zgonów na nowotwory skóry. Uwzględniając powyższe analizy, przyjęto w obecnych badaniach, że możliwe zmiany zachorowań i zgonów na nowotwory skóry będą określane na podstawie informacji o natężeniu i sumach Kglob. Dane te były dostępne zarówno dla okresu historycznego, jak i dla prognoz na kolejne dekady XXI wieku.

Z uwagi na narastający problem chorób nowotworowych, przy Centrum Onkologii została utworzona baza zachorowań i zgonów na te choroby. Znajdują się w niej także informacje o nowotworach skóry, z wyszczególnieniem czerniaka. Rejestr zachorowań i zgonów obejmuje lata 1999–2012, a kolejne lata są do bazy



Rycina 3.22. Średnia liczba zachorowań na nowotwory skóry w Polsce, 1999–2012; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu

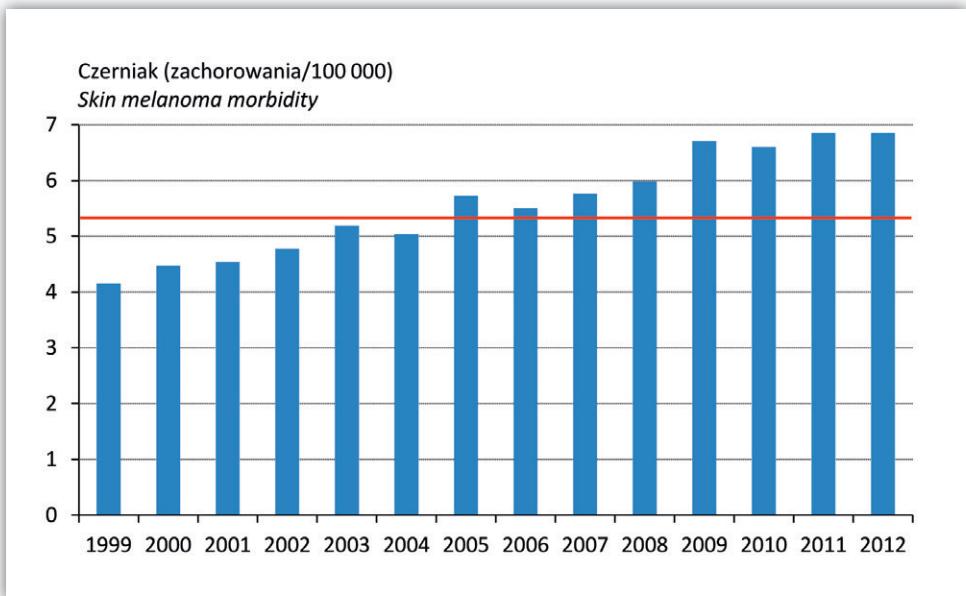
Figure 3.22. Changes in skin cancer morbidity in Poland, 1999–2012; red line indicates mean value for studied period

włączane z około 2-letnim opóźnieniem. Kiedy analizujemy zachorowania na wszystkie formy raka skóry, widzimy stopniowy ich wzrost od około 18 przypadków na 100 tys. w 1999 r. do 33–36 w latach 2010–2012. Średnia wieloletnia liczba zachorowań wynosi około 26 na 100 tys. (ryc. 3.22).

Spośród nowotworów skóry najbardziej niebezpieczny jest czerniak, który stanowi średnio 21,3% wszystkich przypadków (w poszczególnych latach odsetek ten wahał się od 18,8% w 2011 r. do 24,3% w 2000 r.). Średnio zapadalność na czerniaka w Polsce wynosi około 5,6 na 100 tysięcy. W badanym wieloleciu wzrosła ona z 4,2 w 1999 r. do 6,9 przypadków na 100 tys. w latach 2011 i 2012 (ryc. 3.23).

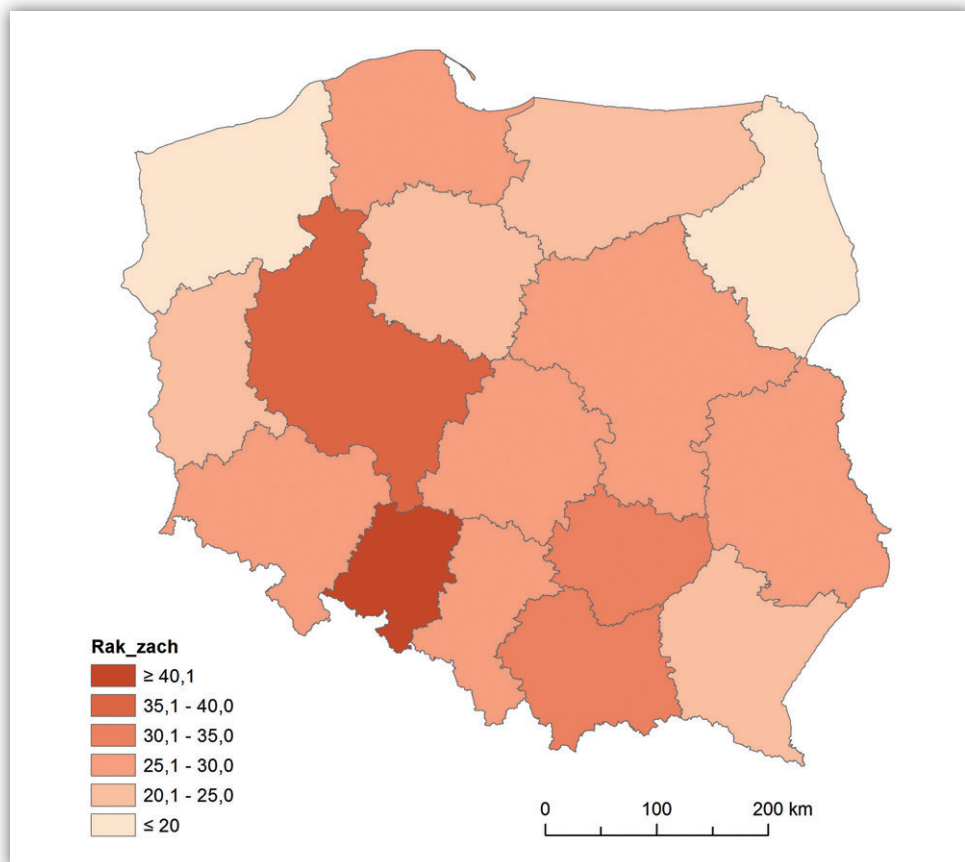
Liczba zachorowań na nowotwory skóry jest silnie zróżnicowana regionalnie. Najmniej zachorowań (około 15 na 100 tys.) jest rejestrowanych w województwie podlaskim. Stosunkowo niska (około 20 na 100 tys.) jest także zapadalność w województwach zachodniopomorskim i lubuskim. Najwięcej zachorowań, 41,5 na 100 tys., ma miejsce w województwie opolskim. Na drugim miejscu, z zapadalnością 36,4, jest województwo wielkopolskie (ryc. 3.24).

Nieco inaczej rozkłada się zapadalność na czerniaka. Najwięcej przypadków zachorowań notuje się w województwie małopolskim (średnio 6,7 na 100 tys.). Liczne, wynoszące około 6 na 100 tys. są także zachorowania na czerniaka



Rycina 3.23. Średnia zapadalność na czerniaka w Polsce, 1999–2012; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu

Figure 3.23. Changes in skin melanoma morbidity in Poland, 1999–2012; red line indicates mean value for studied period



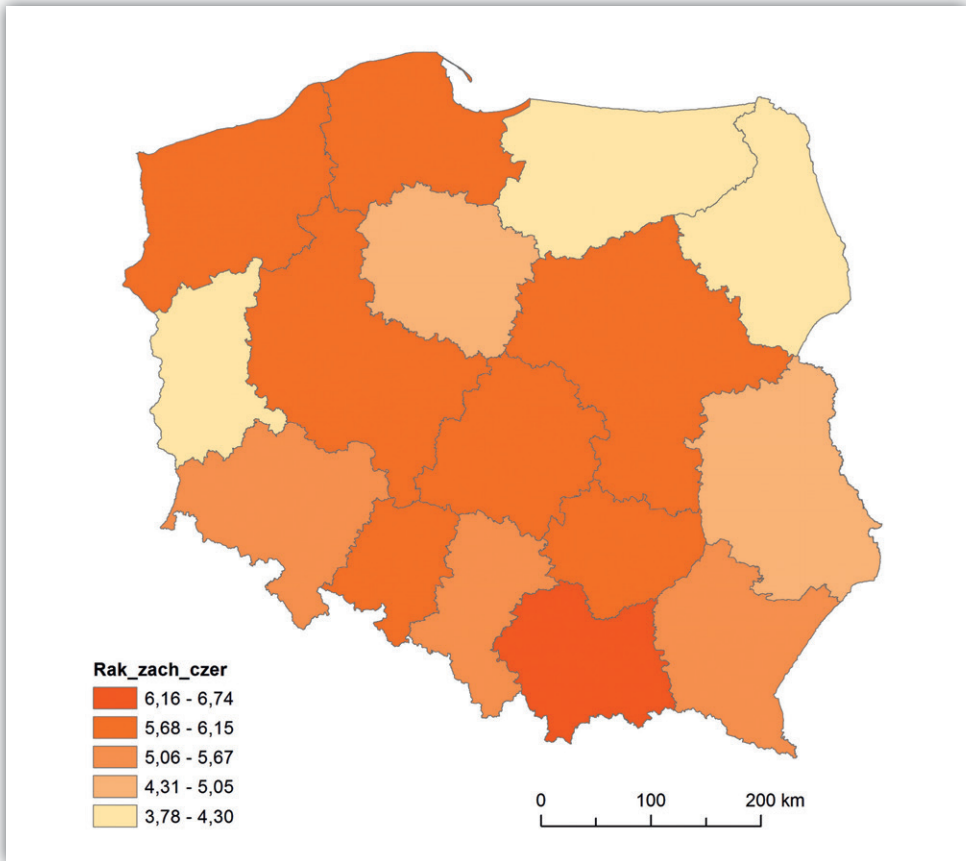
Rycina 3.24. Średnia zapadalność na nowotwory skóry (na 100 tys. mieszkańców) w województwach, 1999–2012

Figure 3.24. Mean yearly number of skin cancer morbidity (per 100 000 inhabitants) in particular voivodships, 1999–2012

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

w województwach: opolskim, pomorskim, zachodniopomorskim, łódzkim, świętokrzyskim, mazowieckim i wielkopolskim (ryc. 3.25). Najmniej zachorowań jest rejestrowanych w województwach: lubuskim (3,8) oraz podlaskim (4,1) i warmińsko-mazurskim (4,3). Można zatem stwierdzić, że problem znacznego ryzyka zachorowania na nowotwory skóry (w tym czerniaka) dotyka znacznej części (ponad 47%) populacji Polski.

W Polsce średnio około 16% zachorowań na nowotwory skóry kończy się zgonem pacjenta. W przypadku czerniaka proporcje te są jeszcze dramatyczniejsze, gdyż średnio około 50% zachorowań kończy się śmiercią. Ogólnie, liczba zgonów na wszystkie nowotwory skóry wynosi około 4 na 100 tys. osób. W kolejnych latach badanego okresu liczba ta była dość stabilna i wahała się od 3,6 do 4,2 (ryc. 3.26).



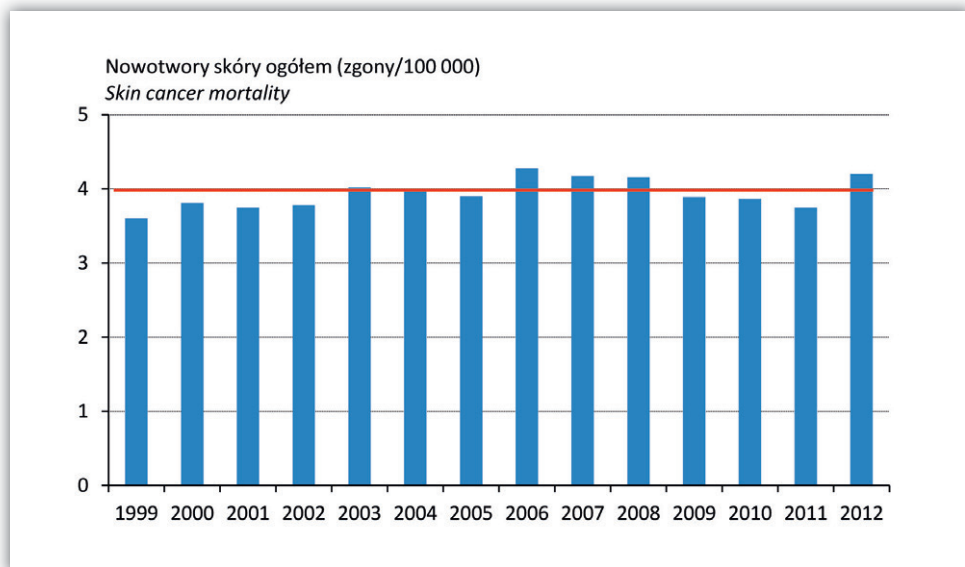
Rycina 3.25. Roczna zapadalność (na 100 tys. mieszkańców) na czerniaka w województwach, 1999–2012

Figure 3.25. Mean yearly number of skin melanoma morbidity (per 100 000 inhabitants) in particular voivodships, 1999–2012

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Wśród zgonów na nowotwory skóry aż 69% stanowią zgony na czerniaka (w 2011 r. odsetek ten wynosił aż 87%). O ile ogólna liczba zgonów na nowotwory skóry jest stosunkowo stabilna, to liczba zgonów na czerniaka systematycznie rosła w badanym okresie od 2,2 w 1999 r. do 3,9 przypadków na 100 tys. osób w 2012 roku. Średnia wieloletnia wartość tego wskaźnika umieralności wynosi 2,7 (ryc. 3.27).

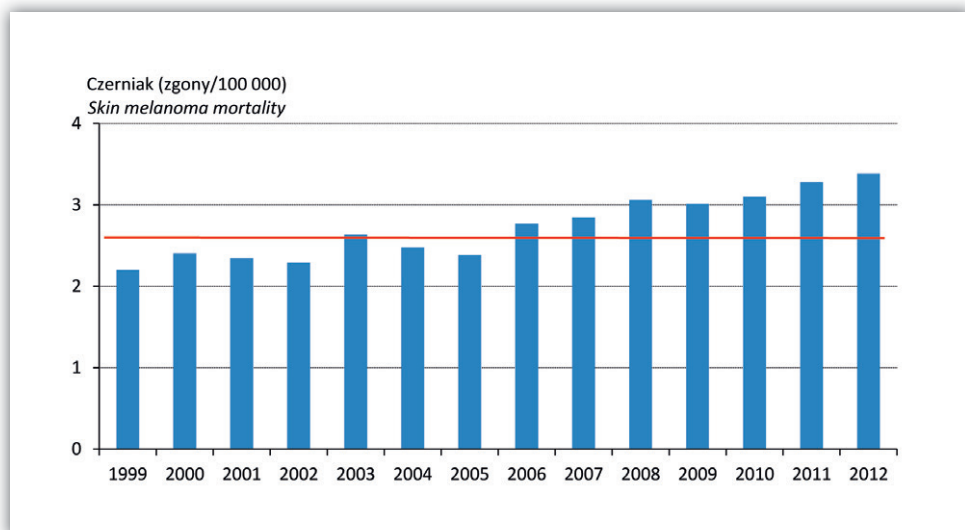
Liczba zgonów na nowotwory skóry jest zróżnicowana regionalnie. Najwięcej zgonów ogółem (powyżej 4 przypadków na 100 tys. mieszkańców) rejestruje się w województwach: podlaskim, mazowieckim, łódzkim, świętokrzyskim, małopolskim, podkarpackim i śląskim. Najniższym wskaźnikiem umieralności ogółem (2,9) charakteryzuje się województwo lubuskie. W przypadku zgonów na czerniaka ponownie wyróżnia się pozytywnie województwo lubuskie, z najniższym



Rycina 3.26. Roczna liczba zgonów na wszystkie nowotwory skóry w Polsce, 1999–2012; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu

Figure 3.26. Changes in skin cancer mortality in Poland, 1999–2012; red line indicates mean value for studied period

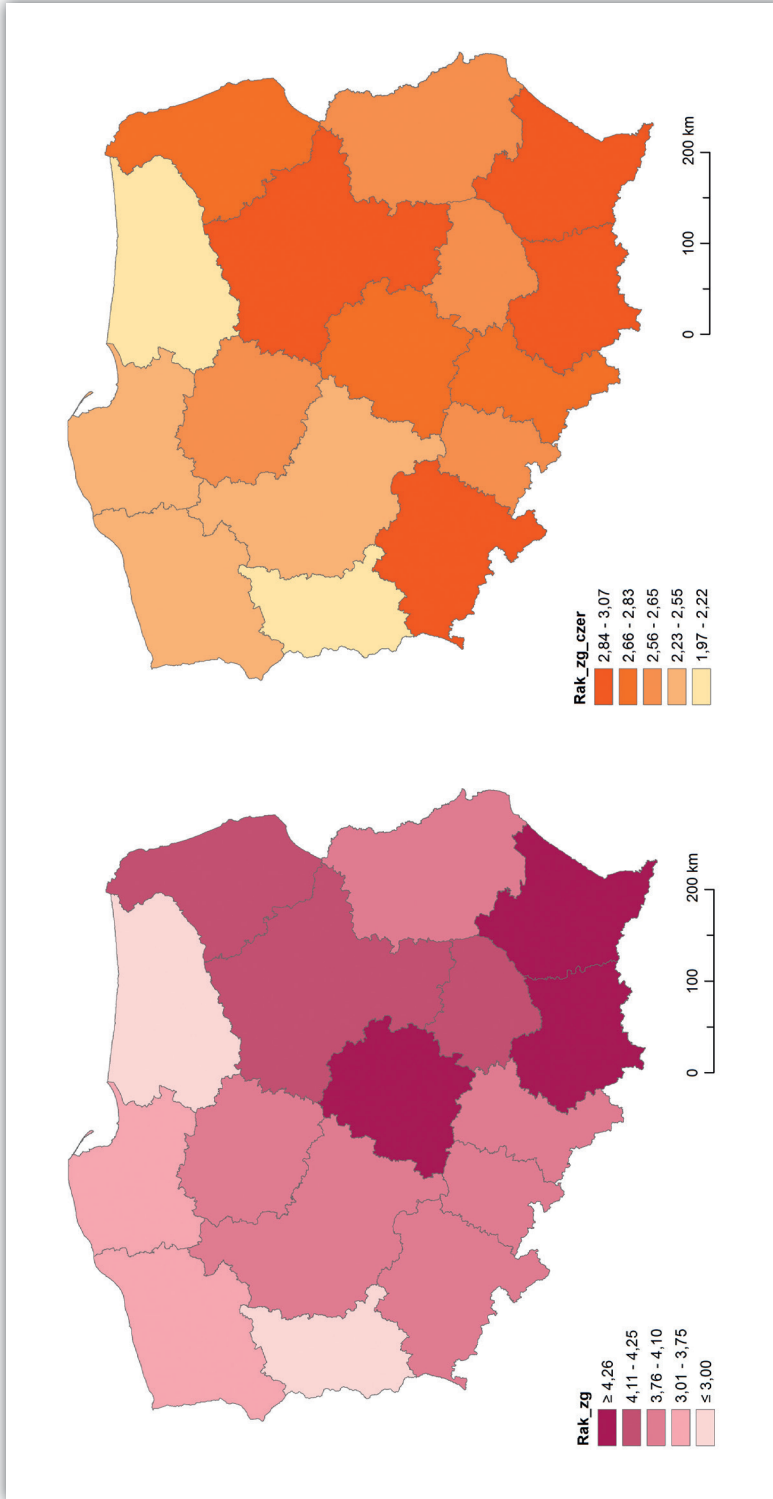
Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.



Rycina 3.27. Roczna umieralność na czerniaka w Polsce, 1999–2012; czerwona linia oznacza średnią wieloletnią dla badanego okresu

Figure 3.27. Changes in skin melanoma mortality in Poland, 1999–2012; red line indicates mean value for studied period

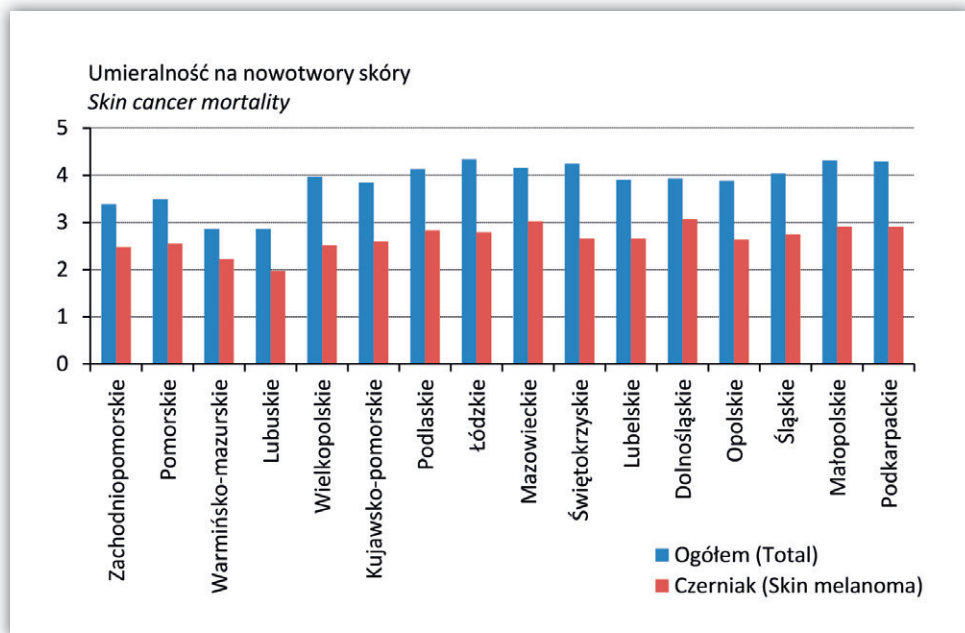
Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.



Rycina 3.28. Roczna umieralność (na 100 tys. mieszkańców) na nowotwory skóry ogółem (lewa strona) i na czerniaka (prawa strona) w województwach, 1999–2012

Figure 3.28. Mean yearly number of mortality (per 100 000 inhabitants) on all skin cancers (left panel) and skin melanoma (right panel) in particular voivodships, 1999–2012

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.



Rycina 3.29. Średnia umieralność (na 100 tys. mieszkańców) na nowotwory skóry ogółem i na czerniaka w województwach, 1999–2012

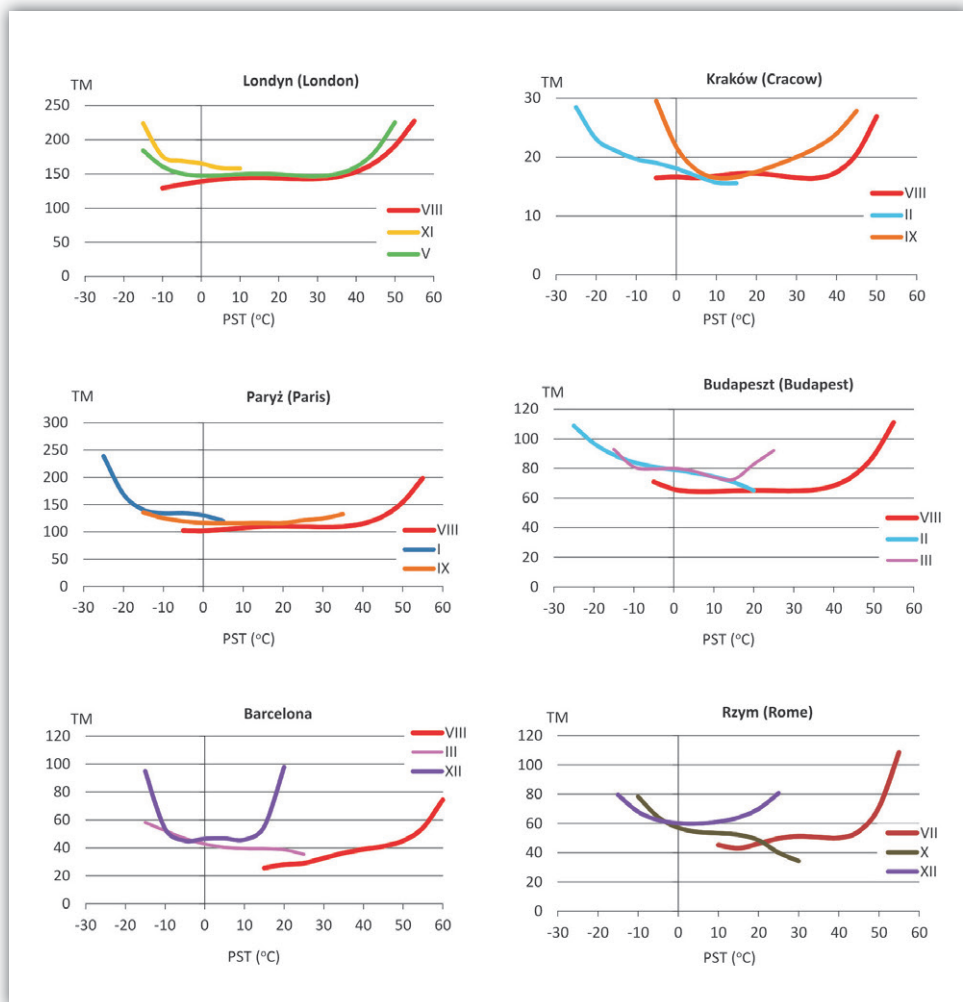
Figure 3.29. Mean yearly skin cancer mortality (in total and skin melanoma) in particular voivodships, 1999–2012

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

wskaźnikiem umieralności wynoszącym około 2,0. Największy wskaźnik umieralności (powyżej 2,8) występuje natomiast w województwach: dolnośląskim, mazowieckim, łódzkim, podlaskim, małopolskim i podkarpackim (ryc. 3.28, 3.29).

3.6. Choroby i zgony spowodowane obciążającymi warunkami biotermicznymi

Wpływ warunków termicznych na stan zdrowia oraz na umieralność jest przedmiotem licznych badań w wielu krajach. Wśród elementów klimatu największy wpływ na organizm człowieka wywiera bowiem środowisko termiczne, na które składają się: temperatura i wilgotność powietrza, promieniowanie słoneczne oraz prędkość wiatru. 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 gorąca oraz fale zimna. Ze względu na powszechność występowania takie skrajne warunki pogodowe pociągają za sobą więcej ofiar w ludziach niż



Rycina 3.30. Zależność między temperaturą odczuwaną fizjologicznie (PST) a dzienną liczbą zgonów (TM) w niektórych aglomeracjach europejskich w wybranych miesiącach, 1991–2000

Figure 3.30. Relationships between physiological subjective temperature (PST) and daily total mortality rates (TM) in selected European agglomerations in chosen months, 1991–2000

Źródło: Source: Błażejczyk, McGregor (2007).

jakiegokolwiek inne. Pod terminem „fala upałów” najczęściej rozumie się kilkudniowe przypadki bardzo wysokiej temperatury powietrza połączonej z jego dużą wilgotnością. Analogicznie, „falą chłodu” określamy kilkudniowy okres z bardzo niską temperaturą powietrza (Kuchcik 2006).

Z wielu badań prowadzonych w różnych strefach klimatycznych wyłania się specyficzny rozkład umieralności w zależności od warunków termicznych.

W umiarkowanych szerokościach geograficznych maksimum umieralności występuje w okresie od grudnia do marca, a liczba zgonów rośnie 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 lub V. W wyniku analizy codziennych wartości temperatury odczuwanej fizjologicznie (PST) oraz dziennej liczby zgonów w 6 miastach europejskich K. Błażejczyk i G. McGregor (2007, 2008) stwierdzili, że umieralność wyraźnie zwiększa się zarówno przy niskich, jak i wysokich wartościach PST. Wzrost umieralności przy spadku PST występował w miesiącach zimowych, jesiennych i wiosennych. Natomiast latem umieralność znacząco wzrastała przy wysokich wartościach PST (ryc. 3.30).

Optimum termiczne, wyznaczone na podstawie średniej temperatury powietrza odpowiadającej najniższej umieralności, wynosi średnio w Europie 18°C. Niemniej wartość ta różni się znacznie regionalnie. W Holandii wynosi jedynie 16,5°C. W środkowej Polsce i w Czechach wartość optimum termicznego jest podobna i wynosi odpowiednio 19,5°C i 20°C. Najwyższy poziom optimum termicznego zostało stwierdzone dla środkowych Włoch, gdzie wynosi 23,5°C. Przy tym należy pamiętać, że warunki termiczne stanowią silny bodziec zazwyczaj w grupie osób starszych, powyżej 65. roku życia (Eurowinter Group 1997; Kozłowska-Szczęśna i in. 2004; Kuchcik, Degórski 2009).

Potwierdzeniem powyższych wniosków są wyniki projektu PHEWE, w którym określono względny przyrost umieralności, jaki w miesiącach letnich następuje przy wzroście tzw. temperatury pozornej (*apparent temperature*) o 1°C powyżej poziomu granicznego (Baccini i in. 2011). W aglomeracjach położonych w środkowej i północnej Europie wzrost umieralności wynosi średnio 2%, a w obszarze śródziemnomorskim 3%. W miastach położonych w warunkach zbliżonych dla polskich miast poziomy graniczne maksymalnej temperatury pozornej wynoszą: w Budapeszcie 22,8°C, w Pradze 22,0°C i w Sztokholmie 21,7°C (tab. 3.3) – *Improving...* 2009.

Przyczyn takiego właśnie rozkładu umieralności w wysokiej i niskiej temperaturze powietrza należy upatrywać w obciążeniu organizmu reakcjami termoregulacyjnymi w celu dostosowania gospodarki cieplnej do panujących warunków otoczenia. W zimnych warunkach podstawowym mechanizmem termoregulacji jest zmniejszenie peryferycznego przepływu krwi. Skutkuje to zmniejszeniem ilości ciepła przenoszonego z wnętrza ciała ku jego powierzchni. Powoduje to obniżenie temperatury skóry oraz zwiększenie termoizolacyjnych właściwości tkanki skórnej. To z kolei zmniejsza tempo oddawania ciepła z wnętrza ciała do otoczenia i w pewnym stopniu zabezpiecza przed jego nadmiernym wychłodzeniem (Blanc 1975; Clark, Edholm 1985; Holmér 1988; ISO/DC 11079). Efektami ubocznymi tych procesów są: wzrost ciśnienia krwi, który w skrajnych sytuacjach może być

Tabela 3.3. Progi maksymalnej wartości temperatury pozornej oraz odsetek wzrostu umieralności spowodowanej podwyższeniem temperatury pozornej o 1°C ponad poziom progowy

Table 3.3. Thresholds of apparent temperature and percentage of mortality increase due to increase of apparent temperature of 1°C above threshold level

Miasto <i>City</i>	Próg temperatury pozornej (°C) <i>Apparent temperature threshold (°C)</i>		Wzrost umieralności (%) <i>Mortality increase (%)</i>	
Ateny <i>Athens</i>	32,7	(32,1 do 33,3)	5,54	(4,30 do 6,80)
Barcelona <i>Barcelona</i>	22,4	(20,7 do 24,2)	1,56	(1,04 do 2,08)
Budapeszt <i>Budapest</i>	22,8	(21,9 do 23,7)	1,74	(1,47 do 2,02)
Helsinki <i>Helsinki</i>	23,6	(21,7 do 25,5)	3,72	(1,68 do 5,81)
Lublana <i>Ljubljana</i>	21,5	(15,0 do 28,0)	1,34	(0,32 do 2,37)
Londyn <i>London</i>	23,9	(22,6 do 25,1)	1,54	(1,01 do 2,08)
Mediolan <i>Milan</i>	31,8	30,8 do 32,8)	4,29	(3,35 do 5,24)
Paryż <i>Paris</i>	24,1	(23,4 do 24,8)	2,44	(2,08 do 2,80)
Praga <i>Prague</i>	22,0	(20,4 do 23,6)	1,90	(1,39 do 2,44)
Rzym <i>Rome</i>	30,3	(29,8 do 30,8)	5,25	(4,57 do 5,93)
Sztokholm <i>Stockholm</i>	21,7	(18,2 do 25,3)	1,17	(0,41 do 1,94)
Turyń <i>Turin</i>	27,0	(25,2 do 28,9)	3,30	(2,53 do 4,13)
Walencja <i>Valentia</i>	28,2	(23,7 do 32,7)	0,56	(-0,35 do 1,47)
Zurich <i>Zurich</i>	21,8	(16,5 do 27,0)	1,37	(0,49 do 2,25)

Źródło *Source*: Baccini i in. (2008).

niebezpieczny dla zdrowia, oraz osłabienie reakcji obronnych organizmu i zwiększenie podatności na infekcje chorobowe. W okresie znacznego deficytu ciepła organizm broni się przed wychłodzeniem swego wnętrza poprzez zablokowanie dopływu krwi – i przenoszonego z nią ciepła – do swych skrajnych części (stopy, dłonie, uszy, twarz), co prowadzi do odmrożeń. Ryzyko odmrożenia ma już miejsce przy zbyt długiej ekspozycji na temperaturę poniżej zera. Dodatkowym zagrożeniem związanym z zimnym otoczeniem jest zwiększone tempo oddawania ciepła do otoczenia, co powoduje wychładzanie organizmu, które może prowadzić do śmierci. Mechanizmem, który w pewnym stopniu równoważy nadmierny odpływ ciepła z organizmu jest tzw. termogeneza drżeniaowa, czyli wytwarzanie ciepła w wyniku odruchowych drgań mięśni szkieletowych. Proces ten jest dość wydajny

w warunkach umiarkowanego chłodu (Błażejczyk i in. 2008). Wskazane wyżej procesy dostosowawcze do warunków zimnych znacznie obciążają układ termoregulacyjny, krwionośny i oddechowy oraz osłabiają układ odpornościowy, prowadząc do zwiększonej zachorowalności i umieralności (Eurowinter Group 1997).

W wysokiej temperaturze otoczenia dla zabezpieczenia organizmu przed przegrzaniem, którego skutkiem może być udar cieplny lub trwałe uszkodzenie struktur białkowych wewnątrz komórek, jest uruchamiany cały zespół reakcji autonomicznych. Następuje rozszerzenie peryferycznych naczyń krwionośnych oraz wzrost skórno-przepływu krwi, który odprowadza nadmiar ciepła z wnętrza ciała ku jego powierzchni. Efektem ubocznym tych procesów jest obniżenie ciśnienia tętniczego i zwiększenie tętna. W wysokiej temperaturze powietrza uaktywniane są też gruczoły potowe (Kozłowski 1986). Gdy warunki wilgotnościowe otoczenia pozwalają na wchłonięcie dodatkowej ilości pary wodnej, pot pokrywający skórę paruje, obniżając jej temperaturę. Zwiększa się w ten sposób gradient termiczny pomiędzy wnętrzem ciała a jego powłoką. Dzięki temu możliwe jest intensywne przenoszenie ciepła z wnętrza ciała ku skórze, a następnie odprowadzanie go do atmosfery (Beaumont, Bullard 1965; Givoni, Beldings 1965; Garden i in. 1966; Elizondo, Bullard 1971; Rewerski i in. 1972; Givoni, Goldman 1973; Narębski 1980; Kenney 1985; Kaciuba-Uściłko 1990). Wymienione wyżej procesy termoregulacyjne silnie obciążają pracę serca i całego układu krwionośnego, prowadząc niekiedy do jego całkowitej niewydolności (Błażejczyk i in. 1999).

Innym zagrożeniem związanym z wysoką temperaturą otoczenia jest odwodnienie organizmu. Jest ono skutkiem uaktywnienia gruczołów potowych. Zależnie od ilości wydzielonego potu i utraty wody z organizmu pojawiają się różnorodne powikłania w funkcjonowaniu organizmu, które w skrajnych przypadkach (przy stracie masy ciała większej od 14%) prowadzą do przegrzania i śmierci, nawet osób zdrowych i w sile wieku (tab. 3.4). Sytuacje skrajne pojawiają się na szczęście bardzo rzadko. Niemniej nawet kilkuprocentowa utrata masy ciała powoduje znaczne obciążenie układu krwionośnego i różnych organów wewnętrznych. U osób starszych i z chorobami serca może to prowadzić do niebezpiecznych dla zdrowia i życia skutków (Skrobowski 1998; Błażejczyk, Szyguła 2004; *Heat-waves...* 2004; Błażejczyk, Baranowski, Błażejczyk 2014).

W badaniach wpływu warunków klimatycznych, a zwłaszcza ich cech termicznych na stan zdrowia, są stosowane różne wskaźniki termiczne, począwszy od wartości średniej (dobowej, miesięcznej, rocznej), przez proste wskaźniki biometeorologiczne (jak na przykład temperatura efektywna czy temperatura pozorną), po wskaźniki biotermiczne oparte na bilansie cieplnym człowieka (np. temperatura odczuwana fizjologicznie – PST, stres termofizjologiczny – PhS, temperatura odczuwalna – PT czy fizjologiczna temperatura ekwiwalentna – PET) – Laschewski, Jendritzky 2002; Błażejczyk, McGregor 2007, 2008; Muthers i inni 2010.

Tabela 3.4. Zdrowotne konsekwencje odwodnienia organizmu

Table 3.4. Health symptoms of organism dehydration

Poziom odwodnienia (%) <i>Degree of dehydration (%)</i>	Utrata wody (l) u osoby o ciężarze 70 kg <i>Liquid loss (litres) for a 70-kg person</i>	Objawy <i>Symptoms</i>
2	1,4	wzrost pragnienia <i>thirst</i>
4	2,8	wzrost pragnienia i wysuszenie błon śluzowych <i>thirst and dry mouth</i>
6	4,2	wzrost pragnienia, wysuszenie błon śluzowych, przyspieszenie tętna i wzrost temperatury ciała <i>thirst, dry mouth, increased heart rate and body temperature</i>
8	5,6	wzrost pragnienia, wysuszenie błon śluzowych, przyspieszenie tętna, wzrost temperatury ciała, sztywność języka, trudności z mówieniem, obniżenie sprawności fizycznej i psychicznej <i>thirst, dry mouth, increased heart rate and body temperature, swollen tongue, difficult speech, reduced physical and mental performance</i>
12	8,4	cofnięcie zmian w organizmie tylko poprzez nadzorowane dawkowanie płynów <i>recovery only after parenteral fluid administration</i>
14	9,8	gwałtowny wzrost temperatury ciała i śmierć <i>rapid body temperature increase and death</i>

Źródło Source: Heat-waves... (2004).

W badaniach zależności umieralności od warunków biotermicznych w Polsce analizowano także relacje pomiędzy dobową liczbą zgonów a występującą danego dnia kategorią różnych wskaźników biotermicznych. W swoich badaniach T. Kozłowska-Szczęsna, B. Krawczyk, M. Kuchcik (2004) wzięły pod uwagę temperaturę odczuwalną i stres termofizjologiczny, a K. Błażejczyk, D. Idzikowska i A. Błażejczyk (2013) zbadali umieralność w Warszawie w dniach z różnymi kategoriami obciążeń cieplnych.

Autorki pierwszych ze wspomnianych wyżej badań stwierdziły, że w większości miast jest widoczny większy wzrost umieralności w skrajnie gorących typach odczucia termicznego niż w skrajnie zimnych. W dniach z odczuciem termicznym „bardzo gorąco” oraz „ekstremalnie gorąco” w każdym mieście obserwowano wzrost liczby zgonów (często istotny statystycznie) sięgający 18% w Warszawie, 26% w Krakowie i aż 31% w Poznaniu. Na terenach o ostrzejszym klimacie, leżących na wschodzie kraju, istotny statystycznie wzrost liczby zgonów ogółem i z powodu chorób układu krążenia notowano w dniach z panującym odczuciem „bardzo zimno”: o 10% w Białymstoku i 11% w Lublinie.

K. Błażejczyk, D. Idzikowska i A. Błażejczyk (2013) wykorzystali w swych badaniach najnowszy wskaźnik UTCI (uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych), wywodzący się z analizy bilansu cieplnego człowieka. Został on opracowany na podstawie wielowęzłowego modelu wymiany ciepła Fialii. Model ten rozpatruje przepływy ciepła między różnymi częściami ciała oraz pomiędzy ciałem człowieka

a otaczającym powietrzem. Wskaźnik UTCI jest definiowany jako ekwiwalentna temperatura powietrza, przy której w warunkach referencyjnych podstawowe parametry fizjologiczne organizmu przyjmują takie same wartości, jak w warunkach rzeczywistych (Błażejczyk i in. 2009, 2010). Dla zbadania wpływu obciążeń cieplnych organizmu na umieralność wykorzystano codzienne dane o liczbie zgonów ogółem i w różnych grupach wiekowych oraz dane meteorologiczne z lat 1993–2002. W Warszawie najsilniejsze, istotne statystycznie na poziomie $p < 0,1$, zależności pomiędzy UTCI a umieralnością wystąpiły w styczniu, lutym, lipcu i sierpniu. Jako próg UTCI, powyżej którego obserwuje się latem znaczący wzrost umieralności można przyjąć wartość 32°C ; obejmuje ona silny, bardzo silny i nieznosny stres ciepła, nazwany w skrócie dużym stresem ciepła (DSC). Jako zimowy próg UTCI, poniżej którego umieralność wzrasta znacząco przyjęto wartość -13°C ; obejmuje ona silny, bardzo silny i nieznosny stres zimna, nazwany łącznie dużym stresem zimna (DSZ). Okazuje się, że warunki biotermiczne odznaczające się silnym stresem zimna powodowały 17-procentowy wzrost ryzyka zgonu (w stosunku do sytuacji neutralnej termicznie), a w sytuacji bardzo silnego stresu zimna wzrost ten wynosił średnio prawie 32%. W przypadku silnego stresu ciepła także występował 17-procentowy wzrost ryzyka zgonu. Natomiast w dniach, w których występował

Tabela 3.5. Średnia, maksymalna i minimalna dzienna liczba zgonów oraz względne ryzyko zgonu w Warszawie w różnych kategoriach obciążeń cieplnych, 1993–2002

Table 3.5. Average, maximum and minimum daily mortality rates and relative death risk in Warsaw in different categories of heat stress, 1993–2002

Kategoria obciążeń cieplnych (KOC) <i>Heat stress category</i>		Zakres UTCI <i>UTCI range</i> ($^{\circ}\text{C}$)	Dobowa liczba zgonów <i>Daily mortality rate</i>			Względne ryzyko zgonu (WRZ) <i>Relative death risk</i> (%)
Opis <i>Description</i>	wartość numeryczna <i>numerical value</i>		max	min	średnia <i>average</i>	
Bardzo silny stres zimna <i>Very strong cold stress</i>	-4	< -27	84	28	54	131,7
Silny stres zimna <i>Strong cold stress</i>	-3	-27 - -13	82	22	48	117,1
Umiarkowany stres zimna <i>Moderate cold stress</i>	-2	-13 - 0	81	21	45	109,8
Mały stres zimna <i>Slight cold stress</i>	-1	0 - 9	73	19	43	104,9
Brak obciążeń cieplnych <i>No thermal stress</i>	0	9 - 26	73	15	41	100,0
Umiarkowany stres ciepła <i>Moderate heat stress</i>	1	26 - 32	75	19	42	102,4
Silny stres ciepła <i>Strong heat stress</i>	2	32 - 38	76	27	48	117,1
Bardzo silny stres ciepła <i>Very strong heat stress</i>	3	> 38	85	45	63	153,7

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

bardzo silny stres ciepła ryzyko zgonu było aż o ponad 50% większe niż przy braku obciążeń cieplnych (tab. 3.5).

Przeprowadzone badania pozwoliły na zaproponowanie dla Warszawy modelu statystycznego oszacowania względnego ryzyka zgonu (WRZ) w zależności od kategorii obciążeń cieplnych organizmu (KOC). Względne ryzyko zgonu (ponad poziom typowy dla braku obciążeń cieplnych) jest opisane funkcją wielomianową trzeciego stopnia o współczynniku determinacji równym 98% (na poziomie ufności $p < 0,01$). Równanie to ma postać:

$$WRZ = 0,5543 \cdot KOC^3 + 4,2287 \cdot KOC^2 + 0,1953 \cdot KOC - 1,6524$$

Znalezione związki oznaczają, że w dniach, w których wystąpiły obciążenia cieplne kategorii 2 (duży stres ciepła) ryzyko zgonu jest większe o 20% niż w dniu z warunkami termoneutralnymi. Analogicznie w dniach z bardzo dużym i ekstremalnym stresem ciepła ryzyko zgonu jest większe odpowiednio o 52% i 102%. W odniesieniu do dni ze stresem zimna ma miejsce wzrost ryzyka o: 10% (przy stresie umiarkowanym), 21% (w dniach z dużym stresem zimna), 30% (podczas bardzo dużego stresu zimna) i o 34% (w warunkach ekstremalnego stresu zimna).

W relacjonowanych badaniach uwzględniono zgłaszany przez innych autorów fakt opóźnienia powstania choroby czy też zgonu w stosunku do opresyjnych warunków biotermicznych. Analizowano zatem liczbę zgonów w stosunku do warunków biotermicznych panujących zarówno danego dnia, jak również 1, 2 i 3 dni wcześniej. Dla całego roku i dla większości sezonów (poza jesienią) obserwowano współczynniki korelacji istotne statystycznie na poziomie $p < 0,05$. Okazało się także, że latem zależności są silniejsze niż w innych porach roku, zwłaszcza gdy uwzględniono 1-dniowe opóźnienie reakcji organizmu, a umieralność wzrastała wraz ze wzrostem wartości UTCI. W zimie zależności pomiędzy umieralnością a wartościami UTCI są słabsze niż latem, a najsilniejsze występują wraz ze spadkiem UTCI dopiero w 3 dni po wystąpieniu stresujących obciążeń cieplnych. Rezultaty te potwierdzają obserwacje wynikające z porównania względnego ryzyka zgonu w warunkach bardzo silnego stresu ciepła i bardzo silnego stresu zimna. Stosunkowo niskie współczynniki korelacji pomiędzy UTCI a dobową liczbą zgonów wiosną i jesienią wynikają z tego, że w miesiącach przejściowych mamy do czynienia zarówno z występowaniem niskich, jak i wysokich wartości wskaźnika obciążeń cieplnych. Obydwie te sytuacje powodują wprawdzie wzrost ryzyka zgonu, ale umieszczenie ich w jednym zbiorze danych sprawia, że współczynniki korelacji są niskie (tab. 3.6). Spostrzeżenie to potwierdza wcześniejsze wnioski K. Błażejczyka i G. McGregora (2007) poczynione w odniesieniu do sześciu badanych miast europejskich (Kraków, Paryż, Londyn, Budapeszt, Rzym i Barcelona).

Tabela 3.6. Współczynniki korelacji pomiędzy wartościami wskaźnika UTCI a dobową liczbą zgonów występujących w Warszawie, 1993–2002

Table 3.6. Correlation coefficients between UTCI values and daily number of deaths in Warsaw, 1993–2002

UTCI	Wiosna <i>Spring</i>	Lato <i>Summer</i>	Jesień <i>Autumn</i>	Zima <i>Winter</i>	Rok <i>Year</i>
W danym dniu <i>In particular day</i>	-0,09*	0,18*	-0,01	-0,09*	-0,23*
1 dzień wcześniej <i>1 day before</i>	-0,07*	0,23*	-0,01	-0,12*	-0,23*
2 dni wcześniej <i>2 days before</i>	-0,09*	0,18*	-0,07	-0,12*	-0,25*
3 dni wcześniej <i>3 days before</i>	-0,11*	0,09*	-0,08*	-0,14*	-0,27*

* współczynnik korelacji istotny na poziomie ufności 95%

* correlation coefficient significant at confidence level 95%

Źródło Source: Błażejczyk, Idzikowska, Błażejczyk (2013).

Bardzo podobne, do podanych wyżej, wnioski wynikają także z badań prowadzonych przez T. Kozłowską-Szczęsną, B. Krawczyk i M. Kuchcik w ramach projektu KBN pt. *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka* (Kozłowska-Szczęsna i in. 2004) obejmujących 17 miast polskich w okresie 1993–2001. Autorki również stwierdziły 1- lub 2-dniowe opóźnienie zwiększonej umieralności w stosunku do momentu wystąpienia obciążających sytuacji termicznych oraz wzrost umieralności w skrajnych warunkach termicznych. Zwróciły także uwagę na zróżnicowanie regionalne zjawiska umieralności powodowanej przez warunki meteorologiczne, zwłaszcza fale upałów i fale zimna.

Korzystając z udostępnionej bazy danych (zgrupowanej w w/w projekcie), obliczono względne ryzyko zgonu związanego z występowaniem dużego stresu zimna (DSZ) oraz dużego stresu ciepła (DSC). Wartością, do której odnoszono dobowe liczby zgonów, była średnia umieralność w sytuacjach pogodowych cechujących się brakiem obciążeń cieplnych, określonych za pomocą wskaźnika UTCI.

W tabeli 3.7 zamieszczono wartości względnego ryzyka zgonu związanego z dużym stresem zimna (WRZ_DSZ) i dużym stresem ciepła (WRZ_DSC) w wybranych miastach Polski. Średnie wartości WRZ_DSZ i WRZ_DSC są do siebie zbliżone i wynoszą około 116%. Oznacza to, że podczas obciążających zimnem i ciepłem warunków biotermicznych ma miejsce wzrost zgonów o około 16% w stosunku do warunków termoneutralnych. Trzeba dodać, że w przypadku WRZ_DSZ ryzyko jest podobne we wszystkich badanych miastach. Natomiast zróżnicowanie regionalne WRZ_DSC jest znaczne i waha się od około 105–108% w miastach południowej Polski (Katowice, Kraków, Wrocław) do ponad 120%

w środkowej i wschodniej Polsce (Warszawa, Łódź, Lublin). Sugeruje to, że mieszkańcy południowej Polski są lepiej zaadaptowani do warunków gorąca niż mieszkańcy środkowej i wschodniej Polski.

Tabela 3.7. Średnie wartości względnego ryzyka zgonu (%) związanego z dużym stresem zimna (WRZ_DSZ) i dużym stresem ciepła (WRZ_DSC) w wybranych miastach Polski, 1993–2001

Table 3.7. Mean values of relative risk of death (%) due to great cold stress (WRZ_DSZ) and to great heat stress (WRZ_DSC) in selected Polish cities, 1993–2001

Miasto <i>City</i>	WRZ_DSZ	WRZ_DSC
Warszawa	116,2	120,0
Bydgoszcz	116,7	116,9
Gdańsk	114,0	118,4
Lublin	117,2	121,9
Katowice	112,8	104,9
Łódź	118,9	125,8
Kraków	112,3	108,3
Poznań	111,8	119,1
Wrocław	115,2	107,2
Średnio <i>Average</i>	116,4	115,8

Źródło *Source*: opracowanie własne *own elaboration*.

3.7. Choroby alergiczne

Ze strefą klimatów umiarkowanych, w której leży Polska, jest związana sezonowość niektórych zjawisk występujących w środowisku naturalnym, takich jak fenologiczne pory roku. Znajomość fenologicznych faz rozwoju i sezonów pyłkowych niektórych roślin ma bardzo duże znaczenie przy ustalaniu etiologii alergicznego nieżyty nosa wywołwanego przez alergeny roślinne. Objawy te, w połączeniu z alergicznym zapaleniem spojówek i astmą, są charakterystyczne dla objawów klinicznych alergii pyłkowej (Harmata 1993).

Istotny dla analizy przedstawianych zjawisk jest fakt, że aerodynamiczny kształt ziaren pyłku sprzyja przenoszeniu ich na duże odległości (nawet setki kilometrów). Może to powodować objawy alergiczne u osób znajdujących się w znacznej odległości od źródła alergogennego pyłku, czego przykładem może być daleki

transport pyłku ambrozji (Smith i in. 2008; Skjøth i in. 2010; Kasprzyk i in. 2011) i brzozy (Siljamo i in. 2008; Veriankaite i in. 2010). Zwykle jednak najsilniejsze objawy chorobowe występują u pacjentów przebywających w bezpośrednim sąsiedztwie ekspozycji ziaren pyłku.

Jedną z bardziej uciążliwych chorób alergicznych jest alergiczny nieżyt nosa i spojówek (ANN), który jest chorobą o zasięgu globalnym. ANN dotyczy ponad 500 mln światowej populacji (Ring i in. 2001; Cauwenberge i in. 2005; Bousquet i in. 2008) i stanowi poważny problem zdrowotny, zwłaszcza w krajach wysokorozwiniętych. Większość pacjentów z ANN jest uczulona na różne alergeny, tzw. zewnętrzne (pyłki roślin i pleśnie) i/lub wewnętrzne, czyli związane ze środowiskiem domowym (np. roztocze kurzu domowego, pleśnie, owady, sierść, naskórek i skóra zwierząt), przy czym znaczny odsetek pacjentów jest uczulonych na pyłek nie tylko jednego, ale wielu rodzajów roślin (Pallasaho i in. 2006).

Od kilkudziesięciu lat notuje się w Polsce wzrost zachorowalności na alergię pyłkową (Samoliński 2008; Samoliński i in. 2009), której główną przyczyną jest występowanie w powietrzu alergenów pyłku roślin wiatropylnych, przede wszystkim traw, na które jest uczulonych prawie 90% pacjentów z alergią pyłkową (Obtułowicz i in. 1990, 1991). Spośród alergenów drzew najsilniej w naszej strefie klimatycznej uczula brzoza, a następnie leszczyna i olsza, natomiast głównymi alergenami występującymi późnym latem i jesienią są: bylica i ambrozja.

Rośliny wiatropylne mogą produkować w sezonie pylenia olbrzymie ilości pyłków. Szacuje się, że 15% światowej populacji jest uczulona na pyłek roślin wiatropylnych. Liczba pyłków produkowanych przez poszczególne gatunki roślin jest różna i np. jeden kwiatostan leszczyny uwalnia w sezonie około 4 mln, a brzozy 5,5 mln pyłków. Do wywołania reakcji alergicznej u osoby uczulonej wystarczy już obecność 50–80 ziaren pyłku/m³ w powietrzu (Gawlik 2000).

W okresie lata objawy alergicznego nieżytu nosa są dodatkowo nasilane przez wysokie stężenia zarodników grzybów anamorficzych, zwłaszcza *Alternaria* i *Cladosporium* (Myszkowska i in. 2002). Przeprowadzone w latach 90. badania epidemiologiczne potwierdziły niepokojący wzrost częstości chorób alergicznych w Polsce. Występowanie chorób alergicznych oceniono wówczas na 12–13% populacji (Małolepszy 1996). Badania przeprowadzone w Krakowie i Poznaniu wśród dzieci 6–7-letnich oraz 13–14-letnich w odstępnie 7 lat, na przełomie 1994 i 1995 r. oraz 2001 i 2002 r. dowiodły, że w tym czasie częstość rozpoznań alergicznego nieżytu nosa oraz alergicznego nieżytu nosa i spojówek w obu grupach wiekowych istotnie wzrosła: w pierwszej o około 20%, a w drugiej o 30–32%. W przypadku objawów alergicznego nieżytu nosa oraz alergicznego nieżytu nosa i spojówek wzrost częstości był jeszcze większy: w grupie 6–7-latków 33,6% w Krakowie i 31,3% w Poznaniu, a w grupie 13–14-latków odpowiednio 41,4% i 39,6% (Lis i in. 2004).

W Polsce brak jest ogólnych baz danych dotyczących chorób alergicznych oraz danych fenologicznych. Informacje o okresach pylenia roślin alergicznych są fragmentaryczne (Dąbrowska, Chłopek 2008; Sparks i in. 2009; Piotrowicz 2010; Malkiewicz, Klaczak 2011). Na podstawie danych zawartych w tych nielicznych publikacjach można stwierdzić, że obserwuje się:

- ▶ coraz wcześniejszy początek kwitnienia oraz sezonów pyłkowych, zwłaszcza na wiosnę (drzewa wczesnowiosenne) – średnio o 6 dni,
- ▶ coraz późniejsze pojawianie się pyłku jesienią o średnio 4,8 dnia,
- ▶ wydłużenie sezonu pyłkowego o 10–11 dni,
- ▶ wzrost stężenia rocznego pyłku, który jest zależny od regionu.

