



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

Magdalena Kuchcik
Krzysztof Błażejczyk
Jakub Szmyd
Paweł Milewski
Anna Błażejczyk
Jarosław Baranowski

Potencjał lecniczy klimatu Polski



SEDNO
Wydawnictwo
Akademickie

**Potencjał
lecniczy
klimatu Polski**

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

W serii zostały opublikowane następujące prace:

- Tomasz Komornicki, Piotr Korcelli, Piotr Siłka, Przemysław Śleszyński, Dariusz Świętek ***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 ukażą się następujące książki:

- Leszek Starkel ***O niektórych prawidłowościach rozwoju rzeźby gór i przedpoli***
- Ewa Roo-Zielińska ***Wskaźniki ekologiczne zespołów roślinnych Polski***

Więcej informacji o tych i kolejnych publikacjach
na stronach internetowych:
www.igipz.pan.pl
www.wydawnictwosedno.pl

**Magdalena Kuchcik
Krzysztof Błażejczyk
Jakub Szmyd
Paweł Milewski
Anna Błażejczyk
Jarosław Baranowski**

Potencjał lecniczy klimatu Polski



**INSTYTUT GEOGRAFII
I PRZESTRZENNEGO
ZAGOSPODAROWANIA PAN**



**SEDNO
Wydawnictwo
Akademickie**

Wydawca
Bożena Kućmierowska

Recenzent
prof. dr hab. Teresa Kozłowska-Szczęśna
dr hab. Katarzyna Piotrowicz

Redakcja merytoryczna i korekty
Janusz Puskarz

Redakcja techniczna
Danuta Przymanowska-Boniuk

Projekt okładki, stron tytułowych i opracowanie typograficzne
Janusz Fajto

Zdjęcie na okładce
Magdalena Kuchcik, Paweł Milewski

Copyright © by Wydawnictwo Akademickie SEDNO Spółka z o.o.
Copyright © by Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN
Warszawa 2013

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

ISBN 978-83-7963-001-1
ISBN 978-83-7963-002-8 (e-book)

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

Spis treści

PRZEDMOWA	7
1. WPROWADZENIE	9
1.1. Podstawy i formy leczenia klimatycznego	9
1.1.1. Bodźce klimatyczne	10
1.1.2. Zabiegi klimatoterapeutyczne	14
1.2. Materiały źródłowe	17
2. ZRÓŻNICOWANIE BODŹCÓW RADIACYJNYCH	21
2.1. Promieniowanie słoneczne	21
2.2. Usłonecznienie	30
2.3. Zachmurzenie	38
3. ZRÓŻNICOWANIE BODŹCÓW TERMICZNYCH I WILGOTNOŚCIOWYCH	49
3.1. Temperatura powietrza	50
3.2. Wilgotność powietrza	67
4. ZRÓŻNICOWANIE BODŹCÓW MECHANICZNYCH	77
4.1. Ciśnienie atmosferyczne	77
4.2. Ruch powietrza	88
5. ZRÓŻNICOWANIE ZJAWISK ATMOSFERYCZNYCH	97
5.1. Opady atmosferyczne	97
5.2. Pokrywa śnieżna	108
5.3. Mgły i burze atmosferyczne	113
6. ZRÓŻNICOWANIE WARUNKÓW BIOTERMICZNYCH	119
6.1. Podstawy gospodarki cieplnej organizmu	119
6.2. Uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych	122
6.3. Temperatura odczuwalna	135
6.4. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej	142
6.5. Przewidywana termoizolacyjność odzieży	149
7. KONTRASTOWOŚĆ WARUNKÓW BIOKLIMATYCZNYCH	157

8. OKRESY KLIMATOTERAPEUTYCZNE	169
8.1. Podstawy wydzielenia okresów klimatoterapeutycznych	171
8.2. Ocena pogody z punktu widzenia klimatoterapii	173
9. LOKALNE ZRÓŻNICOWANIE WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH I BIOKLIMATYCZNYCH	183
9.1. Wpływ różnych elementów środowiska na warunki klimatu lokalnego	183
9.2. Sposoby prezentacji zróżnicowania klimatu w skali lokalnej	186
9.2.1. Mapy analityczne z wykorzystaniem narzędzi GIS	186
9.2.2. Mapy syntetyczne z wykorzystaniem narzędzi GIS	196
9.2.3. Mapy oceniające	215
10. PROPOZYCJA WERYFIKACJI NORM KLIMATYCZNYCH STAWIANYCH MIEJSCOWOŚCIOM UZDROWISKOWYM	221
11. ZAKOŃCZENIE	237
BIBLIOGRAFIA	241
SPIS RYCIN	247
SPIS TABEL	253
CONTENTS	256
SUMMARY	258
LIST OF FIGURES	263
LIST OF TABLES	268

Przedmowa

Liczne badania klimatu i bioklimatu uzdrowisk polskich prowadzone przez pracowników Zakładu Klimatologii IGiPZ PAN zaowocowały wydaniem w 2002 r. obszernej monografii pt. „Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie” autorstwa T. Kozłowskiej-Szczęsnej, K. Błażejczyka, B. Krawczyk oraz D. Limanówki.

Po ponad 10 latach oraz po doświadczeniu wielu terenowych badań mających na celu określenie lokalnego zróżnicowania warunków klimatycznych w uzdrowiskach i miejscowościach potencjalnie uzdrowiskowych na potrzeby lecznictwa, pracownicy Zakładu Geoekologii i Klimatologii IGiPZ PAN postanowili dokonać 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, zimna, okresów parnych) czy kontrastowości warunków bioklimatycznych pomiędzy 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, oraz na sposoby prezentacji lokalnych warunków klimatycznych na mapach. Pewnym problemem w analizie potencjału leczniczego klimatu danej miejscowości jest brak konkretnych, wymiernych i obiektywnych kryteriów oceny. Dlatego też podsumowaniem książki jest rozdział, w którym zaproponowano nowe kryteria oceny właściwości leczniczych klimatu.

Autorzy mają nadzieję, że oddają wartościową publikację geografom, klimatologom, osobom zajmującym się turystyką i rekreacją, ale także samorządom gmin, w których istnieją lub planowane są uzdrowiska, lekarzom uzdrowiskowym, czy po prostu osobom zainteresowanym poruszonym zagadnieniem.

Magdalena Kuchcik, Krzysztof Błażejczyk

1. Wprowadzenie

Środowisko atmosferyczne nieustannie oddziałuje na człowieka, może więc być czynnikiem sprzyjającym zdrowiu bądź prowadzącym do jego utraty. Duża powierzchnia Polski, jej położenie pomiędzy Morzem Bałtyckim a Sudetami i Karpatami oraz zróżnicowanie geograficzne pozostałych obszarów powodują, że klimat w kraju jest bardzo zróżnicowany. Wyróżnia się kilka regionów klimatycznych o odrębnej charakterystyce, ale często nawet w obrębie jednego regionu występują znaczne różnice wartości elementów klimatu. Obszary o cechach klimatu szczególnie sprzyjających człowiekowi oraz samo duże zróżnicowanie klimatu są wykorzystywane przez medycynę fizykalną w procesie leczenia.

Dlatego celem opracowania „Potencjał leczniczy klimatu Polski” jest, obok standardowej charakterystyki warunków klimatu i bioklimatu Polski z punktu widzenia możliwości wykorzystania w lecznictwie, wskazanie na jego bodźcowość i kontrastowość oraz, co być może jest najważniejsze, przedstawienie propozycji nowych, bardziej wymiernych kryteriów oceny właściwości leczniczych klimatu z punktu widzenia lecznictwa uzdrowiskowego.

1.1. Podstawy i formy leczenia klimatycznego

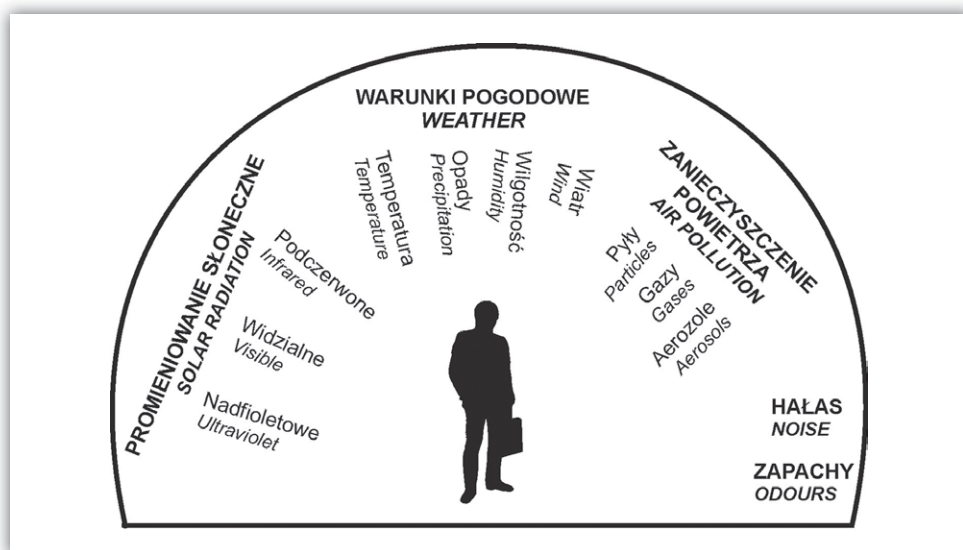
Leczenie klimatyczne (klimatoterapia) jest jedną z form kompleksowego leczenia fizykalnego, podczas którego wykorzystuje się działanie różnych elementów meteorologicznych i cech pogody oraz właściwości klimatu lokalnego w profilaktyce, leczeniu i rehabilitacji (Mączyński 1978). Funkcję leczniczą pełnią tu tzw. bodźce klimatyczne: fizyczne, chemiczne i biologiczne (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997, 2002). Są to zarówno pojedyncze elementy meteorologiczne, jak też wielkoprzestrzenna sytuacja pogodowa. Istotą leczenia klimatycznego jest poddawanie kuracjusza działaniu określonych bodźców klimatycznych o pożądanym natężeniu i przez określony czas, w celu wywołania w jego ustroju zmian czynnościowych, metabolicznych i morfologicznych korzystnych dla przebiegu leczenia. Proces leczenia klimatycznego może również polegać na odbarczeniu chorego od szkodliwego wpływu czynników bioklimatycznych, występujących stale lub okresowo w jego miejscu zamieszkania lub w pracy. Niektórych chorych poddaje się w toku

leczenia działania tych czynników meteorologicznych, których brak lub niedobór stał się przyczyną choroby (Mączyński 1972).

Istotą klimatycznego leczenia uzdrowskiego jest zatem stosowanie określonych bodźców, które wywołują reakcje w organizmie. Organizm człowieka reaguje na zastosowane bodźce uruchomieniem własnych mechanizmów adaptacyjnych. Samo pojawienie się i intensywność reakcji chorego w odpowiedzi na stosowany zabieg leczniczy, zależy od siły bodźca, jego charakteru, sposobu aplikacji oraz od zdolności samego organizmu do odpowiedzi na te działania. Z punktu widzenia pacjenta efektywność klimatoterapii wiąże się ze stopniem zaawansowania choroby, rodzajem schorzenia i wiekiem. W wyniku stopniowego i systematycznego działania bodźców klimatycznych na chorego, następuje przywrócenie równowagi organizmu i usprawnienie funkcjonowania wielu narządów i układów fizjologicznych (Ponikowska 2010).

1.1.1. Bodźce klimatyczne

Na organizm człowieka oddziałuje bodźcowo, w sposób nieprzerwany, całe środowisko atmosferyczne. Składają się na nie zarówno podstawowe elementy meteorologiczne (promieniowanie słoneczne, temperatura i wilgotność powietrza, ciśnienie atmosferyczne oraz ruch powietrza i opady), jak i gazy atmosferyczne oraz zanieczyszczenia pyłowe powietrza, jego jonizacja, natężenie pól elektromagnetycznych, hałas, wibracje oraz zapachy (WMO, 892) (ryc. 1.1).



Rycina 1.1. Człowiek i środowisko atmosferyczne
Figure 1.1. Man in the atmospheric environment

Źródło Source: WMO – No 892

Stopień bodźcowości klimatu ocenia się na podstawie skrajnych wartości podstawowych elementów meteorologicznych oraz ich zespołów. Ilustrują one zakres zmian, na jakie organizm ludzki musi być w danym środowisku przygotowany. Intensywność bodźców określa się na podstawie ich natężenia lub długości ich trwania, dynamikę bodźcowości ocenia się natomiast, biorąc pod uwagę zmienność różnych stanów atmosfery. Działanie poszczególnych bodźców może być zwiększone, między innymi przez ich współdziałanie (synergizm) (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997).

Bodźce atmosferyczne oddziałują na organizm przez skórę, drogi oddechowe, układ nerwowy oraz narządy: węchu, smaku, słuchu, dotyku i wzroku. T. Kozłowska-Szczęśna i inni (1997) łączą bodźce klimatyczne w trzy podstawowe zespoły: bodźców fizycznych, bodźców chemicznych i bodźców biologicznych.

Według G. Flemminga (1983) bodźce te, zależnie od swej intensywności, mają różnorodne działanie:

- ▶ w przypadku bodźców słabych – powodują utratę przystosowania lub wdelikacenie organizmu,
- ▶ w przypadku bodźców umiarkowanych – działają pobudzająco i hartująco (co sprzyja podwyższaniu kondycji i odporności organizmu), a także leczniczo,
- ▶ w przypadku bodźców silnych – powodują obciążenie lub przeciążenie organizmu, prowadzące niekiedy do pogorszenia kondycji i odporności, a nawet do powstawania stanów chorobowych.

Zespół bodźców fizycznych

W grupie bodźców fizycznych ważną rolę odgrywa promieniowanie słoneczne, które stymuluje różnorodne procesy fizjologiczne zachodzące w organizmie (Błażejczyk 1995; Kozłowska-Szczęśna, Błażejczyk 1998). Intensywne działanie promieniowania słonecznego obejmuje skórę, narządy wewnętrzne, a także układ nerwowy. Najaktywniejsza biologicznie jest nadfioletowa część promieniowania słonecznego (UV). Ma ona właściwości bakteriobójcze i hartujące, pobudza czynności krwiotwórcze, zwiększa odporność organizmu na zakażenia, wywołuje zmiany czynnościowe układu nerwowego, stymuluje gruczoły wydzielania wewnętrznego oraz ma działanie przeciwrzywiczne (Wolska 2006). Zbyt wielkie dawki promieniowania UV mogą natomiast powodować nowotwory skóry i oczu – w Stanach Zjednoczonych około 90% rozpoznanych nowotworów skóry wynika z nadmiernego opalania (Nurkowska 1997; Lityńska i in. 2001; Lucas i in. 2006). Widzialna część promieniowania słonecznego działa przede wszystkim na światłoczułe komórki oka. Reguluje także cykl dobowy organizmu, poprzez oddziaływanie na wytwarzanie przez szyszynkę melatoniny, która jest nazywana „hormonem snu” (Karasek 1997; Błażejczyk, Morita i in. 2005, 2008; Arendt 2006; Maroszek

i in. 2010). Promieniowanie podczerwone ma właściwości ciepłne. Ciepło uzyskane tą drogą przyspiesza przemianę materii i zwiększa zapotrzebowania na tlen. Ponadto łagodzi ból oraz ułatwia zachowanie równowagi cieplnej organizmu (homeotermii) (Błażejczyk 1997).

Bodźce termiczno-wilgotnościowe oddziałują na receptory ciepła i zimna w skórze człowieka (Kozłowski 1986). Podstawowymi reakcjami fizjologicznymi na „zimne” warunki otoczenia są obniżenie temperatury skóry oraz zmniejszenie peryferycznego przepływu krwi. Efektem ubocznym tego procesu jest wzrost ciśnienia krwi, który w skrajnych sytuacjach może być niebezpieczny dla zdrowia. Dodatkowym fizjologicznym procesem dostosowawczym organizmu do zimnego otoczenia jest tzw. drżenie mięśniowe. W warunkach gorąca następuje rozszerzenie naczyń krwionośnych i wzrost skórno-przepływu krwi – przy jednoczesnym obniżeniu ciśnienia tętniczego i zwiększeniu tętna. Rośnie temperatura skóry, a bezpośrednim tego skutkiem jest uaktywnienie gruczołów potowych. Parujący pot obniża temperaturę skóry, zwiększając w ten sposób różnicę temperatury pomiędzy wnętrzem ciała a jego powłoką (Malchaire 1991; Błażejczyk 1998). Duża wilgotność otoczenia utrudnia parowanie potu i pojawia się uczucie parności, które jest szczególnie uciążliwe dla osób z chorobami układów oddechowego i krążenia.

Bodźce mechaniczne związane są z dwoma elementami meteorologicznymi: ruchem powietrza (wiatrem) i ciśnieniem atmosferycznym. Korzystne działanie wiatru polega na wykonywaniu swoistego mikromasażu powierzchni ciała i usprawnianiu w ten sposób mechanizmów termoregulacji. Z drugiej strony silny wiatr utrudnia oddychanie, zmniejsza zdolność do wysiłku, powoduje niepokój i zaburza sen. Z kolei okresowe wzrosty i obniżanie się ciśnienia atmosferycznego powodują rozprężanie i sprężanie powietrza w uchu środkowym, przez co błony bębenkowe ulegają odkształceniu. Jest to odczuwane jako ucisk, kłucie i dzwonięcie w uszach. Niekiedy obserwuje się nawet przejściowe osłabienie słuchu (Jankowiak 1976).

Bodźce akustyczne oddziałują przede wszystkim na narząd słuchu. Gdy dźwięk ma zbyt wysoki poziom lub jest niepożądany, odczuwamy go jako hałas. Jego szkodliwość zależy od amplitudy i częstotliwości fal akustycznych, czasu działania i charakteru zmian w czasie. Nadmierny hałas powoduje zmęczenie, drażliwość, podwyższenie ciśnienia krwi, ból i zawroty głowy. Hałas o szczególnie silnym natężeniu może nawet spowodować trwałe uszkodzenie błony bębenkowej i utratę słuchu (Kalinowski 1969). Stosowana w Polsce definicja hałasu określa, że są to wszystkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe drgania mechaniczne ośrodka sprężystego działające za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne elementy organizmu człowieka (<http://www.ciop.pl/6466.html>, dostęp 17 lipca 2013).

Zespół bodźców chemicznych

Bodźce te wiążą się z oddziaływaniem na człowieka różnych składników atmosfery, naturalnych (tlen, azot, dwutlenek węgla i para wodna oraz wodór, ozon i gazy szlachetne) i antropogenicznych (zanieczyszczenia gazowe, pyłowe i aerozole oraz olejki eteryczne i mikroskładniki o działaniu tonizującym, a nawet leczniczym). Dlatego też w ocenie właściwości leczniczych klimatu w uzdrowiskach bardzo ważną rolę odgrywa analiza stanu sanitarnego powietrza.

Wzrost zanieczyszczenia powietrza jest jednym z czynników cywilizacyjnych pogorszenia stanu zdrowia ludności (Jędrzychowski 1986; Seńczuk 2002). Dorosły człowiek wdycha około 10–12 m³ powietrza w ciągu doby. Wraz z powietrzem przez układ oddechowy dostają się do organizmu różne zanieczyszczenia. Zanieczyszczenia powietrza musimy rozpatrywać zarówno jako bezpośrednią przyczynę niektórych schorzeń, ale też jako czynnik stymulujący nasilenie niektórych chorób (np. astma, nieżyt nosa), zależny od warunków pogodowych (Piekarska i in. 2009). Reakcja organizmu na działanie substancji toksycznej ma charakter: a) ostry, spowodowany jednorazowym wprowadzeniem do organizmu dużej dawki substancji, b) chroniczny, spowodowany długotrwałym wprowadzaniem do organizmu małych dawek tych substancji, c) utajony, kiedy skutki wprowadzenia do organizmu pewnych dawek substancji toksycznej mogą się ujawnić dopiero po dłuższym czasie (Juda-Rezler 2000).

Zespół bodźców biologicznych

W powietrzu unoszą się organizmy żywe (tzw. aeroplankton), takie jak: bakterie, wirusy, pierwotniaki, grzyby, a także zarodniki, cząstki roślin i pyłki kwiatowe. U osób wrażliwych wywołują one objawy alergiczne, np. katar sienny czy ataki astmy. Lotne substancje wydzielane przez rośliny (fitoncydy) mają natomiast silne działanie bakteriobójcze. Spośród roślin i zbiorowisk roślinnych najczęściej takich substancji wydzielają: drzewa iglaste (sosna, świerk, jodła), jałowiec i dąbrowy świetliste. Znaczący wpływ na jakość i ilość wydzielanych substancji eterycznych mają warunki pogodowe oraz skład gatunkowy zbiorowiska roślinnego, stan zdrowotny roślin i żyzność siedliska (Krzymowska-Kostrowicka 1997). Właściwości terapeutyczne i rekreacyjne szaty roślinnej są stosunkowo słabo poznane. Na podstawie nielicznych prac można stwierdzić, że przebywanie w borze sosnowym sprzyja uspokojeniu i obniżeniu ciśnienia krwi, a także działa leczniczo na drogi oddechowe. Grądy wpływają natomiast na pobudzenie ośrodków nerwowych, wzmagają aktywność, usuwają zmęczenie oraz podnoszą ciśnienie krwi (Kostrowicki 1970; Beer, Mączak 1977; Krzymowska-Kostrowicka 1997).

1.1.2. Zabiegi klimatoterapeutyczne

Stosowane w uzdrowiskach zabiegi klimatoterapeutyczne obejmują: kąpiele słoneczne, kąpiele powietrzne, terenoterapię ruchową, kąpiele morskie oraz inhalacje naturalnego aerozolu morskiego lub tężniowego. Szczególnym rodzajem klimatoterapii jest talassoterapia, wykorzystująca kompleksowo naturalne walory lecznicze morza (Ponikowska 2001, 2010; Kozłowska-Szczęśna i in. 2002).

Helioterapia jest to leczenie bezpośrednim promieniowaniem słonecznym. Bódcowość tego zabiegu zależy od ilości energii promieniowania nadfioletowego Słońca (UV) pochłoniętej przez skórę w ciągu ekspozycji oraz od stopnia obciążenia układu termoregulacyjnego przez panujące podczas zabiegu warunki termiczne (Mączyński 1978). Helioterapia hamuje rozwój osteoporozy, stymuluje procesy ochrony skóry w łuszczycy, zwiększa wytrzymałość i sprawność układu odpornościowego, powoduje wzrost wytwarzania witaminy D3, pozytywnie wpływa na leczenie alergii skórnych (Helbin 2000). Kąpiele słoneczne działają korzystnie w wielu chorobach dermatologicznych, jak łuszczyca czy trądzik. Korzystne działanie słonecznego promieniowania nadfioletowego uzyskuje się jednak tylko wówczas, gdy kąpiele słoneczne są prawidłowo stosowane, dokładnie dawkowane (Ponikowska 2010). Przeciwwskazaniami do stosowania helioterapii są: uczulenia i nadmierna wrażliwość na promieniowanie nadfioletowe oraz choroby skórne ulegające zaostrzeniu pod jego wpływem, gruźlica płuc, stan po ostrym reumatycznym zapaleniu stawów, przewlekłe zapalenie nerek, niewydolność wątroby, nerwice ze stanami lękowymi i bezsennością, podeszły wiek oraz wysokie i długo trwające nadciśnienie tętnicze (Mączyński 1978; Straburzyński 1997).

Inne efekty helioterapii wiążą się z działaniem dwóch pozostałych zakresów promieniowania słonecznego: widzialnego i podczerwonego. Odpowiednie dozowanie promieniowania widzialnego sprzyja regulacji cyklu dobowego organizmu, przez co pozwala na wspomaganie leczenia zaburzeń snu. Działa także pobudzająco na psychikę człowieka i powoduje odprężenie psychiczne (co znalazło zastosowanie w leczeniu depresji). Promieniowanie podczerwone łagodzi podrażnienia skóry oraz działa uśmierzająco na ból, łagodzi skutki uszkodzenia tkanek miękkich.

Aeroterapia polega na leczeniu świeżym powietrzem w spoczynku, poza działaniem bezpośredniego promieniowania słonecznego. Bódcowość aeroterapii zależy od intensywności bodźców termicznych, które mogą prowadzić do wychładzania lub nagrzewania organizmu, a także od aerodynamicznego działania wiatru (Mączyński 1978). Kąpiele powietrzne zwiększają pojemność minutową serca, wzmagają utlenienie krwi, obniżają poziom pośrednich produktów przemiany białkowej we krwi oraz usprawniają termoregulację ustroju i podstawową przemianę materii (Mączyński 1978). Zmniejszają również wrażliwość na czynniki infekcyjne oraz podnoszą sprawność układu krążenia (Helbin 2000). Wskazania do aeroterapii

istnieją w przypadku wszystkich chorób, zaleca się jednak indywidualne dostosowanie bodźcowości zabiegu (Mączyński 1978). Aeroterapię szczególnie poleca się chorym na nerwice, w chorobach serca i naczyń krwionośnych, w celu pobudzenia przemiany materii oraz zahartowania organizmu (Straburzyński 1997).

Przykładem szczególnego wykorzystania aeroterapii są trzy uzdrowiska (Ciechocinek, Inowrocław i Konstancin), w których działają specjalne tężnie. Do tężni doprowadzona jest woda mineralna (solanka), która ściekając po gałązkach tarniny ulega zagęszczeniu przez parowanie. Podczas parowania solanki i spływaniu po gałązkach następuje jej rozdrobnienie w formie kropelek oraz drobnych kryształków. W ten sposób tworzy się aerozol, który przenika do otaczającego tężnie powietrza. Właściwości lecznicze aerozol tężniowy zawdzięcza zawartości składników mineralnych: chlorku sodu, związków jodu, bromu, wapnia, żelaza i innych. Podczas parowania solanki następuje także ochłodzenie powietrza oraz zwiększenie jego wilgotności. Są to dodatkowe walory mikroklimatu strefy okołotężniowej. Powietrze wokół tężni charakteryzuje ponadto duża czystość bakteriologiczna i bardzo małe zapylenie, dlatego przebywanie (leżakowanie, bardzo spokojne spacerowanie) w strefie okołotężniowej ma działanie lecznicze. Zabiegi te są wskazane dla osób z wieloma chorobami dróg oddechowych oraz w przypadkach niedoboru jodu. Mikroklimat strefy okołotężniowej ma cechy zbliżone do klimatu nadmorskiego. Terenoterapia¹ jest wykonywaniem dynamicznego wysiłku fizycznego w terenie, w warunkach zmiennej pogody i cech mikroklimatu, z uwzględnieniem walorów widokowych i krajobrazowych. Do terenoterapii zalicza się spacerowanie, biegi, jazdę na rowerze oraz spacerowanie i biegi na nartach (Ponikowska, Marciniak 1988). Korzystnie działa w zaburzeniach czynnościowych układu krążenia, miażdżycy, chorobie niedokrwiennej serca (Helbin 2000). Terenoterapia zwiększa możliwości wytrzymałościowe organizmu poprzez usprawnienie czynności układu krążenia i układu oddechowego przez poprawę koordynacji ruchowej i zwiększenie ukrwienia narządów. Powoduje zwiększenie wydatku energetycznego przeznaczonego na pracę mięśniową i w konsekwencji zmniejszenie nadmiaru tkanki tłuszczowej u osób otyłych oraz wyrównanie zaburzeń metabolicznych w gospodarce węglowodanowej i lipidowej. Wpływa również pozytywnie na usprawnienie funkcji narządu ruchu, głównie kończyn dolnych. Wskazana jest u osób ze schorzeniami układu ruchu, chorobami układu krążenia, układu oddechowego, metabolicznymi oraz w przypadku nerwic (Ponikowska, Marciniak 1988). Formę terenoterapii należy dobrać odpowiednio do konkretnego rodzaju schorzenia (tab. 1.1).

¹ W niektórych opracowaniach ta forma leczenia klimatycznego jest określana jako kinezyterapia. Niemniej, w katalogu procedur leczniczych w uzdrowiskach mianem „kinezyterapia” określa się zabiegi leczenia ruchem odbywające się w pomieszczeniach. Dlatego dla rozróżnienia tych grup procedur leczniczych w obecnym opracowaniu dla leczenia ruchem w terenie otwartym będzie stosowany termin „terenoterapia”.

Tabela 1.1. Możliwość stosowania różnych form terenoterapii w leczeniu niektórych schorzeń

Table 1.1. Detail treatment recommendations for various forms of terrain therapy

Schorzenie <i>Disease</i>	Forma terenoterapii <i>Form of terrain therapy</i>				
	spacery <i>walking</i>	nordic <i>walking</i>	jogging	jazda na rowerze <i>biking</i>	narciarstwo biegowe <i>skiing</i>
Choroba zwyrodnieniowa kręgosłupa <i>Vertebral column degenerative disease</i>	+			+	+
Choroba zwyrodnieniowa stawów biodrowych i kolanowych <i>Knee and iliom degenerative disease</i>				+	
Chorzy po urazach i zabiegach <i>Post-operation and injury patients</i>	+	+			
Chorzy z niedowładami i upośledzeniem chodu <i>Legs paresis</i>	+			+	+
Choroba niedokrwienności serca <i>Ischaemic heart disease</i>	+	+	+	+	+
Choroby naczyń kończyn dolnych <i>Periferal vessels disease</i>	+			+	
Choroba wieńcowa <i>Coronary disease</i>	+				
Choroby dróg oddechowych <i>Respiratory tracts disorders</i>	+	+	+	+	+
Nadciśnienie tętnicze <i>Hypertension</i>	+				
Cukrzyca <i>Diabetes</i>	+	+			+
Otyłość <i>Obesity</i>	+	+		+	+
Nerwice <i>Neurosis</i>	+	+	+	+	+

Źródło Source: Ponikowska, Marciniak (1988), uzupełnione przez autorów *completed by authors*.

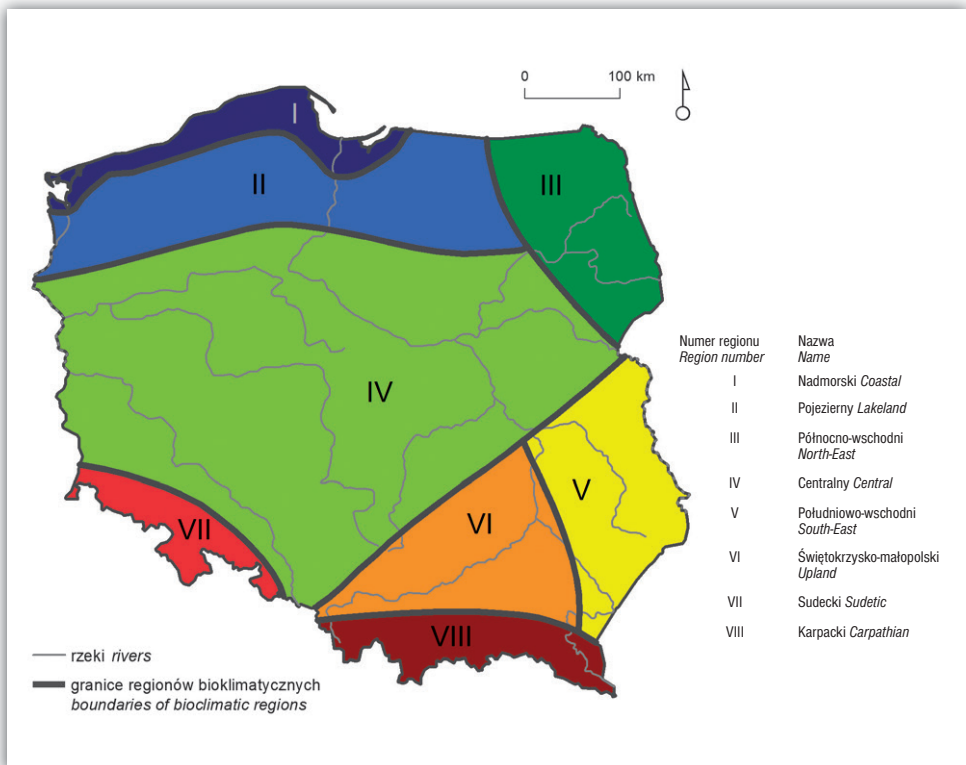
Terenoterapii nie należy stosować u chorych z chorobą wieńcową serca z bólami dławicowymi oraz u osób krótko po zawale serca, w niektórych wadach zastawkowych serca, chorobach serca z objawami niewydolności krążenia, w cukrzycy z kwasicy, w nadciśnieniu tętniczym w III i IV okresie, w ostrych chorobach układu oddechowego, w astmie oskrzelowej w okresie stałej duszności, w zapaleniu stawów z silnymi bólami oraz w chorobach neurologicznych drgawkowych (Ponikowska, Marciniak 1988).

Talassoterapia wykorzystuje czynniki bodźcowe klimatu morskiego. Są nimi: obniżona temperatura powietrza, dynamiczny ruch powietrza oraz zawartość w powietrzu aerozolu morskiego powstającego w wyniku falowania wody i rozbryzgu fal o brzeg. W talassoterapii korzysta się także z kąpeli w wodzie morskiej, leżakowaniu na piasku plaży, insolacji oraz ruchu nad brzegiem morza. Kompleksowe działanie wszystkich lub większości tych czynników ma działanie hartujące i wpływa pozytywnie na organizm człowieka, powodując wzrost odporności na

infekcje oraz obniżenie wrażliwości na niską temperaturę powietrza. Talassoterapia prowadzona w sposób kontrolowany pozwala na lepszą odnowę biologiczną. Szczególnymi wskazaniami do stosowania tej metody są: schorzenia układu oddechowego, alergie i schorzenia skóry (Mączyński 1978; Helbin 2000; Helbin, Kolarzyk 2005; Ponikowska 2010). W Polsce Morze Bałtyckie stwarza dobre warunki do prowadzenia talassoterapii. Klimat nadmorski cechuje się tu silnymi bodźcami ochładzającymi, czystością powietrza (w tym bardzo małymi ilościami alergenów) oraz intensywnym promieniowaniem słonecznym, zwłaszcza w okresie letnim.

1.2. Materiały źródłowe

Na rycinie 1.2 kolorami przedstawiono regionalizację bioklimatyczną Polski według T. Kozłowskiej-Szczęsnej i innych (2002), zmodyfikowaną przez K. Błażejczyka (2004), na której oparto schemat opracowania. Takie same barwy wykorzystano na większości rycin, przypisując tym samym każdą ze stacji meteorologicznych i klimatologicznych – uwzględnianych w analizie – do określonego regionu bioklimatycznego.

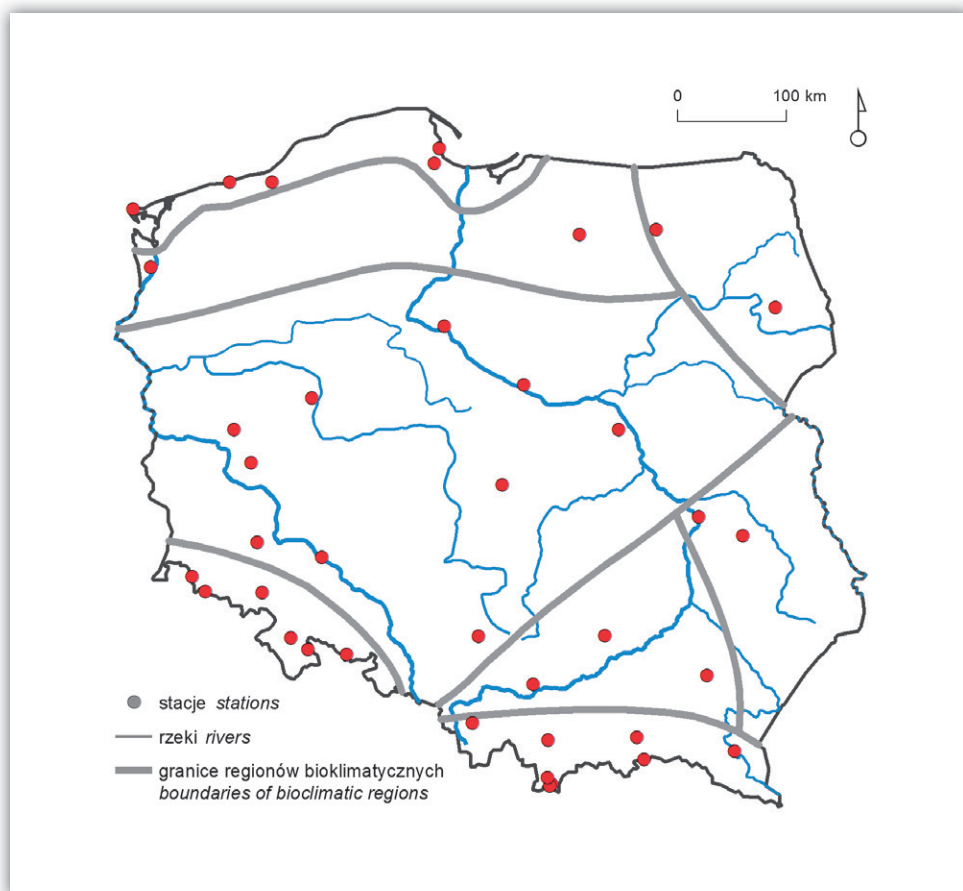


Rycina 1.2. Regiony bioklimatyczne Polski (Błażejczyk 2004)
Figure 1.2. Bioclimatic regions in Poland (Błażejczyk 2004)

Podstawę opracowania stanowią dane meteorologiczne z 38 stacji położonych we wszystkich regionach bioklimatycznych (ryc. 1.3) – w większości za lata 1991–2000. Mniejszą liczbę miejscowości wykorzystano w opisie warunków radiacyjnych, w tym promieniowania całkowitego, co wynika z niewielkiej liczby stacji, na których wykonuje się w Polsce pomiary aktynometryczne.

W tabeli 1.2 przedstawiono wszystkie wzięte pod uwagę stacje, okresy oraz elementy i zjawiska meteorologiczne mierzone i obserwowane na tych stacjach, które wykorzystano w opracowaniu. Jedynie w ostatnim rozdziale, którego istotą było odniesienie wyników z lat 1991–2000 do 20-lecia 1971–1990, powołano się na warunki klimatyczne w uzdrowiskach opisane w monografii „Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie” (Kozłowska-Szczęśna i in. 2002).

Kolejne części pracy wymagały innych metod opracowania, dlatego też były one objaśniane w każdym z rozdziałów osobno.



Rycina 1.3. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych analizowanych w opracowaniu

Figure 1.3. The distribution of the analysed meteorological stations

W ocenie potencjału leczniczego klimatu Polski znaczenie ma nie tylko średnia liczba dni z danymi warunkami pogodowymi, lecz też częstość i długość okresów z pogodą sprzyjającą lub niesprzyjającą klimatoterapii. Na pogodę będącą obciążeniem dla organizmu człowieka składają się między innymi kilkudniowe lub dłuższe ciągi dni upalnych czy mroźnych, pogodnych czy pochmurnych, z ciszą atmosferyczną lub silnym wiatrem, dni parnych, dni z opadem atmosferycznym, czy dni ze skrajnie niskim lub wysokim ciśnieniem atmosferycznym. Występowanie takich właśnie okresów w analizowanym 10-leciu i regionach zostało przeanalizowane i opisane poniżej. Obliczono różnej długości ciągi dni (w zależności od elementu klimatu), z tym, że zawsze w liczbie okresów krótszych zawierały się okresy dłuższe; na przykład w liczbie 9 fal upałów 3-dniowych we Wrocławiu, zawierały się 2 fale minimum 5-dniowe, a w nich 1 fala trwająca co najmniej 8 dni.

W opisie poszczególnych elementów klimatu tylko w 3 przypadkach (usłonecznienie, opady i mgły) odnoszono się do norm dla uzdrowisk. W przypadku pozostałych elementów takie kryteria dotychczas nie obowiązują.

Wszystkie przedstawione ryciny oraz tabele są oryginalne i zostały opracowane na potrzeby tej publikacji, chyba że zaznaczono inaczej.

2. Zróźnicowanie bodźców radiacyjnych

2.1. Promieniowanie słoneczne

Promieniowanie słoneczne docierające do powierzchni Ziemi jest istotnym czynnikiem modelującym wszelkie procesy zachodzące w środowisku przyrodniczym, mającym bezpośredni wpływ na życie i funkcjonowanie człowieka. Nierównomierne nagrzewanie powierzchni Ziemi przyczynia się do zróźnicowania jej temperatury. W konsekwencji powstaje cyrkulacja atmosferyczna, która poprzez zmienność zachmurzenia oraz przezroczystość napływających mas powietrza decyduje o ilości energii słonecznej docierającej do powierzchni Ziemi.

Energia promieniowania słonecznego dochodząca do powierzchni ziemi odgrywa istotną rolę w ocenie warunków bioklimatycznych. Promieniowanie słoneczne nie tylko wpływa na odczucia cieplne, ale także decyduje o pobudzeniu układu krwiotwórczego, nerwowego i gruczołów wydzielania wewnętrznego. Zwiększa również odporność na zakażenia oraz przyczynia się do wytwarzania przeciwkrzywiczej witaminy D. W leczeniu uzdrowskim jest często wykorzystywane w różnego rodzaju zabiegach helioterapeutycznych (Błażejczyk 1998; Kozłowska-Szczęśna i in. 2002). Z punktu widzenia bioklimatologii największe znaczenie ma promieniowanie nadfioletowe, a szczególnie UV-B, które jest najbardziej aktywne biologicznie. Niemniej, także mimo niewielkiego udziału w całym spektrum promieniowania, właśnie promieniowanie widzialne i podczerwone stymuluje procesy fizjologiczne i powinno być jak najczęściej wykorzystywane w helioterapii (Lityńska i in. 2001; Błażejczyk, Kunert 2011).

Miarą oddziaływania promieniowania słonecznego na człowieka jest określenie ilości energii dostarczanej do powierzchni ziemi, z uwzględnieniem wszystkich czynników osłabiających promienie słoneczne przechodzące przez atmosferę. Działanie biologiczne promieniowania zależy od masy optycznej atmosfery. W szerokościach geograficznych charakterystycznych dla Polski działanie biologiczne nadfioletu UV-A występuje od 20° wysokości Słońca nad horyzontem, UV-B od 30°, podczas gdy promieniowanie UV-C nie dociera do powierzchni ziemi (Błażejczyk 1997).

W opracowaniu sum dziennych promieniowania całkowitego wykorzystano dane z 13 stacji, na których wykonywane są pomiary aktynometryczne i są to często inne miejsca niż analizowane w pozostałych rozdziałach. Stacje w Gdyni i Kołobrzegu reprezentują Region Nadmorski, stacja w Mikołajkach w przybliżony sposób może opisywać regiony Pojezierny i Północno-wschodni, stacje w Radzynie (leżącym w połowie drogi między Leszmem i Zieloną Górą), Legnicy, Toruniu i Warszawie znajdują się w Regionie Centralnym. Warunki solarne w Regionie Południowo-wschodnim charakteryzuje stacja Puławy; w Regionie Sudeckim – Kłodzko, a w Regionie Karpackim – Zakopane, Kasprowy Wierch, Lesko i Bielsko-Biała.

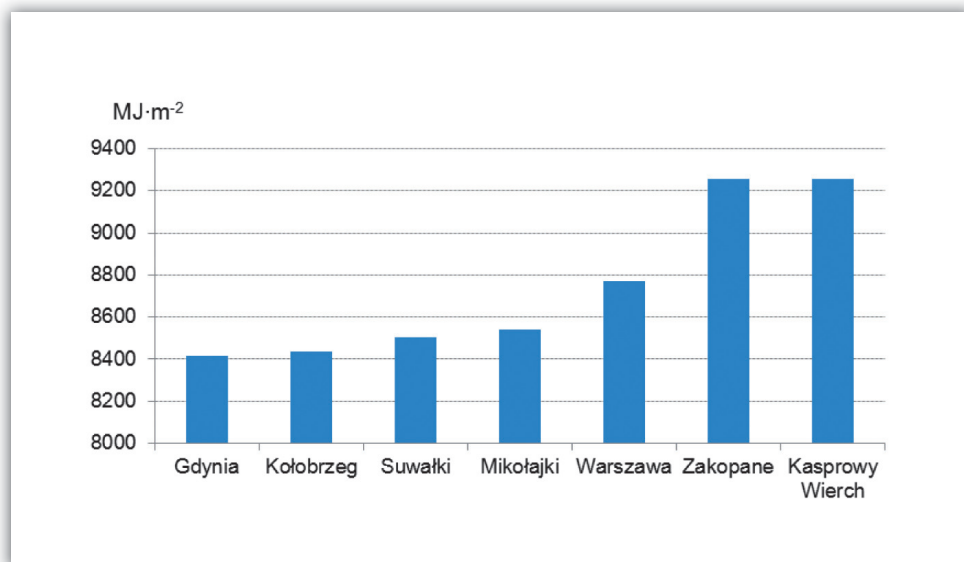
Największy wpływ na ilość docierającej do powierzchni ziemi energii promieniowania słonecznego mają warunki astronomiczne oraz stan atmosfery. Ilość energii jaką otrzymuje dana powierzchnia zależy od natężenia promieniowania, kąta padania promieni słonecznych oraz czasu usłonecznienia.

Zróżnicowanie natężenia promieniowania słonecznego na obszarze Polski zależy przede wszystkim od jej położenia geograficznego pomiędzy 49° a 54° szerokości geograficznej północnej. Dlatego pora dzienna, czyli okres od wschodu do zachodu Słońca, obejmuje ponad 51% z 8766 godzin w roku, przy czym na północnych krańcach Polski trwa ona o 20 godzin dłużej niż na południu kraju. W północnej części Polski latem dzień jest dłuższy o prawie 1 godzinę niż w części południowej; zimą sytuacja jest odwrotna – dłuższy dzień mają krańce południowe niż północne (Bogdańska, Podogrocki 2000; Lorenc 2005).

Na północy kraju w czerwcu godziny dzienne stanowią 71,5% miesiąca, a w grudniu 29,6%. W centrum Polski w czerwcu godziny dzienne obejmują 69%, w grudniu 32,7%. Na południowych krańcach Polski stosunek godzin dziennych do całej doby wynosi 67% w czerwcu i 34,7% w grudniu.

Natężenie promieniowania na powierzchni ziemi jest osłabiane przez różne właściwości fizyczne atmosfery (jej przezroczystość, zachmurzenie, zawartość aerozoli). W czasie przejścia promieni słonecznych przez atmosferę dochodzi nie tylko do ich osłabienia, ale również zmian jakościowych promieniowania.

W przypadku ilości energii dopływającej do górnej granicy atmosfery wyraźnie zaznacza się uprzywilejowanie niższych szerokości geograficznych (ryc. 2.1). W roku północne krańce Polski otrzymują o około 9% mniej potencjalnej energii promieniowania słonecznego niż południowe. Analizując stosunek sum rocznych promieniowania na górnej granicy atmosfery do sum notowanych na powierzchni ziemi, w odniesieniu do całego obszaru Polski obserwuje się różnice w dopływie energii słonecznej wynikające z szerokości geograficznej, ale również wpływu atmosfery.



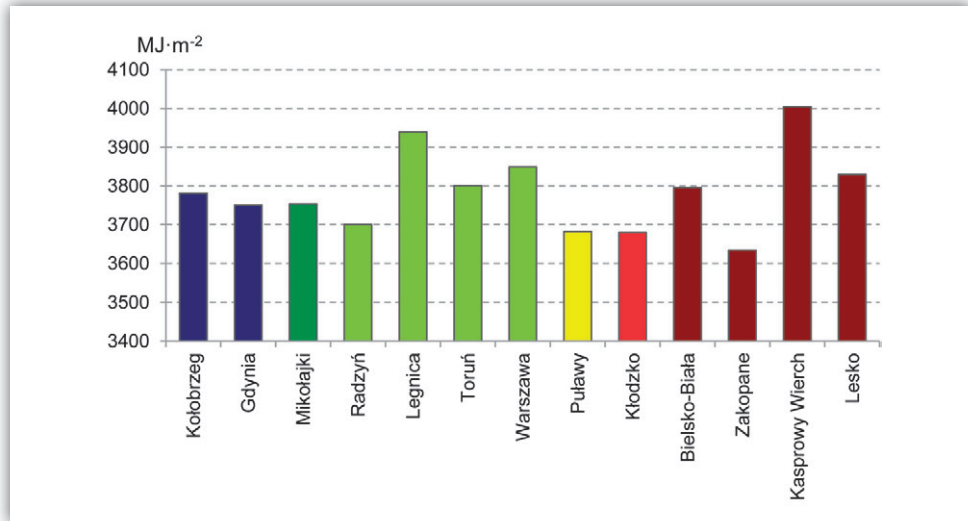
Rycina 2.1. Suma roczna promieniowania na górnej granicy atmosfery

Figure 2.1. Annual sum of global solar radiation on the top of the atmosphere

Źródło Source: Bogdańska, Podogrocki (2000).

Największe osłabienie promieniowania słonecznego dochodzącego do powierzchni ziemi na skutek zachmurzenia i zmgętnienia atmosfery wśród analizowanych stacji występuje w Zakopanem (61%), a najbardziej przezroczysta atmosfera charakteryzuje stacje nadmorskie – Kołobrzeg i Gdynię – tu pochłaniane jest około 55% promieniowania słonecznego. W Mikołajkach atmosfera pochłania około 56% promieniowania.

W okresie 1991–2000 ilość energii słonecznej, jaka docierała do powierzchni ziemi w poszczególnych regionach bioklimatycznych była dosyć zróżnicowana. W Regionie Nadmorskim średnie roczne sumy promieniowania całkowitego (K_{glob}) wahały się od 3751 MJ·m⁻² w Gdyni do 3781 MJ·m⁻² w Kołobrzegu. Ta niewielka różnica świadczy o zbliżonych warunkach dopływu promieniowania całkowitego w całym regionie. Podobne warunki radiacyjne występowały także w regionach Pojeziernym i Północno-wschodnim. Na stacji w Mikołajkach suma roczna promieniowania całkowitego wynosiła 3753 MJ·m⁻². W Regionie Centralnym powierzchnia podłoża otrzymała średnio od 3700 MJ·m⁻² w Radzynie do 3940 MJ·m⁻² w Legnicy. W Regionie Południowo-wschodnim (w Puławach) roczna suma promieniowania wyniosła 3682 MJ·m⁻². W Regionie Karpackim najmniejsze sumy K_{glob} , nie przekraczające 3800 MJ·m⁻², zanotowano w Zakopanem i Bielsku-Białej, zaś największe na Kasprowym Wierchu, gdzie średnio w roku suma promieniowania wynosiła 3896 MJ·m⁻². W Kłodzku reprezentującym Region Sudecki roczne sumy promieniowania wynosiły około 3700 MJ·m⁻² (ryc. 2.2).



Rycina 2.2. Średnie sumy roczne promieniowania całkowitego (1991–2000)

Figure 2.2. Mean annual sums of global solar radiation (1991–2000)

* Wszystkie przedstawione ryciny są oryginalne i zostały opracowane na potrzeby tej publikacji, chyba że zaznaczono inaczej.

Tabela 2.1. Średnie, maksymalne i minimalne sumy miesięczne całkowitego promieniowania słonecznego (MJ·m⁻², 1991–2000)

Table 2.1. Monthly mean, maximum and minimum sums of global solar radiation (MJ·m⁻², 1991–2000)

English explanations of the characteristics are on the bottom of the table

Stacja Station	Miesiące Months											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
REGION NADMORSKI COASTAL REGION												
Kołobrzeg												
Średnia	61,3	106,5	268,3	424,2	604,3	599,4	614,4	512,8	303,8	174,9	68,3	42,9
Maksimum	77,4	123,8	314,6	479,4	701,3	758,6	796,9	599,7	389,7	189,4	88,1	56,5
Minimum	43,2	84,2	226,2	366,4	451,7	511,6	471,6	420,6	225,5	149,0	53,5	35,5
Gdynia												
Średnia	63,2	111,4	259,9	415,8	582,9	604,1	612,2	499,4	299,7	186,1	69,0	46,8
Maksimum	80,5	135,8	309,8	487,1	689,6	788,5	803,9	595,6	396,9	205,4	85,0	57,4
Minimum	45,6	90,0	219,8	339,1	479,3	529,5	462,7	422,6	241,8	170,7	45,5	31,8
REGION POJEZIERNY I PÓLNOCCO-WSCHODNI LAKELAND AND NORTH-EAST REGION												
Mikołajki												
Średnia	66,4	119,9	265,2	400,2	588,6	595,7	608,4	502,8	308,8	179,9	71,7	45,8
Maksimum	74,5	166,3	359,2	496,6	693,3	697,7	777,9	597,4	374,0	232,6	93,6	58,3
Minimum	42,9	91,9	212,6	295,0	520,1	514,1	489,8	443,8	254,2	157,4	52,1	36,6
REGION CENTRALNY CENTRAL REGION												
Radzyń												
Średnia	73,2	133,7	258,9	416,1	553,1	551,2	577,7	499,0	312,9	187,1	82,7	54,4
Maksimum	92,8	157,2	293,3	480,8	665,6	702,6	697,8	558,1	390,6	251,2	97,8	62,3
Minimum	54,1	118,6	209,6	353,2	433,3	426,9	413,0	449,8	250,0	127,8	63,8	48,5

Legnica												
Średnia	87,5	153,9	280,9	431,5	581,9	588,0	592,1	522,5	331,3	205,7	97,0	67,2
Maksimum	106,1	185,5	327,3	506,3	671,1	662,3	727,3	589,3	406,5	240,7	111,9	78,9
Minimum	75,0	130,7	237,2	368,8	453,8	484,6	439,4	456,3	263,7	151,7	80,6	59,9
Toruń												
Średnia	74,7	129,1	273,0	426,2	581,3	579,7	589,0	511,2	313,3	192,0	78,6	52,9
Maksimum	92,1	166,5	339,5	523,0	669,9	664,6	754,5	563,7	407,9	227,3	103,3	63,3
Minimum	49,2	101,6	211,9	354,1	497,9	505,8	416,9	454,3	254,6	158,7	63,3	40,6
Warszawa												
Średnia	76,3	112,0	270,4	402,9	594,0	602,3	613,0	530,3	320,0	191,7	81,9	53,8
Maksimum	89,3	148,0	328,1	469,6	648,7	680,8	768,6	583,4	409,5	234,8	102,4	67,7
Minimum	50,5	23,4	226,2	355,2	509,8	532,8	449,9	493,9	227,4	162,7	71,0	42,2
REGION POŁUDNIOWO-WSCHODNI SOUTH-EAST REGION												
Puławy												
Średnia	77,9	119,9	257,6	377,6	568,1	578,7	577,1	481,2	308,3	191,9	87,3	56,7
Maksimum	95,6	167,3	301,4	459,6	614,1	685,6	723,8	565,2	372,1	235,2	105,6	68,2
Minimum	62,4	98,3	142,3	331,9	455,6	478,1	427,6	435,1	190,9	163,4	64,3	43,4
REGION SUDECKI SUDETIĆ REGION												
Kłodzko												
Średnia	90,6	155,4	267,9	401,6	542,7	536,1	541,3	487,4	306,6	190,2	91,6	68,8
Maksimum	98,0	224,3	321,6	503,9	652,5	666,3	679,3	571,1	389,7	232,3	107,6	86,2
Minimum	76,7	122,3	193,6	351,4	402,0	469,5	408,5	354,9	210,1	156,6	73,5	59,3
REGION KARPACKI CARPATHIAN REGION												
Bielsko-Biała												
Średnia	103,5	156,8	282,3	402,3	520,7	543,1	567,7	502,8	327,1	204,8	107,5	77,5
Maksimum	112,3	175,1	330,3	478,6	678,8	668,4	712,0	553,2	416,8	248,3	127,4	96,8
Minimum	90,0	135,8	230,0	335,6	391,7	463,5	447,4	420,9	198,1	169,5	85,6	51,1
Zakopane												
Średnia	115,0	179,3	307,3	394,5	478,8	496,7	496,4	446,5	307,1	213,7	117,7	81,0
Maksimum	127,6	193,7	358,8	460,2	581,0	546,3	641,2	531,3	382,3	262,1	124,9	104,1
Minimum	91,1	138,8	250,5	333,1	333,5	420,8	373,3	381,6	171,6	168,1	106,8	67,8
Kasprowy Wierch												
Średnia	147,9	220,0	370,8	478,3	532,8	501,2	489,6	444,1	329,4	242,8	138,9	108,6
Maksimum	179,7	247,2	420,2	569,5	607,2	605,9	680,5	572,6	404,2	310,7	182,2	142,9
Minimum	120,0	171,7	310,8	394,1	427,0	424,1	355,4	355,6	245,8	178,0	87,4	75,0
Lesko												
Średnia	108,8	163,9	291,6	400,0	530,2	552,0	555,2	492,0	325,3	209,8	114,9	85,6
Maksimum	126,4	197,1	360,3	486,6	701,2	628,6	710,2	555,1	389,3	277,2	141,0	108,8
Minimum	86,3	134,6	251,2	336,0	374,6	480,7	462,4	426,9	202,8	151,2	95,6	62,4

English explanations of the characteristics	
Średnia	Mean
Maksimum	Maximum
Minimum	Minimum

* Wszystkie przedstawione tabele są oryginalne i zostały opracowane na potrzeby tej publikacji, chyba że zaznaczono inaczej.

W latach 1991–2000 przebieg sum miesięcznych promieniowania całkowitego na obszarze Polski był bardzo zróżnicowany. W tabeli 2.1 przedstawiono wartość średniej sumy miesięcznej oraz wartości maksymalne i minimalne K_{glob} w badanym

wielolecia dla każdej ze stacji reprezentujących poszczególne regiony bioklimatyczne. Wyraźnie zaznacza się zależność promieniowania słonecznego od wysokości Słońca nad horyzontem w poszczególnych miesiącach. Dodatkowym czynnikiem modelującym przebieg całkowitego promieniowania w ciągu roku jest cyrkulacja atmosferyczna, szczególnie na obszarach nadmorskich oraz górskich. W skali lokalnej ilość energii słonecznej docierającej do powierzchni ziemi w dużej mierze jest zależna od warunków meteorologicznych, a w szczególności masy powietrza i zachmurzenia (Kozuchowski 2011). Dlatego obserwuje się duże wahania z dnia na dzień w przebiegach dobowych sum promieniowania słonecznego (ryc. 2.3). W przebiegu rocznym najmniejsze średnie sumy dzienne promieniowania słonecznego występują w grudniu, największe zaś w czerwcu i lipcu. Od tego schematu odbiegają nieco warunki na stacji na Kasprowym Wierchu, gdzie największe średnie sumy notowane są w maju.

Zarówno w Kołobrzegu, jak i w Gdyni, najmniejsze sumy miesięczne promieniowania całkowitego rejestrowano w grudniu. Wynosiły odpowiednio $42,9 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ i $46,8 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ (tab. 2.1). Najmniejszą średnią miesięczną sumę w grudniu zanotowano w 1997 r. – $31,8 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$. Największe sumy w tym regionie były notowane w lipcu, a ich wartości były bardzo zbliżone na rozpatrywanych stacjach (Kołobrzeg – $614,4 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, Gdynia – $612,2 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$). Średnia suma promieniowania w grudniu stanowi zaledwie 1,1–1,2% sumy rocznej w tym regionie, natomiast największy udział – 16,3% sumy rocznej – przypada na lipiec. Notowane w tym regionie wartości sum miesięcznych całkowitego promieniowania słonecznego należą do najwyższych w Polsce. Dla porównania: najwyższa suma miesięczna w Gdyni zanotowana w lipcu 1994 r. wynosiła $803,9 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, podczas gdy w Zakopanem zaledwie $641,2 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$.

W Regionie Nadmorskim średnie sumy dobowe promieniowania słonecznego wahały się od $1,5 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ w grudniu do blisko $20 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ w czerwcu. Najmniejsze wartości obserwowane były od grudnia do lutego i często wynosiły niewiele ponad $0,2 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$. Największe wartości notowane od maja do lipca osiągały $30 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ (ryc. 2.3).

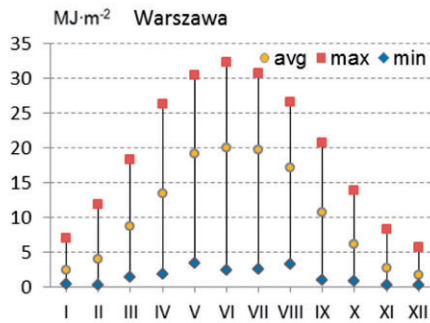
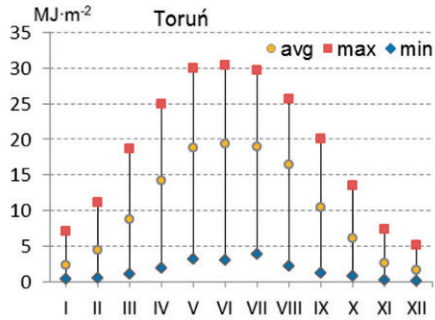
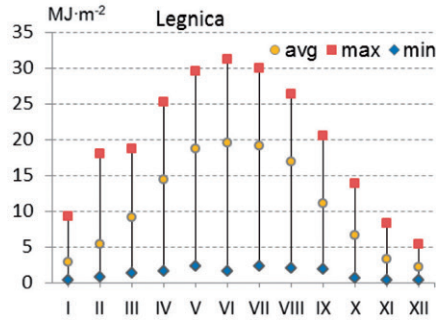
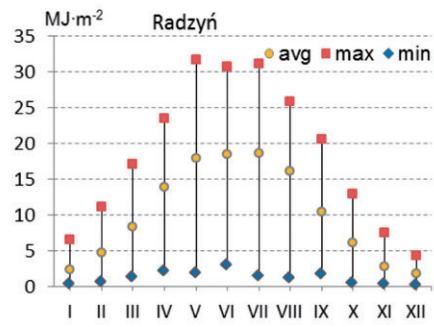
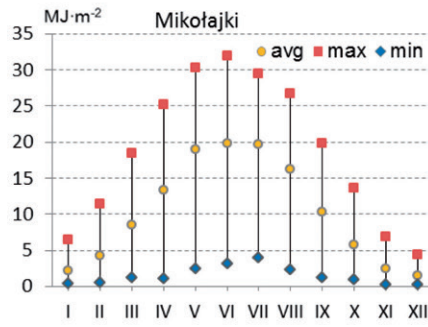
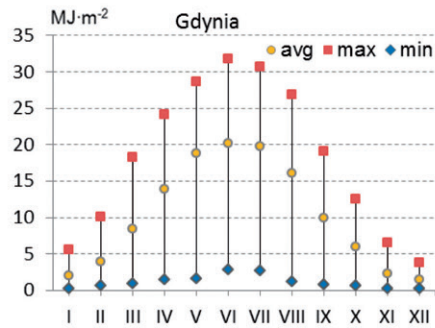
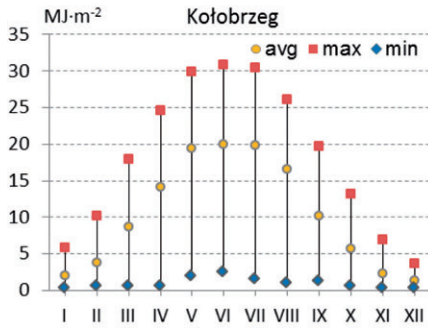
Z powodu niewielkiej liczby stacji aktynometrycznych zlokalizowanych na północy Polski, regiony Pojezierny i Północno-wschodni reprezentuje jedna stacja – w Mikołajkach. Jednak notowane tam zarówno przebieg roczny sum miesięcznych promieniowania całkowitego, jak i sumy dobowe nie odbiegają od obserwowanych w Kołobrzegu i Gdyni. Zbliżony jest również udział poszczególnych sum miesięcznych w sumie rocznej – od 1,2% w grudniu do 16,2% w lipcu (tab. 2.1, ryc. 2.3).

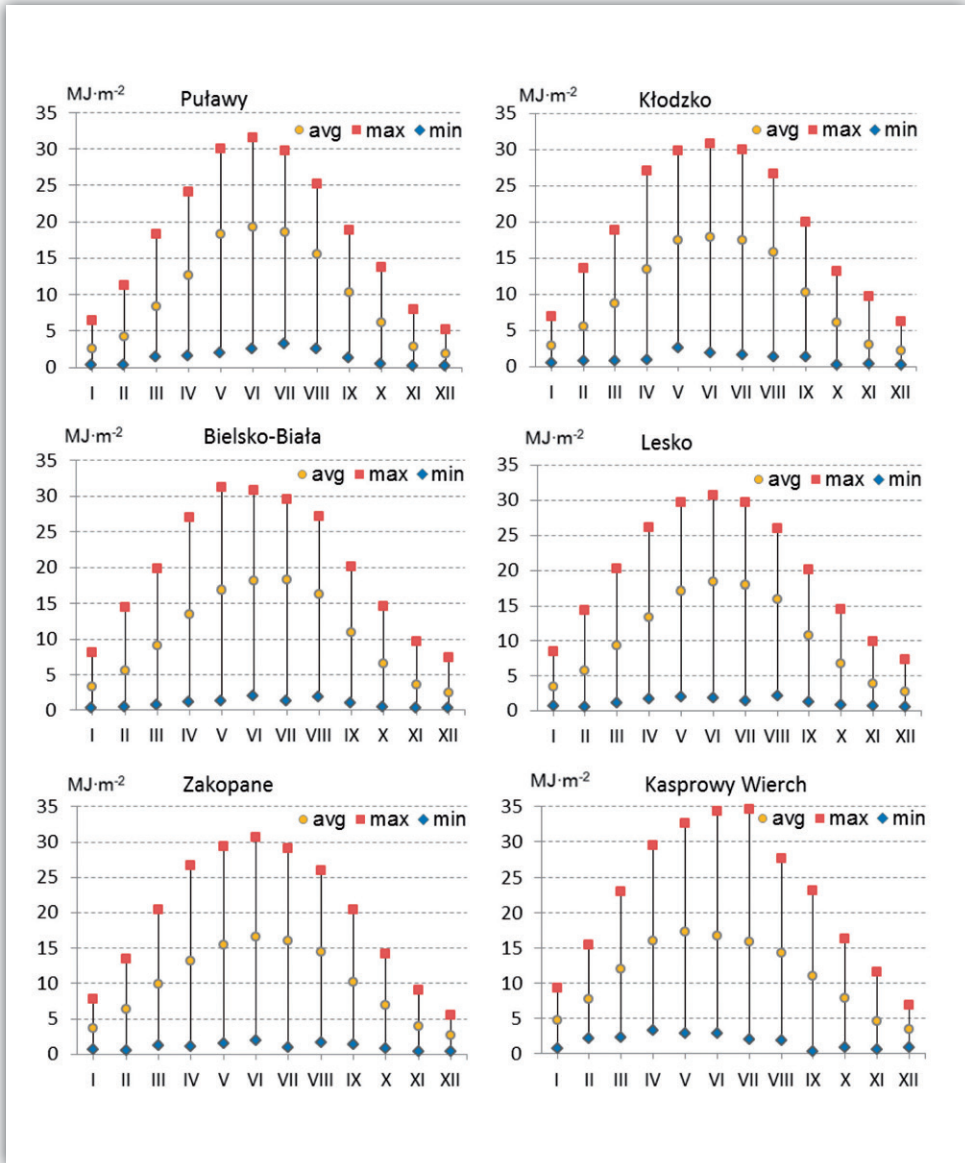
Największy region bioklimatyczny – Centralny, reprezentowany przez 4 stacje prowadzące pomiar promieniowania słonecznego, charakteryzują mało zróżnicowane sumy promieniowania słonecznego. W stosunku do regionów położonych na północy kraju, średnio notowane były tu większe sumy promieniowania w grudniu (od $52,9 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ w Toruniu do $67,2 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ w Legnicy), a mniejsze w miesiącach o najkorzystniejszych warunkach solarnych (w lipcu od $577,7 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ w Radzynie

do $613 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ w Warszawie). W Regionie Centralnym latem największe wartości sum dobowych promieniowania notowano na stacji Warszawa-Okęcie – w czerwcu średnio $20,1 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$. W Toruniu i Legnicy były nieco mniejsze i wynosiły odpowiednio $19,3$ oraz $19,6 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, najmniejsze zaś były na zachodzie regionu – w Radzynie, gdzie w lipcu wynosiły zaledwie $18,6 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ (ryc. 2.3). Najmniejsze wartości sum dziennych promieniowania słonecznego obserwowano w grudniu, przy czym na stacjach w Warszawie, Radzynie i Toruniu były one zbliżone i wynosiły około $1,7 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, zaś w Legnicy były najwyższe i przekraczały $2,1 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$.

W Regionie Południowo-wschodnim reprezentowanym przez stację w Puławach, w okresie od wiosny do jesieni obserwowano warunki słoneczne zbliżone do tych, jakie panują w Regionie Centralnym. Wynika to w głównej mierze ze zbliżonych warunków astronomicznych (wysokości Słońca nad horyzontem). W lipcu sumy miesięczne promieniowania całkowitego wynosiły około $577 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$. Wyraźne różnice między Regionem Południowo-wschodnim a regionami leżącymi na północ od niego dostrzegane są w miesiącach zimowych, zwłaszcza w grudniu i styczniu. W Puławach średnia suma w grudniu wynosiła około $57 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, a w styczniu $78 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$. Średnia suma dobową promieniowania w grudniu przekraczała $1,8 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, podczas gdy w Warszawie osiągała wartość $1,7 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$. W Puławach różnica pomiędzy sumą miesięczną całkowitego promieniowania słonecznego w grudniu i lipcu wynosiła $520,4 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, podczas gdy w Warszawie aż $559 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ (tab. 2.1, ryc. 2.3).

Region Karpacki reprezentowany jest przez stacje w Bielsku-Białej, Zakopanem, Lesku i na Kasprowym Wierchu, przy czym ta ostatnia jest stacją wysokogórską. Dopływ energii słonecznej w ciągu roku w Regionie Karpackim jest bardzo nierównomierny i w przebiegu rocznym odbiega od reszty kraju. Najwyższe sumy miesięczne na stacji w Bielsku-Białej i Lesku notowane były w lipcu, natomiast w Zakopanem – w czerwcu, a na Kasprowym Wierchu – w maju. Na stacji na Kasprowym Wierchu w przebiegu rocznym sum miesięcznych promieniowania słonecznego zaznacza się wyraźna deformacja, spowodowana regionalnymi i lokalnymi czynnikami cyrkulacyjnymi, przede wszystkim wzrostem zachmurzenia konwekcyjnego w okresie letnim. Najwyższe sumy notowane były w maju – $532,8 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$. Energia otrzymywana w tym miesiącu w okolicach Kasprowego Wierchu stanowiła aż $13,3\%$ sumy rocznej, podczas gdy w lipcu wynosiła $12,2\%$ sumy rocznej. Największa suma miesięczna – $607,2 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ – została zanotowana w maju 1992 roku. Na Kasprowym Wierchu w miesiącach zimowych notowano największe w kraju wartości sum miesięcznych promieniowania. Średnia wartość z wielolecia 1991–2000 w styczniu wynosiła aż $147,9 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$. Najwyższe wartości sum promieniowania słonecznego latem obserwowane były na stacji w Bielsku-Białej – $567,7 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, nieznacznie niższe – w Lesku. W Zakopanem oraz w Lesku charakterystyczna jest też bardzo mała różnica sum miesięcznych promieniowania całkowitego pomiędzy lipcem i czerwcem, wynosząca odpowiednio $0,3$ i $3,0 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$ (tab. 2.1).





Rycina 2.3. Średnie (avg), maksymalne (max) i minimalne (min) dzienne sumy promieniowania słonecznego (1991–2000)

Figure 2.3. Mean (avg), maximum (max) and minimum (min) daily sums of global solar radiation (1991–2000)

Wartości średnich dziennej sumy promieniowania słonecznego są w Regionie Karpackim bardzo zróżnicowane, co wynika głównie z bardzo urozmaiconej rzeźby terenu oraz położenia stacji nad poziomem morza. Latem największe ich wartości obserwowano w czerwcu, z wyjątkiem stacji na Kasprowym Wierchu, gdzie

najwyższa średnia suma przypadła na maj – 17,2 MJ·m⁻². Od czerwca do sierpnia na Kasprowym Wierchu obserwowano bardzo zbliżone wartości dobowych K_{glob} , co wynika z silnego rozwoju chmur konwekcyjnych w okresie największej insolacji słonecznej w ciągu dnia. Najmniejsze sumy dzienne promieniowania słonecznego notowane były w Zakopanem, gdzie z uwagi na duże zapylenie, częste występowanie termicznej warstwy inwersyjnej i związane z nią wyższe zachmurzenie sumy dobowe promieniowania w tym okresie wynosiły około 16,5 MJ·m⁻². Zimą na Kasprowym Wierchu sumy dzienne promieniowania słonecznego są najwyższe w całym kraju – w grudniu wynosiły średnio 3,5 MJ·m⁻². Nieco inne warunki panują we wschodniej części Regionu Podkarpackiego, a przebieg sum dobowych na stacji w Lesku jest podobny jak w Regionie Południowo-wschodnim (ryc. 2.3).

Region Sudecki obejmuje Pogórze Sudetów oraz partie szczytowe Karkonoszy, a reprezentowany jest w opracowaniu przez stację w Kłodzku. Największe sumy miesięczne promieniowania całkowitego obserwowano były w maju (542,7 MJ·m⁻²) i lipcu (541,3 MJ·m⁻²), nieco mniejsze w czerwcu (536,1 MJ·m⁻²). W odróżnieniu od Regionu Karpackiego, w Kłodzku w okresie zimowym notowano znacznie mniejsze sumy K_{glob} . Energia otrzymywana zimą, od grudnia do lutego, stanowiła tutaj zaledwie 8,6% sumy rocznej, podczas gdy na stacji w Zakopanem 10,3%, a była jest mniejsza o 1–2 MJ·m⁻² w porównaniu z pozostałymi regionami. Średnio w czerwcu, miesiącu o najwyższym promieniowaniu, powierzchnia ziemi otrzymywała tu około 17,8 MJ·m⁻² energii słonecznej (tab. 2.1, ryc. 2.3).

2.2. Usłonecznienie

Usłonecznienie jest kolejną z miar ilości promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni ziemi i oddziałującego na człowieka. Oznacza czas, w którym bezpośrednie promieniowanie słoneczne dociera do powierzchni ziemi. O ile promieniowanie słoneczne we wszystkich zakresach widma ma kluczowe znaczenie w prawidłowym rozwoju organizmu człowieka, o tyle usłonecznienie ma olbrzymi wpływ nie tylko na odczucie ciepłe człowieka, ale także na psychicznie odczuwanie pogody. Okresy pogody słonecznej oddziałują korzystnie na samopoczucie człowieka, co jest szczególnie istotne w lecznictwie uzdrowiskowym i możliwości stosowania zabiegów helioterapeutycznych (Kuczmarowski 1990; Błażejczyk 1998; Kozłowska-Szczęśna, Błażejczyk 1998).

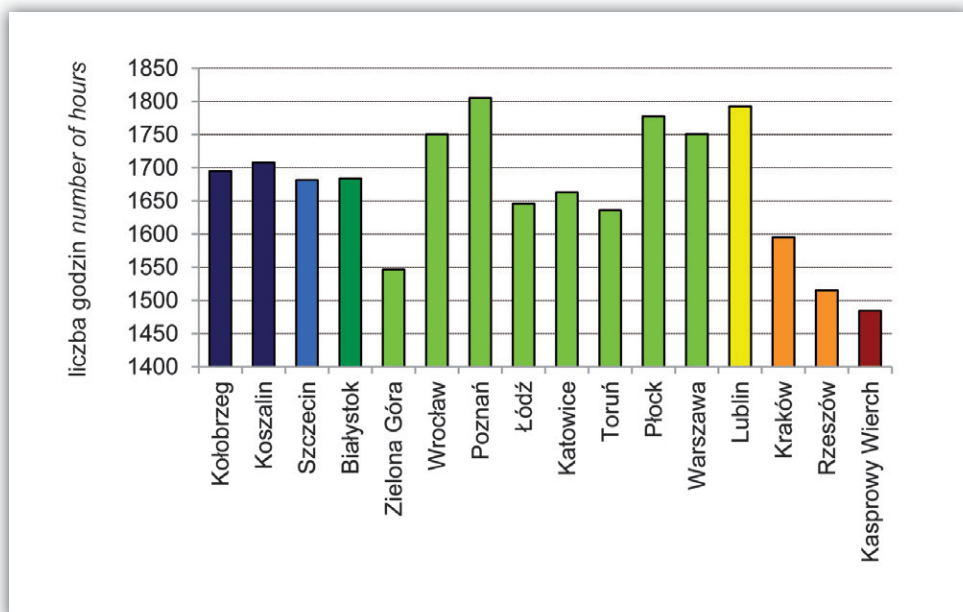
Podstawową charakterystyką usłonecznienia jest usłonecznienie rzeczywiste, czyli czas wyrażony w godzinach i minutach, w którym do danego miejsca na powierzchni Ziemi dociera promieniowanie bezpośrednie. Mierzone jest za pomocą heliografów, a wyrażane w godzinach, z dokładnością do dziesiątej części godziny (Słownik meteorologiczny 2003, Matuszko 2011a). W opracowaniu wykorzystano

dobowe sumy usłonecznienia oraz liczbę dni ze słońcem, czyli liczbę dni, w których promienie słoneczne wypaliły jakiegokolwiek długości ślad na pasku heliografu. Dane pochodziły z 16 stacji meteorologicznych, w większości innych niż stacje aktynometryczne, na których mierzone jest K_{glob} .

Norma usłonecznienia rzeczywistego, jaką powinny spełniać miejscowości wypoczynkowe w umiarkowanych szerokościach geograficznych, wynosi 1350 godzin w roku. Dla miejscowości uzdrowiskowych norma wynosi 1500 godzin (Kozłowska-Szczęśna i in. 2002).

Opracowanie Cz. Koźmińskiego i B. Michalskiej (2005) opisujące usłonecznienie w Polsce w latach 1976–2000 (a dla kilku stacji 1952–2004) wskazuje w wielu regionach Polski na istotny statystycznie wzrost usłonecznienia w 2. połowie XX wieku. Z kolei analiza usłonecznienia w Warszawie na stacji Bielany w okresie 1903–1990 wskazuje na ogólny spadek liczby godzin ze słońcem wynoszący 78 minut na rok, choć w poszczególnych dziesięcioleciach trend ten miał często wartości dodatnie (Kozłowska-Szczęśna, Podogrocki 1995). W świetle pierwszej z prac, lata 1991–2000 to okres niewielkiej zmienności usłonecznienia z roku na rok, cechujący się usłonecznieniem zbliżonym lub niewiele wyższym od średniej wieloletniej.

Średnie roczne sumy godzin ze słońcem wskazują na zróźnicowanie regionalne, ale także silniejsze niż w przypadku innych elementów klimatu uzależnienie od warunków cyrkulacyjnych atmosfery. Usłonecznienie jest silnie skorelowane z zachmurzeniem, ale należy pamiętać, że zachmurzenie notowane jest zazwyczaj



Rycina 2.4. Średnia roczna suma usłonecznienia (1991–2000)

Figure 2.4. Mean annual sunshine duration (1991–2000)

3 razy w ciągu dnia (o 6, 12 i 18 UTC), zaś usłonecznienie rejestrowane jest przez cały dzień i może wystąpić pomiędzy głównymi terminami meteorologicznymi. Usłonecznienie rzeczywiste zależy także od otoczenia stacji i obiektów w terenie (budynków, drzew, wzniesień), które mogą stanowić przeszkodę w dopływie promieni słonecznych do heliografu przy danym położeniu Słońca.

Średnie roczne sumy usłonecznienia wahały się w Polsce w okresie 1991–2000 od 1484,6 godz. na Kasprowym Wierchu po 1792,3 godz. w Lublinie i 1805 godz. w Poznaniu (ryc. 2.4). Dużym usłonecznieniem cechowały się Płock (1777,2 godz.), Warszawa (1750,7 godz.) oraz Wrocław (1750,4 godz.). Liczba godzin ze słońcem jest silnie zróżnicowaną w ciągu roku cechą klimatu, co wynika ze zmian wysokości położenia tarczy słonecznej nad horyzontem. Wykazuje także większe niż zachmurzenie zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi stacjami.