W cieplejszych warunkach klimatycznych rośliny produkują większe ilości pyłków (Cecchi i in. 2010; Ziska i in. 2011). Dodatkowo na terenach zurbanizowanych o dużym zanieczyszczeniu powietrza (tlenki siarki, azotu, węgla, ozon, cząstki pyłu zawieszonego) dochodzi do zmian w fizjologii roślin. Takie warunki pobudzają rośliny do produkcji większej ilości białek, także tych opłaszczających ziarna pyłku (Beck i in. 2013). W wyniku tego procesu zawierają one na swojej powierzchni więcej białek alergenów odpowiedzialnych za wywoływanie objawów alergii. Alergeny obecne na powierzchni pyłków mogą także zostać przeniesione na cząstki pyłu zawieszonego (D'Amato 2001). Same pyłki roślin, z uwagi na swoją wielkość (nie mniejszą niż 15 μm) są odpowiedzialne głównie za wywoływanie objawów alergicznego zapalenia spojówek, alergicznego zapalenia błony śluzowej nosa czy wystąpienie alergicznych zmian skórnych. Transfer alergenów na cząstki pyłów PM₁₀ i PM_{2,5} powoduje, że docierają one z łatwością do najdalszych części układu oddechowego, mogąc prowokować napady astmy oskrzelowej (Błażejczyk, Kuchcik i in. 2014). Obecne w powietrzu alergeny i zanieczyszczenia atmosferyczne wykazują działanie synergiczne, zwiększając ryzyko rozwoju alergii u osób niedotkniętych jeszcze tym schorzeniem. Dlatego też alergie powietrzno pochodne u osób zamieszkujących miasta są obserwowane znacząco częściej niż u osób mieszkających na terenach pozamiejskich (Samel-Kowalik i in. 2009).

4. Związki statystyczne pomiędzy zmiennymi klimatycznymi a umieralnością i zachorowalnością na choroby klimatozależne

4.1. Miary oddziaływania klimatu na choroby klimatozależne

Podczas badań zależności niektórych chorób oraz zgonów od różnych cech klimatu, podejmuje się próby określenia miar i wskaźników najlepiej opisujących te zależności. W wielu przypadkach miary te mają charakter jakościowy, niemniej w odniesieniu do niektórych chorób istnieją udane próby wyznaczenia ilościowych, progowych charakterystyk wybranych elementów klimatu.

Wskaźniki ilościowe określające oddziaływanie klimatu na stan zdrowia człowieka można podzielić na dwie grupy: proste i zespolone. Do grupy prostych wskaźników klimatycznych zalicza się podstawowe charakterystyki meteorologiczne, takie jak:

- ▶ w odniesieniu do promieniowania słonecznego: natężenie promieniowania bezpośredniego i promieniowania UV, sumy usłonecznienia;
- ▶ w odniesieniu do warunków termiczno-wilgotnościowych: średnia, maksymalna i minimalna temperatura powietrza, amplituda temperatury, wilgotność względna powietrza i ciśnienie pary wodnej, stany parności;
- ▶ w odniesieniu do opadów atmosferycznych: opad maksymalny, sumy opadu, liczba dni z opadem;
- ▶ w odniesieniu do wiatru: średnia i maksymalna prędkość, porywy, liczba dni z ciszą i wiatrem silnym;
- ▶ w odniesieniu do ciśnienia atmosferycznego: ciśnienie niskie i wysokie, zmiany śróddobowe i międzydobowe.

Powyższe miary warunków klimatycznych były stosowane w licznych badaniach w Polsce i innych krajach. Wartości tych wskaźników w sposób istotny

statystycznie wyjaśniały wystąpienie lub nasilenie się różnych problemów zdrowotnych (tab. 1.1). Ta grupa wskaźników służy także do oceny bezpośredniego oddziaływania różnych, najczęściej ekstremalnych, zjawisk pogodowych na występowanie chorób, wypadków lub urazów (tab. 4.1).

W przypadku powszechnych i masowych chorób sezonowych, takich jak grypa, brak jest jednoznacznych wskaźników oddziaływania. Informacje epidemiologiczne wskazują, że miarami takimi są spadek temperatury poniżej 10°C, długość okresu z temperaturą oscylującą w pobliżu 0°C, nagłe ochłodzenia zimowe po okresie względnie wysokiej temperatury (Błażejczyk, Błażejczyk, Baranowski 2014; Jaakkola i in. 2014).

W odniesieniu do chorób odkleszczowych wyniki dotychczasowych badań sugerują, że wskaźnikami oddziaływania mogą być: temperatura (średnia i minimalna) okresu zimowego, temperatura (średnia i maksymalna) okresu letniego, wilgotność powietrza okresu letniego (Siuda 1993; Lingren i Jeansen 2006).

Tabela 4.1. Wskaźniki oddziaływania klimatu stosowane w odniesieniu do zdarzeń zdrowotnych związanych z ekstremalnymi warunkami pogodowymi

Table 4.1. Indicators of climate impacts used for particular extreme weather conditions

Rodzaj zdarzenia zdrowotnego <i>Health problem</i>	Stosowane wskaźniki oddziaływania <i>Impact indicators</i>
Urazy i zgony spowodowane silnymi wiatrami <i>Injuries and deaths due to strong winds</i>	prędkość wiatru (średnia i w porywach) liczba dni z wiatrem bardzo silnym (> 15 m·s ⁻¹) <i>wind speed (mean, gust), frequency of days with very strong wind (> 15 m·s⁻¹)</i>
Urazy i wypadki w warunkach zimowych <i>Injuries and deaths due to winter weather</i>	liczba dni z gołoledzią, pokrywą śnieżną, zamiecią <i>frequency of days with glaze, snow cover, blizzard</i>
Urazy i zgony spowodowane powodzią <i>Injuries and deaths due to flooding</i>	suma opadów, opad maksymalny, liczba dni z opadem <i>precipitation totals, maximum precipitation, frequency of rainy days</i>
Zgony z wychłodzenia organizmu <i>Deaths due to organism overcooling</i>	liczba dni z mrozem i silnym mrozem, temperatura minimalna <i>frequency of days with Frost and strong Frost, minimum temperature</i>
Urazy i wypadki spowodowane złą widzialnością <i>Injuries and deaths due to reduced visibility</i>	liczba dni z mgłą <i>frequency of foggy days</i>

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

W przypadku zatruc pokarmowych odpowiednimi wskaźnikami oddziaływania klimatu mogą być średnia dobowa i maksymalna temperatura powietrza w okresie letnim (Kovats i in. 2004; Confalonieri i in. 2007; Błażejczyk, Błażejczyk 2012b).

W odniesieniu do nowotworów skóry i innych chorób powodowanych czynnikami radiacyjnymi stosuje się dwie klimatyczne miary oddziaływania: ogólną zawartość ozonu stratosferycznego (wyrażoną w dobsonach) oraz wskaźnik promieniowania nadfioletowego (UVI), a zwłaszcza liczbę dni z wysokimi (> 6) wartościami tego wskaźnika (Lucas i in. 2006; Błażejczyk, Błażejczyk 2012a).

Choroby alergiczne i niektóre typy astmy są wyraźnie związane z występowaniem w powietrzu alergenów roślinnych i zanieczyszczeń powietrza. Ich nasilenie wiąże się z tzw. sezonami pylenia różnych roślin. Są one uwarunkowane śródrocznymi zmianami klimatu. Ważne są takie jego cechy jak: temperatura powietrza (średnia dobową, maksymalna i minimalna), wilgotność powietrza, opady atmosferyczne oraz kierunek i prędkość wiatru (Ring i in. 2001; Myszkowska i in. 2002).

Ponieważ jednak na organizm człowieka działają w sposób nieprzerwany i łączny różne elementy meteorologiczne w wielu badaniach były podejmowane próby powiązania konkretnych problemów zdrowotnych z wartościami wskaźników zespołowych, czyli łączących w sobie kilka elementów klimatu. Wskaźniki te mają charakter prosty bądź kompleksowy.

Spośród prostych wskaźników zespołowych najczęściej w dotychczasowych badaniach były stosowane: temperatura efektywna (ET), temperatura pozorną (TA), wskaźnik stresu ciepła (HSI), temperatura ochładzania wiatrem (WCT) oraz Humidex.

W grupie wskaźników kompleksowych znajdują się te opierające się na analizie bilansu cieplnego i wodnego organizmu człowieka. W dotychczasowych badaniach relacji klimat–zdrowie–umieralność były stosowane różne wskaźniki z tej grupy: PT (*Perceived Temperature*, Laschewski, Jendritzky 2002), PST (*Physiological Subjective Temperature*, Błażejczyk, McGregor 2007), PhS (*Physiological Strain*, Błażejczyk, McGregor 2008; Kozłowska-Szczęśna i in. 2004), PET (*Physiological Equivalent Temperature*, Muthers i in. 2010). Najnowszym wskaźnikiem z tej grupy jest UTCI (uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych, Błażejczyk i in. 2009, 2010; Bröde i in. 2012).

Poszukiwane są także wskaźniki łączące charakterystyki termiczne oraz częstość pojawiania się mas powietrza obciążających układy: termoregulacyjny i krążenia człowieka (Bucher 1991; Kalkstein i in. 1996; Bissoli, Dittmann 2001; Sheridan 2002).

4.2. Miary epidemiologiczne wrażliwości stanu zdrowia na czynniki klimatyczne

W badaniach epidemiologicznych stosuje się powszechnie dwie podstawowe miary stanu zdrowia społeczeństwa. Pierwszą jest bezwzględna liczba zdarzeń zdrowotnych, drugą natomiast liczba zdarzeń zdrowotnych w przeliczeniu na standardową liczbę osób (najczęściej 100 tys.). Obydwie miary stanu zdrowia mogą obejmować wszystkie przypadki w danej populacji lub mogą odnosić się do konkretnych grup społecznych (np. mieszkańców wsi i miast, kobiet i mężczyzn, osób z różnych grup wiekowych i/lub zawodowych). Powszechnie dostępne dane statystyczne charakteryzują najczęściej obszar całego kraju.

Zaletą bezwzględnej liczby zdarzeń zdrowotnych jest możliwość śledzenia zmian w stanie zdrowia oraz szacowania kosztów leczenia konkretnej grupy osób w danym okresie oraz szacowania innych kosztów z tym związanych. Miara ta nie uwzględnia jednak zmian populacyjnych. O ile w odniesieniu do danych historycznych nie ma to większego znaczenia, o tyle w przypadku prognoz miara ta może zaciemniać rzeczywisty obraz prognozowanego zjawiska.

Zaletą miar względnych jest możliwość porównywania różnych obszarów i okresów występowania badanego zjawiska. Trudniej jednak za ich pomocą bezpośrednio oszacować potencjalne skutki i koszty. W praktyce koszty te odnoszą się przecież do konkretnej liczby osób. W badaniach prognostycznych należy zatem uwzględniać zmiany populacyjne.

W obecnym opracowaniu zastosowano obydwie miary wskaźników stanu zdrowia. W odniesieniu do większości badanych zjawisk (zgony ogółem, zgony z przyczyn kardiologicznych, zgony z przyczyn układu oddechowego, zatrucia *Salmonellą*, borelioza, grypa, zachorowania i zgony na nowotwory skóry) zastosowano jako miarę podstawową względną liczbę zachorowań. Natomiast w stosunku do zgonów na skutek wychłodzenia organizmu zastosowano bezwzględną liczbę tych zdarzeń. Dotyczą one bowiem stosunkowo niewielkiej liczby osób, a bezpośrednią przyczyną znalezienia się w sytuacji prowadzącej do wychłodzenia organizmu jest najczęściej czynnik socjalny: bezdomność i nadużywanie alkoholu. Ponieważ brak jest wiarygodnych prognoz tych zjawisk społecznych, przyjęto, że będą się one utrzymywać na poziomie zbliżonym do obecnego.

Bezwzględną i względną liczbę zastosowano w odniesieniu do zgonów spowodowanych stresem zimna i stresem ciepła. Obydwie te miary wykorzystano także podczas formułowania prognoz występowania tych zdarzeń zdrowotnych.

4.3. Modele statystyczne zachorowań i zgonów na choroby klimatozależne

W celu określenia możliwego oddziaływania niektórych cech klimatu na stan zdrowia społeczeństwa, opracowano zespół wskaźników klimatycznych, których wyznaczenie jest możliwe na podstawie istniejących danych obserwacyjnych, a także prognoz zmian klimatu. Jak wspomniano w podrozdziale 1.3, informacje o warunkach klimatycznych odnoszą się do wartości średnich obszarowych elementów meteorologicznych. Oparto się na wspólnym okresie 1973–2014, a dane źródłowe miały rozdzielczość dobową. Charakterystyki klimatyczne rozpatrywano dla różnych okresów: roku, lata (VI–VIII), okresu ciepłego (V–IX), zimy (XII–II) oraz okresu chłodnego (XI–III). Utworzona baza niezależnych zmiennych klimatycznych obejmowała następujące elementy (w nawiasach umieszczono symbole stosowane w pracy):

- ▶ sumę roczną całkowitego promieniowania słonecznego (Kglob),
- ▶ sumę całkowitego promieniowania słonecznego dla lata (Kglob_lato),
- ▶ sumę całkowitego promieniowania słonecznego dla okresu V–IX (Kglob_V-IX),
- ▶ średnią roczną temperaturę powietrza (Tśr),
- ▶ średnią temperaturę dla różnych okresów w roku (Tśr_lato, Tśr_zima, Tśr_V-IX, Tśr_XI-III),
- ▶ średnią roczną minimalną temperaturę powietrza (Tmin_śr),
- ▶ średnią minimalną temperaturę powietrza dla różnych okresów w roku (Tmin_śr_lato, Tmin_śr_zima, Tmin_śr_V-IX, Tmin_śr_XI-III),
- ▶ średnią roczną maksymalną temperaturę powietrza (Tmax_śr),
- ▶ średnią maksymalną temperaturę powietrza dla różnych okresów w roku (Tmax_śr_lato, Tmax_śr_zima, Tmax_śr_V-IX, Tmax_śr_XI-III),
- ▶ absolutną, roczną minimalną temperaturę powietrza (Tmin),
- ▶ absolutną minimalną temperaturę powietrza dla różnych okresów w roku (Tmin_lato, Tmin_zima, Tmin_V-IX, Tmin_XI-III),
- ▶ absolutną roczną maksymalną temperaturę powietrza (Tmax),
- ▶ absolutną maksymalną temperaturę powietrza dla różnych okresów w roku (Tmax_lato, Tmax_zima, Tmax_V-IX, Tmax_XI-III),
- ▶ liczbę dni z temperaturą maksymalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$ w roku (Tmax<0),
- ▶ liczbę dni z temperaturą maksymalną $\leq 0^{\circ}\text{C}$ w zimie (Tmax<0_zima),
- ▶ liczbę dni z temperaturą maksymalną $\geq 25^{\circ}\text{C}$ w roku (Tmax>25),
- ▶ liczbę dni z temperaturą maksymalną $\geq 25^{\circ}\text{C}$ latem (Tmax>25_lato),
- ▶ liczbę dni z temperaturą minimalną $< -10^{\circ}\text{C}$ w roku (Tmin<-10),
- ▶ liczbę dni z temperaturą minimalną $< -10^{\circ}\text{C}$ w zimie (Tmin<-10_zima),
- ▶ liczbę dni parnych w roku (Parno),
- ▶ liczbę dni parnych latem (Parno_lato),
- ▶ liczbę dni parnych i gorących w roku (Parno+gorąco),
- ▶ liczbę dni parnych i gorących latem (Parno+gorąco_lato),
- ▶ liczbę dni z wiatrem $\leq 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ w roku (V<1),
- ▶ liczbę dni z wiatrem $\leq 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dla różnych okresów w roku (V<1_lato, V<1_zima, V<1_V-IX, V<1_XI-III),
- ▶ liczbę dni z wiatrem $> 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ w roku (V>8),
- ▶ liczbę dni z wiatrem $> 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ dla różnych okresów w roku (V>8_lato, V>8_zima, V>8_V-IX, V>8_XI-III),
- ▶ roczną sumę opadu (Opad),
- ▶ sumę opadu dla różnych okresów w roku (Opad_lato, Opad_zima, Opad_V-IX, Opad_XI-III),
- ▶ liczbę dni z opadem $> 0,1 \text{ mm}$ w roku (Opad_dni),
- ▶ liczbę dni z opadem $> 0,1 \text{ mm}$ dla różnych okresów w roku (Opad_dni_lato, Opad_dni_zima, Opad_dni_V-IX, Opad_dni_XI-III).

Zmiennymi zależnymi były przypadki zachorowalności lub umieralności na choroby klimatozależne odniesione do 100 tys. mieszkańców Polski, a w przypadku zgonów z wychłodzenia – ich bezwzględna liczba w Polsce. Dysponowano następującymi danymi:

- ▶ o zachorowalności na grypę,
- ▶ o zachorowalności na salmonellozę,
- ▶ o zachorowalności na boreliozę,
- ▶ o zachorowalności na kleszczowe zapalenie mózgu,
- ▶ o zachorowalności i umieralności na nowotwory skóry,
- ▶ o umieralności z powodu układu oddechowego,
- ▶ o umieralności z przyczyn układu krążenia,
- ▶ o liczbie zgonów z powodu wychłodzenia organizmu.

Zbadano związki pomiędzy poszczególnymi charakterystykami klimatycznymi a wskaźnikami zachorowalności i umieralności. Przy wyborze zmiennych niezależnych do opisu poziomu zmiennej zależnej (tj. rodzaju klimatozależnego zdarzenia zdrowotnego) kierowano się wskazówkami wynikającymi z wcześniejszych badań (por. rozdziały 2 i 4.1). Badano zarówno regresje proste, jak i regresje wielokrotne, uwzględniając różne kombinacje zmiennych klimatycznych. Analizy statystyczne przeprowadzono za pomocą pakietu programu STATGRAPHICS 7.2.

Zestawienie modeli statystycznych oddziaływania poszczególnych zmiennych klimatycznych na wielkość zachorowań i/lub zgonów na poszczególne choroby klimatozależne zawiera tabela 4.2. Modele te opierają się na empirycznych danych epidemiologicznych i klimatycznych. Tabela zawiera formę matematyczną zastosowanego modelu oraz podstawowe miary statystyczne: średni błąd bezwzględny, współczynnik determinacji oraz poziom ufności badanych związków. Związki o najwyższej wartości współczynnika determinacji (55%), przy poziomie ufności 95%, występują w przypadku zachorowań na nowotwory skóry. Równie wysoki poziom ufności reprezentują związki określone dla zgonów na nowotwory skóry, zachorowań na salmonellozę i grypę oraz zgonów z przyczyn układu oddechowego. Współczynniki determinacji dla tych związków wahają się od 25% do 48%. Związki pomiędzy zmiennymi klimatycznymi a zgonami z wychłodzenia są istotne na poziomie ufności 90%, przy współczynniku determinacji około 24%. Najniższym poziomem ufności cechują się związki dla zachorowań na boreliozę oraz zgonów z przyczyn układu krążenia. Współczynniki determinacji dla tych związków wynoszą odpowiednio 41 i 23%.

Odmienny sposób modelowania zastosowano w przypadku zgonów będących skutkiem dużego lub umiarkowanego stresu ciepła i zimna. Wykorzystano w tym celu bazę danych zgromadzonych w projekcie pt. *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*. Przeanalizowano codzienne rejestry

Tabela 4.2. Statystyczne modele regresji pomiędzy różnymi zmiennymi klimatycznymi a zachorowalnością i umieralnością na choroby klimatozależne

Table 4.2. Regression models of climate related mortality and morbidity

Równanie regresji <i>Regression model</i>	Średni błąd bezwzględny <i>Mean absolute error</i>	Współczynnik determinacji <i>Determination coefficient</i> (%)	Poziom ufności <i>Confidence level</i> (%)
Nowotwory skóry: zachorowania / 100 000 <i>Skin cancer morbidity / 100 000</i>			
$-60,84 + 0,05311 \cdot K_{glob_lato}$	2,83	54,88	95
Nowotwory skóry: zgony / 100 000 <i>Skin cancer mortality / 100 000</i>			
$1,32 + 0,001597 \cdot K_{glob_lato}$	0,102	39,07	95
Borelioza: zachorowania / 100 000 <i>Lyme boreliosis morbidity / 100 000</i>			
$-59,1 + 3,71 \cdot T_{min_sr_XI-III} + 0,046 \cdot O_{pad_V-IX} + 3,25 \cdot T_{max_sr_V-IX}$	5,39	40,96	85
Salmonelloza: zachorowania / 100 000 <i>Salmonellosis intoxications / 100 000</i>			
$-307,84 - 9,42 \cdot T_{min_sr_lato} - 1,91 \cdot T_{max>25_lato} + 29,38 \cdot T_{sr_lato} - 6,59 \cdot T_{max_sr_lato} + 4,87 \cdot T_{max_lato}$	13,46	30,59	95
Grypa: zachorowania / 100 000 <i>Influenza morbidity / 100 000</i>			
$18178,5 - 1598,87 \cdot T_{sr_zima} + 1807,19 \cdot T_{min_sr_zima} - 1799,69 \cdot T_{max_sr_zima} - 12,26 \cdot T_{max<0_zima}$	2094,56	25,42	95
Zgony z przyczyn niewydolności układu krążenia / 100 000 <i>Cardiovascular mortality / 100 000</i>			
$325,55 + 4,25 \cdot T_{min<10} - 1,63 \cdot T_{max>25} - 2,11 \cdot P_{arno} + 12,87 \cdot T_{min_sr} - 93,29 \cdot T_{max_sr} + 143,88 \cdot T_{sr}$	49,57	22,79	85
Zgony z przyczyn niewydolności układu oddechowego / 100 000 <i>Respiratory mortality / 100 000</i>			
$72,06 - 45,03 \cdot T_{sr_zima} + 17,43 \cdot T_{max_sr_zima} - 1,09 \cdot T_{sr} + 21,73 \cdot T_{min_sr_zima} - 0,53 \cdot T_{max<0} + 0,044 \cdot T_{min<10} + 1,04 \cdot V_{>8_zima}$	4,26	48,10	95
Zgony z wychłodzenia <i>Overcooling deaths</i>			
$183,0 + 13,18 \cdot T_{min_zima} - 3,78 \cdot T_{min_sr_zima}$	72,34	24,48	90

Źródło Source: opracowanie własne *own elaboration*.

zgonów w dziewięciu miastach Polski o liczbie ludności przekraczającej 350 tys. (Bydgoszcz, Gdańsk, Katowice, Kraków, Lublin, Łódź, Poznań, Warszawa, Wrocław) dla lat 1993–2001. Rejestry te zestawiono z codziennymi danymi meteorologicznymi i obliczonymi na ich podstawie wartościami wskaźnika UTCI. Następnie, codzienne liczby zgonów zaklasyfikowano do poszczególnych kategorii wskaźnika UTCI. Dla każdej z wyróżnionych kategorii UTCI obliczono średnią liczbę zarejestrowanych zgonów.

Na podstawie związków pomiędzy warunkami biotermicznymi a codziennymi rejestrami zgonów przyjęto następujące charakterystyki bioklimatyczne jako miary oddziaływania klimatu na zdrowie:

- ▶ liczbę dni z umiarkowanym stresem ciepła (USC) – takie warunki są opisane wartościami wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI od 26,1 do 32,0°C; powodują wzrost ryzyka zgonu o około 4%, najczęściej w wyniku dysfunkcji układu krążenia,
- ▶ liczbę dni z dużym stresem ciepła (DSC) – takie warunki są opisane wartościami wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI > 32°C; powodują wzrost ryzyka zgonu o około 16%, najczęściej w wyniku dysfunkcji układu krążenia,
- ▶ liczbę dni z umiarkowanym stresem zimna (USZ) – takie warunki są opisane wartościami wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI od -13,0 do 0,0°C; powodują wzrost ryzyka zgonu o około 5%, najczęściej w wyniku dysfunkcji układu krążenia i/lub układu oddechowego,

Tabela 4.3. Standaryzowane wskaźniki dobowej umieralności (na 100 000 mieszkańców) dla różnych miast w Polsce (1993–2001) przy różnych kategoriach obciążeń cieplnych: dużym stresie zimna (DSZ), umiarkowanym stresem zimna (USZ), warunkach termoneutralnych (TN), umiarkowanym stresem ciepła (USC), dużym stresem ciepła (DSC)

Table 4.3. Standardized indicators (per 100 000 inhabitants) of daily mortality in selected cities in Poland (1993–2001) observed at different categories of heat stress: great cold stress (DSZ), moderate cold stress (USZ), thermoneutral conditions (TN), moderate heat stress (USC), great heat stress (DSC)

Miasto <i>City</i>	DSZ	USZ	TN	USC	DSC
Warszawa	2,742	2,591	2,358	2,432	2,830
Bydgoszcz	2,809	2,480	2,406	2,610	2,812
Gdańsk	2,455	2,300	2,204	2,330	2,609
Lublin	2,376	2,200	2,027	2,320	2,470
Katowice	3,314	2,630	2,596	2,620	2,723
Łódź	3,915	3,480	3,294	3,350	4,145
Kraków	2,628	2,440	2,339	2,400	2,533
Poznań	3,035	2,800	2,715	2,800	3,234
Wrocław	2,687	2,400	2,331	2,380	2,498
Średnia <i>Mean value</i>	2,885	2,591	2,474	2,582	2,873

Źródło *Source*: opracowanie własne *own elaboration*.

- ▶ liczbę dni z dużym stresem zimna (DSZ) – takie warunki są opisane wartościami wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI < -13°C); powodują wzrost ryzyka zgonu o około 16,5% w wyniku dysfunkcji układu krążenia i/lub układu oddechowego.

Liczbę zarejestrowanych zgonów odnoszono do liczby mieszkańców danego miasta. Uzyskano w ten sposób dobowy, standaryzowany wskaźnik umieralności na 100 tys. mieszkańców danego miasta, a następnie obliczono średnie wartości tych wskaźników dla wszystkich miast. Mimo różnic w wielkości miast oraz ich położenia geograficznego, standaryzowane wskaźniki umieralności były do siebie bardzo zbliżone i jedynie w Łodzi były wyraźnie większe, a w Lublinie – wyraźnie mniejsze niż w pozostałych miastach. Do dalszych obliczeń przyjęto wartości średnie wskaźników umieralności (tab. 4.3).

Szczegółowe algorytmy do wyznaczenia liczby zgonów spowodowanych przez warunki biotermiczne mają następującą postać:

- ▶ dla stresu zimna (USZ + DSZ):

$$ZSZ = (2,59 \cdot \text{populacja} / 100\ 000 \cdot \text{liczba dni z USZ}) + (2,89 \cdot \text{populacja} / 100\ 000 \cdot \text{liczba dni z DSZ}),$$

- ▶ dla stresu ciepła (USC + DSC):

$$ZSC = (2,58 \cdot \text{populacja} / 100\ 000 \cdot \text{liczba dni z USC}) + (2,87 \cdot \text{populacja} / 100\ 000 \cdot \text{liczba dni z DSC}).$$

5. Prognoza zmian warunków klimatycznych w Polsce do 2100 roku

Cechą charakterystyczną klimatu jest jego zmienność w czasie. W odniesieniu do ubiegłych lat zagadnienie to przedstawiono w rozdziale 2. Za przyczynę tych zmian uznaje się dwie grupy czynników: naturalne i antropogeniczne. Na obecnym etapie wiedzy o zmianach klimatu trudno jest rozstrzygnąć, które z tych czynników mają decydujące znaczenie. Coraz częściej przyjmuje się, że w kształtowaniu klimatu w przyszłości znaczącą rolę będą odgrywać obie te grupy.

Opierając się na udokumentowanych badaniach, zakłada się, że aktywność człowieka będzie znacząco wpływać na klimat. Dlatego też do oceny przyszłych jego cech stosuje się różne scenariusze emisji gazów cieplarnianych SRES (Nakicenovic i in. 2000). Scenariusze te (ryc. 5.1) opierają się na założeniu, że emisja do atmosfery gazów cieplarnianych jest funkcją wielu czynników o charakterze technicznym (rodzaj i technologie spalania paliw), ekonomicznym (tempo rozwoju ekonomicznego), społecznym (świadomość ekologiczna) czy też politycznym (decyzje o samoograniczeniu się konkretnych społeczeństw w zakresie konsumpcji energii). Największa koncentracja dwutlenku węgla jest przewidywana w scenariuszu A1F1, który zakłada najsilniejszy rozwój technologiczny przy braku troski o środowisko naturalne. Podobnie wysoki poziom CO₂ może mieć miejsce przy realizacji scenariusza A2. Przekłada się to na możliwy wzrost temperatury o odpowiednio 4,0°C i 3,4°C. Najłagodniejsze tempo podwyższania się temperatury globalnej (o 1,8°C) zakłada scenariusz B1 (Randall i in. 2007).

W obecnych badaniach wykorzystano symulacje podstawowych elementów klimatu dla 40 stacji meteorologicznych w Polsce dla kolejnych dziesięcioleci XXI wieku. Stacje zostały wybrane w ten sposób, aby reprezentowały różne regiony administracyjne Polski (województwa). W zależności od wielkości województwa i regionu, w którym jest ono położone, wytypowano od 1 do 4 stacji meteorologicznych w każdym z nich. Podstawowym kryterium wyboru stacji był zakres danych obserwacyjnych w okresie referencyjnym (1991–2000), pozwalających na wyznaczenie tzw. typowego roku meteorologicznego. Jego koncepcja zakłada, że przyjęte

Scenariusz Scenario	Populacja Population	Ekonomia Economy	Środowisko Environment	Równowaga Equity	Technologia Technology	Globalizacja Globalization	Poziom CO ₂ w 2100 r. CO ₂ level	Wzrost temp. powietrza Air temp. increase
A1F1							1550 ppm	4,0°C
A1B							850	2,8
A1T							700	2,4
B1							600	1,8
A2							1250	3,4
B2							800	2,4

Rycina 5.1. Schematyczny obraz zmian poszczególnych antropogenicznych czynników klimatotwórczych, poziom CO₂ w atmosferze oraz wzrost temperatury powietrza do 2100 roku; kierunek i kąt nachylenia strzałek ilustruje kierunek i tempo zmian poszczególnych czynników wpływających na emisję CO₂

Figure 5.1. Schematic view of the changes of anthropogenic factors of climate change, CO₂ concentration and projected increase in air temperature to the year 2100; direction and inclination of arrows indicate direction and magnitude of changes of particular factors influencing CO₂ emission

Źródło Source: opracowanie własne na podstawie own elaboration based on IPCC (2001).

wartości poszczególnych elementów klimatu są reprezentatywne dla co najmniej 75% dni w badanym okresie. Wybrano tylko te stacje, dla których w okresie historycznym istniał pełen zestaw obserwacji meteorologicznych, w tym także promieniowania słonecznego.

Prognozy podstawowych elementów klimatu (całkowite promieniowanie słoneczne, usłonecznienie, temperatura i wilgotność powietrza, prędkość wiatru, opady atmosferyczne) zaczerpnięto z programu METEONORM 7. Program wykorzystuje do obliczeń symulacyjnych wiązkę 18 modeli klimatu przygotowaną na potrzeby czwartego raportu IPCC (Meehl i in. 2007). Jako dane wyjściowe program generuje wartości godzinne podstawowych elementów meteorologicznych dla typowego roku meteorologicznego w kolejnych dziesięcioleciach (na podstawie analogicznych danych dla okresu referencyjnego). Symulacje wykonano dla trzech scenariuszy emisji B1, A1B i A2 (Nakicenovic i in. 2000). Scenariusz B1 zakłada

stosunkowo niewielki wzrost emisji dwutlenku węgla (do 600 ppm w 2100 r.) i wynikający z tego wzrost temperatury powietrza rzędu 1,8°C. Scenariusz A2 opiera się na założeniu, że wzrost emisji CO₂ będzie duży (do 1250 ppm) i spowoduje wzrost temperatury powietrza o 3,4°C. Scenariusz A1B jest określany jako najbardziej prawdopodobny. Zakłada on wzrost emisji dwutlenku węgla do 850 ppm oraz temperatury powietrza o 2,8°C (ryc. 5.1).

Wygenerowane wartości podstawowych elementów klimatu pozwoliły na stworzenie bazy danych klimatycznych wskaźników zdrowotnych (patrz rozdział 4) oraz posłużyły do obliczenia uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI, który był następnie podstawą wyznaczenia częstości różnych kategorii obciążeń cieplnych i związanych z nimi zgonów z powodu stresu ciepła i stresu zimna.

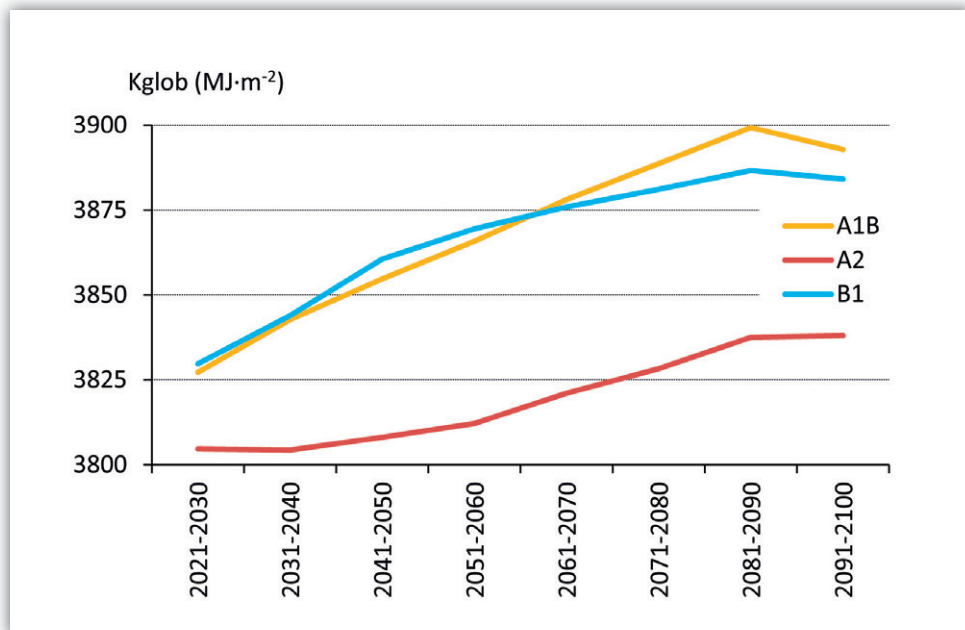
5.1. Promieniowanie słoneczne

Dla zilustrowania zmian warunków radiacyjnych w ciągu kolejnych dekad XXI w. wykorzystano symulacje wykonane dla dwóch charakterystyk: sum rocznych i sezonowych promieniowania słonecznego (wyrażonych w MJ·m⁻²).

Dane aktyrometryczne za lata 1961–2000 wskazują, że całkowite promieniowanie słoneczne osiąga najwyższe sumy roczne (> 3800 MJ·m⁻²) w centrum oraz na północnych i południowo-wschodnich krańcach Polski. Najmniej energii słonecznej (< 3600 MJ·m⁻²) dopływa do zachodnich i północno-wschodnich obszarów kraju (Bogdańska i Podogrocki 2000; *Atlas klimatu Polski* 2005). Prognozy sum rocznych promieniowania słonecznego zakładają, że będą one stopniowo wzrastały w ciągu XXI wieku. W dekadzie 2021–2030 scenariusze A1B i B1 przewidują roczny dopływ promieniowania rzędu 3830 MJ·m⁻², scenariusz A2 zaś – 3800 MJ·m⁻². Pod koniec stulecia może nastąpić według scenariusza A1B wzrost do 3890 MJ·m⁻², natomiast scenariusz A2 zakłada wzrost do 3840 MJ·m⁻² (ryc. 5.2).

Sumy promieniowania w miesiącach letnich będą wzrastały z 1676–1678 MJ·m⁻² w dekadzie 2021–2030 do 1730–1737 MJ·m⁻² w ostatniej dekadzie wieku. O ile sumy roczne Kglob znacznie różnią się między scenariuszami, a scenariusz A2 przewiduje sumy najmniejsze, to w przypadku sum dla miesięcy letnich różnice między scenariuszami nie przekraczają 25 MJ·m⁻². W ostatnich dwóch dekadach wieku wszystkie scenariusze SRES dają bardzo do siebie podobne prognozy (ryc. 5.3).

Wykonane symulacje wskazują, że sumy roczne promieniowania będą się znacznie różniły pomiędzy województwami i w różnym stopniu będą podlegały zmianom w ciągu XXI wieku. Największe ich wartości wystąpią w województwach: lubelskim, łódzkim oraz opolskim. W dekadzie 2021–2030 mogą tam wynieść od 3905 MJ·m⁻² (według scenariusza A2) do 4017 MJ·m⁻² (scenariusz A1B). Pod koniec wieku sumy promieniowania w tych województwach mogą być nawet o 100 MJ·m⁻²

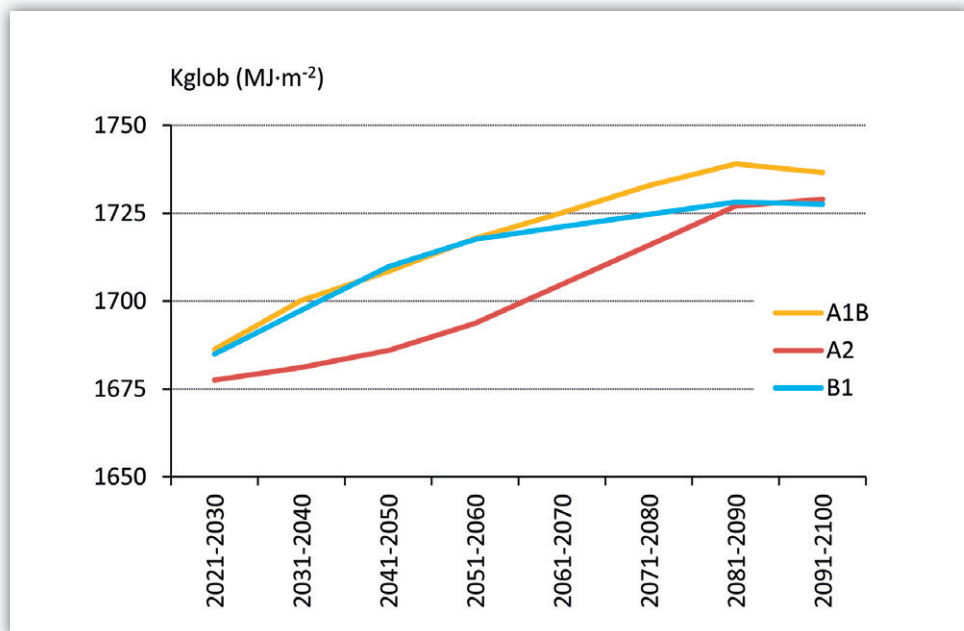


Rycina 5.2. Średnie obszarowe sumy roczne całkowitego promieniowania słonecznego (Kglob) w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku prognozowane przez różne scenariusze SRES (A1B, A2, B1)

Figure 5.2. Spatial averages of yearly totals of global solar radiation (Kglob) in Poland in consecutive decades of 21st century projected by different SRES scenarios (A1B, A2, B1)

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

większe niż na początku omawianego okresu. Najmniejsze ilości energii, na poziomie 3700–3740 MJ·m⁻², będą otrzymywały tereny województw: warmińsko-mazurskiego, mazowieckiego i świętokrzyskiego (3690–3734 MJ·m⁻²). Największy wzrost sum rocznych promieniowania, wynoszący około 100 MJ·m⁻² według scenariusza A1B i około 90 MJ·m⁻² w scenariuszu B1, jest spodziewany w województwach: śląskim, małopolskim i podkarpackim. Zgodnie z tymi samymi scenariuszami najmniejszego wzrostu sum rocznych Kglob (odpowiednio, 28 i 21 MJ·m⁻²) trzeba oczekiwać w województwie podlaskim. W przypadku scenariusza A2 prognozy zmian sum rocznych Kglob są rozbieżne. Wprawdzie w województwach małopolskim i podkarpackim prognozy zakładają w ostatniej dekadzie sumy roczne promieniowania większe o około 80 MJ·m⁻² niż w dekadzie 2021–2030, ale w niektórych województwach wzrosty te będą nieznaczne (np. w zachodniopomorskim tylko o 3 MJ·m⁻²). W trzech województwach (pomorskim, warmińsko-mazurskim i podlaskim) sumy roczne Kglob są przewidywane pod koniec XXI w. mniejsze o 6–26 MJ·m⁻² niż na jego początku (ryc. 5.4).



Rycina 5.3. Średnie obszarowe sumy całkowitego promieniowania słonecznego w miesiącach letnich w kolejnych dekadach XXI wieku prognozowane przez różne scenariusze SRES (A1B, A2, B1)

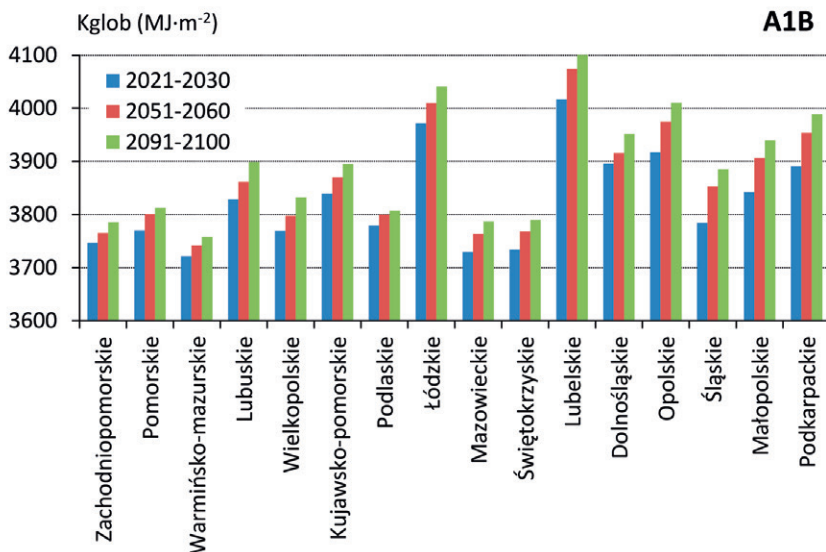
Figure 5.3. Spatial averages of summer totals of global solar radiation (Kglob) in Poland in consecutive decades of 21st century projected by different SRES scenarios (A1B, A2, B1)

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

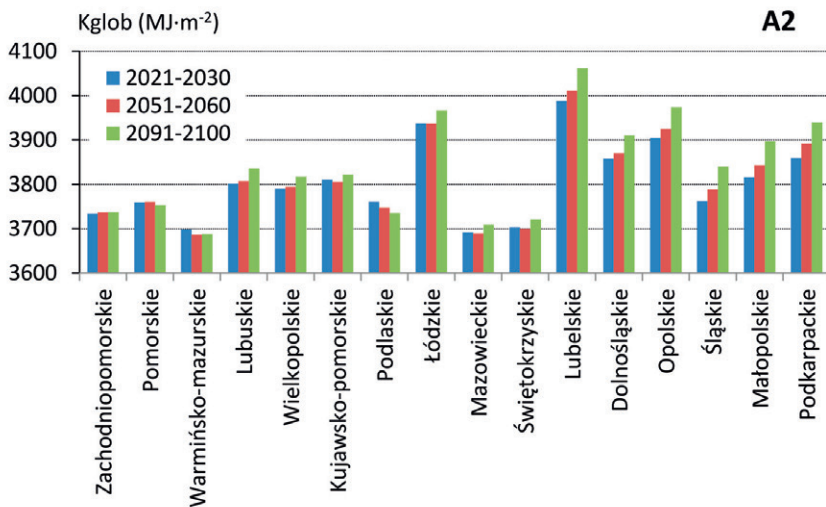
W przypadku okresu letniego wszystkie scenariusze SRES zgodnie zakładają wzrost sum promieniowania, jednak wielkość tego wzrostu będzie się różniła regionalnie. Największy przyrost sum sezonowych Kglob (60–75 MJ·m⁻²) jest spodziewany na południu Polski (województwa: opolskie, śląskie, małopolskie i podkarpackie). Najmniejsze zaś zmiany sum letnich Kglob wystąpią według scenariusza A1B w województwie dolnośląskim, według projekcji A2 w pomorskim i podlaskim, a według scenariusza B1 – w podlaskim i warmińsko-mazurskim (tab. 5.1).

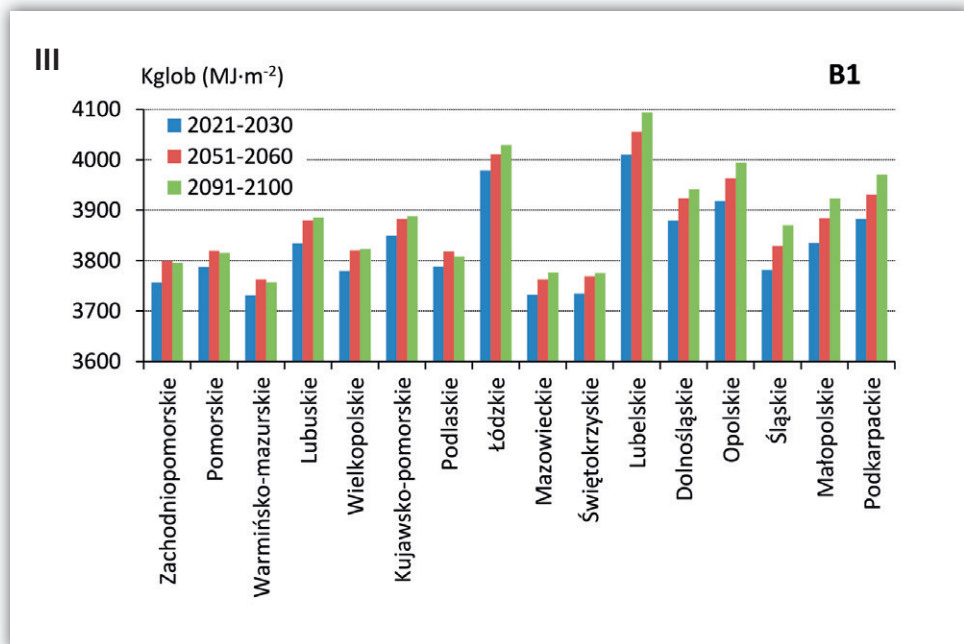
Projekcje sum rocznych i sezonowych promieniowania słonecznego są zgodne z prognozami dotyczącymi usłonecznienia, czyli liczby godzin ze słońcem. Jego wartości zależą w dużej mierze od długości dnia, zachmurzenia czy stanu zapylenia atmosfery. Obecnie usłonecznienie w Polsce waha się od 1500 do 1900 godzin rocznie. Najwyższe wartości usłonecznienia są prognozowane w scenariuszu A1B, od 1638 godzin w dekadzie 2021–2030 do 1646 w dekadach 2081–2090 i 2091–2100. Najniższe wartości usłonecznienia i najmniejsze jego zmiany zakłada natomiast scenariusz A2, od 1631 do 1643 godzin ze słońcem rocznie (ryc. 5.5).

I



II





Rycina 5.4. Sumy roczne całkowitego promieniowania słonecznego (Kglob) w poszczególnych województwach w wybranych dekadach XXI wieku prognozowane przez różne scenariusze SRES (A1B, A2, B1)

Figure 5.4. Yearly totals of global solar radiation (Kglob) in particular voivodships in selected decades of 21st century projected by different SRES scenarios (A1B, A2, B1)

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Tabela 5.1. Zmiany ($MJ\cdot m^{-2}$) sum całkowitego promieniowania słonecznego w okresie letnim pomiędzy dekadami 2091–2100 i 2021–2030 w poszczególnych województwach według różnych scenariuszy SRES

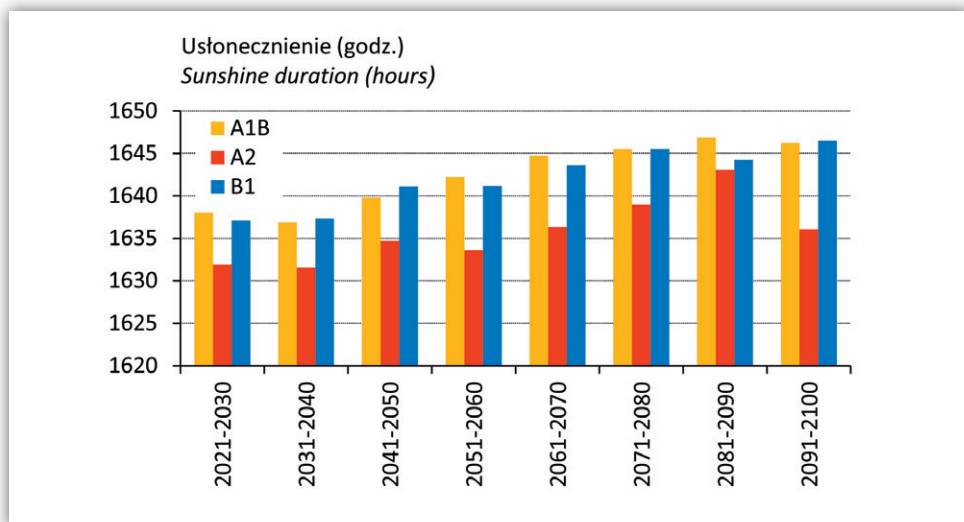
Table 5.1. Changes ($MJ\cdot m^{-2}$) of summer totals of global solar radiation between decades 2091–2100 and 2021–2030 in particular voivodships projected by various SRES scenarios

Województwo Voivodship	Scenariusz SRES Scenario		
	A1B	A2	B1
Zachodniopomorskie	34	23	33
Pomorskie	37	20	27
Warmińsko-mazurskie	40	29	22
Lubuskie	56	56	42
Wielkopolskie	51	48	38
Kujawsko-pomorskie	48	43	32
Podlaskie	37	21	20

cd. tabeli 5.1

Województwo Voivodship	Scenariusz SRES Scenario		
	A1B	A2	B1
Mazowieckie	49	46	35
Świętokrzyskie	49	46	38
Lubelskie	59	69	60
Dolnośląskie	32	68	50
Opolskie	64	74	57
Śląskie	66	74	62
Małopolskie	65	74	61
Podkarpackie	64	75	63

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.



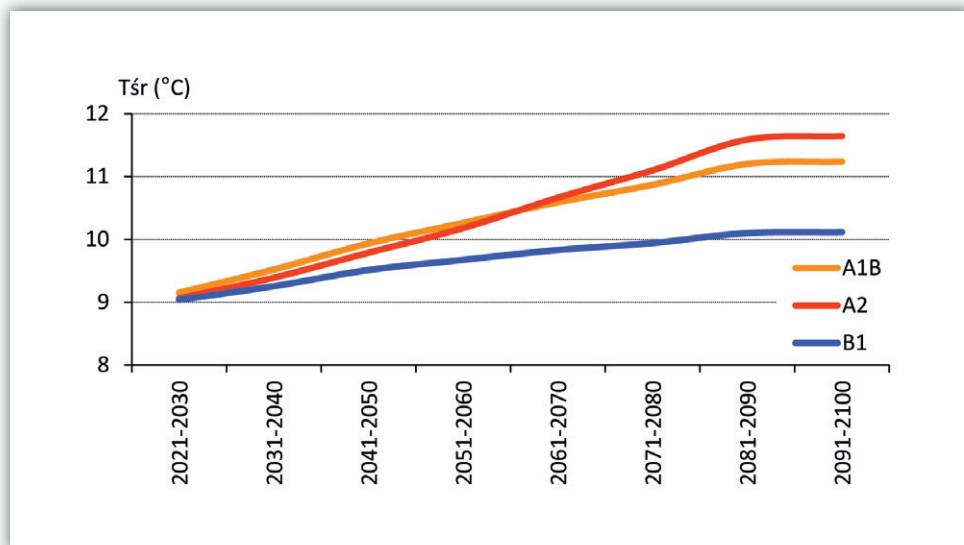
Rycina 5.5. Sumy roczne usłonecznienia w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku prognozowane przez różne scenariusze SRES (A1B, A2, B1)

Figure 5.5. Yearly totals of sunshine duration in Poland in consecutive decades of 21st century projected by different SRES scenarios (A1B, A2, B1)

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

5.2. Temperatura powietrza

Projekcje zmian temperatury w Polsce do 2100 r. objęły podstawowe charakterystyki termiczne: średnią roczną i sezonową temperaturę powietrza, temperaturę minimalną i maksymalną, liczbę dni z temperaturą maksymalną > 25°C (dni gorące) oraz liczbę dni z temperaturą maksymalną < 0°C (dni mroźne), a także liczbę dni z temperaturą minimalną poniżej -10°C (dni bardzo mroźne).



Rycina 5.6. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) średnie roczne wartości temperatury powietrza w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku

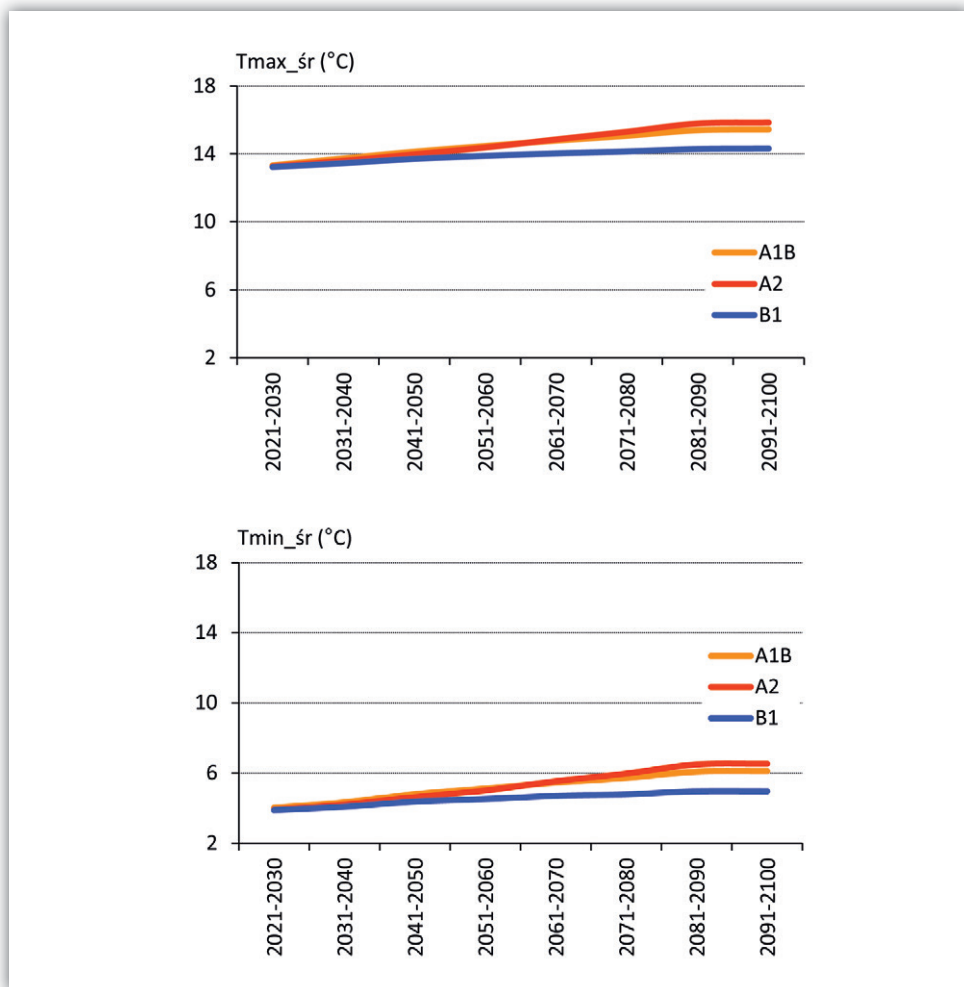
Figure 5.6. Projections of mean yearly air temperature in Poland in consecutive decades of 21st century due to various SRES scenarios (A1B, A2, B1)

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Prognozy zmian średniej rocznej temperatury powietrza wskazują na jej systematyczny wzrost w kolejnych dziesięcioleciach obecnego wieku. Taki trend jest obserwowany we wszystkich trzech scenariuszach SRES. Na początku trzeciej dekady (2021–2030) wartość średniej rocznej temperatury powietrza wyniesie w uwzględnionych scenariuszach od 8,0 do 9,2°C. Największy wzrost średniej rocznej temperatury powietrza w kolejnych siedmiu dekadach jest przewidywany w scenariuszu A2 i wyniesie ponad 2,5°C. Najłagodniejszy scenariusz (B1) przewiduje wzrost o 1,1°C, a scenariusz A1B – o 2,1°C (ryc. 5.6).