Tabela 2.2. Średnia miesięczna liczba dni ze słońcem (1991–2000)
Table 2.2. Monthly mean number of days with any sunshine (1991–2000)

	Kolobrzeg	Koszalin	Szczecin	Białystok	Zielona Góra	Wrocław	Poznań	Łódź	Katowice	Toruń	Płock	Warszawa	Lublin	Kraków	Rzeszów	Kasprowy Wierch
I	17,5	16,0	15,9	16,0	16,7	19,6	16,8	18,0	20,1	17,0	17,8	16,6	19,8	20,0	18,5	20,7
II	16,1	16,7	16,9	16,2	19,2	19,9	18,8	17,3	18,8	18,2	18,1	16,4	17,9	19,7	18,6	20,3
III	24,1	23,9	22,8	24,9	25,0	25,2	25,4	25,4	26,1	24,3	24,7	24,1	26,6	25,2	25,9	22,3
IV	25,2	25,7	26,2	24,9	27,1	26,9	27,4	26,4	26,4	26,6	27,1	25,4	25,6	25,7	24,7	22,7
V	27,6	28,3	27,8	29,8	28,3	29,0	28,9	28,9	29,0	28,7	29,4	29,4	30,1	28,8	29,0	26,5
VI	28,2	27,8	28,3	28,3	27,7	28,3	28,6	26,4	27,7	27,7	28,4	27,8	28,9	25,8	28,0	26,0
VII	29,1	28,7	29,0	29,9	28,9	29,1	29,3	29,6	29,1	29,7	30,1	29,9	30,0	28,9	29,1	26,9
VIII	29,8	29,3	29,3	30,3	29,9	29,8	30,4	29,8	29,3	30,0	30,4	30,3	29,8	29,4	29,4	27,8
IX	25,8	25,9	24,5	25,6	26,4	26,3	26,4	25,1	26,5	25,9	26,0	25,3	26,1	26,7	25,5	24,1
X	24,7	24,6	25,0	24,3	24,4	24,4	24,5	23,8	24,4	24,4	24,7	22,6	24,6	24,4	24,0	23,4
XI	16,7	15,5	15,1	14,7	17,3	18,6	16,5	15,6	16,6	14,5	15,1	13,8	18,4	16,8	17,0	18,3
XII	15,2	13,9	13,8	11,9	15,5	17,1	16,4	14,7	15,2	14,6	14,6	11,6	13,5	14,6	13,7	18,1
Średnia roczna Yearly mean	23,3	23,0	22,9	23,1	23,9	24,5	24,1	23,4	24,1	23,5	23,9	22,8	24,3	23,8	23,6	23,1
Suma roczna Yearly sum	280,0	276,3	274,6	276,8	286,4	294,2	289,4	281,0	289,2	281,6	286,4	273,2	291,3	286,0	283,4	277,1

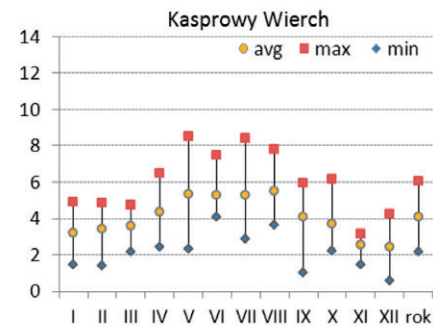
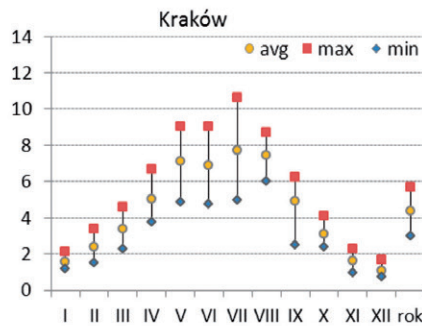
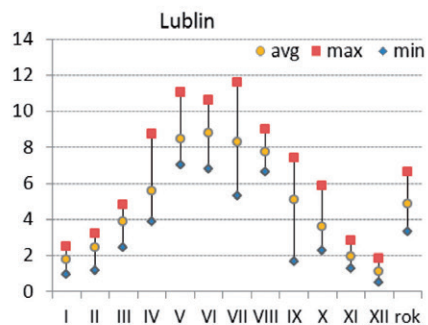
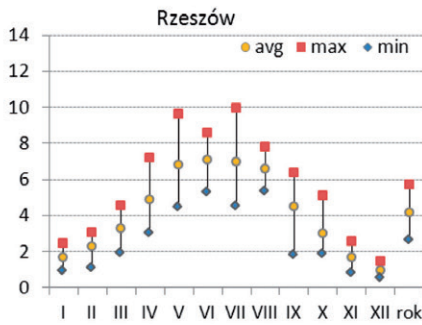
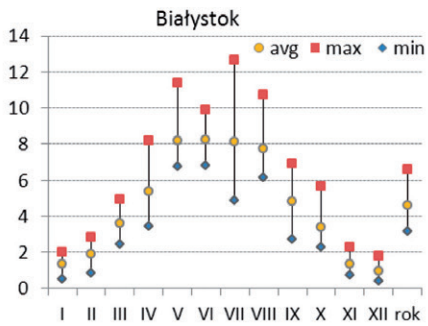
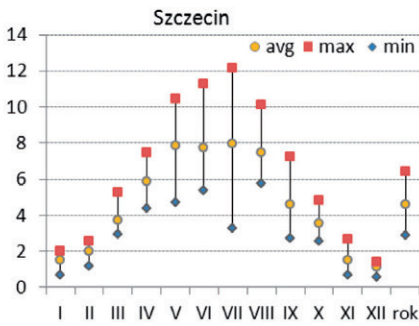
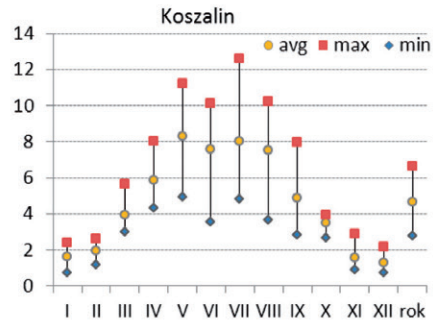
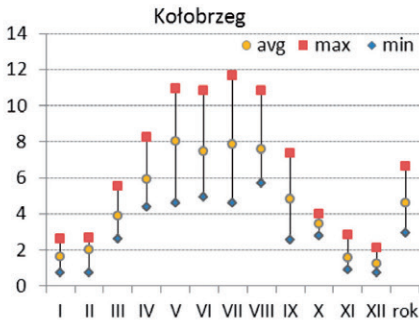
W przebiegu rocznym średnich dobowych sum usłonecznienia w całej Polsce uprzywilejowany jest okres od maja do sierpnia, czyli najdłuższych dni i najwyższego położenia tarczy słonecznej. Poszczególne regiony bioklimatyczne różnią się natomiast wielkością zmiany usłonecznienia między kwietniem i majem oraz sierpniem i wrześniem, a także zakresem notowanych wartości w każdym z miesięcy. W całej Polsce miesiącem największego zróźnicowania usłonecznienia jest lipiec, a najmniejszego – grudzień (ryc. 2.5).

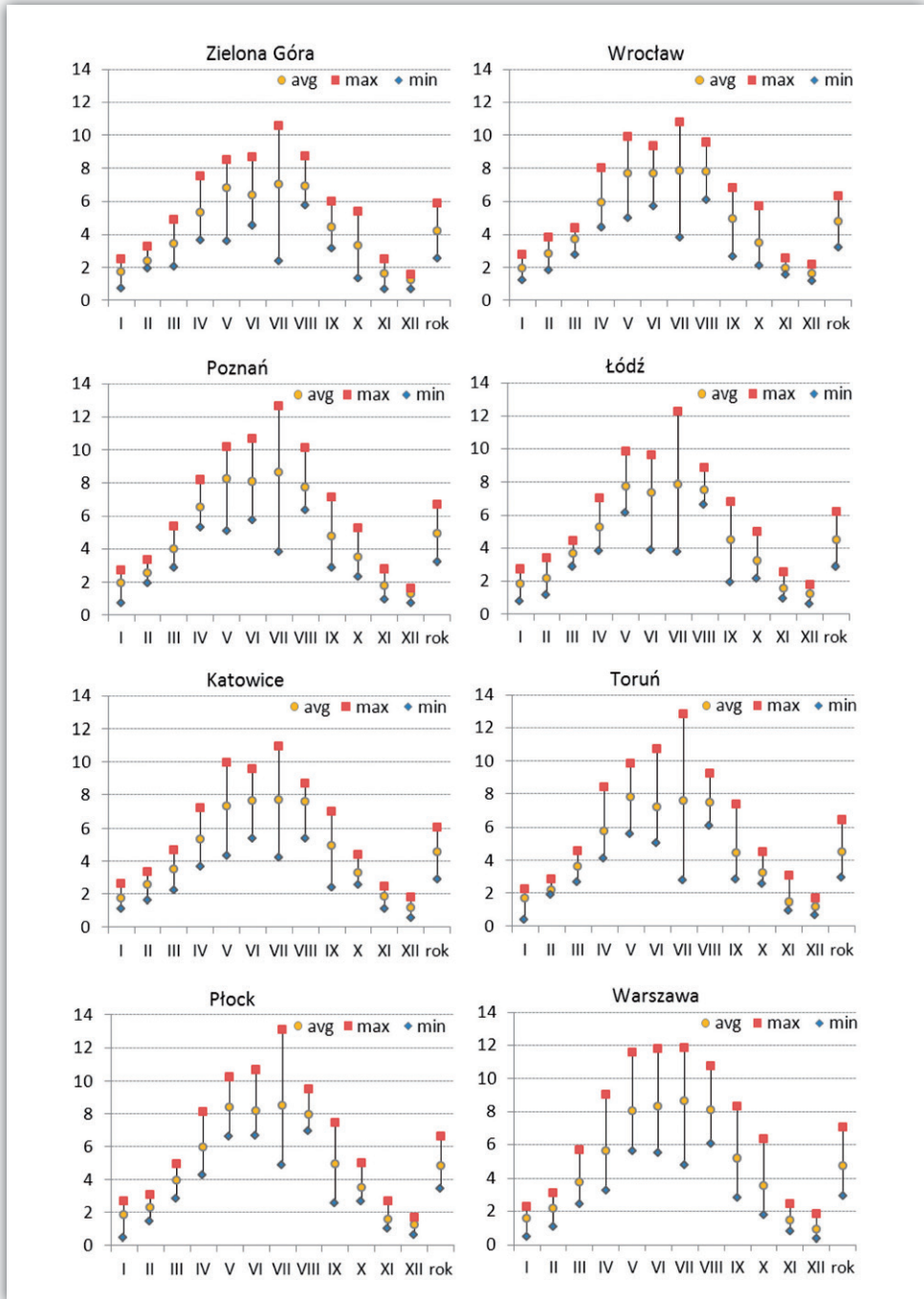
Region Nadmorski wyróżnia się w Polsce nie tylko dużym usłonecznieniem, wynoszącym około 1700 godz. rocznie, ale też faktem, że największe usłonecznienie notuje się w maju – miesiącu o najmniejszym zachmurzeniu. W maju w Kołobrzegu usłonecznienie wynosi średnio 8 godz. dziennie (maksymalnie zanotowano 11 godz.), zaś w Koszalinie 8,3 godz. (maksymalnie 11,2 godz.). W regionie tym znamieną jest duża różnica między średnim usłonecznieniem w kwietniu (5,9 godz.) i w maju (8,2 godz.). W okresie od czerwca do sierpnia średnie usłonecznienie wahało się od 7,5 godz. do 7,9 godz., po czym spadło do 4,8 godz. we wrześniu (ryc. 2.5) Średnia liczba dni ze słońcem w Regionie Nadmorskim wahała się od niespełna 14 w grudniu po 29,8 w sierpniu (tab. 2.2).

W Białymstoku, reprezentującym Region Północno-wschodni, od maja do lipca średnie usłonecznienie wynosiło 8,1–8,2 godz. dziennie. Stację tą cechuje bardzo duże zróźnicowanie usłonecznienia – blisko 380 godz. różnicy między grudniem 1994 r. z 12,3 godz. słonecznych w ciągu całego miesiąca a lipcem 1994 r. – z 392 godzinami. Ogólnie, największą zmiennością warunków solarnych cechuje się lipiec: w 1994 r. średnie dobowe usłonecznienie w Białymstoku wyniosło 12,6 godz., zaś w 2000 r. – jedynie 4,9 godziny. Znamieną jest z kolei mała zmienność warunków usłonecznienia w czerwcu. Liczba dni ze słońcem w Białymstoku wahała się od niespełna 12 dni w grudniu po 30,3 dni w sierpniu i była największa w Polsce (ryc. 2.5, tab. 2.2).

Region Pojezierny reprezentowany jest w tej części opracowania także przez jedną stację – Szczecin. W przebiegu rocznym wyraźny jest tu wzrost usłonecznienia w okresie od maja do sierpnia, z największym usłonecznieniem w lipcu, średnio 248,2 godziny. Średnia miesięczna liczba dni ze słońcem wynosiła niespełna 23, a zmieniała się od 13,8 w grudniu po 29,3 w sierpniu. Ogólnie Szczecin cechuje się dobrymi warunkami usłonecznienia (ryc. 2.5, tab. 2.2).

We wszystkich miastach Regionu Centralnego, z wyjątkiem Torunia, usłonecznienie jest najwyższe w lipcu. W Toruniu największe usłonecznienie występuje w maju, a w przebiegu rocznym zaznacza się wyraźne zmniejszenie usłonecznienia w czerwcu. W Regionie Centralnym wzrost usłonecznienia w okresie od maja do sierpnia jest wyraźny, jedynie w Zielonej Górze letni wzrost nie zaznacza się tak silnie. Średnie roczne usłonecznienie wahało się od 4,2 godz. w Zielonej Górze po 4,9 godz. w Płocku i Poznaniu, a średnie roczne minimalne i maksymalne wartości usłonecznienia rozszerzyły ten zakres od 2,6 godz. do 7,1 godz. (ryc. 2.5).



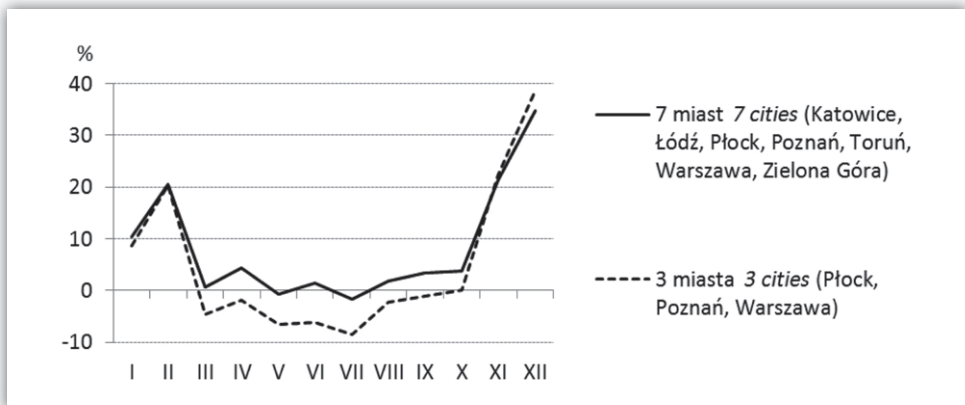


Rycina 2.5. Średnie dobowe (avg), średnie minimalne (min) oraz średnie maksymalne (max) usłonecznienie (godziny) (1991–2000)
 Figure 2.5. Mean daily (avg), maximum (max) and minimum (min) sunshine duration (hours) (1991–2000)

Region Centralny jest bardzo zróżnicowany pod względem usłonecznienia i można w nim wyróżnić podregiony o odmiennych warunkach słonecznych. Miastami o największej liczbie godzin ze słońcem są: Poznań, Wrocław i Płock, położone w regionach o największym usłonecznieniu rzeczywistym w Polsce oraz Warszawa, która mimo lokalizacji w regionie o nieco gorszych warunkach solarnych (Kozłowski, Michalska 2005), w latach 1991–2000 cechowała się wysokimi sumami usłonecznienia (ryc. 2.5). Średnie dobowe usłonecznienie w okresie od maja do sierpnia wynosiło tu od 7,7 godz. we Wrocławiu do 8,6 godz. w lipcu w Poznaniu i Warszawie. We Wrocławiu wyrównane, ale niezbyt korzystne warunki słoneczne występują w okresie od maja do sierpnia – notowano tu wtedy 7,7–7,8 godz., podczas gdy w Płocku, Poznaniu i Warszawie usłonecznienie było o 2–8,5% wyższe.

Na rycinie 2.6 wyraźnie widać, że na wysoką sumę roczną usłonecznienia we Wrocławiu wpływ ma największe wśród analizowanych miast usłonecznienie w okresie od listopada do lutego. W porównaniu z innymi miastami regionu, usłonecznienie we Wrocławiu jest wyższe o 10% w styczniu i aż o 35% w grudniu. Sytuacja ta znajduje potwierdzenie w zachmurzeniu, które we Wrocławiu jest zimą niższe o 3–5%, zaś od maja do sierpnia wyższe o 2–3% w stosunku do pozostałych miast regionu.

Drugą grupę miast, o wyraźnie mniejszym usłonecznieniu, stanowią: Toruń, Łódź i Katowice. O ile zmniejszenie usłonecznienia w Katowicach wynika z zanieczyszczenia powietrza w konurbacji górnośląskiej o tyle małe usłonecznienie w Łodzi i Toruniu wynika z uwarunkowań lokalnych. Średnie dobowe usłonecznienie w okresie od maja do sierpnia wynosiło tu od 7,3 godz. do 7,8 godz., zaś zimą od 1,2 godz. do 2,5 godziny. Wyraźnie niższe w porównaniu z innymi miastami regionu,



Rycina 2.6. Różnica średniego dobowego usłonecznienia między Wrocławiem a resztą analizowanych miast Regionu Centralnego oraz 3 miastami o największej sumie rocznej usłonecznienia (1991–2000)

Figure 2.6. The difference of daily mean sunshine duration between Wrocław and the rest of the analysed towns of Central Region and the 3 towns of the highest annual sum of sunshine duration (1991–2000)

zwłaszcza w okresie od maja do sierpnia, jest usłonecznienie w Zielonej Górze. Wynosiło ono średnio od 6,3 godz. w czerwcu do 7 godz. w lipcu i było niższe od usłonecznienia w pozostałych miastach regionu o 11–18%, a średnio w roku o 10% (ryc. 2.5). Równocześnie w latach 1991–2000 notowano tu największe, poza górami, zachmurzenie (por. rozdz. 2.3). Wynika to zapewne zarówno z uwarunkowań lokalnych stacji, jak i częstszej w porównaniu z innymi regionami cyrkulacji cyklonalnej oraz mas powietrza polarnego morskiego (Więćław 2004).

W Regionie Centralnym najmniej godzin ze słońcem zanotowano w Warszawie w grudniu 1993 roku. Wtedy w całym miesiącu było zaledwie 7 takich dni, a usłonecznienie wyniosło 9,8 godz. (średnia dobową 0,3 godz.). Z kolei najbardziej słoneczny okazał się lipiec 1994 roku. W Płocku w tym miesiącu usłonecznienie notowano codziennie i osiągnęło 406,8 godz. (średnia dobową 13,1 godz.). W latach 1991–2000 bywały też jednak bardzo mało słoneczne lipce, np. w 2000 r., kiedy w większości miast regionu zanotowano najniższe sumy usłonecznienia, z minimum wynoszącym 86 godz. ze słońcem w Toruniu. Liczba dni ze słońcem w Regionie Centralnym wahała się od 11,6 w grudniu, w Warszawie, do 30,4 w sierpniu, w Płocku i Poznaniu. Ogólnie najmniejszą zmiennością warunków usłonecznienia w Regionie Centralnym cechuje się Wrocław, największą zaś – Płock (tab. 2.2).

Region Południowo-wschodni reprezentowany jest jedynie przez Lublin, który znajduje się na jego zachodnim krańcu i można oczekiwać, że im bliżej wschodniej granicy Polski, tym wielkość usłonecznienia będzie wyższa od notowanej w Lublinie. Taki stan rzeczy determinują głównie warunki cyrkulacyjne, z częstą cyrkulacją antycyklonalną i masami powietrza polarnego kontynentalnego. W wybranych miesiącach (maju, czerwcu i październiku) notowano tu najwyższe średnie wartości usłonecznienia spośród wszystkich analizowanych miast, a w pozostałych miesiącach okresu od marca do listopada – średnie usłonecznienie było także jednym z najwyższych w Polsce. Średnia liczba dni ze słońcem wynosiła od 13,5 w grudniu do 30,1 w maju (ryc. 2.5, tab. 2.2).

W Regionie Świętokrzysko-małopolskim usłonecznienie w ciągu całego roku, z wyjątkiem września i listopada, jest o 8–18% niższe w porównaniu z Regionem Centralnym. W Rzeszowie średnie roczne usłonecznienie jest o 277 godz. mniejsze niż w położonym około 140 km na północ Lublinie, natomiast letni wzrost usłonecznienia jest znacznie łagodniejszy w porównaniu z innymi miastami, a osiągnięte wartości – niższe. Średnie dobowe usłonecznienie zmieniało się w tym okresie od 6,6 godz. w sierpniu po 7,1 godz. w czerwcu. W Krakowie od maja do sierpnia średnie usłonecznienie wynosiło od 6,9 godz. w czerwcu do 7,7 godz. w lipcu (ryc. 2.5), a jego zmienność w kolejnych miesiącach była większa niż w Rzeszowie. Cechą charakterystyczną tego regionu bioklimatycznego są najniższe w Polsce maksymalne sumy usłonecznienia notowane w półroczu ciepłym. Liczba dni ze słońcem wahała się tu od 13,7 w grudniu po 29,4 w sierpniu (tab. 2.2).

Usłonecznienie w górach, podobnie jak zachmurzenie, ma zupełnie odmienny charakter oraz przebieg roczny w porównaniu z resztą kraju. Regiony górskie Polski w opisie usłonecznienia reprezentuje Kasprowy Wierch, który często, zwłaszcza w okresie zimowym znajduje się ponad poziomem chmur. W przebiegu rocznym widoczne jest wyraźne spłaszczenie różnic – znacznie niższe sumy usłonecznienia latem i wyższe zimą w porównaniu z resztą kraju. Wzrost usłonecznienia w okresie najwyższego położenia Słońca nad horyzontem nakłada się tu na okres podwyższonego zachmurzenia, dlatego średnie dobowe usłonecznienie od maja do lipca wynosiło 5,3 godziny. W sierpniu, miesiącu z wyraźnie mniejszym zachmurzeniem – rosło do 5,5 godz. dziennie. Z kolei zimą, w grudniu i styczniu usłonecznienie było niemal dwukrotnie wyższe niż w pozostałej części Polski, co związane jest ściśle ze zmniejszonym zachmurzeniem w tym okresie. Średnie dobowe usłonecznienie wyniosło w tych miesiącach odpowiednio 2,4 i 3,2 godz., zaś w grudniu 1996 r. sięgnęło 4,2 godz., a w styczniu 1997 r. aż 4,9 godz. (ryc. 2.5). Liczba dni ze słońcem na Kasprowym Wierchu wahała się od 18,1 w grudniu do 27,8 w sierpniu, średnio wynosząc 23,1 dnia i nie odbiegając znacząco od innych regionów bioklimatycznych, pomimo znacznie mniejszej sumy rocznej usłonecznienia (tab. 2.2).

Warto podkreślić, że choć minimum zachmurzenia w Polsce notowane jest w większości regionów w sierpniu, to maksymalne usłonecznienie – w lipcu lub w maju (w Regionie Nadmorskim). W lipcu także widoczne jest największe zróżnicowanie usłonecznienia między kolejnymi latami, co świadczy o dużej zmienności warunków solarnych. Największa stabilność warunków solarnych wśród miesięcy letnich charakteryzuje sierpień. W całej Polsce najmniejsze zróżnicowanie roczne warunków usłonecznienia cechuje Kasprowy Wierch, największe – Płock.

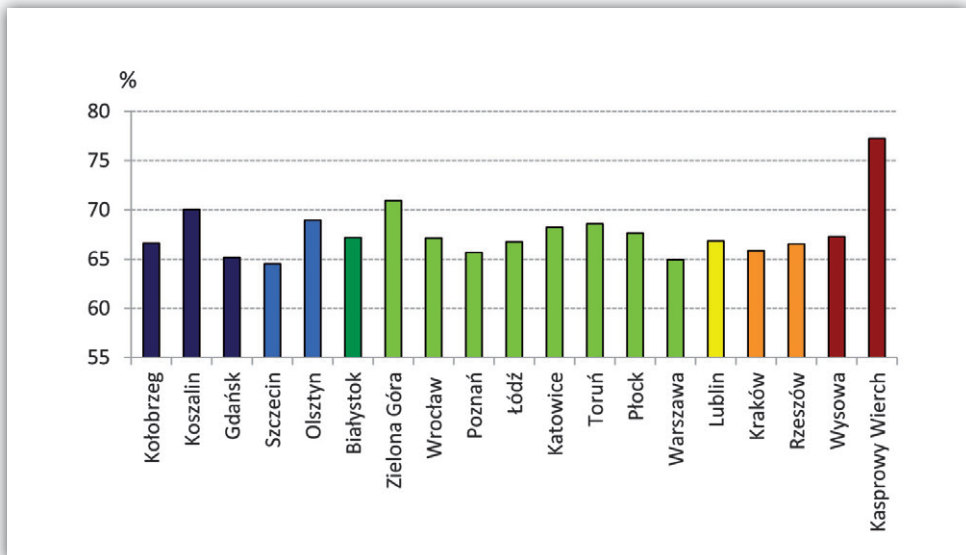
Ogólnie najkorzystniejsze warunki do stosowania helioterapii w ciągu całego roku występują w Regionie Południowo-wschodnim oraz w środkowej części Regionu Centralnego. Dodatkowo w marcu i kwietniu pozytywnie wyróżnia się Region Nadmorski, w miesiącach letnich – Region Północno-wschodni, zaś zimą – południowa część Regionu Centralnego oraz wysokie partie gór.

2.3. Zachmurzenie

Zachmurzenie odgrywa znaczącą rolę w systemie klimatycznym kuli ziemskiej, a także w skali regionalnej oraz lokalnej, a zależy głównie od makroskalowych procesów cyrkulacyjnych (Matuszko 2003). W Polsce większe zachmurzenie notowane jest w chłodnej połowie roku – przede wszystkim od drugiej dekady listopada do końca grudnia – niż w cieplej, w tym najmniejsze w pierwszej dekadzie sierpnia i drugiej dekadzie maja (Żmudzka 2007). Odmienne są jednak przebieg, wielkość

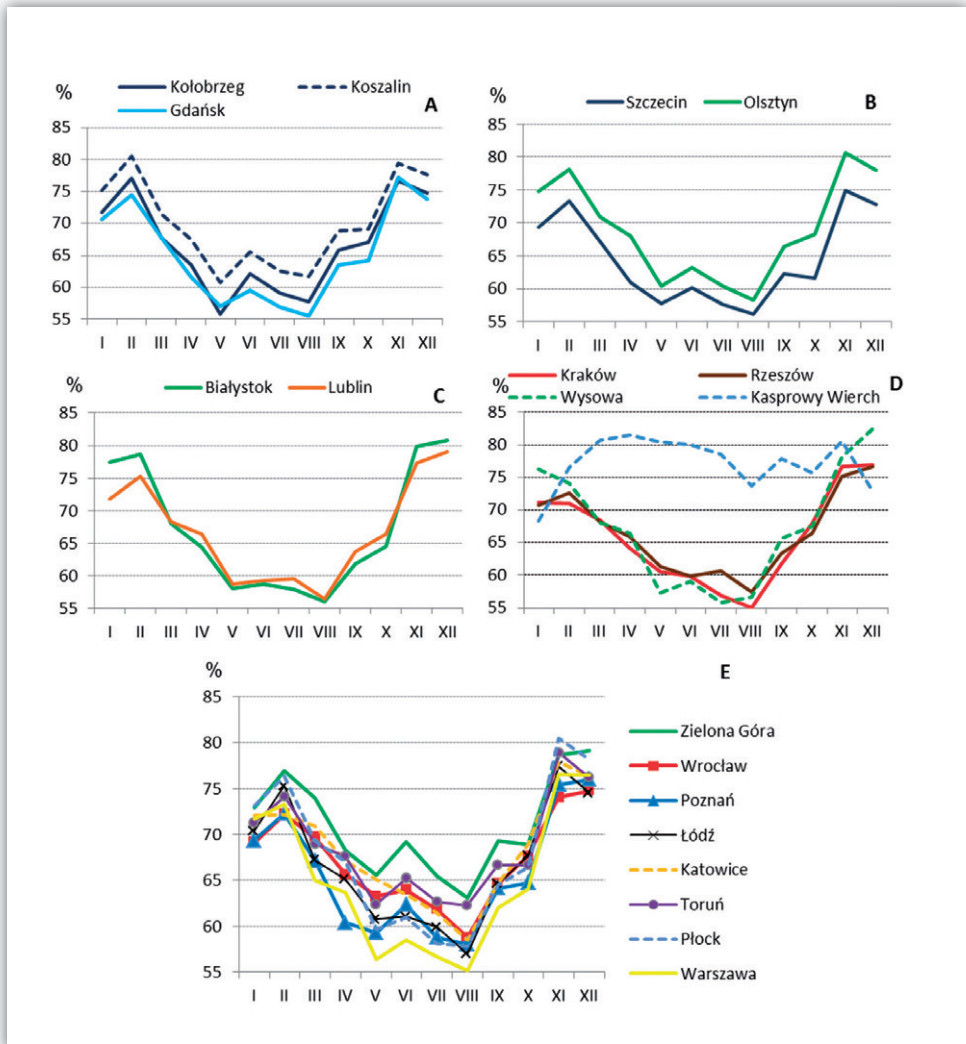
i rodzaj zachmurzenia nad morzem, w górach czy na nizinach, a nawet w miastach reprezentujących ten sam region klimatyczny czy bioklimatyczny. Dodatkowo należy pamiętać, że jak stwierdza D. Matuszko (2001), melioracja terenów podmokłych, urbanizacja oraz emisja do atmosfery ciepła „sztucznego” powodują spadek wilgotności powietrza nad miastami, a co za tym idzie niewielki spadek zachmurzenia, szczególnie chmurami warstwowymi w porze zimowej. Inni autorzy dowodzą wzrostu nad obszarami silnie zurbanizowanymi częstości chmur konwekcyjnych, w tym zwłaszcza chmur Cumulonimbus i związanych z nimi opadów przelotnych, ale także opadów nawałnych (Hess i in. 1989; Lewińska 2000). W wielu miastach stwierdza się wyższe opady atmosferyczne po stronie zawietrznej miasta, co związane jest bezpośrednio z zachmurzeniem konwekcyjnym (Lorenc 1991). Wielkość, ale także rodzaj zachmurzenia poprzez zmiany bodźców świetlnych determinują stan psychofizyczny człowieka. Dni z zachmurzeniem całkowitym, a szczególnie przedłużające się okresy pogody pochmurnej, niekorzystnie wpływają na układ hormonalny i aktywność biologiczną organizmu, zmniejszają jego odporność, ale też powodują obciążenie psychiczne przejawiające się zaburzeniami snu, uczuciem zmęczenia itp. (Daniłowa 1988; Kozłowska-Szczęśna i in. 2004).

W opracowaniu wykorzystano informacje o zachmurzeniu na 18 stacjach meteorologicznych (tab. 1.2) w okresie 1991–2000 z trzech terminów doby: 6, 12 i 18 UTC, z których obliczono wartości średnie dobowe, dekadowe, miesięczne i roczne. W dziesięcioleciu 1991–2000 na tle lat 1951–2000 zachmurzenie nie ulegało dużym zmianom – było zbliżone do średniej z wielolecia, a zaznaczały się



Rycina 2.7. Średnie roczne zachmurzenie (1991–2000)
Figure 2.7. Mean annual cloud cover (1991–2000)

jedynie wahania z roku na rok wokół średniej wieloletniej (Żmudzka 2007). Od momentu zmiany systemu zapisu zachmurzenia z procentowego na oktanty – dyskusyjne stało się definiowanie dni charakterystycznych, zwłaszcza dni pogodnych (Matuszko 2011b). W opisie średniego zachmurzenia jego wielkość notowana w oktantach została przedstawiona jako procentowy stopień pokrycia nieba przez



Rycina 2.8. Średnie miesięczne zachmurzenie według regionów bioklimatycznych: Nadmorski (A), Pojezierny (B), razem Północno-wschodni i Południowo-wschodni (C), razem Świętokrzysko-małopolski i Karpacki (D), oraz Centralny (E) (1991–2000)

Figure 2.8. Monthly mean cloud cover in the sites represent bioclimatic regions: Coastal (A), Lakeland (B), together North-East and South-East (C), together Upland and Carpathian (D) and Central (E) (1991–2000)

chmury. Zaś w analizie dni charakterystycznych za dzień pogodny przyjęto dzień ze średnim dobowym zachmurzeniem ≤ 2 oktanty, świadomie włączając wartość 2 oktanty. Za dzień pochmurny uznano dzień, w którym suma wartości zachmurzenia w oktantach z 3 terminów obserwacyjnych (6, 12, 18 UTC) wynosi co najmniej 20, co w praktyce oznacza średnie zachmurzenie 7–8 oktantów.

Średnie roczne zachmurzenie w latach 1991–2000 wyniosło w Polsce od niespełna 65% po 77% na (ryc. 2.7). Najniższe, bliskie 65% było w Szczecinie, Gdańsku oraz Warszawie, najwyższe natomiast na Kasprowym Wierchu (77%). Wysokie było także w Koszalinie i Zielonej Górze, gdzie przekroczyło 70%.

Średnie roczne zachmurzenie w Regionie Nadmorskim wahało się od 65% w Gdańsku po 70% w Koszalinie. W przebiegu rocznym widoczne jest minimum w maju (56–57%) oraz maksimum w okresie od listopada do lutego (71–80%) z niewielkim spadkiem w styczniu. W półroczu ciepłym, okresie o zmniejszonym stopniu pokrycia nieba przez chmury, wyraźny jest wzrost zachmurzenia w czerwcu. W ciągu całego roku zachmurzenie w Koszalinie było o 2–6% wyższe w porównaniu z dwoma pozostałymi miastami, położonymi nad samym morzem, w których bieg roczny zachmurzenia jest zbliżony do siebie (ryc. 2.8 A). Potwierdza się tym samym wzrost zachmurzenia nad lądem oraz nieco niższe zachmurzenie nad Zatoką Gdańską w porównaniu z miejscowościami nad otwartym morzem.

W Regionie Pojeziernym, reprezentowanym przez oddalone o około 400 km od siebie Szczecin i Olsztyn, średnie roczne zachmurzenie zmieniało się od 64% w pierwszym do 69% w drugim. W przebiegu rocznym widoczne jest minimum w sierpniu (średnie zachmurzenie 56–58%) oraz maksimum w okresie od listopada do lutego, przy czym największe zachmurzenie wystąpiło w listopadzie (75–81%), a nieco mniejsze w lutym (73–78%). Podobnie jak w Regionie Nadmorskim zaznaczył się wzrost zachmurzenia w czerwcu. W ciągu całego roku średnie zachmurzenie w Olsztynie było o 2–7% wyższe w porównaniu ze Szczecinem, podobnie jak amplituda średniego miesięcznego zachmurzenia – większa w Olsztynie o blisko 4% (ryc. 2.8 B).

Białystok i Lublin, pomimo dzielących je odległości, cechują się średnim rocznym zachmurzeniem równym 67%. Zbliżony do siebie jest też jego przebieg roczny, z tym, że w okresie od listopada do lutego zachmurzenie w Białymstoku jest wyższe o 1,7–5,6%, zaś w pozostałych miesiącach nieco niższe. Najmniejsze zachmurzenie notuje się w sierpniu (56%), największe w grudniu (79–81%), nie występuje tu czerwcowy wzrost zachmurzenia. Dodatkowo w Białymstoku zachmurzenie w okresie od listopada do lutego jest nie tylko wysokie, ale bardzo wyrównane w kolejnych miesiącach (77–81%) (ryc. 2.8 C).

Region Centralny, największy i reprezentowany w opracowaniu przez 8 miast, cechuje się dużym zróźnicowaniem nefologicznym. Średnie roczne zachmurzenie

wahało się od 65% w Warszawie po 71% w Zielonej Górze, zaś średnie miesięczne zmieniały się od 55% w sierpniu w Warszawie po 80% w listopadzie w Płocku. We wszystkich miastach Regionu Centralnego największe zachmurzenie notowane jest w listopadzie, najmniejsze – w sierpniu. W cieplej połowie roku, czyli okresie o mniejszym zachmurzeniu nieba, w każdym z miast notowany jest jego wzrost (w czerwcu o 1–4%). W omawianym regionie wyróżniają się 3 miasta: Zielona Góra, Wrocław oraz Płock. W Zielonej Górze średnio w roku notowano zachmurzenie wyższe o 6%, zaś latem wyższe o 8–11% w porównaniu ze średnią z pozostałych miast regionu. Zmniejszona była także amplituda roczna zachmurzenia. We Wrocławiu, w okresie od listopada do lutego, charakterystyczny jest spadek zachmurzenia o 2,5–5% w porównaniu ze średnim w pozostałych miastach. W Płocku zaś znamienne jest duże zróżnicowanie nefologiczne w roku, sięgające blisko 23%: duże zachmurzenie zimą, zaś relatywnie niskie latem (ryc. 2.8 E).

W Regionie Świętokrzysko-małopolskim średnie roczne zachmurzenie w Krakowie i Rzeszowie (66%), roczny jego przebieg, a nawet udział dni pogodnych, chmurnych i pochmurnych są bardzo podobne. Maksimum zachmurzenia notowane jest w grudniu (77%) i listopadzie (75–77%), a wyraźne minimum w sierpniu: 55% w Krakowie i 57% w Rzeszowie. W lipcu i sierpniu zachmurzenie w Rzeszowie jest o 2–3% wyższe niż w Krakowie (ryc. 2.8 D).

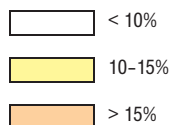
Góry są w opracowaniu reprezentowane przez Wysową-Zdrój (519 m n.p.m.), położoną w dolinie i Kasprowy Wierch (1991 m n.p.m.) – stacją obrazującą warunki panujące w szczytowych partiach gór wysokich (ryc. 2.8 D). W górach, gdzie topografia terenu wymusza proces konwekcji prowadzący do tworzenia się chmur znacznie częściej niż w innych regionach kraju, zarówno wartości, jak i przebieg roczny zachmurzenia są odmienne. W Wysowej-Zdroju otoczony łagodnymi stokami gór Beskidu Niskiego wznoszącymi się na 300–400 m ponad miejscowością – zachmurzenie średnie roczne wynosi 67% i jest tylko nieznacznie wyższe od obserwowanego w Rzeszowie. Także przebieg roczny zachmurzenia w dolinie beskidzkiej przypomina bieg roczny w miejscowościach na przedgórzu. W okresie od listopada do lutego zachmurzenie w Wysowej-Zdroju wynosi 74–82% i jest o 3–7% wyższe od notowanego w Rzeszowie i Krakowie, z kolei w maju i lipcu osiąga 56–57% i jest o 5–6% niższe w porównaniu z miastami Małopolski (ryc. 2.8 D).

Na Kasprowym Wierchu roczne zachmurzenie w latach 1991–2000 wyniosło 77% i wahało się od 68% w styczniu po 82% w kwietniu. Przebieg roczny zachmurzenia także jest zupełnie inny niż w pozostałych regionach, a nawet w niższych masywach górskich: z maksimum w okresie od marca do czerwca, minimum w styczniu (średnio 68%, ale w drugiej dekadzie stycznia jedynie 62%) oraz drugorzędym minimum – w sierpniu (średnio 74%, ale tylko 70% w drugiej dekadzie) (ryc. 2.8 D).

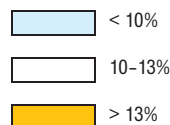
Tabela 2.3 Częstość dni pogodnych (średnie dobowe zachmurzenie ≤ 2 oktanty, 1991–2000)Table 2.3 Frequency of clear days (mean daily cloud cover ≤ 2 octants, 1991–2000)⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000

Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Kołobrzeg	11,2	4,5	10,4	12,7	19,7	14,0	15,7	15,6	12,3	10,7	5,0	8,3	11,7
Koszalin	10,9	5,4	8,0	11,7	18,1	13,3	15,8	14,0	13,7	10,4	5,3	9,3	11,3
Gdańsk	8,5	4,7	8,7	16,3	17,8	15,7	17,3	17,1	13,0	13,0	5,0	7,0	12,0
Szczecin	13,5	9,4	10,0	14,7	19,2	14,0	18,3	17,2	14,7	13,3	8,7	9,0	13,5
Olsztyn	11,5	6,1	10,7	11,0	16,3	12,7	16,9	16,5	11,7	10,8	4,3	8,3	11,4
Białystok	7,3	6,5	12,0	15,7	14,0	18,0	15,7	16,7	16,3	16,6	6,7	7,3	12,7
Zielona Góra	13,2	6,8	6,9	11,0	11,3	8,7	11,2	10,7	9,7	10,6	5,7	6,0	9,3
Poznań	15,1	7,2	8,2	15,0	12,9	12,0	13,7	11,6	13,0	13,8	8,3	7,0	11,5
Toruń	12,1	6,9	8,1	11,0	11,7	9,3	13,1	9,3	10,7	10,8	5,0	7,3	9,6
Płock	10,8	6,3	11,8	12,7	17,8	13,0	17,5	16,2	13,7	12,6	6,0	6,8	12,1
Warszawa	10,2	8,2	11,4	11,3	15,2	13,3	14,6	15,2	13,7	13,8	7,3	8,0	11,9
Łódź	13,2	6,8	13,4	12,7	13,6	13,0	15,2	15,3	14,7	10,9	6,0	9,5	12,0
Wrocław	13,3	7,9	10,2	12,7	15,6	11,7	14,6	15,5	11,7	10,6	6,3	9,0	11,6
Katowice	11,9	9,6	8,2	12,3	10,4	11,0	14,3	15,5	13,0	10,2	5,0	8,6	10,8
Lublin	12,8	8,7	14,0	11,7	16,2	16,3	19,2	17,6	16,7	15,3	5,7	9,6	13,6
Kraków	8,4	10,6	10,5	15,0	15,8	16,3	19,5	18,3	17,0	9,9	7,3	7,3	13,0
Rzeszów	11,3	10,5	11,1	13,7	15,6	13,7	14,6	17,9	13,0	12,3	8,0	8,9	12,5
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾	11,0	9,8	14,5	16,2	9,8	16,7	23,2	21,4	15,2	11,0	8,1	6,8	13,6
Kasprowy Wierch ⁽²⁾	21,1	12,5	10,6	6,7	5,2	4,7	5,8	6,2	8,3	11,4	10,0	17,4	10,0

częstość miesięczna monthly frequency



częstość roczna annual frequency



Ściśle związana z wartością zachmurzenia jest częstość dni pogodnych ($N \leq 2$ oktanty), która wynosiła na analizowanych stacjach od 9,3% (34 dni w roku) średnio w Zielonej Górze po 13,6% w Lublinie i Wysowej-Zdroju (50 dni) (tab. 2.3). Na całym terenie kraju, z wyjątkiem szczytowych partii gór, najwięcej takich dni notuje się w lipcu, sierpniu oraz w maju. Zróźnicowanie liczby dni pogodnych między miesiącami najbardziej pogodnymi i najbardziej pochmurnymi (listopad i luty) jest bardzo duże: dwu- i trzykrotne w Polsce Centralnej, a nawet czterokrotne w górach i nad morzem. W regionach Nadmorskim i Pojeziernym najwięcej dni pogodnych

jest w maju: w Kołobrzegu i Szczecinie po około 6 w miesiącu, zaś w miesiącach letnich – po około 5. Region Centralny cechuje się mniejszymi różnicami liczby dni pogodnych między poszczególnymi miesiącami, zaś większymi – pomiędzy miastami. Cechą charakterystyczną miast na wschodzie kraju jest wydłużenie do października okresu z częstymi dniami pogodnymi. Bardzo uprzywilejowana pod względem liczby dni pogodnych jest Wysowa-Zdrój – w lipcu i sierpniu notuje się tam średnio 6,6–7,2 takich dni. Odmienny przebieg dni pogodnych, będący odbiciem przebiegu zachmurzenia, cechuje Kasprowy Wierch. W styczniu występuje tu średnio ponad 6 dni pogodnych, zaś w czerwcu – niespełna 1,5 dnia. Największe zróżnicowanie liczby dni pogodnych w roku cechuje obszary górskie reprezentowane przez Wysową-Zdrój i Kasprowy Wierch (tab. 2.3).