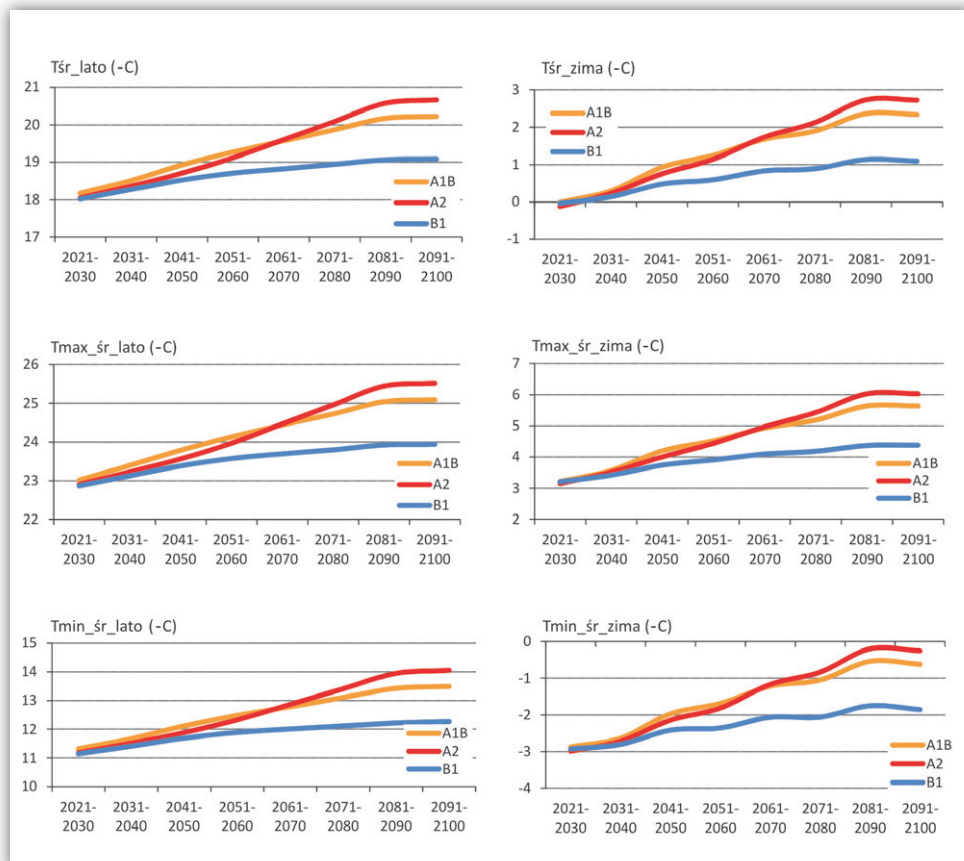
Jeszcze bardziej wyraziste zmiany warunków termicznych są widoczne w przypadku temperatury maksymalnej i minimalnej. W dekadzie 2021–2030 różnice wartości temperatur skrajnych pomiędzy badanymi scenariuszami są niewielkie, rzędu 0,1–0,2°C. Średnia temperatura maksymalna według scenariusza A1B w trzeciej dekadzie XXI w. będzie wynosiła 13,3°C, a temperatura minimalna 4,0°C. W kolejnych dekadach największe zmiany przewiduje scenariusz A2, według którego w dekadzie 2091–2100 temperatura maksymalna będzie o 2,6°C wyższa niż obecnie. Najłagodniejsze zmiany temperatury maksymalnej są prognozowane w scenariuszu B1 i wyniosą one tylko 1,0°C. Prognozowany jest również wzrost wartości średniej rocznej temperatury minimalnej. W ciągu XXI w. może on wynieść w skrajnym scenariuszu A2 aż 2,9°C, a w najbardziej łagodnym B1 – 1,2°C (ryc. 5.7).

Przeprowadzone symulacje wskazują na większy wzrost średniej rocznej temperatury powietrza w okresie zimowym aniżeli w letnim. W zależności od przyjętego scenariusza latem pod koniec obecnego wieku temperatura wzrośnie nawet o 2,6°C (scenariusz A2) w stosunku do jego trzeciej dekady. Najłagodniejszy scenariusz (B1) zakłada w okresie letnim wzrost wartości średniej temperatury powietrza o 1,1°C. Średnia wartość temperatury powietrza w miesiącach zimowych pod



Rycina 5.7. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) wartości średnie roczne temperatury maksymalnej (Tmax_śr) i minimalnej (Tmin_śr) powietrza w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku

Figure 5.7. Projections of mean yearly values of maximum (Tmax_śr) and minimum (Tmin_śr) air temperature in Poland in consecutive decades of 21st century due to various SRES scenarios (A1B, A2, B1)



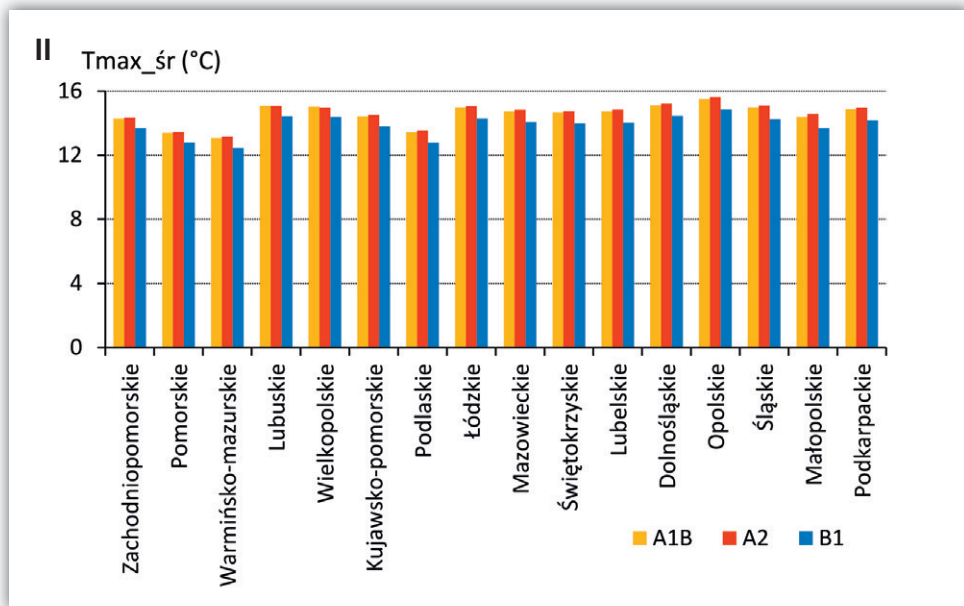
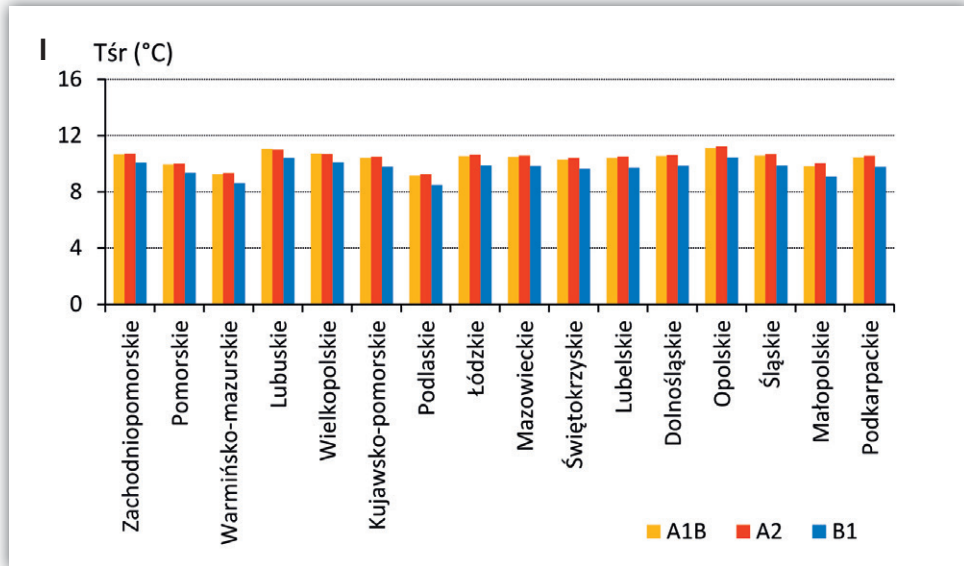
Rycina 5.8. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) wartości średniej sezonowej (Tśr), maksymalnej (Tmax_śr) i minimalnej (Tmin_śr) temperatury powietrza w kolejnych dekadach XXI wieku w miesiącach letnich i zimowych

Figure 5.8. Values of mean seasonal (Tśr), maximum (Tmax_śr) and minimum (Tmin_śr) air temperature in summer (lato) and winter (zima) months in consecutive decades of 21st century projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1)

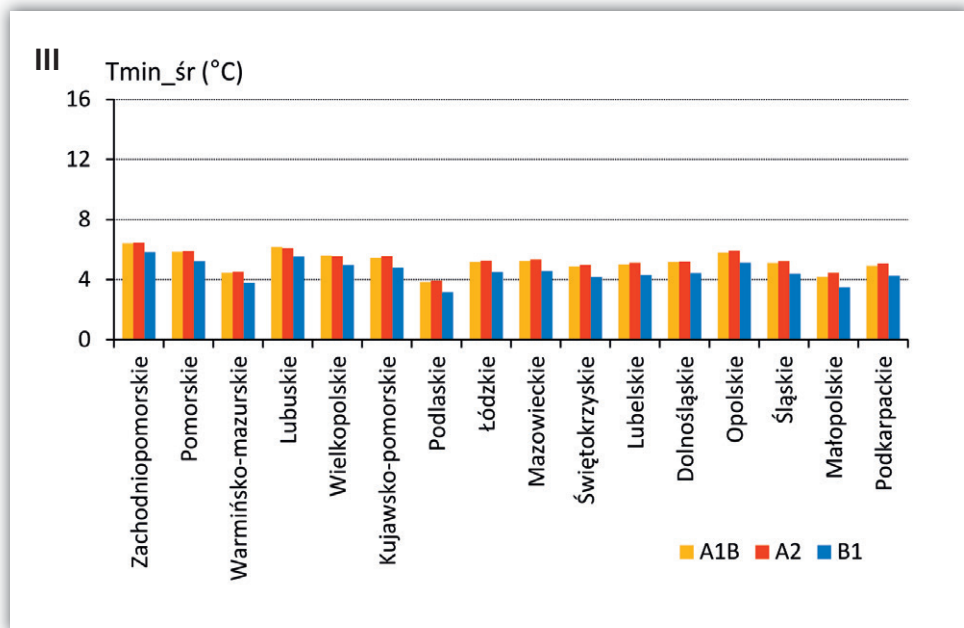
Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

koniec wieku może według scenariusza A2 wzrosnąć o 2,8°C. Również pozostałe scenariusze zakładają znacznie większy wzrost średniej wartości temperatury powietrza w okresie zimowym aniżeli w letnim. W scenariuszu A1B wyniesie on 2,4°C, a w scenariuszu B1 – 1,1°C (ryc. 5.8). Z prognoz wynika, że dekada 2021–2030 będzie ostatnią w XXI w., w której wystąpi ujemna wartość średniej temperatury powietrza okresu zimowego (XII–II).

Również w przypadku wartości maksymalnych okres zimowy będzie cechował się do końca XXI w. większym wzrostem temperatury niż okres letni. Scenariusz



A2 prognozuje wzrost średniej wartości temperatury maksymalnej w okresie zimowym o $2,9^{\circ}\text{C}$, podczas gdy w okresie letnim wzrost ten będzie o $0,3^{\circ}\text{C}$ mniejszy. Najłagodniejszy scenariusz B1 zakłada wzrost średniej temperatury w okresie zimowym o $1,2^{\circ}\text{C}$. Inaczej prognozy wyglądają w przypadku temperatury minimalnej. Jej wartości będą się w okresie letnim cechowały większym wzrostem niż w okresie zimowym. Scenariusz A2 zakłada ich wzrost latem o $2,9^{\circ}\text{C}$ a zimą o $2,8^{\circ}\text{C}$.



Rycina 5.9. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) wartości średnie ($T_{\text{śr}}$), maksymalne ($T_{\text{max_śr}}$) i minimalne ($T_{\text{min_śr}}$) temperatury powietrza w dekadzie 2091–2100 w poszczególnych województwach

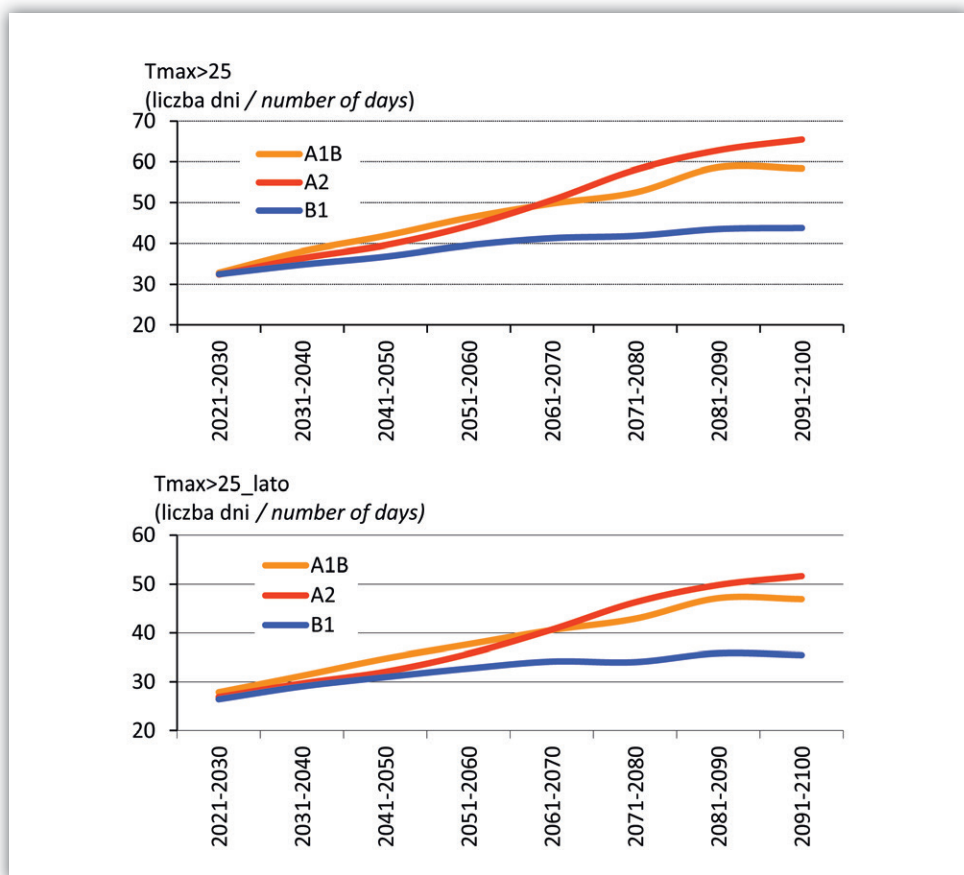
Figure 5.9. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) for decade 2091–2100 average yearly values of mean ($T_{\text{śr}}$), maximum ($T_{\text{max_śr}}$) and minimum ($T_{\text{min_śr}}$) air temperature in particular voivodships

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Prognoza zmian temperatury powietrza w poszczególnych województwach ma nierównomierny rozkład. Najwyższa średnia temperatura powietrza w dekadzie 2091–2100 jest przewidywana w województwach opolskim i lubuskim (od 10,4°C w scenariuszu B1 do 11,2°C w scenariuszu A2). Najchłodniejsze będą tereny województw podlaskiego i warmińsko-mazurskiego, gdzie średnia roczna temperatura powietrza w scenariuszu B1 będzie wynosiła 8,5°C, w scenariuszu A1B – 9,1°C, a najwyższą jej wartość dają prognozy przygotowane według scenariusza A2 – 9,2°C. Najwyższe wartości temperatury powietrza, nie są tożsame z największym jej wzrostem. W każdym z analizowanych scenariuszy inne województwo charakteryzuje się największymi zmianami średniej temperatury powietrza. Według scenariusza A1B największe zmiany od dekady 2021–2030 do dekady 2091–2100 wystąpią w województwie podlaskim, gdzie temperatura średnia wzrośnie o 2,2°C. W scenariuszu A2 największe zmiany obejmą województwo lubuskie, gdzie w ciągu siedmiu dekad temperatura średnia wzrośnie o 3,2°C. Według scenariusza B1 największy wzrost o 1,1°C będzie miał miejsce w województwie podkarpackim (ryc. 5.9).

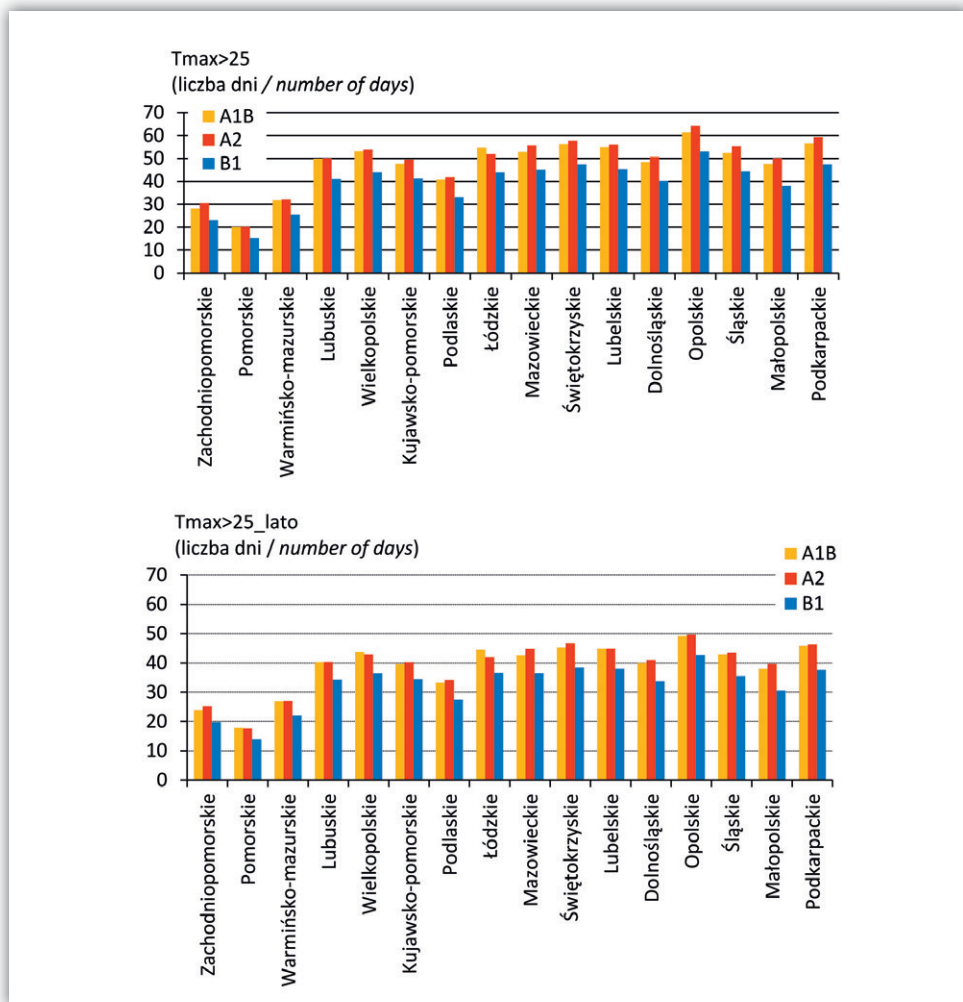
Najwyższa średnia roczna temperatura maksymalna według wszystkich scenariuszy będzie obserwowana w województwie opolskim. W scenariuszu A1B jej wartość w ostatniej dekadzie XXI w. wyniesie 15,5°C, w scenariuszu A2 – 15,6°C, a według scenariusza B1 – 14,8°C. Najniższe wartości T_{max_sr} przewiduje się w północno-wschodniej części Polski (województwa warmińsko-mazurskie i podlaskie).

Najwyższe wartości średniej rocznej temperatury minimalnej wystąpią w północno-zachodniej i zachodniej Polsce. Taką prognozę dają wszystkie analizowane scenariusze SRES. Według scenariusza A1B i A2 w dekadzie 2091–2100 wartość T_{min} w województwie zachodniopomorskim osiągnie 6,4°C. W tej części kraju należy się również spodziewać małych zmian temperatury minimalnej. Według



Rycina 5.10. Prognozowana w kolejnych dekadach XXI wieku liczba dni z temperaturą maksymalną > 25°C według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)

Figure 5.10. Projected for consecutive decades of 21st century by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) yearly number of days with maximum air temperature > 25°C



Rycina 5.11. Prognozowana według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) liczba dni z temperaturą maksymalną > 25°C w poszczególnych województwach w ostatniej dekadzie XXI wieku

Figure 5.11. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) yearly number of days with maximum air temperature > 25°C in particular voivodships in the last decade of 21st century

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

scenariusza A1B jej wzrost w XXI w. wyniesie 1,8°C w województwie opolskim i 2,0°C w województwie zachodniopomorskim. Największy wzrost będzie miał miejsce w województwach podlaskim (o 2,3°C) i świętokrzyskim (o 2,2°C).

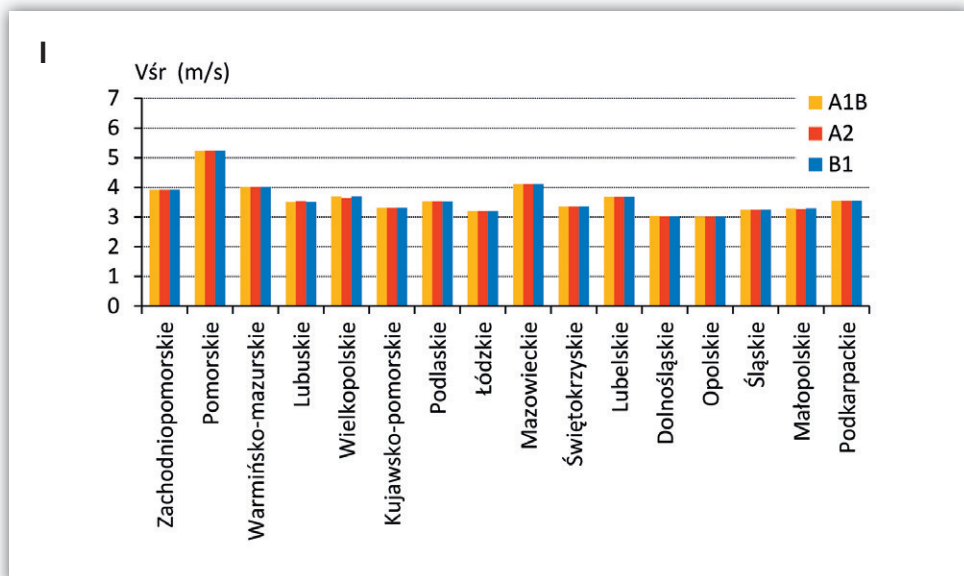
W przypadku osób starszych, małych dzieci, chorych z problemami kardiologicznymi oraz chorych na astmę i POChP bardzo uciążliwe są sytuacje pogodowe związane z temperaturą maksymalną powietrza > 25°C (dni gorące). W skrajnych

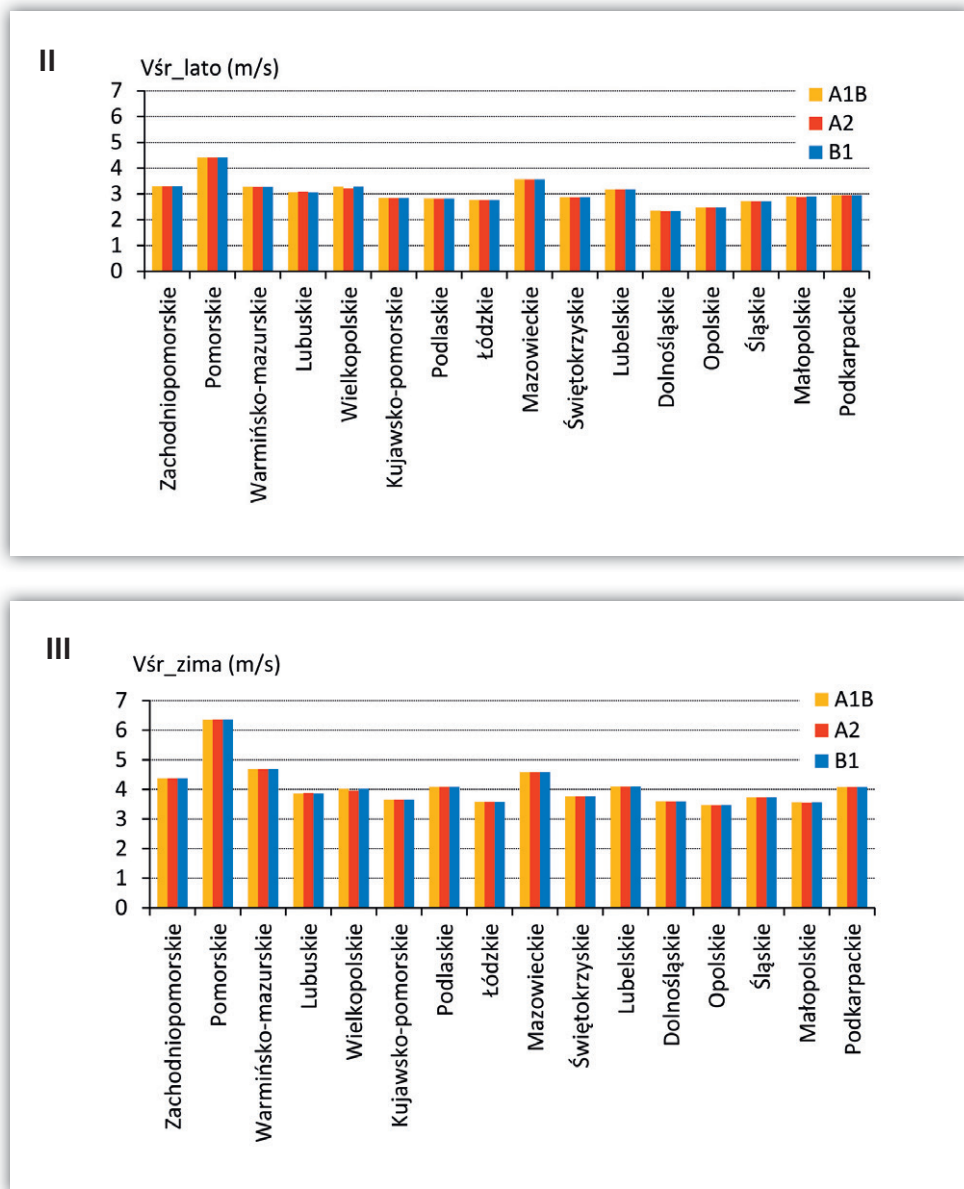
przypadkach mogą stanowić zagrożenie życia. We wszystkich scenariuszach SRES prognozy wskazują na wystąpienie w dekadzie 2021–2030 około 32 dni gorących rocznie. Liczba ta będzie wzrastała systematycznie w kolejnych dekadach XXI wieku. Na koniec wieku według scenariusza A2 należy się spodziewać aż 65 takich dni, według scenariusza A1B – 58, natomiast scenariusz B1 przewiduje tylko 44 dni gorące rocznie (ryc. 5.10). Ponad 80% wszystkich przypadków przekroczenia progu 25°C występuje w okresie letnim od czerwca do lipca.

W poszczególnych województwach prognozowane liczby dni z temperaturą maksymalną przekraczającą 25°C są bardzo zróżnicowane. Najwięcej takich dni wystąpi w województwach opolskim i podkarpackim. Według scenariusza A2 takich dni w ostatniej dekadzie wieku będzie 64, a według scenariusza B1 – 53. Najmniej dni z temperaturą powyżej 25°C należy się spodziewać w województwach północnych (pomorskim, zachodniopomorskim i warmińsko-mazurskim). W województwie pomorskim według scenariusza B1 takich dni może być tylko 15 w całym roku. Zarówno w scenariuszu A1B, jak i A2 należy się spodziewać w ciągu roku około 20 takich dni (ryc. 5.11).

5.3. Wiatr

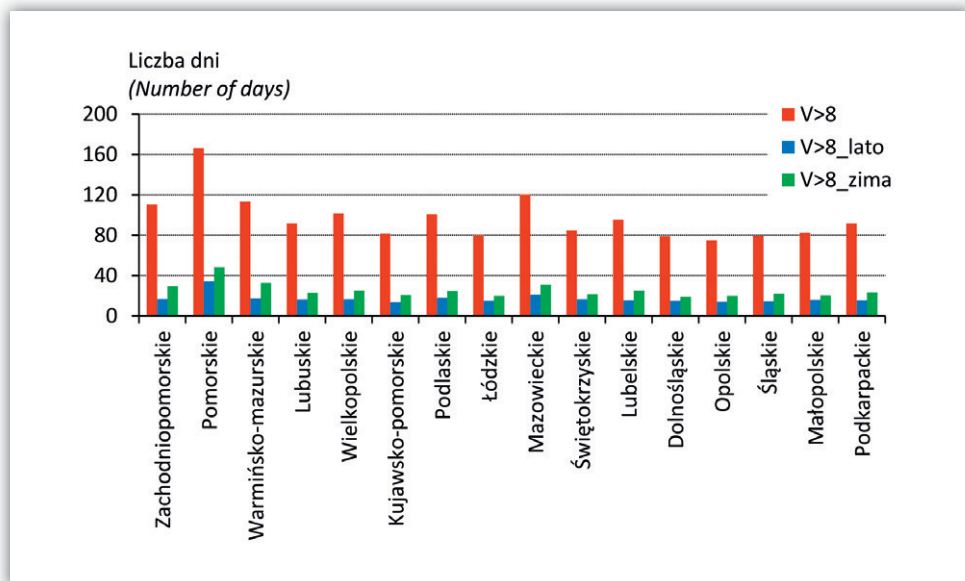
Wartości średniej prędkości wiatru w kolejnych dekadach XXI w. nie będą ulegać większym zmianom. Średnia roczna prędkość wiatru wyniesie około 3,6 m·s⁻¹. Również w okresie letnim i zimowym, w żadnym ze scenariuszy nie są prognozowane wyraźne zmiany prędkości wiatru. W miesiącach letnich średnia prędkość wiatru będzie się kształtować na poziomie 3 m·s⁻¹, a w zimowych 4,1 m·s⁻¹.





Rycina 5.12. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) wartości średnie roczne ($V_{\text{śr}}$) prędkości wiatru oraz średnie dla lata ($V_{\text{śr_lato}}$) i zimy ($V_{\text{śr_zima}}$) w dekadzie 2091–2100 w poszczególnych województwach

Figure 5.12. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) for decade 2091–2100 average yearly values of wind speed ($V_{\text{śr}}$) as well as mean values for summer ($V_{\text{śr_lato}}$) and winter ($V_{\text{śr_zima}}$) in particular voivodships



Rycina 5.13. Prognozowana według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) liczba dni z prędkością wiatru $> 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ w roku, latem i zimą w poszczególnych województwach w ostatniej dekadzie XXI wieku

Figure 5.13. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) yearly ($v>8$), summer ($v>8_{\text{lato}}$) and winter ($v>8_{\text{zima}}$) number of days with wind speed $> 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ in particular voivodships in the last decade of 21st century

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

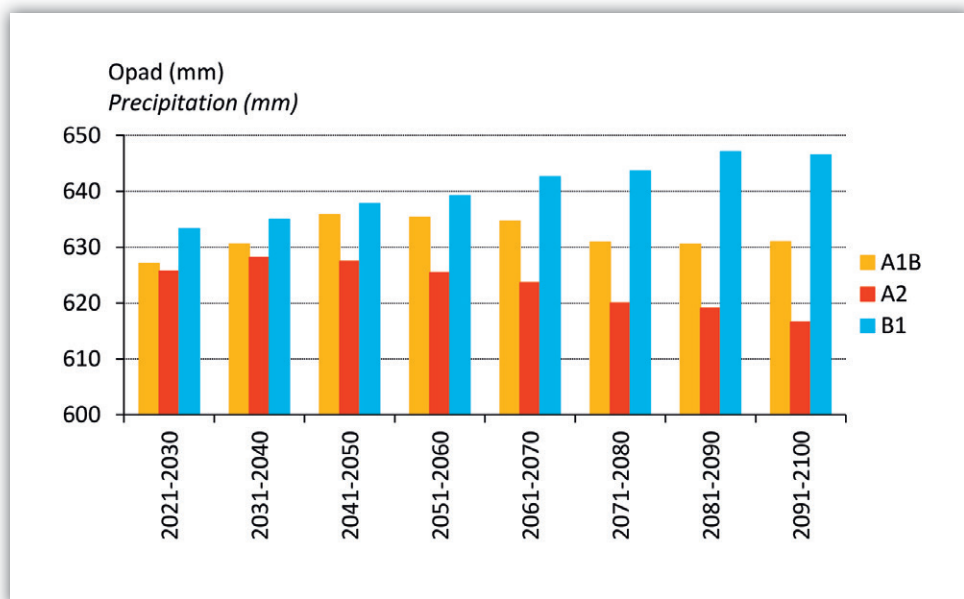
Poszczególne scenariusze SRES zakładają zbliżone do siebie prędkości wiatru. Niemniej różnią się one znacznie pomiędzy województwami. Uwzględnione scenariusze wyraźnie wskazują obszary o zwiększonych prędkościach wiatru. Są to województwa: pomorskie, zachodniopomorskie, warmińsko-mazurskie i mazowieckie. Największe średnie prędkości wiatru przekraczające $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ mogą wystąpić na terenie województwa pomorskiego. Średnia prędkość wiatru około $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ może pojawić się w województwach mazowieckim, warmińsko-mazurskim i zachodniopomorskim. Najmniejsze prędkości wiatru, rzędu $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, przewiduje się natomiast w województwach dolnośląskim i opolskim (ryc. 5.12). W województwach, w których są prognozowane podwyższone prędkości wiatru, znacząco spadnie liczba dni z ciszą. W ciągu roku będzie 3–5 takich dni, a w miesiącach zimowych mogą w ogóle nie wystąpić. Największa liczba dni z ciszą jest prognozowana w województwach dolnośląskim i opolskim.

Największa liczba dni z wiatrem o prędkości przekraczającej $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ we wszystkich scenariuszach może wystąpić w województwach pomorskim (ponad 160), mazowieckim (119) i warmińsko-mazurskim (113). Przewiduje się, że dni z wiatrem o prędkości $> 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ częściej mogą wystąpić zimą aniżeli latem (ryc. 5.13).

5.4. Opady atmosferyczne

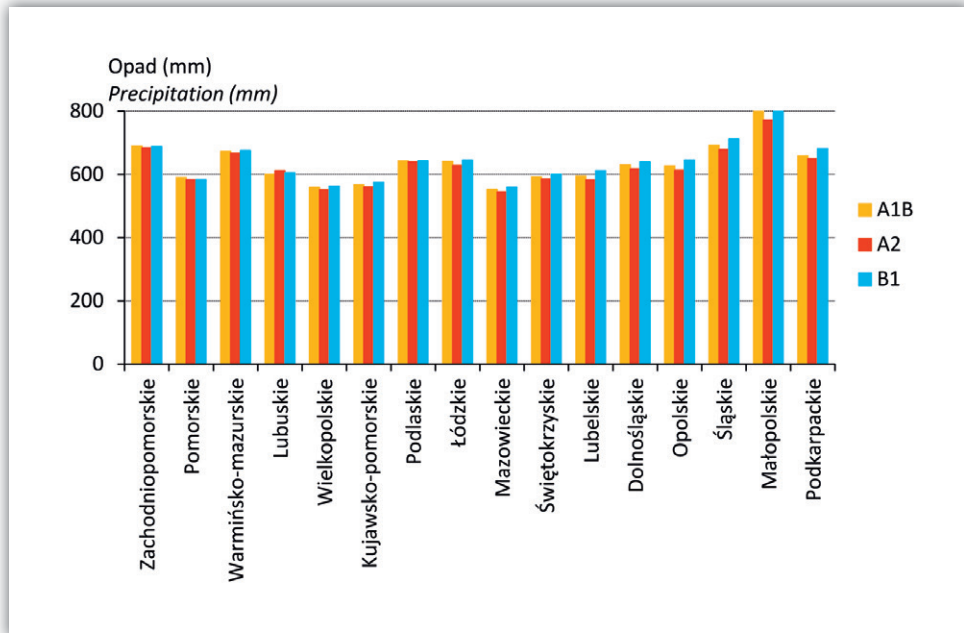
Opady atmosferyczne, podobnie jak temperatura powietrza, są ważnym elementem klimatu bezpośrednio lub pośrednio oddziałującym na zdrowie człowieka. Zgodnie ze scenariuszem B1 w XXI w. wyraźnie będą wzrastały roczne sumy opadu od 633 mm w dekadzie 2021–2030 do 645 mm u schyłku stulecia. Odmienne wyglądają prognozy w scenariuszu A1B. Początkowo, w pierwszych trzech dekadach wieku, może nastąpić niewielki wzrost opadów z 632 do 638 mm rocznie, w kolejnych dwóch dekadach będą się utrzymywać na poziomie 635 mm a następnie, aż do końca XXI w., ustabilizują się na poziomie 630 mm. Zupełnie inną prognozę sum opadów atmosferycznych daje scenariusz A2, według którego, począwszy od dekady 2031–2040, będzie następował spadek wielkości opadów. Pod koniec stulecia średni opad może wynieść 616 mm, czyli o 30 mm mniej niż w scenariuszu B1 (ryc. 5.14).

W przypadku rocznej sumy opadu każdy ze scenariuszy prognozuje podobne jej wielkości w kolejnych dekadach w poszczególnych województwach. Największe różnice tej zmiennej klimatycznej pomiędzy scenariuszami odnoszą się do



Rycina 5.14. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) roczne sumy opadu atmosferycznego w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku

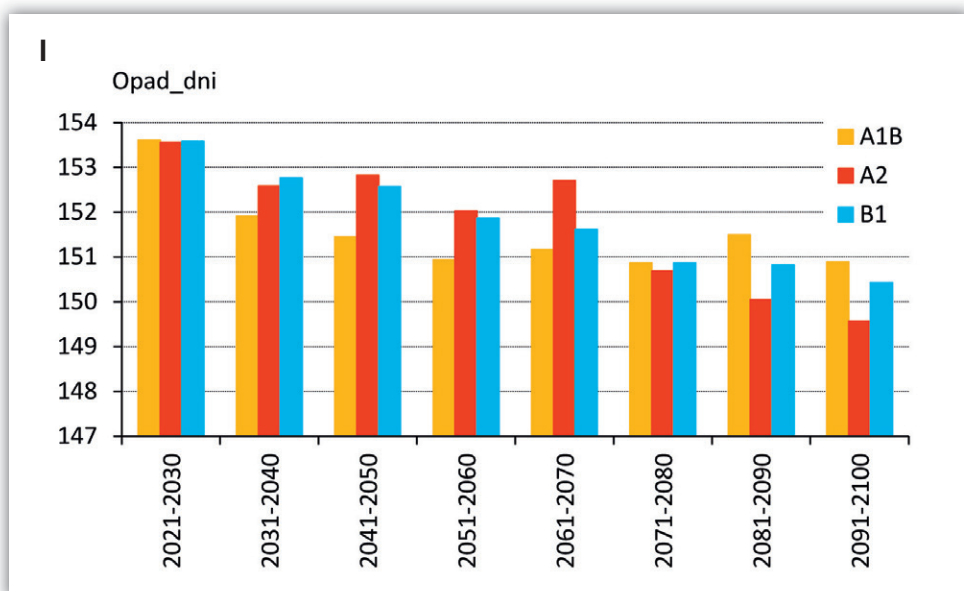
Figure 5.14. Projections of yearly totals of precipitation in Poland in consecutive decades of 21st century due to various SRES scenarios (A1B, A2, B1)

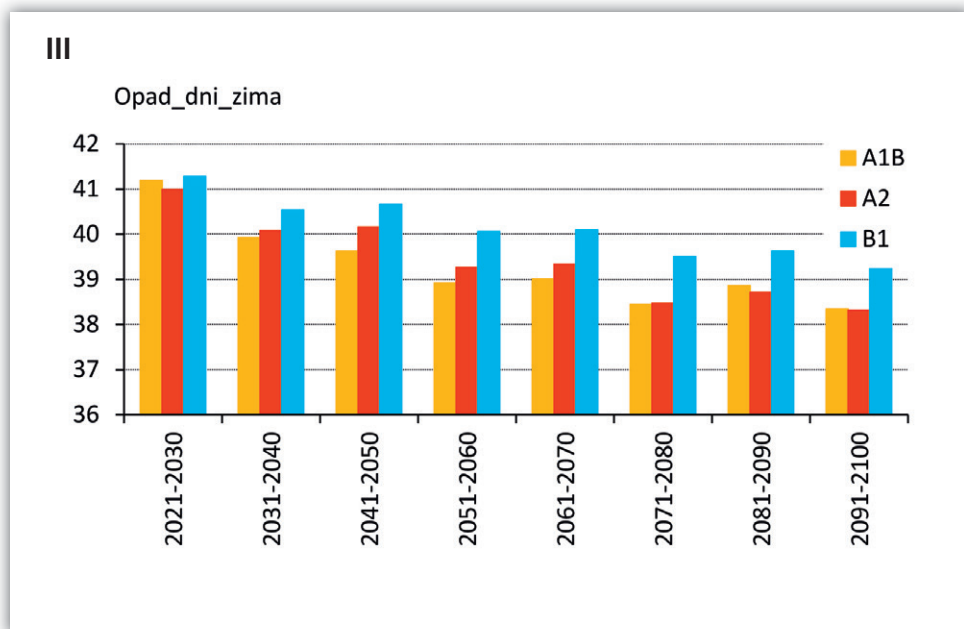
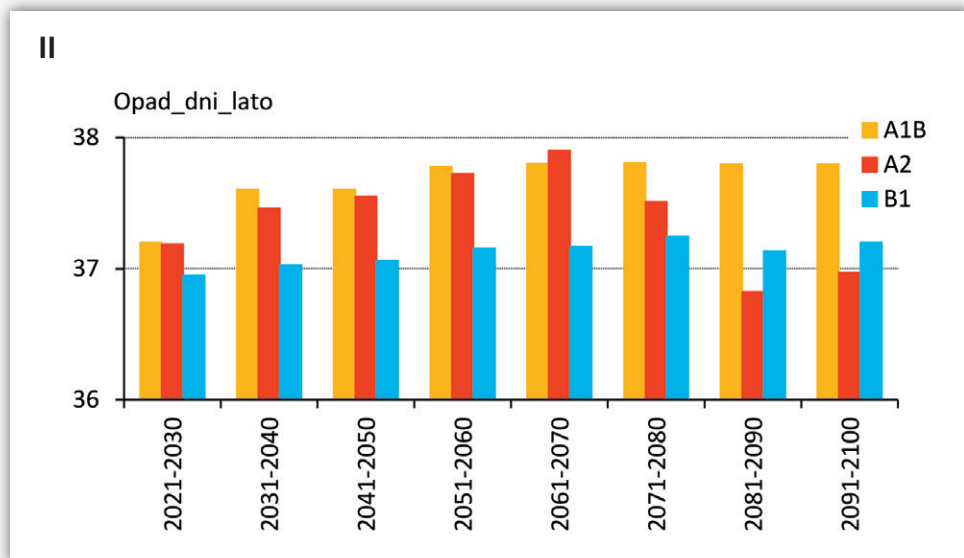


Rycina 5.15. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) roczne sumy opadu atmosferycznego w dekadzie 2091–2100 w poszczególnych województwach

Figure 5.15. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) for decade 2091–2100 yearly totals of precipitation in particular voivodships

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.





Rycina 5.16. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) liczby dni z opadem w roku (opad_dni), w miesiącach letnich (opad_dni_lato) i zimowych (opad_dni_zima) w dekadzie 2091–2100 w poszczególnych województwach

Figure 5.16. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) for decade 2091–2100 number of days with precipitation in year (opad_dni), summer (opad_dni_lato) and winter (opad_dni_zima) in particular voivodships

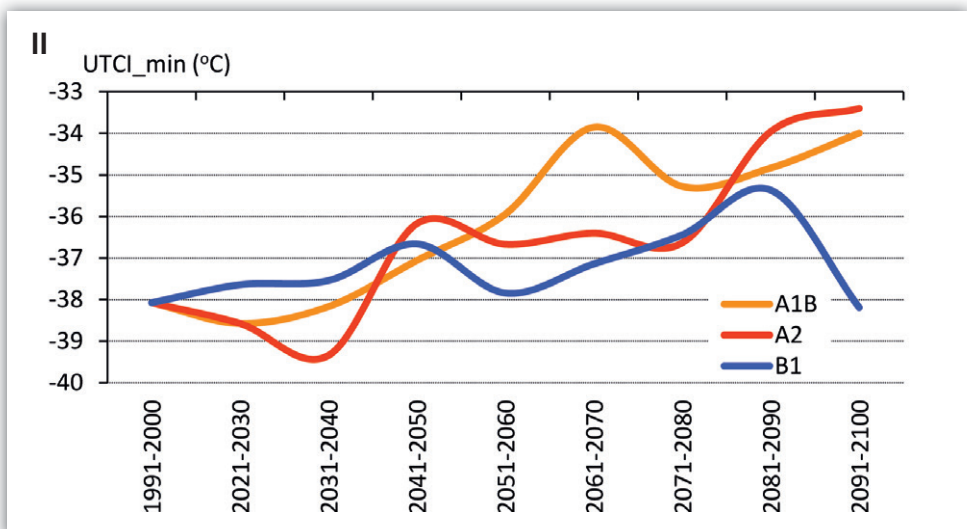
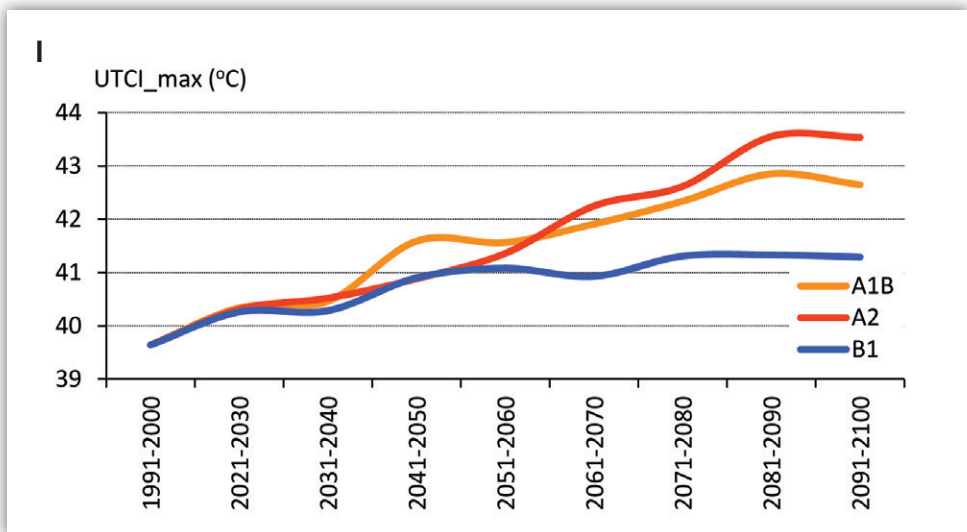
województwa małopolskiego, w którym projekcja B1 jest o 50 mm większa niż A2. Scenariusz B1 zakłada w tym województwie opad na poziomie 820 mm. Znacznie wyższe niż przeciętnie w Polsce są spodziewane opady także w województwach zachodniopomorskim (690 mm) i warmińsko-mazurskim (670 mm). Obszarami o najmniejszych opadach będą województwa: mazowieckie, wielkopolskie i kujawsko-pomorskie. Średni opad będzie się kształtował od 545 mm do około 580 mm (ryc. 5.15). Największe zmiany wielkości opadu w przeciągu XXI w. będą obserwowane według scenariusza A2. Na terenie województwa lubuskiego może nastąpić spadek opadów z 763 mm w dekadzie 2031–2040 do 585 mm w ostatniej dekadzie obecnego stulecia. W województwach śląskim i opolskim spadek wielkości opadów może wynieść w tym scenariuszu 40 mm. Najmniejsze zmiany (rzędu kilku mm) są spodziewane w województwie świętokrzyskim.

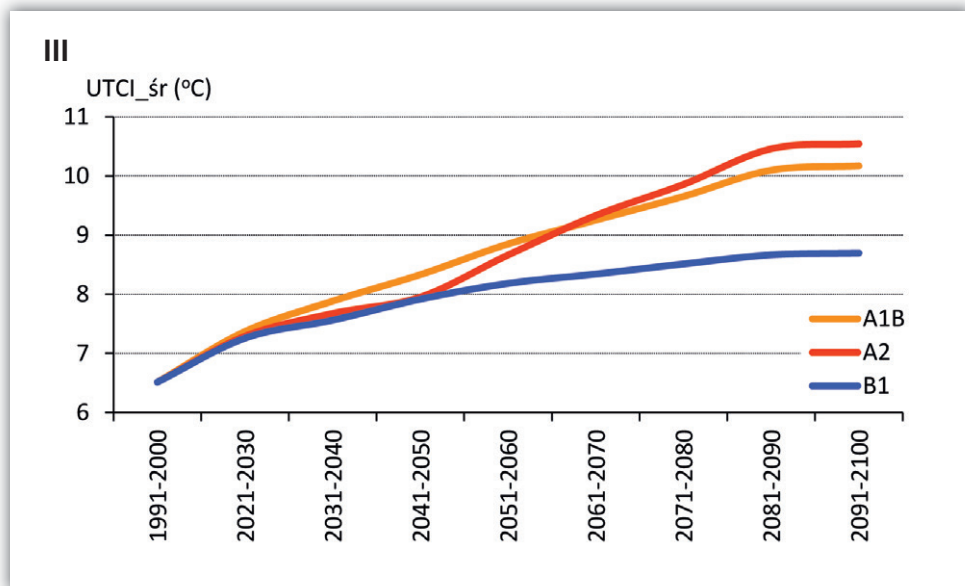
Nie ma wyraźnych różnic pomiędzy poszczególnymi scenariuszami SRES odnośnie liczby dni z opadem (powyżej 0,1 mm). Najwięcej takich dni (około 153) będzie na początku analizowanego okresu (dekada 2021–2030). W kolejnych dekadach wystąpi niewielki spadek liczby dni z opadem. Pod koniec XXI w. według scenariusza A1B dni z opadem będzie średnio w roku około 151, a niewiele mniej (149) takich dni wskazują prognozy w scenariuszu A2. Odmienne tendencje w każdym scenariuszu wykazują opady letnie i zimowe. W okresie letnim w scenariuszu B1 możemy spodziewać się liczby dni z opadem na poziomie 37. Scenariusz A1B zakłada początkowo nieznaczny wzrost liczby dni z opadem do dekady 2061–2070, a później stabilizację na tym poziomie. Natomiast w scenariuszu A2 możliwy będzie początkowy wzrost liczby dni z opadem, a w ostatnich trzech dekadach spadek. W miesiącach zimowych przewidywana jest nieco większa liczba dni z opadem (ponad 41). Począwszy od dekady 2021–2030 w każdej z prognoz dla okresu zimowego do końca stulecia nieznacznie (o 3 dni) spadnie liczba dni z opadem (ryc. 5.16).

5.5. Warunki biotermiczne

Warunki biotermiczne zostały scharakteryzowane za pomocą Uniwersalnego Wskaźnika Obciążeń Ciepłych (UTCI). Przeanalizowano prognozowane zmiany kilku charakterystyk wskaźnika, a mianowicie: wartości średnie roczne, minimalne i maksymalne wartości roczne, częstość dni z dużym stresem ciepła (DSC, UTCI > 32°C) i częstość dni z dużym stresem zimna (DSZ, UTCI < -13°C). Wszystkie charakterystyki odnoszą się do południowego terminu obserwacyjnego (godz. 12 UTC). W badaniach bioklimatycznych ten termin jest przyjmowany jako podstawa rozważań z uwagi na to, że reprezentuje on porę dnia, w której człowiek jest najbardziej ekspozycyjny na warunki pogodowe.

Wykonane symulacje wskazują, że w kolejnych dziesięcioleciach XXI w. średnie roczne wartości UTCI będą systematycznie wzrastały. W zależności od przyjętego scenariusza pod koniec obecnego wieku mogą one wzrosnąć do 8,8°C według najłagodniejszego scenariusza B1, a do 10,6°C według scenariusza A2, zakładającego największy wzrost temperatury powietrza. Stopniowy wzrost jest także przewidywany w przypadku maksymalnych wartości UTCI. Mogą one w ostatniej dekadzie XXI w. osiągnąć 41,2°C według scenariusza B1 oraz 43,6°C według scenariusza A2 (przy wartości wynoszącej około 39,7°C w okresie referencyjnym). Także w przypadku minimalnych wartości UTCI obserwuje się ich wzrost, choć nie jest on tak wyraźnie systematyczny, jak dla wartości średnich i maksymalnych.