Częstość dni pochmurnych ($N \geq 7$ oktantów) waha się w Polsce od 40,8% w Gdańsku i w Warszawie do 59,2% na Kasprowym Wierchu. Od listopada do lutego, a w niektórych miejscach – do marca stanowi ponad 50% dni w miesiącu. W listopadzie i grudniu częstość dni pochmurnych na większości obszaru Polski przekracza 60%. Wyjątki od tej reguły stanowią Gdańsk, Szczecin oraz Wrocław, gdzie liczba dni pochmurnych jest mniejsza. Sierpień jest miesiącem o najmniejszej częstości dni pochmurnych – wahającej się od niespełna 22% w Warszawie do 36,5% w Koszalinie. Na Kasprowym Wierchu liczba dni pochmurnych we wszystkich miesiącach przewyższa 50–60%. Największe zróżnicowanie w roku liczby dni pochmurnych cechuje Białystok, Warszawę i Wysową-Zdrój, najmniejsze zaś – Kasprowy Wierch (tab. 2.4).

Obok zwykłej częstości dni pogodnych i pochmurnych charakterystyką istotną dla stosowania różnych form klimatoterapii, są okresy pogody pogodnej i pochmurnej. Zdecydowanie korzystnie na organizm człowieka wpływa pogoda słoneczna, zaś niekorzystnie długie okresy pogody pochmurnej, z ograniczonym dopływem promieniowania słonecznego. W opracowaniu przyjęto jako okresy słoneczne ciągi dni z zachmurzeniem mniejszym lub równym 2 oktanty z terminu 12 UTC, a za ciągi dni pochmurnych – dni z zachmurzeniem większym lub równym 7 oktantów w godzinach okołopołudniowych, w których najczęściej kuracjusze korzystają z terenoterapii. Średnio w Polsce ciągi dni z pogodą słoneczną w godzinach okołopołudniowych były najczęstsze w styczniu i maju oraz w miesiącach letnich, najrzadsze zaś w listopadzie (blisko pięciokrotnie rzadziej niż w styczniu). Najwięcej trzydniowych ciągów pogody słonecznej w godzinach okołopołudniowych notowano w Regionie Nadmorskim, gdzie dominowały w maju i lipcu. Częste były także w południowo-wschodniej Polsce (w Lublinie 63), zwłaszcza w Krakowie (70). Najwięcej ciągów pięciodniowych i dłuższych obserwowano w Gdańsku (26). W drugim w kolejności Krakowie było ich już zaledwie 16. Siedmiodniowe i dłuższe ciągi pogody słonecznej występowały nielicznie w całej Polsce, i wynika to z warunków cyrkulacyjnych, w mniejszym stopniu zaś z lokalnych warunków bioklimatycznych (ryc. 2.9).

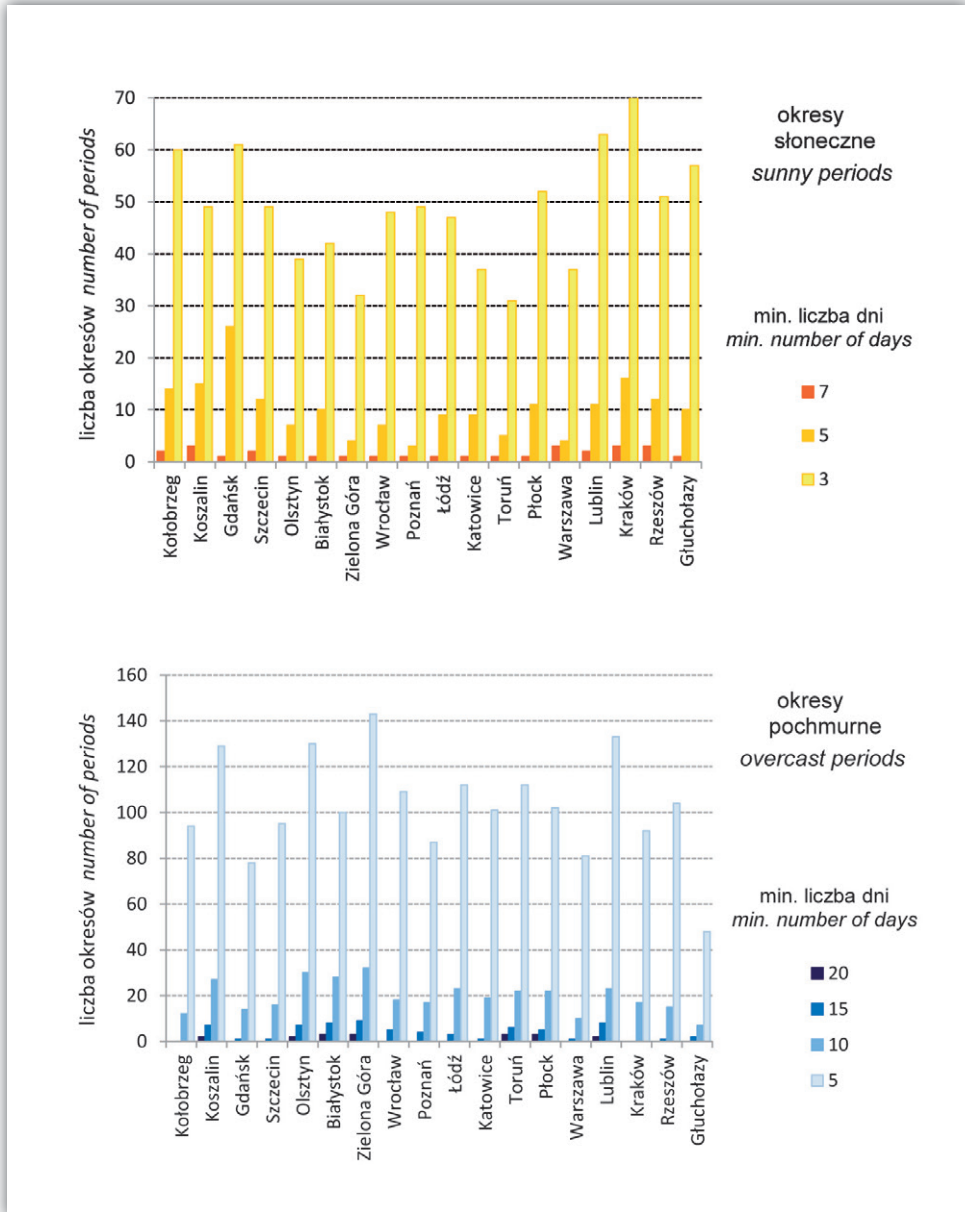
Tabela 2.4. Częstość dni pochmurnych (średnie dobowe zachmurzenie ≥ 7 oktantów, 1991–2000)Table 2.4. Frequency of overcast days (mean daily cloud cover ≥ 7 octants, 1991–2000)⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000

Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Kołobrzeg	57,2	59,1	49,2	43,0	31,1	38,0	35,3	28,8	42,0	47,0	60,3	60,8	46,0
Koszalin	60,7	64,9	52,2	45,7	37,7	44,7	36,0	36,5	50,7	48,5	65,0	63,4	50,5
Gdańsk	50,2	53,7	43,7	35,7	30,7	28,0	29,5	24,0	39,7	42,1	59,0	53,7	40,8
Szczecin	54,8	53,9	43,3	34,7	32,6	31,7	29,1	26,3	39,3	33,9	57,7	54,3	41,0
Olsztyn	61,0	62,7	51,5	46,7	36,6	36,7	32,8	31,0	44,7	48,6	68,0	66,1	48,9
Białystok	62,7	64,0	48,0	40,3	27,6	30,3	31,5	26,0	36,7	43,7	64,7	69,2	45,4
Zielona Góra	57,7	60,6	53,2	48,0	43,5	45,3	44,2	34,7	49,3	46,0	60,0	62,0	50,4
Poznań	55,8	52,9	42,5	32,7	32,2	31,3	28,7	28,1	38,7	43,0	59,7	60,0	42,1
Toruń	54,5	53,5	46,4	44,7	37,7	36,3	33,9	33,4	43,0	45,3	63,7	60,9	46,1
Płock	56,5	60,9	48,4	45,0	33,6	32,0	29,9	29,6	41,7	43,4	66,7	65,4	46,1
Warszawa	52,9	58,2	42,6	41,0	24,8	26,3	23,5	21,8	33,3	39,3	62,0	64,2	40,8
Łódź	56,1	59,8	46,8	43,0	34,8	34,3	29,9	24,9	43,0	46,6	62,7	57,5	44,9
Wrocław	51,2	51,0	48,0	43,0	41,2	36,3	38,0	31,0	43,3	47,1	54,3	59,6	45,3
Katowice	58,4	56,7	52,5	46,3	40,8	32,7	34,3	29,1	40,3	45,2	65,3	62,6	47,0
Lublin	55,8	60,1	48,9	42,3	31,1	32,0	34,8	27,5	39,7	47,4	63,3	68,3	45,9
Kraków	52,6	55,9	49,4	43,7	33,6	33,3	28,9	26,6	37,0	43,8	61,0	63,8	44,1
Rzeszów	53,8	58,1	49,0	44,0	34,3	27,7	34,2	31,3	41,0	42,8	57,7	62,7	44,7
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾	66,4	61,7	48,0	46,2	32,0	30,0	32,0	31,9	45,7	46,7	64,8	72,6	48,2
Kasprowy Wierch ⁽²⁾	51,5	56,4	66,8	61,0	62,2	60,3	60,6	50,7	60,7	58,8	63,0	57,8	59,2

częstość miesięczna *monthly frequency*częstość roczna *annual frequency* < 50% < 45% 50–60% 45–50% > 60% > 50%

Ciągów dni z niebem pochmurnym w godzinach okołopołudniowych było dziesięciokrotnie więcej niż z niebem pogodnym, a dominowały one w okresie od października do marca, z maksimum w listopadzie. Długie okresy pochmurne uniemożliwiają helioterapię, utrudniają aeroterapię, wiążą się także z opadami atmosferycznymi, co utrudnia także terenoterapię. Zdecydowanie najwięcej pięciodniowych i dłuższych okresów pochmurnych notowanych było w Zielonej Górze (143), następnie w Lublinie (133) i Olsztynie (130), najmniej w Głuchołazach (48) i Gdańsku (78). Ciągi 15-dniowe i dłuższe obserwowano od 1 w siedmiu

z osiemnastu analizowanych miejscowości do 8 w Białymstoku i Lublinie oraz 9 w Zielonej Górze. Jednakże najdłuższy ciąg pochmurnego nieba w godzinach okołopołudniowych wystąpił w Toruniu na przełomie lat 1993 i 1994 i wyniósł 33 dni (ryc. 2.9).



Rycina 2.9. Liczba okresów pogody pogodnej i pochmurnej (1991–2000)
Figure 2.9. Number of sunny and overcast periods of different duration (1991–2000)

Ogólnie w północnej i centralnej Polsce miesiącami o najkorzystniejszych warunkach nefologicznych do helioterapii, ale także terenoterapii są maj, a w drugiej kolejności sierpień. W tej części kraju wyraźnie zaznacza się wzrost zachmurzenia w czerwcu, niewidoczny w południowej i wschodniej Polsce, gdzie minimum zachmurzenia notuje się w sierpniu. Zachmurzenie w regionie górskim przyjmuje wyższe wartości i ma inny przebieg roczny w porównaniu z resztą kraju: z maksimum wiosną i minimum w grudniu i styczniu.

3. Zróźnicowanie bodźców termicznych i wilgotnościowych

Temperatura i wilgotność powietrza należą do zespołu fizycznych bodźców atmosferycznych oddziałujących na organizm człowieka. W zależności od intensywności tych bodźców mogą mieć działanie zarówno hartujące, jak i obciążające organizm człowieka (Mączyński 1978). Te dwa elementy meteorologiczne, wraz z promieniowaniem słonecznym i prędkością wiatru, kształtują odczuwalne warunki termiczne.

Wahania temperatury powietrza w zakresie 18–23°C (tzw. warunki termoneutralne) nie wpływają znacząco na zmianę temperatury wewnętrznej człowieka, która wynosi około 37°C. Poza tym zakresem, nawet krótkotrwałe zmiany temperatury otoczenia mogą powodować zaburzenia gospodarki cieplnej organizmu. Także duża zmiana z dnia na dzień średniej dobowej temperatury powietrza jest silnym bodźcem obciążającym organizm człowieka.

Wpływ wysokiej temperatury powietrza na człowieka przejawia się złym samopoczuciem, zmniejszeniem wydolności fizycznej i psychicznej, zwiększeniem tętna i obniżeniem ciśnienia krwi, przyspieszeniem oddechu oraz zwiększeniem wydzielania potu. Jeśli wysokiej temperaturze towarzyszy wysoka wilgotność powietrza, a ciśnienie pary wodnej wynosi co najmniej 18,8 hPa (Scharlau, za Jankowiak 1976), występuje uciążliwe dla człowieka zjawisko parności. Utrudnione jest wtedy oddawanie ciepła przez drogi oddechowe i skórę, a układ termoregulacji jest nadmiernie obciążony (Kozłowska-Szcześna i in. 2004).

Niekorzystna dla człowieka jest również bardzo niska temperatura powietrza, zwłaszcza gdy towarzyszy jej silny wiatr. Występujące wówczas znaczne straty ciepła mogą prowadzić nawet do odmrożenia nieosłoniętych części ciała. Fizjologiczny mechanizm obrony przed zimnem (zwiększenie przemiany materii, zwężenie naczyń krwionośnych skóry) jest wspomagany przez odpowiednią odzież, dietę i zachowanie. Działania te jednak nie zawsze są wystarczające i przy stratach ciepła wyższych od jego wytwarzania może dojść do wychładzania organizmu.

Skrajnie gorące i skrajnie zimne warunki termiczne, zwłaszcza utrzymujące się przez kilka dni wywołują znaczące zmiany w organizmie człowieka, prowadząc do

nasilenia objawów chorobowych oraz wzrostu liczby zgonów wywołanych bezpośrednim oddziaływaniem środowiska termicznego (udary ciepłe czy zamarznięcia) lub pośrednio – skutek zaostrzenia chorób.

Intensywność bodźców termiczno-wilgotnościowych panujących na danym terenie można określić na podstawie kryteriów termicznych i higrycznych, opisanych poniżej oraz wskaźników biometeorologicznych, analizowanych w rozdziale 7.

3.1. Temperatura powietrza

W ocenie potencjału leczniczego klimatu Polski wykorzystano zarówno średnie miesięczne wartości temperatury powietrza, jak i średnią temperaturę z godzin okołopołudniowych (12 UTC), kiedy to kuracjusze przebywają najczęściej w terenie otwartym. Opisano także występowanie wybranych dni charakterystycznych pod względem termicznym (Kozłowska-Szczęsna i in. 2002; Niedźwiedź 2003):

- Dzień z temperaturą maksymalną $\geq 25^{\circ}\text{C}$ – dzień gorący
- Dzień z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$ – dzień upalny
- Dzień z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$ – dzień umiarkowanie mroźny
- Dzień z temperaturą maksymalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$ – dzień skrajnie mroźny

W ocenie bodźcowości warunków termicznych wykorzystano także dobową amplitudę temperatury powietrza ($dt = t_{\text{max}} - t_{\text{min}}$), która obrazuje dobowe kontrasty termiczne wpływające na układ termoregulacyjny oraz samopoczucie człowieka w terenie otwartym. W ocenie intensywności bodźców działających na człowieka przyjmuje się wartości progowe zaproponowane przez E.M. Bajbakową i innych (1963):

dt ($^{\circ}\text{C}$)	Bodźce termiczne
$< 4,0$	obojętne
$4,0-7,9$	słabo odczuwalne
$8,0-11,9$	silnie odczuwalne
≥ 12	ostre

Ponadto określono częstość międzydobowych zmian średniej temperatury powietrza większych od 6°C . Tak duże zmiany średniej temperatury powietrza z dnia na dzień przyjęto określać jako ostre, działające rozdrażniająco na człowieka (Bajbakova i in. 1963).

Tabela 3.1. Średnia miesięczna i roczna temperatura powietrza (°C, 1991–2000) wraz z zaznaczonymi kolorem wartościami mniejszymi od mediany
Table 3.1. Mean monthly and annual air temperature (°C, 1991–2000) with colored monthly means lower than median

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000

Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Koszalin	0,5	0,7	3,0	7,7	11,9	15,2	17,4	17,2	13,1	8,6	3,4	0,6	8,3
Gdańsk	0,6	0,9	2,9	7,1	11,4	15,4	17,9	18,0	13,7	9,0	3,7	0,9	8,5
Szczecin	0,6	1,3	3,8	8,6	13,1	16,2	18,4	17,9	13,2	8,5	3,5	0,7	8,8
Olsztyn	-1,6	-1,2	1,5	7,4	12,3	15,8	17,7	17,1	12,0	7,4	1,8	-1,4	7,4
Białystok	-2,4	-1,9	1,0	7,4	12,6	16,3	17,8	16,7	11,5	6,7	1,1	-2,3	7,0
Zielona Góra	-0,3	0,6	3,6	8,9	13,6	16,6	18,8	18,4	13,4	8,5	2,8	-0,1	8,7
Poznań	-0,3	0,3	3,3	8,8	13,6	16,6	18,7	18,2	13,1	8,1	2,9	0,0	8,6
Toruń	-1,0	-0,2	2,6	8,4	13,4	16,8	18,8	18,4	13,1	8,0	2,5	-0,7	8,3
Płock	-1,1	-0,4	2,4	8,3	13,3	16,5	18,4	18,1	12,9	7,9	2,3	-1,1	8,1
Warszawa	-1,4	-0,6	2,3	8,5	13,7	17,1	18,8	18,2	12,8	7,7	2,1	-1,3	8,1
Łódź	-1,4	-0,6	2,4	8,4	13,6	16,7	18,5	18,1	12,8	7,9	2,2	-1,2	8,1
Wrocław	-0,4	0,5	3,6	8,7	13,7	17,0	19,0	18,5	13,5	8,5	3,0	0,0	8,8
Katowice	-1,3	-0,3	2,9	8,4	13,6	16,9	18,5	18,0	12,9	8,1	2,7	-1,1	8,3
Lublin	-2,4	-1,6	1,6	7,9	13,2	16,6	18,1	17,5	12,4	7,4	1,6	-2,1	7,5
Kraków	-1,7	-0,5	2,9	8,5	13,8	17,2	18,8	18,2	13,1	8,2	2,5	-1,4	8,3
Rzeszów	-2,1	-1,0	2,4	8,2	13,5	17,1	18,7	17,8	12,7	7,9	2,5	-1,7	8,0
Głucholazy	0,1	0,5	3,4	8,4	13,2	16,5	18,4	18,2	13,5	9,0	3,4	0,0	8,7
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾	-1,8	-1,7	1,8	6,2	11,6	15,0	17,2	16,7	11,6	7,0	2,3	-1,6	7,0
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾	-1,2	-1,1	2,2	6,5	11,7	15,0	17,5	17,2	12,1	7,4	2,6	-0,9	7,4
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾	-1,0	-1,2	1,9	5,7	10,8	14,0	16,6	16,2	11,3	7,0	2,3	-0,9	6,9
Szrenica ⁽²⁾	-4,4	-4,9	-3,5	1,2	6,9	9,6	9,8	11,3	7,2	3,0	-1,7	-4,2	2,5
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾	-2,9	-2,6	0,9	5,0	11,3	14,8	16,2	15,8	11,3	6,5	1,7	-2,7	6,3
Szymbark	-2,0	-0,9	2,7	7,9	13,0	16,6	18,0	17,2	12,7	8,3	2,7	-1,7	7,9
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾	-4,5	-4,2	0,2	5,2	11,4	14,6	16,5	16,0	10,8	6,0	0,9	-4,1	5,7
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾	-4,1	-5,0	-4,8	1,2	6,8	10,1	10,2	11,0	6,5	3,8	-0,3	-3,9	2,6
Kasprowy Wierch ⁽²⁾	-6,4	-8,0	-7,8	-2,1	3,3	6,9	7,0	8,1	3,8	0,7	-3,5	-6,6	-0,3

mediana	-1,4	-0,8	2,4	7,9	13,1	16,4	18,1	17,6	12,8	7,9	2,4	-1,2	8,1
	- średnia miesięczna mniejsza od wartości mediany <i>monthly means lower than median</i>												

Średnia roczna temperatura powietrza wahała się w analizowanych miejscowościach od -0,3°C na Kasprowym Wierchu po 8,8°C w Szczecinie i Wrocławiu (tab. 3.1). Warunki termiczne w dekadzie 1991–2000 potwierdzają stabilny od lat

charakter klimatu Polski. Najcieplejsze są obszary znajdujące się pod silniejszym wpływem cyrkulacji atlantyckiej: położone w zachodniej części kraju, zwłaszcza Nizina Śląska, Pobrzeże Szczecińskie, Pojezierze Lubuskie. Z tego także powodu znacznie wyższa temperatura powietrza cechuje uzdrowiska sudeckie niż karpacie (Kondracki 2002; Woś 2010). W tabeli 3.1, w celu łatwiejszej analizy danych, kolorem zaznaczono miesiące, w których średnia temperatura powietrza jest niższa od wartości mediany obliczonej z 26 przedstawionych w tabeli stacji. Celowo nie wzięto pod uwagę wartości średniej, na którą zbyt duży wpływ ma temperatura powietrza w wysokich partiach gór. Oprócz stacji Regionu Sudeckiego (z wyjątkiem Głuchołazów) i Karpackiego chłodniejsze w całym roku są Białystok i Olsztyn, a w chłodnej połowie roku – także Lublin. Latem wyróżniają się jako chłodniejsze miejscowości leżące na wybrzeżu Bałtyku: Koszalin i Gdańsk, zaś jesienią – Warszawa. Znamienne są łagodne warunki termiczne panujące zimą w Szczawnie-Zdroju i Świeradowie-Zdroju oraz całoroczne uprzywilejowanie termiczne Głuchołazów (tab. 3.1).

W analizie klimatu z punktu widzenia wykorzystania w lecznictwie istotna jest także temperatura powietrza z godziny 12 UTC (godzina 14:00 czasu letniego i 13:00 czasu zimowego), kiedy to najczęściej kuracjusze korzystają z różnych form klimatoterapii w terenie otwartym. Średnia temperatura powietrza w godzinach okołopołudniowych w analizowanych miejscowościach, poza wysokimi partiami gór, wahała się od 9,1°C w Wysowej-Zdroju po 12,3°C we Wrocławiu. Najwyższa średnia miesięczna temperatura powietrza występuje w lipcu (z wyjątkiem wysokich partii gór – gdzie występuje w sierpniu), zaś w godzinach okołopołudniowych na większości obszaru Polski najwyższą średnią temperaturą cechuje się sierpień. Wyjątek stanowią Olsztyn, Szczecin i Białystok, w których w terminie 12 UTC średnia temperatura w lipcu i sierpniu jest taka sama (tab. 3.2). Im bardziej na południe – tym różnica między sierpniem a lipcem jest większa. Stacje górskie: Szrenica, Hala Gąsienicowa i Kasprowy Wierch cechują się nie tylko najwyższą temperaturą w godzinach okołopołudniowych w sierpniu, ale także wyższą temperaturą w czerwcu w porównaniu z lipcem.

Ujemna średnia miesięczna temperatura powietrza w godzinach południowych notowana jest w grudniu i styczniu w Olsztynie, Białymstoku, Lublinie i Wysowej-Zdroju, od grudnia do marca na Szrenicy i Hali Gąsienicowej, zaś od listopada do kwietnia na Kasprowym Wierchu (tab. 3.2).

Absolutna amplituda temperatury powietrza w analizowanych okresach wahała się od 47°C na Kasprowym Wierchu do 64,9°C w Szymbarku i 64,8°C w Białymstoku. Szeroki zakres notowanej temperatury powietrza wystąpił też w Olsztynie (63,7°C) i Rzeszowie (62,5°C). Stacje te reprezentują różne regiony bioklimatyczne, a ich wspólną cechą jest położenie we wschodniej części Polski (ryc. 3.1 A).

Tabela 3.2. Średnia temperatura powietrza (°C) o 12 UTC oraz liczba dni charakterystycznych pod względem termicznym (1991–2000)

Table 3.2. Mean air temperature (°C) at 12 UTC and number of thermal characteristic days (1991–2000)

English explanations of the characteristics are on the bottom of the table

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000, ⁽³⁾ 1993–2000

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION NADMORSKI COASTAL REGION													
Gdańsk													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	1,6	2,1	4,5	8,7	12,8	16,8	19,6	20,0	15,7	11,2	4,7	1,9	10,0
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	0,5	1,1	2,4	4,2	4,6	0,1	.	.	.	12,9
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	.	.	0,5	0,5	0,5	.	.	.	.	1,5
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	2,2	1,8	0,1	.	.	.	.	.	.	.	0,4	2,1	6,6
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	.	0,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,2
Kołobrzeg													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	1,8	2,7	5,5	9,8	12,9	17,1	19,5	20,3	16,5	11,5	5,6	2,0	10,4
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	1,4	1,1	2,6	4,3	4,5	0,6	.	.	.	14,5
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	.	0,1	0,6	1,0	1,2	.	.	.	.	2,9
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	1,7	2,0	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2	1,5	5,4
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,3
Koszalin													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	1,7	2,4	5,5	10,9	14,9	17,6	20,1	20,5	16,3	11,4	4,9	1,8	10,7
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	1,6	2,6	3,6	6,5	7,3	0,4	.	.	.	22,0
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	.	0,1	0,8	1,4	1,2	.	.	.	.	3,5
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	1,8	2,0	0,1	.	.	.	.	.	.	.	0,3	2,1	6,3
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	0,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,2
REGION POJEZIERNY LAKELAND REGION													
Olsztyn													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	-0,1	0,7	4,3	11,4	16,4	19,2	21,5	21,5	15,9	10,6	3,4	-0,1	10,4
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	1,4	3,6	6,2	9,0	10,2	0,6	.	.	.	31,0
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	.	.	0,9	2,5	1,5	.	.	.	.	4,9
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	5,3	4,4	1,4	.	.	.	.	.	.	.	1,2	4,6	16,9
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	0,4	0,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,1	1,7
Szczecin													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	2,1	3,3	6,7	12,5	17,0	19,6	22,0	22,0	17,0	11,9	5,2	2,1	11,8
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	1,7	3,9	6,1	11,6	10,8	1,4	.	.	.	35,5
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	.	0,2	1,5	3,9	2,0	.	.	.	.	7,6
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	2,8	2,6	0,1	.	.	.	.	.	.	.	0,3	3,0	8,8
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	0,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2	0,3

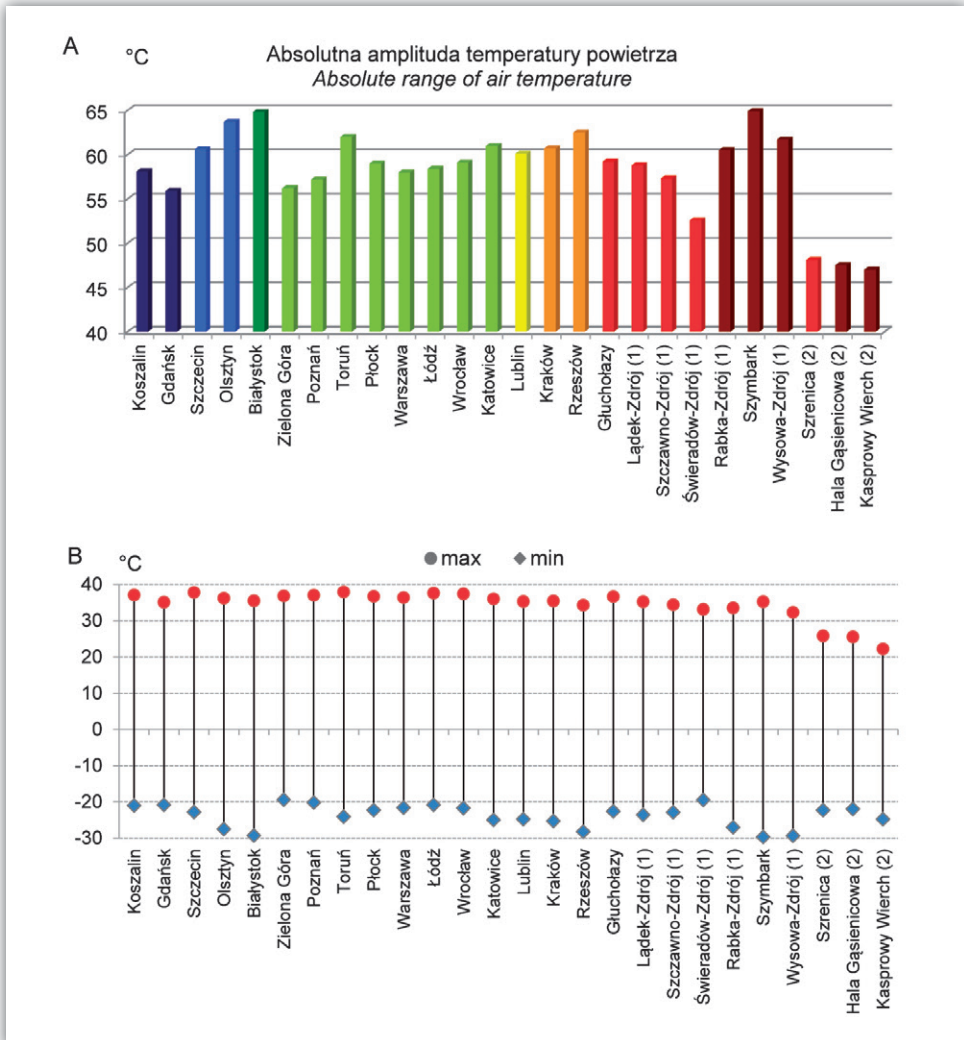
Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION PÓŁNOCNO-WSCHODNI NORTH-EAST REGION													
Białystok													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	-0,8	0,2	4,2	11,6	17,2	20,1	21,9	21,9	16,0	10,5	2,9	-0,9	10,4
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	1,5	3,9	8,2	10,8	10,0	1,2	.	.	.	35,6
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	.	.	1,1	2,3	1,5	0,1	.	.	.	5,0
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	12,2	11,0	2,9	.	.	.	.	.	.	0,1	6,4	12,8	45,4
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	1,1	0,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,6	3,1
REGION CENTRALNY CENTRAL REGION													
Katowice													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	1,0	2,4	6,2	12,4	17,5	20,5	22,3	22,5	17,3	12,0	5,4	0,9	11,7
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	0,9	4,5	8,1	13,7	13,7	2,0	0,3	.	.	43,2
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	.	.	1,2	2,7	3,1	.	.	.	.	7,0
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	5,1	3,6	0,5	.	.	.	.	.	.	.	0,7	4,4	14,3
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,4	0,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,6	1,1
Łódź													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	0,4	1,6	5,4	12,1	17,4	20,2	22,1	22,5	16,9	11,5	4,2	0,4	11,2
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	.	.	.	1,7	4,5	8,0	12,5	13,4	1,6	0,1	.	.	41,8
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	.	.	.	.	0,1	1,8	3,5	3,1	.	.	.	.	8,5
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	4,9	3,2	0,4	.	.	.	.	.	.	.	0,9	4,2	13,6
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,5	0,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,9	1,5
Płock													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	0,2	1,5	5,0	11,9	17,1	19,7	22,1	22,4	16,7	11,2	3,8	0,2	11,0
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	.	.	.	1,6	2,9	6,7	11,0	13,7	1,3	.	.	.	37,2
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	.	.	.	.	.	1,1	2,6	2,5	.	.	.	.	6,2
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	3,8	3,4	0,5	.	.	.	.	.	.	.	1,4	4,6	13,7
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,6	0,4	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	1,4	2,5
Poznań													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	1,3	2,5	6,3	12,7	17,4	20,1	22,4	22,5	17,2	11,8	4,8	1,4	11,7
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	.	.	.	1,8	4,7	7,4	13,0	13,5	1,8	.	.	.	42,2
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	.	.	.	.	0,3	1,5	3,2	2,9	.	.	.	.	7,9
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	3,3	3,5	0,2	.	.	.	.	.	.	.	0,5	3,3	10,8
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,5	0,8
Toruń													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	0,7	2,0	5,7	12,6	17,4	20,3	22,5	22,8	17,1	11,6	4,2	0,8	11,5
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	.	.	.	2,2	4,9	8,0	12,9	14,0	2,0	.	.	.	44,0
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	.	.	.	.	0,3	1,8	3,6	2,7	.	.	.	.	8,4
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	4,9	4,0	0,8	.	.	.	.	.	.	.	0,8	4,3	14,8
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,5	0,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,6	1,4

Stacja <i>Station</i>	Miesiące <i>Months</i>												Rok <i>Year</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Rzeszów													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	0,0	1,6	5,8	12,6	18,1	21,4	23,0	22,9	17,4	12,0	5,1	0,1	11,7
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	·	·	·	0,7	4,4	9,7	15,1	13,0	1,6	0,2	·	·	44,7
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	·	·	·	·	0,2	1,8	2,5	4,3	·	·	·	·	8,8
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	7,2	4,3	1,3	0,1	·	·	·	·	·	0,1	1,6	4,8	19,4
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	1,0	0,5	·	·	·	·	·	·	·	·	·	1,2	2,7
<i>REGION SUDECKI SUDETIC REGION</i>													
Głuchołazy													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	1,9	2,8	6,0	11,7	16,4	19,4	21,7	22,1	16,9	11,8	5,3	1,4	11,4
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	·	·	·	0,6	3,1	5,7	11,1	11,6	1,3	0,1	·	·	33,5
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	·	·	·	·	·	1,4	1,9	3,1	·	·	·	·	6,4
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	3,9	3,1	0,5	·	·	·	·	·	·	·	0,6	3,0	11,1
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,6	0,4	·	·	·	·	·	·	·	·	·	0,6	1,6
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	0,3	1,1	4,9	10,0	15,3	18,7	21,6	21,6	15,6	10,6	4,2	·	10,3
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	·	·	·	·	1,6	4,7	10,0	9,4	0,3	·	·	·	26,0
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	·	·	·	·	·	0,6	1,6	2,6	·	·	·	·	4,7
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	6,9	5,3	1,3	·	·	·	·	·	·	·	0,9	5,1	19,4
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,7	0,4	·	·	·	·	·	·	·	·	·	0,7	1,9
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	0,2	0,9	4,5	9,5	14,6	17,8	20,8	21,2	15,3	10,4	4,1	0,2	10,0
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	·	·	·	0,1	1,1	3,6	9,0	10,9	0,4	·	·	·	25,1
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	·	·	·	·	·	0,4	1,6	1,9	·	·	·	·	3,9
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	5,3	4,4	1,1	·	·	·	·	·	·	·	1,0	4,3	16,1
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,7	0,6	·	·	·	·	·	·	·	·	·	0,3	1,6
Szrenica ⁽²⁾													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	-3,6	-4,2	-2,6	2,8	8,8	11,2	11,1	13,2	8,9	4,1	-1,0	-3,7	3,8
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	·	·	·	·	·	0,4	0,2	·	·	·	·	·	0,6
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·	·
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	8,6	7,8	5,8	1,4	·	·	·	·	·	0,2	2,2	7,8	33,8
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	1,0	1,4	0,6	·	·	·	·	·	·	·	·	1,6	4,6
Świerdów-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	0,3	0,7	4,2	8,9	14,1	17,1	20,1	20,3	14,6	10,0	3,7	-0,1	9,5
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	·	·	·	·	0,6	2,9	6,9	7,1	·	·	·	·	17,4
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	·	·	·	·	·	0,4	1,0	1,1	·	·	·	·	2,6
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	4,1	3,7	0,9	·	·	·	·	·	·	·	0,6	3,1	12,4
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,3	0,1	·	·	·	·	·	·	·	·	·	0,4	0,9

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION KARPACKI CARPATHIAN REGION													
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	-2,6	-3,5	-2,9	2,9	8,8	11,8	11,6	12,9	8,6	5,2	0,9	-2,6	4,3
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	.	.	.	.	.	.	.	0,4	.	.	.	.	0,4
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	10,6	11,0	12,0	3,4	.	.	.	.	.	1,2	3,0	8,4	49,6
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	1,2	1,6	1,4	.	.	.	.	.	.	.	0,6	2,2	7,0
Kasprowy Wierch ⁽²⁾													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	-5,6	-7,0	-6,3	-0,7	4,8	8,5	8,3	9,8	5,4	1,6	-2,6	-5,8	0,8
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	15	16,8	17,2	5,6	.	.	.	.	.	2,2	6,2	13,6	76,6
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	3,4	4,0	4,2	0,8	.	.	.	.	.	0,4	1,2	4,4	18,4
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	0,7	1,6	5,3	10,1	16,3	19,6	21,6	22,2	16,2	11,3	5,2	0,1	10,8
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	.	.	.	.	2,4	6,3	12,0	11,5	1,3	0,3	.	.	33,8
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	.	.	.	.	0,1	1,1	1,8	4,0	.	.	.	.	7,1
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	8,5	6,0	3,7	0,7	.	.	.	.	.	.	1,4	5,7	26,0
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,8	0,4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,0	2,3
Szymbark													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	0,5	1,9	6,0	12,4	17,6	20,8	22,4	22,7	17,4	12,3	5,4	0,3	11,6
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	.	.	.	0,8	4,7	8,9	13,5	13,1	1,5	0,5	.	.	43,0
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	.	.	.	.	0,1	1,7	2,3	4,0	.	.	.	.	8,1
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	6,5	4,3	0,8	.	.	.	.	.	.	.	1,8	4,9	18,3
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,5	0,3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,9	1,7
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	-2,5	-1,5	3,6	9,4	15,3	18,6	20,5	20,9	15,0	9,6	3,2	-2,4	9,1
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	.	.	.	.	1,1	3,7	7,6	8,6	0,7	.	.	.	21,7
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	.	.	.	.	.	0,1	0,7	0,9	.	.	.	.	1,7
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	9,0	7,9	3,4	0,9	.	.	.	.	.	0,3	2,6	6,6	30,6
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	0,7	0,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,9	2,3

English explanations of the characteristics	
Średnia temperatura powietrza 12 UTC	Mean air temperature 12 UTC
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)	Number of hot days ($t_{\max} \geq 25^{\circ}$)
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)	Number of tropical days ($t_{\max} \geq 30^{\circ}$)
Liczba dni umiark. mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)	Number of very frosty days ($t_{\min} \leq -10^{\circ}$)
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)	Number of extreme frosty days ($t_{\max} \leq -10^{\circ}$)

We wszystkich regionach bioklimatycznych, z wyjątkiem Karpackiego i Sudeckiego, najwyższa maksymalna temperatura powietrza różniła się niewiele i wahała od 34,3°C w Rzeszowie do 37,9°C w Toruniu (21.07.1998 r.). Najniższa minimalna temperatura powietrza notowana w analizowanych miejscowościach zmieniała się w większym zakresie, od -19,4°C w Zielonej Górze po -29,3°C w Białymstoku



Rycina 3.1. Absolutna amplituda temperatury powietrza (A) oraz najwyższa maksymalna i najniższa minimalna temperatura powietrza (B) na poszczególnych stacjach (1991–2000)

Figure 3.1. Absolute range of air temperature (A) and the highest maximum and the lowest minimum air temperature (B) on the analysed stations (1991–2000)

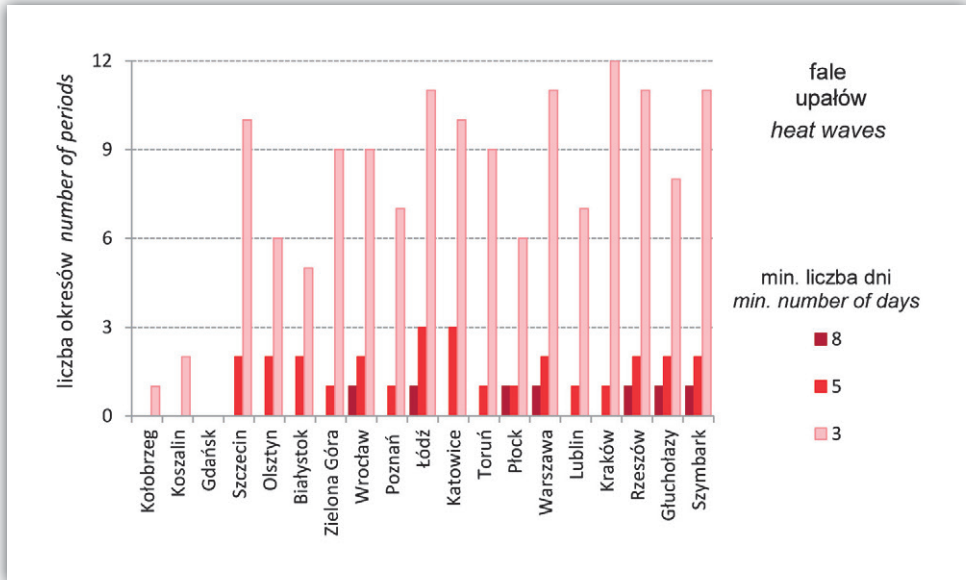
(¹) 1991–1997, (²) 1996–2000

(27.12.1996 r.) i to ona determinowała wielkość absolutnej amplitudy temperatury powietrza. Szczególnie wysokie i niskie wartości temperatury powietrza notowano w Szymbarku, gdzie temperatura minimalna sięgnęła $-29,7^{\circ}\text{C}$ (1.02.1991 r.). Wynika to z położenia stacji na stoku o ekspozycji południowo-zachodniej, który silnie nagrzewa się latem, zaś zimą występują tu spływy wychłodzonego powietrza. Podobnie niską temperaturę powietrza, $-29,4^{\circ}\text{C}$ zanotowano tego samego dnia w Wysowej-Zdroju, zlokalizowanej w dolinie, gdzie często dochodzi do zastoisk zimnego, ciężkiego powietrza (ryc. 3.1 B).

Liczba dni gorących ($t_{max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) w analizowanych miejscowościach wahała się od niespełna 13 w Gdańsku po 49 we Wrocławiu. Tylko w regionach: Nadmorskim, Sudeckim i Karpackim ich liczba zazwyczaj nie przekraczała 30 w roku. Notowane były także na Szrenicy i na Hali Gąsienicowej (średnio raz na dwa lata). Najczęstsze są w lipcu i sierpniu, ale występują zazwyczaj od kwietnia do września, a w wybranych miejscowościach regionów Centralnego i Świętokrzysko-małopolskiego – do października. Podczas dni gorących osoby z chorobami układu krążenia, ośrodkowego układu nerwowego, nadciśnieniem czy innymi schorzeniami, powinny ograniczyć korzystanie z aktywnych form klimatoterapii. Liczba dni gorących w regionach: Centralnym i Świętokrzysko-małopolskim, a także w niektórych miejscowościach regionów Karpackiego i Sudeckiego (Szymbark, Rabka-Zdrój, Głuchołazy) w lipcu i sierpniu przewyższała 10 w miesiącu. Najwięcej jednak było ich we Wrocławiu i Rzeszowie, około 15 w lipcu i sierpniu. Najmniej dni gorących było w Regionie Nadmorskim: po 4–7 w lipcu i sierpniu (tab. 3.2).

Dni upalne, z temperaturą maksymalną wyższą lub równą 30°C , występują zazwyczaj w okresie od maja do sierpnia. Dni takich było średnio w roku od 1,5 w Gdańsku do 9,0 we Wrocławiu. W regionach Centralnym i Świętokrzysko-małopolskim w lipcu i sierpniu występowały 2–4 takie dni w miesiącu, podobnie w Szymbarku, Rabce-Zdroju czy Szczecinie. Jest to istotne, gdyż takie warunki obciążają nawet zdrowe organizmy, a ograniczają możliwość prowadzenia jakiegokolwiek klimatoterapii w terenie otwartym osobom chorym. Nad morzem i w górach dni upalne notowane są rzadko i jest to pozytywna cecha klimatu tych regionów (tab. 3.2).

Szczególne znaczenie dla człowieka mają fale upałów i zimna, które często prowadzą do wyraźnego wzrostu zachorowalności i umieralności, zwłaszcza w grupie chorób układu krążenia, wśród starszych osób (Ellis, Nelson 1978; Kuchcik 2003; Kozłowska-Szczęśna i in. 2004; Analitis i in. 2008; D’Ippoliti i in. 2010). Fale upałów i zimna są różnie nazywane i definiowane w różnych krajach (Kuchcik 2006), w tym opracowaniu jednak przyjęto proste definicje oparte na wartości progowej temperatury powietrza, tej samej, niezależnie od regionu bioklimatycznego, w jakim dana miejscowość jest położona. Za falę upałów uważa się minimum 3-dniowy okres z temperaturą maksymalną powietrza wyższą lub równą 30°C .



Rycina 3.2. Liczba fal upałów o różnej długości (1991–2000)

Figure 3.2. Number of heat waves of different duration (1991–2000)

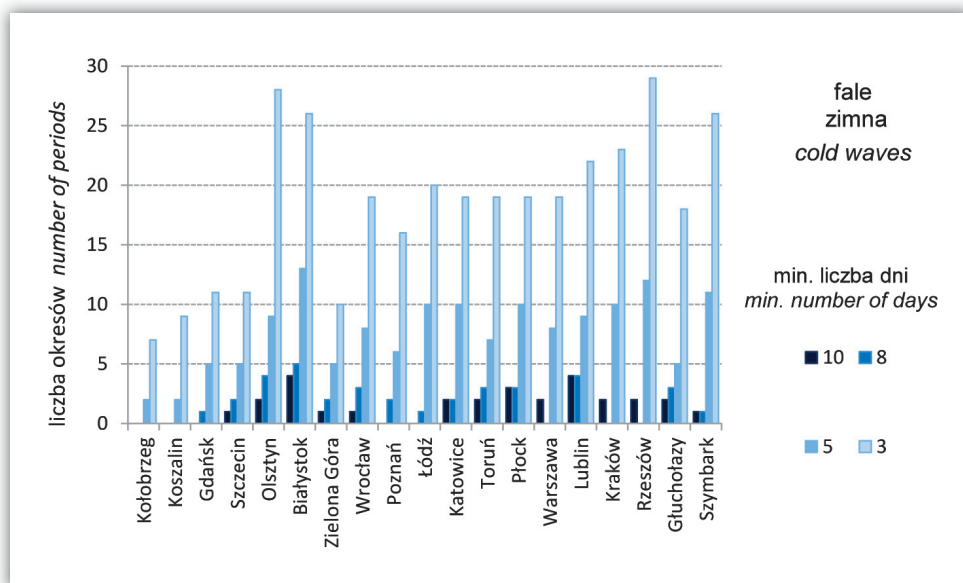
Fale upałów, pojawiające się w analizowanym okresie od czerwca do sierpnia, w Regionie Nadmorskim występowały sporadycznie lub nie występowały wcale, jak w przypadku Gdańska. Rzadko notowane były także w Białymstoku, Olsztynie i Płocku (tab. 3.3, ryc. 3.2). W pozostałych regionach Polski liczba przynajmniej trzydniowych fal upałów wahała się od 7 w Lublinie przez 11 w Łodzi, Warszawie, Rzeszowie i Szymbarku, po 12 w Krakowie. Pięciodniowe i dłuższe fale upałów w latach 1991–2000 wystąpiły w danej miejscowości od jednego do trzech razy, najczęściej w Łodzi i Katowicach. Najdłuższa fala upałów wystąpiła na przełomie lipca i sierpnia 1994 r. i trwała od 3 dni w Koszalinie do 16 we Wrocławiu, Rzeszowie i Szymbarku.

W półroczu chłodnym zakres form klimatoterapii dostępnych dla kuracjuszy jest znacznie węższy niż w ciepłym, a dodatkowo silnie ograniczony w dniach umiarkowanie i bardzo mroźnych. Dni umiarkowanie mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$) było od około 5 w Kołobrzegu, przez 45 w Białymstoku do prawie 77 na Kasprowym Wierchu. Występowały zazwyczaj od listopada do marca, a o miesiąc dłużej w Regionie Karpackim. W całym kraju, z wyjątkiem Tatr, największa ich częstość przypada zazwyczaj na styczeń. W Regionie Nadmorskim ich częstość osiągała 2 dni w miesiącu, w pozostałych regionach (poza górami) od grudnia do lutego zazwyczaj od 3 do 6 w miesiącu. Ta charakterystyka szczególnie silnie różnicuje regiony górskie, wskazując na znacznie łagodniejsze i cieplejsze warunki w Regionie Sudeckim, gdzie liczba dni umiarkowanie mroźnych wahała się od 11 do 19, podczas

gdy w Regionie Karpackim od 18 do 31 w roku. W tym ostatnim zwraca też uwagę relatywnie duża liczba dni (3–4) umiarkowanie mroźnych w marcu. W Sudetach w tym czasie notowano średnio 2 takie dni. W tym kontekście wyróżnia się także sudecka Szrenica, która pomimo że ma podobną średnią roczną temperaturę powietrza, jak położona w Tatrach Hala Gąsienicowa, to dni z temperaturą minimalną poniżej -10°C notowano tu niespełna 34 w roku, przy 50 na Hali (tab. 3.2).

Dni skrajnie mroźne ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$), w których zarówno chorym, jak i zdrowym osobom zaleca się pozostawanie w budynkach, praktycznie nie występują w Regionie Nadmorskim. Ich częstość w roku wahała się od 1–2 na większości obszaru Polski, w tym w regionach górskich (zarówno Sudeckim, jak i Karpackim), przez 3 w Białymstoku i Lublinie, po 18 na Kasprowym Wierchu. Występowały zazwyczaj od grudnia do lutego, tylko w szczytowych partiach gór do marca, a nawet kwietnia (tab. 3.2).

Fal zimna, definiowanych jako minimum 3-dniowy okres z temperaturą minimalną powietrza niższą lub równą -10°C , było znacznie więcej niż fal upałów. Występowały od listopada do marca. Notowane były na obszarze całej Polski, choć oczywiście najkrótsze i w najmniejszej liczbie obserwowane były w Regionie Nadmorskim (tab. 3.3, ryc. 3.3). Trzydniowych okresów z temperaturą minimalną powietrza niższą lub równą -10°C notowano od 7 w Kołobrzegu przez 16–20 w Regionie Centralnym (z wyjątkiem Zielonej Góry, w której było jedynie 10 fal zimna) po 26 w Białymstoku i 28 w Olsztynie. Przynajmniej 5-dniowe i dłuższe fale zimna obserwowano od 2 na wybrzeżu do 13 w Białymstoku, zaś najdłuższe trwały 15 dni i wystąpiły w Regionie Północno-wschodnim i Południowo-wschodnim.



Rycina 3.3. Liczba fal zimna o różnej długości (1991–2000)

Figure 3.3. Number of cold waves of different duration (1991–2000)

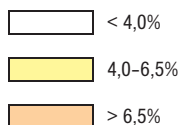
Tabela 3.4. Częstość (%) międzydobowych zmian średniej temperatury powietrza > 6°C (1991–2000)

Table 3.4. Frequency (%) of day-to-day changes of mean daily air temperature > 6°C (1991–2000)

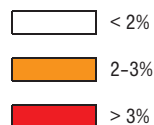
⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000

Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Koszalin	1,9	1,1	1,3	2,7	2,6	1,3	1,0	0,3	·	0,3	0,7	2,6	1,3
Gdańsk	2,6	1,8	0,6	0,7	1,9	1,7	0,3	0,3	·	·	0,7	2,3	1,1
Szczecin	2,3	1,4	1,3	1,7	1,3	1,0	0,6	0,6	·	1,0	2,3	4,2	1,5
Olsztyn	3,5	4,3	2,3	2,0	2,9	2,0	1,3	0,3	1,0	1,3	1,7	4,5	2,2
Białystok	3,9	2,9	1,9	4,3	1,9	0,7	·	·	1,3	2,3	3,3	6,5	2,4
Zielona Góra	2,3	1,8	1,6	1,0	3,2	2,7	1,0	1,0	0,3	1,0	1,0	2,9	1,6
Poznań	2,9	3,2	2,3	1,0	1,9	1,3	1,3	1,0	·	1,6	2,7	4,2	1,9
Toruń	3,9	3,9	2,6	1,7	1,9	2,7	1,3	1,0	·	1,3	2,0	4,5	2,2
Płock	1,6	2,5	1,6	1,3	1,9	1,0	0,3	0,6	1,3	1,3	1,7	4,2	1,6
Warszawa	1,6	3,6	2,9	0,7	1,9	1,7	0,6	0,3	0,7	1,9	1,3	3,9	1,8
Łódź	2,3	2,5	1,9	0,7	1,3	1,3	0,6	0,3	1,3	1,0	2,0	3,2	1,5
Wrocław	2,9	3,6	2,6	·	1,0	1,3	1,0	0,3	1,3	0,6	5,3	4,5	2,0
Katowice	1,9	3,6	1,6	1,0	1,0	1,7	1,0	0,3	1,3	1,9	3,7	3,9	1,9
Lublin	2,6	2,9	1,6	1,3	2,3	1,7	0,6	1,0	0,7	1,0	1,7	5,2	1,9
Kraków	3,5	1,8	0,6	0,7	0,6	1,0	0,3	·	1,0	0,6	2,7	4,8	1,5
Rzeszów	5,2	3,6	1,9	1,0	0,3	1,3	·	0,6	1,7	1,3	4,0	6,5	2,3
Głucholazy	3,5	3,9	2,9	2,0	1,9	3,3	2,6	1,0	2,3	2,3	2,3	4,8	2,7
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾	6,9	3,6	2,3	·	1,4	2,9	1,4	1,4	1,4	1,4	2,4	6,9	2,7
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾	4,6	3,6	1,4	2,4	2,8	2,4	1,8	2,3	2,4	0,9	3,3	6,0	2,8
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾	2,3	2,0	0,5	1,9	3,2	3,8	1,8	1,4	1,0	1,8	2,4	4,1	2,2
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾	5,4	4,1	1,1	2,8	2,3	1,4	0,5	1,6	1,9	1,8	3,8	6,5	2,8
Szymbark	2,9	3,9	2,3	2,3	0,6	1,3	1,0	0,6	2,0	1,6	2,0	4,8	2,1
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾	6,9	5,6	2,3	2,9	0,9	1,4	0,5	·	1,0	2,3	3,8	6,5	2,8
Szrenica ⁽²⁾	3,2	2,1	2,6	2,7	5,2	5,3	2,6	1,3	1,3	1,9	4,0	1,9	2,8
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾	7,1	9,3	6,5	4,7	3,2	4,0	2,6	2,6	2,7	7,1	5,3	8,4	5,3
Kasproy Wierch ⁽²⁾	4,5	8,6	5,2	2,7	1,3	2,7	2,6	1,9	2,0	4,5	2,7	4,5	3,6

częstość miesięczna monthly frequency



częstość roczna annual frequency



Kolejną charakterystyką bodźcowości termicznej jest zmienność z dnia na dzień temperatury średniej dobowej, uznawana za ostry, silnie drażniący bodziec, gdy przewyższa 6°C . W regionach Nadmorskim i Centralnym, ale też w Krakowie i Lublinie częstość takich zmian nie przekraczała 2%, czyli 7 dni w roku; choć zazwyczaj było to 5–6 dni w roku, z reguły w okresie od grudnia do stycznia. Stosunkowo częste były jednak takie zmiany w regionach Karpackim i Sudeckim, gdzie występowały przez około 10 dni w roku, w tym nawet po 2 dni w miesiącach zimowych. Wyraźnie duża ich częstość na Kasprowym Wierchu (13 dni w roku) i Hali Gąsienicowej (19,2 dnia) jest następstwem wiatru halnego, który przynosi gwałtowne i duże ocieplenia (tab. 3.4).

O bodźcowości termicznej świadczą także dobowe kontrasty termiczne, czyli różnica temperatury maksymalnej i minimalnej. Silnie odczuwalne bodźce termiczne (gdy $dt \geq 8^{\circ}\text{C}$) są cechą charakterystyczną półroczu ciepłego, kiedy to w ciągu słonecznych dni dochodzi do silnego nagrzania powietrza, zaś w bezchmurnej nocy – do znacznego wychłodzenia. Na większości obszaru Polski w półroczu ciepłym sytuacje takie są zjawiskiem powszechnym i występowały przez 18–25 dni w miesiącu, w tym szczególnie często w sierpniu. Na wschodzie kraju, m.in. w Białymstoku i Rzeszowie ich liczba sięgała 26,5 dnia w miesiącu. Najrzadziej występowały w Regionie Nadmorskim (w Gdańsku – 69 dni w roku) oraz w Tatrach Wysokich (56 dni). Najczęściej, powyżej 55% dni w roku silnie odczuwalne bodźce termiczne występowały w dolinach karpackich, szczególnie w położonej w kotlinie Rabce-Zdroju, ale też we Wrocławiu i Katowicach. Charakterystyczna jest różnica częstości silnie odczuwalnych bodźców termicznych pomiędzy szczytowymi partiami Karkonoszy i Tatr. Na Szrenicy (1362 m n.p.m.), zwłaszcza zimą, dochodzi do silniejszego wychładzania niż na położonej na podobnej wysokości, ale poniżej głównej grani Tatr – Hali Gąsienicowej (1520 m n.p.m.). Z kolei w ciągu dnia, niezależnie od pory roku, na Szrenicy, znacznie niższej od Kasprowego Wierchu (1991 m n.p.m.) wskutek odsłonięcia horyzontu i dużej insolacji – temperatura powietrza silnie wzrasta (tab. 3.5).

Jeszcze bardziej odrębność klimatyczna Karkonoszy widoczna jest w przypadku ostrych bodźców termicznych ($dt \geq 12^{\circ}\text{C}$), których częstość na Szrenicy wynosiła blisko 43% dni w roku (155 dni). Zwłaszcza w miesiącach zimowych, (średnio 19 dni w styczniu), dziesięciokrotnie przewyższała częstości obserwowane na terenie reszty kraju. Latem liczba dni z ostrymi bodźcami termicznymi na większości obszaru Polski wahała się od 11 do 16 dni w miesiącu. Zimą było ich znacznie mniej niż latem, a częstość wynosiła od niespełna 1 dnia w miesiącu do około 7. Najłagodniejsze odczuwalne warunki termiczne panowały w Regionie Nadmorskim (13 dni w Gdańsku, 39 w Koszalinie), ale także w Świeradowie-Zdroju (43 dni) i Głuchołazach (56 dni). Najmniej dni z ostrymi bodźcami termicznymi występowało na Kasprowym Wierchu, i nie oznacza to łagodności warunków termicznych, lecz dużą ich surowość i małe zróżnicowanie w ciągu dnia (tab. 3.6).

Tabela 3.5. Częstość (%) silnie odczuwalnych bodźców termicznych ($dt \geq 8^{\circ}\text{C}$, 1991–2000)Table 3.5. Frequency (%) of strong thermal stimuli (daily air temperature amplitude $\geq 8^{\circ}\text{C}$, 1991–2000)⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000

Station Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Koszalin	9,7	15,7	30,0	52,3	60,6	52,0	52,3	54,8	40,7	28,1	5,7	5,8	34,1
Gdańsk	9,4	8,9	17,7	29,3	27,1	27,0	22,9	29,0	22,7	18,1	4,3	9,0	18,8
Szczecin	16,5	20,0	43,2	64,3	73,9	74,7	73,2	71,6	52,7	39,7	12,0	10,6	46,2
Olsztyn	14,8	20,4	34,5	65,3	80,3	72,3	74,5	78,1	53,3	36,1	9,7	13,9	46,3
Białystok	16,5	26,8	42,9	69,0	84,8	81,3	83,5	82,6	63,7	50,3	16,7	15,8	53,0
Zielona Góra	13,2	23,2	38,7	64,3	74,2	70,7	73,5	71,3	48,7	33,5	7,7	8,4	44,1
Poznań	15,2	26,1	45,5	72,3	80,3	78,3	81,0	83,5	58,0	48,4	16,0	12,9	51,6
Toruń	17,7	27,5	44,5	72,0	80,3	81,0	79,7	81,3	59,0	43,2	13,3	15,8	51,4
Płock	9,7	21,4	34,2	63,3	78,7	70,3	77,4	79,7	55,0	38,7	11,0	12,3	46,1
Warszawa	15,5	21,8	40,0	65,7	79,0	75,0	76,8	77,4	59,3	41,9	14,3	10,3	48,2
Łódź	17,1	23,2	40,0	67,3	81,3	76,7	77,4	80,3	62,7	43,2	15,3	11,9	49,9
Wrocław	31,6	38,9	48,4	73,3	80,3	78,7	77,1	81,3	62,3	52,9	35,0	25,5	57,2
Katowice	26,8	35,0	51,9	68,7	81,3	80,3	77,1	78,7	63,0	48,1	30,7	21,6	55,4
Lublin	10,6	20,0	40,0	62,7	81,6	77,0	76,5	75,8	59,3	42,3	15,0	7,7	47,5
Kraków	29,4	39,3	44,5	63,0	78,1	75,3	71,3	77,4	59,7	47,7	33,0	28,1	54,0
Rzeszów	22,6	29,6	48,4	71,7	84,2	83,0	84,8	81,6	66,0	51,6	26,0	17,7	55,8
Głuchołazy	23,5	30,4	35,2	56,7	69,0	66,7	66,1	71,9	51,3	33,2	20,3	19,4	45,4
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾	30,4	39,8	42,4	64,8	71,9	73,8	80,2	80,2	57,1	45,2	20,0	25,3	52,7
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾	24,0	30,1	34,1	58,6	63,6	70,0	76,5	74,7	54,8	40,6	19,0	21,7	47,4
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾	20,3	21,9	31,8	54,3	64,1	62,4	69,1	70,0	48,6	32,3	15,2	15,2	42,2
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾	45,2	49,5	52,7	68,3	81,1	83,8	81,7	85,5	66,7	58,5	41,0	34,6	62,5
Szymbark	30,3	36,8	52,9	69,3	80,3	80,3	76,5	82,3	67,3	57,1	26,7	22,9	57,0
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾	27,6	35,7	52,1	64,8	73,7	81,0	77,0	77,4	59,5	53,5	22,9	24,4	54,2
Szrenica ⁽²⁾	74,2	69,3	67,7	63,3	61,3	56,7	54,8	51,6	46,7	45,2	40,0	38,7	55,7
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾	31,6	33,6	38,7	19,3	42,6	47,3	34,2	35,5	33,3	27,1	19,3	25,8	32,4
Kasproy Wierch ⁽²⁾	13,5	20,0	18,1	8,7	18,1	25,3	16,1	16,8	12,7	9,7	10,0	14,2	15,2

częstość miesięczna *monthly frequency* < 50% 50–75% > 75%częstość roczna *annual frequency* < 35% 35–55% > 55%

Tabela 3.6. Częstość (%) ostrych bodźców termicznych ($dt \geq 12^{\circ}\text{C}$, 1991–2000)
Table 3.6. Frequency (%) of very strong thermal stimuli (daily air temperature amplitude $\geq 12^{\circ}\text{C}$, 1991–2000)

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000

Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Koszalin	.	0,7	5,5	22,0	26,5	17,0	22,3	23,2	7,7	1,0	0,3	0,6	10,6
Gdańsk	1,3	0,4	3,2	7,3	7,1	7,0	4,8	7,7	3,0	1,9	0,0	0,3	3,7
Szczecin	2,6	3,2	11,3	36,0	41,3	32,3	34,5	34,5	21,7	12,6	1,3	1,0	19,5
Olsztyn	4,8	5,4	12,6	34,3	50,3	38,7	40,3	42,6	23,7	11,3	1,0	2,3	22,4
Białystok	3,2	6,8	17,4	39,7	57,4	47,3	50,0	52,3	32,7	19,0	0,7	2,6	27,6
Zielona Góra	0,3	2,1	6,8	16,7	27,1	19,3	20,6	19,7	9,3	2,9	0,3	0,3	10,5
Poznań	1,6	6,4	14,2	39,0	45,5	43,0	42,6	48,7	27,0	17,7	1,0	1,3	24,1
Toruń	4,2	5,7	14,5	42,0	52,9	45,0	43,5	46,1	25,0	12,6	1,7	1,6	24,7
Płock	0,6	1,4	6,8	29,0	43,5	38,7	43,2	43,9	20,0	9,0	0,0	1,3	19,9
Warszawa	1,6	3,6	13,9	33,3	48,1	38,3	41,3	44,5	27,0	15,8	1,0	1,0	22,6
Łódź	1,3	2,1	11,6	28,0	46,5	40,3	38,4	43,9	28,0	16,5	1,0	1,3	21,7
Wrocław	7,1	11,1	21,3	40,0	50,6	41,3	42,6	50,0	36,3	24,5	6,7	4,5	28,1
Katowice	6,1	13,2	20,3	41,0	47,4	44,7	45,2	50,3	34,0	26,1	9,0	2,9	28,4
Lublin	1,6	2,5	6,8	24,0	41,3	36,7	40,6	41,9	27,0	14,5	0,7	1,6	20,1
Kraków	4,8	13,6	16,1	36,3	43,5	36,3	40,3	44,5	32,0	26,5	8,3	3,9	25,6
Rzeszów	4,5	11,4	16,5	43,0	51,9	48,3	49,4	51,0	36,3	23,2	7,7	4,5	29,1
Głuchołazy	1,9	4,6	5,2	21,7	31,9	25,0	29,7	35,2	17,0	6,1	2,0	1,3	15,2
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾	6,9	15,3	15,2	35,2	43,3	41,4	47,9	54,4	27,1	17,1	2,4	3,7	25,9
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾	5,1	6,6	9,7	22,4	38,2	34,3	45,6	48,4	22,9	10,6	3,3	5,5	21,2
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾	2,3	1,0	2,8	13,8	27,6	21,9	29,0	24,0	13,8	3,2	1,0	1,4	11,9
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾	18,3	28,6	28,0	43,3	50,7	55,2	58,1	62,9	40,5	34,1	12,9	10,6	37,0
Szymbark	10,3	14,6	21,3	42,7	51,3	50,0	50,0	53,2	35,7	19,7	5,3	7,1	30,2
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾	11,1	15,3	23,0	41,9	45,2	56,2	54,8	55,3	31,4	17,1	8,6	9,7	30,9
Szrenica ⁽²⁾	61,3	55,0	54,8	50,0	48,4	43,3	41,9	38,7	33,3	32,3	26,7	25,8	42,6
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾	3,2	5,0	2,6	2,0	3,2	5,3	1,3	.	4,0	2,6	1,3	1,9	2,7
Kasproy Wierch ⁽²⁾	0,6	2,1	0,6	0,7	.	1,3	.	.	.	1,3	.	.	0,5

częstość miesięczna monthly frequency

 < 30%

 30–50%

 > 50%

częstość roczna annual frequency

 < 15%

 15–30%

 > 30%

Rzadko region bioklimatyczny jest w całości spójny z punktu widzenia przydatności do leczenia uzdrowiskowego, a warunki termiczne mogą się znacząco różnić w zależności od położenia. Ponadto różne są wymagania termiczne w leczeniu różnych schorzeń. Przy większości schorzeń sprzyjające są warunki łagodne i mała bodźcowość termiczna, w niektórych zaś wskazane są warunki nieco ostrzejsze, hartujące. Najsilniej bodźcowe termicznie są regiony górskie, szczególnie Karpacki, choć i tu występuje silne zróżnicowanie pomiędzy poszczególnymi uzdrowiskami, czego przykładami są Rabka-Zdrój i Wysowa-Zdrój.

3.2. Wilgotność powietrza

Zawartość pary wodnej w powietrzu zależy zarówno od ogólnych cech fizycznych zalegającej masy powietrza, jak i od najbliższego otoczenia danego miejsca, więc jest cechą bardzo silnie zależną od lokalizacji stacji. Charakteryzując warunki higryczne z punktu widzenia ich wpływu na kuracjusza odniesiono się do wilgotności względnej powietrza z godzin okołopołudniowych (12 UTC) oraz do przedziałów wartości wilgotności, odczuwanych subiektywnie jako (Bokša, Boguckij 1980):

RH (%)	Odczucie wilgotności
$\leq 56,0$	powietrze suche
56,1–70,0	powietrze umiarkowanie suche
70,1–85,0	powietrze wilgotne
$> 85,0$	powietrze bardzo wilgotne

W opisie skupiono się na warunkach skrajnych: odczuciu powietrza jako suchego i bardzo wilgotnego. Uwzględniono także dni parne, w których chociaż w jednym terminie obserwacyjnym (o godzinie 6, 12 lub 18 UTC) ciśnienie pary wodnej wyniosło co najmniej 18,8 hPa, ale także, w niektórych przypadkach, liczbę dni z parnością o godzinie 12 UTC.

Średnia roczna wilgotność względna w godzinach okołopołudniowych, najważniejszych z punktu widzenia lecznictwa uzdrowiskowego, zmieniała się od 64,8% w Katowicach i 65% we Wrocławiu przez 76,6% w Gdańsku po 83,3% na Szrenicy. Średnia miesięczna wilgotność wahała się od 52,9% w maju w Białymstoku po 87,3% w grudniu w Łodzi. Regionem bioklimatycznym o największej wilgotności powietrza jest Region Nadmorski, jednak najwyższa (poza Karkonoszami) wilgotność względna (77,9%), przy najmniejszych różnicach w ciągu roku (3%), cechuje Kraków (tab. 3.7).

Tabela 3.7. Liczba dni parnych (w których w choć jednym terminie obserwacyjnym ciśnienie pary wodnej $\geq 18,8$ hPa) oraz średnia wilgotność względna powietrza (12 UTC, 1991–2000)

Table 3.7. Number of sultry days (with at least one observation of water vapour pressure ≥ 18.8 hPa) and mean relative air humidity (12 UTC, 1991–2000)

English explanations of the characteristics are on the bottom of the table

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000, ⁽³⁾ 1993–2000

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION NADMORSKI COASTAL REGION													
Gdańsk													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,6	2,8	9,0	10,3	1,8	.	.	.	24,5
Średnia wilgotność względna 12 UTC	80,9	77,8	74,8	74,8	75,8	74,9	71,9	70,8	74,9	75,7	83,3	83,5	76,6
Kołobrzeg													
Liczba dni z parnością o 12 UTC	.	.	.	.	0,3	1,4	4,1	7,7	1,3	0,1	.	.	15,0
Średnia wilgotność względna 12 UTC	82,9	79,5	73,8	69,6	72,0	70,6	72,3	70,7	73,0	75,5	82,8	84,2	75,6
Koszalin													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,3	1,6	4,7	4,9	0,6	.	.	.	12,1
Średnia wilgotność względna 12 UTC	82,5	79,8	70,7	64,7	65,7	69,2	68,0	67,0	70,2	75,3	83,6	85,5	73,5
REGION POJEZIERNY LAKELAND REGION													
Olsztyn													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,5	3,3	6,3	5,9	0,8	.	.	.	16,8
Średnia wilgotność względna 12 UTC	84,9	80,7	70,4	59,8	56,2	59,9	59,7	58,5	68,0	73,5	83,3	87,1	70,2
Szczecin													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,7	3,6	9,3	8,8	1,3	0,5	.	.	24,2
Średnia wilgotność względna 12 UTC	83,1	78,3	68,6	58,6	58,5	60,6	61,7	60,6	69,3	75,1	84,4	86,8	70,4
REGION PÓŁNOCNO-WSCHODNI NORTH-EAST REGION													
Białystok													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,7	4,9	7,5	5,7	1,1	.	.	.	19,9
Średnia wilgotność względna 12 UTC	84,1	79,6	67,8	57,8	52,9	58,4	58,4	57,0	65,8	70,9	83,7	86,9	68,6
REGION CENTRALNY CENTRAL REGION													
Katowice													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,4	3,4	6,4	5,9	0,8	.	.	.	16,9
Średnia wilgot. względna z 12 UTC	76,3	71,1	62,9	55,4	53,0	55,7	57,4	55,1	63,3	68,1	77,6	81,8	64,8
Łódź													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,5	3,4	7,0	5,3	1,4	.	.	.	17,6
Średnia wilgotność względna 12 UTC	83,3	78,2	68,4	58,6	56,5	58,4	59,1	54,7	66,3	73,2	85,0	87,3	69,1
Płock													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,8	4,2	7,6	6,0	0,7	.	.	.	19,3
Średnia wilgotność względna 12 UTC	83,4	78,5	71,2	60,1	56,5	60,8	57,7	55,2	65,6	73,6	84,1	86,9	69,5
Poznań													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,4	2,6	5,8	6,0	1,3	.	.	.	16,1
Średnia wilgotność względna 12 UTC	81,4	76,9	66,2	54,4	53,8	56,7	55,5	54,5	64,8	71,5	81,7	84,5	66,8

Stacja <i>Station</i>	Miesiące <i>Months</i>												Rok <i>Year</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Toruń													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,3	3,2	5,5	5,6	0,8	0,3	.	.	15,7
Średnia wilgotność względna 12 UTC	82,4	76,9	66,5	55,0	52,8	55,6	55,2	53,7	65,3	71,2	83,1	84,5	66,9
Warszawa													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,8	5,4	9,0	6,9	2,1	0,5	.	.	24,7
Średnia wilgotność względna 12 UTC	83,6	79,2	68,1	58,5	55,6	59,3	59,5	57,4	68,5	74,1	84,2	87,2	69,6
Wrocław													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,7	3,6	6,5	5,6	1,3	.	.	.	17,7
Średnia wilgotność względna 12 UTC	78,0	73,0	65,6	54,9	55,3	55,1	55,9	53,1	62,5	68,2	77,9	80,4	65,0
Zielona Góra													
Liczba dni parnych	.	.	.	0,1	0,2	2,1	3,9	3,8	0,7	.	.	.	10,8
Średnia wilgotność względna 12 UTC	82,1	76,9	68,2	58,3	56,2	58,3	57,2	56,4	66,9	73,2	83,1	85,4	68,5
REGION POŁUDNIOWO-WSCHODNI <i>SOUTH-EAST REGION</i>													
Lublin													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,7	6,7	9,6	6,0	0,9	.	.	.	23,9
Średnia wilgotność względna 12 UTC	84,0	80,8	70,5	60,6	56,4	61,5	61,3	57,8	66,4	72,5	81,9	85,8	70,0
REGION ŚWIĘTOKRZYSKO-MALOPOLSKI <i>UPLAND REGION</i>													
Busko-Zdrój ⁽³⁾													
Liczba dni z parnością o 12 UTC	.	.	.	.	1,3	5,5	5,8	3,9	1,0	0,1	.	.	17,5
Średnia wilgotność względna 12 UTC	81,1	73,5	63,9	56,3	54,4	59,7	59,9	56,9	64,8	69,8	79,3	82,8	66,8
Kraków													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	1,0	6,6	9,6	9,2	1,8	.	.	.	28,2
Średnia wilgotność względna 12 UTC	77,7	78,1	78,5	76,8	77,3	76,6	77,8	79,5	78,6	78,5	78,2	77,3	77,9
Rzeszów													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	1,0	7,4	11,0	8,9	1,4	0,1	.	.	29,8
Średnia wilgotność względna 12 UTC	78,0	73,2	65,5	58,5	57,1	59,1	58,6	58,2	64,8	69,9	77,5	81,0	66,8
REGION SUDECKI <i>SUDETIC REGION</i>													
Głuchołazy													
Liczba dni z parnością o 12 UTC	.	.	.	.	1,2	4,0	6,9	6,1	1,4	.	.	.	19,6
Średnia wilgotność względna 12 UTC	74,4	70,4	68,0	58,9	61,1	64,7	62,8	59,8	67,1	70,3	78,3	78,5	67,9
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	1,4	3,0	6,1	6,0	1,3	.	.	.	17,9
Średnia wilgotność względna 12 UTC	80,3	77,6	73,9	64,5	65,3	62,1	61,3	60,1	68,9	71,4	82,4	85,5	71,1
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,3	2,0	4,1	6,9	1,1	0,1	.	.	14,6
Średnia wilgotność względna 12 UTC	72,7	68,1	65,2	57,6	60,1	62,0	59,1	58,1	66,4	68,1	77,3	78,7	66,1
Szrenica ⁽²⁾													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Średnia wilgotność względna 12 UTC	81,1	89,5	86,6	77,9	74,8	77,5	85,1	75,2	85,4	89,9	91,1	85,7	83,3

Stacja <i>Station</i>	Miesiące <i>Months</i>												Rok <i>Year</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,4	2,7	5,6	4,6	0,6	.	.	.	13,9
Średnia wilgotność względna 12 UTC	79,1	74,9	72,7	65,4	66,7	67,4	66,5	65,2	71,6	72,1	81,8	82,5	72,2
REGION KARPACKI <i>CARPATHIAN REGION</i>													
Hala Gašenicowa ⁽²⁾													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	.	.	.	0,2	.	.	.	.	0,2
Średnia wilgotność względna 12 UTC	69,9	75,8	75,8	72,1	70,4	77,6	80,9	77,0	81,7	78,3	79,2	73,4	76,0
Kasprowy Wierch ⁽²⁾													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Średnia wilgotność względna 12 UTC	72,5	82,2	84,7	84,5	81,0	82,2	87,8	82,4	86,8	85,2	87,7	79,1	83,0
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	3,7	10,7	13,7	15,0	4,9	0,4	0,1	.	48,5
Średnia wilgotność względna 12 UTC	80,6	75,3	71,8	68,5	68,8	71,5	68,0	66,9	77,7	77,1	81,4	88,1	74,6
Szymbark													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	0,7	6,1	10,5	7,8	1,1	.	.	.	26,2
Średnia wilgotność względna 12 UTC	75,3	71,2	64,8	58,3	59,2	61,2	61,7	61,5	65,6	67,0	74,8	77,8	66,5
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾													
Liczba dni parnych	.	.	.	.	.	3,0	6,4	5,0	0,9	.	.	.	15,3
Średnia wilgotność względna 12 UTC	81,8	77,1	68,6	60,9	62,3	64,2	62,7	61,2	70,2	73,5	80,5	86,6	70,8

English explanations of the characteristics	
Liczba dni parnych	Number of sultry days
Liczba dni z parnością o 12 UTC	Number of days with sultriness at 12 UTC
Średnia wilgotność względna 12 UTC	Mean relative air humidity 12 UTC

Powietrze odczuwane przez człowieka jako bardzo wilgotne dominuje w miesiącach zimowych. W grudniu liczba dni z takim odczuciem wahała się od 15 w Gdańsku przez 20 w Warszawie po 23 dni na Szrenicy. W półroczu ciepłym liczba dni z wilgotnością względną większą od 85% w większości regionów bioklimatycznych wynosiła od 2 do 5 w miesiącu. Znacząco więcej dni bardzo wilgotnych było jedynie w Gdańsku (średnio 10 w maju), Rabce-Zdroju (11 we wrześniu) oraz w Krakowie (13 w sierpniu). Średnio w roku liczba dni z powietrzem bardzo wilgotnym wahała się od 61–62 we Wrocławiu i Rzeszowie po 134 w Krakowie (gdzie w każdym z miesięcy notowano ich od 10 do 13). Korzystne pod tym względem warunki panują w miejscowościach sudeckich i karpackich (z wyjątkiem Rabki-Zdroju). Na szczytach gór liczba dni z powietrzem wilgotnym sięgała 220 w roku i była podobna w Tatrach i Karkonoszach (tab. 3.8).