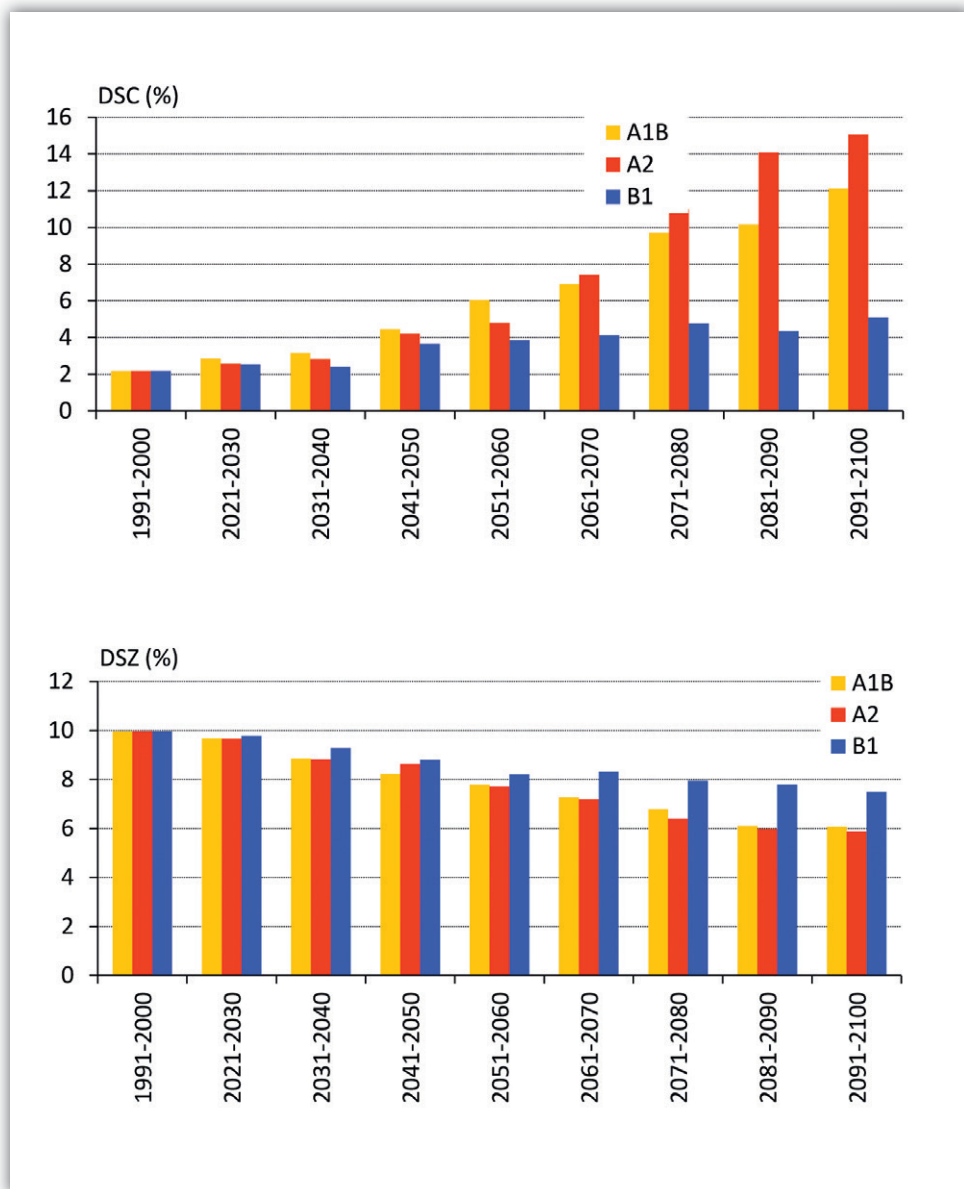
Rycina 5.17. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) maksymalne (UTCI_max), minimalne (UTCI_min) i średnie roczne (UTCI_śr) wartości wskaźnika UTCI w kolejnych dekadach XXI wieku w odniesieniu do wartości obserwowanych w latach 1991–2000

Figure 5.17. Predicted by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) maximum (UTCI_max), minimum (UTCI_min) i yearly average (UTCI_śr) values of UTCI index in consecutive decades of 21st century in relation to values observed in the years 1991–2000

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

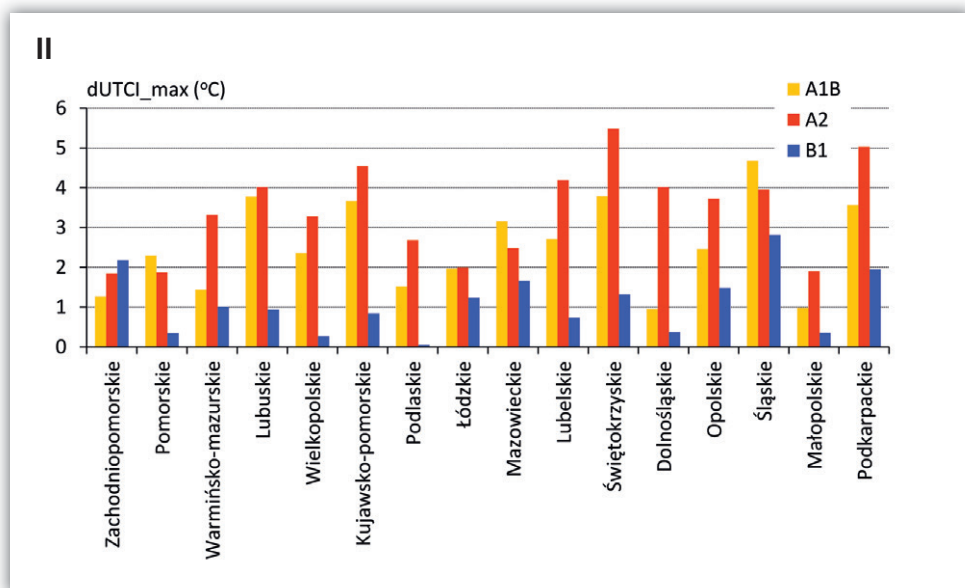
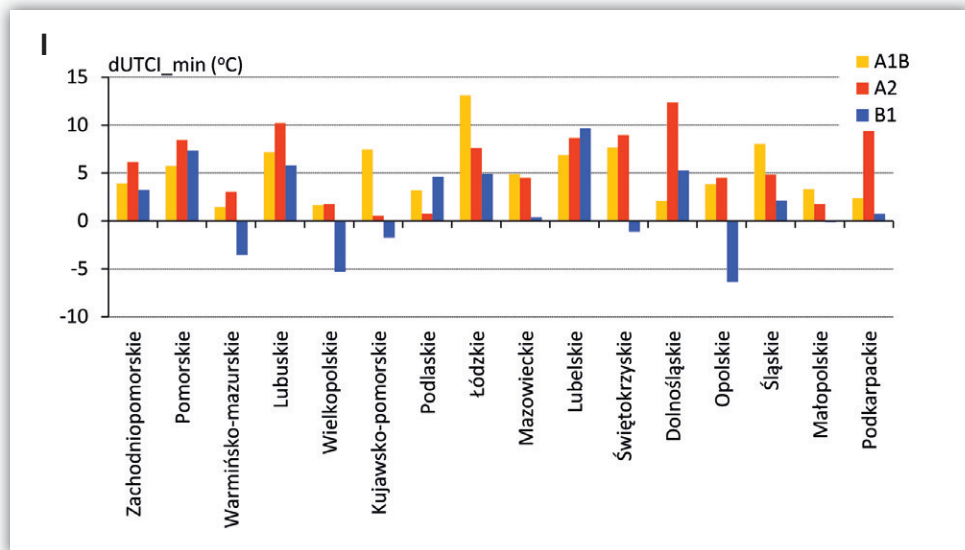
Na przykład, scenariusz B1 nie zakłada wyraźnych zmian UTCI_min w kolejnych dekadach XXI wieku. Zmiany takie przewidują natomiast scenariusze: A2 z poziomu około -38°C w okresie referencyjnym do około $-33,5^{\circ}\text{C}$ oraz A1B – do -34°C (ryc. 5.17).

W XXI w. wyraźnie będzie wzrastała liczba dni z dużym stresem ciepła. O ile w okresie referencyjnym dni takie obejmowały około 2% dni w roku, to w ostatniej dekadzie wieku może być ich kilkakrotnie więcej. Wprowadzie scenariusz B1 zakłada udział dni z dużym stresem ciepła jedynie na poziomie około 5%, niemniej według scenariuszy A1B i A2 dni takich może być odpowiednio 12% i 15% w roku. Nastąpią także zmiany w częstotliwości dni z dużym stresem zimna. W okresie referencyjnym stanowiły one około 10% dni w roku. W ostatniej dekadzie XXI w. ich liczba znacząco zmaleje. Scenariusz B1 przyjmuje, że może być ich tylko około 7,7%. Natomiast scenariusze A2 i A1B zakładają, że spadek ten może być jeszcze większy i odsetek takich dni wyniesie około 6% (ryc. 5.18).

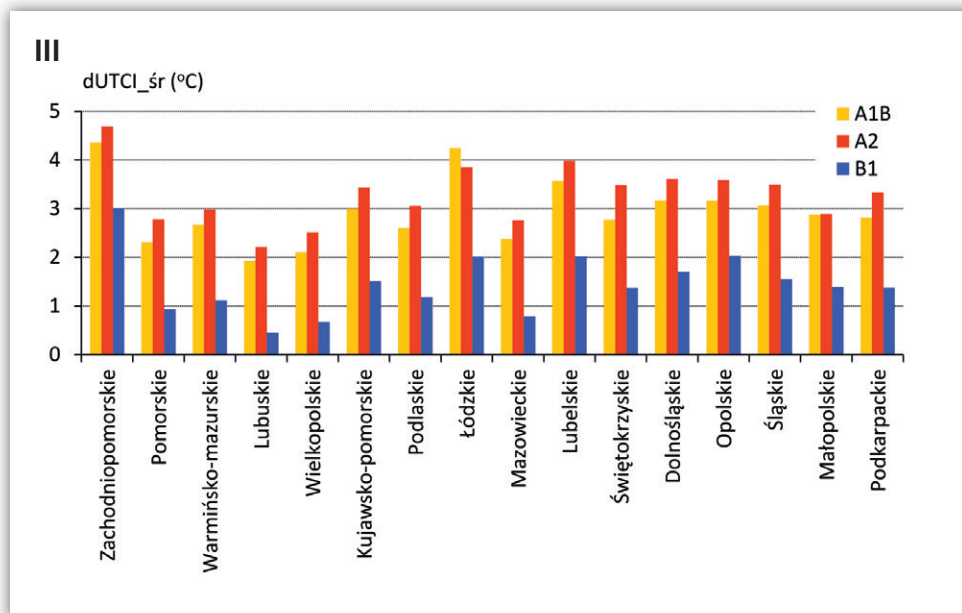


Rycina 5.18. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) częstości dni z dużym stresem ciepła (DSC) i dużym stresem zimna (DSZ) w kolejnych dekadach XXI wieku w odniesieniu do wartości obserwowanych w latach 1991–2000

Figure 5.18. Predicted by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) frequency of days with great heat stress (DSC) and great cold stress (DSZ) in consecutive decades of 21st century in relation to values observed in the years 1991–2000



W poszczególnych województwach prognozowane charakterystyki badanych cech obciążeń cieplnych są silnie zróżnicowane (mapy prezentujące to zróżnicowanie znajdują się w załączniku 1). Porównując wartości maksymalne UTCI obserwowane w latach 1991–2000 z tymi, przewidywanymi w ostatniej dekadzie XXI w., można stwierdzić, że każdy z uwzględnionych scenariuszy SRES zakłada ich wzrost. Największego wzrostu UTCI_max należy się spodziewać w województwach: świętokrzyskim, podkarpackim, śląskim i kujawsko-pomorskim. Zależnie od scenariusza mogą one wynieść od 0,8°C w kujawsko-pomorskim (według scenariusza B1)



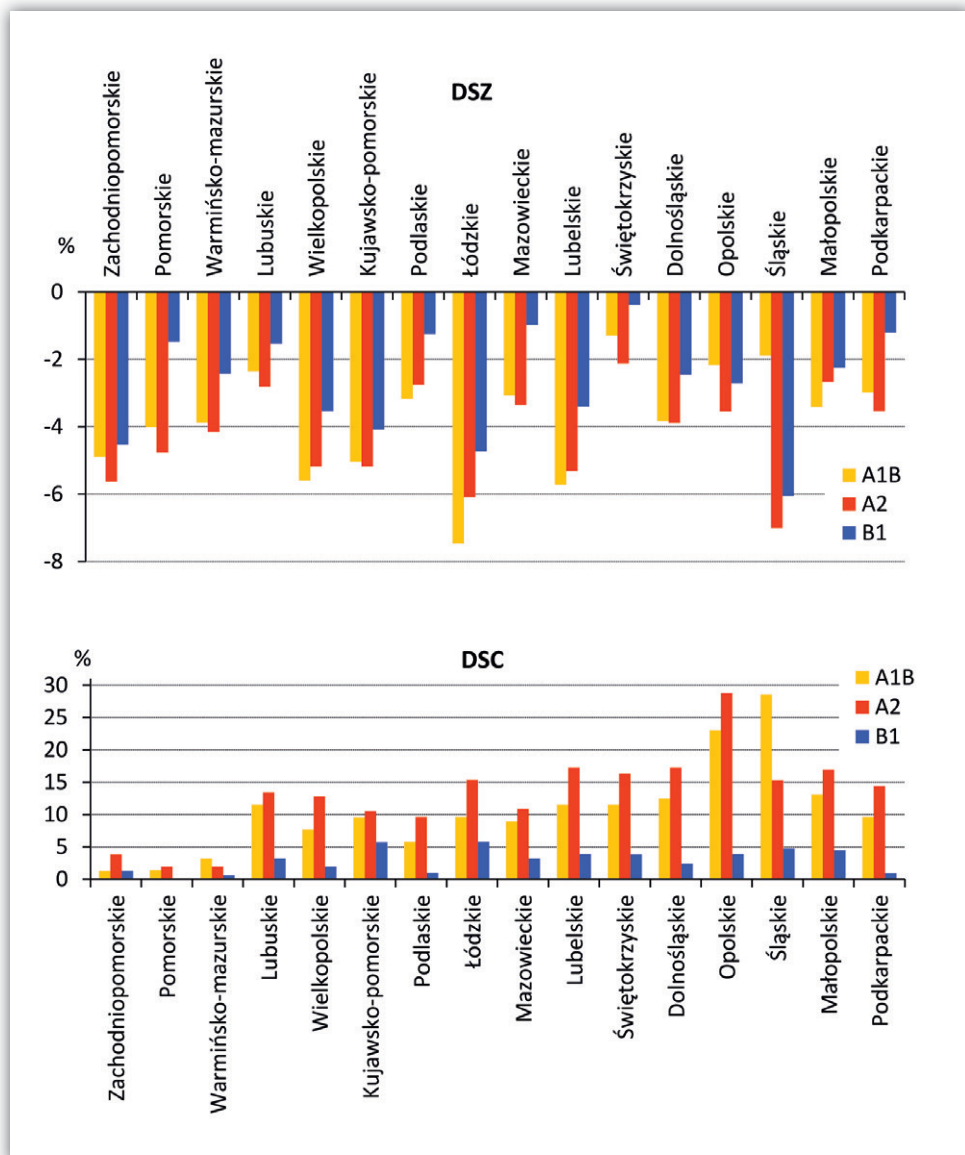
Rycina 5.19. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) zmiany minimalnych ($dUTCI_{min}$), maksymalnych ($dUTCI_{max}$) i średnich ($dUTCI_{\acute{s}r}$) wartości wskaźnika UTCI pomiędzy dekadą 2091–2100 a wartościami obserwowanymi w latach 1991–2000 w poszczególnych województwach

Figure 5.19. Predicted by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) changes of maximum ($dUTCI_{max}$), minimum ($dUTCI_{min}$) and yearly average ($dUTCI_{\acute{s}r}$) values of UTCI index between decade 2091–2100 and values observed in the years 1991–2000 in particular voivodships

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

do $5,5^{\circ}\text{C}$ w świętokrzyskim (według scenariusza A2). Najmniejsze wzrosty $UTCI_{max}$ są natomiast spodziewane w województwach: małopolskim ($0,2\text{--}1,9^{\circ}\text{C}$), łódzkim ($1,2\text{--}2^{\circ}\text{C}$), pomorskim ($0,3\text{--}2,2^{\circ}\text{C}$) i zachodniopomorskim ($1,2\text{--}2,2^{\circ}\text{C}$).

W przypadku minimalnych wartości UTCI scenariusze A1B i A2 zakładają wzrosty tej charakterystyki, natomiast scenariusz B1 wskazuje, że w niektórych województwach (warmińsko-mazurskie, wielkopolskie, opolskie, kujawsko-pomorskie, świętokrzyskie) należy oczekiwać spadków $UTCI_{min}$ rzędu $0,5\text{--}6,5^{\circ}\text{C}$. Największych wzrostów $UTCI_{min}$ powinniśmy się spodziewać w Łódzkiem ($5\text{--}13^{\circ}\text{C}$) i Dolnośląskiem ($2\text{--}12^{\circ}\text{C}$). Najmniej zróżnicowane przestrzennie mogą być zmiany średnich rocznych wartości UTCI. Każdy ze scenariuszy SRES zakłada wzrost tej charakterystyki, przy czym według scenariusza B1 zmiany te mogą być wyraźnie mniejsze niż w scenariuszach A1B i A2. Największych wzrostów $UTCI_{\acute{s}r}$ trzeba się spodziewać w województwie zachodniopomorskim ($3,0\text{--}4,7^{\circ}\text{C}$). Znaczne



Rycina 5.20. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) zmiany częstości skrajnych kategorii wartości wskaźnika UTCI (DSZ – duży stres zimna, DSC – duży stres ciepła) pomiędzy dekadą 2091–2100 a wartościami obserwowanymi w latach 1991–2000 w poszczególnych województwach

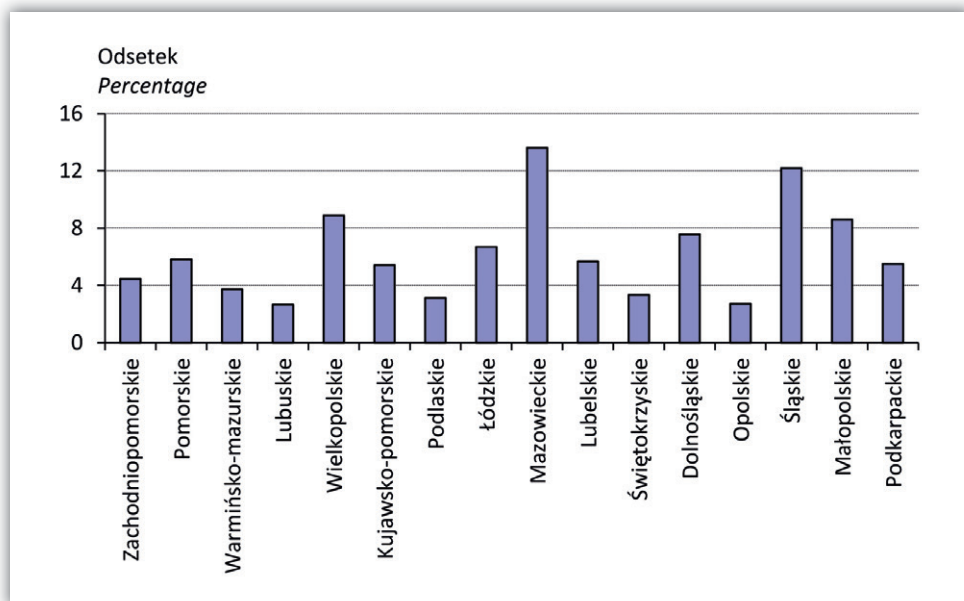
Figure 5.20. Predicted by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) changes in frequency of extreme UTCI categories (DSZ – great cold stress, DSC – great heat stress) between decade 2091–2100 and values observed in the years 1991–2000 in particular voivodships

będą także wzrosty UTCl_{śr} w Łódzkiem (2,0–4,2°C) i Lubelskiem (2,0–4,0°C). Najmniejsze wzrosty UTCl_{śr} są oczekiwane w województwach wielkopolskim i lubuskim (0,4–2,5°C) – rycina 5.19.

Porównując prognozowane częstości występowania skrajnych obciążeń cieplnych, można zauważyć, że w przeciągu XXI w. będą one różnokierunkowe (porównaj załącznik 1). W każdym województwie zmniejszy się udział dni z dużym stresem zimna (DSZ), a wzrośnie częstość dni z dużym stresem ciepła (DSC). Największej zmiany liczby dni z DSZ należy oczekiwać w Łódzkiem (od -4,7% do -7,7%) i Śląskiem (od -1,9% do -7,0%). Natomiast w Świętokrzyskiem będą najmniejsze i wyniosą od -0,3% do -2,1%. Bardzo silnie zróżnicowane będą zmiany liczby dni z DSC. W województwach: zachodniopomorskim, pomorskim i warmińsko-mazurskim częstość dni z dużym stresem ciepła wzrośnie tylko nieznacznie (o 1–4%). Natomiast w Opolskiem i Śląskiem wzrost dni z dużym stresem ciepła może według scenariuszy A1B i A2 sięgnąć 15–28% (ryc. 5.20).

6. Prognoza zachorowań i zgonów na choroby klimatozależne do 2100 roku

Do opracowania prognozy zachorowań i zgonów na choroby klimatozależne do 2100 r. wykorzystano przedstawione w podrozdziale 4.3 równania regresji prostej i wielokrotnej (porównaj tab. 4.2) oraz algorytmy wiążące badane zdarzenia zdrowotne z różnymi cechami klimatu w skali całej Polski. Założono, że relacje stwierdzone dla całego kraju będą reprezentowały także poszczególne województwa, a poziom zachorowań lub zgonów będzie w nich zależny od przewidywanych cech

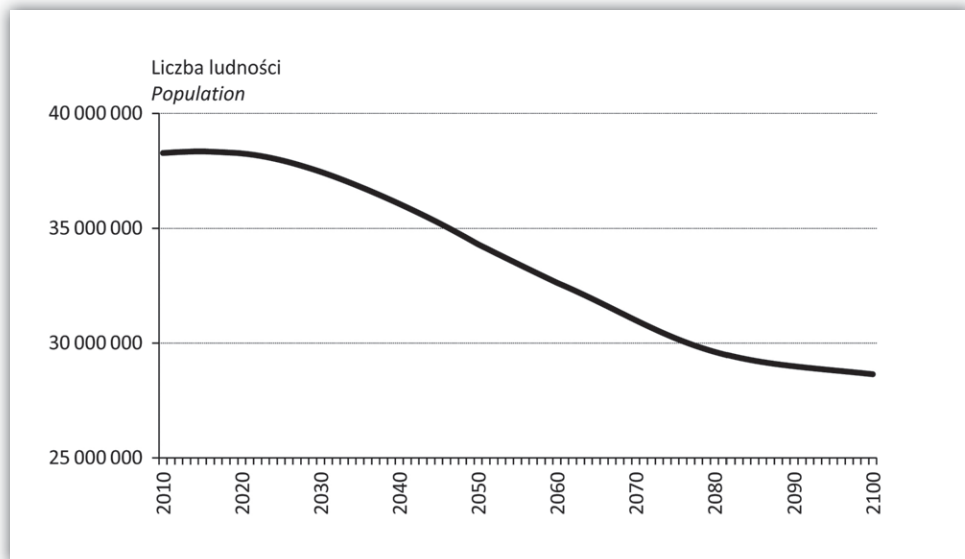


Rycina 6.1. Odsetek populacji w poszczególnych województwach w odniesieniu do całej populacji Polski, 2004–2013

Figure 6.1. Percentage of population in particular voivodships in relations to the whole Poland population, 2004–2013

klimatu. Poza standaryzowaną liczbą zachorowań i zgonów (na 100 tys. mieszkańców) obliczono także jakich, wyrażonych w procentach, zmian zapadalności i umieralności należy oczekiwać w różnych okresach XXI w.: w latach 2021–2040, 2051–2070 i 2081–2100. Wykorzystano w tym celu prognozę demograficzną Polski przygotowaną na potrzeby projektu KLIMADA w ramach programu adaptacji Polski do zmian klimatu. Prognoza ta dotyczy całego kraju. Populację przewidywaną dla poszczególnych województw oszacowano, przyjmując obserwowane w latach 2004–2013 liczby ludności w województwach w odniesieniu do całej Polski. Liczba ludności w poszczególnych województwach wahała się od około 1 mln (2,6% populacji krajowej) w województwie lubuskim i 1,2 mln (3,2%) w województwie podlaskim do 4,7 mln (12,2%) w śląskim oraz 5,2 mln (13,6%) w mazowieckim (ryc. 6.1). Była ona przy tym stabilna i w kolejnych latach struktura ta nie zmieniała się. Przyjęto zatem, że będzie ona taka sama do 2100 roku.

Obliczono również, jakiej bezwzględnej liczby zachorowań i zgonów można się spodziewać w kolejnych dekadach XXI wieku. Uwzględniono w tym celu wspomnianą wyżej prognozę demograficzną. Prognoza ta zakłada, że liczba ludności Polski zmniejszy się z 38,3 mln w 2010 r. do 28,7 mln w 2100 r. (ryc. 6.2), co oznacza spadek rzędu 25%. Założono przy tym, że tempo zmian populacyjnych w poszczególnych województwach będzie analogiczne jak dla całej Polski. Ogólne tempo spadku liczby ludności w Polsce przewidywane przez uwzględnioną prognozę demograficzną jest zgodne z prognozą demograficzną Głównego Urzędu



Rycina 6.2. Prognoza zmian ludności Polski do 2100 roku

Figure 6.2. Prediction of Poland's population to the year 2100

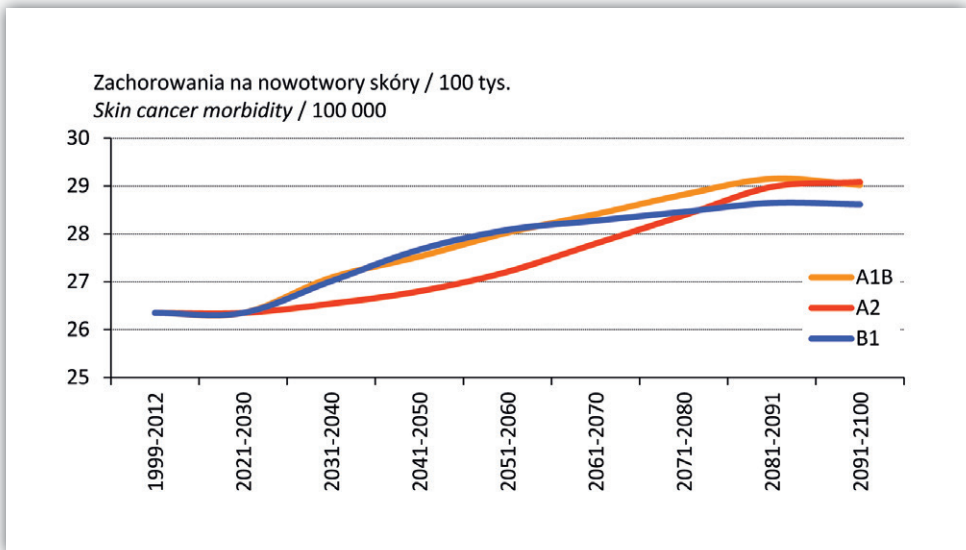
Źródło Source: opracowanie własne na podstawie projektu KLIMADA own elaboration on the base of KLIMADA project.

Statystycznego, obejmującą lata 2014–2050 (*Proгноza... 2014*). Założenie o równomiernym tempie zmian demograficznych w województwach także odpowiada prognozom GUS.

6.1. Nowotwory skóry

6.1.1. Zachorowania na nowotwory skóry

W związku z przewidywanymi w XXI w. zmianami dopływu promieniowania słonecznego, należy się spodziewać w Polsce wzrostu zapadalności na wszystkie formy nowotworów skóry. Liczba zachorowań zwiększy się z około 26 przypadków na 100 tys. mieszkańców, które były obserwowane w pierwszej dekadzie XXI w., do blisko 29 przypadków w ostatniej dekadzie. Scenariusz B1 zakłada szybsze tempo wzrostu pomiędzy dekadą 2021–2030 i 2051–2060. Po 2060 r. tempo wzrostu liczby zachorowań zmniejszy się wyraźnie. Scenariusz A1B zakłada stopniowy, systematyczny wzrost zachorowań do 2080 r., a następnie ich stabilizację. Natomiast scenariusz A2

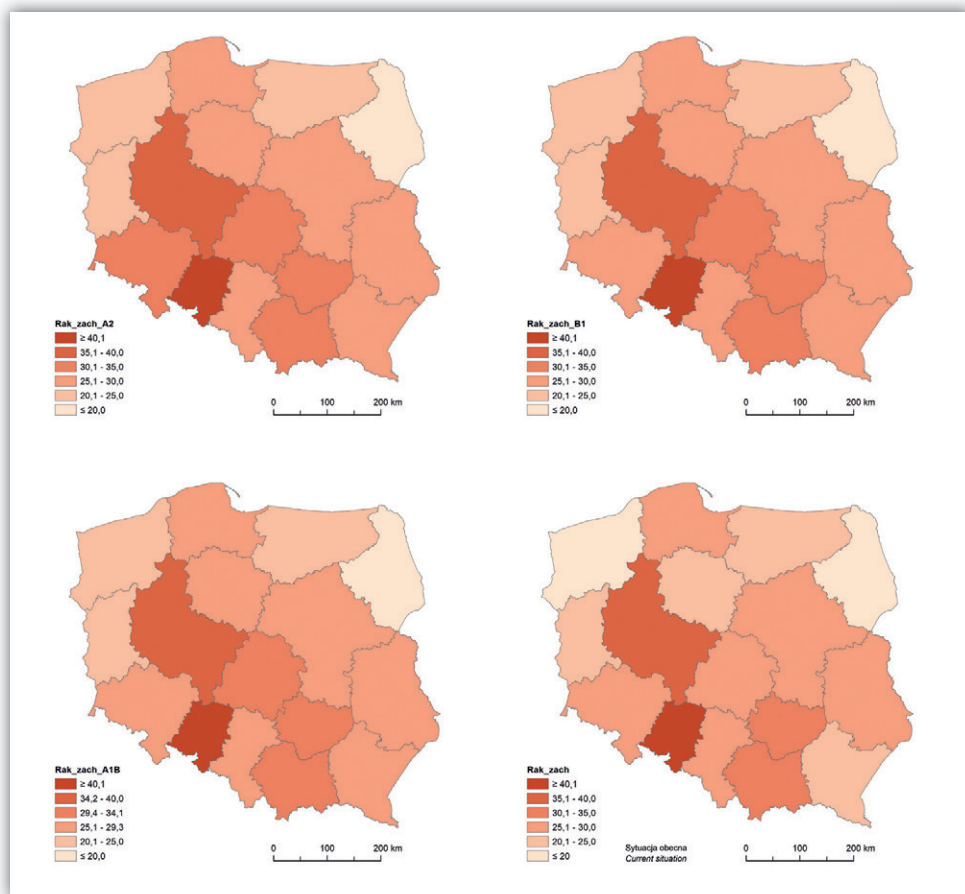


Rycina 6.3. Standaryzowany wskaźnik zachorowalności na nowotwory skóry w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1); pierwszy przedział na osi poziomej dotyczy historycznego okresu referencyjnego

Figure 6.3. Projections of skin cancer morbidity index in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1); first interval on x-axis shows historical data from reference period

przyjmuje, że największego tempa wzrostu liczby zachorowań należy się spodziewać w drugiej połowie XXI w. (ryc. 6.3). Ogólnie biorąc, scenariusze A1B i A2 zakładają około 10% wzrost zapadalności na nowotwory skóry w XXI wieku. Natomiast w przypadku scenariusza B1 przewidywany jest wzrost rzędu 8,7% (tab. 6.1).

Obserwacja rozkładu przestrzennego przewidywanych na koniec XXI w. wskaźników zapadalności pozwala zauważyć, że nadal największa względna liczba zachorowań będzie notowana w województwach opolskim i wielkopolskim. Istotnych zmian, w porównaniu ze stanem współczesnym, należy się spodziewać,



Rycina 6.4. Wskaźniki zachorowalności (na 100 tys. mieszkańców) na nowotwory skóry ogółem prognozowane dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B) na tle zapadalności obserwowanej współcześnie

Figure 6.4. Skin cancer morbidity (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B) on the background of its current values

według wszystkich scenariuszy SRES, w województwach: zachodniopomorskim, kujawsko-pomorskim i podkarpackim, a według scenariusza A2 także w województwie dolnośląskim (ryc. 6.4).

Z porównania tempa zmian zachorowań w poszczególnych województwach wynika, że wszystkie scenariusze przewidują wyraźnie szybsze tempo wzrostu w województwach: lubuskim, śląskim, małopolskim i podkarpackim niż średnio w Polsce. Natomiast w województwach: pomorskim, warmińsko-mazurskim, wielkopolskim, łódzkim i opolskim wszystkie scenariusze przewidują mniejszy niż średnio w Polsce wzrost wskaźnika zachorowań. Jedynie w dwóch przypadkach (województwa lubuskie i dolnośląskie) w horyzoncie czasowym 2020–2040 scenariusze A1B i A2 zakładają spadek względnej liczby zachorowań o 2,2 i 7,7% (tab. 6.1).

Tabela 6.1. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika zachorowalności na nowotwory skóry w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1999–2012

Table 6.1. Changes (in %) skin cancer morbidity index in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1999–2012

Województwo Voivodship	Scenariusz SRES Scenario								
	A1B			A2			B1		
	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100
Zachodniopomorskie	1,8	6,3	9,6	0,4	2,9	6,1	2,2	7,8	9,0
Pomorskie	2,5	5,8	7,7	0,3	1,9	3,9	1,3	4,7	5,4
Warmińsko-mazurskie	2,1	6,9	10,1	0,2	2,5	7,0	1,9	6,2	5,6
Lubuskie	2,3	9,3	15,0	-7,7	5,4	14,3	2,5	9,0	11,2
Wielkopolskie	1,6	4,7	7,6	0,4	2,7	6,9	1,3	4,7	5,4
Kujawsko-pomorskie	2,0	7,5	10,8	0,3	3,3	9,3	2,0	6,7	7,0
Podlaskie	3,2	9,4	13,2	0,4	2,9	7,4	2,5	8,5	7,2
Łódzkie	1,6	7,0	10,2	0,4	3,7	9,8	1,7	6,2	7,9
Mazowieckie	4,0	7,4	10,5	0,6	3,9	9,6	2,0	6,8	7,2
Lubelskie	1,7	7,3	10,5	0,7	4,3	9,5	2,1	7,1	8,1
Świętokrzyskie	3,0	7,4	10,3	0,9	5,6	11,7	1,8	7,4	10,4
Dolnośląskie	-2,2	2,4	6,7	0,8	5,6	13,3	1,9	7,4	10,1
Opolskie	1,7	6,1	8,4	0,6	4,2	9,4	1,2	5,0	7,4
Śląskie	3,3	10,1	13,9	1,1	7,0	15,0	2,3	9,2	12,8
Małopolskie	2,4	8,4	11,6	5,2	5,9	12,9	2,0	7,9	11,0
Podkarpackie	3,4	10,5	14,7	1,3	7,7	16,5	2,5	10,0	14,3
Polska Poland	2,1	7,1	10,4	0,5	4,4	10,2	1,9	6,9	8,7

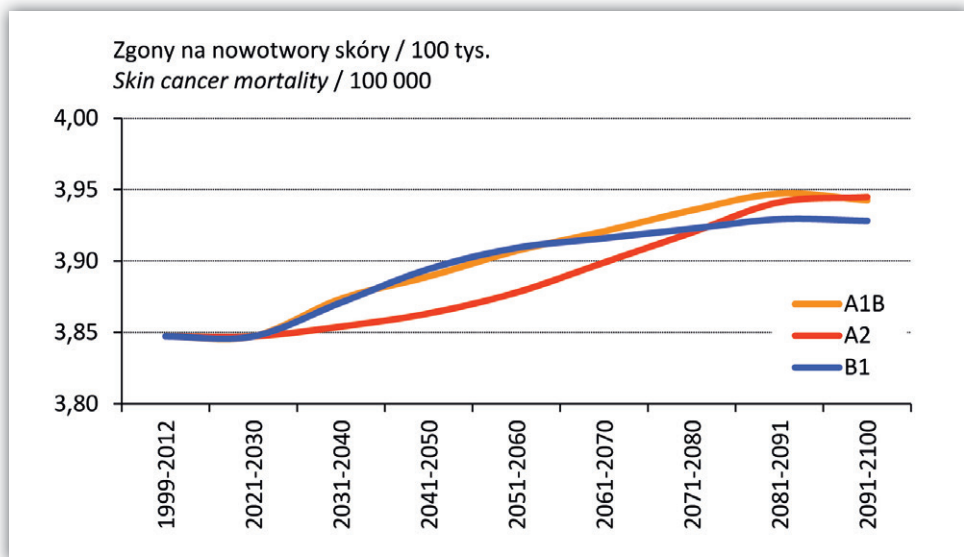
Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości większe od średniej dla całej Polski
 Barwą różową zaznaczono zmiany o kierunku przeciwnym niż w odniesieniu do całej Polski
In bold are marked values higher than mean for whole Poland
Changes with tendency opposite to observed for whole Poland are marked in pink
 Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Wykonane symulacje przewidują wzrost ryzyka zachorowania na nowotwory skóry. Jednak w związku z prognozowanym znacznym zmniejszeniem się liczby ludności w Polsce zmniejszy się również bezwzględna liczba zachorowań. W skali całej Polski spadek ten może na koniec wieku wynieść, zależnie od przyjętego scenariusze SRES, około 1700–1900 osób (załącznik 2).

6.1.2. Zgony na nowotwory skóry

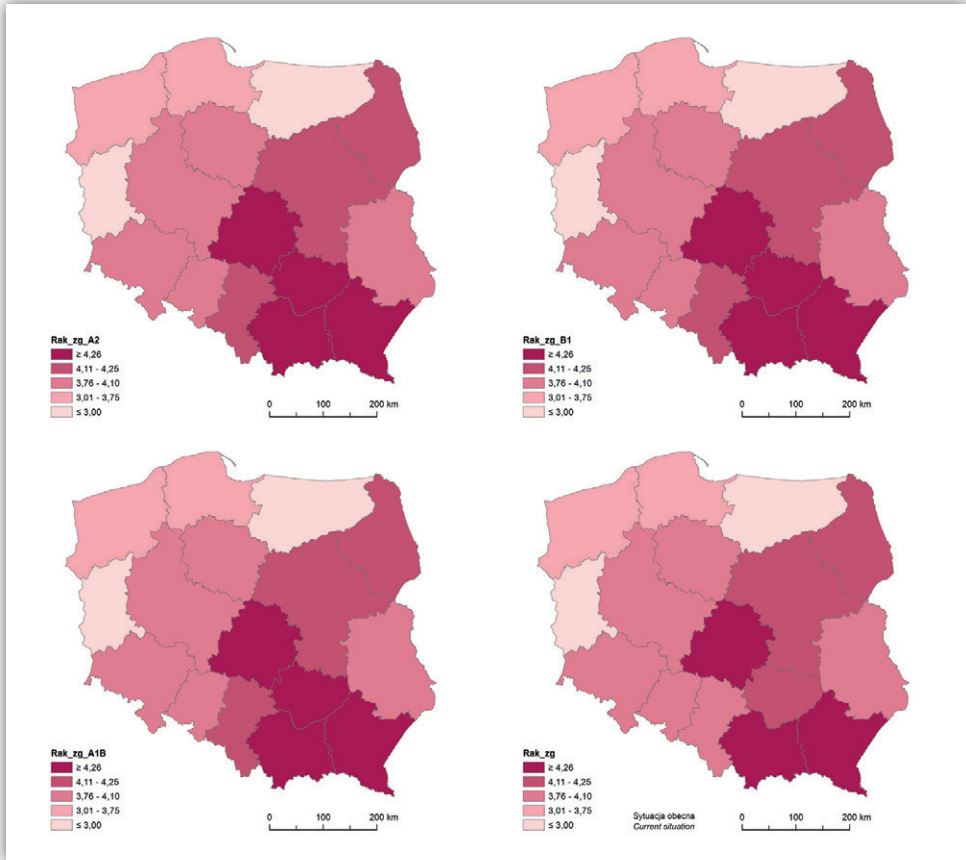
W przypadku zgonów na nowotwory skóry wszystkie scenariusze SRES zakładają stopniowy ich wzrost z około 3,85 w latach 1999–2012 do prawie 3,95 na 100 tys. mieszkańców Polski w ostatniej dekadzie XXI w. (ryc. 6.5). Wyrażony w procentach wzrost względnej liczby zgonów jest niewielki i na koniec wieku może wynieść od 2,1% (scenariusz B1) do 2,5% (A2 i A1B) – tabela 6.2.

Porównanie zmian wskaźnika umieralności na nowotwory skóry w poszczególnych województwach pozwala stwierdzić, że na koniec wieku może on wynieść od 0,9% (województwo podlaskie, B1) do 3,6–3,8% (województwo lubuskie, A1B i A2). Wyższe niż średnio w Polsce tempo wzrostu względnej liczby zgonów na nowotwory



Rycina 6.5. Standaryzowany wskaźnik umieralności na nowotwory skóry w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1); pierwszy przedział na osi poziomej dotyczy historycznego okresu referencyjnego

Figure 6.5. Projections of skin cancer mortality in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1); first interval on x-axis shows historical data from reference period



Rycina 6.6. Wskaźniki umieralności (na 100 tys. mieszkańców) na nowotwory skóry ogółem prognozowane dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B) na tle zapadalności obserwowanej współcześnie

Figure 6.6. Skin cancer mortality (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B) on the background of its current values

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

skóry wszystkie scenariusze SRES przewidują w województwach: lubuskim, świętokrzyskim, opolskim, śląskim, małopolskim i podkarpackim. Z kolei stosunkowo niewielkie tempo wzrostu wszystkie scenariusze zakładają w pozostałych województwach (poza warmińsko-mazurskim i dolnośląskim) – rycina 6.6, tabela 6.2.

W związku z prognozowanym znacznym zmniejszeniem się liczby ludności w Polsce zmniejszy się bezwzględna liczba zgonów na nowotwory skóry. W skali całej Polski spadek ten może na koniec wieku wynieść, niezależnie od przyjętego scenariusza SRES, 345–350 osób, z około 1500 osób w pierwszej do 1150 osób w ostatniej dekadzie XXI w. (załącznik 3).

Tabela 6.2. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika umieralności na nowotwory skóry w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1999–2012

Table 6.2. Changes (in %) skin cancer mortality in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1999–2012

Województwo <i>Voivodship</i>	Scenariusz SRES <i>Scenario</i>								
	A1B			A2			B1		
	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100
Zachodniopomorskie	0,4	1,3	2,0	0,1	0,6	1,3	0,5	1,6	1,9
Pomorskie	0,7	1,6	2,1	0,1	0,5	1,1	0,4	1,3	1,5
Warmińsko-mazurskie	0,6	1,8	2,7	0,1	0,7	1,9	0,5	1,7	1,5
Lubuskie	0,6	2,4	3,8	-2,0	1,4	3,6	0,6	2,3	2,8
Wielkopolskie	0,5	1,5	2,5	0,1	0,9	2,3	0,4	1,5	1,8
Kujawsko-pomorskie	0,5	1,7	2,4	0,1	0,8	2,1	0,5	1,5	1,6
Podlaskie	0,4	1,2	1,7	0,0	0,4	1,0	0,3	1,1	0,9
Łódzkie	0,4	1,7	2,4	0,1	0,9	2,4	0,4	1,5	1,9
Mazowieckie	0,9	1,6	2,3	0,1	0,8	2,1	0,4	1,5	1,6
Lubelskie	0,4	1,7	2,4	0,2	1,0	2,2	0,5	1,6	1,9
Świętokrzyskie	0,8	1,9	2,7	0,2	1,5	3,1	0,5	1,9	2,7
Dolnośląskie	-0,5	0,6	1,6	0,2	1,4	3,2	0,5	1,8	2,4
Opolskie	0,6	2,3	3,2	0,2	1,6	3,6	0,5	1,9	2,8
Śląskie	0,7	2,3	3,2	0,3	1,6	3,4	0,5	2,1	2,9
Małopolskie	0,6	2,1	2,9	1,3	1,5	3,2	0,5	2,0	2,7
Podkarpackie	0,7	2,1	2,9	0,3	1,5	3,3	0,5	2,0	2,8
Polska Poland	0,5	1,7	2,5	0,1	1,1	2,5	0,5	1,7	2,1

Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości większe od średniej dla całej Polski

Barwą różową zaznaczono zmiany o kierunku przeciwnym niż w odniesieniu do całej Polski

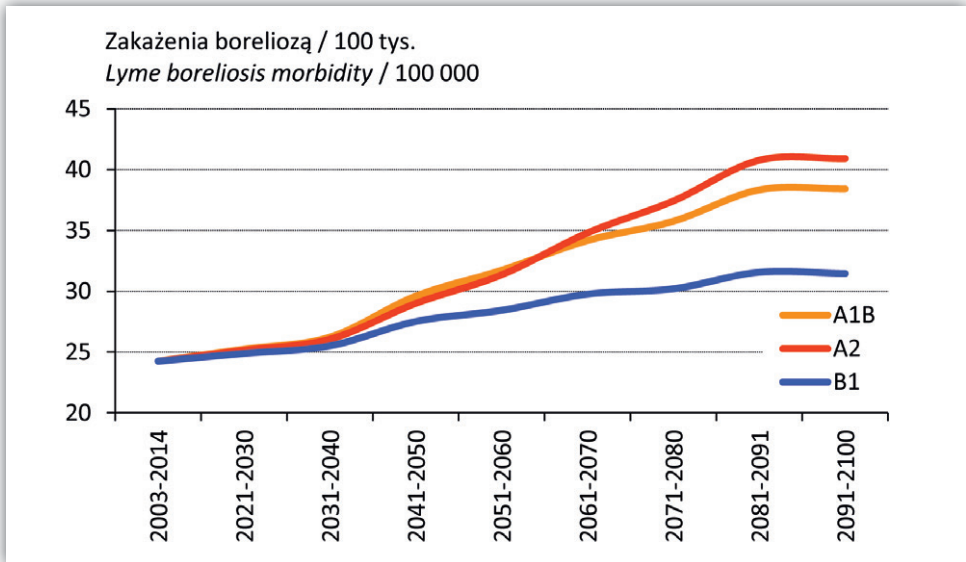
In bold are marked values higher than mean for whole Poland

Changes with tendency opposite to observed for whole Poland are marked in pink

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

6.2. Zachorowania na boreliozę

Zachorowania na boreliozę są skutkiem kontaktu człowieka z kleszczem zakaźnym tym wirusem. Poczynając od 2003 r. liczba zachorowań na boreliozę systematycznie wzrasta. Średnia względna liczba zakażeń wyniosła w Polsce w latach 2003–2014 około 24 przypadki na 100 tys. mieszkańców. Rozwój kleszczy jest wyraźnie związany z warunkami termiczno-wilgotnościowymi w ciepłej połowie roku. Także ciepłe zimy przyspieszają i wydłużają okres aktywności kleszczy. Ponieważ wszystkie scenariusze SRES zakładają wzrost temperatury oraz opadów



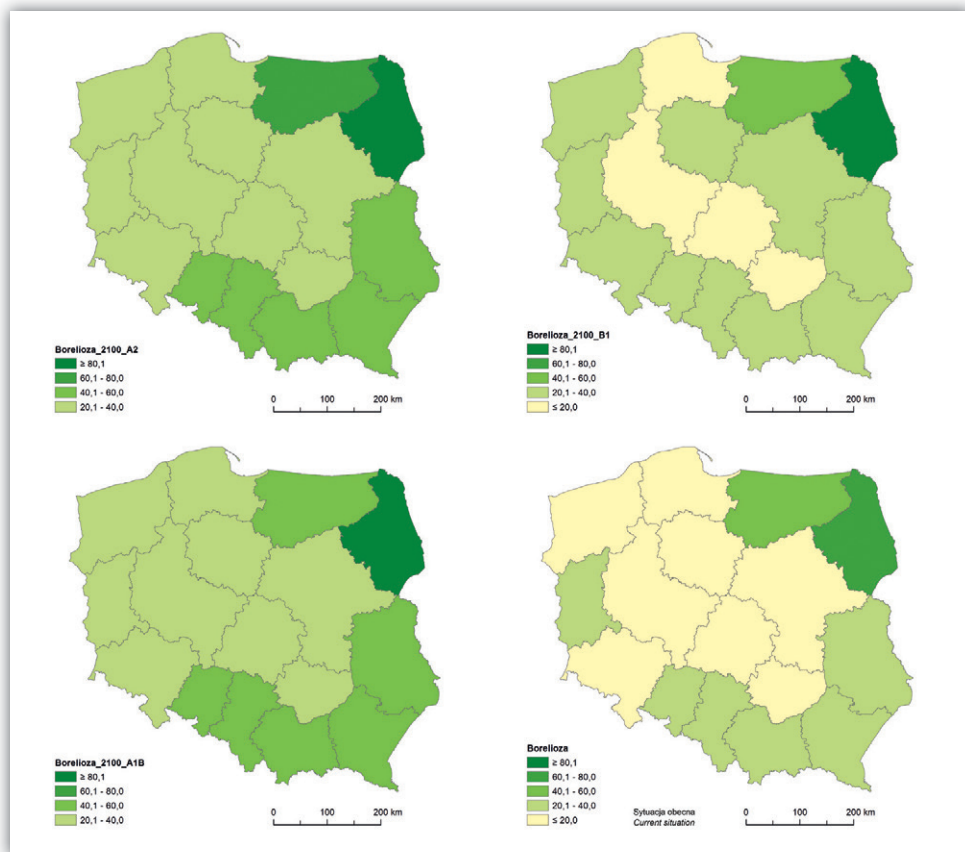
Rycina 6.7. Standardyzowany wskaźnik zachorowalności na boreliozę w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1); pierwszy przedział na osi poziomej dotyczy historycznego okresu referencyjnego

Figure 6.7. Projections of Lyme borreliosis morbidity index in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1); first interval on x-axis shows historical data from reference period

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

atmosferycznych, przekłada się to na przewidywany wzrost liczby zakażeń i zachorowań na boreliozę. Według scenariuszy A1B i A2 w ostatniej dekadzie XXI w. zapadalność na tę chorobę może wzrosnąć do 38–41 przypadków na 100 tys., czyli o 58–68%. Nieco łagodniejszy wzrost temperatury zakłada scenariusz B1. Efektem tego jest prognozowany na koniec wieku wzrost zachorowań na boreliozę do około 31 osób na 100 tys. (ryc. 6.7, tab. 6.3).

Interesująco przedstawia się rozkład przestrzenny zmian prognozowanej zapadalności. Nadal najwięcej zachorowań będzie występować w województwach podlaskim i warmińsko-mazurskim. Niemniej względny wzrost zapadalności będzie w tych obszarach stosunkowo niewielki (od 10% do 38%, zależnie od przyjętego scenariusza SRES). Największego wzrostu liczby zachorowań trzeba natomiast oczekiwać w województwach: wielkopolskim (94–214%), łódzkim (80–177%), pomorskim (66–123%) i świętokrzyskim (60–140%). Większych, od przeciętnego dla całej Polski, wzrostów zachorowań na boreliozę należy się spodziewać także w województwach: zachodniopomorskim, kujawsko-pomorskim, mazowieckim, lubelskim, świętokrzyskim i dolnośląskim (ryc. 6.8, tab. 6.3).



Rycina 6.8. Wskaźniki zachorowalności (na 100 tys. mieszkańców) na boreliozę prognozowane dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B) na tle zapadalności obserwowanej współcześnie

Figure 6.8. Lyme borreliosis morbidity (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B) on the background of its current values

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Oczekiwane zmiany populacyjne oraz regionalne różnice w prognozach zmian klimatu sprawiają, że różnie rozkłada się przewidywana, bezwzględna liczba zachorowań na boreliozę. Według scenariuszy A1B i A2, w większości województw (poza podlaskim i warmińsko-mazurskim) należy się spodziewać jej wzrostu. W województwach łódzkim, wielkopolskim, pomorskim i świętokrzyskim wzrost ten może wynieść 60–100%. Przy najłagodniejszym scenariuszu zmian klimatu (B1) można oczekiwać zarówno niewielkiego wzrostu liczby zachorowań (województwa: zachodniopomorskie, pomorskie, wielkopolskie, kujawsko-pomorskie, łódzkie, mazowieckie, świętokrzyskie i dolnośląskie), jak również niewielkiego jej spadku (pozostałe województwa) – załącznik 4.

Tabela 6.3. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika zachorowalności na boreliozę w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 2003–2014

Table 6.3. Changes (in %) Lyme borreliosis morbidity index in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 2003–2014

Województwo Voivodship	Scenariusz SRES Scenario								
	A1B			A2			B1		
	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100
Zachodniopomorskie	8,2	54,0	85,2	9,9	53,7	99,8	6,2	30,3	47,3
Pomorskie	14,0	76,3	123,3	13,2	77,0	141,9	7,6	43,0	66,0
Warmińsko-mazurskie	3,7	20,9	33,4	3,1	20,3	38,1	2,4	11,2	17,4
Lubuskie	5,4	34,8	56,9	-2,0	36,9	68,4	3,2	19,2	29,5
Wielkopolskie	17,1	113,3	181,6	20,5	116,3	214,2	12,4	63,0	93,5
Kujawsko-pomorskie	10,3	57,6	92,6	12,9	60,1	111,5	5,9	30,8	46,6
Podlaskie	2,4	12,1	19,7	2,4	12,4	22,9	1,3	6,3	9,8
Łódzkie	15,0	93,6	149,4	12,1	94,5	177,3	12,9	54,9	79,9
Mazowieckie	10,5	56,7	91,1	10,3	57,2	107,1	5,1	31,4	46,9
Lubelskie	5,9	36,5	60,2	5,8	38,3	72,2	3,3	20,7	30,6
Świętokrzyskie	15,0	74,9	120,0	12,1	72,8	140,1	8,0	41,4	60,0
Dolnośląskie	4,6	46,9	81,5	10,0	53,1	100,0	4,4	29,1	42,8
Opolskie	6,6	31,1	51,0	4,8	30,0	56,1	4,7	17,3	25,2
Śląskie	4,6	29,2	48,2	3,9	29,4	56,4	4,1	16,3	24,6
Małopolskie	5,8	30,6	50,3	10,3	30,6	59,3	3,6	17,7	25,2
Podkarpackie	4,4	31,3	50,7	-0,9	30,7	60,1	2,4	16,9	25,1
Polska Poland	6,1	35,8	58,2	5,6	36,4	68,4	3,9	20,0	29,9

Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości większe od średniej dla całej Polski

Barwą różową zaznaczono zmiany o kierunku przeciwnym niż w odniesieniu do całej Polski

In bold are marked values higher than mean for whole Poland

Changes with tendency opposite to observed for whole Poland are marked in pink

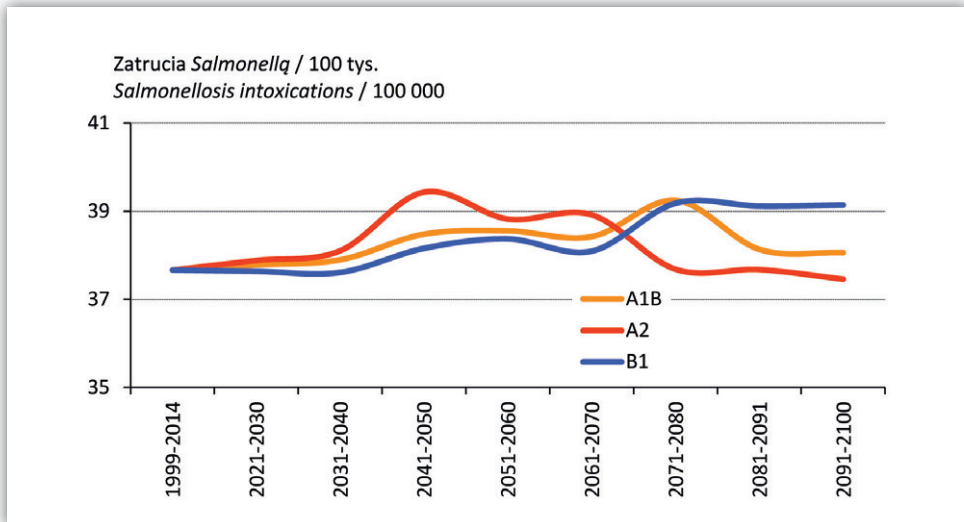
Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

6.3. Zatrucia *Salmonellą*

Rozwój bakterii *Salmonella* jest wyraźnie uzależniony od temperatury powietrza. Dlatego też najwięcej zatruć i przypadków salmonellozy ma miejsce w okresie od maja do września. Jednak różnie przekłada się to na prognozy zatruć w nadchodzących dekadach. Scenariusz A2 pokazuje największy wzrost względnej liczby zatruć w latach 2041–2070, po czym aż do końca wieku może ona spaść do poziomu współczesnego. Scenariusz A1B zakłada kulminację wzrostu zatruć w dekadzie 2071–2080, po czym wskaźnik zapadalności spadnie do poziomu z początku wieku. Natomiast

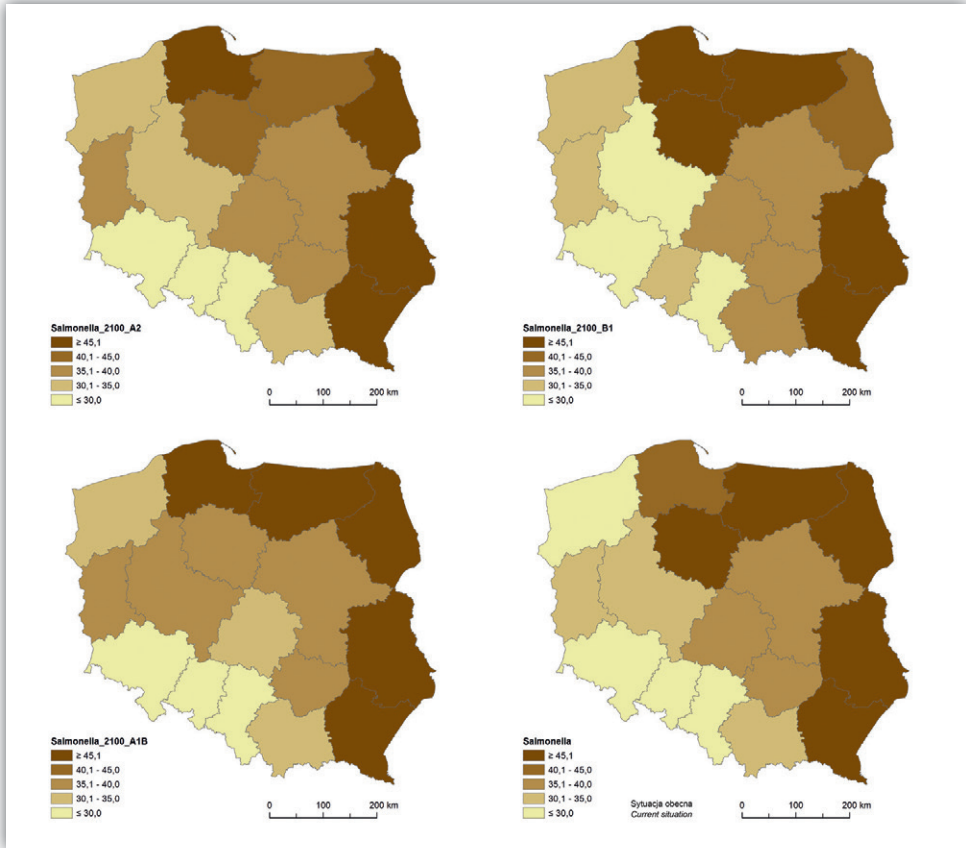
według scenariusza B1 względna liczba zatruc będzie w nadchodzących dekadach stopniowo wzrastać. Ogólnie biorąc, przewidywane zmiany powinny być niewielkie i na przestrzeni 80 lat względna liczba zachorowań na salmonellozę będzie się wahać w zakresie od 0,0% do +3,9%, w stosunku do stanu obecnego (ryc. 6.9, tab. 6.4).