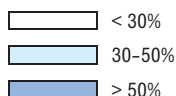
Tabela 3.8. Częstość (%) powietrza odczuwanego jako wilgotne (wilgotność względna powietrza o 12 UTC > 85%, 1991–2000)

Table 3.8. Frequency of the air perceived as humid (relative air humidity at 12 UTC > 85%, 1991–2000)

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000

Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Kołobrzeg	50,2	38,1	25,4	19,6	19,4	13,7	14,0	14,3	17,0	25,1	46,3	50,5	27,8
Koszalin	47,7	37,5	22,6	16,0	16,5	14,7	13,5	11,0	16,7	26,8	50,7	57,1	27,5
Gdańsk	33,5	30,4	24,2	29,3	31,3	28,7	14,2	14,8	24,0	23,9	46,0	50,0	29,2
Szczecin	49,7	34,6	21,6	7,7	12,3	9,3	12,9	8,1	12,7	25,5	49,3	59,4	25,2
Olsztyn	58,4	42,1	23,9	16,0	9,4	12,0	6,8	7,7	17,7	26,8	52,7	62,9	27,9
Białystok	52,6	36,4	16,5	15,0	8,1	11,0	9,0	5,2	17,0	19,4	52,0	62,6	25,3
Zielona Góra	47,1	33,9	18,4	13,3	11,3	11,0	11,3	8,4	15,3	26,1	53,0	57,4	25,5
Poznań	43,5	31,8	15,5	7,3	10,0	9,0	9,0	5,8	14,0	21,9	47,3	52,9	22,3
Toruń	44,2	34,3	16,1	9,3	6,5	7,0	8,1	6,1	13,7	21,0	49,7	53,2	22,4
Płock	42,9	35,0	22,3	13,0	7,4	8,7	10,3	5,5	12,0	23,5	49,0	61,9	24,2
Warszawa	50,0	41,1	18,4	14,7	10,0	11,7	11,3	6,5	17,7	25,5	50,7	64,5	26,7
Łódź	47,7	37,5	19,7	14,3	8,4	10,7	14,2	5,2	18,7	23,9	53,7	59,4	26,0
Wrocław	31,6	23,9	12,9	8,3	7,7	6,7	8,7	5,2	13,7	16,1	32,3	35,2	16,8
Katowice	25,5	21,1	13,5	8,3	10,0	8,3	12,6	7,1	13,3	17,4	37,7	42,6	18,1
Lublin	48,1	42,5	19,7	13,0	5,8	8,7	11,0	9,0	15,7	23,9	44,7	54,8	24,6
Kraków	37,4	36,8	37,4	32,0	32,9	34,7	38,1	42,3	40,7	38,1	36,7	35,2	36,8
Rzeszów	26,8	21,4	11,6	13,0	8,1	5,3	10,3	8,1	12,0	19,0	34,3	34,8	17,0
Głucholazy	26,8	15,7	17,1	11,7	12,3	14,0	11,6	10,3	16,3	16,5	35,0	33,5	18,4
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾	41,9	31,6	25,3	19,5	19,4	14,3	13,8	13,8	25,2	21,7	47,1	58,5	27,7
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾	25,3	18,4	12,4	13,8	12,4	10,5	12,9	11,1	22,4	18,0	37,6	37,3	19,3
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾	42,9	29,1	21,7	21,0	17,5	16,7	16,1	12,0	22,4	20,3	45,2	50,2	26,2
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾	50,0	35,1	25,3	27,8	26,7	21,9	19,9	19,4	35,7	38,7	50,0	59,4	34,2
Szymbark	26,8	22,9	17,1	14,7	11,9	13,7	10,6	11,9	17,0	16,8	29,7	31,9	18,7
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾	47,5	32,7	17,1	18,6	12,4	11,0	13,8	14,3	19,5	26,3	46,7	64,1	27,0
Szenica ⁽²⁾	62,6	81,4	69,0	46,0	39,4	38,7	54,8	32,9	54,0	74,8	79,3	72,3	58,6
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾	34,8	43,6	38,1	34,7	29,0	36,0	45,2	34,2	39,3	43,9	46,7	40,0	38,7
Kasprowy Wierch ⁽²⁾	52,9	67,9	63,2	62,7	47,7	52,7	63,9	50,3	58,7	65,8	76,0	61,3	60,2

częstość miesięczna monthly frequency



częstość roczna annual frequency



Przeciwieństwem do powyższej charakterystyki jest częstość powietrza odczuwanego przez człowieka jako suche, z wilgotnością względną mniejszą lub równą 56%. Oczywisty związek wilgotności względnej powietrza z jego temperaturą powoduje, że latem dominuje powietrze odczuwane jako suche. Rzadko też takie dni są spotykane w Regionie Nadmorskim, w szczytowych partiach gór, ale także w opisywanym już Krakowie. W pozostałych regionach dni z powietrzem suchym dominowały od kwietnia do sierpnia (od 11 do 15 w miesiącu), choć w niektórych miejscowościach, szczególnie we Wrocławiu i Katowicach ich częstość sięgała nawet 18–21 dni w miesiącu (tab. 3.9).

Najczęściej stosowaną w bioklimatologii miarą uciążliwości wilgotności powietrza jest parność, czyli wysokie ciśnienie pary wodnej ($e \geq 18,8$ hPa), towarzyszące najczęściej dniom upalnym. Takie warunki utrudniają oddawanie ciepła z organizmu człowieka – zarówno poprzez parowanie z powierzchni skóry, jak i błon śluzowych, a co za tym idzie zaburzają procesy termoregulacyjne i mogą być bardzo niebezpieczne szczególnie dla osób z chorobami układu naczyniowego i układu krążenia. Pogoda parna występuje od maja do października, najczęściej w lipcu (tab. 3.7). W górach wysokich dni parne nie występują. Niewiele było ich także w Koszalinie (12 w roku) i Kołobrzegu (15). Jednak w Gdańsku notowano ich znacznie więcej – średnio 24,5 dnia w roku (ponad 10 dni w sierpniu), podobnie w Szczecinie (24 dni). W Regionie Centralnym liczba dni parnych wahała się od niespełna 11 w Zielonej Górze do blisko 25 w Warszawie. Najliczniej dni parne występowały w Regionie Świętokrzysko-małopolskim: w Krakowie było ich 28 w roku, zaś w Rzeszowie blisko 30 (aż 11 w lipcu). W miejscowościach górskich, zwłaszcza Regionu Sudeckiego, dni parne nie stanowią obciążenia dla kuracjuszy. Wyjątkiem jest Rabka-Zdrój, w której średnio w roku występowało aż 48,5 dnia parnego (w sierpniu 15 dni). Przyczyną tego stanu jest położenie zarówno miasta, jak i stacji meteorologicznej pomiędzy siecią potoków Poniczanki i Słonki oraz innych, mniejszych dopływów Raby, co skutkuje wysoką wilgotnością powietrza, częstymi mgłami, których liczba przekracza dopuszczalne normy (w latach 1971–1990 było średnio 72 dni z mgłą) oraz częstymi stanami parności.

Szczególnie niekorzystne dla człowieka są ciągi dni parnych – dowiedziony jest wzrost umieralności, gdy wysokiej temperaturze powietrza utrzymującej się przez kilka kolejnych dni towarzyszy parność (Kalkstein 2004). Najwięcej 3-dniowych i dłuższych ciągów dni z parnością o godzinie 12 UTC notowanych jest w regionach bioklimatycznych południowo-wschodniej Polski: w Rzeszowie (37), Krakowie (35), Szymbarku i Lublinie (po 30), ale też w Szczecinie (33) i Gdańsku (31). Okresy parne 8-dniowe i dłuższe występują od czerwca do sierpnia, a najwięcej ich notuje się w Gdańsku (7). Najdłuższy, 14-dniowy okres z parnością zanotowano w Szymbarku (tab. 3.10, ryc. 3.4).

Tabela 3.9. Częstość (%) powietrza odczuwanego jako suche (wilgotność względna powietrza o 12 UTC \leq 56%, 1991–2000)

Table 3.9. Frequency (%) of the air perceived as dry (relative air humidity at 12 UTC \leq 56%, 1991–2000)

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000

Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Year
Kołobrzeg	4,3	6,0	15,8	20,4	15,4	14,1	8,6	15,8	11,9	5,7	0,4	1,1	10,0
Koszalin	2,9	5,4	21,0	33,3	32,9	20,7	22,3	25,2	20,7	8,1	1,7	1,6	16,4
Gdańsk	1,9	3,2	10,3	15,3	13,5	10,3	15,8	19,4	9,3	6,1	1,0	1,0	9,0
Szczecin	2,6	7,1	26,5	49,7	53,5	39,3	42,3	44,8	20,3	7,1	0,3	1,6	24,7
Olsztyn	3,9	5,4	23,9	46,7	56,8	48,3	45,8	49,7	28,0	16,5	3,0	0,3	27,5
Białystok	1,3	4,3	24,5	54,0	66,1	54,7	51,6	52,6	34,7	21,0	1,3	1,3	30,8
Zielona Góra	5,8	12,5	29,0	52,3	58,4	54,0	52,9	56,8	25,7	16,8	3,3	1,3	30,8
Poznań	2,3	7,5	32,6	61,3	62,3	53,3	57,7	60,0	31,7	18,4	2,3	1,0	32,7
Toruń	3,2	7,5	28,1	56,7	65,8	58,7	58,7	63,5	35,7	18,4	2,7	1,0	33,5
Płock	1,9	5,0	19,4	46,0	60,0	45,7	51,9	60,6	31,3	11,0	1,7	0,6	28,1
Warszawa	2,3	6,8	24,8	51,0	58,4	51,3	48,4	54,5	25,7	15,2	0,7	1,9	28,5
Łódź	1,6	10,0	28,4	52,0	60,3	55,7	50,3	58,7	31,7	15,5	2,3	1,6	30,8
Wrocław	3,5	11,8	28,4	60,0	58,7	59,7	56,1	66,8	44,3	21,6	5,7	1,3	34,9
Katowice	4,5	18,9	38,7	57,3	64,8	62,0	55,8	60,3	40,7	27,1	9,3	1,6	36,8
Lublin	0,3	2,5	19,0	48,0	55,8	43,3	42,6	53,9	29,3	17,1	3,3	0,3	26,4
Kraków	8,1	6,4	6,1	8,0	9,4	10,3	10,3	9,0	7,3	8,1	8,3	8,7	8,4
Rzeszów	1,9	13,6	30,0	50,3	54,8	50,3	53,5	55,2	34,3	20,3	10,3	1,9	31,5
Głucholązy	10,6	14,3	24,8	52,3	47,7	36,7	39,7	51,0	27,0	15,5	6,3	4,5	27,6
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾	7,4	7,1	13,8	38,1	39,2	45,7	42,4	47,9	31,9	20,7	3,8	0,0	24,9
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾	15,2	25,5	30,9	54,8	47,5	36,2	46,1	56,2	37,1	25,8	10,5	6,0	32,7
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾	7,8	11,7	13,4	38,1	31,3	24,3	27,6	31,3	12,9	16,1	4,3	4,1	18,6
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾	24,7	27,4	35,5	50,0	32,7	16,2	47,3	51,6	6,7	12,4	21,7	15,7	28,6
Szymbark	9,4	20,0	34,2	54,0	50,3	49,3	41,3	49,4	36,0	30,3	14,7	10,0	33,3
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾	6,9	12,2	23,5	46,2	38,7	34,8	40,1	49,8	15,2	15,2	8,6	2,3	24,5
Szenica ⁽²⁾	18,1	7,9	8,4	15,3	23,9	14,7	5,8	16,1	5,3	5,8	4,7	15,5	11,8
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾	32,3	21,4	17,4	25,3	23,2	13,3	7,7	9,0	5,3	12,3	9,3	25,2	16,8
Kasprowy Wierch ⁽²⁾	31,6	15,0	7,1	12,0	12,3	8,7	3,2	7,1	3,3	10,3	8,7	22,6	11,8

częstość miesięczna monthly frequency

 < 30%

 30–50%

 > 50%

częstość roczna annual frequency

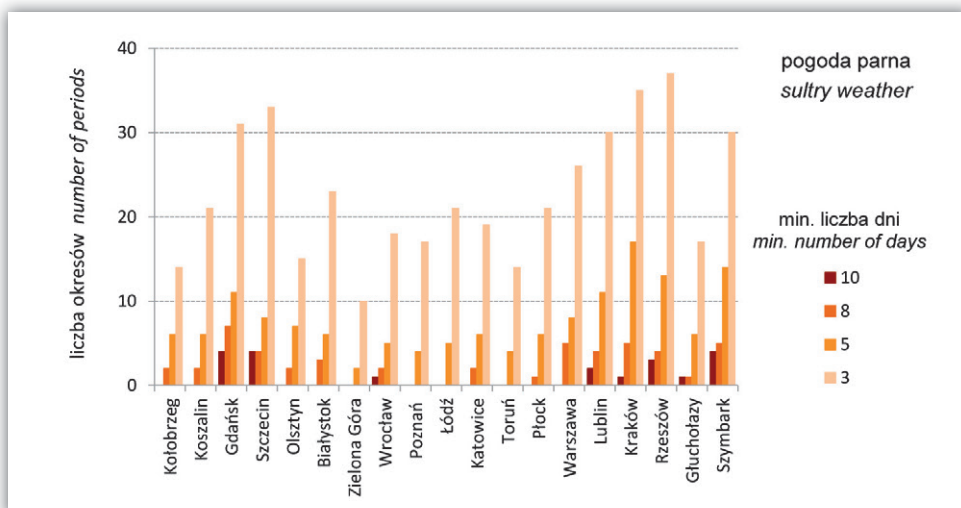
 < 20%

 20–30%

 > 30%

Tabela 3.10. Okresy z ciśnieniem pary wodnej $e \geq 18,8$ hPa (stan parności) z 12 UTC (1991–2000)Table 3.10. Periods with sultriness (water vapour pressure $e \geq 18.8$ hpa) noted at 12 UTC (1991–2000)

	Kołobrzeg	Koszalin	Gdańsk	Szczecin	Olsztyn	Białystok	Zielona Góra	Wrocław	Poznań	Łódź	Katowice	Toruń	Płock	Warszawa	Lublin	Kraków	Rzeszów	Głucholazy	Szymbark
$e \geq 18,8$ hPa - minimum 3 dni <i>days</i>																			
V	.	.	1	1	.	.	.	1	.	.	.	1	.	1	1	1	.	.	.
VI	1	3	3	4	2	5	2	6	3	3	3	2	5	3	8	8	8	4	8
VII	7	10	15	14	6	9	4	6	8	9	9	4	8	11	13	15	15	8	14
VIII	5	6	11	11	7	9	3	4	5	9	7	7	8	7	7	10	12	4	6
IX	1	2	1	2	.	.	1	1	1	.	.	.	.	3	1	1	2	1	2
X	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
$e \geq 18,8$ hPa - minimum 5 dni <i>days</i>																			
VI	.	.	1	1	1	2	.	1	.	.	1	.	2	1	3	5	4	1	4
VII	2	4	5	4	5	4	1	3	2	3	2	1	3	6	6	8	6	4	8
VIII	3	2	5	3	1	.	.	.	1	2	3	3	1	1	2	4	3	.	2
IX	1	.	.	.	.	.	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
$e \geq 18,8$ hPa - minimum 8 dni <i>days</i>																			
VI	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.
VII	1	1	2	2	1	2	.	2	.	.	1	.	1	3	3	4	4	1	5
VIII	1	1	4	2	1	.	.	.	.	.	1	.	.	1	.	1	.	.	.

Rycina 3.4. Liczba okresów z pogodą parną notowaną w godz. 12 UTC (1991–2000)
Figure 3.4. Number of sultry periods of different duration (1991–2000)

Pod względem warunków higrycznych na tle analizowanych stacji jednoznacznie negatywnie wyróżniają się Kraków – z wysoką wilgotnością powietrza szczególnie w półroczu ciepłym i dużą liczbą dni parnych oraz Rabka-Zdrój – z bardzo dużą liczbą dni parnych w półroczu ciepłym, ale też wysoką wilgotnością zimą.

4. Zróżnicowanie bodźców mechanicznych

4.1. Ciśnienie atmosferyczne

Powietrze zawarte w atmosferze ma określoną masę i przez to wywiera ciśnienie na organizm człowieka. Wielkość ciśnienia jest zróżnicowana w przestrzeni i w czasie. Jest to uwarunkowane jego spadkiem wraz ze wzrostem wysokości n.p.m., a także występowaniem ośrodków niskiego i wysokiego ciśnienia atmosferycznego (niżów i wyżów barycznych).

Organizm człowieka jest przystosowany do życia w szerokim zakresie ciśnienia atmosferycznego przy powierzchni ziemi. Na działanie największego ciśnienia narażeni są mieszkańcy nizin, a zwłaszcza depresji (np. średnio 1050 hPa nad Morzem Martwym), natomiast najmniejszego – mieszkańcy najwyżej na świecie położonych osiedli ludzkich (Andy Chilijskie, 5300 m n.p.m., średnio 450 hPa).

Ciśnienie atmosferyczne oddziałuje na organizm człowieka nieustannie, jednak o bodźcach mechanicznych nim wywołanych można mówić w dwóch przypadkach. Bodźcem może być oddziaływanie na człowieka bardzo wysokiego lub bardzo niskiego ciśnienia atmosferycznego w porównaniu do tego, w którym zwykle przebywa. Drugi przypadek polega na wystąpieniu nagłej, dużej zmiany ciśnienia atmosferycznego, zwłaszcza gdy ma ona miejsce w krótkim czasie. Oba bodźce najczęściej występują w trakcie przemieszczania się nad danym obszarem frontu atmosferycznego oraz przy szybkiej zmianie miejsca pobytu człowieka między obszarami, w których wartość ciśnienia atmosferycznego wyraźnie różni się między sobą.

Obecność bardzo wysokiego oraz bardzo niskiego ciśnienia atmosferycznego może wywołać bóle głowy, osłabienie organizmu i nasilenie się dolegliwości związanych z chorobami reumatoidalnymi (bóle stawów, „łamanie w kościach”). Skutkami działania tego bodźca mogą być także uczucie zmęczenia, zdenerwowania oraz utrudniona koncentracja. W przypadku skrajnie niskiego ciśnienia atmosferycznego i uwarunkowanego tym niskiego ciśnienia parcjalnego tlenu mogą wystąpić ograniczona zdolność do wysiłku fizycznego, uczucie senności oraz zwiększenie częstości oddechu i pracy serca.

Nagle, duże zmiany ciśnienia atmosferycznego powodują sprężanie i rozprężanie powietrza w uchu środkowym, co doprowadza do zniekształcania błony bębenkowej. Odbierane jest to jako ucisk lub dzwonienie w uszach, które powodują ból i ograniczają zdolność słyszenia. Istotne znaczenie dla intensywności objawów mają indywidualne predyspozycje organizmu, np. stan zdrowia i wrażliwość układu nerwowego.

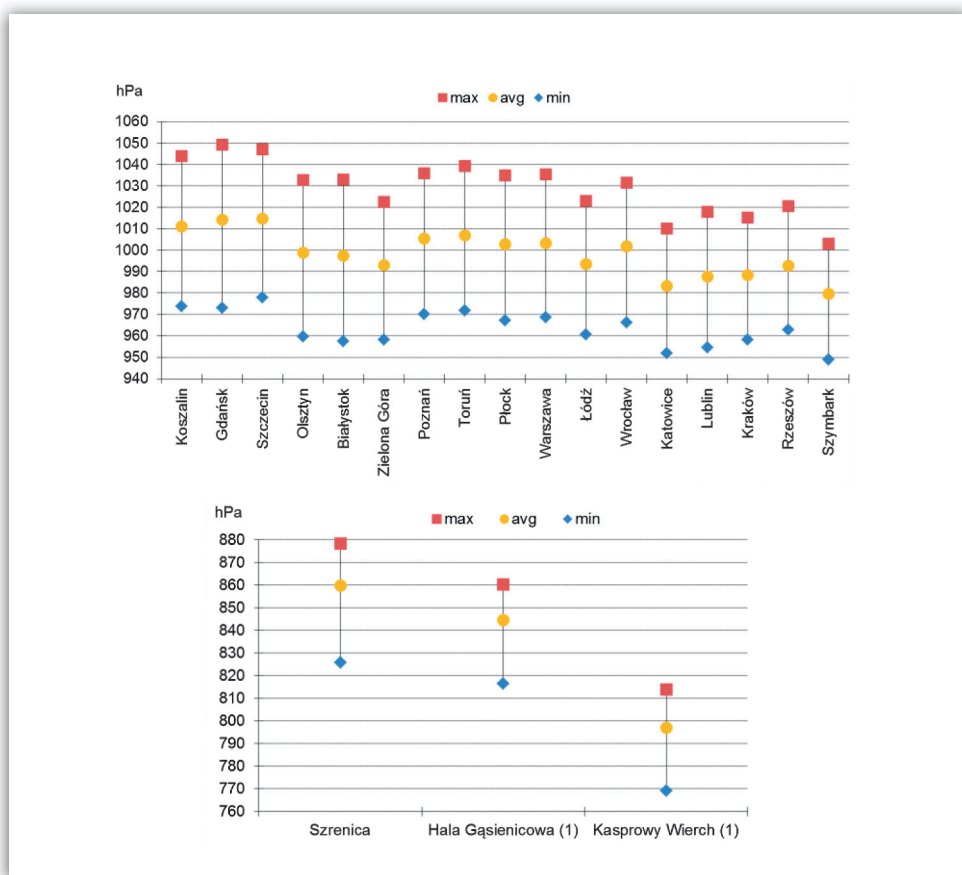
W poniższej analizie scharakteryzowano bodźce związane z oddziaływaniem wysokiego i niskiego ciśnienia atmosferycznego, a także z jego nagłymi, dużymi zmianami. Wykorzystano dane z 20 stacji meteorologicznych w Polsce (wartości rzeczywiste na poziomie stacji z terminów obserwacyjnych 6, 12, 18 UTC). Na początku dla serii danych z każdej ze stacji wyznaczono percentyl 0,1 i 0,9. Następnie dla danych znajdujących się poniżej percentyla 0,1 i powyżej percentyla 0,9, odpowiadających po 10% skrajnych wartości ciśnienia, obliczono ich częstość w miesiącach. Obliczono także międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego dla każdej stacji (dp , między godziną 12 UTC kolejnych dni). Do przedstawienia stopnia odczucia tych zmian u człowieka wykorzystano skalę opracowaną przez Bokkę i Boguckiego (1980):

dp (hPa)	Odczucie zmian ciśnienia atmosferycznego
$\leq 4,0$	zmiany słabe
4,1–8,0	zmiany umiarkowane
8,1–12,0	zmiany silne
$> 12,0$	zmiany bardzo silne

Ciśnienie atmosferyczne na obszarze Polski, z wyjątkiem gór, jest mało zróżnicowane. Przyczyną tego są stosunkowo małe różnice wysokości w kraju (91,3% powierzchni położone jest poniżej 300 m n.p.m.), a także występowanie podobnych sytuacji barycznych nad całym tym obszarem. W związku z nachyleniem obszaru Polski z południa na północ, w tym kierunku następuje wzrost ciśnienia atmosferycznego. Najwyższe średnie roczne wartości ciśnienia występują w Regionie Nadmorskim (ryc. 4.1) i są one zbliżone do średniej wartości ciśnienia atmosferycznego na poziomie morza na Ziemi (1013,25 hPa). Spadek ciśnienia w kierunku południowym jest nieregularny, z powodu lokalnego zróżnicowania rzeźby terenu, np. średnie roczne ciśnienie atmosferyczne w Zielonej Górze (192 m n.p.m.) jest niższe o 8,8 hPa niż w położonym dalej na południe Wrocławiu (120 m n.p.m.). Najniższe średnie roczne wartości ciśnienia atmosferycznego oraz największe wewnętrzne zróżnicowanie występują w regionach Sudeckim i Karpackim. Na obszarze tym wyraźnie zaznaczona jest zależność między wysokością n.p.m. a wartością ciśnienia atmosferycznego. W Szymbarku (325 m n.p.m.) średnia wartość ciśnienia jest wyższa o 135 hPa niż na Hali Gąsienicowej (1520 m n.p.m.) i około 182 hPa niż na Kasprowym Wierchu (1991 m n.p.m.). Na podstawie średniej wartości ciśnie-

nia na Kasprowym Wierchu (797,1 hPa) oraz przy założeniu pionowego gradientu równego 9 hPa/100 m, można stwierdzić, że na najwyższym szczycie w Polsce (Rysy, 2499 m n.p.m.) średnie roczne ciśnienie wynosi około 750 hPa.

Prawidłowości w występowaniu na obszarze Polski skrajnych wartości ciśnienia atmosferycznego odpowiadają tym, które przedstawiono dla wartości średnich. Wartości absolutne maksymalne i minimalne są najwyższe w Regionie Nadmorskim, natomiast najniższe – w Sudeckim i Karpackim. Absolutne maksimum ciśnienia wystąpiło w Gdańsku (1049,2 hPa), natomiast absolutne minimum na Kasprowym Wierchu (769,2 hPa).



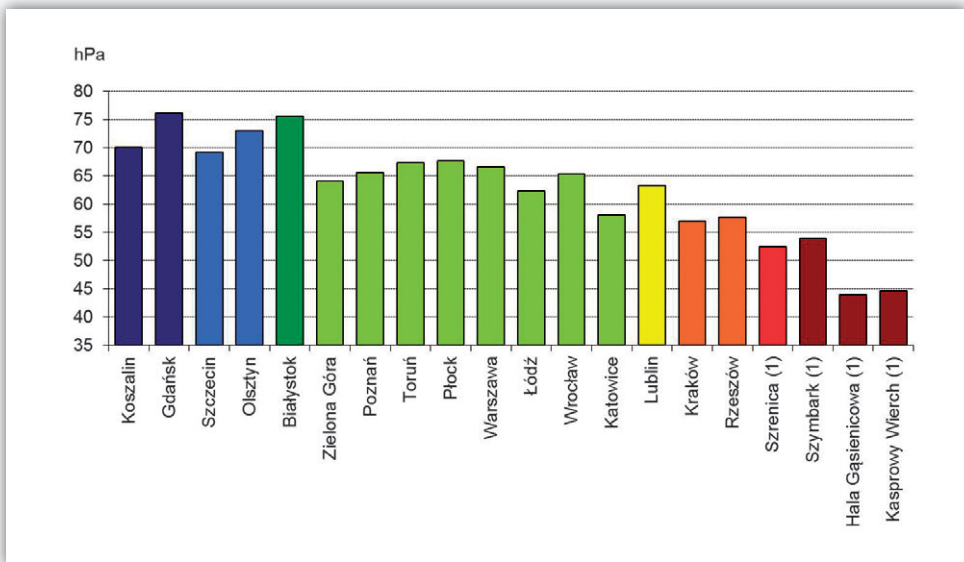
Rycina 4.1. Średnie roczne (avg), absolutne minimalne (min) i maksymalne (max) ciśnienie atmosferyczne (hPa) na wybranych stacjach meteorologicznych w Polsce (wartości niezredukowane do poziomu morza, 1991–2000)

Figure 4.1. Mean annual (avg), absolute minimum (min) and maximum (max) atmospheric pressure (hPa) in chosen meteorological stations in Poland (values not reduced to sea level, 1991–2000)

(1) 1996–2000

Cechą charakterystyczną rozkładu ciśnienia atmosferycznego w Polsce jest także zwiększanie się jego absolutnej amplitudy w kierunku północno-wschodnim (ryc. 4.2). Najmniejsza amplituda występuje w regionach Karpackim i Sudeckim, natomiast największa w Nadmorskim, Północno-wschodnim i Pojeziernym. Występowanie większej wartości amplitudy w Gdańsku niż w Koszalinie, w Olsztynie niż w Szczecinie, a także ogólnie dużej wartości amplitudy w Białymstoku, świadczą o większym kontynentalizmie klimatu we wschodniej Polsce.

Na obszarze Polski niskie wartości ciśnienia atmosferycznego (poniżej percentyla 0,1) częściej występują w półroczu chłodnym niż w ciepłym (tab. 4.1). Informacja ta odnosi się zwłaszcza do regionów Sudeckiego i Karpackiego. Niskie ciśnienie atmosferyczne występuje najczęściej w grudniu (około 20–25% przypadków), natomiast najrzadziej w czerwcu i sierpniu (0–4% przypadków). Zróżnicowanie przebiegu występowania niskiego ciśnienia atmosferycznego zarówno w poszczególnych regionach, jak i na obszarze całego kraju, jest małe.



Rycina 4.2. Absolutna amplituda ciśnienia atmosferycznego (hPa) na wybranych stacjach meteorologicznych w Polsce (1991–2000)

Figure 4.2. Absolute amplitude of atmospheric pressure in chosen meteorological stations in Poland (1991–2000)

⁽¹⁾ 1996–2000

Na większości obszaru Polski wysokie ciśnienie atmosferyczne, podobnie jak niskie, częściej występuje w półroczu chłodnym niż w ciepłym (tab. 4.2). Miesiącami, w których wysokie ciśnienie występuje najczęściej, są styczeń i grudzień (około 20–25% przypadków), natomiast najrzadziej – lipiec i sierpień (poniżej 1% przypadków). Inne warunki od przedstawionych panują w regionach Sudeckim i Karpackim

Tabela 4.1. Częstość (%) niskiego ciśnienia atmosferycznego (1991–2000, za przypadek niskiego ciśnienia atmosferycznego uznano wartość mniejszą lub równą percentylowi 0,1 dla wieloletniej serii danych dla każdej stacji)

Table 4.1. Frequency (%) of low atmospheric pressure (1991–2000, a case of low atmospheric pressure is recognized as value lower than or equal to 0.1 percentile for long-term data series of each station)

⁽¹⁾ 1996–2000

Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Koszalin	15,4	14,1	13,3	11,3	3,8	1,2	3,4	2,2	7,0	13,3	13,6	22,3
Gdańsk	16,2	15,9	13,7	11,1	3,9	1,1	4,3	2,4	6,8	11,7	12,3	21,9
Szczecin	13,8	13,5	13,7	13,2	4,2	2,4	2,9	2,0	7,6	13,8	13,0	20,5
Olsztyn	16,5	16,1	14,1	12,0	4,4	1,2	3,9	2,0	6,7	10,6	12,1	22,4
Białystok	15,9	16,7	15,2	13,8	4,6	1,6	4,3	1,9	7,2	9,6	10,0	21,1
Zielona Góra	13,5	13,0	15,1	15,8	5,5	2,6	2,6	2,5	8,1	11,8	12,8	19,5
Poznań	14,1	13,3	14,6	14,4	5,5	2,3	3,4	2,6	8,0	11,7	11,4	19,4
Toruń	15,9	14,0	14,1	12,8	5,6	1,8	4,1	2,4	7,1	11,4	11,4	20,4
Płock	15,2	14,4	14,2	13,7	5,8	2,0	4,4	2,5	7,3	10,5	11,2	20,0
Warszawa	14,5	14,5	15,2	14,3	6,2	2,4	4,5	2,9	7,9	9,8	10,4	19,4
Łódź	13,8	14,1	14,4	15,2	6,3	2,1	4,2	2,7	8,2	9,8	11,6	19,1
Wrocław	12,4	12,2	14,6	17,1	6,7	3,3	3,5	2,8	8,6	10,6	11,9	17,5
Katowice	12,2	12,1	14,3	18,9	6,6	3,3	4,8	2,4	7,8	9,5	12,2	18,6
Lublin	13,4	14,6	14,8	16,0	6,3	2,8	5,4	1,8	8,1	8,0	10,2	19,8
Kraków	11,1	12,4	13,8	18,3	6,8	3,8	5,2	2,6	8,0	9,4	11,4	18,4
Rzeszów	10,9	13,0	13,3	17,3	8,4	4,2	6,1	2,7	8,6	7,8	9,8	18,5
Szenica ⁽¹⁾	14,6	22,1	12,0	16,7	3,7	0,0	1,1	0,4	4,4	7,1	16,2	24,9
Hala Gąsienicowa ⁽¹⁾	13,8	24,6	13,8	16,2	3,2	0,0	0,2	0,0	5,1	4,9	14,7	25,6
Kasprowy Wierch ⁽¹⁾	14,4	26,1	14,4	16,4	2,4	0,0	0,0	0,0	3,6	3,7	14,4	26,2

– tu wysokie wartości ciśnienia atmosferycznego najczęściej występują w czerwcu, sierpniu i wrześniu (około 15–30% przypadków), najrzadziej w kwietniu i grudniu (około 1–3% przypadków).

Średnia międzydobowa zmiana ciśnienia atmosferycznego w Polsce wynosi od około 3,0 do około 5,5 hPa (ryc. 4.3). Największe wartości występują w regionach Nadmorskim i Pojeziernym, natomiast najmniejsze w Karpackim i Sudeckim. W przypadku maksymalnej międzydobowej zmiany ciśnienia atmosferycznego zakres zmienności wynosi od około 19,0 do około 34,0 hPa (ryc. 4.4). Podobnie jak w przypadku wartości średnich, wartości maksymalne są największe w północnej części Polski, natomiast najmniejsze – w południowej.

W Polsce dominują małe (≤ 4 hPa) międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego, odczuwane przez człowieka jako słabe bodźce mechaniczne (ryc. 4.5). Na większości obszaru występują one w 50–60% dni w roku. Najrzadziej zmiany te są notowane w regionach Nadmorskim i Pojeziernym (Szczecin – 37,1%),

Tabela 4.2. Częstość (%) wysokiego ciśnienia atmosferycznego (1991–2000, za przypadek wysokiego ciśnienia atmosferycznego uznano wartość większą lub równą percentylowi 0,9 dla wieloletniej serii danych dla każdej stacji)

Table 4.2. Frequency (%) of high atmospheric pressure (1991–2000, a case of high atmospheric pressure is recognized as value higher than or equal to 0.9 percentile for long-term data series of each station)

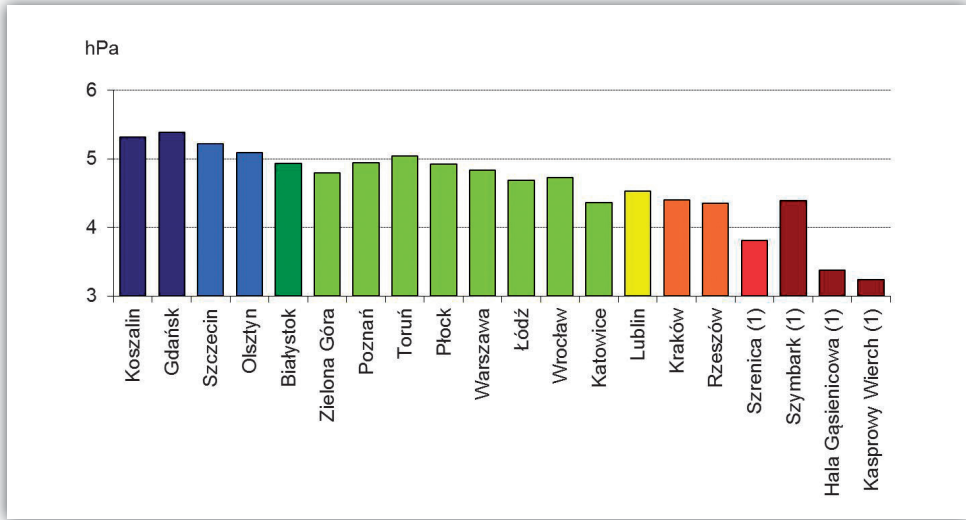
⁽¹⁾ 1996–2000

Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Koszalin	26,3	17,1	14,8	4,1	6,7	1,1	1,0	0,3	5,8	10,9	13,2	20,9
Gdańsk	25,1	15,1	15,1	5,1	6,6	0,8	0,9	0,3	5,8	11,7	15,1	19,7
Szczecin	27,4	18,1	13,9	3,8	6,2	1,1	0,4	0,0	5,2	10,9	12,2	21,4
Olsztyn	24,9	15,0	14,3	4,2	5,6	1,0	0,5	0,3	7,4	12,7	16,0	19,6
Białystok	24,6	15,0	13,9	3,8	4,3	0,8	0,2	0,5	8,1	14,1	17,2	19,7
Zielona Góra	25,9	20,6	13,0	3,2	5,2	1,8	0,3	0,3	5,8	12,6	12,3	20,5
Poznań	27,4	18,4	14,1	3,0	4,7	1,0	0,0	0,0	5,0	12,7	13,9	21,0
Toruń	26,5	16,4	14,6	3,3	4,6	0,9	0,0	0,2	5,6	12,4	14,9	20,9
Płock	26,5	16,4	14,1	2,8	3,9	1,1	0,1	0,1	5,8	13,3	16,1	21,1
Warszawa	27,3	16,6	13,1	2,6	4,0	1,2	0,1	0,1	6,3	14,3	16,3	19,8
Łódź	27,2	17,4	13,3	2,6	4,1	1,3	0,1	0,2	5,7	14,2	15,3	20,5
Wrocław	27,0	20,3	13,3	2,6	3,5	1,2	0,1	0,1	5,0	12,9	13,8	20,9
Katowice	28,0	20,7	12,0	2,2	3,5	1,2	0,2	0,0	5,7	14,5	14,6	19,6
Lublin	25,9	16,6	11,8	2,0	3,4	1,3	0,0	0,4	8,0	15,6	16,4	20,3
Kraków	27,7	20,4	12,3	1,8	3,3	1,3	0,2	0,0	5,4	14,4	14,8	19,5
Rzeszów	27,5	19,3	12,2	1,4	3,2	1,2	0,0	0,1	5,3	14,3	16,2	20,3
Szrenica ⁽¹⁾	11,2	10,1	7,3	2,0	12,3	18,7	8,4	16,1	18,9	9,7	6,2	3,4
Hala Gąsienicowa ⁽¹⁾	10,5	8,9	6,7	1,1	10,8	17,6	6,9	18,9	18,9	10,5	7,3	3,2
Kasprowy Wierch ⁽¹⁾	5,2	5,4	5,2	0,7	11,6	23,1	11,2	27,3	16,9	9,9	5,3	1,3



natomiast najczęściej – w Sudeckim i Karpackim (Kasprowy Wierch – 69,7%). Duże (8,1–12,0 hPa) i bardzo duże (> 12,0 hPa) międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego, odczuwane jako silne i bardzo silne bodźce mechaniczne, występują na większości obszaru Polski łącznie w 15–20% przypadkach w roku. Najczęściej w regionach Nadmorskim i Pojeziernym (Szczecin – 31,9%), najrzadziej zaś w Sudeckim i Karpackim (Kasprowy Wierch – 7,2%).

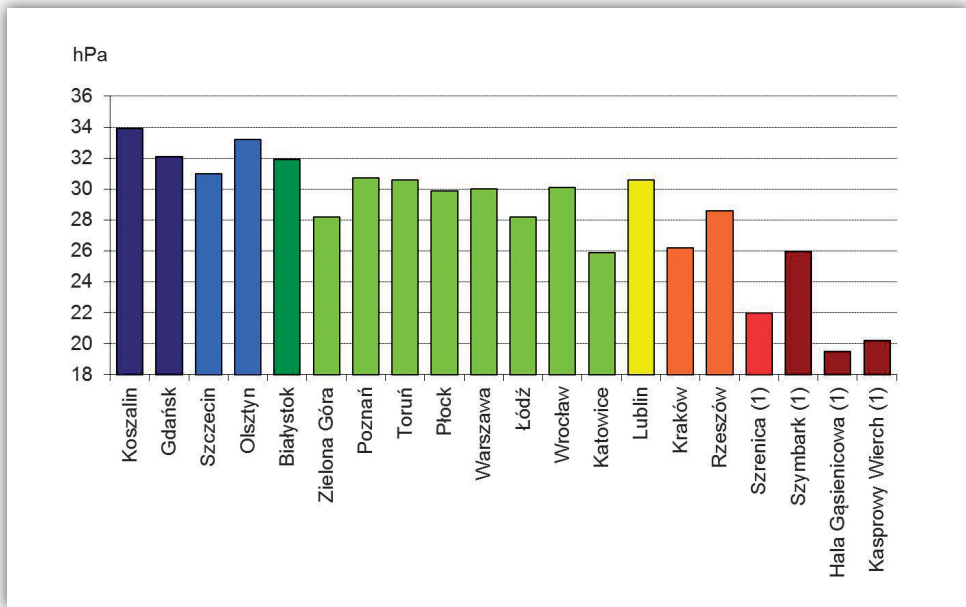
Duże i bardzo duże międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego częściej występują w półroczu chłodnym niż w ciepłym (tab. 4.3). We wszystkich regionach maksimum częstości tych zmian przypada na luty, rzadziej na grudzień, kiedy to udział rozpatrywanych zmian w całkowitej liczbie przypadków może stanowić nawet 35–40%. Najrzadziej duże i bardzo duże międzydobowe zmiany



Rycina 4.3. Średnia międzydobowa zmiana ciśnienia atmosferycznego na wybranych stacjach meteorologicznych w Polsce (1991–2000)

Figure 4.3. Mean day-to-day change of atmospheric pressure in chosen meteorological stations in Poland (1991–2000)

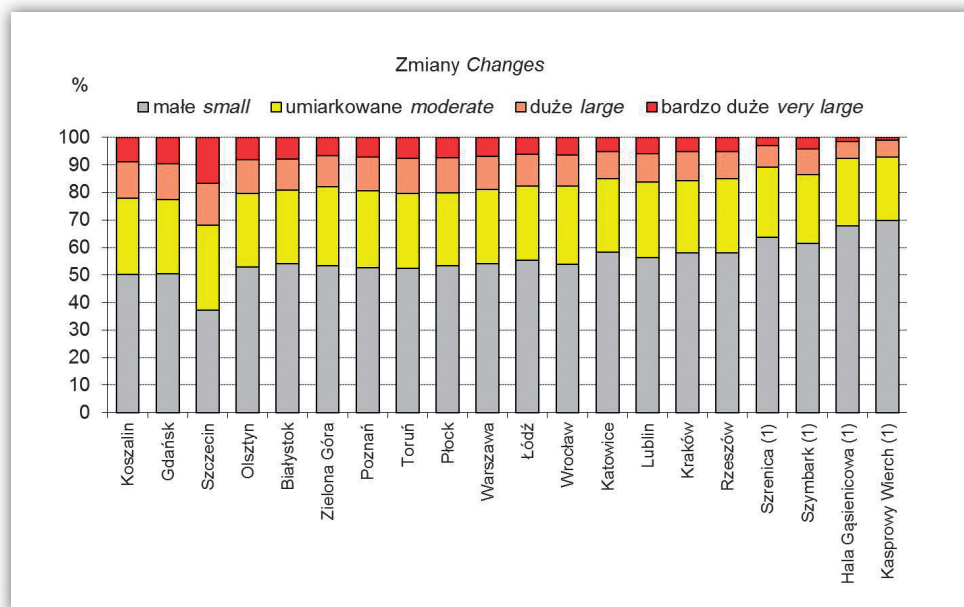
(¹⁾ 1996–2000



Rycina 4.4. Maksymalna międzydobowa zmiana ciśnienia atmosferycznego na wybranych stacjach meteorologicznych w Polsce (1991–2000)

Figure 4.4. Maximum day-to-day change of atmospheric pressure in chosen meteorological stations in Poland (1991–2000)

(¹⁾ 1996–2000



Rycina 4.5. Częstość międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego o różnej intensywności na wybranych stacjach meteorologicznych w Polsce (1991–2000)

Figure 4.5. Frequency of different intensity of day-to-day change of atmospheric pressure in chosen meteorological stations in Poland (1991–2000)

⁽¹⁾ 1996–2000

ciśnienia atmosferycznego występują w czerwcu, lipcu i sierpniu (poniżej 12% przypadków).