Ten stosunkowo niewielki, średni dla Polski wzrost zatruc *Salmonellą* jest wynikiem dużego zróżnicowania regionalnego wskaźnika zachorowalności. Wyraźnie zaznaczają się województwa, w których wzrost względnej liczby zachorowań może wynieść 12–15% (zachodniopomorskie, warmińsko-mazurskie i pomorskie w scenariuszu A1B), 19% (pomorskie w scenariuszu A2) czy 13–20% (pomorskie, opolskie, śląskie i małopolskie w scenariuszu B1). Niemniej w niektórych województwach spodziewany jest znaczny spadek względnej liczby zatruc. I tak, według scenariusza A1B może on wynieść od –9% do –16% w województwach mazowieckim i kujawsko-pomorskim, według scenariusza A2 – do –16% w opolskim, a według scenariusza B1 – od –8% do –10% w wielkopolskim i lubuskim. Tylko w przypadku trzech województw (zachodniopomorskiego, pomorskiego i małopolskiego) wszystkie scenariusze przewidują zgodnie wzrost wskaźnika zapadalności, a w podlaskim i lubelskim – jego spadek (ryc. 6.10, tab. 6.4).



Rycina 6.9. Standaryzowany wskaźnik zachorowalności na salmonellozę w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1); pierwszy przedział na osi poziomej dotyczy historycznego okresu referencyjnego

Figure 6.9. Projections of salmonellosis intoxication index in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1); first interval on x-axis shows historical data from reference period



Rycina 6.10. Wskaźniki zachorowalności (na 100 tys. mieszkańców) na salmonelozę prognozowane dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B) na tle zapadalności obserwowanej współcześnie

Figure 6.10. Salmonellosis morbidity (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B) on the background of its current values

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Po uwzględnieniu oczekiwanych zmian populacyjnych można prognozować zmniejszenie się o 21–25% w skali całej Polski bezwzględnej liczby zarażeń *Salmonellą* w stosunku do stanu obecnego. Największej redukcji zachorowań, o około 38% wg scenariusza A1B, można oczekiwać w województwie kujawsko-pomorskim. Scenariusz A2 zakłada 36-procentowy spadek zachorowań w województwie opolskim, a scenariusz B1 – o 33% w wielkopolskim. Najmniejszej redukcji zarażeń, rzędu 9–15%, powinniśmy się spodziewać (według różnych scenariuszy) w województwach: zachodniopomorskim, pomorskim, warmińsko-mazurskim oraz śląskim, opolskim i małopolskim (załącznik 5).

Tabela 6.4. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika zachorowalności na salmonellozę w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1999–2014

Table 6.4. Changes (in %) salmonellosis morbidity index in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1999–2014

Województwo Voivodship	Scenariusz SRES Scenario								
	A1B			A2			B1		
	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100
Zachodniopomorskie	4,5	4,6	11,7	7,7	4,6	3,6	-4,6	-3,8	4,4
Pomorskie	6,2	18,3	15,0	7,5	20,6	19,2	4,9	6,3	13,4
Warmińsko-mazurskie	9,0	12,5	13,8	0,5	-0,3	-8,6	2,8	3,4	9,6
Lubuskie	-7,2	3,7	5,4	1,6	8,7	5,6	-2,1	0,4	-9,8
Wielkopolskie	8,7	10,4	7,9	-6,7	1,5	6,3	3,6	-0,1	-8,4
Kujawsko-pomorskie	-8,7	-12,5	-15,9	12,0	10,5	-6,5	-3,4	6,0	5,8
Podlaskie	-9,3	-6,1	-1,5	5,2	12,8	-1,7	-10,9	10,3	-3,6
Łódzkie	19,7	21,2	-2,6	0,1	1,5	-3,6	-16,3	-4,3	0,9
Mazowieckie	-7,5	-5,6	-9,4	10,2	0,5	3,5	7,5	-11,6	1,4
Lubelskie	-3,9	3,3	-4,5	-8,5	2,6	-5,4	3,1	-8,8	-0,9
Świętokrzyskie	-2,9	-1,1	-3,4	0,0	-3,1	3,7	2,8	-0,6	1,3
Dolnośląskie	-1,1	-3,6	-5,0	-7,0	-7,0	-2,3	5,6	-1,0	9,3
Opolskie	0,3	-10,0	-3,7	-17,2	-13,7	-15,8	13,0	21,6	13,0
Śląskie	-12,3	-15,5	-6,6	2,0	-0,4	-6,2	-4,0	-3,3	19,7
Małopolskie	-0,7	-2,0	3,4	3,6	7,8	6,6	1,7	8,4	13,4
Podkarpackie	8,9	5,4	9,5	-2,8	-6,3	-2,4	-1,1	2,3	2,8
Polska Poland	0,5	2,2	1,2	0,9	3,2	0,3	0,1	1,5	3,9

Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości większe od średniej dla całej Polski

Barwą różową zaznaczono zmiany o kierunku przeciwnym niż w odniesieniu do całej Polski

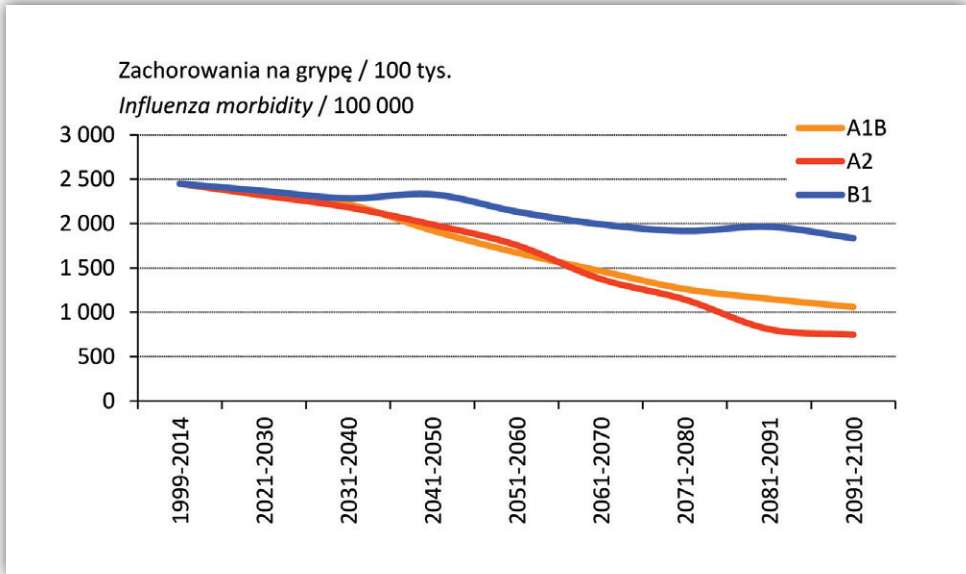
In bold are marked values higher than mean for whole Poland

Changes with tendency opposite to observed for whole Poland are marked in pink

Zródło Source: opracowanie własne own elaboration.

6.4. Zachorowania na grypę

Grypa jest chorobą sezonową związaną z chłodnym półroczem, a kulminacja zachorowań występuje od stycznia do lutego (por. ryc. 2.8). Dlatego przy szacowaniu przyszłych zmian zachorowań przeanalizowano związek z różnymi termicznymi cechami klimatu okresu zimowego. Analizując zachorowania na grypę w odniesieniu do 100 tys. mieszkańców, przewiduje się, że w skali całej Polski wskaźnik zachorowalności będzie się systematycznie obniżał w kolejnych dekadach XXI wieku. O ile obecnie



Rycina 6.11. Standaryzowany wskaźnik zachorowalności na grypę w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1); pierwszy przedział na osi poziomej dotyczy historycznego okresu referencyjnego

Figure 6.11. Projections of influenza morbidity in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1); first interval on x-axis shows historical data from reference period

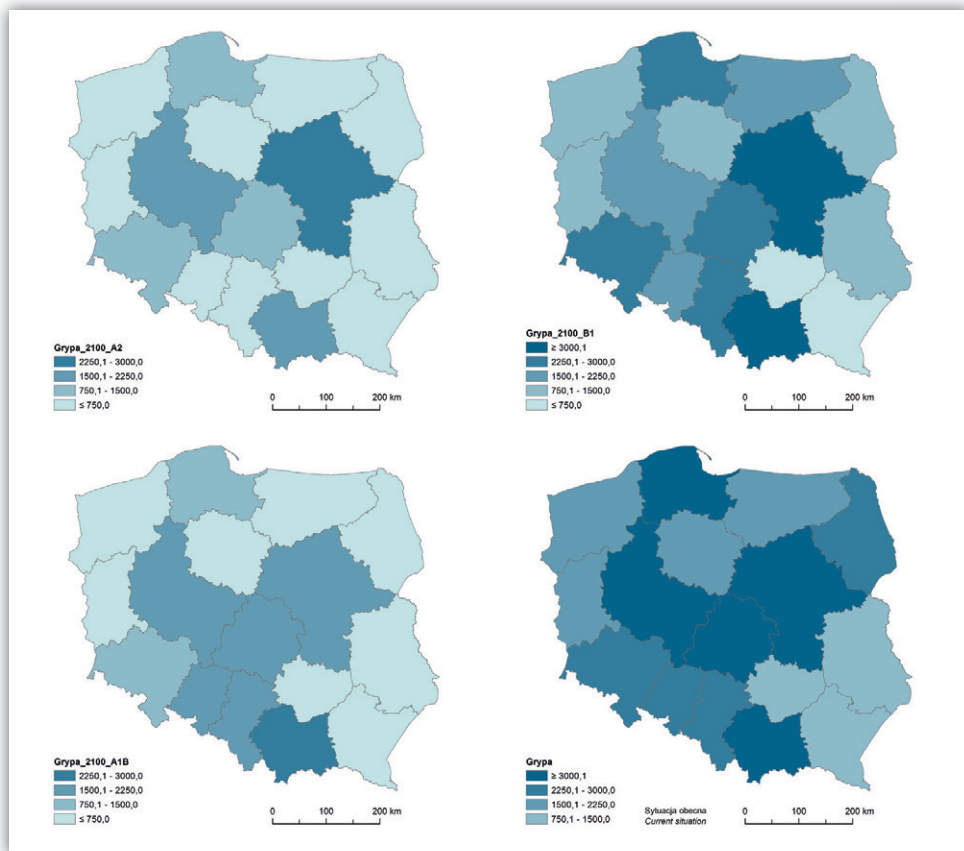
Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

wynosi on około 2450 na 100 tys. to w ostatniej dekadzie wieku spadnie, zależnie od scenariusza zmian klimatu do: 750 (A2), 1050 (A1B) lub 1840 (B1) – rycina 6.11. Tak więc spadek wskaźnika zachorowalności na grypę na koniec XXI w. może się wahać od około 22% do 68% (tab. 6.5).

Zróżnicowanie przestrzenne zmian wskaźnika przewidywanej zapadalności grypowej różni się między województwami. W przypadku scenariusza A1B zmiany te mogą się wahać od -15% (województwo śląskie) do -96% (województwo lubuskie). W scenariuszu A2 zakres możliwych zmian wynosi od -48% (województwo mazowieckie) do -94% (województwo lubuskie). Najmniejsze zmiany zakłada scenariusz B1: od -4% w Śląskiem do -72% w Świętokrzyskiem. Jedynie w kilku województwach spadek wskaźnika zapadalności jest według każdego ze scenariuszy większy od wartości średniej dla Polski. Są to województwa: zachodniopomorskie, lubuskie, kujawsko-pomorskie, lubelskie i świętokrzyskie. Wydaje się, że o ile na koniec XXI w. we wszystkich województwach trzeba oczekiwać spadku wskaźnika zapadalności poniżej poziomu obecnego, to w najbliższej perspektywie czasowej (lata 2021–2040) w kilku województwach (warmińsko-mazurskie, kujawsko-pomorskie, lubelskie,

świętokrzyskie, dolnośląskie, opolskie, śląskie i małopolskie) możemy mieć do czynienia ze wzrostem zachorowań, zależnie od scenariusza SRES od 1,5% do 29%. W latach 2051–2070 analogiczna sytuacja wzrostu zapadalności o 2–5% może mieć miejsce w Zachodniopomorskim i Pomorskim (ryc. 6.12, tab. 6.5).

Wyraźne zmniejszanie się liczby ludności w Polsce w XXI w. sprawia, że bezwzględna liczba zachorowań na gripę będzie się zmniejszała bardziej niż względny wskaźnik zapadalności. O ile zapadalność może się zmniejszyć od 22% do 68%, to bezwzględna liczba zachorowań obniży się, zależnie od scenariusza SRES nawet o 40–73% (załącznik 6).



Rycina 6.12. Wskaźniki zachorowalności (na 100 tys. mieszkańców) na gripę prognozowane dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B) na tle zapadalności obserwowanej współcześnie

Figura 6.12. Influenza morbidity (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B) on the background of its current values

Tabela 6.5. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika zachorowalności na grype w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1999–2014

Table 6.5. Changes (in %) influenza morbidity in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1999–2014

Województwo <i>Voivodship</i>	Scenariusz SRES <i>Scenario</i>								
	A1B			A2			B1		
	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100
Zachodniopomorskie	-17,0	-44,6	-90,6	-13,3	-51,5	-84,9	-10,2	4,7	-28,5
Pomorskie	-11,6	-32,2	-51,9	-4,6	-30,2	-66,5	-6,4	2,1	-17,4
Warmińsko-mazurskie	-6,3	-57,8	-67,0	-16,8	-70,3	-86,1	3,5	-20,1	-20,1
Lubuskie	-40,5	-79,6	-95,6	-37,2	-61,9	-94,4	-16,7	-25,8	-46,7
Wielkopolskie	-13,9	-38,5	-55,1	-3,0	-12,1	-49,3	-7,1	-17,4	-30,0
Kujawsko-pomorskie	5,4	-20,0	-55,7	-4,4	-63,4	-70,7	1,7	-45,9	-35,8
Podlaskie	-11,0	-84,2	-75,3	-6,2	-39,0	-88,1	-2,7	-42,9	-32,7
Łódzkie	-0,5	-20,7	-48,9	-17,8	-31,3	-71,2	-16,3	-16,1	-22,9
Mazowieckie	-4,4	-28,0	-45,5	-8,1	-25,0	-47,8	-0,5	-0,7	-10,9
Lubelskie	-30,4	-69,9	-90,9	5,4	-37,9	-81,5	4,1	-25,2	-40,5
Świętokrzyskie	29,0	-4,7	-75,2	1,4	-33,4	-82,3	8,2	-45,8	-72,5
Dolnośląskie	-21,5	-52,6	-73,8	2,7	-18,2	-52,1	-2,3	-11,3	-13,7
Opolskie	22,9	12,1	-17,6	-2,1	-34,6	-89,1	-14,7	-12,0	-9,6
Śląskie	16,5	-11,4	-15,4	-19,8	-53,6	-68,3	6,1	-17,2	-3,7
Małopolskie	-5,2	-19,5	-26,9	-2,5	-36,3	-60,0	2,1	-4,0	-6,9
Podkarpackie	-36,0	-73,0	-85,6	-7,2	-24,2	-51,9	-29,7	-33,7	-44,7
Polska <i>Poland</i>	-7,1	-35,9	-54,9	-8,1	-36,0	-68,2	-5,0	-15,7	-22,4

Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości większe od średniej dla całej Polski

Barwą różową zaznaczono zmiany o kierunku przeciwnym niż w odniesieniu do całej Polski

In bold are marked values higher than mean for whole Poland

Changes with tendency opposite to observed for whole Poland are marked in pink

Źródło *Source*: opracowanie własne *own elaboration*.

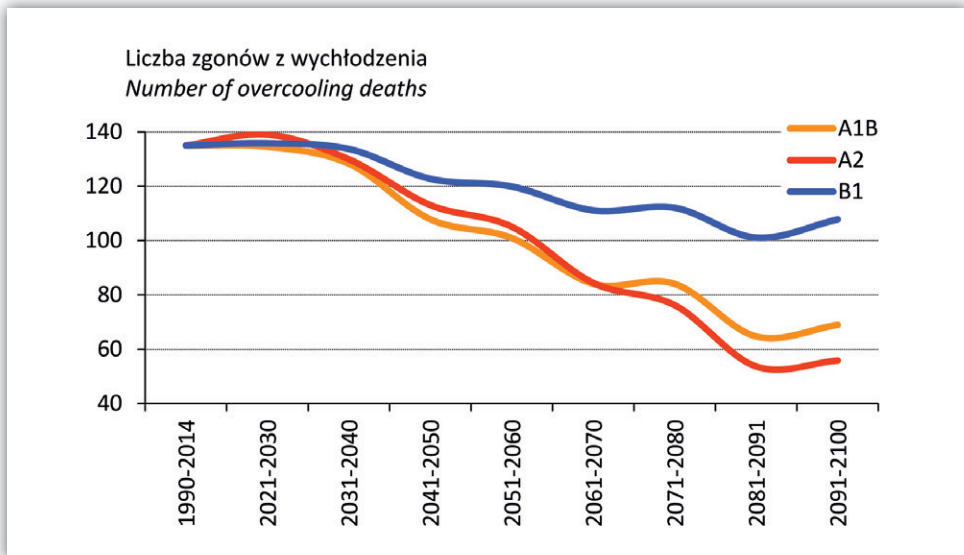
6.5. Zgony z powodu wychłodzenia organizmu

Z chłodną częścią roku wiąże się ryzyko wychłodzenia organizmu. W skrajnych przypadkach atmosferycznych może to, zwłaszcza w grupie osób bezdomnych i/lub nadużywających alkoholu, prowadzić do zgonu. Ocieplanie się klimatu będzie na przestrzeni XXI w. owocowało stopniowym zmniejszaniem się takich sytuacji. Według scenariuszy A1B i A2 liczba zgonów z wychłodzenia może w Polsce spaść z obecnych 135–140 do 55–70 przypadków rocznie w ostatnich dekadach wieku.

W scenariuszu B1, który zakłada wolniejsze tempo ocieplania się klimatu, spadek ryzyka zgonów z wychłodzenia będzie wyraźnie mniejszy i na koniec wieku liczba zgonów może osiągnąć 100–110 osób (ryc. 6.13). Oznacza to, że w skali Polski liczba zgonów z wychłodzenia może się zmniejszyć od 23% według scenariusza B1 do blisko 60% według scenariusza A2 (tab. 6.6).

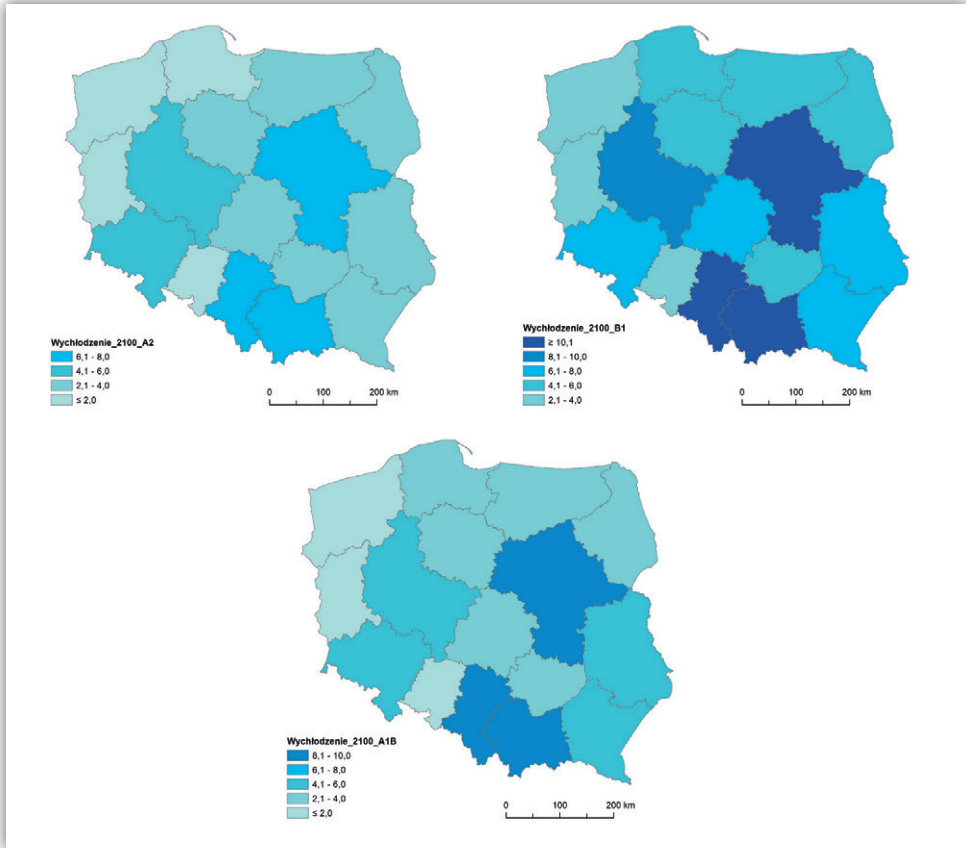
Należy przypomnieć, że dostępne statystyki omawianego zjawiska nie dostarczają informacji o jego przestrzennym zróżnicowaniu. Dlatego też przy tworzeniu prognozy regionalnej założono, że przewidywana dla całej Polski liczba zgonów będzie się rozkładała proporcjonalnie do liczby mieszkańców poszczególnych województw. Przyjęto zatem, że w minionym 15-leciu liczba ta wahała się od 4 w Lubuskim i Opolskim, do 16 w Śląskiem i 18 w Mazowieckim (ryc. 6.14).

W ostatniej dekadzie XXI w. liczba zgonów z wychłodzenia organizmu będzie w poszczególnych województwach silnie zróżnicowana. Według scenariuszy A1B i A2 – od poniżej 2 przypadków w województwie opolskim do 6–8 w województwach: mazowieckim, śląskim i małopolskim. Scenariusz B1 zakłada, że w tych samych województwach liczby zgonów mogą wynieść odpowiednio 2–4 oraz ponad 10 (ryc. 6.14).



Rycina 6.13. Roczna liczba zgonów z powodu wychłodzenia organizmu w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1); pierwszy przedział na osi poziomej dotyczy historycznego okresu referencyjnego

Figure 6.13. Projections of yearly overcooling deaths in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1); first interval on x-axis shows historical data from reference period



Rycina 6.14. Liczba zgonów z powodu wychłodzenia organizmu prognozowana dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B)

Figure 6.14. Number of overcooling deaths projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B)

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Największego spadku liczby zgonów można się spodziewać w województwie zachodniopomorskim. Może on tam wynieść od 47% (według scenariusza B1) do nawet 84% (w scenariuszu A2). Także w innych województwach (pomorskim, lubuskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, łódzkim, mazowieckim, dolnośląskim i opolskim) przewidywany spadek liczby zgonów z wychłodzenia może być większy niż wartość średnia dla Polski. Najmniejszy spadek liczby zgonów jest spodziewany w województwie warmińsko-mazurskim, gdzie według scenariusza B1 może wynieść jedynie około 3%, a według A1B i A2 odpowiednio 32% i 42%. W województwach podlaskim i małopolskim scenariusz B1 zakłada nawet na koniec XXI w. niewielki wzrost liczby zgonów, rzędu 1–5% (tab. 6.6).

Tabela 6.6. Zmiany (%) średniej rocznej liczby zgonów z powodu wychłodzenia organizmu w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1990–2014

Table 6.6. Changes (in %) mean yearly overcooling deaths in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1990–2014

Województwo Voivodship	Scenariusz SRES Scenario								
	A1B			A2			B1		
	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100
Zachodniopomorskie	-32,7	-56,1	-74,3	-28,3	-57,9	-83,8	-30,6	-45,3	-46,6
Pomorskie	-21,9	-51,2	-67,5	-20,7	-50,3	-77,5	-22,5	-36,6	-43,2
Warmińsko-mazurskie	23,6	-10,1	-32,4	19,5	-10,9	-42,5	22,3	9,8	-2,7
Lubuskie	-22,4	-49,8	-67,6	-3,6	-47,4	-74,0	-19,2	-33,8	-41,9
Wielkopolskie	-18,7	-42,0	-58,4	-2,3	-32,9	-61,8	-12,8	-24,7	-32,5
Kujawsko-pomorskie	-2,9	-34,5	-58,0	-3,8	-35,1	-66,0	-2,2	-15,2	-23,9
Podlaskie	29,0	-12,0	-35,9	26,0	-7,5	-42,6	22,5	12,0	1,2
Łódzkie	-12,1	-43,3	-61,1	-7,3	-40,2	-72,7	-11,5	-24,8	-32,7
Mazowieckie	0,1	-30,1	-50,7	2,2	-28,8	-59,2	4,5	-12,5	-21,6
Lubelskie	4,5	-25,6	-46,7	8,2	-23,5	-60,6	6,9	-8,3	-18,0
Świętokrzyskie	13,3	-21,0	-38,3	9,4	-17,9	-44,2	11,7	-2,9	-13,1
Dolnośląskie	-8,9	-36,9	-53,7	-5,9	-31,6	-60,9	-5,6	-20,1	-28,1
Opolskie	-16,7	-43,6	-64,0	-21,6	-41,8	-71,5	-11,2	-27,1	-37,5
Śląskie	-5,4	-33,6	-46,3	-3,1	-35,1	-59,6	-0,6	-15,5	-23,9
Małopolskie	23,8	-2,3	-27,3	15,9	-4,4	-33,9	28,0	13,3	5,5
Podkarpackie	9,8	-16,8	-38,4	8,4	-15,9	-49,4	8,5	-3,9	-9,7
Polska Poland	-2,7	-31,5	-50,5	-0,4	-29,8	-59,5	-0,2	-14,5	-22,7

Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości większe od średniej dla całej Polski

Barwą różową zaznaczono zmiany o kierunku przeciwnym niż w odniesieniu do całej Polski

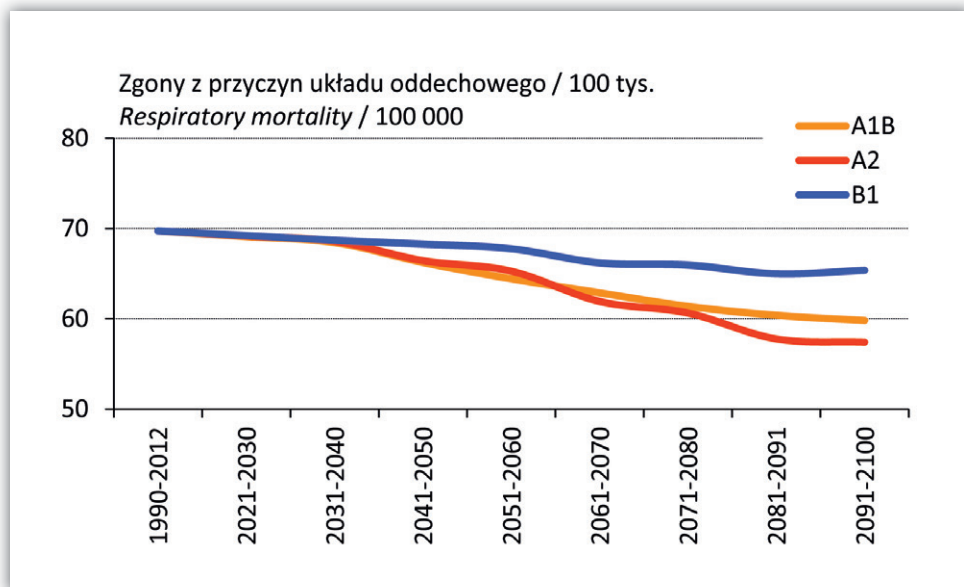
In bold are marked values higher than mean for whole Poland

Changes with tendency opposite to observed for whole Poland are marked in pink

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

6.6. Zgony z przyczyn układu oddechowego

Wprawdzie odsetek zgonów spowodowanych niewydolnością układu oddechowego stanowi w Polsce jedynie 3–7% ogólnej liczby zgonów, to jednak ich związek z panującymi warunkami pogodowymi jest bezsprzeczny. Czynnikiem klimatycznymi są w tym przypadku przede wszystkim niska temperatura powietrza oraz silne wiatry zimą, które sprzyjają wychłodzeniu się organizmu, a to prowadzi do infekcji układu oddechowego. Wszystkie scenariusze zmian klimatu zakładają



Rycina 6.15. Standaryzowany wskaźnik umieralności z przyczyn układu oddechowego w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywany przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1); pierwszy przedział na osi poziomej dotyczy historycznego okresu referencyjnego

Figure 6.15. Projections of respiratory mortality in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1); first interval on x-axis shows historical data from reference period

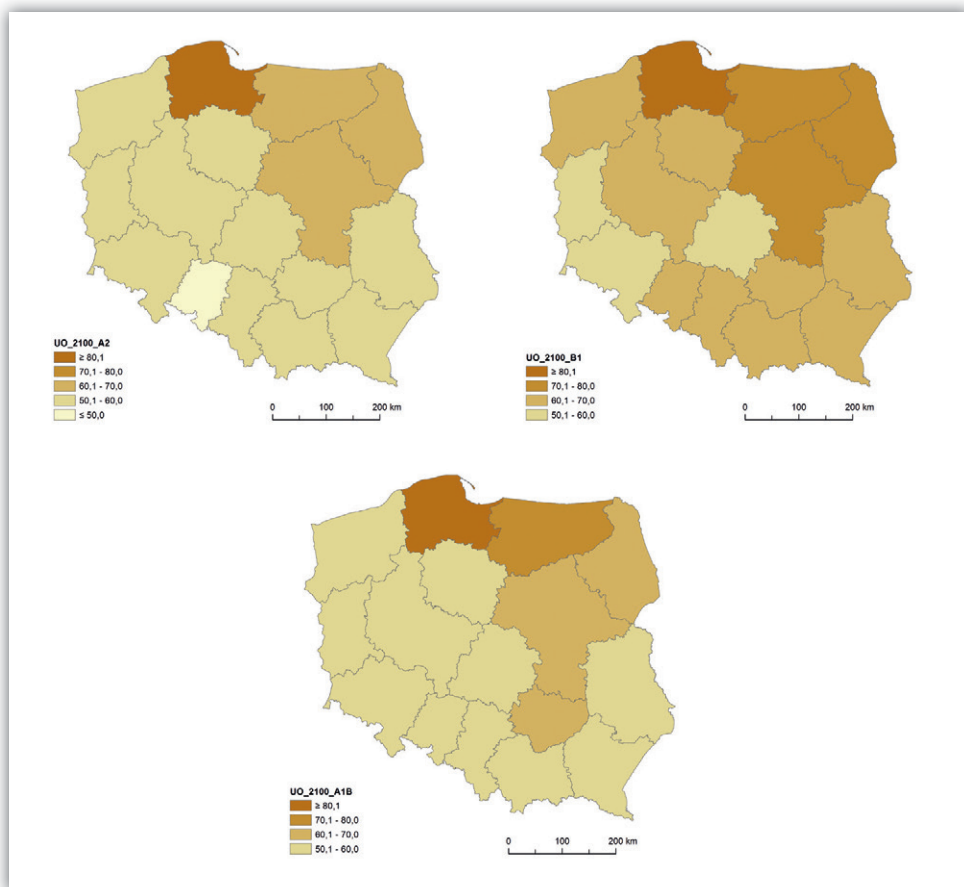
Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

w XXI w. wzrost temperatury oraz niewielkie zmniejszenie dni wietrznych. W efekcie tych zmian należy się spodziewać znaczącego obniżenia wskaźnika umieralności na 100 tys. mieszkańców Polski. O ile na przełomie XX i XXI w. wynosił on około 70, to na koniec wieku spadnie do 57 (według scenariusza A2), 60 (scenariusz A1B) lub 65 (scenariusz B1) – rycina 6.15. Spadek ten wyniesie zatem od 6,5% (B1) do 17,4% (A2) – tabela 6.7.

Spadek umieralności z przyczyn układu oddechowego będzie się różnił między poszczególnymi województwami. Scenariusze A1B i A2 zakładają największy spadek, wynoszący odpowiednio 19,0% i 21,6%, w województwie lubuskim, a scenariusz B1 11-procentowy spadek wskaźnika w województwie łódzkim. Ogólnie, w pięciu województwach (lubuskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, łódzkim i lubelskim) wszystkie scenariusze SRES przewidują duże, przewyższające wartość średnią krajową, spadki wskaźnika umieralności. Wprawdzie w skali całego wieku nastąpi spadek umieralności z przyczyn układu

oddechowego, jednak w pierwszej połowie XXI w. można oczekiwać przejściowego, niewielkiego wzrostu wskaźnika, sięgającego w województwie lubuskim około 6% (ryc. 6.16, tab. 6.7).

Po dodatkowym uwzględnieniu zmian w liczbie ludności okazało się, że spadek bezwzględnej liczby zgonów będzie wyraźnie większy niż spadek wskaźnika umieralności. W skali całej Polski wyniesie od 29% według scenariusza B1 do 35–38% według scenariuszy A1B i A2. Wszystkie scenariusze SRES zgodnie stwierdzają, że największego spadku liczby zgonów możemy oczekiwać w województwie łódzkim (załącznik 7).



Rycina 6.16. Umieralność (na 100 tys. mieszkańców) z przyczyn układu oddechowego prognozowana dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B)

Figure 6.16. Respiratory mortality (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B)

Tabela 6.7. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika umieralności z przyczyn układu oddechowego w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1990–2012

Table 6.7. Changes (in %) respiratory mortality in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1990–2012

Województwo Voivodship	Scenariusz SRES Scenario								
	A1B			A2			B1		
	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100
Zachodniopomorskie	-1,2	-7,9	-13,9	-0,8	-8,4	-17,3	-0,9	-2,7	-5,0
Pomorskie	0,2	-4,3	-9,8	-0,2	-6,1	-12,3	0,9	-1,0	-3,9
Warmińsko-mazurskie	-0,6	-7,8	-10,3	0,3	-9,3	-15,0	-0,4	-3,4	-6,1
Lubuskie	-3,0	-11,5	-18,9	5,7	-10,2	-21,6	-1,0	-4,7	-9,5
Wielkopolskie	-3,9	-8,9	-14,0	-2,4	-8,7	-17,8	-1,0	-4,5	-6,6
Kujawsko-pomorskie	-0,9	-8,3	-14,9	-1,5	-11,2	-19,6	2,3	-6,5	-8,0
Podlaskie	-1,5	-12,8	-13,8	-2,4	-10,4	-18,7	-1,9	-7,5	-7,4
Łódzkie	-4,9	-12,1	-19,9	-5,9	-10,4	-21,1	-6,0	-8,1	-11,0
Mazowieckie	-1,5	-7,6	-14,8	-0,7	-7,7	-15,9	-3,2	-2,4	-5,5
Lubelskie	-1,1	-11,1	-17,1	-0,4	-11,2	-20,3	-1,5	-4,4	-9,3
Świętokrzyskie	1,2	-7,6	-12,6	-3,4	-5,5	-15,9	0,6	-2,9	-6,6
Dolnośląskie	0,7	-5,1	-11,7	0,9	-6,1	-17,1	1,4	-2,5	-3,5
Opolskie	4,2	-4,9	-12,9	1,3	-9,4	-16,8	0,0	-1,5	-2,0
Śląskie	-5,4	-8,9	-10,6	-3,1	-9,0	-16,8	-3,0	-3,2	-5,5
Małopolskie	-0,8	-11,4	-14,8	-6,0	-9,1	-17,4	-2,7	-3,8	-6,2
Podkarpackie	-3,8	-10,1	-13,3	-1,2	-9,0	-17,9	-1,7	-4,8	-8,9
Polska Poland	-1,4	-8,7	-13,8	-1,2	-8,8	-17,4	-1,1	-4,0	-6,5

Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości większe od średniej dla całej Polski

Barwą różową zaznaczono zmiany o kierunku przeciwnym niż w odniesieniu do całej Polski

In bold are marked values higher than mean for whole Poland

Changes with tendency opposite to observed for whole Poland are marked in pink

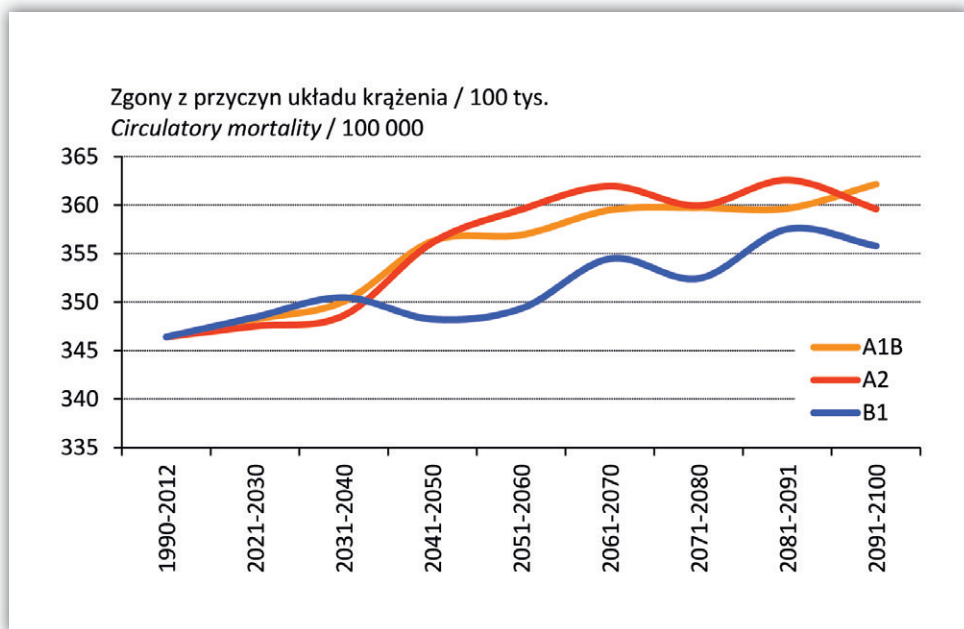
Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

6.7. Zgony z przyczyn układu krążenia

Klimatycznymi czynnikami stresogennymi wpływającymi na funkcjonowanie układu krążenia są niska i wysoka temperatura oraz wysoka wilgotność powietrza. Czynniki te mogą powodować duże obciążenie, a nawet przeciążenie serca oraz układu krążenia i prowadzić do ich dysfunkcji, a w konsekwencji do zgonu. Scenariusze SRES zakładają wzrost tych zmiennych klimatycznych, a w efekcie wzrost wskaźnika umieralności. Według scenariuszy A1B i A2 wskaźnik ten

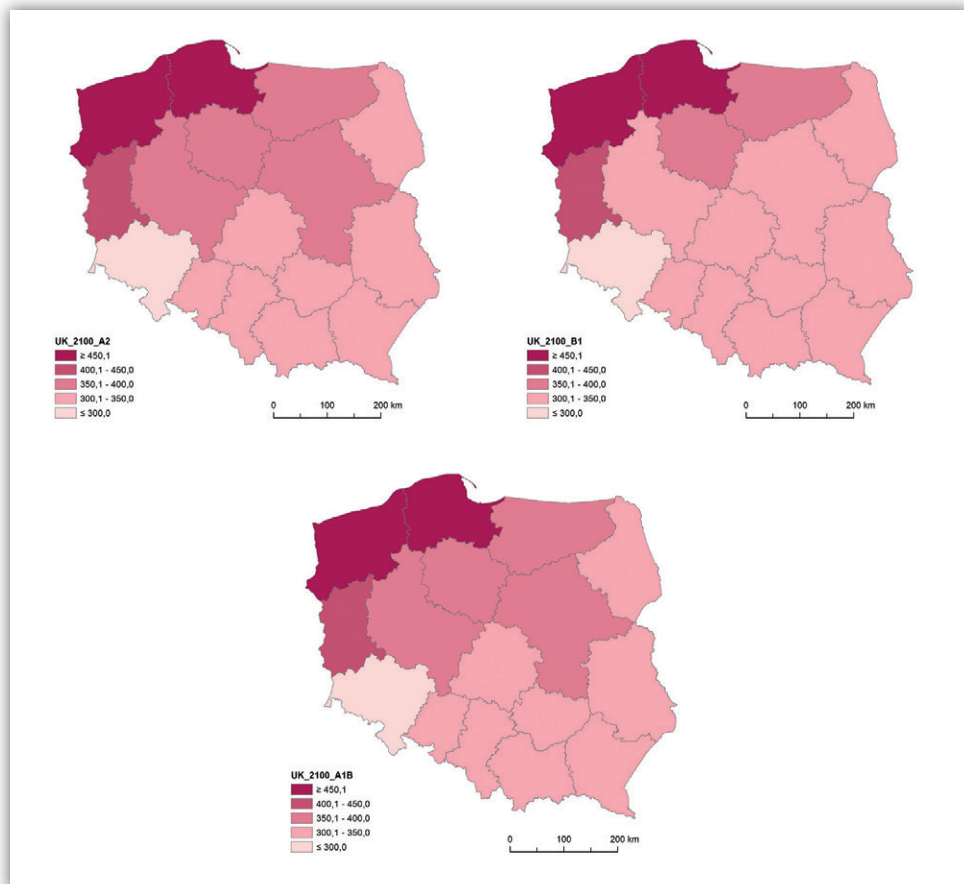
wzrośnie z około 346 (na przełomie XX i XXI w.) do około 360 przypadków zgonów na 100 tys. mieszkańców w ostatnich dekadach XXI wieku. Scenariusz B1 zakłada łagodniejszy wzrost wskaźnika do około 355 na koniec wieku (ryc. 6.17). W wartościach względnych oznacza to wzrost ryzyka zgonu rzędu 3–4% (tab. 6.8).

W zdecydowanej większości województw tendencje zmian wskaźnika umieralności z przyczyn układu krążenia są zgodne z tendencją średnią dla Polski. Niemniej w przypadku województwa opolskiego wszystkie scenariusze zgodnie zakładają nie wzrost, a spadek wskaźnika umieralności od 1,5% (scenariusz B1) do 7,6% (scenariusz A1B). Część scenariuszy przewiduje także nieznaczny spadek wskaźnika w kilku województwach (dolnośląskim, śląskim, małopolskim i podkarpackim). Dynamika przewidywanych zmian w latach 2021–2100 może powodować w części województw spadki wskaźnika w dekadach 2021–2040 i/lub 2051–2070. Może on wynieść od 0,5% do 5,4%. Znacznie większy niż średnio w Polsce wzrost wskaźnika umieralności z przyczyn układu krążenia wszystkie



Rycina 6.17. Standaryzowany wskaźnik umieralności z powodu dysfunkcji układu krążenia w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1); pierwszy przedział na osi poziomej dotyczy historycznego okresu referencyjnego

Figure 6.17. Projections of cardiovascular mortality in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1); first interval on x-axis shows historical data from reference period



Rycina 6.18. Umieralność (na 100 tys. mieszkańców) z przyczyn układu krążenia prognozowana dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B)

Figure 6.18. Circulatory mortality (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B)

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

scenariusze SRES zakładają w województwach: zachodniopomorskim (o 4–8%), pomorskim (o 5–10%), lubuskim (o 5–8%), wielkopolskim (o 3–8%) oraz kujawsko-pomorskim (o 6–11%) – rycina 6.18, tabela 6.8.

Mimo tendencji wzrostowej wskaźnika umieralności z przyczyn układu krążenia, co mówi o wzroście ryzyka zgonu, bezwzględna liczba takich sytuacji zmniejszy się w związku ze spadającą liczbą ludności. Średnio w Polsce spadek ten może wynieść od 21% do 23%. W województwie opolskim może być nawet większy od średniej krajowej i według scenariuszy A2 i A1B może sięgnąć 28–30% (załącznik 8).

Tabela 6.8. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika umieralności z przyczyn układu krążenia w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1990–2012

Table 6.8. Changes (in %) cardiovascular mortality in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1990–2012

Województwo <i>Voivodship</i>	Scenariusz SRES <i>Scenario</i>								
	A1B			A2			B1		
	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100
Zachodniopomorskie	3,5	5,8	8,2	1,8	6,8	8,3	1,5	2,6	4,1
Pomorskie	0,9	6,6	8,9	1,2	5,5	10,2	0,2	3,0	4,9
Warmińsko-mazurskie	-0,3	4,5	6,6	0,1	4,8	7,4	-1,1	-1,0	1,4
Lubuskie	0,5	6,5	6,4	-5,4	8,2	7,6	1,7	2,9	4,7
Wielkopolskie	3,0	7,7	7,9	-2,7	3,8	4,6	2,4	3,7	3,3
Kujawsko-pomorskie	1,1	3,3	8,2	1,9	7,2	10,7	0,1	4,5	6,1
Podlaskie	1,5	2,7	3,4	2,6	3,9	4,7	1,8	4,1	5,8
Łódzkie	0,7	4,0	1,5	0,1	4,4	1,4	-1,1	-1,1	0,6
Mazowieckie	-1,6	3,9	6,0	0,5	3,4	7,4	1,3	0,1	2,8
Lubelskie	-0,3	3,9	4,2	-1,1	4,8	7,0	1,4	2,1	3,0
Świętokrzyskie	-0,3	1,0	0,4	-0,2	3,1	0,9	1,4	0,6	1,7
Dolnośląskie	0,6	1,1	-0,3	-0,9	-0,4	-1,2	1,4	0,5	2,4
Opolskie	-2,0	-2,2	-7,6	-0,8	-1,6	-5,6	0,8	-2,0	-1,5
Śląskie	3,6	3,0	1,3	3,2	3,2	-0,1	0,0	0,3	4,2
Małopolskie	-0,5	-0,3	2,2	6,5	0,2	-0,9	-1,4	-0,7	1,0
Podkarpackie	1,3	-0,3	5,1	1,8	6,0	-0,1	3,9	4,7	1,5
Polska <i>Poland</i>	0,8	3,4	4,2	0,5	4,1	4,2	0,9	1,6	3,0

Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości większe od średniej dla całej Polski

Barwą różową zaznaczono zmiany o kierunku przeciwnym niż w odniesieniu do całej Polski

In bold are marked values higher than mean for whole Poland

Changes with tendency opposite to observed for whole Poland are marked in pink

Źródło *Source*: opracowanie własne *own elaboration*.

6.8. Zgony spowodowane stresem ciepła i stresem zimna

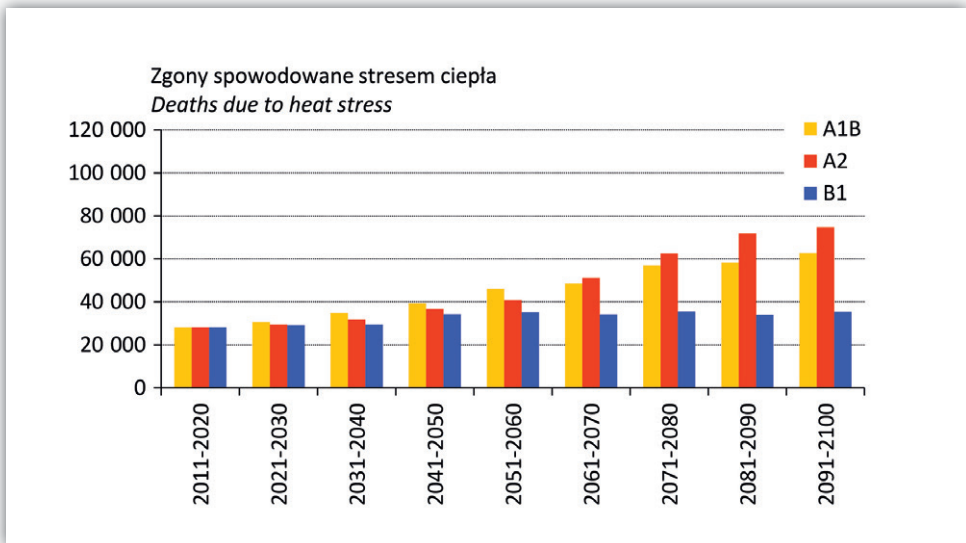
Postępowanie przy prognozowaniu liczby zgonów związanych z obciążającymi warunkami biotermicznymi (DSC, USC, USZ, DSZ) składało się z kilku etapów:

1. obliczenie dla każdej dekady XXI wieku średniej rocznej liczby dni z określonymi obciążeniami cieplnymi (DSC, USC, USZ, DSZ),
2. obliczenie możliwej liczby zgonów podczas jednego dnia o określonych obciążeniach cieplnych przy danej liczbie ludności; zastosowano w tym celu

- standaryzowane wskaźniki dobowej umieralności (na 100 tys. mieszkańców) przy różnych kategoriach obciążeń cieplnych (por. podrozdział 4.3),
3. obliczenie liczby zgonów spowodowanych DSC, USC, USZ oraz DSZ z uwzględnieniem przewidywanej w rozważanych scenariuszach zmian klimatu liczby dni o określonych obciążeniach cieplnych (na podstawie algorytmów przedstawionych w podrozdziale 4.3),
 4. obliczenie łącznej liczby zgonów spowodowanych stresem ciepła (USC+DSC) oraz stresem zimna (USZ+DSZ).

Średnio w Polsce liczba zgonów spowodowanych stresem ciepła będzie w XXI w. wyraźnie wzrastała. Największy wzrost zakłada scenariusz A2; z obecnych 28 tys. osób może ona wzrosnąć do blisko 75 tys. rocznie w ostatniej dekadzie XXI wieku. Scenariusz A1B przewiduje wzrost do około 63 tys., a scenariusz B1 – do 35,5 tys. rocznie (ryc. 6.19). W wartościach względnych wzrost ten może zatem wynieść od 137% (B1) do 277% (A2) – tabela 6.9.

Największego względnego wzrostu zgonów wywołanych stresem ciepła, rzędu 180–460%, można oczekiwać w województwie śląskim. Wyższe od średniej krajowej wzrosty liczby zgonów są przez wszystkie scenariusze SRES zakładane także



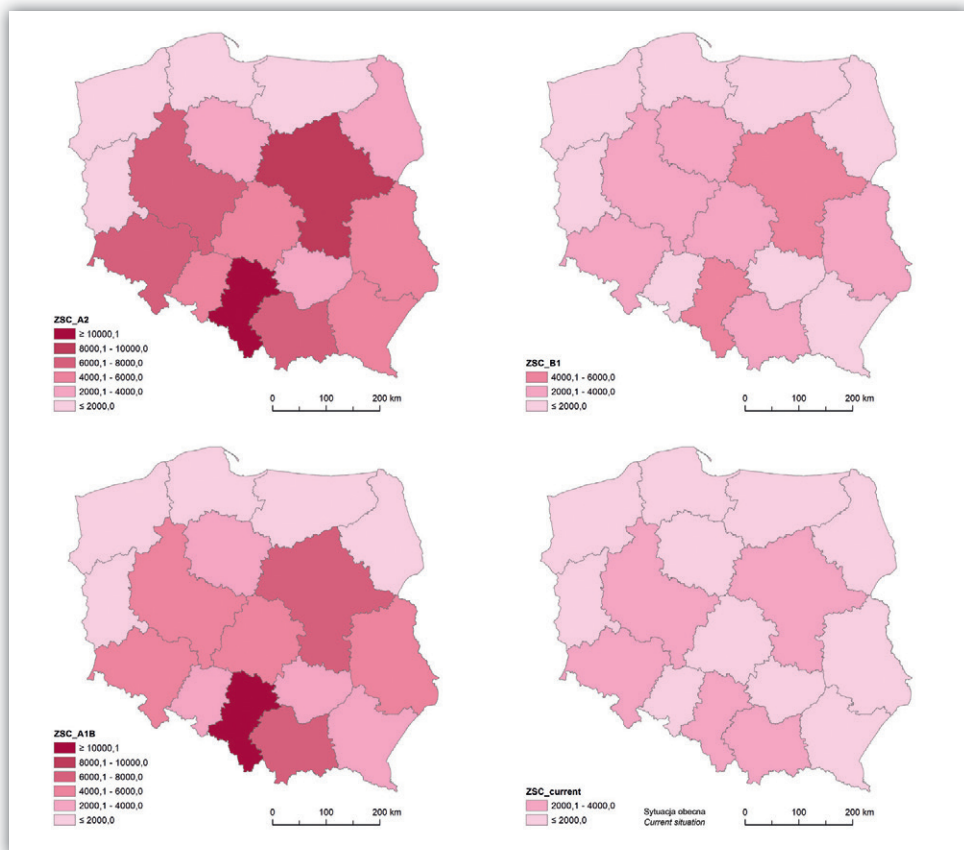
Rycina 6.19. Przewidywana roczna liczba zgonów spowodowanych stresem ciepła w kolejnych dekadach XXI wieku według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)

Figure 6.19. Projections of yearly amount of deaths caused by heat stress in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1)

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

w województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim i dolnośląskim. Z kolei najmniejsze wzrosty są przewidywane w województwach zachodniopomorskim (według scenariuszy A1B i A2) oraz wielkopolskim (B1) – rycina 6.20, tabela 6.9.

Bezwzględne liczby zgonów w poszczególnych województwach w kolejnych dekadach XXI w. zawiera załącznik 9. Liczby te są funkcją zarówno prognozowanych warunków klimatycznych, jak i przewidywanej liczby mieszkańców. Poza ogólną tendencją wzrostową w niektórych województwach wystąpią krótkookresowe, 10-letnie spadki liczby zgonów. Na przykład, największe liczby możliwych zgonów scenariusze A1B i A2 przewidują nie na koniec wieku, a w dekadach 2081–2090 lub 2071–2080, a w przypadku scenariusza B1 – nawet w dekadzie 2041–2050 (województwa: podlaskie, małopolskie i opolskie).



Rycina 6.20. Liczba zgonów spowodowanych stresem ciepła (ZSC) prognozowana dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B)

Figure 6.20. Number of deaths caused by heat stress (ZSC) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B)

Tabela 6.9. Zmiany (%) rocznej liczby zgonów spowodowanych stresem ciepła w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 2001–2010

Table 6.9. Changes (in %) yearly amount of deaths caused by heat stress in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 2001–2010

Województwo <i>Voivodship</i>	Scenariusz SRES <i>Scenario</i>								
	A1B			A2			B1		
	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100	2021- 2040	2051- 2070	2081- 2100
Zachodniopomorskie	115,4	124,1	152,4	93,0	140,4	202,6	113,1	137,6	122,2
Pomorskie	108,9	145,5	190,6	106,6	148,2	208,4	96,4	105,9	124,8
Warmińsko-mazurskie	135,2	202,8	260,1	146,2	217,8	271,7	117,2	139,0	167,7
Lubuskie	127,7	146,1	223,7	122,9	178,5	257,0	121,6	116,0	118,6
Wielkopolskie	126,5	153,2	191,5	105,5	188,5	261,7	106,1	136,4	110,5
Kujawsko-pomorskie	144,7	173,3	243,4	147,7	171,8	281,9	127,3	174,3	182,6
Podlaskie	112,1	136,2	194,7	135,0	164,5	243,6	99,3	134,2	116,8
Łódzkie	156,8	215,4	255,1	143,4	225,5	320,3	125,3	155,4	142,5
Mazowieckie	97,1	147,1	204,0	99,7	139,8	237,6	103,2	112,5	127,1
Lubelskie	126,3	147,9	213,5	115,8	160,2	248,6	98,7	137,5	135,7
Świętokrzyskie	103,4	173,1	216,3	109,4	171,6	306,6	90,1	127,1	143,3
Dolnośląskie	135,8	176,7	276,3	118,9	195,3	314,2	135,0	121,5	143,8
Opolskie	136,6	205,8	269,5	102,0	185,6	348,4	129,6	150,9	122,2
Śląskie	164,9	309,5	460,5	163,7	201,2	327,4	142,1	150,6	180,3
Małopolskie	130,1	147,7	226,6	107,1	170,3	270,0	98,2	121,1	130,5
Podkarpackie	136,4	195,3	254,8	112,2	184,1	331,8	107,6	142,7	124,9
Polska Poland	128,6	175,0	239,6	120,6	177,7	277,0	113,2	135,2	137,1

Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości większe od średniej dla całej Polski

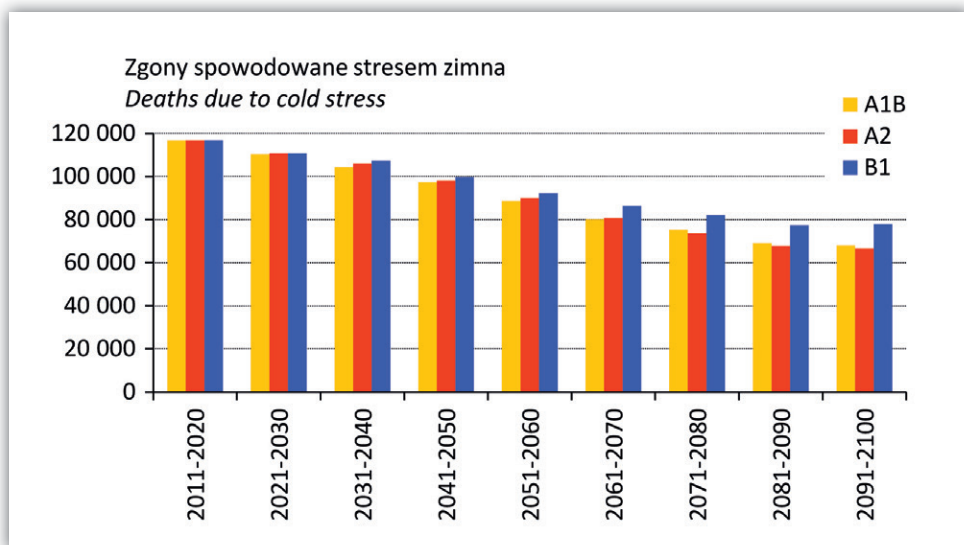
In bold are marked values higher than mean for whole Poland

Źródło Source: opracowanie własne *own elaboration*.

Liczba zgonów spowodowanych stresem zimna będzie w XXI w. stopniowo się zmniejszać. W pierwszej dekadzie wieku szacuje się ją na około 117 tys. rocznie. W kolejnych dekadach umieralność będzie systematycznie spadać. Największy spadek zakłada się przy scenariuszu A2 i w ostatniej dekadzie wieku liczba takich zgonów spadnie poniżej 66 tys. rocznie. Podobne tempo spadku przyjmuje scenariusz A1B, przewidując na koniec wieku liczbę zgonów rzędu 68 tys. rocznie. Najmniejszy spadek liczby zgonów z powodu stresu zimna zakłada scenariusz B1; w ostatniej dekadzie XXI w. może ona wynieść około 78 tys. rocznie (ryc. 6.21). Zmiany te oznaczają spadek od 26% (scenariusz B1) do 36% (scenariusz A2) – tabela 6.10.

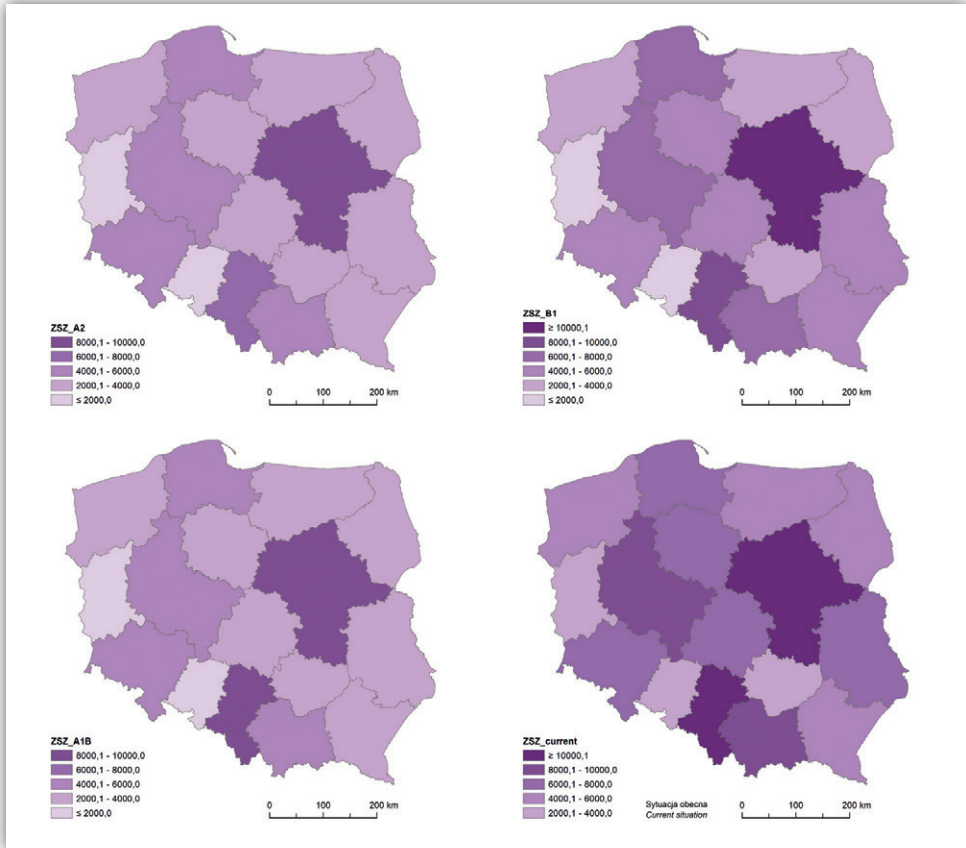
W poszczególnych województwach zmiany liczby zgonów z powodu stresu zimna będą się różniły między sobą. Aż w dziewięciu z nich (zachodniopomorskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, podlaskim, łódzkim, mazowieckim, lubelskim, dolnośląskim i opolskim) wszystkie scenariusze SRES przewidują spadek liczby zgonów większy niż średnio w Polsce. Największy spadek ma mieć miejsce w województwie łódzkim, gdzie wyniesie od około 40% (według scenariusza B1) do około 51% (według scenariusza A2). Z najmniejszą redukcją (1–13%) będziemy mieli do czynienia w województwie małopolskim (ryc. 6.22, tab. 6.10).

Załącznik 10 zawiera dane o bezwzględnej liczbie możliwych zgonów spowodowanych stresem zimna w kolejnych dekadach XXI w. w poszczególnych województwach. W scenariuszach A1B i A2 w większości województw najmniejszej liczby zgonów oczekuje się w ostatniej dekadzie wieku. Wyjątkiem są województwa: kujawsko-pomorskie, wielkopolskie i świętokrzyskie, w których scenariusz A1B zakłada najmniejszą liczbę zgonów z powodu stresu zimna w dekadzie 2081–2090, oraz warmińsko-mazurskie, opolskie i małopolskie, w których analogiczną sytuację zakłada scenariusz A2. Scenariusz B1 przewiduje natomiast aż w dziesięciu województwach kulminację liczby zgonów w przedostatniej dekadzie wieku.



Rycina 6.21. Średnia roczna liczba zgonów spowodowanych stresem zimna w kolejnych dekadach XXI wieku według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)

Figure 6.21. Projections of yearly amount of deaths caused by cold stress in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1)



Rycina 6.22. Liczba zgonów spowodowanych stresem zimna (ZSZ) prognozowana dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B)

Figure 6.22. Number of deaths caused by cold stress (ZSZ) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B)

Źródło Source: opracowanie własne own elaboration.

Tabela 6.10. Zmiany (%) rocznej liczby zgonów spowodowanych stresem zimna w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 2001–2010

Table 6.10. Changes (in %) yearly amount of deaths caused by cold stress in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 2001–2010

Województwo <i>Voivodship</i>	Scenariusz SRES <i>Scenario</i>								
	A1B			A2			B1		
	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100	2021-2040	2051-2070	2081-2100
Zachodniopomorskie	101,3	85,4	65,1	103,2	81,7	63,1	105,2	86,4	72,6
Pomorskie	115,2	101,5	75,0	115,9	93,3	74,4	109,9	96,5	84,6
Warmińsko-mazurskie	116,7	101,6	76,4	117,3	94,4	75,1	115,2	99,1	83,1
Lubuskie	112,2	107,6	72,4	116,7	87,3	70,4	116,2	92,8	80,9
Wielkopolskie	99,8	85,8	64,7	99,2	81,3	65,3	101,5	84,8	73,8
Kujawsko-pomorskie	88,9	75,4	53,8	89,1	68,5	52,9	89,9	72,7	64,2
Podlaskie	97,1	84,5	62,4	98,0	75,3	60,2	98,8	80,7	69,5
Łódzkie	79,6	70,9	52,1	84,1	64,8	48,7	85,0	69,3	60,4
Mazowieckie	101,4	86,0	63,3	101,5	80,8	62,3	100,2	82,9	72,1
Lubelskie	92,2	77,1	57,0	90,8	70,7	58,2	90,8	75,1	66,1
Świętokrzyskie	107,1	92,1	69,3	111,6	83,2	63,0	108,4	88,7	76,4
Dolnośląskie	92,6	78,6	59,6	96,7	74,8	56,5	95,4	78,0	68,9
Opolskie	100,1	82,9	62,2	101,8	79,2	62,0	102,5	83,1	72,6
Śląskie	115,6	110,6	79,6	99,2	79,3	62,3	102,4	84,1	71,5
Małopolskie	135,9	114,3	87,3	135,4	108,4	88,0	140,5	104,8	99,4
Podkarpackie	98,5	85,3	64,1	100,4	78,6	61,1	103,8	84,2	72,8
Polska Poland	103,4	90,0	66,5	103,8	81,4	64,0	104,1	85,2	74,3

Pogrubioną czcionką zaznaczono wartości niższe od średniej dla całej Polski

In bold are marked values lower than mean for whole Poland

Źródło Source: opracowanie własne *own elaboration*.

7. Propozycje działań adaptacyjnych systemu ochrony zdrowia

7.1. Czynniki wpływające na funkcjonowanie systemu ochrony zdrowia

Czynniki warunkujące funkcjonowanie systemu ochrony zdrowia można podzielić na pięć zasadniczych grup: ekonomiczne, fizyczne, socjalne, prawne i kulturowe. Wszystkie z wymienionych niżej czynników w mniejszym lub większym stopniu podlegają zachodzącym zmianom klimatu.

Do czynników ekonomicznych można zaliczyć:

- ▶ stabilną politykę finansową szeroko rozumianej służby zdrowia (na szczeblu krajowym i samorządowym),
- ▶ uwarunkowania dotyczące zasad i procedur finansowania poszczególnych służb ochrony zdrowia (w tym szpitali, ambulatoriów i jednostek pogotowia),
- ▶ uwarunkowania dotyczące zasad finansowania leczenia określonych jednostek chorobowych,
- ▶ dostępność usług lekarskich, leków i środków zaopatrzenia medycznego.

Do czynników fizycznych można zaliczyć:

- ▶ zmiany czasowe i przestrzenne warunków pogodowych i klimatycznych – specyficzne sytuacje meteorologiczne są źródłem pojawiania się lub nasilania chorób klimatozależnych,
- ▶ jakość wód powierzchniowych i podziemnych wykorzystywanych jako źródła wody przeznaczonej do spożycia,
- ▶ pozaklimatyczne sytuacje nadzwyczajne (np. awarie urządzeń przemysłowych, zanieczyszczenia rolnicze), których skutki mogą być nasilane lub minimalizowane w konkretnych sytuacjach pogodowych,
- ▶ zanieczyszczenie powietrza – intensywne procesy urbanizacyjne oraz rozwój transportu drogowego zmuszają do ciągłej troski o jakość powietrza;

Polska należy do krajów o największym w Europie zanieczyszczeniu pyłem PM10 (EEA 2015),

- ▶ stopień lesistości kraju – lasy są ważnym, naturalnym siedliskiem kleszczy przenoszących różne choroby, istotne jest zatem monitorowanie istniejących kompleksów leśnych pod tym kątem.

Do czynników socjalnych można włączyć:

- ▶ warunki pracy, zwłaszcza na stanowiskach ekspozowanych na działanie czynników pogodowych – istnienie takich stanowisk pracy jest nieuniknione, dlatego należy zachować szczególną troskę przy minimalizowaniu działania niekorzystnych czynników klimatycznych (poprzez unormowania prawne dotyczące odzieży i zabezpieczeń ochronnych, czasu pracy i organizacji pracy),
- ▶ struktura wiekowa społeczeństwa – wzrasta i będzie wzrastać liczba osób w podeszłym wieku, których zdrowie jest szczególnie narażone na skutki zmian klimatu,
- ▶ standard wyposażenia mieszkań, w tym dostępność urządzeń klimatyzacyjnych i chłodzących.

Do czynników kulturowych można zaliczyć:

- ▶ świadomość w odniesieniu do zasad higieny i bezpiecznego przechowywania żywności,
- ▶ świadomość ważności profilaktyki zdrowia,
- ▶ świadomość troski o czyste środowisko,
- ▶ kulturę spędzania wolnego czasu (w tym wakacji) – należy podnosić świadomość możliwych zagrożeń dla zdrowia, związanych z pobytem w danym miejscu, w tym także troski o własne zdrowie podczas turystyki zagranicznej.

Do czynników prawnych należą wszelkie regulacje prawne na różnych poziomach administracyjnych. Należy dokonać przeglądu już istniejących legislacji w kierunku ich dostosowania do obserwowanych i przewidywanych zmian klimatu. Tam gdzie będzie to konieczne trzeba dokonać modyfikacji odpowiednich zapisów.

7.2. Pożądane działania adaptacyjne ograniczające skutki zmian klimatu

Pożądane działania adaptacyjne można podzielić na dwie grupy: działania doraźne i długofalowe. Działania doraźne powinny być podjęte jak najszybciej, aby zabezpieczyć skuteczność placówek służby zdrowia. Należy je podejmować nie jednorazowo,

ale w sposób permanentny. Programy działań długofalowych wymagają dłuższego horyzontu czasowego, by je odpowiednio przygotować i wdrożyć. Nie powinny być jednak przesuwane poza 2030 rok. Wskazane poniżej działania doraźne i długofalowe są w przeważającej części kierowane do administracji służby zdrowia na różnych szczeblach (od pojedynczych placówek po administrację centralną)

Działania doraźne:

- ▶ wyposażenie placówek służby zdrowia, w tym Szpitalnych Oddziałów Ratunkowych, Izb Przyjęć i zespołów ratownictwa medycznego w podstawowy sprzęt klimatyzacyjny, w celu łagodzenia stresu gorąca,
- ▶ zapewnienie odpowiedniej liczby przeszkolonego personelu medycznego do pomocy poszkodowanym przez zdarzenia pogodowe (w tym stres ciepła i stres zimna),
- ▶ odpowiednie zabezpieczenie placówek służby zdrowia w sezonowe środki zaopatrzenia (gips, łód itp.),
- ▶ właściwe zabezpieczenie stanowisk pracy narażonych na działanie czynników atmosferycznych przed ich negatywnymi skutkami (ten postulat jest przede wszystkim adresowany do pracodawców),
- ▶ jak najszybsze zakończenie prac nad systemem ostrzegania przed zjawiskami pogodowymi mogącymi spowodować wypadki lub różnego rodzaju problemy zdrowotne (system powinien informować o możliwości wystąpienia takich zjawisk jak: wichury, goleńdź, burze, fale upałów czy fale zimna),

Działania długofalowe:

- ▶ okresowe szkolenia personelu medycznego w kierunku poprawy diagnostyki i leczenia chorób klimatozależnych oraz przygotowanie i opracowanie programu kształcenia (na różnych szczeblach edukacji) w zakresie wpływu czynników klimatycznych i zanieczyszczeń środowiska na zdrowie,
- ▶ zwiększenie liczby laboratoriów diagnostycznych pozwalających na wczesne wykrywanie chorób odkleszczowych (przeprowadzone badania wskazują, że ryzyko zakażenia chorobami odkleszczowymi będzie wyraźnie wzrastało w nadchodzących latach),
- ▶ modernizacja laboratoriów i placówek diagnostycznych pozwalających na wczesne wykrywanie problemów kardiologicznych (problemy kardiologiczne wyraźnie nasilają się w skrajnych warunkach termicznych, zwłaszcza w grupie osób starszych),
- ▶ poprawa infrastruktury technicznej obiektów służby zdrowia, w tym wykonanie termoizolacji szpitali, przychodni i innych placówek w celu lepszego niż obecnie dostosowania do częstszych i intensywniejszych fal gorąca (należy się spodziewać znacznego wzrostu takich sytuacji, zwłaszcza w drugiej połowie XXI w.),

- ▶ rozbudowa systemu monitorowania jakości powietrza oraz kontrola wdrażanych programów naprawczych (w miastach i regionach przemysłowych mamy do czynienia z coraz częstszym synergicznym działaniem niektórych zanieczyszczeń oraz specyficznych warunków meteorologicznych (wysoka temperatura i wilgotność powietrza, cisze lub słaby wiatr), co zmniejsza bezpieczeństwo zdrowotne mieszkańców),
- ▶ prowadzenie systematycznego monitoringu i stworzenie interaktywnego systemu rejestrowania i statystyki występowania chorób klimatozależnych (należy przy tym uwzględnić nie tylko zdarzenia zdrowotne bezpośrednio spowodowane przez czynniki klimatyczne, ale także te, które zależą od klimatu w sposób pośredni),
- ▶ zapewnienie środków na prowadzenie naukowych badań epidemiologicznych, toksykologicznych (w tym badań kohortowych i klinicznych) oraz klimatyczno-fizjologicznych, mających na celu lepsze poznanie mechanizmów reakcji człowieka (w aspekcie indywidualnym i populacyjnym) na bodźce klimatyczne,
- ▶ stworzenie efektywnego systemu informowania i profilaktyki zdrowotnej, uwzględniającej badania okresowe, promowanie odpowiedniego stylu życia i odżywiania, informującego o poprawnym sposobie zachowania w warunkach ekstremalnych zjawisk pogodowych oraz o sposobach pierwszej pomocy przedmedycznej w takich sytuacjach.

8. Podsumowanie i wnioski

Przeprowadzone badania wykazały, że istnieją wyraźne związki statystyczne pomiędzy zapadalnością i umieralnością na niektóre choroby a warunkami klimatycznymi. Etiologia wielu chorób wskazuje, że czynnikami powodującymi ich wywołanie lub nasilenie objawów są różne zjawiska pogodowe lub elementy klimatu. Stwierdzono, że spośród elementów klimatu najsilniejszy wpływ na stan zdrowia ma temperatura powietrza. Może ona wywoływać problemy zdrowotne zarówno w okresie ciepłym, jak i chłodnym, wywołując różne choroby lub sprzyjając nasilaniu się objawów chorób przewlekłych. W okresie ciepłym są to zakażenia boreliozą i zatrucia pokarmowe *Salmonellą*. W okresach o szczególnie wysokiej temperaturze wyraźnie nasilają się problemy kardiologiczne (głównie choroba niedokrwienna serca), które w bardzo wielu przypadkach prowadzą do przedwczesnego zgonu. Specyficznym problemem zdrowotnym związanym głównie z ciepłą porą roku jest możliwość rozwoju nowotworów skóry. Badania prowadzone w wielu krajach dowiodły, że jednym z ważnych czynników rakotwórczych jest nadmierna ekspozycja na działanie promieniowania słonecznego, zwłaszcza promieniowania nadfioletowego, którego największe natężenia obserwuje się w okresie letnim. W okresie chłodnym nasilają się natomiast zagrożenia związane z infekcjami grypowymi i chorobami układu oddechowego, a także ryzyko wychłodzenia organizmu. Przy silnym i bardzo silnym stresie zimna powstają problemy zdrowotne, które mogą prowadzić do przedwczesnego zgonu.

Zestawiając ze sobą bazę danych o zachorowaniach i zgonach na choroby klimatozależne (zmiennie zależne) oraz o różnych elementach klimatu (zmiennie niezależne), stworzono modele statystyczne. Pozwalają one na oszacowanie, na podstawie informacji o różnych cechach klimatu, ryzyka zachorowania lub zgonu na badane choroby klimatozależne. Ekspozycja na różne cechy klimatu wyjaśnia około 23% zgonów z przyczyn układu krążenia, około 25% zachorowań na grype i podobny odsetek zgonów z powodu wychłodzenia organizmu, około 30% zatruc pokarmowych *Salmonellą*, około 40% zachorowań na boreliozę i taki sam odsetek zgonów na nowotwory skóry, 48% zgonów z przyczyn układu oddechowego i aż 55% zachorowań na nowotwory skóry.

Biorąc pod uwagę obserwowane współcześnie i przewidywane do końca XXI w. zmiany klimatu, wykonano prognozę zachorowań i zgonów na badane choroby

klimatozależne. Uwzględniono zmiany wskaźników klimatycznych prognozowane przy założeniu różnych scenariuszy emisji gazów cieplarnianych: B1 (łagodnego), A2 (surowego) oraz A1B (umiarkowanego, najbardziej prawdopodobnego). Stwierdzono, że w kolejnych dekadach wieku będzie się istotnie zmieniało ryzyko zachorowań i/lub zgonów. Ryzyko to wyrażono za pomocą standaryzowanych wskaźników zachorowań/zgonów na 100 tys. mieszkańców. Tabela 8.1 zawiera zestawienie obliczonych tendencji zmian wybranych wskaźników zdrowotnych. Największy wzrost, rzędu 137–277%, jest spodziewany w przypadku liczby zgonów spowodowanych stresem ciepła. O 22–68% może także wzrosnąć ryzyko zakażenia boreliozą, a o 9–10% – ryzyko zachorowania na nowotwory skóry. W wyniku postępujących zmian klimatu zmniejszy się natomiast ryzyko zgonu z przyczyn układu oddechowego (o 7–17%), infekcji grypowych (o 23–68%), liczby zgonów z powodu wychłodzenia organizmu (o 23–50%) oraz zgonów spowodowanych skutkami zdrowotnymi dużego stresu zimna (o 64–74%).

Tabela 8.1. Przewidywane zmiany wskaźników zachorowalności i umieralności na choroby klimatozależne w Polsce dla okresu 2081–2100

Table 8.1. Predicted changes of the indicators of climate related diseases in Poland for the years 2081–2100

Wskaźnik zdrowotny <i>Health indicator</i>	Trend <i>Tendency</i>	Pewność szacunków <i>Confidence of Projections</i>
Umieralność z przyczyn układu krążenia <i>Cardiovascular mortality</i>	wzrost 3–4% <i>increase</i>	umiarkowana <i>moderate</i>
Umieralność z przyczyn układu oddechowego <i>Respiratory mortality</i>	spadek 7–17% <i>decrease</i>	duża <i>great</i>
Zachorowalność na nowotwory skóry <i>Skin cancer morbidity</i>	wzrost 9–10% <i>increase</i>	duża <i>great</i>
Umieralność na nowotwory skóry <i>Skin cancer mortality</i>	wzrost 2–3% <i>increase</i>	duża <i>great</i>
Zgony z powodu stresu ciepła <i>Number of deaths due to heat stress</i>	wzrost 137–277% <i>increase</i>	duża <i>great</i>
Zgony z powodu stresu zimna <i>Number of deaths due to cold stress</i>	spadek 64–74% <i>decrease</i>	duża <i>great</i>
Zgony z wychłodzenia organizmu <i>Overcooling deaths</i>	spadek 23–50% <i>decrease</i>	umiarkowana <i>moderate</i>
Zachorowalność na salmonellozę <i>Salmonellosis intoxications</i>	wzrost 1–3% <i>increase</i>	niewielka <i>small</i>
Zachorowalność na grypę <i>Influenza infections</i>	spadek 23–68% <i>decrease</i>	umiarkowana <i>moderate</i>
Zachorowalność na boreliozę <i>Lyme boreliosis infections</i>	wzrost 22–68% <i>increase</i>	duża <i>great</i>

Źródło Source: opracowanie własne *own elaboration*.

Podane wyżej wartości odnoszą się do całej Polski. Jednak w przypadku niektórych chorób wyraźnie różnią się one między poszczególnymi województwami. I tak, w odniesieniu do zachorowalności na nowotwory skóry wszystkie scenariusze przewidują wyraźnie szybsze niż średnio w Polsce tempo jej wzrostu w województwach: lubuskim, śląskim, małopolskim i podkarpackim, gdzie może ono dochodzić do 15%.

Wyższe, niż średnio w Polsce, tempo wzrostu względnej liczby zgonów na nowotwory skóry wszystkie scenariusze SRES przewidują w województwach: lubuskim, świętokrzyskim, opolskim, śląskim, małopolskim i podkarpackim.

Największa zachorowalność na boreliozę będzie występować w województwach podlaskim i warmińsko-mazurskim. Niemniej największego wzrostu liczby zachorowań trzeba się spodziewać w województwie wielkopolskim (94–214%), a także w województwach: łódzkim, pomorskim, świętokrzyskim, zachodniopomorskim, kujawsko-pomorskim, mazowieckim, lubelskim i dolnośląskim.

Stosunkowo niewielki, prognozowany dla całej Polski wzrost zatruc *Salmonellą* jest wynikiem dużego zróżnicowania regionalnego wskaźnika. Wyraźnie zaznaczają się województwa, w których wzrost względnej liczby zachorowań może wynieść, zależnie od scenariusza SRES, od 12% do 20% (zachodniopomorskie, warmińsko-mazurskie, pomorskie, opolskie, śląskie i małopolskie). W niektórych województwach (mazowieckie, kujawsko-pomorskie, wielkopolskie i lubuskie) spodziewany jest spadek względnej liczby zatruc od 9% do 16%.

Rozpatrując zróżnicowanie przestrzenne wskaźnika przewidywanej zapadalności na grypę, stwierdzono, że w przypadku scenariusza A1B zmiany mogą się wahać od -15% (województwo śląskie) do -96% (województwo lubuskie). W scenariuszu A2 zakres możliwych zmian wynosi od -48% (województwo mazowieckie) do -94% (województwo lubuskie). Najmniejsze zmiany zakłada scenariusz B1: od -4% w śląskim do -72% w świętokrzyskim.

Największego spadku liczby zgonów z powodu wychłodzenia organizmu można się spodziewać w województwie zachodniopomorskim. Może on tam wynieść od 47% do 84%. Także w innych województwach (pomorskim, lubuskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, łódzkim, mazowieckim, dolnośląskim i opolskim) przewidywany spadek liczby zgonów z wychłodzenia może być większy niż wartość średnia dla Polski. Najmniejszy spadek liczby zgonów (o 3% do 40%) jest natomiast spodziewany w województwie warmińsko-mazurskim.

Spadek umieralności z przyczyn układu oddechowego będzie się różnił między poszczególnymi województwami. Scenariusze A1B i A2 zakładają w województwie lubuskim spadek wynoszący od 19% do 22%, a scenariusz B1 11-procentowy spadek wskaźnika w województwie łódzkim. Ogólnie, w pięciu województwach (lubuskim, wielkopolskim, kujawsko-mazurskim, łódzkim i lubelskim) wszystkie scenariusze SRES przewidują duże, przewyższające wartość średnią krajową, spadki wskaźnika umieralności.

W zdecydowanej większości województw tendencje zmian wskaźnika umieralności z przyczyn układu krążenia są zgodne ze średnią tendencją dla Polski. Niemniej w przypadku województwa opolskiego wszystkie scenariusze zgodnie zakładają nie wzrost, a spadek wskaźnika umieralności od 1,5% (B1) do 7,6% (A1B). Część scenariuszy przewiduje także nieznaczny spadek wskaźnika w województwach: dolnośląskim, śląskim, małopolskim i podkarpackim.

Największego względnego wzrostu zgonów wywołanych stresem ciepła, rzędu 180–460%, można oczekiwać w województwie śląskim. Wyższe od średniej krajowej wzrosty liczby zgonów są zakładane przez wszystkie scenariusze SRES również w województwach: kujawsko-pomorskim, łódzkim i dolnośląskim. Z kolei najmniejsze wzrosty przewiduje się w województwach zachodniopomorskim oraz wielkopolskim.

Aż w dziewięciu województwach (zachodniopomorskim, wielkopolskim, kujawsko-pomorskim, podlaskim, łódzkim, mazowieckim, lubelskim, dolnośląskim i opolskim) wszystkie scenariusze SRES przewidują spadek liczby zgonów spowodowanych stresem zimna większy niż średnio w Polsce. Przy czym największy spadek ma mieć miejsce w województwie łódzkim (40–50%). Natomiast z najmniejszą redukcją (1–13%) będziemy mieli do czynienia w województwie małopolskim.

Na zakończenie trzeba podkreślić jeszcze jedną kwestię. Przedstawione wyżej wnioski odnoszą się w większości (poza zgonami z powodu wychłodzenia organizmu, stresu zimna i stresu ciepła) do zmian ryzyka zachorowania lub zgonu w przeliczeniu na standardową liczbę mieszkańców wynoszącą 100 tysięcy. Jednak należy pamiętać, że prognoza demograficzna dla Polski zakłada stopniowy spadek ludności do 2100 roku. Dlatego też bezwzględna, prognozowana liczba zachorowań i zgonów, nawet w odniesieniu do zdarzeń zdrowotnych przewidujących wzrost ryzyka (zachorowania i zgony na nowotwory skóry, zatrucia pokarmowe *Salmonella*, zgony z przyczyn układu krążenia) będzie w kolejnych dekadach XXI w. stopniowo się zmniejszać. Wyjątkiem jest liczba zakażeń boreliozą, która według niektórych scenariuszy SRES powinna wzrastać mimo spadku liczby ludności. Szczegółowe, prognozowane bezwzględne liczby zdarzeń zdrowotnych zawierają załączniki 1–10.

Bibliografia

- 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, s. 1397–1408.
- Atlas klimatu Polski*, 2005, IMGW, Warszawa.
- Baccini M., Biggeri A., Accetta G., Kosatsky T., Katsouyanni K., Analitis A., Anderson H., Bisanti L., Danova J., 2008, *Heat effect on mortality in 15 European cities*, Epidemiology, 19, s. 711–719.
- 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., Clancy L., Pekkanen J., Woityniak B., Jolliffe I., Jendritzky G., Blazejczyk 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, s. 64–70.
- Beaumont van W., Bullard R.W., 1965, *Sweating: Direct influence of skin temperature*, Science, 147, 3664, s. 1465–1467.
- Beck I., Jocher S., Gilles S., McIntyre M., Buters J.T.M., Schmidt-Weber C., Behrendt H., Ring J., Menzel A., Traidl-Hoffmann C., 2013, *High environmental ozone levels lead to enhanced allergenicity of birch pollen*, PLOS ONE, 8 (11), s. 1–7.
- Bissoli P., Dittmann E., 2001, *The objective weather type classification of the German Weather Service and its possibilities of application to environmental and meteorological investigations*, Meteorologische Zeitschrift, 10, 4, s. 253–260.
- Blanc de J., 1975, *Man in the cold*, Ch.C. Thomas Publ., Springfield.
- Błażejczyk K., 2000, *Influence of extreme heat waves on man*, Instytut Geografii UJ, Prace Geograficzne, 108, s. 101–108.
- Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 192.
- Błażejczyk K., 2009a, *Zmiany globalne klimatu i ich konsekwencje zdrowotne dla człowieka*, [w:] Gutry-Korycka M., Markowski T. (red.), *Zrównoważone warunki życia w zmieniającym się systemie klimatycznym Ziemi*, Studia KPZK PAN, 124, s. 107–136.
- Błażejczyk K., 2009b, *The consequences of the changes in global climate for human health*. Papers on GLOBAL CHANGE, 16, s. 87–110.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Błażejczyk A., 2014, *Heat stress and occupational health and safety – spatial and temporal differentiation*, Miscellanea Geographica – Regional Studies on Development, 18, 1.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Pisarczyk S., Szpot M., 2000, *Influence of the human heat balance on respiratory and circulatory diseases*, [w:] de Dear R.J., Kalma 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), World Meteorological Organization, Geneva, s. 107–111.
- Błażejczyk K., Błażejczyk A., 2012a, *Changes in UV radiation intensity and their possible impact on skin cancer in Poland*, Geographia Polonica, 85, 2, s. 57–64.
- Błażejczyk K., Błażejczyk A., 2012b, *Środowiskowe i klimatyczne uwarunkowania zatruc pokarmowych – stan aktualny i prognoza do roku 2100*, [w:] Kantowicz E., Roge-Wiśniewska M. (red.), *Cywilizacja a środowisko – wyzwania i dylematy*, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych UW, Warszawa, s. 55–65.
- Błażejczyk K., Błażejczyk A., 2013, *Climate change and heat stress in the 21st century – an example from Poland*, [w:] Cotter J.D., Lucas S.J.E., Mundel T. (red.), *Proceedings of the 15th International Conference on Environmental Ergonomics*, 11–15 February, Queenstown, New Zealand, International Society for Environmental Ergonomics, s. 31–33.

- Błażejczyk K., Błażejczyk A., Baranowski J., 2014, *Wieloletnia zmienność niektórych chorób klimatozależnych w Polsce i jej związek z warunkami klimatycznymi*, Prace i Studia Geograficzne WGiSR, 56, s. 37–65.
- Błażejczyk K., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., 2010, *UTCI – Nowy wskaźnik oceny obciążeń cieplnych człowieka*, Przegląd Geograficzny, 82, 1, s. 49–71.
- Błażejczyk K., Bröde P., Fiala D., Havenith G., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., Kunert A., 2009, *Nowy wskaźnik oceny warunków klimatoterapii uzdrowskowej (UTCI)*, Balneologia Polska, 4 (118), s. 313–321.
- Błażejczyk K., Fiala D., Richards M., Rintamäki H., Ruuhela R., 2008, *Niektóre cechy bilansu cieplnego człowieka w warunkach zimowych klimatu polarnego, na przykładzie północnej Finlandii*, Problemy Klimatologii Polarnej, 18, s. 89–97.
- 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, s. 47–62.
- Błażejczyk K., Kozłowska-Szczęśna T., 2008, *Klimat a Zdrowie*, Kosmos, 57, 3–4, s. 269–280.
- Błażejczyk K., Kuchcik M., Błażejczyk A., Milewski P., Szmyd J., 2013, *Assessment of urban thermal stress by UTCI – experimental and modelling studies: an example from Poland*, DIE ERDE, 144, 3, s. 105–116.
- Błażejczyk K., Kuchcik M., Milewski P., Dudek W., Kręcisz B., Błażejczyk A., Szmyd J., Degórska B., Pałczyński C., 2014, *Miejska wyspa ciepła w Warszawie. Uwarunkowania klimatyczne i urbanistyczne*, Wydawnictwo Akademickie SEDNO, Warszawa.
- Błażejczyk K., Kunert A., 2006, *Differentiation of bioclimatic conditions of urban areas (the case of Poland)*, [w:] 6th International Conference on Urban Climate, June 12–16 2006, Göteborg, Sweden, preprints, s. 213–216.
- Błażejczyk K., McGregor G., 2007, *Warunki biotermiczne a umieralność w wybranych aglomeracjach europejskich*, Przegląd Geograficzny, 79, 3 i 4, s. 401–423.
- Błażejczyk K., McGregor G., 2008, *Mortality in European cities and its relations to biothermal conditions*, [w:] Kłysik K., Wibig J., Fortuniak K. (red.), *Klimat i bioklimat miast*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź, s. 313–324.
- Błażejczyk K., Piotrowicz K., Kuchcik M., Myszkowska D., Skotak K., Kunert A., Idzikowska D., 2011, *Ocena skutków możliwych zmian klimatu dla zdrowia człowieka, cz. 1, Raport dla Instytutu Ochrony Środowiska - PIB w ramach projektu pn. Opracowanie i wdrożenie Strategicznego Planu Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu - KLIMADA*.
- Błażejczyk K., Skotak K., Błażejczyk A., Piotrowicz K., Myszkowska D., Szmyd J., 2012, *Ocena skutków możliwych zmian klimatu dla zdrowia człowieka, cz. 2, Raport dla Instytutu Ochrony Środowiska - PIB w ramach projektu pn. Opracowanie i wdrożenie Strategicznego Planu Adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu - KLIMADA*.
- Błażejczyk K., Szyguła Z., 2004, *Wpływ gorącego otoczenia na zdolność wysiłkową sportowca. Jak przygotować zawodnika do startu w Igrzyskach Olimpijskich w Atenach?* Sport Wyczynowy, 42, 5/6, s. 45–63.
- Błażejczyk K., Tokura H., Bortkiewicz A., Szymczak W., 1999, *Solar radiation and thermal physiology in man*, [w:] de Dear R.J., Kalma 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), World Meteorological Organization, Geneva, s. 267–271.
- Bogdańska B., Podogrocki J., 2000, *Zmienność całkowitego promieniowania słonecznego na obszarze Polski w okresie 1961–1995*, Materiały Badawcze, 30, Seria: Meteorologia, IMGW, Warszawa.
- Bousquet J., Khaltaev N., Cruz A.A., Denburg J., Fokkens W.J., Togias A., Zuberbier T., Baena-Cagnani C.E., Canonica G.W., van Weel C., Agache I., Ait-Khaled N., Bachert C., Blaiss M.S., Bonini S., Boulet L.-P., Bousquet P.-J., Camargos P., Carlsen K.-H., Chen Y., Custovic A., Dahl R., Demoly P., Douagui H., Durham S.R., Gerth van Wijk R., Kalayci O., Kaliner M.A., Kim Y.-Y., Kowalski M.L., Kuna P., Le L.T.T., Lemiere C., Li J., Lockey R.F., Mavale-Manuel S., Meltzer E.O., Mohammad Y., Mullol J., Naclerio R., O'Hehir R.E., Ohta K., Ouedraogo S., Palkonen S., Papadopoulos N., Passalacqua G., Pawankar R., Popov T.A., Rabe K.F., Rosado-Pinto J., Scadding G.K., Simons F.E.R., Toskala E., Valovirta E., Van Cauwenberge P., Wang D.-Y., Wickman M., Yawn B.P., Yorgancioglu A., Yusuf O.M. & Zar H., Review Group: Annesi-Maesano I., Bateman E.D., Ben Kheder A., Boake D.A., Bouchard J., Burney P., Busse W.W., Chan-Yeung M., Chavannes N.H., Chuchalin A., Dolen W.K.,

- Emuzyte R., Grouse L., Humbert M., Jackson C., Johnston S.L., Keith P.K., Kemp J.P., Klossek J.-M., Larenas-Linnemann D., Lipworth B., Malo J.-L., Marshall G.D., Naspitz C., Nekam K., Niggemann B., Nizankowska-Mogilnicka E., Okamoto Y., Orru M.P., Potter P., Price D., Stoloff S.W., Vandenplas O., Viegi G., Williams D., 2008, *Allergic rhinitis and its impact on asthma (ARIA 2008)*, *Allergy*, 63 (Suppl 86), s. 8–160.
- Bröde P., Fiala D., Błażejczyk K., Holmér I., Jendritzky G., Kampmann B., Tinz B., Havenith G., 2012, *Deriving the operational procedure for the Universal Thermal Climate Index (UTCI)*, *International Journal of Biometeorology*, 56, 3, s. 481–494.
- Brydak L.B., 2008, *Grypa. Pandemia grypy mit czy realne zagrożenie*, Oficyna Wydawnicza Rytm, Warszawa.
- Bucher K., 1991, *Die objektive Analyse des Wetters unter medizin-meteorologischen Gesichtspunkten als Grundlage für die Beratung und Forschung*, *Wetter und Leben*, 43, s. 251–268.
- Cecchi L., D'Amato G., Ayres J., Galan C., Forastiere F., Forsberg B., Gerritsen J., Nunes C., Behrendt H., Akdis C., Dahl R., Annesi-Maesano I., 2010, *Projections of the effects of climate change on allergic asthma: the contribution of aerobiology*, *Allergy*, 65 (9), s. 1073–1081.
- Clark R.P., Edholm O.G., 1985, *Man and his thermal environment*, E. Arnold Ltd., London.
- Confalonieri U., Menne B., Akhtar R., Ebi K.L., Hauengue M., Kovats R.S., Revich B., Woodward A., 2007, *Human health*, [w:] Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., van der Linden P.J., Hanson C.E. (red.), *Climate Change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, UK, s. 391–431.
- D'Amato G., 2001, *Airborne paucimicronic allergen-carrying particles and seasonal respiratory allergy*, *Allergy*, 56, s. 1109–1111.
- Dąbrowska K., Chłopek K., 2008, *Wpływ czynników pogodowych na sezonowe zmiany koncentracji pyłku wybranych taksonów drzew w Sosnowcu*, *Alergologia. Immunologia*, 5, 1, s. 27–29.
- Dessai S., 2002, *Heat stress and mortality in Lisbon. Part I. Model Construction and Validation*, *International Journal of Biometeorology*, 47, s. 6–12.
- Diaz J., Linares C., Tobias A., 2006, *Impact of extreme temperatures on daily mortality in Madrid (Spain) among the 45-64 age-group*, *International Journal of Biometeorology*, 50, s. 342–348.
- 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., Perucci C.A., 2010, *The impact of heat waves on mortality in 9 European cities: results from the EuroHEAT project*, *Environmental Health*, 9: 37, <http://www.ehjournal.net/content/9/1/37> (dostęp: 18.12.2015).
- Ebi K., 2015, *Health in the new scenarios for climate change research*, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 11, s. 30–46.
- EEA, 2015, *Środowisko Europy 2015 – Stan i prognozy: Synteza*, Europejska Agencja Środowiska, Kopenhaga.
- Elizondo R.S., Bullard R.W., 1971, *Local determination of sweating and the assessment of the "Set point"*, *International Journal of Biometeorology*, 15, 2–4, s. 273–280.
- Eng H., Mercer J., 1998, *Seasonal variations in mortality caused by cardiovascular diseases in Norway and Ireland*, *Journal of Cardiovascular Risk*, 5, s. 89–95.
- 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, s. 1341–1346.
- Fers J.P., 1995, *Crises d'épilepsie et facteurs météorologiques dans le Finistère (Epilepsy crises and meteorological facts in Finistere)*, *Climat et Santé*, 13, s. 57–74.
- Garden J.W., Wilson I.D., Rasch P.J., 1966, *Acclimatization of healthy young adult males to a hot-wet environment*, *Journal of Applied Physiology*, 21, 2, s. 665–669.
- Gawlik R., 2000, *Immunoterapia swoista*, *Alergologia*, 2 (5), <http://www.alergia.org.pl> (dostęp: 06.06.2014).
- Givoni B., Beldings H.S., 1965, *Effektivnost' ohlaždenija pri isparenii pota*, [w:] *Biometeorologija*, Gidrometeoizdat, Leningrad, s. 198–206.
- Givoni B., Goldman R.F., 1973, *Predicting effects of heat acclimatization on heart rate and rectal temperature*, *Journal of Applied Physiology*, 35, 6, s. 875–879.
- Gosling S.N., McGregor G.R., Lowe J.A., 2009, *Climate change and heat-related mortality in six cities Part 2: climate model evaluation and projected impacts from changes in the mean and variability of temperature with climate change*, *International Journal of Biometeorology*, 53, s. 31–51.

- Gosling S.N., McGregor G.R., Páldy A., 2007, *Climate change and heat related mortality in six cities Part 1: model construction and validation*, International Journal of Biometeorology, 51, s. 525–540.
- Guha-Sapir D., Vos F., Below R., Ponserre S., 2011, *Annual disaster statistical review 2010: The numbers and trends*, Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED) Université Catholique de Louvain – Brussels, Belgium.
- Gyllerup S., 1998, *Cold climate and regional variation in coronary mortality in Sweden*, [w:] Holmér I., Kuklane K. (red.), *Problems with cold work*, Arbete och hälsa, 18, s. 197–200.
- Haines A., Kovats R.S., Campbell-Lendrum D., Corvalan C., 2006, *Climate change and human health: Impacts, vulnerability and public health*, Public Health, 120, s. 585–596.
- Harmata W., 1993, *Fenologia – nauka potrzebna*, Gazeta Obserwatora IMGW, 42, 6, s. 3–4.
- Heat-waves: risks and responses*, 2004, Health and Global Environmental Change Series, 2, WHO Europe, Copenhagen.
- Holmér I., 1988, *Assessment of cold stress in terms of required clothing insulation – IREQ*, International Journal of Industrial Ergonomics, 3, s. 159–166.
- Höppe P., 2002, *Prevalence of weather sensitivity in Germany*, 15th Conference on Biometeorology and Aerobiology joint with the 16th International Congress on Biometeorology, Kansas City, USA, s. 76–79.
- Huszcza A., 1951, *Ciśnienie atmosferyczne i jego działanie na ustrój*, PZWL, Warszawa.
- Idzikowska D., 2011, *Związki między umiERALNOŚCIĄ a UTCI w Paryżu, Rzymie, Warszawie i Budapeszcie*, Prace i Studia Geograficzne WGiSR UW, 47, s. 311–318.
- Improving public health responses to extreme weather/heat-waves – EuroHEAT*, Technical report, 2009, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- IPCC, 2001, *Climate Change 2001: Technical Summary of the Working Group I Report*, [w:] Houghton J.T., Ding Y., Griggs D.J., Noguer M., van der Linden P.J., Dai X., Maskell K., Johnson C.A. (red.), *Climate Change 2001: The scientific basis*, Cambridge University Press, Cambridge–New York, s. 21–83.
- ISO/DC 11079, 1993, *Evaluation of cold environments. Determination of required clothing insulation*, International Organisation of Standardization, Geneva.
- Jaakkola K., Saukkoriipi A., Jokelainen J., Juvonen R., Kauppila J., Vainio O., Ziegler T., Rönkkö E., Jaakkola J.J.K., Ikäheimo T.M., 2014, *Decline in temperature and humidity increases the occurrence of influenza in cold climate*, Environmental Health, 13, 22.
- Jendritzky G., 1995, *Human health and atmospheric environment*, [w:] *Report from the meeting of experts on climate, tourism and human health*, WMO/TD, 682.
- Kaciuba-Uściłko M., 1990, *Termoregulacja*, [w:] Tkaczyk A. (red.), *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*, PZWL, Warszawa.
- Kalkstein L.S., 1998, *Climate and human mortality: relationships and mitigating measures*. Advances in Bioclimatology, 5, s. 161–177.
- Kalkstein L.S., Nichols M.C., Barthel C.D., Greene J.S., 1996, *A new spatial synoptic classification: application to air-mass analysis*, International Journal of Climatology, 16, s. 983–1004.
- Kasprzyk I., Myszkowska D., Grewling Ł., Stach A., Šikoparija B., Skjøth C.A., Smith M., 2011, *The occurrence of Ambrosia pollen in Rzeszów, Kraków and Poznań, Poland: investigation of trends and possible transport of Ambrosia pollen from Ukraine*, International Journal of Biometeorology, 55 (4), s. 633–644.
- Keatinge W.R., 2002, *Winter mortality and its causes*, International Journal of Circumpolar Health, 61, s. 292–299.
- Keatinge W.R., Donaldson G.C., 1998, *Differences in cold exposures associated with excess winter mortality*, [w:] Holmér I., Kuklane K. (red.), *Problems with cold work*, Arbete och hälsa, 18, s. 210–215.
- Kenney W.L., 1985, *A review of comparative responses of men and women to heat stress*, Environmental Research, 37, 1, s. 1–11.
- Kieć-Świerczyńska M., Kręcis B., 2008, *Fotoalergia*, [w:] Pałczyński C., Kieć-Świerczyńska M., Walusiak J. (red.), *Alergologia zawodowa*, Oficyna Wydawnicza Instytutu Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera, Łódź, s. 51–161.
- 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, s. 281–288.

- Kondrusik M., Biedzińska T., Pancewicz S., Zajkowska J., Grygorczuk S., Świerzbńska R., Saniutycz-Kuroczycki S., Hermanowska-Szapkowicz T., 2004, *Zachorowania na kleszczowe zapalenie mózgu (KZM) w województwie białostockim/podlaskim w latach 1993–2002*, Przegląd Epidemiologiczny, 58, s. 273–280.
- Kovats R.S., Edwards S.J., Hajat S., Armstrong B.G., Ebi K.L., 2004, *The effect of temperature on food poisoning: a time-series analysis of salmonellosis in ten European countries*, Epidemiology and Infection, 132, s. 443–453.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., 1998, *Promieniowanie słoneczne i jego wpływ na organizm człowieka*, Balneologia Polska, 40, 1–2, s. 130–141.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., 2010, *Wpływ środowiska atmosferycznego na społeczeństwo jako przedmiot badań biometeorologii społecznej*, Przegląd Geograficzny, 82, 1, s. 5–48.
- Kozłowska-Szczęsna T., Grzędziński E., 1990/1991, *The influence of atmospheric environment upon occurrence of accidents among construction workers*, Energy and Buildings, 15–16, s. 749–753.
- 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., 1998, *Influence of atmospheric conditions on traffic accidents. The case of Radom*, Miscellanea Geographica, 8, s. 141–147.
- Kuchcik M., 2001, *Mortality in Warsaw: is there any connection with weather and air pollution?* Geographia Polonica, 74, 1, s. 29–45.
- Kuchcik M., 2003, *Topoclimatic conditions at various urban structures in Warsaw*, Acta Universitatis Wratislaviensis, 2542, Studia Geograficzne, 75, s. 505–514.
- Kuchcik M., 2006, *Fale upałów w Polsce w latach 1993–2002*, Przegląd Geograficzny, 78, 3, s. 397–412.
- Kuchcik M., Błażejczyk K., 2001, *Wpływ warunków pogodowych na zachorowalność i umieralność mieszkańców Warszawy*, [w:] Krawczyk B., Węclawowicz G. (red.), *Badania środowiska fizycznogeograficznego w aglomeracji warszawskiej*, Prace Geograficzne, 180, s. 71–87.
- 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, s. 69–78.
- Laaidi M., Laaidi K., Besancenot J.-P., 2006, *Temperature-related mortality in France, a comparison between regions with different climates from the perspective of global warming*, International Journal of Biometeorology, 51, s. 145–153.
- Laschewski G., Jendritzky G., 2002, *Effects of the thermal environment on human health: an investigation of 30 years of daily mortality data from SW Germany*, Climate Research, 21, s. 91–103.
- Lindgren E., Jaenson T., 2006, *Lyme boreliosis in Europe: influences of climate and climate change, epidemiology, ecology and adaptation measures*, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- Lis G., Bręborowicz A., Cichocka-Jarosz E., 2004, *Częstość alergicznego nieżytu nosa i spojówek u dzieci szkolnych w Krakowie i w Poznaniu w Świetle badania ISAAC (International Study of Asthma and Allergies in Childhood)*, Otolaryngologia Polska, 6, s. 1103–1109.
- Lityńska Z., Łapeta B., Wolska H., 2001, *Index UV a człowiek*, IMGW, 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, 13, WHO, Public Health and the Environment, Geneva.
- Malkiewicz M., Klaczak K., 2011, *Analysis of the grass (Poaceae L.) pollen seasons in Wrocław, 2003–2010*, Acta Agrobotanica, 64 (4), s. 59–66.
- 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, s. 203–211.
- Mączyński B., 1972, *Warunki pogody – czas reakcji prostej i wypadki drogowe w Wielkopolsce*, Balneologia Polska, XVII, 1/2, s. 107–131, 3, s. 307–336.
- McGregor G.R., 1999, *Winter ischaemic heart disease deaths in Birmingham, United Kingdom: a synoptic climatological analysis*, Climate Research, 13, s. 17–31.
- McGregor G.R., 2001, *The meteorological sensitivity of ischaemic heart disease mortality events in Birmingham, UK*, International Journal of Biometeorology, 45, s. 133–142.
- Meehl G.A., Stocker T.F., Collins W.D., Friedlingstein P., Gaye A.T., Gregory J.M., Kitoh A., Knutti R., Murphy J.M., Noda A., Raper S.C.B., Watterson I.G., Weaver A.J., Zhao Z.-C., 2007, *Global*

- climate projections*, [w:] Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (red.), *Climate Change 2007: The physical science basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge–New York.
- Menne B., Apfel F., Kovats S., Racioppi F. (red.), 2008, *Protecting health in Europe from climate change*, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- 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., Kassomenos P., Atkinson R., Medina S., Bisanti L., Cadum E., Clancy L., Goodman P.G., Pekkanen J., Woityniak B., Jolliffe I., Jendritzky G., Blazejczyk 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, s. 383–389.
- Muthers S., Matarakis A., Koch E., 2010, *Climate change and mortality in Vienna - a human biometeorological analysis based on regional climate modeling*, *International Journal on Environmental Research and Public Health*, 7, s. 2965–2977.
- Myszkowska D., Stępańska D., Obtulowicz K., Porębski G., 2002, *The relationship between airborne pollen and fungal spore concentration and seasonal pollen allergy symptoms in Cracow in 1997–1999*, *Aerobiologia*, 18, s. 153–161.
- Nakicenovic N., Alcamo J., Davis G., de Vries B., Fenhann J., Gaffin S., Gregory K., Grubler A., Jung T.Y., Kram T., La Rovere E.L., Michaelis L., Mori S., Morita T., Pepper W., Pitcher H., Price L., Riahi K., Roehrl A., Rogner H.-H., Sankovski A., Schlesinger M., Shukla P., Smith S., Swart R., van Rooijen S., Victor N., DadiTodea D.A., 2000, *Special report on emissions scenarios*, A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.
- Narębski J., 1980, *Termoregulacja*, [w:] Traczyk W., Trzębski A. (red.), *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii klinicznej*, PZWL, Warszawa, s. 282–294.
- Narodowy program zdrowia na lata 2007–2015*, 2007, Załącznik do Uchwały Nr 90/2007 Rady Ministrów z dnia 15 maja 2007 r.
- Obtulowicz K., Szczepanek K., Radwan J., Grzywacz M., Adamus K., Szczeklik A., 1991, *Correlation between airborne pollen incidence, skin prick tests and serum immunoglobulin in allergic people in Cracow, Poland*, *Grana*, 30, s. 136–141.
- Obtulowicz K., Szczepanek K., Szczeklik A., 1990, *The value of pollen count for diagnosis and therapy of pollen allergy in Poland*, *Grana*, 29, s. 318–320.
- Pallasaho P., Ronmark E., Haahtela T., Sovijarvi A.R., Lundback B., 2006, *Degree and clinical relevance of sensitization to common allergens among adults: a population study in Helsinki, Finland*, *Clin. Exp. Allergy*, 36 (4), s. 503–509.
- Paterson J., Berry P., Ebi K., Varangu L., 2014, *Health care facilities resilient to climate change impacts*, *International Journal on Environmental Research and Public Health*, 11, s. 13097–13116.
- Peternel R., Srncic L., Culig J., Zaninović K., Mitić B., Vukusić I., 2004, *Athmospheric pollen season in Zagreb (Croatia) and its relationship with temperature and precipitation*, *International Journal of Biometeorology*, 48, s. 186–191.
- Piotrowicz K., 2010, *Sezonowa i wieloletnia zmienność typów pogody w Krakowie*, Wyd. Instytutu Geografii UJ.
- Prognoza ludności na lata 2014–2050*, 2014, Główny Urząd Statystyczny, Departament Badań Demograficznych i Rynku Pracy, Warszawa.
- Przybyła R., 1994, *Próba określenia wpływu stanów pogody na samopoczucie chorych psychicznie w Zakopanem*, *Zeszyty IGiPZ PAN*, 24, s. 31–48.
- Rafiński K., Andron C., Cieślukowski Z., Chobot-Maciejewska H., Marusik T., Orzechowska B., Łopucka F., Wycisk Z., 1973, *Wpływ czynników biometeorologicznych na przebieg astmy oskrzelowej u dzieci leczonych w klimacie morskim*, *Problemy Uzdrawiskowe*, 5 (71), s. 171–174.
- Rajewska-Więch B., 2011, *Stan warstwy ozonowej*, Instytut Geofizyki PAN, http://www.gios.gov.pl/images/dokumenty/pms/monitoring_jakosci_powietrza/stan_warstwy_ozonowej_brw.pdf (dostęp: 18.12.2015).
- Randall D.A., Wood R.A., Bony S., Colman R., Fichetef T., Fyfe J., Kattsov V., Pitman A., Shukla J., Srinivasan J., Stouffer R.J., Sumi A., Taylor K.E., 2007, *Climate Models and Their Evaluation*,

- [w:] Solomon S., Qin D., Manning M., Chen Z., Marquis M., Averyt K.B., Tignor M., Miller H.L. (red.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge–New York.
- Rewerski W., Kozłowski S., Korolkiewicz Z., Wróblewski T.E., 1972, *Termoregulacja: fizjologia, patologia i farmakologia*, PZWL, Warszawa.
- Ring J., Krämer U., Schäfer T., Behrendt H., 2001, *Why are allergies increasing?* Current Opinion in Immunology, 13, s. 701–708.
- Samel-Kowalik P., Lipiec A., Tomaszewska A., Raciborski F., Walkiewicz A., Lusawa A., Borowicz J., Gutowska-Ślesik J., Smoliński B., 2009, *Występowanie alergii i astmy w Polsce – badanie ECAP*, Gazeta Farmaceutyczna, 3, s. 32–34.
- Samoliński B., 2008, *Epidemiologia Chorób Alergicznych w Polsce (ECAP), Raport z badań przeprowadzonych w latach 2006–2008*, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Warszawa.
- Samoliński B., Sybilski A.J., Raciborski F., Tomaszewska A., Samel-Kowalik P., Walkiewicz 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), s. 324–330.
- Sheridan S.C., 2002, *The redevelopment of a weather-type classification scheme for North America*, International Journal of Climatology, 22, s. 51–68.
- Siljamo P., Sofiev M., Severova E., Ranta H., Kukkonen J., Polevova S., Kubin E., Minin A., 2008, *Sources, impact and exchange of early-spring birch pollen in the Moscow region and Finland*, Aerobiologia, 24, s. 211–230.
- 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.
- Skjøth C.A., Smith M., Šikoparija B., Stach A., Myszowska D., Kasprzyk I., Radišić P., Stjepanović B., Hrga I., Apatini D., Magyar D., Páldy A., Ianovici N., 2010, *A method for producing airborne pollen source inventories: An example of Ambrosia (ragweed) on the Pannonian Plain*, Agriculture and Forest Meteorology, 150, s. 1203–1210.
- Skotak K., 2010, *Klimat a ochrona zdrowia*, [w:] Kęder R., Kawczyńska K., Graczyk I., Jankiewicz M., *Klimat a zdrowie*, Polska Federacja Pacjentów Dialtransplant, Warszawa, s. 84–88.
- Skrobowski A., 1998, *Wpływ wybranych warunków atmosferycznych na ciśnienie tętnicze krwi*, Wojskowa Akademia Medyczna, Warszawa.
- Smith K.R., Woodward A., Campbell-Lendrum D., Chadee D.D., Honda Y., Liu Q., Olwoch J.M., Revich B., Sauerborn R., 2014, *Human health: impacts, adaptation, and co-benefits* [w:] Field C.B., Barros V.R., Dokken D.J., Mach K.J., Mastrandrea M.D., Bilir T.E., Chatterjee M., Ebi K.L., Estrada Y.O., Genova R.C., Girma B., Kissel E.S., Levy A.N., MacCracken S., Mastrandrea P.R., White L.L. (red.), *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge–New York, s. 709–754.
- Smith M., Skjøth C.A., Myszowska D., Uruska A., Puc M., Stach A., Balwierz Z., Chłopek K., Piotrowska K., Kasprzyk I., Brandt J., 2008, *Long-range transport of Ambrosia pollen to Poland*, Agricultural and Forest Meteorology, 148, s. 1402–1411.
- Sparks T.H., Jaroszewicz B., Krawczyk M., Tryjanowski P., 2009, *Advancing phenology in Europe's last lowland primeval forest: non-linear temperature response*, Climate Research, 39, s. 221–226.
- Stan Środowiska w Polsce, Raport 2014*, 2014, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030*, 2013, Ministerstwo Środowiska, Warszawa.
- Thompson D.R., Jorgen 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, s. 116–120.
- Tromp S.W., 1968, *Influence of weather and climate on asthma and bronchitis*, Review of Allergy, 22, November, s. 1027–1044.