Uzupełnieniem charakterystyki ciśnienia atmosferycznego jest opis ciągów dni z bardzo wysokim lub bardzo niskim ciśnieniem atmosferycznym oraz ze zmianami ciśnienia z dnia na dzień powyżej 8 hPa. Za dzień z bardzo wysokim ciśnieniem atmosferycznym uznano taki, w którym jego wartość przewyższała próg 95 percentyla dla danej miejscowości, zaś za dzień z bardzo niskim ciśnieniem – gdy jego wartość była niższa od 5 percentyla. Zatem wartości progowe były różne i wahały się od 1002,6 hPa (95 percentyl) i 974,9 hPa (5 percentyl) w Krakowie po odpowiednio 1030,1 hPa i 996,6 hPa w Gdańsku. Wykorzystanie takiej metody spowodowało, że w każdej miejscowości liczba dni z bardzo niskim i bardzo wysokim ciśnieniem wynosiła nieco ponad 180 dni, a pomimo to liczba okresów kilkudniowych z danym ciśnieniem była zróżnicowana. W związku z tym, że najwyższe ciśnienie atmosferyczne cechuje chłodną porę roku, także ciągi dni z takim ciśnieniem występowały od października do marca, w tym najczęściej w styczniu. Najwięcej 3-dniowych i dłuższych okresów z bardzo wysokim ciśnieniem atmosferycznym było w Białymstoku, Toruniu, Płocku i Warszawie

– po 26, najmniej – na południu Polski: w Katowicach (18) i w Krakowie (20). Pięćdniowych i dłuższych okresów zanotowano od 8 w Rzeszowie i Katowicach, przez 9 w regionie Centralnym po 13 w Białymstoku, gdzie w ten sposób wyraźnie zaznacza się kontynentalizm klimatu Regionu Północno-wschodniego (ryc. 4.6).

Okresów z bardzo niskim ciśnieniem atmosferycznym było nieco mniej niż z ciśnieniem wysokim oraz były one krótsze, trwały najwyżej 8 dni, podczas gdy te drugie sięgały 11–12 dni. Występują przez cały rok, z wyjątkiem okresu od czerwca do sierpnia, najczęściej w grudniu i marcu. Liczba przynajmniej 3-dniowych okresów z utrzymującym się bardzo niskim ciśnieniem waha się od 16–17 na południu Polski, przez 16–18 w Regionie Nadmorskim po 21–24 w Regionie Centralnym (ryc. 4.6).

Tabela 4.3. Częstość (%) przypadków dużych (8,1–12,0 hPa) i bardzo dużych (> 12,0 hPa) międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego w Polsce (1991–2000)

Table 4.3. Frequency (%) of cases of large (8.1–12.0 hPa) and very large (> 12.0 hPa) day-to-day change of atmospheric pressure in Poland (1991–2000)

⁽¹⁾ 1996–2000

Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Koszalin	28,8	36,0	30,3	25,7	15,8	11,3	7,7	7,1	15,0	24,8	29,3	34,2
Gdańsk	31,7	39,9	31,0	22,3	18,7	11,0	7,4	6,8	13,7	23,5	28,7	36,1
Szczecin	27,8	36,4	28,7	23,3	15,2	11,7	8,1	7,4	11,3	24,8	27,7	31,9
Olsztyn	30,4	35,3	30,6	20,0	13,9	8,3	5,2	5,5	13,7	23,5	24,3	35,5
Białystok	31,1	36,0	27,7	20,0	13,5	5,7	4,8	3,2	12,0	20,6	23,0	33,5
Zielona Góra	25,6	30,7	23,2	17,3	12,6	7,0	7,1	4,8	10,7	19,7	26,0	29,4
Poznań	27,2	33,9	27,7	19,3	14,8	8,3	6,8	6,1	11,3	21,9	26,3	31,3
Toruń	29,1	36,7	27,1	21,3	14,8	8,7	5,5	5,2	12,7	23,5	27,0	32,6
Płock	29,1	36,0	28,4	20,0	14,5	7,7	5,8	4,8	12,7	23,2	27,3	32,6
Warszawa	28,5	34,6	26,1	20,0	14,5	7,0	4,2	3,9	12,3	20,6	24,7	31,6
Łódź	26,9	31,4	25,8	16,7	12,3	7,7	4,8	3,9	8,7	20,0	26,3	29,7
Wrocław	25,9	30,0	23,2	18,0	12,9	7,3	6,5	4,2	9,7	19,7	25,3	29,4
Katowice	22,7	24,7	21,3	15,3	9,0	6,7	3,5	3,5	5,7	17,1	24,0	26,8
Lublin	24,9	30,7	23,9	17,7	11,0	4,0	3,2	2,9	9,0	18,4	21,3	29,0
Kraków	22,0	27,9	21,6	16,7	9,0	6,7	4,2	3,2	7,3	17,1	24,7	27,7
Rzeszów	21,4	29,0	21,6	15,3	9,7	4,7	3,2	2,6	7,3	15,8	21,3	27,4
Szrenica ⁽¹⁾	14,9	26,1	14,8	8,7	6,5	2,7	3,2	1,9	5,3	12,3	13,3	20,0
Szymbark ⁽¹⁾	17,7	25,7	17,7	14,4	10,5	5,8	3,2	1,6	7,5	12,9	19,2	25,8
Hala Gąsienicowa ⁽¹⁾	10,5	19,0	7,7	6,7	5,2	2,7	1,3	0,6	4,0	6,5	12,7	14,2
Kasprowy Wierch ⁽¹⁾	12,0	18,3	5,8	6,7	4,5	2,0	1,9	0,0	3,3	6,5	11,3	15,5

0,0–10,0%

10,1–20,0%

20,1–30,0%

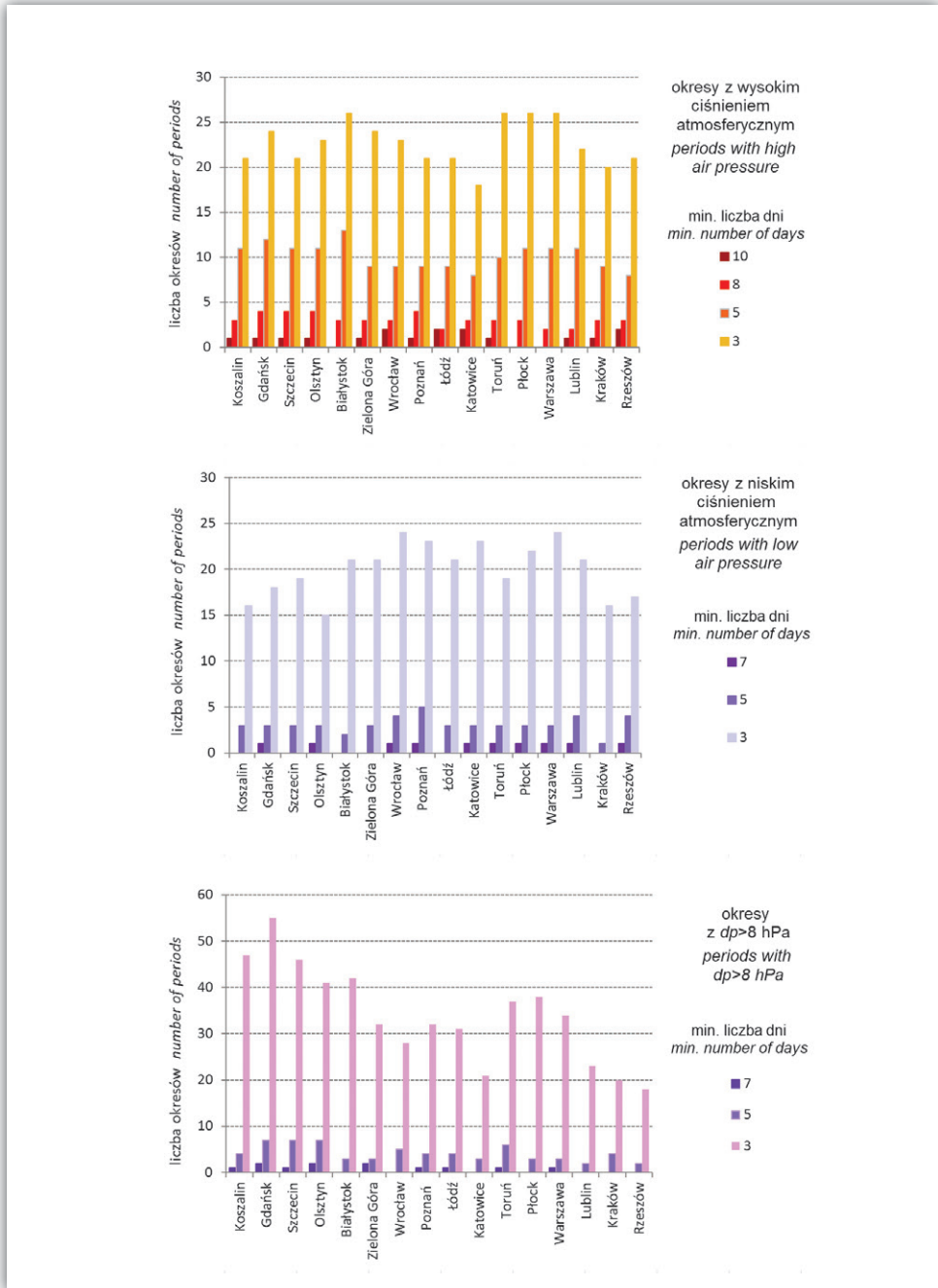
30,1–40,0%

Tabela 4.4. Okresy ze zmianą ciśnienia atmosferycznego $dp > 8$ hPa z dnia na dzień (1991–2000)Table 4.4. Periods with day-to-day changes of atmospheric pressure $dp > 8$ hPa (1991–2000)

	Koszalin	Gdańsk	Szczecin	Olsztyn	Białystok	Zielona Góra	Wrocław	Poznań	Łódź	Katowice	Toruń	Płock	Warszawa	Lublin	Kraków	Rzeszów
<i>dp > 8 hPa - minimum 3 dni days</i>																
I	5	8	7	4	6	1	3	2	3	3	4	5	4	3	3	2
II	7	7	7	8	10	5	3	4	4	3	4	6	6	7	4	6
III	6	8	6	7	5	6	4	6	4	1	6	5	3	2	1	.
IV	4	4	3	1	4	.	1	1	1	1	3	1	1	1	2	1
V	1	1	.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1
VI	.	2	.	1	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.
VII	.	.	1	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
VIII	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
IX	2	2	1	2	2	.	.	1	.	.	.	1	1	.	.	.
X	5	5	5	3	2	4	4	4	4	3	4	4	3	1	3	1
XI	7	8	8	4	3	7	6	7	7	6	6	6	4	3	4	3
XII	9	10	8	10	9	7	6	6	7	3	8	8	11	5	2	4
Rok Year	47	55	46	41	42	32	28	32	31	21	37	38	34	23	20	18

Okresy, kiedy w kolejnych dniach zmiany ciśnienia przekraczają 8 hPa pojawiały się w całym roku, jednak najczęstsze były w chłodnej połowie, szczególnie w grudniu i lutym. Liczba przynajmniej trzydniowych takich okresów wahała się od 18–21 na południu Polski, przez 31–38 w Regionie Centralnym po 47–55 w Regionie Nadmorskim (tab. 4.4). Najdłuższe, 8-dniowe okresy z dużymi zmianami ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień występowały sporadycznie w styczniu i w lutym, tylko w Gdańsku, Koszalinie, Szczecinie, Toruniu i Warszawie (ryc. 4.6).

Ciśnienie atmosferyczne, mimo małego zróżnicowania na obszarze Polski, w istotny sposób może oddziaływać na organizm człowieka. Dzieje się tak zwłaszcza, gdy człowiek przemieszcza się z nizinnej części państwa w Sudety i Karpaty, w których znajduje się duża liczba polskich uzdrowisk, miejscowości wypoczynkowych i turystycznych. W tym przypadku organizm człowieka narażony jest na działanie nagłej, dużej zmiany ciśnienia atmosferycznego, a następnie przebywanie przez dłuższy czas w miejscu, w którym ciśnienie jest niższe niż takie, w którym kuracjusz lub turysta zwykle przebywa. Skutkiem może być wystąpienie dolegliwości związanych z tymi bodźcami mechanicznymi. Dolegliwości te mogą się



Rycina 4.6. Liczba okresów z wysokim i niskim ciśnieniem atmosferycznym oraz ze zmianą ciśnienia atmosferycznego > 8 hPa z dnia na dzień (1991–2000)

Figure 4.6. Number of periods with high and low atmospheric pressure and its day-to-day changes over 8 hPa (1991–2000)

nasilać w trakcie zmiany miejsca pobytu między obszarami istotnie różniącymi się wysokością nad poziomem morza, np. podczas wycieczek w wysokie góry, przejazdów kolejką linową czy korzystania z wyciągów narciarskich. Analogiczne oddziaływanie bodźców mechanicznych związanych z ciśnieniem atmosferycznym może także wystąpić przy powrocie z gór na niziny.

4.2. Ruch powietrza

W ocenie potencjału leczniczego klimatu danej miejscowości istotne są warunki wiatrowe, ściśle uzależnione od topografii terenu nie tylko regionu, ale i najbliższego otoczenia stacji; potrafią różnić się znacząco nawet pomiędzy nieodległymi miejscami. Wiatr w szerokim zakresie oddziałuje na organizm człowieka. Ruch powietrza ma istotne znaczenie w procesie wymiany ciepła między organizmem a otoczeniem. Silny wiatr przy niskiej temperaturze, a także słaby ruch powietrza przy wysokiej temperaturze (zwłaszcza przy dużej wilgotności powietrza) mogą powodować zakłócenia w bilansie cieplnym człowieka. Wiatr pełni także ważną funkcję w kształtowaniu subiektywnego odczucia komfortu lub dyskomfortu termicznego.

Cisza atmosferyczna i wiatr słaby, potrafią być czynnikiem sprzyjającym człowiekowi, zwłaszcza w przejściowych porach roku, ale też niekorzystnym: latem – w czasie dni gorących i upalnych, oraz zimą, gdy sprzyjają stagnacji powietrza i wzrostowi jego zanieczyszczenia. Przy wietrze o bardzo małej prędkości, a zwłaszcza podczas ciszy atmosferycznej, oddawanie ciepła z organizmu człowieka do otoczenia jest utrudnione. Sytuacja ta może doprowadzić do przegrzania ustroju, co najczęściej ma miejsce w dni upalne. Niewielki ruch powietrza w dni parne wielokrotnie uczucie gorąca.

Z kolei wiatr o dużej prędkości, zwłaszcza porywisty, stanowi niekorzystny dla człowieka bodziec mechaniczny. Jego wystąpienie utrudnia, a niejednokrotnie uniemożliwia poruszanie się, co ma istotne znaczenie dla prowadzenia aktywności fizycznej na wolnym powietrzu. Porywy wiatru mogą także wywoływać trudności w oddychaniu. Silny wiatr działa drażniąco na układ nerwowy, powoduje niepokój, zaburza sen. Może być także przyczyną wzrostu agresywności (Sulman 1982) oraz nasilenia zaburzeń psychicznych (Przybysz 1994). Przede wszystkim jednak wzmacnia wychładzanie organizmu i może prowadzić do popularnych przeziębień. Należy jednak wspomnieć o pozytywnym jego wpływie na usuwanie zanieczyszczeń powietrza. Nieprzyjemny dla człowieka jest również hałas towarzyszący silnym wiatrom, zwłaszcza gdy odbierany jest przez dłuższy czas.

Wiatr transportuje drobne cząsteczki różnych substancji, które oddziałują na organizm człowieka. Zawarte w przemieszczającym się powietrzu pyły działają

w sposób mechaniczny na odsłonięte partie ciała: ranią skórę i oczy, drażnią śluzówki jamy ustnej i dróg oddechowych. Pyły o średnicy 5–10 μm zatrzymują się w lejkach oskrzelowych, o średnicy 1–5 μm docierają do wnętrza górnych dróg oddechowych, a pyły o średnicy poniżej 1 μm docierają aż do pęcherzyków płucnych (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997). Substancje transportowane przez wiatr mogą mieć także działanie alergenne (np. pyłki roślin) oraz lecznicze (np. jod morski) (Juda-Rezler 2000; Seńczuk 2002).

W poniższej analizie wykorzystano dane o prędkości wiatru z 26 stacji meteorologicznych w Polsce (z terminów obserwacyjnych 6, 12, 18 UTC). Za dzień z ciszą atmosferyczną przyjęto uważać taki, w którym w co najmniej jednym terminie prędkość wiatru wyniosła 0, za dzień z wiatrem słabym – gdy średnia dobowa prędkość wiatru była mniejsza od 2 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, natomiast za dzień z wiatrem silnym – gdy maksymalna dobowa prędkość wiatru wyniosła co najmniej 8 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Tabela 4.5. Charakterystyka warunków wiatrowych (1991–2000)

Table 4.5. Characteristic of wind conditions (1991–2000)

English explanations of the characteristics are on the bottom of the table

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1993–2000, ⁽³⁾ 1996–2000

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION NADMORSKI COASTAL REGION													
Koszalin													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	3,7	3,8	3,5	3,0	2,9	2,9	2,7	2,5	2,6	3,1	3,1	3,2	3,1
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	3,6	4,0	5,9	6,5	3,8	4,4	4,3	7,8	7,8	5,5	4,5	5,2	63,3
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	6,1	4,2	7,0	6,2	6,2	6,7	8,4	10,2	9,7	7,6	7,9	7,7	87,9
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	4,0	4,0	5,1	1,9	1,4	1,6	0,7	0,8	1,0	2,0	2,4	2,4	27,3
Gdańsk													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	4,7	4,5	4,6	4,5	4,2	4,2	4,1	3,8	4,4	4,2	4,5	4,4	4,4
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	0,8	1,4	1,4	2,6	2,7	2,1	2,2	1,6	1,7	1,9	1,1	0,8	20,3
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	1,8	1,9	1,5	2,1	1,0	1,0	0,7	0,9	1,4	2,4	1,2	1,8	17,7
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	7,0	6,6	7,9	7,1	5,4	4,6	3,6	2,5	6,3	5,1	6,5	5,7	68,3
REGION POJEZIERNY LAKELAND REGION													
Szczecin													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	4,3	4,3	4,1	3,8	3,4	3,3	2,9	2,7	3,1	3,5	3,9	4,0	3,6
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	2,2	2,3	1,8	3,4	2,9	2,5	4,4	6,1	4,1	6,0	4,3	3,2	43,2
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	4,5	2,9	2,5	2,6	3,3	3,4	5,5	8,3	6,6	5,5	4,8	3,8	53,7
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	6,3	5,3	5,1	4,2	2,2	1,6	0,8	0,8	2,0	3,3	3,6	4,5	39,7
Olsztyn													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	3,1	3,3	3,2	2,9	2,9	2,8	2,6	2,3	2,5	2,9	3,0	2,9	2,9
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	5,0	4,0	5,2	5,7	4,4	5,2	5,3	8,6	8,1	5,2	3,4	5,0	65,1
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	7,8	5,9	7,0	7,7	6,4	7,0	8,5	10,4	10,8	7,3	6,4	9,1	94,3
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$	1,3	1,1	2,0	1,4	1,0	0,7	0,3	0,2	0,4	0,8	1,1	0,5	10,8

Stacja <i>Station</i>	Miesiące <i>Months</i>												Rok <i>Year</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION PÓLNOCNOWSCHODNI <i>NORTH-EAST REGION</i>													
Białystok													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	3,0	3,0	3,0	2,8	2,4	2,4	2,2	1,9	2,3	2,6	3,0	2,7	2,6
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	4,1	3,7	6,8	8,1	9,2	6,4	9,3	14,3	10,5	8,0	4,2	4,7	89,3
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	7,2	6,2	8,4	8,4	9,9	10,0	13,6	15,7	12,8	10,3	7,2	8,6	118,3
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	1,2	0,5	1,5	0,8	0,4	0,3	0,2	0,3	0,4	1,0	0,8	0,3	7,7
REGION CENTRALNY <i>CENTRAL REGION</i>													
Zielona Góra													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	3,8	3,8	3,6	3,2	2,9	2,9	2,8	2,6	2,8	3,1	3,1	3,5	3,2
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	0,7	0,4	0,7	0,9	0,8	0,6	1,0	1,4	1,0	0,5	0,8	1,3	10,1
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	3,6	1,9	2,3	3,5	3,9	5,0	4,1	6,3	4,7	5,2	4,7	4,4	49,6
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	2,1	1,9	1,9	0,7	0,1	0,1	0,2	0,1	0,6	0,8	1,8	10,3	
Poznań													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	3,7	3,8	3,8	3,4	3,2	3,2	3,1	2,7	2,9	3,0	3,2	3,4	3,3
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	3,6	2,9	3,1	3,3	2,6	2,5	2,7	4,8	4,3	4,9	2,8	3,5	41,0
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	5,3	4,6	4,4	4,1	3,9	4,5	5,6	8,9	5,3	8,2	5,2	5,9	65,9
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	3,8	3,6	4,7	2,7	2,1	1,3	1,3	1,0	1,2	1,3	1,7	2,9	27,6
Toruń													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	3,1	3,2	3,1	2,9	2,9	2,9	2,8	2,6	2,7	2,9	2,9	2,9	2,9
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	2,9	3,1	2,9	2,7	1,5	0,9	1,3	3,1	3,7	4,1	2,8	3,6	32,6
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	6,9	5,3	5,7	5,2	4,6	4,9	4,5	7,1	6,2	7,3	6,0	7,3	71,0
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	1,1	0,7	0,9	0,8	0,4	0,5	0,1	0,1	0,5	0,4	0,3	0,6	6,4
Płock													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	4,2	4,2	4,0	3,7	3,3	3,0	2,9	2,7	3,2	3,5	3,7	3,8	3,5
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	1,7	2,8	3,4	2,4	1,3	1,9	3,0	4,3	3,8	3,6	1,7	2,5	32,4
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	3,7	3,0	3,7	3,6	2,8	5,5	5,9	8,0	4,5	5,4	3,3	4,0	53,4
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	5,8	4,4	5,0	3,1	1,1	0,8	0,6	0,4	1,6	2,6	2,3	2,9	30,6
Warszawa													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	4,5	4,5	4,5	4,2	4,0	3,9	3,6	3,3	3,8	4,0	4,0	4,1	4,1
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	1,6	1,2	1,5	2,1	1,1	1,2	2,0	3,3	3,3	2,7	1,6	1,4	23,0
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	3,4	1,7	2,3	2,6	2,3	2,0	3,7	4,3	3,3	3,7	2,6	3,6	35,5
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	8,1	6,2	8,4	6,4	4,0	3,7	2,9	3,0	3,8	6,3	4,9	4,7	62,4
Łódź													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	4,0	3,9	3,8	3,5	3,2	3,2	2,9	2,6	3,0	3,3	3,4	3,7	3,4
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	2,5	2,4	3,1	4,0	2,9	3,7	4,9	7,3	5,6	4,9	2,5	2,8	46,6
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	4,7	2,5	4,0	3,5	4,0	4,5	6,4	9,2	6,6	5,5	4,1	4,8	59,8
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	4,3	3,5	4,6	4,0	1,3	0,9	0,8	0,6	2,0	2,0	2,7	3,5	30,2
Wrocław													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	3,8	3,9	3,9	3,4	3,2	3,1	2,9	2,6	2,8	3,2	3,3	3,6	3,3
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	4,0	2,9	2,5	4,4	3,6	1,6	4,4	5,8	6,2	5,8	4,1	3,7	49,0

Stacja <i>Station</i>	Miesiące <i>Months</i>												Rok <i>Year</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru < 2 m·s ⁻¹	6,7	3,4	3,1	4,8	4,9	4,3	6,9	8,8	8,3	7,1	5,8	6,6	70,7
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru ≥ 8 m·s ⁻¹	3,9	3,9	3,7	3,0	0,9	0,3	0,9	1,3	1,3	2,6	2,0	3,2	27,0
Katowice													
Średnia miesięczna prędkość wiatru (m·s ⁻¹)	3,4	3,4	3,3	2,7	2,5	2,4	2,2	1,9	2,2	2,6	2,7	3,1	2,7
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	5,5	3,3	4,6	5,1	5,1	4,9	6,6	10,3	10,4	9,2	6,1	6,1	77,2
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru < 2 m·s ⁻¹	7,4	6,0	6,4	8,2	9,2	9,9	14,0	16,9	13,9	11,5	10,8	8,7	122,9
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru ≥ 8 m·s ⁻¹	3,7	3,4	3,2	1,5	0,7	0,5	0,5	0,2	0,9	1,1	1,9	2,9	20,5
REGION POŁUDNIOWO-WSCHODNI <i>SOUTH-EAST REGION</i>													
Lublin													
Średnia miesięczna prędkość wiatru (m·s ⁻¹)	4,0	4,0	4,0	3,5	2,9	2,7	2,5	2,4	2,9	3,3	3,6	3,6	3,3
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	2,6	2,1	2,3	4,0	4,6	4,8	5,8	6,0	4,2	2,5	1,7	1,8	42,4
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru < 2 m·s ⁻¹	4,4	2,6	3,1	4,8	8,0	7,9	10,5	10,2	7,6	5,4	3,4	4,3	72,2
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru ≥ 8 m·s ⁻¹	4,5	4,0	5,5	3,4	1,9	0,6	0,5	0,5	1,1	1,1	2,4	2,3	27,8
REGION ŚWIĘTOKRZYSKO-MALOPOLSKI <i>UPLAND REGION</i>													
Kraków													
Średnia miesięczna prędkość wiatru (m·s ⁻¹)	3,4	3,4	3,6	3,0	2,8	2,8	2,5	2,2	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	12,2	11,9	13,7	13,8	11,9	11,4	15,7	18,5	17,8	16,9	13,3	13,0	170,1
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru < 2 m·s ⁻¹	10,4	8,2	6,3	8,1	9,8	8,3	11,9	13,9	12,1	12,8	11,2	11,9	124,9
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru ≥ 8 m·s ⁻¹	5,9	5,3	7,4	4,1	2,7	2,2	1,8	1,2	1,5	3,2	2,7	3,5	41,5
Busko-Zdrój ⁽²⁾													
Średnia miesięczna prędkość wiatru (m·s ⁻¹)	2,4	3,0	3,4	3,3	2,7	2,4	2,3	1,9	2,3	2,4	2,5	2,2	2,6
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	16,0	11,5	9,9	8,9	9,3	11,1	13,3	16,6	14,1	15,4	12,1	15,3	153,0
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru < 2 m·s ⁻¹	16,1	8,6	7,8	7,0	9,0	11,6	13,4	16,6	14,1	14,5	12,0	14,9	145,1
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru ≥ 8 m·s ⁻¹	2,7	2,6	4,6	4,1	2,3	1,0	0,6	0,9	0,9	1,8	2,1	1,6	25,1
Rzeszów													
Średnia miesięczna prędkość wiatru (m·s ⁻¹)	4,2	4,2	4,2	3,5	3,1	2,8	2,6	2,4	2,9	3,2	3,6	4,0	3,4
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	4,3	3,6	4,7	6,8	7,3	6,6	8,0	11,7	8,3	7,7	4,1	2,8	75,9
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru < 2 m·s ⁻¹	4,9	2,9	3,0	4,5	6,2	7,0	7,9	11,9	7,8	7,4	5,5	4,4	73,4
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru ≥ 8 m·s ⁻¹	5,3	4,7	6,2	3,3	1,4	0,9	1,1	0,7	1,3	2,3	2,8	5,2	35,2
REGION SUDECKI <i>SUDETIC REGION</i>													
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia miesięczna prędkość wiatru (m·s ⁻¹)	5,1	5,0	4,6	4,1	3,5	3,3	3,3	3,0	3,6	4,5	5,0	5,0	4,2
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	9,4	7,7	7,7	8,3	9,7	9,0	10,3	11,7	9,3	10,1	9,7	9,3	112,3
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru < 2 m·s ⁻¹	8,1	5,1	3,7	4,1	6,0	4,7	5,3	7,1	6,7	7,1	7,0	5,7	70,9
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru ≥ 8 m·s ⁻¹	13,7	12,4	10,7	5,7	4,7	3,6	3,4	3,3	6,0	10,3	14,4	12,9	101,1
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia miesięczna prędkość wiatru (m·s ⁻¹)	3,0	2,8	2,9	2,5	2,3	2,2	2,1	1,8	2,0	2,0	2,4	2,5	2,4
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	10,6	10,0	11,3	12,7	9,7	7,6	13,1	15,3	12,7	13,3	10,7	11,4	138,4
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru < 2 m·s ⁻¹	10,9	9,7	11,1	12,9	11,6	11,0	15,7	18,1	16,7	16,9	13,4	13,6	161,6
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru ≥ 8 m·s ⁻¹	3,1	1,6	2,6	1,3	0,6	.	0,1	0,4	0,3	0,9	1,6	2,6	15,0

Stacja <i>Station</i>	Miesiące <i>Months</i>												Rok <i>Year</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	1,9	2,2	2,3	1,8	1,7	1,7	1,4	1,3	1,6	2,0	2,3	2,2	1,9
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	9,3	12,0	8,7	12,1	10,9	14,1	19,1	22,9	16,9	14,1	10,4	11,4	162,0
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	13,3	15,6	14,4	16,6	17,6	18,3	24,0	25,3	20,0	18,1	13,9	14,7	211,7
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	3,0	1,6	2,7	1,0	0,6	0,6	.	0,3	0,9	1,7	3,1	2,4	17,9
Szrenica ⁽³⁾													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	10,8	13,4	10,7	8,9	7,6	6,8	7,9	6,5	8,4	11,5	11,4	12,5	9,7
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	1,0	0,4	1,8	1,0	0,8	0,6	0,4	1,4	1,0	0,4	0,2	0,2	9,2
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	.	.	0,8	0,2	0,6	0,4	0,4	1,4	0,8	0,2	0,2	.	5,0
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	23,8	26,0	25,8	20,0	18,6	16,8	20,6	16,6	21,2	26,0	26,4	25,8	267,6
REGION KARPACKI <i>CARPATHIAN REGION</i>													
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	1,6	1,2	1,3	1,2	1,3	1,1	0,8	0,8	1,0	0,9	1,1	1,0	1,1
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	12,3	14,6	19,0	21,2	22,1	23,3	23,2	26,7	21,6	22,6	18,7	19,3	244,4
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	19,5	21,7	23,3	24,7	23,7	24,0	29,3	30,0	25,4	27,1	24,1	25,6	298,2
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	0,2	.	.	.	0,4	0,4	.	.	.	.	.	.	1,1
Szymbark													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	2,6	2,8	2,7	2,3	2,0	1,8	1,8	1,7	2,2	2,5	2,6	2,9	2,3
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	8,8	6,9	8,4	11,2	15,8	15,8	16,9	16,7	13,1	12,8	10,3	9,1	145,8
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	12,3	7,5	10,8	13,4	16,2	17,2	19,0	19,3	15,8	12,8	11,7	10,4	166,4
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	1,6	1,1	1,4	1,4	0,8	0,4	0,6	0,3	1,6	1,2	1,3	1,9	13,6
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	4,1	3,9	3,6	3,3	3,4	2,8	2,5	2,2	2,9	2,9	3,9	3,7	3,3
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	7,4	7,6	10,3	11,9	9,4	10,7	13,1	18,3	14,9	14,3	8,7	8,7	135,3
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	5,3	3,7	6,4	7,4	6,1	8,4	10,0	13,7	9,7	8,9	5,3	6,3	91,3
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	5,0	3,1	3,3	2,3	2,6	1,0	0,1	.	1,4	0,9	4,0	4,3	28,0
Hala Gąsienicowa ⁽³⁾													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	3,3	3,8	3,2	3,6	2,7	2,2	2,1	1,9	2,3	3,5	4,3	3,4	3,0
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	4,4	3,4	2,6	3,4	5,4	6,4	7,6	7,6	7,2	5,2	6,0	3,2	62,4
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	10,2	7,4	8,2	8,6	10,2	14,0	17,0	20,4	17,0	11,6	10,0	9,6	144,2
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	5,0	6,6	5,6	7,0	2,8	1,4	1,2	1,4	2,6	6,4	9,2	6,2	55,4
Kasprowy Wierch ⁽³⁾													
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	6,9	8,3	7,0	6,6	5,1	4,5	5,0	4,4	5,3	7,2	7,8	7,1	6,2
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	2,0	0,6	0,8	2,0	0,8	1,6	1,0	2,4	0,6	1,0	0,6	1,2	14,6
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	1,2	0,2	0,4	0,8	1,4	2,0	2,0	2,2	2,0	1,0	0,6	0,6	14,4
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	16,8	20,2	18,8	16,2	10,8	8,0	12,0	8,0	11,8	18,4	19,8	17,0	177,8

English explanations of the characteristics	
Średnia miesięczna prędkość wiatru ($m \cdot s^{-1}$)	Mean monthly wind speed ($m \cdot s^{-1}$)
Liczba dni z ciszą at. (co najmniej w 1 term. obs. $v = 0$)	Number of days with atmospheric calm (at least in one observation $v = 0$)
Liczba dni z średnią dob. prędkością wiatru $< 2 m \cdot s^{-1}$	Number of days with mean daily wind speed $< 2 m \cdot s^{-1}$
Liczba dni z maks. dob. prędkością wiatru $\geq 8 m \cdot s^{-1}$	Number of days with maximum daily wind speed $\geq 8 m \cdot s^{-1}$

Na tle obszaru Polski Region Nadmorski wyróżnia się dużą średnią roczną prędkością wiatru (tab. 4.5). Największe wartości notowane są na wybrzeżu (Gdańsk $4,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), a wraz z oddalaniem się od morza są one coraz mniejsze (Koszalin $3,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Analogiczna prawidłowość występuje w przypadku liczby dni w roku z wiatrem silnym, odwrotną zależność wykazuje natomiast liczba dni z ciszą atmosferyczną i wiatrem słabym. Najczęściej wiatr o dużej prędkości występuje w styczniu, lutym i marcu, zaś najrzadziej w lipcu i sierpniu. Wysoka, w porównaniu do pozostałej części Polski, częstość takiego wiatru jest wywołana napływem mas powietrza znad morza, osiągających zwykle nad tym obszarem większą prędkość niż nad lądem. Mimo niekorzystnego mechanicznego oddziaływania silnego wiatru na organizm człowieka, ma on pozytywny wpływ na warunki bioklimatyczne wybrzeży – doprowadza do usuwania zanieczyszczeń zawartych w powietrzu, a także umożliwia inhalacje jodem morskim.

W Regionie Pojeziernym, podobnie jak w Nadmorskim, czynnikiem istotnie decydującym o warunkach wietrznych jest odległość od morza. Na terenach bliżej morza średnia roczna prędkość wiatru oraz liczba dni z wiatrem silnym jest większa, natomiast mniejsza jest liczba dni z ciszą atmosferyczną i dni z wiatrem słabym. Maksimum częstości wiatru silnego przypada na styczeń, luty i marzec, a minimum na lipiec i sierpień. Liczba dni z takim wiatrem w lecie na obszarze całego regionu jest podobna (poniżej 1 w miesiącu), natomiast w zimie zdecydowanie częściej występują one na obszarach położonych bliżej morza (w Szczecinie 5–6, w Olsztynie około 1 w miesiącu). W Regionie Pojeziernym cisza atmosferyczna i wiatr o małej prędkości najczęściej występują w sierpniu i wrześniu (od 4 do 11 dni w każdym), zaś najrzadziej w lutym i marcu (od 2 do 6 dni w miesiącu).

Region Północno-wschodni charakteryzują stosunkowo mała średnia roczna prędkość wiatru oraz rzadkie występowanie dni z silnym wiatrem. Największa średnia miesięczna prędkość wiatru bywa od listopada do marca (Białystok $2,7\text{--}3,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), zaś najmniejsza od lipca do września (Białystok $1,9\text{--}2,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Wiatr silny rzadko występuje częściej niż jeden dzień w miesiącu, zaś cisze atmosferyczne notowane są średnio w co czwartym dniu w roku. Dni z ciszą najwięcej jest w sierpniu (Białystok 14,3), natomiast najmniej w lutym (Białystok 3,7).

W Regionie Centralnym, mimo jego dużej powierzchni, średnia roczna prędkość wiatru jest mało zróżnicowana: na większości obszaru wynosi ona $3,2\text{--}3,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, wartości mniejsze występują na Śląsku (Katowice $2,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) i pograniczu Pomorza i Kujaw (Toruń $2,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), natomiast większe na Mazowszu (Warszawa $4,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Największa średnia miesięczna prędkość wiatru przypada na styczeń, luty lub marzec (maksimum w Warszawie $4,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, minimum w Toruniu $3,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), a najmniejsza na sierpień (maksimum w Warszawie $3,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, minimum w Katowicach $1,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Na większości obszaru Regionu Centralnego liczba dni w roku z wiatrem silnym wynosi 20–30. Najrzadziej dni te występują w zachodniej

i północnej części regionu (Zielona Góra 10,3, Toruń 6,4), natomiast najczęściej w części wschodniej (Warszawa 62,4). Maksimum tych dni w przebiegu rocznym przypada na styczeń, luty lub marzec (1–6 w miesiącu, z wyjątkiem Warszawy 8,4), minimum zaś na czerwiec, lipiec lub sierpień (nie więcej niż 1 dzień w miesiącu, z wyjątkiem Warszawy 2,9).

Dni z ciszą atmosferyczną w Regionie Centralnym występują niewiele częściej niż dni z wiatrem silnym. Na większości obszaru jest ich notowanych od 20 do 50 w roku, więcej tylko na Śląsku (Katowice 77,2), natomiast mniej jedynie w południowo-zachodniej części (Zielona Góra 10,1). Najwięcej dni z ciszą przypada na sierpień, wrzesień lub październik (od około 1 do około 10 w miesiącu), a minimum na luty, maj lub czerwiec (od około 0 do około 3 w miesiącu). Mała prędkość wiatru w Regionie Centralnym występuje na większości obszaru w 50–70 dniach w roku; najczęściej na Śląsku (Katowice 122,9), natomiast najrzadziej na Mazowszu (Warszawa 35,5).

Warunki wietrzne w Regionie Południowo-wschodnim niewiele różnią się od panujących w Centralnym i Świętokrzysko-małopolskim. Średnia roczna prędkość wiatru na tym obszarze wynosi około $3,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, z maksimum przypadającym na styczeń, luty i marzec (około $4,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) i minimum na lipiec i sierpień ($2,4\text{--}2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Na południowym wschodzie Polski liczba dni w roku z ciszą atmosferyczną jest mniejsza niż w Regionie Świętokrzysko-małopolskim i niewiele większa niż w Centralnym. Podobna prawidłowość cechuje dni z wiatrem słabym. Liczba dni w roku z wiatrem silnym we wszystkich trzech wspomnianych regionach jest do siebie zbliżona.

W Regionie Świętokrzysko-małopolskim średnia roczna prędkość wiatru wynosi około $3,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; najmniejsza jest na Poniidziu (Busko-Zdrój $2,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), zaś największa na pograniczu Kotliny Sandomierskiej i Pogórza Karpackiego (Rzeszów $3,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Maksimum w przebiegu rocznym przypada na marzec ($3,4\text{--}4,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), natomiast minimum na sierpień ($1,9\text{--}2,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Liczba dni z wiatrem silnym w regionie wynosi od około 25 do 40. Najwięcej tych dni jest notowanych w zachodniej części regionu (Kraków 41,5), zaś najmniej – w części północnej (Busko-Zdrój 25,1). Silnie zróżnicowana w regionie jest częstość dni z wiatrem słabym oraz dni z ciszą atmosferyczną. W zachodniej i północnej części regionu jest ich notowanych około 2 razy więcej niż w części wschodniej (w Krakowie i w Busku-Zdroju 125–170, w Rzeszowie około 75).

Największe na obszarze Polski zróżnicowanie warunków wietrznych występuje w regionach Sudeckim i Karpackim. W dolinach i kotlinach średnia roczna prędkość wiatru jest mniejsza od $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Rabka-Zdrój $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, Łądek-Zdrój $1,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), natomiast na szczytach gór większa niż $6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Szrenica $9,7 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, Kasprowy Wierch $6,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Średnie miesięczne prędkości wiatru są jeszcze bardziej zróżnicowane. Najmniejsza średnia miesięczna prędkość wiatru może wynosić mniej niż $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

(Rabka-Zdrój, lipiec, sierpień, $0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), a także więcej niż $13 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Szrenica, luty, $13,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Słabszy wiatr występuje w lipcu lub w sierpniu, natomiast silniejszy zwykle w styczniu lub w lutym.