- Van Cauwenberge P., Watelet J.B., Van Zele T., Bousquet J., Burney P., Zuberbier T., 2005, *Spreading excellence in allergy and asthma: the Gallen Project*, *Allergy*, 60, s. 858–864.
- Veriankaite L., Siljamo P., Sofiev M., Šauliene I., Kukkonen J., 2010, *Modelling analysis of source regions of long-range transported birch pollen that influences allergenic seasons in Lithuania*, *Aerobiologia*, 26, s. 47–62.
- Verlato G., Calabrese R., De Marco R., 2002, *Correlation between asthma and climate in the European Community Respiratory Health Survey*, *Archives of Environmental Health*, 57, 1, s. 48–52.
- Warakomska-Grzycka S., 1964, *Próby uchwycenia zależności w występowaniu i klinicznym przebiegu pneumopatii u dzieci od pewnych czynników meteorologicznych*, *Polski Tygodnik Lekarski*, 19, 48, s. 1840–1842.
- Ziska L.H., Beggs P.J., 2011, *Anthropogenic climate change and allergen exposure: The role of plant biology*, *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 129 (1), s. 27–32.

Spis rycin

- Rycina 1.1. Powiązania pomiędzy zmianami klimatu i ich przyczynami a zmianami w ekosystemach, stanem zdrowia i rozwojem socjoekonomicznym
- Rycina 1.2. Schemat badań dotyczących prognozy zachorowań i zgonów na choroby klimatozależne
- Rycina 2.1. Średnie obszarowe wartości temperatury powietrza w kolejnych latach okresu 1973–2014
- Rycina 2.2. Średnie obszarowe wartości średniej minimalnej temperatury powietrza w kolejnych latach okresu 1973–2014
- Rycina 2.3. Średnie obszarowe wartości średniej maksymalnej temperatury powietrza w kolejnych latach okresu 1973–2014
- Rycina 2.4. Średnie obszarowe wartości absolutnej minimalnej temperatury powietrza w kolejnych latach okresu 1973–2014
- Rycina 2.5. Średnie obszarowe wartości absolutnej maksymalnej temperatury powietrza w kolejnych latach okresu 1973–2014
- Rycina 2.6. Średnie obszarowe liczby dni gorących w kolejnych latach okresu 1973–2014
- Rycina 2.7. Średnie obszarowe liczby dni parnych w kolejnych latach okresu 1973–2014
- Rycina 2.8. Wieloletnia zmienność liczby dni z silnym stresem zimna (DSZ) i liczby dni z silnym stresem ciepła (DSC)
- Rycina 2.9. Częstość (%) dni z dużym stresem zimna (DSZ) i dużym stresem ciepła (DSC) w wybranych miastach Polski, 1993–2002
- Rycina 2.10. Średnie obszarowe liczby dni z wiatrem bardzo słabym ($v < 1$) i silnym ($v > 8$) w kolejnych latach okresu 1973–2014
- Rycina 2.11. Średnie obszarowe sumy opadów atmosferycznych w kolejnych latach okresu 1973–2014
- Rycina 2.12. Średnie obszarowe liczby dni z opadem w roku (Opad_dni)
- Rycina 3.1. Struktura porad lekarskich wg schorzeń różnych układów w przychodni rejonowej na Grochowie w Warszawie, 1994–1995
- Rycina 3.2. Ogólna, miesięczna liczba porad lekarskich udzielonych w przychodni rejonowej na Grochowie w Warszawie w okresie lipiec 1994–grudzień 1995
- Rycina 3.3. Miesięczna liczba porad lekarskich związanych z niedomaganiem układu krążenia, udzielonych w przychodni rejonowej na Grochowie w Warszawie w okresie lipiec 1994–grudzień 1995
- Rycina 3.4. Zmienność wieloletnia zgonów z przyczyn układu krążenia w Polsce
- Rycina 3.5. Miesięczna liczba porad lekarskich związanych z niedomaganiem układu oddechowego, udzielonych w przychodni rejonowej na Grochowie w Warszawie w okresie lipiec 1994–grudzień 1995
- Rycina 3.6. Zmienność wieloletnia zgonów z przyczyn układu oddechowego w Polsce
- Rycina 3.7. Zmienność wieloletnia zgonów z powodu wychłodzenia organizmu
- Rycina 3.8. Średnia miesięczna liczba zachorowań na grypę w Polsce w latach 1975–2010
- Rycina 3.9. Zmienność wieloletnia zapadalności na grypę i podejrzeń zachorowań w Polsce, 1973–2014
- Rycina 3.10. Średnia roczna zapadalność na grypę (na 100 tys. mieszkańców) w poszczególnych województwach, 1973–2014
- Rycina 3.11. Odsetek lat, w których w poszczególnych województwach liczba zarejestrowanych infekcji grypowych była wyższa od średniej krajowej, 1973–2014
- Rycina 3.12. Ogólna liczba bakteryjnych zatruc pokarmowych w Polsce w okresie 1999–2014
- Rycina 3.13. Miesięczna liczba bakteryjnych zatruc pokarmowych oraz średnia maksymalna temperatura powietrza, 1999–2014
- Rycina 3.14. Liczba zatruc pokarmowych bakterią *Salmonella* w Polsce w latach 1999–2014
- Rycina 3.15. Średnia liczba zatruc bakterią *Salmonella* (na 100 tys. mieszkańców) w województwach, 1999–2014
- Rycina 3.16. Średnia liczba zachorowań na boreliozę w Polsce, 2003–2014
- Rycina 3.17. Średnia zapadalność (na 100 tys. mieszkańców) na boreliozę w województwach, 2003–2014

- Rycina 3.18. Średnia liczba zachorowań na kleszczowe zapalenie mózgu (KZM) w Polsce, 1993–2014
- Rycina 3.19. Średnia zapadalność (na 100 tys. mieszkańców) na kleszczowe zapalenie mózgu w województwach, 1999–2014
- Rycina 3.20. Wieloletnie zmiany liczby zgonów z powodu czerniaka w Polsce oraz całkowitej zawartości ozonu stratosferycznego nad Polską (Obserwatorium Geofizyczne w Belsku)
- Rycina 3.21. Związek pomiędzy sumami miesięcznymi całkowitego promieniowania słonecznego (Kglob) a średnimi miesięcznymi wartościami wskaźnika UV (UVI)
- Rycina 3.22. Średnia liczba zachorowań na nowotwory skóry w Polsce, 1999–2012
- Rycina 3.23. Średnia zapadalność na czerniaka w Polsce, 1999–2012
- Rycina 3.24. Średnia zapadalność na nowotwory skóry (na 100 tys. mieszkańców) w województwach, 1999–2012
- Rycina 3.25. Roczna zapadalność (na 100 tys. mieszkańców) na czerniaka w województwach, 1999–2012
- Rycina 3.26. Roczna liczba zgonów na wszystkie nowotwory skóry w Polsce, 1999–2012
- Rycina 3.27. Roczna umieralność na czerniaka w Polsce, 1999–2012
- Rycina 3.28. Roczna umieralność (na 100 tys. mieszkańców) na nowotwory skóry ogółem (lewa strona) i na czerniaka (prawa strona) w województwach, 1999–2012
- Rycina 3.29. Średnia umieralność (na 100 tys. mieszkańców) na nowotwory skóry ogółem i na czerniaka w województwach, 1999–2012
- Rycina 3.30. Zależność między temperaturą odczuwaną fizjologicznie (PST) a dzienną liczbą zgonów (TM) w niektórych aglomeracjach europejskich w wybranych miesiącach, 1991–2000
- Rycina 5.1. Schematyczny obraz zmian poszczególnych antropogenicznych czynników klimatotwórczych, poziom CO₂ w atmosferze oraz wzrost temperatury powietrza do 2100 roku
- Rycina 5.2. Średnie obszarowe sumy roczne całkowitego promieniowania słonecznego (Kglob) w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku prognozowane przez różne scenariusze SRES (A1B, A2, B1)
- Rycina 5.3. Średnie obszarowe sumy całkowitego promieniowania słonecznego w miesiącach letnich w kolejnych dekadach XXI wieku prognozowane przez różne scenariusze SRES (A1B, A2, B1)
- Rycina 5.4. Sumy roczne całkowitego promieniowania słonecznego (Kglob) w poszczególnych województwach w wybranych dekadach XXI wieku prognozowane przez różne scenariusze SRES (A1B, A2, B1)
- Rycina 5.5. Sumy roczne usłonecznienia w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku prognozowane przez różne scenariusze SRES (A1B, A2, B1)
- Rycina 5.6. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) średnie roczne wartości temperatury powietrza w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku
- Rycina 5.7. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) wartości średnie roczne temperatury maksymalnej (T_{max_śr}) i minimalnej (T_{min_śr}) powietrza w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku
- Rycina 5.8. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) wartości średniej sezonowej (T_{śr}), maksymalnej (T_{max_śr}) i minimalnej (T_{min_śr}) temperatury powietrza w kolejnych dekadach XXI wieku w miesiącach letnich i zimowych
- Rycina 5.9. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) wartości średnie (T_{śr}), maksymalne (T_{max_śr}) i minimalne (T_{min_śr}) temperatury powietrza w dekadzie 2091–2100 w poszczególnych województwach
- Rycina 5.10. Prognozowana w kolejnych dekadach XXI wieku liczba dni z temperaturą maksymalną > 25°C według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)
- Rycina 5.11. Prognozowana według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) liczba dni z temperaturą maksymalną > 25°C w poszczególnych województwach w ostatniej dekadzie XXI wieku
- Rycina 5.12. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) wartości średnie roczne (V_{śr}) prędkości wiatru oraz średnie dla lata (V_{śr_lato}) i zimy (V_{śr_zima}) w dekadzie 2091–2100 w poszczególnych województwach
- Rycina 5.13. Prognozowana według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) liczba dni z prędkością wiatru > 8 m·s⁻¹ w roku, latem i zimą w poszczególnych województwach w ostatniej dekadzie XXI wieku
- Rycina 5.14. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) roczne sumy opadu atmosferycznego w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku

- Rycina 5.15. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) sumy roczne opadu atmosferycznego w dekadzie 2091–2100 w poszczególnych województwach
- Rycina 5.16. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) liczby dni z opadem w roku (opad_dni), w miesiącach letnich (opad_dni_lato) i zimowych (opad_dni_zima) w dekadzie 2091–2100 w poszczególnych województwach
- Rycina 5.17. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) maksymalne (UTCI_max), minimalne (UTCI_min) i średnie roczne (UTCI_śr) wartości wskaźnika UTCI w kolejnych dekadach XXI wieku w odniesieniu do wartości obserwowanych w latach 1991–2000
- Rycina 5.18. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) częstości dni z dużym stresem ciepła (DSC) i dużym stresem zimna (DSZ) w kolejnych dekadach XXI wieku w odniesieniu do wartości obserwowanych w latach 1991–2000
- Rycina 5.19. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) zmiany minimalnych (dUTCI_min), maksymalnych (dUTCI_max) i średnich (dUTCI_śr) wartości wskaźnika UTCI pomiędzy dekadą 2091–2100 a wartościami obserwowanymi w latach 1991–2000 w poszczególnych województwach
- Rycina 5.20. Prognozowane według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1) zmiany częstości skrajnych kategorii wartości wskaźnika UTCI (DSZ – duży stres zimna, DSC – duży stres ciepła) pomiędzy dekadą 2091–2100 a wartościami obserwowanymi w latach 1991–2000 w poszczególnych województwach
- Rycina 6.1. Odsetek populacji w poszczególnych województwach w odniesieniu do całej populacji Polski, 2004–2013
- Rycina 6.2. Prognoza zmian ludności Polski do 2100 roku
- Rycina 6.3. Standaryzowany wskaźnik zachorowalności na nowotwory skóry w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)
- Rycina 6.4. Wskaźniki zachorowalności (na 100 tys. mieszkańców) na nowotwory skóry ogółem prognozowane dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B) na tle zapadalności obserwowanej współcześnie
- Rycina 6.5. Standaryzowany wskaźnik umieralności na nowotwory skóry w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)
- Rycina 6.6. Wskaźniki umieralności (na 100 tys. mieszkańców) na nowotwory skóry ogółem prognozowane dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B) na tle zapadalności obserwowanej współcześnie
- Rycina 6.7. Standaryzowany wskaźnik zachorowalności na boreliozę w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)
- Rycina 6.8. Wskaźniki zachorowalności (na 100 tys. mieszkańców) na boreliozę prognozowane dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B) na tle zapadalności obserwowanej współcześnie
- Rycina 6.9. Standaryzowany wskaźnik zachorowalności na salmonellozę w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)
- Rycina 6.10. Wskaźniki zachorowalności (na 100 tys. mieszkańców) na salmonellozę prognozowane dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B) na tle zapadalności obserwowanej współcześnie
- Rycina 6.11. Standaryzowany wskaźnik zachorowalności na grypę w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)
- Rycina 6.12. Wskaźniki zachorowalności (na 100 tys. mieszkańców) na grypę prognozowane dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B) na tle zapadalności obserwowanej współcześnie
- Rycina 6.13. Roczna liczba zgonów z powodu wychłodzenia organizmu w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)
- Rycina 6.14. Liczba zgonów z powodu wychłodzenia organizmu prognozowana dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B)
- Rycina 6.15. Standaryzowany wskaźnik umieralności z przyczyn układu oddechowego w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywany przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)

Rycina 6.16. Umieralność (na 100 tys. mieszkańców) z przyczyn układu oddechowego prognozowana dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B)

Rycina 6.17. Standaryzowany wskaźnik umieralności z powodu dysfunkcji układu krążenia w Polsce w kolejnych dekadach XXI wieku przewidywana przy uwzględnieniu różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)

Rycina 6.18. Umieralność (na 100 tys. mieszkańców) z przyczyn układu krążenia prognozowana dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B)

Rycina 6.19. Przewidywana roczna liczba zgonów spowodowanych stresem ciepła w kolejnych dekadach XXI wieku według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)

Rycina 6.20. Liczba zgonów spowodowanych stresem ciepła (ZSC) prognozowana dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B)

Rycina 6.21. Średnia roczna liczba zgonów spowodowanych stresem zimna w kolejnych dekadach XXI wieku według różnych scenariuszy SRES (A1B, A2, B1)

Rycina 6.22. Liczba zgonów spowodowanych stresem zimna (ZSZ) prognozowana dla lat 2091–2100 przy zastosowaniu różnych scenariuszy SRES (A2, B1 i A1B)

Spis tabel

- Tabela 1.1. Oddziaływania ekologiczne i zdrowotne poszczególnych elementów klimatu
- Tabela 2.1. Charakterystyki statystyczne (wartość p , współczynnik korelacji – r , współczynnik determinacji – R^2) i trendów zmian analizowanych parametrów temperatury powietrza w Polsce w okresie 1973–2014
- Tabela 2.2. Charakterystyki statystyczne (wartość p , współczynnik korelacji – r , współczynnik determinacji – R^2) i trendy zmian analizowanych parametrów parności w Polsce w okresie 1973–2014
- Tabela 2.3. Charakterystyki statystyczne (wartość p , współczynnik korelacji – r , współczynnik determinacji – R^2) i trendy zmian analizowanych parametrów prędkości wiatru w Polsce w okresie 1973–2014
- Tabela 2.4. Charakterystyki statystyczne (wartość p , współczynnik korelacji – r , współczynnik determinacji – R^2) i trendy zmian analizowanych parametrów opadu w Polsce w okresie 1973–2014
- Tabela 3.1. Klimatyczne prognozy aktywności kleszczy
- Tabela 3.2. Działanie biologiczne promieniowania słonecznego o różnych zakresach widma
- Tabela 3.3. Prognozy maksymalnej wartości temperatury pozornej oraz odsetek wzrostu umieralności spowodowanej podwyższeniem temperatury pozornej o 1°C ponad poziom progowy
- Tabela 3.4. Zdrowotne konsekwencje odwodnienia organizmu
- Tabela 3.5. Średnia, maksymalna i minimalna dzienna liczba zgonów oraz względne ryzyko zgonu w Warszawie w różnych kategoriach obciążeń cieplnych, 1993–2002
- Tabela 3.6. Współczynniki korelacji pomiędzy wartościami wskaźnika UTCI a dobową liczbą zgonów występujących w Warszawie, 1993–2002
- Tabela 3.7. Średnie wartości względnego ryzyka zgonu (%) związanego z dużym stresem zimna (WRZ_DSZ) i dużym stresem ciepła (WRZ_DSC) w wybranych miastach Polski, 1993–2001
- Tabela 4.1. Wskaźniki oddziaływania klimatu stosowane w odniesieniu do zdarzeń zdrowotnych związanych z ekstremalnymi warunkami pogodowymi
- Tabela 4.2. Statystyczne modele regresji pomiędzy różnymi zmiennymi klimatycznymi a zachorowalnością i umieralnością na choroby klimatozależne
- Tabela 4.3. Standaryzowane wskaźniki dobowej umieralności (na 100 000 mieszkańców) dla różnych miast w Polsce (1993–2001) przy różnych kategoriach obciążeń cieplnych: dużym stresem zimna (DSZ), umiarkowanym stresem zimna (USZ), warunkach termoneutralnych (TN), umiarkowanym stresem ciepła (USC), dużym stresem ciepła (DSC)
- Tabela 5.1. Zmiany ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$) sum całkowitego promieniowania słonecznego w okresie letnim pomiędzy dekadami 2091–2100 i 2021–2030 w poszczególnych województwach według różnych scenariuszy SRES
- Tabela 6.1. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika zachorowalności na nowotwory skóry w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1999–2012
- Tabela 6.2. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika umieralności na nowotwory skóry w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1999–2012
- Tabela 6.3. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika zachorowalności na boreliozę w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 2003–2014
- Tabela 6.4. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika zachorowalności na salmonellozę w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1999–2014
- Tabela 6.5. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika zachorowalności na gripę w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1999–2014
- Tabela 6.6. Zmiany (%) średniej rocznej liczby zgonów z powodu wychłodzenia organizmu w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1990–2014

Tabela 6.7. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika umieralności z przyczyn układu oddechowego w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1990–2012

Tabela 6.8. Zmiany (%) standaryzowanego wskaźnika umieralności z przyczyn układu krążenia w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 1990–2012

Tabela 6.9. Zmiany (%) rocznej liczby zgonów spowodowanych stresem ciepła w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 2001–2010

Tabela 6.10. Zmiany (%) rocznej liczby zgonów spowodowanych stresem zimna w poszczególnych okresach XXI wieku wg różnych scenariuszy SRES w stosunku do wartości obserwowanych w latach 2001–2010

Tabela 8.1. Przewidywane zmiany wskaźników zachorowalności i umieralności na choroby klimatozależne w Polsce dla okresu 2081–2100

CONTENTS

1. INTRODUCTION	9
1.1. Direct impacts of climate on health status	11
1.2. Indirect impacts of climate on health status	13
1.3. Materials and methods	16
2. CHANGES OF CLIMATE CONDITIONS IN POLAND IN THE PERIOD 1973–2014	21
2.1. Air temperature	21
2.2. Sultry days	28
2.3. Oppressing biothermal conditions	30
2.4. Wind	32
2.5. Precipitation	33
3. CLIMATE RELATED DISEASES AND THEIR VARIABILITY IN POLAND	37
3.1. Cardiovascular diseases and deaths	39
3.2. Respiratory diseases and deaths	42
3.3. Deaths due to extreme weather conditions	44
3.4. Seasonal diseases	46
3.4.1. Influenza	47
3.4.2. Digestive intoxications	49
3.4.3. Vector born diseases	53
3.5. Skin cancer	59
3.6. Diseases and deaths caused by oppressing biothermal conditions	68
3.7. Allergies	77
4. STATISTICAL RELATIONSHIPS BETWEEN CLIMATE VARIABLES AND CLIMATE RELATED MORTALITY AND MORBIDITY	81
4.1. Measures of climate impacts on climate related diseases	81
4.2. Epidemiological measures of health status sensitivity to climate variables	83
4.3. Statistical models of climate related morbidity and mortality	84
5. PROJECTIONS OF CLIMATE VARIABLES IN POLAND TO THE YEAR 2100	91
5.1. Solar radiation	93
5.2. Air temperature	98
5.3. Wind	106
5.4. Precipitation	109
5.5. Biothermal conditions	112
6. PREDICTION OF CLIMATE RELATED MORBIDITY AND MORTALITY TO THE YEAR 2100	121
6.1. Skin cancer	123

6.1.1. Skin cancer morbidity	123
6.1.2. Skin cancer mortality	126
6.2. Lyme boreliosis	128
6.3. Salmonella intoxication	131
6.4. Influenza	134
6.5. Overcooling deaths	137
6.6. Respiratory mortality	140
6.7. Cardiovascular mortality	143
6.8. Heat stress and cold stress mortality	146
7. PROPOSALS FOR ADAPTATION OF HEALTH CARE SYSTEM	153
7.1. Factors influencing health care system	153
7.2. Adaptation actions necessary to reduce climate change effects	154
8. CONCLUSIONS	157
BIBLIOGRAPHY	161
SUMMARY	177
LIST OF FIGURES	183
LIST OF TABLES	186
APPENDICES:	
1. Distribution of various characteristics of heat stress in Poland projected by different climate change scenarios	187
2. Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of skin cancer cases in Poland and in particular voivodships	192
3. Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of skin cancer deaths in Poland and in particular voivodships	195
4. Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of Lyme boreliosis infections in Poland and in particular voivodships	198
5. Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of salmonellosis intoxications in Poland and in particular	201
6. Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of influenza infections in Poland and in particular voivodships	204
7. Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of respiratory deaths in Poland and in particular voivodships	207
8. Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of cardiovascular deaths in Poland and in particular voivodships	210
9. Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of deaths caused by heat stress in Poland and in particular voivodships and consecutive decades	213
10. Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of deaths caused by cold stress in Poland and in particular voivodships	216

SUMMARY

Influence of climate on health status in Poland and projections to the year 2100

Introduction

The great number of researches conducted over last dozens years proved essential changes in the global climatic system. If the actual trends of the air temperature rise as well as the rise of the frequency of the extreme weather phenomena (heat waves, thunderstorms, floods, droughts, cyclones) would remain on the same level in the coming years it could: limit water and food resources, change the extent of many plant' and animal' species, cause great economic loses. The climate changes will influence also the health of humans.

People are exposed to climate changes directly and indirectly, by the changes of water resources, air quality, food quality and quantity, changes in ecosystems, agriculture, standard of living or infrastructure (Confalonieri et al. 2007). All those changes result in many health problems.

The aim of research was to assess the health and epidemiologic problems that could occur in different regions of Poland to the year 2100 in relation to projected climate changes. The proposed assessment bases on the concept of "climate related diseases" (CRD) which includes: 1) those caused directly by weather factors, 2) those which intensify under specific weather and 3) those which are spread as an effect of the impact of weather.

To assess climate impacts on health status we have compared two independent data bases: epidemiological and climatological. Epidemiological data were adapted from national and European statistical data bases. The following climate related diseases were taking into consideration: salmonellosis intoxications (period 1999–2014), Lyme boreliosis (1996–2014), skin cancers (morbidity – 1999–2012 and mortality 1973–2012), influenza (1973–2014), weather caused deaths (1990–2014), respiratory and circulatory mortality (1973–2012). We also have used daily reports

of total mortality in 9 cities in Poland for the period 1993–2001. Climatological data base consists of daily values of air temperature (mean, max and min) and humidity, wind speed, precipitation from the period 1973–2014, taken from NOAA database for 26 meteorological stations in Poland. For the period 1993–2001 we also have used daily meteorological values from 9 stations for which daily mortality reports were analysed.

The research consisted of two stages: statistical modelling basing on past data (climatological and epidemiological) and Projections of CRD for three climate change SRES scenarios (A1B, A2, B1) – Figure 1.2.

Evidence of CRD and climate variables

During the period 1973–2014 significant fluctuations and changes in CRD were observed. Great increase was found in Lyme boreliosis infections (from 10 to 35 per 100 000) and skin cancer morbidity (from 17 to about 30 per 100 000). However, respiratory mortality is slightly rising during last 20 years (from 30 to 50 per 100 000). We have also found significant increase in biothermal conditions responsible for 16% increase of the risk of heat- and cold-stress mortality. For other health problems temporal fluctuations were recognised. The number of cold wave victims ranges from 50 in 1997 to almost 300 in 2009. The number of influenza cases over the years 1960–2009 was diversified and changes from less than 100 thousands in 1990 to over 6 million in 1971. During the last 40 years we observe in Poland great fluctuations in salmonellosis intoxications. Its the greatest amount was noted in the periods 1985–1990 and 1995–2000. Last 15 years bring gradual decrease in salmonellosis cases from 60 to about 22 per 100 000. The level of cardiovascular mortality is relatively stable in the last 20 years (about 450 per 100 000).

When analysing changes in climate variables we have observed statistically significant increase in summer air temperature as well as extreme temperatures (maximum and minimum). Significantly, there also rised numbers of hot and sultry days. Considering biothermal conditions we have found great increase in heat stress days and simultaneously – decrease in cold stress days. Decrease in non-windy days was also noted.

Indicators of climate impacts on climate related diseases

Several indicators which describe influence of climate on some CRD were recognised. The indicators were developed by statistical relationships between mortality and morbidity rates and climate variables. Simple and multiply regression models were found. For the particular health problems the following statistical models were found.

- ▶ Skin cancer morbidity per 100 000: $-60.84 + 0.05311 \cdot K_{glob_summer}$,
- ▶ Skin cancer mortality per 100 000: $1.32 + 0.001597 \cdot K_{glob_summer}$,

- ▶ Lyme boreliosis infections per 100 000: $-59.1 + 3.71 \cdot T_{\min_avg_XI-III} + 0.046 \cdot Prec_totals_V-IX + 3.25 \cdot T_{\max_avg_V-IX}$,
- ▶ Salmonellosis intoxications per 100 000: $-307.84 - 9.42 \cdot T_{\min_avg_summer} - 1.91 \cdot T_{\max>25_summer} + 29.38 \cdot T_{avg_summer} - 6.59 \cdot T_{\max_avg_summer} + 4.87 \cdot T_{\max_summer}$,
- ▶ Influenza morbidity per 100 000: $18178,5 - 1598,87 \cdot T_{avg_winter} + 1807,19 \cdot T_{\min_avg_winter} - 1799,69 \cdot T_{\max_avg_winter} - 12,26 \cdot T_{\max<0_winter}$,
- ▶ Cardiovascular mortality per 100 000: $325,55 + 4,25 \cdot T_{\min<-10} - 1,63 \cdot T_{\max>25} - 2,11 \cdot Sultry\ days + 12,87 \cdot T_{\min_avg} - 93,29 \cdot T_{\max_avg} + 143,88 \cdot T_{avg}$,
- ▶ Respiratory mortality per 100 000: $72,06 - 45,03 \cdot T_{avg_winter} + 17,43 \cdot T_{\max_avg_winter} - 1,09 \cdot T_{avg} + 21,73 \cdot T_{\min_avg_winter} - 0,53 \cdot T_{\max<0} + 0,044 \cdot T_{\min<-10} + 1,04 \cdot V>8_winter$,
- ▶ Overcooling deaths: $183,0 + 13,18 \cdot T_{\min_winter} - 3,78 \cdot T_{\min_avg_winter}$.

The climate variables used in models are:

- ▶ summer totals of global solar radiation (K_{glob_summer}),
- ▶ mean yearly air temperature (T_{avg}),
- ▶ mean air temperature for periods (T_{avg_summer} , T_{avg_winter}),
- ▶ mean yearly minimum air temperature (T_{\min_avg}),
- ▶ mean minimum air temperature for periods ($T_{\min_avg_summer}$, $T_{\min_avg_winter}$, $T_{\min_avg_V-IX}$, $T_{\min_avg_XI-III}$),
- ▶ mean yearly maximum air temperature (T_{\max_avg}),
- ▶ mean maximum air temperature for periods ($T_{\max_avg_summer}$, $T_{\max_avg_winter}$, $T_{\max_avg_V-IX}$, $T_{\max_sr_XI-III}$),
- ▶ lowest yearly minimum air temperature (T_{\min}),
- ▶ lowest minimum air temperature for periods (T_{\min_summer} , T_{\min_winter} , T_{\min_V-IX} , T_{\min_XI-III}),
- ▶ highest yearly maximum air temperature (T_{\max}),
- ▶ highest maximum air temperature for periods (T_{\max_summer} , T_{\max_winter} , T_{\max_V-IX} , T_{\max_XI-III}),
- ▶ annual number of days with maximum air temperature $< 0^{\circ}\text{C}$ ($T_{\max<0}$),
- ▶ annual number of days with maximum air temperature $> 25^{\circ}\text{C}$ ($T_{\max>25}$),
- ▶ summer number of days with maximum air temperature $> 25^{\circ}\text{C}$ ($T_{\max>25_summer}$),
- ▶ annual number of days with minimum air temperature $< -10^{\circ}\text{C}$ w roku ($T_{\min<-10}$),
- ▶ annual number of sultry days ($sultry$),
- ▶ precipitation totals for period ($Prec_totals_V-IX$),
- ▶ winter number of windy days ($V>8_winter$).

To assess number of heat- and cold related deaths the following algorithms were used:

▶ for moderate cold stress (MCS):

$2.59 \cdot (\text{population}/100\,000) \cdot \text{annual number of MCS days}$,

▶ for great cold stress (GCS):

$2.89 \cdot (\text{population}/100\,000) \cdot \text{annual number of GCS days}$,

▶ for moderate heat stress (MHS):

$2.58 \cdot (\text{population}/100\,000) \cdot \text{annual number of MHS days}$,

▶ for great heat stress (GHS):

$2.87 \cdot (\text{population}/100\,000) \cdot \text{annual number of GHS days}$.

Projected changes of climate variations

The projections of climate variables were adapted from METEONORM 7 software package. It generates set of variables for consecutive decades of 21st century using the average values of climate elements obtained from 18 climate models as a part of 4th assessment report of IPCC (Meehl et al. 2007). The simulations were made for three different emission scenarios: B1 (low), A1B (temperate) and A2 (high) – Nakicenovic et al. 2003. The anomalies of temperature, precipitation and global radiation of the periods 2011–2030, 2046–2065, 2080–2099 were used by METEONORM for the calculation of future time periods with decadal resolution.

Generated values of essential climate elements allowed for establishing data base of climatic health indicators (see chapter 4) and for the calculations of universal thermal climate index UTCI as a basis of assessment of heat stress and cold stress mortality risks.

In general, for central Europe climate models predict slight increase of global solar radiation up to about 4% at the end of 21st century. The differences between SRES scenarios are insignificant (Fig. 5.2). Considerably greater are forecasted changes in air temperature. Depending on climate scenario increase in this variable can reach at the end of century up to 9.2°C, with relative increase of 1.1–2.5°C (Fig. 5.6). We also must expect great increase in hot and sultry days (Fig. 5.10). Projected changes in wind speed are rather insignificant. However, precipitation totals and number of days with precipitation will vary depending on SRES scenario, from slight changes (with scenario A2) to significant increase (with scenarios A1B and B1) – Figure 5.15.

Projections of population health

For the projections of morbidity and mortality rates of climate related diseases (CRD) the regression equations presented above were used. It was assumed that relations founded for whole Poland are represented also for particular voivodships and the level of health indicators will depend on regional differentiations of climate

variables. There were calculated standardised morbidity and mortality rates per 100 000 inhabitants as well as changes in these rates in relation to their currently observed values. For particular decades of 21st century there were also calculated absolute amounts of CRD cases (infections and/or deaths). In this purpose the population projection, prepared in the frame of KLIMADA project, was applies. Such projection assumes that population of Poland will fall from 38.3 million in 2010 to 28.7 million in 2100 (25% decrease, Fig. 6.2).

At the end of 21st century due to predicted climate change we should expect changes in CRD indicators. Depending on climatic factors influencing CRD the changes can have positive or negative character. We must expect increase in: heat stress mortality (Fig. 6.19), cardiovascular mortality (Fig. 6.21), Lyme boreliosis infections (Fig. 6.7) and skin cancer morbidity (Fig. 6.3) and mortality (Fig. 6.5). However, there is also predicted decrease in: cold stress mortality (Fig. 6.17), respiratory mortality (Fig. 6.15), overcooling mortality (Fig. 6.13) and influenza morbidity (Fig. 6.11). In salmonellosis intoxications (Fig. 6.9) projections show slight fluctuations during 21st century without any clear tendencies (Table 8.1).

Desired adaptation actions

As the society we must adapt various elements of health care system (HCS) to expected changes in health status due to climate change. The necessary adaptation procedures can be presented in two groups: short-term and long-term.

As short-term adaptation procedures we can list:

- ▶ to equip hospitals, outpatient surgeries and other HCS objects in air conditioning and refrigerating units,
- ▶ to prepare medical staff for urgent weather related accidents including heat and cold stress,
- ▶ to store sufficient amount of seasonal supply materials (ice, gypsum etc.),
- ▶ adequate protection of work places exposed to climate factors (including heat waves) to minimize their negative effects.

The long-term, permanent actions will consist of:

- ▶ watch warning system informing society and health care authorities of extreme weather events which can cause accidents or health problems,
- ▶ periodical courses improving skills of medical personnel for diagnosis and treatment of CRD,
- ▶ implementation of educational programs dealing with influences of climate and environmental pollutions on human health,
- ▶ organization of laboratories of early diagnosis of tick borne diseases,
- ▶ modernization of laboratories of early diagnosis of cardiovascular disorders,

- ▶ improvement of infrastructure in hospitals, outpatients surgeries, health resorts and other objects of health care system,
- ▶ promotion and prophylactic of the quality of drinking water and food,
- ▶ improvement of air quality (developing mechanisms reducing emission of pollutants),
- ▶ interactive system for monitoring and registration of CRD,
- ▶ funds for scientific research in epidemiology, toxicology and climate physiology leading to better knowledge of CRD mechanisms.

Informational system in health prophylactic, including periodical health examination, promotion of healthy nutrition and life style, pre-medical aid and appropriate reactions for extreme weather events.

List of Figures

- Figure 1.1. Connections between climate changes and their causes and the changes in ecosystems, health status and socioeconomic development
- Figure 1.2. Methodology scheme regarding the generation of projections of climate related diseases
- Figure 2.1. Mean spatial values of air temperature in consecutive years of the period 1973–2014
- Figure 2.2. Average spatial values of mean minimum air temperature in consecutive years of the period 1973–2014
- Figure 2.3. Average spatial values of mean maximum air temperature in consecutive years of the period 1973–2014
- Figure 2.4. Average spatial values of lowest minimum air temperature in consecutive years of the period 1973–2014
- Figure 2.5. Average spatial values of highest maximum air temperature in consecutive years of the period 1973–2014
- Figure 2.6. Spatial average number of hot days in the years 1973–2014
- Figure 2.7. Spatial average number of sultry days in the years 1973–2014
- Figure 2.8. Changes in the frequency of days with great cold stress (DSZ) and great heat stress (DSC)
- Figure 2.9. Frequency (%) of days with great cold stress (DSZ) and great heat stress (DSC) in selected cities in Poland, 1993–2002
- Figure 2.10. Spatial average number of days with very weak ($v < 1$) and strong ($v > 8$) wind in the years 1973–2014
- Figure 2.11. Spatial average precipitation totals in the years 1973–2014
- Figure 2.12. Spatial average number of precipitation days (Opad_dni)
- Figure 3.1. Structure of diseases due to various systems reported by outpatient surgery at Grochów (Warsaw), 1994–1995
- Figure 3.2. Total number of patients registered monthly in outpatient surgery at Grochów (Warsaw) from July 1994 till December 1995
- Figure 3.3. Monthly number of patients with cardiovascular diseases in outpatients surgery at Grochów (Warsaw) from July 1994 till December 1995
- Figure 3.4. Changes of cardiovascular mortality in Poland
- Figure 3.5. Monthly number of patients with respiratory tract diseases in outpatients surgery at Grochów (Warsaw) from July 1994 till December 1995
- Figure 3.6. Changes of respiratory mortality in Poland
- Figure 3.7. Changes in number of overcooling deaths in Poland
- Figure 3.8. Mean monthly influenza infections in Poland in the years 1975–2010
- Figure 3.9. Changes of influenza morbidity in Poland, 1973–2014
- Figure 3.10. Mean annual influenza infections (per 100 000 inhabitants) in particular voivodships in Poland, 1973–2014
- Figure 3.11. Percentage of years in particular voivodships with registered number of influenza infections higher than average for Poland, 1973–2014
- Figure 3.12. Changes of bacterial intoxications in Poland
- Figure 3.13. Monthly numbers of bacterial intoxications and mean monthly air temperature in Poland, 1999–2014
- Figure 3.14. Changes of salmonellosis intoxications in Poland
- Figure 3.15. Mean yearly number of salmonellosis intoxications (per 100 000 inhabitants) in particular voivodships, 1999–2014
- Figure 3.16. Changes of Lyme boreliosis infections in Poland
- Figure 3.17. Mean yearly number (per 100 000 inhabitants) of Lyme boreliosis infections in particular voivodships, 2003–2014
- Figure 3.18. Changes of tick born viral encephalitis in Poland, 1993–2014
- Figure 3.19. Mean yearly number (per 100 000 inhabitants) of tick born viral encephalitis in particular voivodships, 1999–2014

- Figure 3.20. Changes in melanoma deaths in Poland and total ozone content over Poland (Geophysical Observatory in Belsk) (the blue line presents a polynomial function of ozone content)
- Figure 3.21. Relationships between monthly sums of global solar radiation (K_{glob}) and mean monthly values of UV index (UVI)
- Figure 3.22. Changes in skin cancer morbidity in Poland, 1999–2012
- Figure 3.23. Changes in skin melanoma morbidity in Poland, 1999–2012
- Figure 3.24. Mean yearly number of skin cancer morbidity (per 100 000 inhabitants) in particular voivodships, 1999–2012
- Figure 3.25. Mean yearly number of skin melanoma morbidity (per 100 000 inhabitants) in particular voivodships, 1999–2012
- Figure 3.26. Changes in skin cancer mortality in Poland, 1999–2012
- Figure 3.27. Changes in skin melanoma mortality in Poland, 1999–2012
- Figure 3.28. Mean yearly number of mortality (per 100 000 inhabitants) on all skin cancers (left panel) and skin melanoma (right panel) in particular voivodships, 1999–2012
- Figure 3.29. Mean yearly skin cancer mortality (in total and skin melanoma) in particular voivodships, 1999–2012
- Figure 3.30. Relationships between physiological subjective temperature (PST) and daily total mortality rates (TM) in selected European agglomerations in chosen months, 1991–2000
- Figure 5.1. Schematic view of the changes of anthropogenic factors of climate change, CO_2 concentration and projected increase in air temperature to the year 2100
- Figure 5.2. Spatial averages of yearly totals of global solar radiation (K_{glob}) in Poland in consecutive decades of 21st century projected by different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 5.3. Spatial averages of summer totals of global solar radiation (K_{glob}) in Poland in consecutive decades of 21st century projected by different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 5.4. Yearly totals of global solar radiation (K_{glob}) in particular voivodships in selected decades of 21st century projected by different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 5.5. Yearly totals of sunshine duration in Poland in consecutive decades of 21st century projected by different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 5.6. Projections of mean yearly air temperature in Poland in consecutive decades of 21st century due to various SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 5.7. Projections of mean yearly values of maximum (T_{max_sr}) and minimum (T_{min_sr}) air temperature in Poland in consecutive decades of 21st century due to various SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 5.8. Values of mean seasonal (T_{sr}), maximum (T_{max_sr}) and minimum (T_{min_sr}) air temperature in summer (lato) and winter (zima) months in consecutive decades of 21st century projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 5.9. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) for decade 2091–2100 average yearly values of mean (T_{sr}), maximum (T_{max_sr}) and minimum (T_{min_sr}) air temperature in particular voivodships
- Figure 5.10. Projected for consecutive decades of 21st century by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) yearly number of days with maximum air temperature $> 25^\circ C$
- Figure 5.11. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) yearly number of days with maximum air temperature $> 25^\circ C$ in particular voivodships in the last decade of 21st century
- Figure 5.12. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) for decade 2091–2100 average yearly values of wind speed (V_{sr}) as well as mean values for summer (V_{sr_lato}) and winter (V_{sr_zima}) in particular voivodships
- Figure 5.13. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) yearly ($v > 8$), summer ($v > 8_lato$) and winter ($v > 8_zima$) number of days with wind speed $> 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ in particular voivodships in the last decade of 21st century
- Figure 5.14. Projections of yearly totals of precipitation in Poland in consecutive decades of 21st century due to various SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 5.15. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) for decade 2091–2100 yearly totals of precipitation in particular voivodships
- Figure 5.16. Projected by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) for decade 2091–2100 number of days with precipitation in year (opad_dni), summer (opad_dni_lato) and winter (opad_dni_zima) in particular voivodships

- Figure 5.17. Predicted by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) maximum (UTCI_max), minimum (UTCI_min) i yearly average (UTCI_sr) values of UTCI index in consecutive decades of 21st century in relation to values observed in the years 1991–2000
- Figure 5.18. Predicted by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) frequency of days with great heat stress (DSC) and great cold stress (DSZ) in consecutive decades of 21st century in relation to values observed in the years 1991–2000
- Figure 5.19. Predicted by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) changes of maximum (dUTCI_max), minimum (dUTCI_min) i yearly average (dUTCI_sr) values of UTCI index between decade 2091–2100 and values observed in the years 1991–2000 in particular voivodships
- Figure 5.20. Predicted by various SRES scenarios (A1B, A2, B1) changes in frequency of extreme UTCI categories (DSZ – great cold stress, DSC – great heat stress) between decade 2091–2100 and values observed in the years 1991–2000 in particular voivodships
- Figure 6.1. Percentage of population in particular voivodships in relations to the whole Poland population, 2004–2013
- Figure 6.2. Prediction of Poland's population to the year 2100
- Figure 6.3. Projections of skin cancer morbidity index in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 6.4. Skin cancer morbidity (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B) on the background of its current values
- Figure 6.5. Projections of skin cancer mortality in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 6.6. Skin cancer mortality (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B) on the background of its current values
- Figure 6.7. Projections of Lyme boreliosis morbidity index in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios(A1B, A2, B1)
- Figure 6.8. Lyme boreliosis morbidity (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B) on the background of its current values
- Figure 6.9. Projections of salmonellosis intoxication index in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 6.10. Salmonellosis morbidity (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B) on the background of its current values
- Figure 6.11. Projections of influenza morbidity in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 6.12. Influenza morbidity (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B) on the background of its current values
- Figure 6.13. Projections of yearly overcooling deaths in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 6.14. Number of overcooling deaths projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B)
- Figure 6.15. Projections of respiratory mortality in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 6.16. Respiratory mortality (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B)
- Figure 6.17. Projections of cardiovascular mortality in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 6.18. Circulatory mortality (per 100 000 inhabitants) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B)
- Figure 6.19. Projections of yearly amount of deaths caused by heat stress in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 6.20. Number of deaths caused by heat stress (ZSC) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B)
- Figure 6.21. Projections of yearly amount of deaths caused by cold stress in Poland in consecutive decades of 21st century when considering different SRES scenarios (A1B, A2, B1)
- Figure 6.22. Number of deaths caused by cold stress (ZSZ) projected for the years 2091–2100 with different SRES scenarios (A2, B1, A1B)

List of Tables

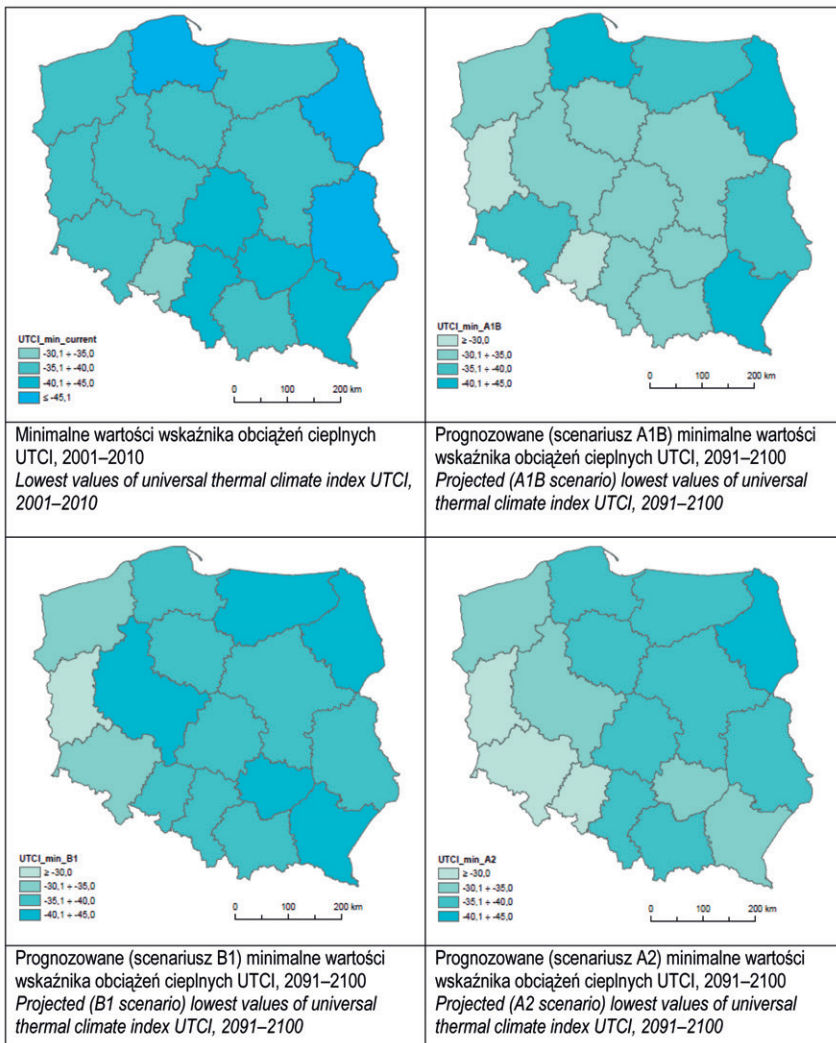
- Table 1.1. Ecological and health effects of particular climate elements
- Table 2.1. Statistical characteristics (p-value, correlation coefficient – r, determination coefficient – R²) and trends in air temperature parameters in Poland, 1973–2014
- Table 2.2. Statistical characteristics (p-value, correlation coefficient – r, determination coefficient – R²) and trends of sultriness parameters in Poland, 1973–2014
- Table 2.3. Statistical characteristics (p-value, correlation coefficient – r, determination coefficient – R²) and trends of wind speed parameters in Poland, 1973–2014
- Table 2.4. Statistical characteristics (p-value, correlation coefficient – r, determination coefficient – R²) and trends of precipitation parameters in Poland, 1973–2014
- Table 3.1. Climatic thresholds of *Ixodes ricinus*
- Table 3.2. Biological activity of various spectral ranges of solar radiation
- Table 3.3. Thresholds of apparent temperature and percentage of mortality increase due to increase of apparent temperature of 1°C above threshold level
- Table 3.4. Health symptoms of organism dehydration
- Table 3.5. Average, maximum and minimum daily mortality rates and relative death risk in Warsaw in different categories of heat stress, 1993–2002
- Table 3.6. Correlation coefficients between UHCI values and daily number of deaths in Warsaw, 1993–2002
- Table 3.7. Mean values of relative risk of death (%) due to great cold stress (WRZ_DSZ) and to great heat stress (WRZ_DSC) in selected Polish cities, 1993–2001
- Table 4.1. Indicators of climate impacts used for particular extreme weather conditions
- Table 4.2. Regression models of climate related mortality and morbidity
- Table 4.3. Standardized indicators (per 100 000 inhabitants) of daily mortality in selected cities in Poland (1993–2001) observed at different categories of heat stress: great cold stress (DSZ), moderate cold stress (USZ), thermoneutral conditions (TN), moderate heat stress (USC), great heat stress (DSC)
- Table 5.1. Changes (MJ·m⁻²) of summer totals of global solar radiation between decades 2091–2100 and 2021–2030 in particular voivodships projected by various SRES scenarios
- Table 6.1. Changes (in %) skin cancer morbidity index in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1999–2012
- Table 6.2. Changes (in %) skin cancer mortality in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1999–2012
- Table 6.3. Changes (in %) Lyme boreliosis morbidity index in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 2003–2014
- Table 6.4. Changes (in %) salmonellosis morbidity index in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1999–2014
- Table 6.5. Changes (in %) influenza morbidity in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1999–2014
- Table 6.6. Changes (in %) mean yearly overcooling deaths in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1990–2014
- Table 6.7. Changes (in %) respiratory mortality in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1990–2012
- Table 6.8. Changes (in %) cardiovascular mortality in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 1990–2012
- Table 6.9. Changes (in %) yearly amount of deaths caused by heat stress in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 2001–2010
- Table 6.10. Changes (in %) yearly amount of deaths caused by cold stress in particular decades of 21st century due to various SRES scenarios in relations to the values observed in the years 2001–2010
- Table 8.1. Predicted changes of the indicators of climate related diseases in Poland for the years 2081–2100

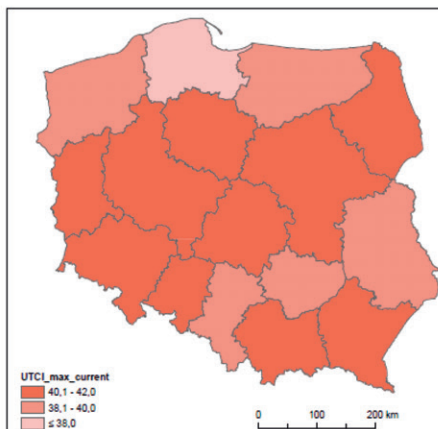
Załącznik 1

Appendix 1

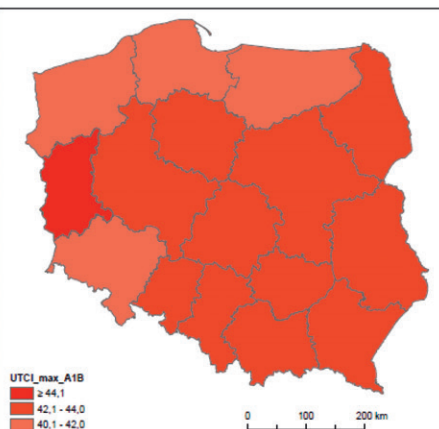
Rozkład charakterystyk obciążeń cieplnych na obszarze Polski prognozowanych przez różne scenariusze zmian klimatu

Distribution of various characteristics of heat stress in Poland projected by different climate change scenarios

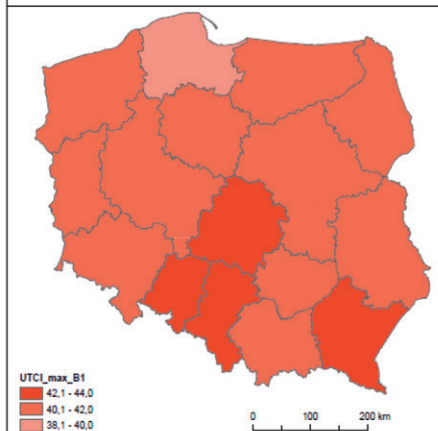




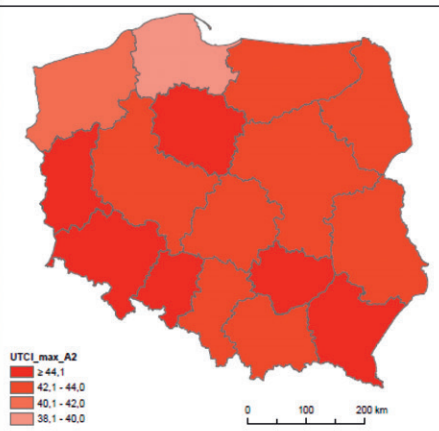
Maksymalne wartości wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI, 2001–2010
Highest values of universal thermal climate index UTCI, 2001–2010



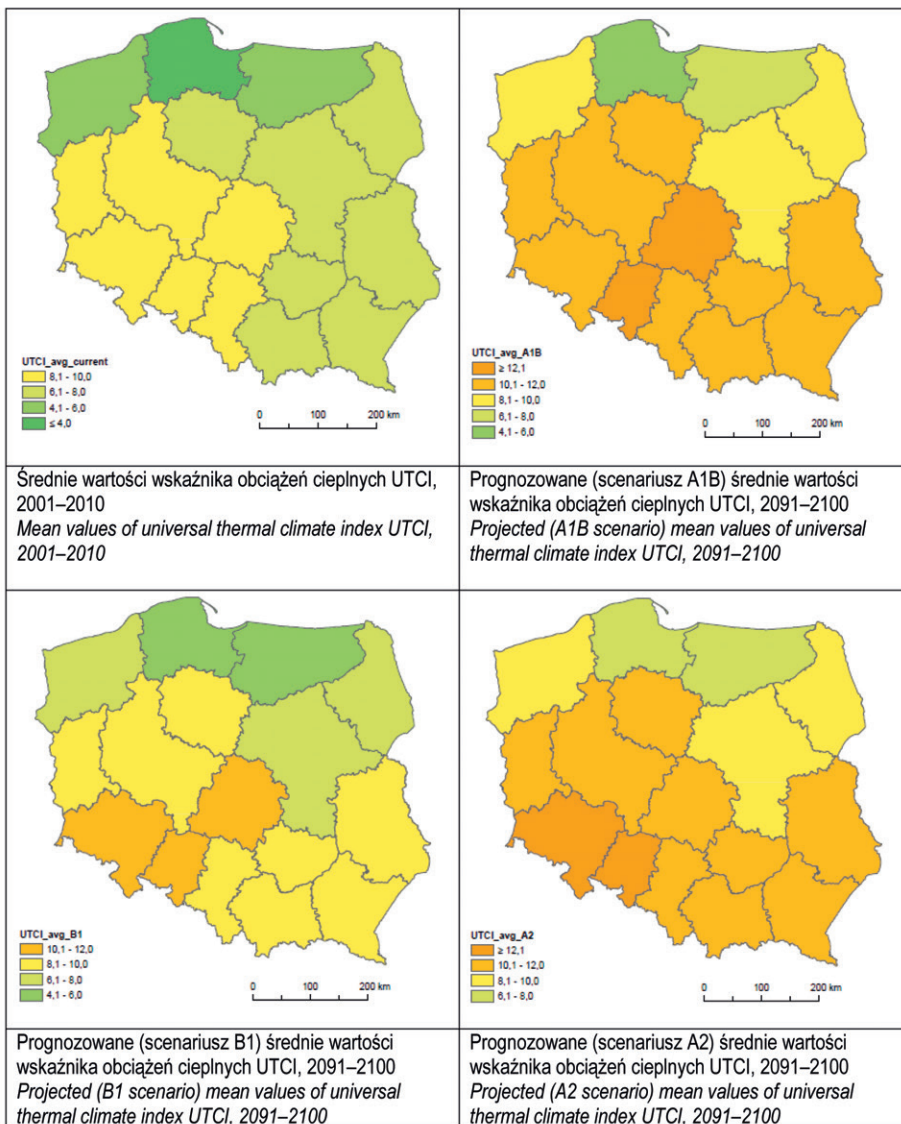
Prognozowane (scenariusz A1B) maksymalne wartości wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI, 2091–2100
Projected (A1B scenario) highest values of universal thermal climate index UTCI, 2091–2100

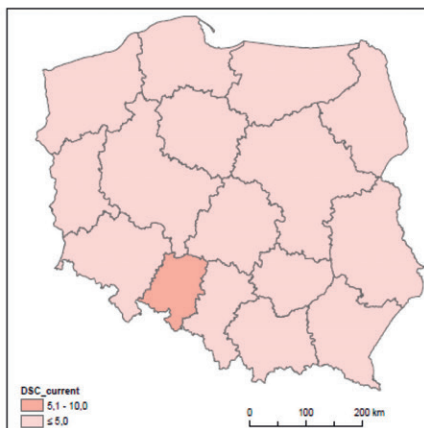


Prognozowane (scenariusz B1) maksymalne wartości wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI, 2091–2100
Projected (B1 scenario) highest values of universal thermal climate index UTCI, 2091–2100

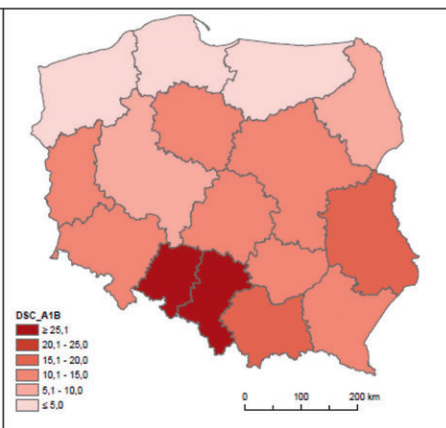


Prognozowane (scenariusz A2) maksymalne wartości wskaźnika obciążeń cieplnych UTCI, 2091–2100
Projected (A2 scenario) highest values of universal thermal climate index UTCI, 2091–2100

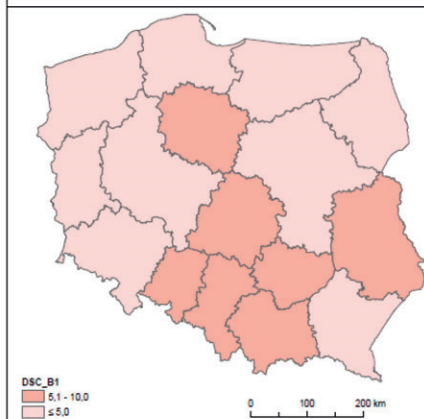




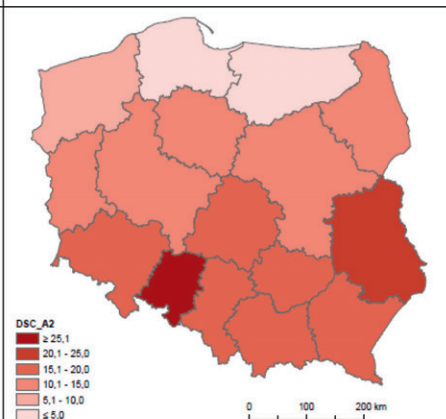
Średnia liczba dni z dużym stresem ciepła (UTCI > 32°C), 2001–2010
Mean number of days with great heat stress (UTCI > 32°C), 2001–2010



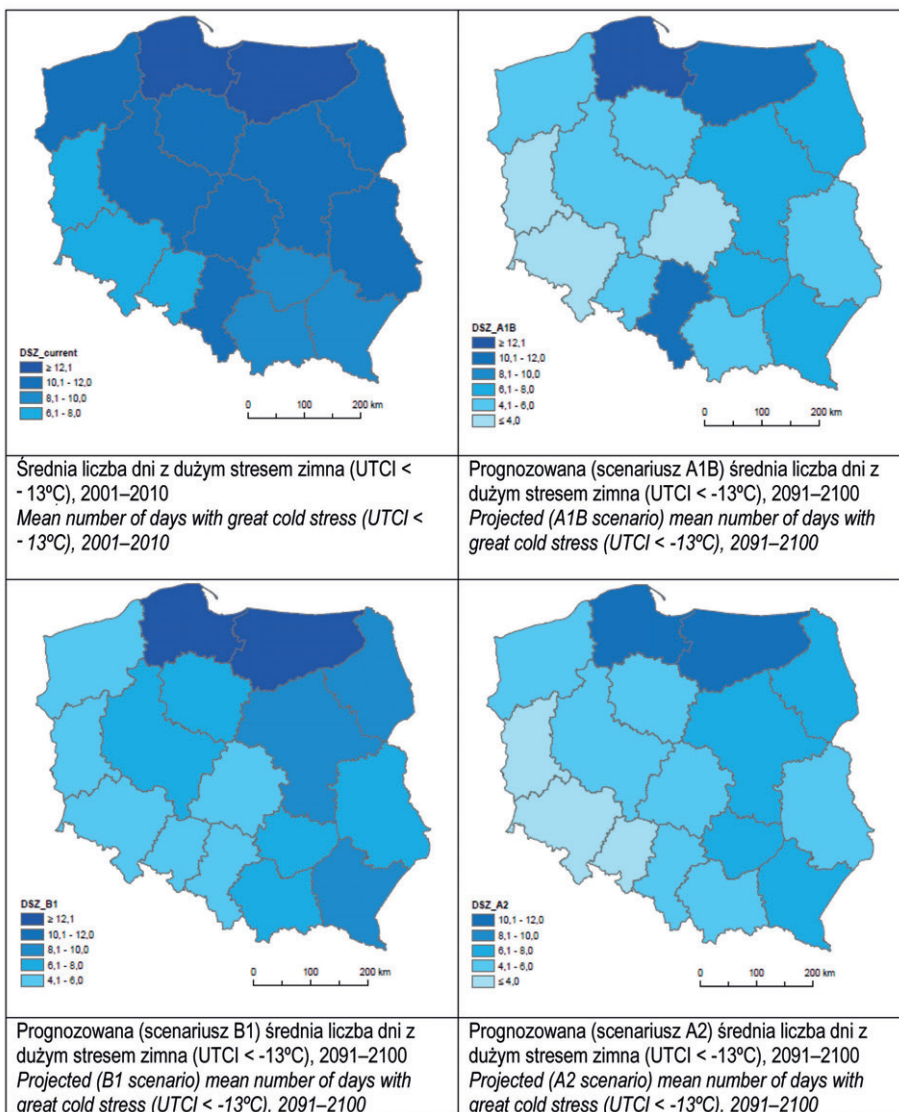
Prognozowana (scenariusz A1B) średnia liczba dni z dużym stresem ciepła (UTCI > 32°C), 2091–2100
Projected (A1B scenario) mean number of days with great heat stress (UTCI > 32°C), 2091–2100



Prognozowana (scenariusz B1) średnia liczba dni z dużym stresem ciepła (UTCI > 32°C), 2091–2100
Projected (B1 scenario) mean number of days with great heat stress (UTCI > 32°C), 2091–2100



Prognozowana (scenariusz A2) średnia liczba dni z dużym stresem ciepła (UTCI > 32°C), 2091–2100
Projected (A2 scenario) mean number of days with great heat stress (UTCI > 32°C), 2091–2100



Załącznik 2

Appendix 2

Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zachorowań na nowotwory skóry w Polsce i w poszczególnych województwach

Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of skin cancer cases in Poland and in particular voivodships

Scenariusz A1B

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	333	334	328	319	308	297	286	280	274
Pomorskie	591	596	588	566	545	523	507	488	478
Warmińsko-mazurskie	308	309	305	296	286	276	266	260	255
Lubuskie	207	208	205	201	196	190	186	183	178
Wielkopolskie	1241	1243	1220	1175	1130	1089	1047	1023	1003
Kujawsko-pomorskie	505	507	499	488	472	455	438	429	420
Podlaskie	179	181	180	175	170	164	158	155	152
Łódzkie	749	750	736	720	697	671	645	632	619
Mazowieckie	1314	1337	1332	1271	1228	1184	1133	1112	1091
Lubelskie	548	549	539	528	511	492	474	464	454
Świętokrzyskie	397	402	398	385	372	358	344	336	329
Dolnośląskie	771	753	721	706	685	664	641	630	618
Opolskie	430	431	423	412	397	382	366	357	350
Śląskie	1202	1217	1207	1182	1150	1110	1080	1049	1028
Małopolskie	991	997	983	964	934	901	866	846	831
Podkarpackie	497	504	500	490	477	462	446	437	428
Polska	10264	10319	10164	9879	9558	9219	8884	8681	8508

Scenariusz A2

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	333	331	323	311	298	287	276	270	266
Pomorskie	591	587	571	550	525	504	483	469	463
Warmińsko-mazurskie	308	306	297	286	274	265	256	252	249
Lubuskie	207	194	179	194	188	185	181	180	178
Wielkopolskie	1241	1233	1200	1153	1107	1070	1032	1013	1000
Kujawsko-pomorskie	505	501	488	469	452	439	427	421	416
Podlaskie	179	178	173	166	160	155	149	147	145
Łódzkie	749	744	724	698	673	654	635	627	620
Mazowieckie	1314	1307	1274	1227	1183	1149	1114	1099	1085
Lubelskie	548	545	532	514	495	480	465	458	452
Świętokrzyskie	397	396	387	375	363	354	343	339	335
Dolnośląskie	771	768	750	726	703	688	672	666	659
Opolskie	430	428	417	403	388	377	365	359	354
Śląskie	1202	1200	1174	1142	1109	1086	1061	1054	1043
Małopolskie	991	1016	1020	937	907	885	861	853	843
Podkarpackie	497	497	487	474	461	454	444	442	437
Polska	10264	10232	9995	9625	9288	9031	8765	8649	8545

Scenariusz B1

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	333	335	330	325	314	300	286	277	273
Pomorskie	591	591	579	564	541	516	492	476	469
Warmińsko-mazurskie	308	309	304	298	287	272	258	249	245
Lubuskie	207	208	206	203	197	188	180	176	173
Wielkopolskie	1241	1241	1215	1184	1135	1084	1032	1000	985
Kujawsko-pomorskie	505	507	499	490	471	449	427	413	406
Podlaskie	179	180	178	176	170	161	152	146	144
Łódzkie	749	750	737	720	694	665	636	618	608
Mazowieckie	1314	1319	1298	1275	1228	1170	1114	1077	1061
Lubelskie	548	550	541	531	512	489	467	453	445
Świętokrzyskie	397	399	392	384	371	358	344	336	330
Dolnośląskie	771	774	761	747	722	694	666	650	638
Opolskie	430	429	420	409	393	378	362	353	347
Śląskie	1202	1210	1193	1177	1141	1101	1059	1037	1020
Małopolskie	991	995	979	962	930	895	861	841	826
Podkarpackie	497	501	495	489	475	460	443	435	427
Polska	10264	10300	10126	9935	9582	9180	8781	8538	8397

Załącznik 3

Appendix 3

Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zgonów na nowotwory skóry w Polsce i w poszczególnych województwach

Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of skin cancer deaths in Poland and in particular voivodships

Scenariusz A1B

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	58	57	56	53	51	49	46	45	44
Pomorskie	78	77	75	72	69	66	63	61	60
Warmińsko-mazurskie	41	41	40	38	36	35	33	32	32
Lubuskie	29	29	28	27	26	25	24	23	23
Wielkopolskie	135	134	131	126	120	115	109	106	104
Kujawsko-pomorskie	80	79	77	74	71	68	64	62	61
Podlaskie	49	49	48	46	44	42	40	38	38
Łódzkie	111	110	107	103	99	94	90	87	86
Mazowieckie	217	216	211	202	192	184	175	169	167
Lubelskie	85	84	82	79	75	72	69	66	65
Świętokrzyskie	54	54	53	51	48	46	44	43	42
Dolnośląskie	114	112	109	105	100	95	91	88	87
Opolskie	40	40	39	38	36	34	33	32	31
Śląskie	188	187	183	176	168	161	154	149	146
Małopolskie	142	142	138	133	127	121	116	112	110
Podkarpackie	90	90	88	84	81	77	73	71	70
Polska	1511	1503	1464	1407	1343	1283	1223	1185	1165

Scenariusz A2

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	58	57	55	53	51	48	46	45	44
Pomorskie	78	77	75	72	68	65	62	60	59
Warmińsko-mazurskie	41	41	39	38	36	34	33	32	31
Lubuskie	29	28	27	27	26	25	24	23	23
Wielkopolskie	135	134	130	125	119	114	109	106	104
Kujawsko-pomorskie	80	79	77	74	70	67	64	62	61
Podlaskie	49	49	48	46	43	41	39	38	38
Łódzkie	111	110	107	103	98	94	89	87	86
Mazowieckie	217	215	209	200	191	182	174	169	166
Lubelskie	85	84	82	78	75	71	68	66	65
Świętokrzyskie	54	54	52	50	48	46	44	43	42
Dolnośląskie	114	113	110	105	101	96	92	90	88
Opolskie	40	40	39	37	36	34	33	32	31
Śląskie	188	187	182	175	167	160	153	149	147
Małopolskie	142	142	139	132	126	121	115	112	111
Podkarpackie	90	90	87	84	80	77	73	71	70
Polska	1511	1500	1458	1398	1334	1276	1219	1184	1166

Scenariusz B1

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	58	57	56	54	51	49	46	45	44
Pomorskie	78	77	75	72	69	66	62	60	59
Warmińsko-mazurskie	41	41	40	38	36	35	33	32	31
Lubuskie	29	29	28	27	26	25	24	23	22
Wielkopolskie	135	134	131	126	120	114	109	105	104
Kujawsko-pomorskie	80	79	77	74	71	67	64	62	61
Podlaskie	49	49	48	46	44	42	40	38	38
Łódzkie	111	110	107	103	99	94	89	87	85
Mazowieckie	217	215	210	202	192	183	174	168	166
Lubelskie	85	84	82	79	75	72	68	66	65
Świętokrzyskie	54	54	53	51	48	46	44	43	42
Dolnośląskie	114	113	110	106	101	97	92	89	88
Opolskie	40	40	39	38	36	34	33	32	31
Śląskie	188	187	182	176	168	160	153	148	146
Małopolskie	142	141	138	133	127	121	115	112	110
Podkarpackie	90	90	87	84	80	77	73	71	70
Polska	1511	1502	1463	1409	1344	1281	1219	1180	1161

Załącznik 4

Appendix 4

Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zachorowań na boreliozę w Polsce i w poszczególnych województwach

Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of Lyme boreliosis infections in Poland and in particular voivodships

Scenariusz A1B

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	257	269	275	322	333	344	347	366	357
Pomorskie	247	268	282	339	358	385	389	421	415
Warmińsko- mazurskie	636	645	642	663	658	654	640	647	640
Lubuskie	232	238	239	262	263	271	267	277	275
Wielkopolskie	252	278	297	398	439	477	489	540	536
Kujawsko-pomorskie	328	348	359	409	431	452	452	481	479
Podlaskie	954	960	947	945	922	904	879	871	861
Łódzkie	235	257	272	338	369	409	416	444	446
Mazowieckie	840	891	922	1043	1095	1151	1157	1227	1209
Lubelskie	550	566	571	618	631	650	649	676	661
Świętokrzyskie	157	171	182	211	229	240	249	265	260
Dolnośląskie	452	461	461	526	549	583	586	625	619
Opolskie	288	298	302	318	319	325	321	333	326
Śląskie	1381	1411	1411	1491	1503	1542	1530	1568	1538
Małopolskie	907	933	939	993	1002	1020	1022	1039	1028
Podkarpackie	606	618	617	661	674	683	676	698	686
Polska	8322	8613	8718	9534	9776	10091	10067	10478	10336

Scenariusz A2

Województwo Voivodship	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	257	272	280	305	322	352	368	393	388
Pomorskie	247	266	280	323	352	394	419	456	451
Warmińsko-mazurskie	636	643	637	648	649	656	655	670	662
Lubuskie	232	227	217	258	264	279	283	300	293
Wielkopolskie	252	284	309	385	432	497	544	603	597
Kujawsko-pomorskie	328	353	370	401	427	470	494	529	524
Podlaskie	954	960	947	939	919	912	889	897	881
Łódzkie	235	252	263	323	357	423	444	501	489
Mazowieckie	840	890	920	1018	1073	1180	1223	1328	1312
Lubelskie	550	566	570	605	632	666	682	721	716
Świętokrzyskie	157	168	176	202	219	244	265	288	285
Dolnośląskie	452	477	492	537	561	618	645	691	679
Opolskie	288	295	295	307	314	325	330	343	339
Śląskie	1381	1404	1398	1464	1488	1561	1575	1642	1634
Małopolskie	907	960	992	972	991	1030	1049	1100	1091
Podkarpackie	606	596	575	652	659	691	710	739	732
Polska	8322	8614	8721	9341	9659	10299	10575	11199	11074

Scenariusz B1

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	257	266	268	284	283	289	282	289	286
Pomorskie	247	257	262	290	297	306	301	314	308
Warmińsko-mazurskie	636	640	631	631	609	597	573	571	561
Lubuskie	232	235	233	241	237	235	226	231	225
Wielkopolskie	252	270	282	333	338	362	346	383	357
Kujawsko-pomorskie	328	338	341	361	360	373	363	373	357
Podlaskie	954	953	933	915	881	851	813	801	787
Łódzkie	235	253	265	303	300	322	305	323	320
Mazowieckie	840	861	864	933	931	954	919	947	926
Lubelskie	550	557	552	572	571	562	544	550	540
Świętokrzyskie	157	164	168	187	187	192	188	192	190
Dolnośląskie	452	461	460	502	497	499	491	492	486
Opolskie	288	294	294	298	291	286	278	275	272
Śląskie	1381	1406	1402	1422	1382	1360	1308	1313	1298
Małopolskie	907	920	915	931	917	905	873	867	855
Podkarpackie	606	610	601	619	607	601	576	579	570
Polska	8322	8485	8471	8824	8688	8696	8385	8499	8336

Załącznik 5

Appendix 5

Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zatruc *Salmonellą* w Polsce i w poszczególnych województwach

Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of salmonellosis intoxications in Poland and in particular voivodships

Scenariusz A1B

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	499	509	509	476	445	447	437	403	442
Pomorskie	975	1006	1016	999	1032	940	886	856	844
Warmińsko-mazurskie	691	726	745	640	673	655	583	621	573
Lubuskie	343	324	298	330	314	294	297	269	279
Wielkopolskie	1116	1170	1198	1030	1091	1014	872	904	922
Kujawsko-pomorskie	946	883	805	758	713	701	692	621	587
Podlaskie	585	544	493	466	451	487	442	442	433
Łódzkie	940	1054	1142	1091	1019	929	919	754	636
Mazowieckie	1995	1878	1728	1750	1783	1443	1524	1333	1408
Lubelskie	1143	1104	1043	1229	1108	913	1007	841	816
Świętokrzyskie	469	456	435	440	419	375	364	332	356
Dolnośląskie	726	714	689	707	569	625	539	560	487
Opolskie	290	288	280	244	229	216	192	202	221
Śląskie	1065	968	856	867	751	785	690	727	781
Małopolskie	1025	1011	977	925	840	873	827	792	815
Podkarpackie	1045	1097	1125	1061	950	931	1037	915	822
Polska	13854	13733	13339	13014	12387	11627	11307	10571	10421

Scenariusz A2

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	499	520	529	525	454	438	408	391	393
Pomorskie	975	1014	1032	1074	1051	959	951	911	852
Warmińsko-mazurskie	691	688	670	621	626	553	512	493	465
Lubuskie	343	344	337	345	310	326	291	276	273
Wielkopolskie	1116	1056	978	1134	934	999	901	948	852
Kujawsko-pomorskie	946	1012	1056	1039	913	874	753	665	677
Podlaskie	585	600	602	578	591	537	481	464	409
Łódzkie	940	932	906	949	889	743	651	692	683
Mazowieckie	1995	2112	2182	1806	1771	1654	1517	1591	1542
Lubelskie	1143	1069	976	1048	1066	941	871	817	824
Świętokrzyskie	469	465	452	418	403	374	386	383	356
Dolnośląskie	726	686	633	604	603	552	570	534	542
Opolskie	290	254	215	238	218	209	199	184	186
Śląskie	1065	1069	1052	1095	898	912	712	726	788
Małopolskie	1025	1040	1033	963	945	941	847	804	852
Podkarpackie	1045	1016	967	942	766	903	820	754	793
Polska	13854	13878	13620	13380	12439	11913	10872	10635	10484

Scenariusz B1

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	499	479	451	461	432	389	390	397	393
Pomorskie	975	998	1000	899	907	863	865	875	802
Warmińsko-mazurskie	691	698	690	630	631	590	582	564	585
Lubuskie	343	335	321	321	312	277	287	233	236
Wielkopolskie	1116	1132	1124	1198	1005	900	909	799	751
Kujawsko-pomorskie	946	916	869	913	832	880	790	750	769
Podlaskie	585	538	481	588	571	531	478	453	403
Łódzkie	940	830	708	790	764	772	799	723	715
Mazowieckie	1995	2076	2112	1795	1602	1415	1558	1526	1542
Lubelskie	1143	1156	1145	1008	949	835	782	886	833
Świętokrzyskie	469	474	468	435	395	402	380	353	368
Dolnośląskie	726	747	751	663	541	683	604	622	582
Opolskie	290	312	327	276	368	237	322	246	251
Śląskie	1065	1027	970	1025	844	912	904	963	969
Małopolskie	1025	1027	1009	1036	966	932	915	889	873
Podkarpackie	1045	1028	990	907	908	918	747	796	833
Polska	13854	13772	13416	12947	12027	11535	11310	11075	10906

Załącznik 6

Appendix 6

Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zachorowań na gripę w Polsce i w poszczególnych województwach

Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of influenza infections in Poland and in particular voivodships

Scenariusz A1B

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	26525	23298	19723	28955	13358	11778	5284	2187	1592
Pomorskie	68206	62359	55474	49352	36474	42353	34961	27520	22314
Warmińsko-mazurskie	30323	28786	26725	16023	16511	5608	5113	10043	5170
Lubuskie	16873	12205	7468	8344	3339	2548	935	774	365
Wielkopolskie	111503	100236	87371	68390	55770	61176	38109	35864	39967
Kujawsko-pomorskie	34208	35110	35269	35449	24583	22188	10877	14229	8819
Podlaskie	27984	25692	22969	13933	6306	1350	8521	4043	6420
Łódzkie	93587	92410	89411	88256	76100	51285	48044	35116	37363
Mazowieckie	226790	218166	205461	173451	152241	127111	120565	101766	85976
Lubelskie	31682	25034	18132	17962	9456	6889	1420	1181	3160
Świętokrzyskie	12709	15032	16963	3463	10998	9720	9772	4523	3282
Dolnośląskie	82088	69698	56369	43463	36654	29897	14532	12966	19620
Opolskie	27366	31261	34377	26471	29039	23469	16562	18967	15252
Śląskie	107484	118198	126118	87793	91188	71905	62080	71592	66437
Małopolskie	126935	121419	113659	102204	91560	83151	83460	70328	70327
Podkarpackie	30630	23069	15329	14928	4428	9544	6507	3858	2863
Polska	1054892	1001973	930817	778437	658005	559970	466741	414958	385927

Scenariusz A2

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	26525	23947	20984	17020	14206	7907	2414	3545	2532
Pomorskie	68206	65525	61623	54163	43260	38192	35428	17611	17016
Warmińsko-mazurskie	30323	26674	22625	11765	10348	5169	3823	3307	3083
Lubuskie	16873	12568	8172	13857	7800	3275	1011	845	581
Wielkopolskie	111503	108263	102958	91822	96160	71770	57087	39594	46176
Kujawsko-pomorskie	34208	32906	30988	13411	18460	3301	9788	7910	7309
Podlaskie	27984	26591	24714	19758	15126	14040	8996	3204	1844
Łódzkie	93587	81750	68710	72051	59027	50987	33027	21597	19331
Mazowieckie	226790	212598	194649	189869	146502	143789	107807	90185	89236
Lubelskie	31682	32530	32689	24486	23251	10675	6262	5481	3445
Świętokrzyskie	12709	12709	12453	18556	9279	5274	4601	2848	2573
Dolnośląskie	82088	82803	81818	89623	59265	55410	46237	31392	28235
Opolskie	27366	26734	25585	19689	18239	12479	7087	1241	3283
Śląskie	107484	92472	76160	62829	42659	42513	39585	38610	13342
Małopolskie	126935	123663	118016	78986	90019	49079	53344	36390	40649
Podkarpackie	30630	28889	26632	20048	21395	18325	15133	12321	10062
Polska	1054892	990621	908774	797934	674997	532186	431628	316083	286697

Scenariusz B1

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	26525	24499	22055	21429	20153	27096	19465	16817	11987
Pomorskie	68206	64688	59996	66825	65000	54116	50927	44321	41204
Warmińsko-mazurskie	30323	30756	30552	25221	22438	19009	18121	20041	16714
Lubuskie	16873	14854	12611	11808	11638	9786	5803	7765	5901
Wielkopolskie	111503	105259	97125	82088	83921	73651	71179	67014	51540
Kujawsko-pomorskie	34208	34292	33679	25569	14943	16626	21392	19379	13991
Podlaskie	27984	27223	25941	24778	11845	15368	14013	17469	11147
Łódzkie	93587	82633	70424	78235	78553	56095	49703	57793	51657
Mazowieckie	226790	223965	216724	207334	207813	177259	173083	151895	154508
Lubelskie	31682	32253	32152	22074	25131	15578	10270	15954	12668
Świętokrzyskie	12709	13282	13565	10808	5661	6090	5125	5190	5064
Dolnośląskie	82088	80102	76573	70344	68659	55950	56973	56348	51180
Opolskie	27366	24453	21156	26107	22900	18314	15769	20122	17413
Śląskie	107484	110812	111777	138012	76673	75392	83449	67901	88899
Małopolskie	126935	127558	125580	123135	111907	96550	89424	82334	96740
Podkarpackie	30630	24344	17805	19477	13903	20594	12620	16168	9566
Polska	1054892	1020972	967713	953244	841139	737472	697316	661513	640180

Załącznik 7

Appendix 7

Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zgonów z przyczyn układu oddechowego w Polsce i w poszczególnych województwach
 Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of respiratory deaths in Poland and in particular voivodships

Scenariusz A1B

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	1185	1165	1122	1078	968	897	823	788	760
Pomorskie	2039	2023	1967	1808	1730	1604	1510	1396	1394
Warmińsko-mazurskie	1172	1157	1119	1015	969	877	826	816	778
Lubuskie	661	642	611	570	515	484	439	412	401
Wielkopolskie	2329	2247	2123	2027	1857	1768	1591	1544	1496
Kujawsko-pomorskie	1356	1336	1289	1237	1094	1031	935	897	853
Podlaskie	915	898	863	786	695	668	627	598	599
Łódzkie	1687	1617	1517	1457	1345	1190	1111	1046	1005
Mazowieckie	3916	3840	3690	3505	3237	2948	2832	2568	2496
Lubelskie	1475	1451	1399	1284	1161	1081	1016	919	936
Świętokrzyskie	906	905	885	786	762	670	641	609	593
Dolnośląskie	1748	1741	1698	1546	1444	1390	1242	1157	1185
Opolskie	620	631	630	552	539	469	415	424	395
Śląskie	3002	2869	2682	2523	2360	2312	2151	2051	2019
Małopolskie	2197	2165	2091	1913	1720	1606	1531	1464	1376
Podkarpackie	1426	1378	1303	1218	1114	1075	982	946	930
Polska	26637	26064	24988	23305	21510	20069	18673	17635	17216

Scenariusz A2

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	1185	1168	1128	1028	963	892	823	755	732
Pomorskie	2039	2017	1956	1833	1700	1572	1491	1353	1360
Warmińsko-mazurskie	1172	1164	1133	1013	959	858	827	769	741
Lubuskie	661	680	684	574	531	483	444	398	388
Wielkopolskie	2329	2271	2169	2016	1942	1696	1575	1451	1454
Kujawsko-pomorskie	1356	1330	1278	1177	1078	981	922	836	819
Podlaskie	915	893	853	778	730	672	628	574	554
Łódzkie	1687	1607	1496	1468	1368	1217	1101	1015	1004
Mazowieckie	3916	3863	3734	3521	3172	3005	2753	2533	2465
Lubelskie	1475	1458	1411	1290	1188	1053	972	911	872
Świętokrzyskie	906	877	832	827	774	690	650	585	572
Dolnośląskie	1748	1743	1703	1623	1461	1344	1227	1100	1098
Opolskie	620	620	607	546	513	448	439	396	386
Śląskie	3002	2913	2769	2612	2462	2209	2008	1914	1876
Małopolskie	2197	2089	1944	1923	1822	1594	1497	1389	1365
Podkarpackie	1426	1402	1351	1218	1173	1046	928	908	869
Polska	26637	26095	25048	23445	21837	19757	18284	16886	16555

Scenariusz B1

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	1185	1167	1127	1043	1006	964	894	864	845
Pomorskie	2039	2033	1986	1858	1802	1649	1611	1484	1489
Warmińsko-mazurskie	1172	1158	1121	1074	1008	926	878	836	833
Lubuskie	661	650	627	584	562	515	476	456	451
Wielkopolskie	2329	2292	2210	2076	1970	1830	1718	1667	1633
Kujawsko-pomorskie	1356	1365	1345	1227	1111	1056	982	943	950
Podlaskie	915	896	859	818	742	705	671	648	638
Łódzkie	1687	1605	1493	1504	1409	1243	1174	1180	1098
Mazowieckie	3916	3797	3606	3461	3422	3109	2938	2805	2805
Lubelskie	1475	1447	1391	1335	1244	1165	1093	1043	988
Świętokrzyskie	906	901	878	833	769	733	694	646	638
Dolnośląskie	1748	1748	1713	1617	1508	1405	1360	1305	1254
Opolskie	620	614	596	574	546	497	494	445	476
Śląskie	3002	2916	2774	2811	2526	2437	2277	2124	2178
Małopolskie	2197	2138	2038	1962	1881	1730	1600	1542	1583
Podkarpackie	1426	1397	1341	1249	1199	1121	1061	1006	966
Polska	26637	26125	25105	24025	22705	21086	19920	18993	18823

Załącznik 8

Appendix 8

Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zgonów z przyczyn układu krążenia w Polsce i w poszczególnych województwach

Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of cardiovascular deaths in Poland and in particular voivodships

Scenariusz A1B

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	7421	7527	7477	7307	6847	6569	6273	6161	6019
Pomorskie	10247	10213	9974	9733	9560	9099	8732	8523	8404
Warmińsko-mazurskie	5208	5152	4993	4955	4760	4540	4231	4229	4196
Lubuskie	3935	3913	3813	3791	3651	3509	3440	3178	3173
Wielkopolskie	11683	11810	11693	11234	10916	10570	9663	9694	9433
Kujawsko-pomorskie	7418	7405	7244	7067	6610	6474	6545	6088	6091
Podlaskie	3581	3583	3513	3383	3201	3083	3036	2853	2763
Łódzkie	8467	8431	8227	8127	7922	7125	6676	6578	6461
Mazowieckie	17456	17108	16427	16658	15995	15001	14368	13763	14301
Lubelskie	6786	6710	6502	6262	6181	5861	5430	5483	5247
Świętokrzyskie	4207	4159	4029	3879	3685	3571	3327	3210	3195
Dolnośląskie	8503	8461	8250	8145	7486	7200	6577	6413	6444
Opolskie	3582	3502	3355	3255	3026	2957	2814	2524	2494
Śląskie	15425	15654	15558	14729	13761	13386	12070	11825	11876
Małopolskie	9993	9867	9546	9009	8811	8213	7971	7710	7779
Podkarpackie	6767	6765	6627	6449	5752	5762	5601	5415	5374
Polska	130679	130261	127227	123984	118163	112920	106753	103648	103250

Scenariusz A2

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	7421	7440	7307	7193	6934	6605	6281	6184	6004
Pomorskie	10247	10237	10020	9788	9380	9085	8833	8616	8517
Warmińsko-mazurskie	5208	5164	5017	4945	4754	4567	4410	4308	4178
Lubuskie	3935	3760	3515	3833	3655	3615	3460	3321	3100
Wielkopolskie	11683	11370	10839	11107	10325	10383	9545	9228	9301
Kujawsko-pomorskie	7418	7443	7317	7313	7019	6572	6329	6377	6078
Podlaskie	3581	3609	3563	3463	3120	3230	2925	2822	2863
Łódzkie	8467	8397	8160	8075	8135	6986	6659	6698	6325
Mazowieckie	17456	17350	16897	15861	15724	15108	14450	14118	14322
Lubelskie	6786	6673	6430	6632	6093	6052	5735	5439	5569
Świętokrzyskie	4207	4164	4039	3998	3816	3593	3289	3281	3156
Dolnośląskie	8503	8376	8085	7888	7452	7018	6711	6517	6232
Opolskie	3582	3530	3409	3025	3093	2932	2667	2554	2577
Śląskie	15425	15614	15480	14916	13965	13234	12490	11947	11432
Małopolskie	9993	10330	10445	9200	8740	8361	8044	7535	7479
Podkarpackie	6767	6784	6664	6366	6330	5929	5439	5290	4971
Polska	130679	130241	127188	123603	118534	113271	107268	104237	102104

Scenariusz B1

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	7421	7426	7281	7066	6664	6347	6122	5922	5798
Pomorskie	10247	10168	9886	9596	9195	8835	8289	8268	8044
Warmińsko-mazurskie	5208	5121	4934	4684	4502	4305	4164	3987	4019
Lubuskie	3935	3943	3871	3808	3574	3346	3256	3132	3119
Wielkopolskie	11683	11765	11606	11022	10337	10352	9878	9402	8908
Kujawsko-pomorskie	7418	7357	7150	6953	6737	6509	6134	6150	5796
Podlaskie	3581	3590	3526	3213	3260	3108	2828	2855	2890
Łódzkie	8467	8327	8025	7672	6818	7462	6680	6702	6216
Mazowieckie	17456	17442	17076	16596	15534	14321	14178	13484	13729
Lubelskie	6786	6786	6649	6459	6094	5749	5446	5394	5207
Świętokrzyskie	4207	4208	4124	3879	3742	3492	3285	3217	3274
Dolnośląskie	8503	8505	8336	7789	7347	7252	6881	6813	6393
Opolskie	3582	3569	3484	2971	3109	2889	2816	2644	2710
Śląskie	15425	15287	14847	14357	13511	12917	12351	12369	12007
Małopolskie	9993	9812	9439	9080	8729	8230	7780	7751	7554
Podkarpackie	6767	6878	6846	6454	5930	6157	5281	5247	5170
Polska	130679	130185	127080	121597	115082	111269	105369	103335	100834

Załącznik 9

Appendix 9

Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, liczba zgonów spowodowanych stresem ciepła w Polsce i w poszczególnych województwach
 Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of deaths caused by heat stress in Poland and in particular voivodships and consecutive decades

Scenariusz A1B

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	686	914	901	926	1025	1157	1321	1273	1123
Pomorskie	465	474	539	682	671	718	625	955	817
Warmińsko-mazurskie	438	464	721	703	1076	980	1041	1108	1172
Lubuskie	707	869	936	863	1202	1140	1612	1465	1698
Wielkopolskie	2623	2825	3812	4244	3795	3602	3717	5130	4917
Kujawsko-pomorskie	1337	1848	2020	1806	2829	3013	3273	3138	3370
Podlaskie	781	817	933	1018	1108	1258	1372	1543	1497
Łódzkie	1762	2240	3286	3246	4343	4651	4567	4364	4624
Mazowieckie	3713	3680	3532	5012	5912	6912	6843	7824	7329
Lubelskie	1810	2420	2151	2439	2915	2375	4333	3385	4345
Świętokrzyskie	1039	1186	963	1706	1891	1779	2181	2131	2365
Dolnośląskie	2172	2484	3417	3809	3869	4828	4743	6022	5981
Opolskie	1070	1470	1452	2130	2274	2399	2549	2539	3228
Śląskie	3060	3886	6206	7046	11898	9709	16697	13823	14365
Małopolskie	2624	2905	3923	3307	4444	4789	5142	5601	6289
Podkarpackie	1541	1908	2297	2827	3193	3278	4182	4163	3691
Polska	25829	30390	37089	41763	52446	52587	64198	64461	66810

Scenariusz A2

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	686	777	685	1022	1080	1128	1173	1595	1591
Pomorskie	445	463	528	519	659	718	814	944	993
Warmińsko-mazurskie	438	663	619	660	729	1181	1224	1188	1194
Lubuskie	707	783	954	770	1202	1321	1488	1756	1876
Wielkopolskie	2423	3282	2254	3771	4207	5680	5795	7260	6469
Kujawsko-pomorskie	1337	1698	2252	2582	1943	2650	3479	3782	3756
Podlaskie	781	1012	1095	975	1377	1191	1762	1735	2068
Łódzkie	1762	2503	2550	3032	2866	5080	4419	5593	5694
Mazowieckie	3613	4331	3074	3967	4520	5862	6767	9145	8500
Lubelskie	1610	1822	2369	2977	2601	3198	3850	3750	5252
Świętokrzyskie	939	1077	1196	1436	1761	1805	2666	3360	3014
Dolnośląskie	2172	2414	2751	3139	3781	4702	5361	6507	7143
Opolskie	1020	1007	1275	1530	2045	1925	3144	3452	4002
Śląskie	3060	5548	4469	5368	5747	6568	10865	9309	10728
Małopolskie	2424	2770	2849	4155	3590	5346	6009	6883	7288
Podkarpackie	1441	1513	1945	1603	2129	3546	4157	5469	4760
Polska	24859	31665	30864	37504	40238	51901	62970	71728	74327

Scenariusz B1

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	686	887	891	824	1156	1009	908	800	821
Pomorskie	365	355	541	630	516	468	488	648	512
Warmińsko-mazurskie	438	476	552	848	583	635	670	772	699
Lubuskie	707	834	885	813	913	726	931	885	791
Wielkopolskie	2523	2743	2823	2388	4013	3144	2724	3020	2778
Kujawsko-pomorskie	1277	1616	1788	1882	2242	2418	1756	2349	2532
Podlaskie	681	687	863	1160	1038	1058	921	890	933
Łódzkie	1762	2301	2115	2427	3059	2416	3173	2156	2864
Mazowieckie	3113	3744	3920	4105	3816	4540	4128	4927	4515
Lubelskie	1710	1830	1744	2299	2387	2591	2545	2185	2730
Świętokrzyskie	839	985	888	1164	1314	1328	1450	1565	1414
Dolnośląskie	2172	2763	3103	3610	2306	2973	3103	3176	3070
Opolskie	1020	1345	1427	1798	1504	1725	1584	1052	1563
Śląskie	3060	3815	4880	5839	3940	5278	6174	5561	5475
Małopolskie	2624	2761	2395	3572	3166	3191	3011	3427	3423
Podkarpackie	1641	1927	1389	1833	2254	2144	2118	1943	1907
Polska	24619	29069	30205	35192	34207	35643	35683	35357	36028

Załącznik 10

Appendix 10

Prognozowana, według różnych scenariuszy zmian klimatu, średnia roczna liczba zgonów spowodowanych stresem zimna w Polsce i w poszczególnych województwach

Predicted by different SRES scenarios mean yearly number of deaths caused by cold stress in Poland and in particular voivodships

Scenariusz A1B

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	4754	4915	4712	4304	3815	3472	3456	3115	3075
Pomorskie	7431	8746	8148	7729	7157	6528	6073	5538	5458
Warmińsko-mazurskie	5364	5071	4884	4505	4160	3813	3542	3266	3249
Lubuskie	2645	2556	2480	2631	2203	1890	1804	1637	1614
Wielkopolskie	9959	9145	8732	7879	7494	6713	6470	5714	5872
Kujawsko-pomorskie	6376	5927	5587	5202	4568	4139	3851	3459	3511
Podlaskie	4114	3807	3794	3438	3176	2931	2489	2475	2410
Łódzkie	7678	6079	6143	5781	5112	4346	4100	4146	3854
Mazowieckie	10228	16189	15852	14133	13030	11813	11344	10169	9823
Lubelskie	6452	6212	5685	5375	4572	4238	3909	3721	3630
Świętokrzyskie	3821	3626	3485	3203	2911	2613	2549	2272	2331
Dolnośląskie	7331	6978	6225	5712	5504	5047	4560	4296	4201
Opolskie	2581	2407	2360	1982	1964	1799	1740	1546	1414
Śląskie	12537	12477	14648	13555	12397	10948	10337	9347	9330
Małopolskie	9113	8635	8256	7398	6801	6385	5928	5438	5409
Podkarpackie	5899	5812	5614	5029	4869	4389	4047	3744	3695
Polska	106282	108583	106606	97858	89733	81064	76201	69885	68875

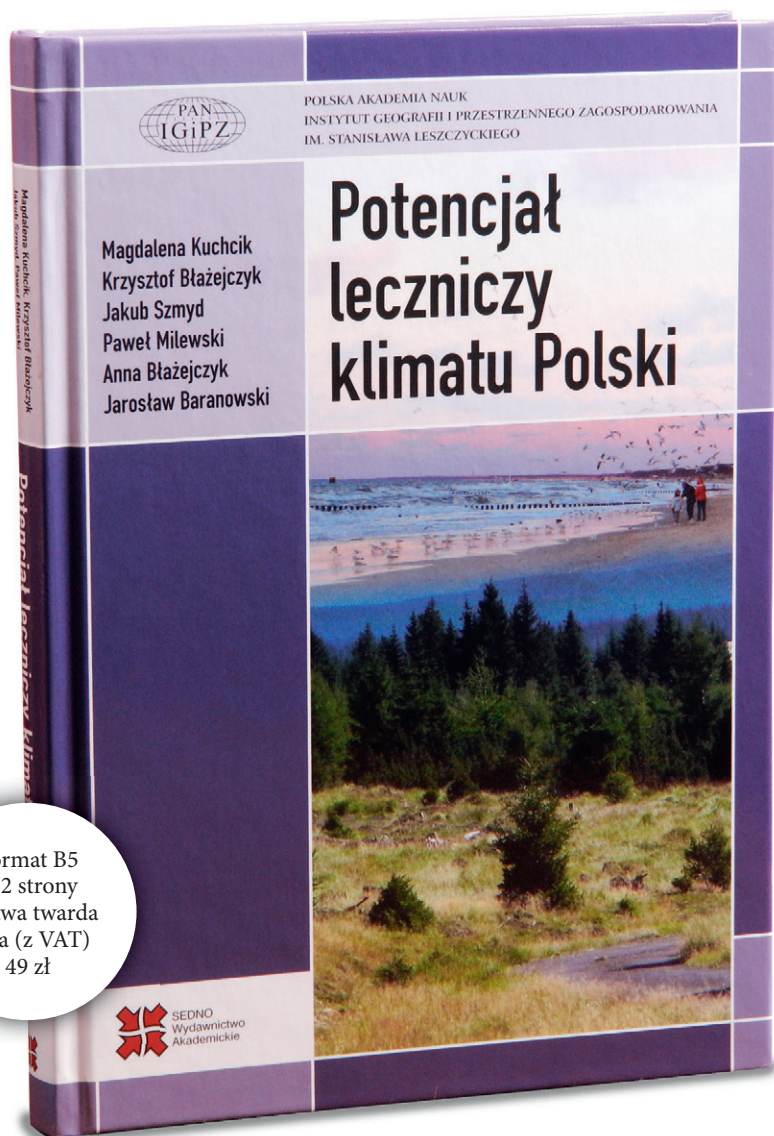
Scenariusz A2

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	5254	5104	4707	4183	4093	3676	3369	3022	2976
Pomorskie	7431	8772	8222	7619	7083	6597	6147	5475	5433
Warmińsko-mazurskie	5064	5047	4952	4657	4222	3824	3562	3198	3208
Lubuskie	2745	2726	2516	2570	2127	1795	1701	1599	1564
Wielkopolskie	9459	9397	8382	7987	7694	6882	6159	5848	5850
Kujawsko-pomorskie	6376	6021	5513	5031	4754	4124	3818	3462	3387
Podlaskie	4114	3846	3829	3330	3238	2659	2655	2370	2343
Łódzkie	7178	6254	6653	5746	5253	4703	4351	3695	3782
Mazowieckie	17295	16300	15767	14393	13311	12205	11067	10028	9642
Lubelskie	6452	5998	5724	5317	4786	4334	3885	4037	3468
Świętokrzyskie	4021	3825	3586	3146	2880	2647	2409	2151	2035
Dolnośląskie	7231	7056	6733	5875	5637	5038	4164	4054	4002
Opolskie	2581	2463	2383	2178	2066	1705	1629	1427	1524
Śląskie	11737	11642	11641	10373	10002	8610	7732	7386	7241
Małopolskie	8713	8510	8313	7735	7042	6424	5727	5392	5541
Podkarpackie	5999	5957	5684	6407	4738	4374	4085	3540	3542
Polska	111649	108920	104605	96547	88926	79595	72460	66684	65540

Scenariusz B1

Województwo <i>Voivodship</i>	Dekada <i>Decade</i>								
	2011- 2020	2021- 2030	2031- 2040	2041- 2050	2051- 2060	2061- 2070	2071- 2080	2081- 2090	2091- 2100
Zachodniopomorskie	5054	5098	4901	4389	4207	4007	3611	3421	3478
Pomorskie	7431	7853	7256	7949	7279	6871	6434	6209	6199
Warmińsko-mazurskie	5064	4992	4834	4641	4317	4136	3949	3530	3555
Lubuskie	2585	2617	2602	2227	2176	1994	1954	1760	1871
Wielkopolskie	9459	9038	9143	8552	8010	7192	6816	6468	6759
Kujawsko-pomorskie	6276	5705	5932	5279	4798	4623	4221	4055	4257
Podlaskie	4214	3946	3791	3468	3330	2987	2849	2755	2685
Łódzkie	7378	6634	6421	5849	5673	4974	4661	5071	4210
Mazowieckie	16796	16021	15627	14712	13522	12681	11753	11251	11539
Lubelskie	6452	6166	5546	5560	4972	4720	4641	4224	4307
Świętokrzyskie	3921	3703	3494	3407	3029	2860	2738	2611	2463
Dolnośląskie	7231	6798	6807	6108	5869	5250	4921	4855	4968
Opolskie	2581	2413	2467	2236	2085	1874	1683	1806	1652
Śląskie	11737	12123	11906	10900	10197	9534	9259	8380	8415
Małopolskie	8813	8795	8668	7880	6249	6775	6687	6072	6276
Podkarpackie	6099	6152	5883	5516	5100	4660	4588	4283	4157
Polska	111089	108053	105277	98675	90814	85139	80764	76751	76792

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk
oraz Wydawnictwo Akademickie SEDNO
wspólnie wydają serię publikacji książkowych pracowników IGiPZ PAN



Autorzy *Potencjału leczniczego klimatu Polski* dokonali oceny klimatu całej Polski w kontekście lecznictwa klimatycznego. W opracowaniu uwzględniono nowe metody badawcze oraz nowe zagadnienia ujęte w opracowaniach bioklimatu, tj. kwestie długotrwałości niekorzystnych warunków pogodowych (fal upałów, zima, okresów parnych) czy kontrastowości warunków bioklimatycznych między stałym miejscem zamieszkania a miejscem leczenia lub wypoczynku. Zwrócono też uwagę na kwestię zróżnicowania topoklimatycznego miejscowości, której klimat jest lub może być wykorzystywany w lecznictwie, a także na sposoby prezentacji lokalnych warunków klimatycznych na mapach.



Format B5
384 strony
oprawa twarda
cena (z VAT)
55 zł

W książce przedstawiono geograficzne zróżnicowanie właściwości gleb bielicoziemnych będące następstwem różnic ich genezy uwarunkowanej czynnikami czasu i siedliskowymi. Praca zawiera syntezę istniejących dotychczas poglądów na temat rozwoju gleb bielicoziemnych, ponadto została poszerzona o poglądy autorów wynikające z ich wieloletniego doświadczenia badawczego i studiów porównawczych przeprowadzonych w wielu regionach geograficznych, różniących się pod względem wieku gleb i środowisk sedymentacyjnych substratu glebowego.



Format B5
384 strony
oprawa twarda
cena (z VAT)
55 zł

Monografia *O niektórych prawidłowościach rozwoju rzeźby gór i ich przedpola* jest swoistym naukowym manifestem Profesora Leszka Starkla. Podsumowuje jego prace i poglądy przedstawiane w okresie ponad 50 lat na łamach wielu międzynarodowych i krajowych czasopism, w książkach i opracowaniach zbiorowych. Trzy główne wątki obecne w tekście to natura procesów kształtujących rzeźbę obszarów górskich i ich związki z uwarunkowaniami tektonicznymi i klimatycznymi, odzwierciedlenie w rzeźbie zmian klimatycznych w czwartorzędzie oraz antropopresja w systemach geomorfologicznych.



POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA
IM. STANISŁAWA LESZCZYCKIEGO

Krzysztof Błażejczyk
Magdalena Kuchcik
Paweł Milewski
Wojciech Dudek
Beata Kręcisz
Anna Błażejczyk
Jakub Szmyd
Bożena Degórska
Cezary Patczyński

Miejska wyspa ciepła w Warszawie



Format B5
176 stron
oprawa twarda
cena (z VAT)
45 zł



Zjawisko miejskiej wyspy ciepła w Warszawie jest monitorowane od początku XXI wieku przez klimatologów z Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN dzięki sieci 28 punktów stałego, automatycznego pomiaru temperatury powietrza. Obok zagadnień strictly klimatologicznych i zmienności czasowej miejskiej wyspy ciepła, szeroko została omówiona zależność rozmiaru i intensywności temperatury od czynników urbanistycznych, m.in. użytkowania i zagospodarowania terenu, udziału terenów biologicznie czynnych czy korytarzy wymiany powietrza.

Wydawnictwo Akademickie SEDNO
Wydanie pierwsze
Arkuszy drukarskich: 14
Skład i łamanie: Janusz Fajto
Druk i oprawa: Wrocławska Drukarnia Naukowa PAN
<http://rcin.org.pl>

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk oraz Wydawnictwo Akademickie SEDNO wspólnie wydają serię publikacji książkowych pracowników IGiPZ PAN. Najnowsza monografia K. Błażejczyka, J. Baranowskiego i A. Błażejczyk nosi tytuł ***Wpływ klimatu na stan zdrowia w Polsce: stan aktualny oraz prognoza do 2100 roku*** i przedstawia wyniki badań przeprowadzone w latach 2012–2015.

Na uwagę zasługuje powiązanie różnych cech klimatu z występowaniem chorób klimatozależnych. Zostały do nich zaliczone choroby układu krążenia, które stanowią jeden z głównych problemów zdrowotnych polskiej populacji. Poznanie czynników, które wpływają na powstanie i rozwój tych chorób ma bardzo duże znaczenie dla profilaktyki. Autorzy uwzględnili też w opracowaniu choroby układu oddechowego, choroby sezonowe (grypa, zatrucia pokarmowe, choroby odkleszczowe), choroby alergiczne, nowotwory skóry związane z promieniowaniem słonecznym.

Z recenzji prof. dr hab. n. med. Alicji Bortkiewicz

Autorzy podjęli się określenia wpływu zmieniających się elementów i wskaźników klimatu na wybrane jednostki chorobowe, jak również na zgony oraz przedstawili prognozy do 2100 roku. Zastosowane w pracy metody pozwoliły na uzyskanie wiarygodnych zależności, szczególnie w przypadku nowotworów skóry i chorób odkleszczowych.

Z recenzji prof. dr hab. Teresy Kozłowskiej-Szczęsnej

Wydawnictwo Akademickie SEDNO
00-696 Warszawa, ul. J. Pankiewicza 3
tel./fax +48 22 46 48 797
www.wydawnictwosedno.pl
info@wydawnictwosedno.pl

Cena 45 zł (w tym VAT)
ISBN 978-83-7963-042-4



9 788379 630424 >