Rzeźba terenu w regionach Sudeckim i Karpackim wyraźnie wpływa na częstość cisz atmosferycznych oraz dni z wiatrem słabym i dni z wiatrem silnym (Paszyński, Niedźwiedź 1999). W dolinach i kotlinach cisza atmosferyczna oraz wiatr słaby są notowane bardzo często (np. w Rabce-Zdroju odpowiednio w około 245 i 300 dniach w roku), natomiast wiatr silny – bardzo rzadko (w Rabce-Zdroju w około 1 dniu w roku). W wysokich górach bardzo rzadkie są dni z ciszą atmosferyczną i dni z wiatrem słabym, a dni z wiatrem silnym – bardzo częste (np. na Szrenicy odpowiednio około 9, 5 i 268 w roku).

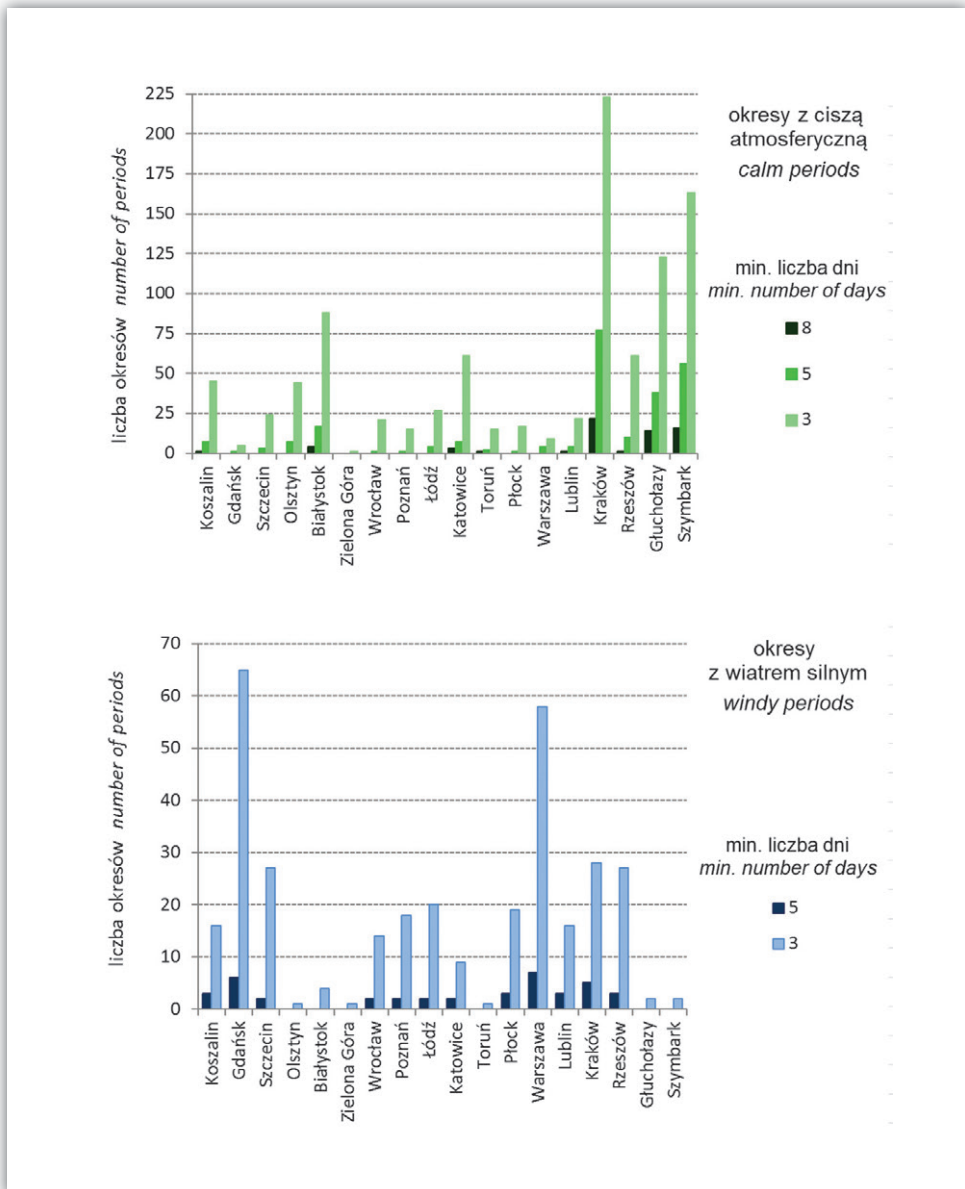
Z bioklimatycznego punktu widzenia na szczególną uwagę w regionach Sudeckim i Karpackim zasługują wiatry typu fenowego. Są to wiatry o dużej i bardzo dużej prędkości, porywiste, ciepłe i suche. Wywołują nagłe zmiany ciśnienia atmosferycznego przy powierzchni ziemi, przez co niekorzystnie oddziałują na samopoczucie człowieka. Wiatry te charakteryzują się przewagą jonów dodatnich w powietrzu, które wpływają niekorzystnie na układ nerwowy i układ krążenia człowieka (Jankowiak 1976).

Podobnie jak w przypadku innych elementów klimatu, utrzymujące się przez dłuższy czas warunki z wiatrem silnym, ale także z ciszą atmosferyczną – stają się obciążeniem dla organizmu. Ciągi dni z ciszą atmosferyczną są znacznie częściej notowane niż z wiatrem silnym, najczęściej w okresie od sierpnia do października, i dominują w miejscowościach położonych w dolinach. W Krakowie w latach 1991–2000 były aż 223 co najmniej 3-dniowe ciągi z ciszą, w Szymbarku – 163, a Głuchołazach – 123. Z kolei na eksponowanej na działanie wiatru stacji w Zielonej Górze zanotowano 1 taki okres, w Gdańsku – 5, a w Warszawie – 9 (ryc. 4.7). Na większości obszaru Polski okresy z ciszą trwały najwyżej 5–7 dni, a najdłuższe notowano w miastach usytuowanych w dolinach. Najdłuższy ciąg dni z ciszą wystąpił w Krakowie na przełomie lipca i sierpnia 1994 r. i wyniósł 21 dni.

Ciągi dni z wiatrem silnym notowano w Polsce najczęściej w marcu i styczniu, najrzadziej od czerwca do sierpnia, kiedy to występowały jedynie w Regionie Nadmorskim. Najwięcej przynajmniej 3-dniowych okresów z wiatrem silnym obserwowano w Gdańsku (65) i w Warszawie (58), ale także w Krakowie (28), gdzie przy odpowiedniej cyrkulacji dolina Wisły staje się tunelem przyspieszającym prędkość ruchu powietrza. Najdłuższe okresy z wiatrem silnym, 7–8-dniowe, odnotowano w Warszawie oraz w południowo-wschodniej Polsce (ryc. 4.7).

Ogólnie najkorzystniejsze warunki wietrzne dla prowadzenia klimatoterapii na obszarze Polski występują w regionach Centralnym i Południowo-wschodnim. Stosunkowo rzadko występuje tu cisza atmosferyczna, wiatr słaby i wiatr silny. Nieco gorsze warunki panują w regionach Nadmorskim i Pojeziernym (częsty wiatr

o dużej prędkości) oraz Północno-wschodnim i Świętokrzysko-małopolskim (częsta cisza atmosferyczna i wiatr o małej prędkości). Region Sudecki i Karpacki cechuje natomiast duże zróżnicowane warunków wietrznych uwarunkowane rzeźbą terenu. W zagłębieniach terenu często występują cisze atmosferyczne, zaś w wysokich górach wiatr silny.



Rycina 4.7. Liczba okresów z ciszą atmosferyczną i silnym wiatrem (1991–2000)
Figure 4.7. Number of calm and windy periods of different duration (1991–2000)

5. Zróżnicowanie zjawisk atmosferycznych

5.1. Opady atmosferyczne

Opady atmosferyczne wyraźnie ograniczają możliwości leczenia klimatycznego, wypoczynku i uprawiania turystyki. Są też jednym z najbardziej zmiennych elementów klimatu zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Wysokość opadu cechuje się znacznym zróżnicowaniem w roku (w porze letniej opad bywa kilkakrotnie wyższy niż zimą), ale też zmiennością pomiędzy poszczególnymi latami: np. w Łądku-Zdroju w 1992 r. suma opadu wyniosła 681,8 mm, zaś w 1997 r. – 1281,6 mm. Różnice w przestrzeni są jeszcze większe niż czasowe, zwłaszcza na terenach górskich, wskutek zróżnicowanej orografii.

Analizowany okres 1991–2000 obejmuje lipiec 1997 r., kiedy to w dorzeczu górnej Odry były rekordowo wysokie opady, a fala powodziowa przekroczyła o 2–3 m najwyższe notowane wcześniej stany wód. Dlatego w Regionie Sudeckim, a także w zachodniej części Regionu Centralnego – wysokość opadów w analizowanym dziesięcioleciu znacząco odbiega od średniej z 50-lecia (1951–2000) (Woś 2010).

Z punktu widzenia lecznictwa klimatycznego, turystyki i wypoczynku istotna jest nie tyle wysokość opadów, ile liczba dni z opadem. Zgodnie z normami stosowanymi w bioklimatologii na terenach uzdrowiskowych i wypoczynkowych nie powinno być więcej niż 183 dni z opadem w ciągu roku.

W miejscowościach reprezentujących Region Nadmorski roczna suma opadów była bardzo zróżnicowana i wynosiła od 469 mm w Gdańsku do 740 mm w Koszalinie. Niższe opady w Gdańsku wynikają z położenia nad Zatoką Gdańską, w cieniu opadowym Pojezierza Kaszubskiego. Zwiększenie opadów w Koszalinie jest pochodną jego położenia na wysokości około 40 m n.p.m. u podstawy dowietrznych stoków Góry Chełmskiej (136,2 m n.p.m.). Liczba dni z opadem była we wszystkich miejscowościach mniejsza od dopuszczanej normą i wynosiła od 154 w Gdańsku do 180 w Koszalinie. Najlepiej warunki opadowe na Pobrzeżu Bałtyku reprezentuje Kołobrzeg, gdyż Świnoujście jest położone w cieniu opadowym Rugii i podobnie jak Gdańsk cechuje się mniejszą sumą opadów oraz liczbą dni z opadem (tab. 5.1).

Tabela 5.1. Charakterystyka opadów atmosferycznych (1991–2000)

Table 5.1. Rainfall characteristics (1991–2000)

English explanations of the characteristics are on the bottom of the table

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000, ⁽³⁾ 1993–2000

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION NADMORSKI COASTAL REGION													
Gdańsk													
Średnia suma opadów (mm)	16,4	13,3	20,2	29,8	52,4	58,4	63,7	56,4	58,0	45,5	28,3	26,2	468,6
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	13,5	12,6	12,6	11,2	12,8	13,4	12,0	12,1	12,1	12,7	13,6	15,5	154,1
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	-	-	0,1	0,5	1,7	1,5	2,0	1,7	1,6	1,0	0,3	0,3	10,7
Maksymalna wysokość opadu (mm)	6,9	6,1	10,2	28,8	26,4	41,0	58,9	29,2	39,2	50,0	12,2	15,7	58,9
Kołobrzeg													
Średnia suma opadów (mm)	39,4	42,6	50,4	37,5	54,9	72,6	73,3	82,5	77,7	56,4	49,0	53,8	690,0
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	16,1	16,1	14,1	12,6	12,0	14,1	13,1	14,2	14,5	14,5	16,3	18,6	176,2
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,4	0,3	1,2	0,7	1,3	2,1	1,9	2,4	1,8	1,4	1,0	1,2	15,7
Maksymalna wysokość opadu (mm)	19,7	15,8	17,1	23,4	26,6	62,1	85,2	53,5	67,6	26,4	22,0	17,9	85,2
Koszalin													
Średnia suma opadów (mm)	45,9	43,9	54,9	39,4	62,8	81,8	80,2	84,6	79,5	61,3	49,6	56,0	739,8
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	16,0	18,1	14,5	12,6	13,3	14,3	12,9	14,0	14,8	15,8	16,2	18,1	180,6
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,5	0,5	1,2	0,8	1,6	2,4	2,1	2,6	1,9	1,6	1,1	1,2	17,5
Maksymalna wysokość opadu (mm)	18,9	14,8	17,6	19,6	31,1	53,2	73,6	101,3	66,0	30,2	18,1	22,9	101,3
Świnoujście													
Średnia suma opadów (mm)	42,4	34,4	46,7	61,3	49,4	50,6	49,7	38,6	44,1	55,4	48,6	51,4	572,6
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	13,3	11,4	13,7	16,7	14,2	12,4	10,7	11,7	14,1	16,1	14,0	14,3	162,6
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	1,1	0,5	1,0	1,2	1,2	1,1	1,7	0,9	1,2	1,2	1,0	1,3	13,4
Maksymalna wysokość opadu (mm)	31,7	16,9	34,4	33,9	34,9	44,7	24,2	22,3	23,3	26,0	18,3	24,5	44,7
REGION POJEZIERNY LAKELAND REGION													
Olsztyn													
Średnia suma opadów (mm)	36,8	37,1	44,1	49,8	61,0	67,0	73,4	53,4	60,7	46,9	44,6	48,0	622,8
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	16,9	17,1	16,2	14,7	12,4	14,0	13,3	13,3	13,9	13,9	15,7	18,0	179,4
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,3	0,1	0,7	1,5	1,9	2,6	2,1	1,4	1,3	1,3	1,0	0,8	15,0
Maksymalna wysokość opadu (mm)	13,9	13,9	25,4	20,4	29,5	23,7	34,7	25,7	98,9	31,1	17,5	21,1	98,9
Szczecin													
Średnia suma opadów (mm)	35,0	34,3	45,7	34,2	59,7	63,4	75,8	60,7	49,7	35,5	32,3	45,7	572,0
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	14,2	16,4	14,3	11,7	13,6	13,0	13,7	12,2	12,3	13,6	14,1	16,5	165,6
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,7	0,3	0,9	0,5	1,5	1,9	1,9	1,6	1,2	0,9	0,3	0,8	12,5
Maksymalna wysokość opadu (mm)	17,6	14,0	22,6	25,9	37,6	34,3	41,4	53,3	28,9	17,6	12,5	15,7	53,3
REGION PÓŁNOCNO-WSCHODNI NORTH-EAST REGION													
Białystok													
Średnia suma opadów (mm)	26,1	32,9	38,2	52,1	58,2	63,5	69,2	53,0	59,7	42,2	40,0	37,7	572,7
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	15,8	17,5	15,0	13,0	11,8	12,9	13,2	12,0	12,1	12,7	14,2	16,0	166,2
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,1	0,2	0,5	1,3	1,5	1,8	1,9	1,5	1,5	0,9	0,7	0,4	12,3
Maksymalna wysokość opadu (mm)	10,1	12,3	17,7	26,9	33,3	30,0	32,4	32,4	36,6	21,4	18,0	18,4	36,6

Stacja <i>Station</i>	Miesiące <i>Months</i>												Rok <i>Year</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION CENTRALNY <i>CENTRAL REGION</i>													
Katowice													
Średnia suma opadów (mm)	51,0	47,7	43,9	56,3	59,9	62,4	70,8	79,0	55,3	60,0	71,0	70,9	728,2
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	16,7	16,4	16,3	14,4	15,2	15,0	15,0	13,0	11,7	15,7	16,2	17,2	182,8
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,4	0,3	1,1	1,0	1,6	2,4	3,2	2,6	1,9	1,6	1,7	0,8	18,6
Maksymalna wysokość opadu (mm)	40,3	20,9	23,2	24,3	47,2	41,2	44,3	48,4	24,1	45,7	44,2	32,5	48,4
Łódź													
Średnia suma opadów (mm)	27,1	33,2	42,4	39,9	50,4	59,2	94,7	40,1	56,5	37,3	41,0	43,0	564,7
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	15,5	16,7	15,4	12,4	12,8	13,8	13,0	11,8	12,5	13,1	15,0	16,5	168,5
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,4	0,3	0,7	0,9	1,3	1,0	3,1	1,2	1,7	0,7	0,7	0,5	12,5
Maksymalna wysokość opadu (mm)	17,1	12,9	23,9	24,4	34,8	61,7	62,0	30,6	37,7	20,0	28,4	29,3	62,0
Płock													
Średnia suma opadów (mm)	23,6	23,7	37,4	38,1	48,1	57,1	70,6	54,4	54,1	30,1	38,7	38,8	514,6
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	14,3	16,0	15,4	12,6	11,1	12,8	13,0	12,4	11,8	12,7	15,8	17,0	164,9
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,2	0,1	0,3	0,9	1,5	1,6	2,7	2,1	1,3	0,4	0,8	0,5	12,4
Maksymalna wysokość opadu (mm)	12,4	12,7	18,6	23,1	28,4	36,5	30,3	25,5	60,6	28,2	25,1	15,5	60,6
Poznań													
Średnia suma opadów (mm)	29,3	31,2	47,0	29,6	56,7	61,1	85,1	56,8	50,2	34,5	32,0	41,5	555,0
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	15,6	14,6	15,5	11,2	12,9	13,0	13,7	11,9	11,0	13,1	13,7	17,6	163,8
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,3	0,1	0,8	0,7	1,7	1,7	2,1	1,5	0,9	0,5	0,5	0,7	11,5
Maksymalna wysokość opadu (mm)	14,8	16,4	19,9	14,4	41,2	53,6	85,7	32,7	45,4	12,1	19,9	18,2	85,7
Toruń													
Średnia suma opadów (mm)	24,7	26,5	34,4	34,8	47,3	50,8	72,5	68,0	64,9	29,2	33,4	40,1	526,5
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	14,0	14,8	14,5	12,1	11,8	13,9	12,4	11,9	12,7	12,5	15,9	16,2	162,7
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,1	·	0,5	0,7	1,2	1,2	2,4	2,4	1,7	0,3	0,5	0,3	11,3
Maksymalna wysokość opadu (mm)	11,3	9,9	14,7	25,2	26,9	33,4	34,4	46,0	55,0	33,3	18,7	18,8	55,0
Warszawa													
Średnia suma opadów (mm)	22,0	26,1	32,1	42,5	49,2	64,2	79,7	47,1	55,3	35,8	40,6	37,1	531,6
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	14,6	17,3	14,9	13,1	12,2	12,8	11,4	11,5	12,2	13,0	13,7	15,5	162,2
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	·	·	·	1,2	1,1	1,5	2,9	1,2	1,5	0,6	0,8	0,2	11,0
Maksymalna wysokość opadu (mm)	9,4	9,2	9,0	23,0	21,4	54,2	45,4	31,6	48,8	32,0	18,2	27,2	54,2
Wrocław													
Średnia suma opadów (mm)	23,3	25,4	42,2	31,8	54,6	62,7	92,6	50,9	47,8	30,3	30,2	29,8	521,7
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	14,2	13,4	15,4	11,4	13,3	13,1	13,4	11,6	11,9	12,5	13,7	15,6	159,5
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,2	0,2	0,7	0,5	1,3	1,7	2,6	1,3	1,4	0,4	0,6	0,2	11,1
Maksymalna wysokość opadu (mm)	14,0	12,5	23,5	20,7	37,5	48,3	49,5	37,0	21,9	20,6	20,3	14,7	49,5
Zielona Góra													
Średnia suma opadów (mm)	35,4	36,5	53,7	39,4	52,2	58,1	90,7	73,3	45,0	36,4	35,2	41,7	597,5
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	16,5	16,9	15,7	12,3	13,6	14,2	13,6	12,1	12,1	14,1	17,1	18,2	176,4
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,6	0,3	1,0	0,8	1,2	1,5	2,5	2,4	1,4	0,3	0,5	0,5	13,0
Maksymalna wysokość opadu (mm)	17,9	12,1	35,0	33,3	32,9	36,5	78,5	53,8	17,4	16,5	20,2	15,1	78,5

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION POŁUDNIOWO-WSCHODNI SOUTH-EAST REGION													
Lublin													
Średnia suma opadów (mm)	24,2	32,6	35,9	54,9	56,9	67,6	80,7	52,2	68,0	46,3	37,2	33,3	589,7
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	15,3	16,9	15,0	13,4	13,1	13,0	13,8	13,2	11,9	13,2	15,0	17,5	171,3
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	-	-	0,3	1,5	1,4	2,3	2,5	1,3	2,2	1,2	0,4	0,7	13,8
Maksymalna wysokość opadu (mm)	8,8	8,8	15,7	34,4	32,4	38,6	43,6	29,7	51,1	36,3	33,3	18,4	51,1
REGION ŚWIĘTOKRZYSKO-MAŁOPOLSKI UPLAND REGION													
Busko-Zdrój ⁽³⁾													
Średnia suma opadów (mm)	20,5	23,0	33,9	43,5	52,4	80,3	94,2	66,5	51,7	41,8	29,9	26,4	561,7
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	13,1	11,4	14,1	12,1	11,8	13,5	14,9	13,0	11,3	10,8	11,6	12,8	150,3
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	-	0,1	0,3	0,9	1,3	2,9	2,3	1,8	1,6	1,0	0,5	0,4	12,9
Maksymalna wysokość opadu (mm)	8,9	11,3	14,5	33,3	32,0	41,8	84,4	48,2	25,2	29,0	14,0	13,5	84,4
Kraków													
Średnia suma opadów (mm)	35,6	34,0	41,6	53,3	72,7	97,0	102,8	69,3	64,6	51,7	37,8	32,8	693,1
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	14,6	16,0	17,0	14,5	13,5	13,6	16,0	13,0	13,0	14,4	15,3	16,5	177,4
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,8	0,3	0,4	1,3	1,6	3,3	2,8	2,5	2,0	1,1	0,8	0,4	17,0
Maksymalna wysokość opadu (mm)	16,2	14,1	19,3	32,5	34,2	54,2	58,0	33,7	52,6	26,1	17,0	13,6	58,0
Rzeszów													
Średnia suma opadów (mm)	27,7	32,0	35,2	57,7	77,3	76,8	87,7	67,6	78,7	55,3	35,3	35,3	666,5
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	14,5	15,0	14,8	13,1	13,6	12,3	13,8	11,6	12,0	12,9	13,9	15,2	162,7
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,2	0,4	0,1	1,8	2,2	2,6	3,2	1,6	2,7	1,6	0,8	0,5	17,7
Maksymalna wysokość opadu (mm)	11,2	15,3	11,6	37,4	55,8	53,2	46,1	40,3	45,7	55,7	16,1	22,4	55,8
REGION SUDECKI SUDETC REGION													
Głucholazy													
Średnia suma opadów (mm)	27,0	33,4	54,8	57,0	77,5	105,6	143,4	68,6	78,2	46,5	48,2	33,7	773,7
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	12,0	13,1	16,2	12,8	14,8	15,9	14,2	11,2	13,3	14,1	14,2	13,7	165,5
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,5	0,7	1,3	1,8	2,4	3,6	3,6	2,0	2,7	1,6	1,1	0,5	21,8
Maksymalna wysokość opadu (mm)	18,0	22,4	26,8	30,8	60,8	66,0	149,8	50,0	31,5	34,7	34,4	35,0	149,8
Lądek-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia suma opadów (mm)	34,8	46,3	67,3	67,8	88,0	94,8	154,1	85,6	89,3	51,8	57,9	60,8	898,4
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	14,7	14,7	18,1	14,7	16,1	14,6	14,3	12,4	14,7	13,3	15,9	16,9	180,4
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,9	1,1	1,4	2,1	2,6	3,4	3,4	3,0	3,4	1,4	1,4	1,0	25,3
Maksymalna wysokość opadu (mm)	16,4	28,6	31,6	25,4	44,0	49,9	159,4	38,4	47,3	30,2	32,8	36,3	159,4
Szrenica ⁽²⁾													
Średnia suma opadów (mm)	77,4	99,1	134,1	85,7	104,3	120,7	278,3	112,3	136,8	150,6	86,7	103,3	1489,3
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	16,0	22,2	21,2	15,4	18,6	18,0	21,0	14,4	18,2	21,8	20,0	18,6	225,4
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	1,4	3,2	4,0	3,0	3,4	4,6	6,8	3,8	4,6	6,2	2,0	3,0	46,0
Maksymalna wysokość opadu (mm)	28,5	23,8	48,4	28,2	37,1	36,9	167,2	59,6	40,8	45,2	41,0	26,3	167,2
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia suma opadów (mm)	24,5	29,9	49,5	50,6	69,8	67,7	127,2	77,2	62,7	42,6	42,0	39,9	683,6
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	15,4	14,4	18,6	13,0	15,4	15,0	12,7	12,0	13,9	12,6	15,0	17,1	175,1
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	-	0,4	0,9	1,1	1,9	1,6	3,3	2,6	1,7	0,6	0,9	0,1	15,0

Stacja <i>Station</i>	Miesiące <i>Months</i>												Rok <i>Year</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Maksymalna wysokość opadu (mm)	7,1	17,2	38,2	28,2	32,6	46,5	104,7	39,8	27,1	30,8	29,8	10,6	104,7
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia suma opadów (mm)	75,9	73,8	101,0	93,1	121,3	133,9	154,9	119,7	87,6	72,0	80,7	96,3	1210,4
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	15,6	15,7	18,3	14,3	18,9	17,9	14,3	13,0	14,3	13,6	17,4	17,7	190,9
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	2,4	2,1	3,4	3,0	3,1	3,9	4,4	3,4	2,3	2,0	2,9	3,0	36,0
Maksymalna wysokość opadu (mm)	25,4	22,7	37,6	41,5	55,6	137,5	123,7	72,2	37,8	30,8	25,2	40,5	137,5
REGION KARPACKI <i>CARPATHIAN REGION</i>													
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾													
Średnia suma opadów (mm)	57,7	80,6	95,6	155,1	204,3	227,4	334,2	152,6	187,2	133,2	119,2	57,2	1804,2
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	15,2	20,2	22,4	19,4	17,6	19,4	22,6	17,4	13,8	19,4	18,2	18,8	224,4
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	1,6	2,2	2,2	4,6	6,4	8,6	11,2	4,6	5,2	4,2	4,6	1,0	56,4
Maksymalna wysokość opadu (mm)	23,7	42,0	34,8	82,0	49,9	67,2	223,5	84,6	84,6	49,4	44,1	29,3	223,5
Kasprowy Wierch ⁽²⁾													
Średnia suma opadów (mm)	85,4	96,0	162,3	175,3	171,9	177,4	270,0	145,1	174,6	137,3	134,4	92,9	1822,4
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	15,6	20,6	22,6	20,6	18,2	19,4	23,6	16,6	16,6	20,6	21,4	18,6	234,4
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	2,8	2,2	5,2	6,2	5,2	7,0	9,2	4,8	5,4	4,8	4,0	2,2	59,0
Maksymalna wysokość opadu (mm)	28,4	34,6	36,7	66,6	44,2	51,6	166,1	77,7	72,2	46,2	42,6	32,8	166,1
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia suma opadów (mm)	41,5	36,6	56,4	80,8	90,9	97,3	114,4	95,8	90,2	55,4	55,1	49,5	863,9
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	14,2	15,7	17,7	16,5	17,9	14,9	15,3	13,8	14,7	14,4	16,0	16,7	187,8
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	1,0	0,6	1,0	3,0	3,3	3,1	3,7	3,8	3,0	1,3	1,1	1,6	26,5
Maksymalna wysokość opadu (mm)	15,6	12,4	17,1	29,4	29,8	37,0	54,0	35,6	71,8	23,9	23,5	22,8	71,8
Szymbark													
Średnia suma opadów (mm)	35,8	44,7	49,9	69,9	96,0	96,9	105,9	88,0	78,1	59,2	38,7	41,5	804,4
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	14,1	14,6	17,0	14,6	14,8	14,3	15,1	12,9	13,3	15,1	13,8	15,7	175,3
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,8	1,3	0,6	2,1	3,0	3,0	3,4	3,1	2,7	1,6	1,0	0,8	23,4
Maksymalna wysokość opadu (mm)	14,8	16,9	35,7	44,3	76,3	54,0	39,5	49,1	54,8	32,6	25,5	17,3	76,3
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia suma opadów (mm)	31,4	35,7	39,9	68,6	90,8	111,4	93,1	107,0	95,7	63,3	40,5	43,3	820,7
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	15,6	16,3	18,0	17,0	17,4	15,0	14,6	13,3	16,0	17,1	16,3	18,1	194,7
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	0,1	0,4	0,4	1,9	2,6	4,0	2,9	3,7	3,4	1,7	0,4	0,4	22,0
Maksymalna wysokość opadu (mm)	10,2	20,7	19,1	33,1	47,2	53,3	62,2	55,4	61,3	34,2	16,4	22,3	62,2

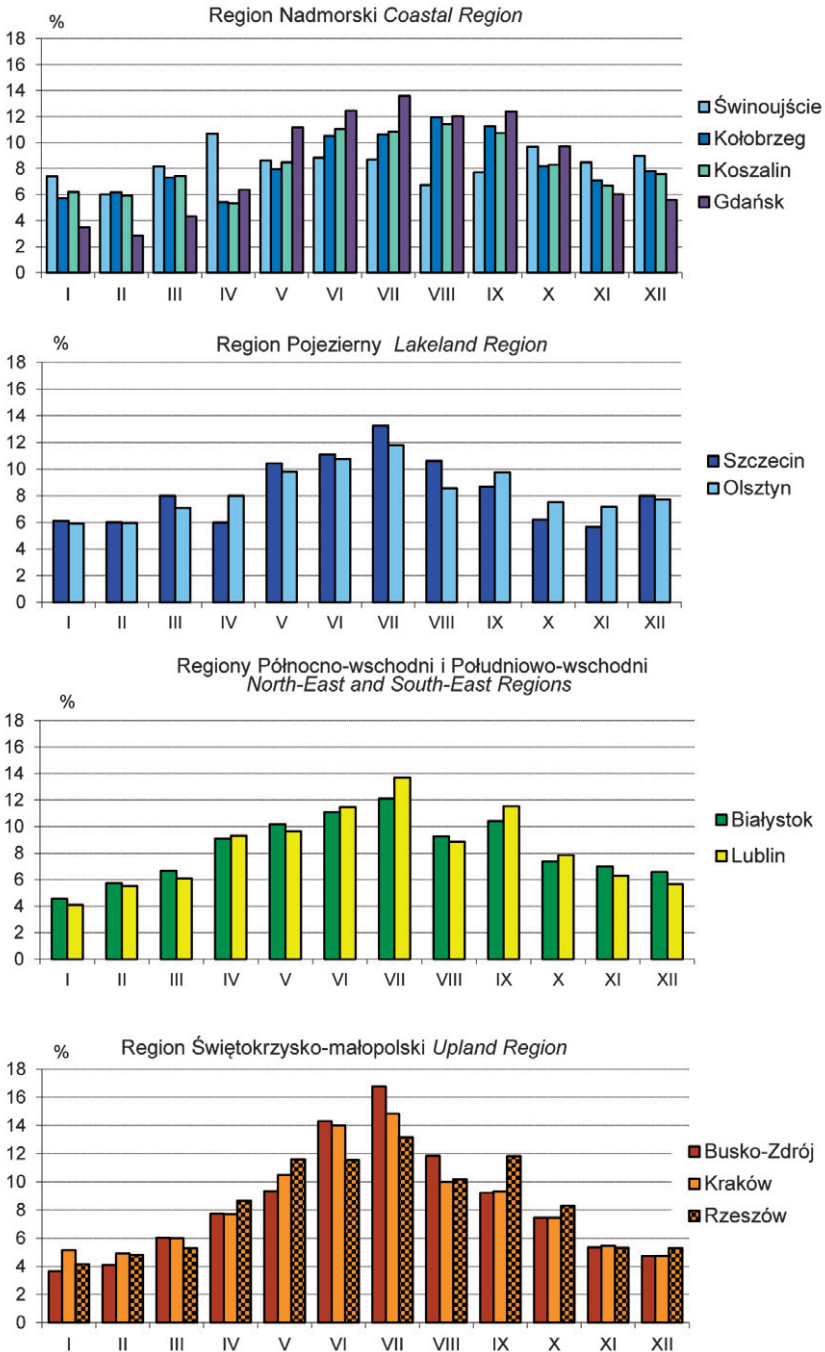
English explanations of the characteristics	
Średnia suma opadów (mm)	Mean sum of rainfall
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	Number of days with rainfall $\geq 0,1$ mm
Liczba dni z opadem ≥ 10 mm	Number of days with rainfall ≥ 10 mm
Maksymalna wysokość opadu (mm)	Maximal sum of rainfall

Najwyższy w analizowanym dziesięcioleciu opad dobowy był w Koszalinie ponad 2-krotnie wyższy (101 mm) w porównaniu ze Świnoujściem (45 mm). Roczny rozkład opadów w 4 miejscowościach reprezentujących całe polskie wybrzeże Bałtyku wskazuje na wczesnowiosenne (marzec) zwiększenie opadów w części zachodniej wybrzeża oraz spadek intensywności i częstości opadów w sierpniu i wrześniu. Z kolei w części wschodniej wybrzeża opady od stycznia do kwietnia są bardzo niskie (łącznie 17% sumy rocznej), zaś od czerwca do sierpnia notuje się blisko 40% opadów rocznych (ryc. 5.1). Najmniej dni z opadem i najlepsze warunki do prowadzenia klimatoterapii panują latem w Świnoujściu, zaś wiosną – w Gdańsku.

Region Pojezierny reprezentowany jest w opracowaniu przez dwie odległe od siebie stacje: Szczecin i Olsztyn. W Szczecinie roczna suma opadów wyniosła 572 mm, a charakterystyka opadów była prawie taka sama, jak w leżącym nieopodal, na wybrzeżu, Świnoujściu. Liczba dni z opadem była bardzo wyrównana w roku i wahała się od niespełna 12 w kwietniu do 16,5 w grudniu. W Olsztynie opady roczne były wyższe (623 mm), liczba dni z opadem (179) była zbliżona do górnej granicy normy, zmieniała się od 12 w maju do 18 w grudniu. Najwyższy zanotowany opad dobowy był w Olsztynie blisko 2-krotnie większy od zaobserwowanego w Szczecinie (tab. 5.1). Na zachodzie regionu notowano o 5% wyższe opady latem niż we wschodniej części, gdzie z kolei opady wzrastały o podobną wartość jesienią (ryc. 5.1).

Regiony Północno-wschodni i Południowo-wschodni są pod względem opadowym bardzo do siebie podobne, z niewielką tylko przewagą opadów w części południowej. W Białymstoku roczna suma opadów wyniosła 572,7 mm, zaś liczba dni z opadem zaledwie 166. Tutaj też odnotowano najniższy maksymalny opad dobowy spośród wszystkich 29 analizowanych w opracowaniu miejscowości – jedynie 36,6 mm. W Lublinie roczna suma opadów była nieco wyższa w porównaniu z Białymstokiem i sięgała 590 mm, notowano tu także o 5 dni z opadem więcej oraz większe zróżnicowanie charakterystyk opadowych w roku. Cechą szczególną tych regionów jest wyraźne zmniejszenie opadów w sierpniu i ponowny wzrost we wrześniu (tab. 5.1, ryc. 5.1).

Największy region bioklimatyczny – Centralny – jest dość jednorodny pod względem opadowym, obejmuje pas Polski o najniższych opadach. Spośród 8 miast reprezentujących region wyraźnie odmienny charakter opadów mają Katowice, które w związku z tym omówiono osobno. W pozostałych miastach średnia suma opadów wahała się od 515 mm w Płocku po 597 mm w Zielonej Górze, zaś liczba dni z opadem wyniosła od 159 we Wrocławiu do 176 w Zielonej Górze i była znacznie niższa od dopuszczanej normą dla miejscowości uzdrowiskowych. W Regionie Centralnym, poza Katowicami, występuje wyraźne maksimum opadów w lipcu oraz minimum w styczniu i lutym. Najwyższy zanotowany opad wahał się od 49,5 mm we Wrocławiu do 85,7 mm w Poznaniu (tab. 5.1).



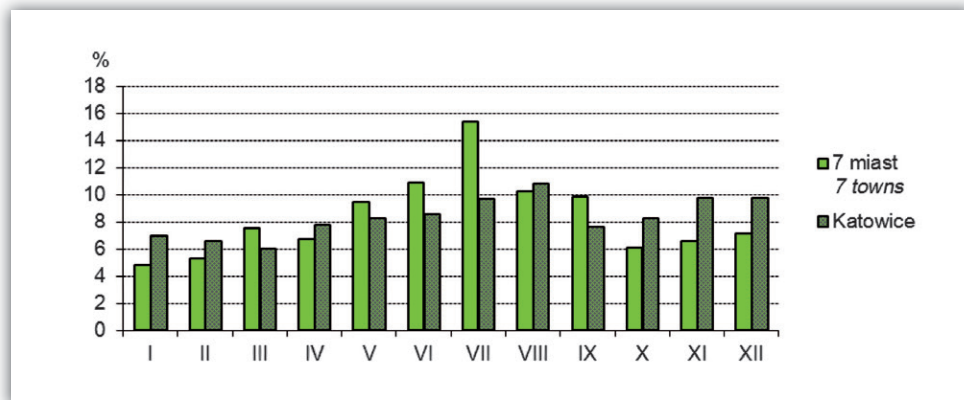
Rycina 5.1 Rozkład roczny opadów w regionach bioklimatycznych (1991–2000)
 Figure 5.1. Monthly sums of rainfall in different bioclimatic regions (1991–2000)

W Katowicach suma roczna opadów wyniosła ponad 728 mm, czyli o blisko 22% więcej niż w Zielonej Górze i aż 41% więcej w porównaniu z Płockiem. W Katowicach notowano dokładnie 183 dni z opadem, a ich rozkład był najbardziej wyrównany w ciągu roku spośród wszystkich analizowanych miast. Cechą charakterystyczną Górnego Śląska są wysokie sumy opadów zimą i słabo zaznaczony letni wzrost opadów, co można tłumaczyć zwiększonym zanieczyszczeniem powietrza w półroczu chłodnym w porównaniu z resztą miast Regionu Centralnego (ryc. 5.2). Cechy te znacząco ograniczają możliwość korzystania z terenoterapii, choć większym problemem jest tu zanieczyszczenie powietrza, które w oczywisty sposób uniemożliwia rozwój działalności uzdrowiskowej w regionie.

W Regionie Świętokrzysko-małopolskim średnia roczna suma opadów wahała się od 562 mm w Busku-Zdroju do 693 mm w Krakowie. W okolicach Buska-Zdroju notowano nie tylko zmniejszone opady z wyraźnym maksimum w miesiącach czerwiec-lipiec, ale też małą liczbę dni z opadem (150), szczególnie w okresie od września do listopada. W położonym w dolinie Wisły Krakowie notowany wzrost wysokości opadów i liczby dni z opadem wynika, podobnie jak w Katowicach, głównie ze wzrostu liczby jąder kondensacji w powietrzu. Na wschodnim krańcu regionu, w Rzeszowie, suma opadów i liczba dni z opadem jest wyraźnie mniejsza niż w Krakowie, choć notuje się tu częściej dni z opadem powyżej 10 mm (tab. 5.1). Różnice opadowe w regionie, wyraźne czerwcowo-lipcowe maksimum w Busku-Zdroju i Krakowie oraz wzrost udziału opadów jesiennych w Rzeszowie są widoczne na rycinie 5.1.

Pogórza i góry to obszary, na których ogólnie opady są najwyższe, a dodatkowo w zależności od wysokości n.p.m., rzeźby terenu, ekspozycji w stosunku do napływu deszczonośnych mas powietrza czy lokalnych cech ukształtowania terenu, zróżnicowanie opadowe jest tu bardzo wyraźne.

Region Sudecki reprezentuje w opracowaniu 5 stacji, które geograficznie obejmują wschodni i zachodni kraniec regionu, pogórze Sudetów oraz partie szczytowe Karkonoszy. W Świeradowie-Zdroju w Górach Izerskich, najbardziej na zachód wysuniętym polskim paśmie Sudetów, na wysokości 450–650 m n.p.m., opady roczne były bardzo wysokie, 1210 mm, a liczba dni z opadem przekroczyła 190 i była znacznie wyższa od dopuszczonej normą dla uzdrowisk. Są to opady o charakterze orograficznym, pochodzące z mas powietrza napływających z zachodu i północnego zachodu, dla których Góry Izerskie są pierwszą barierą. Od kwietnia do czerwca opady są tam wyższe niż na Szrenicy (1362 m n.p.m.), jednym ze szczytów w głównym grzbiecie Karkonoszy. Charakterystyczny dla Świeradowa-Zdroju jest też wyrównany rozkład roczny opadów, z najsłabiej zaznaczonym maksimum letnim w całym Regionie Sudeckim. Na Szrenicy roczny opad sięgnął 1490 mm, a liczba dni z opadem wyniosła 225 (podobnie jak na Hali Gąsienicowej w Tatrach) (tab. 5.1).



Rycina 5.2. Rozkład roczny opadów w Katowicach oraz średnia z pozostałych 7 miast Regionu Centralnego

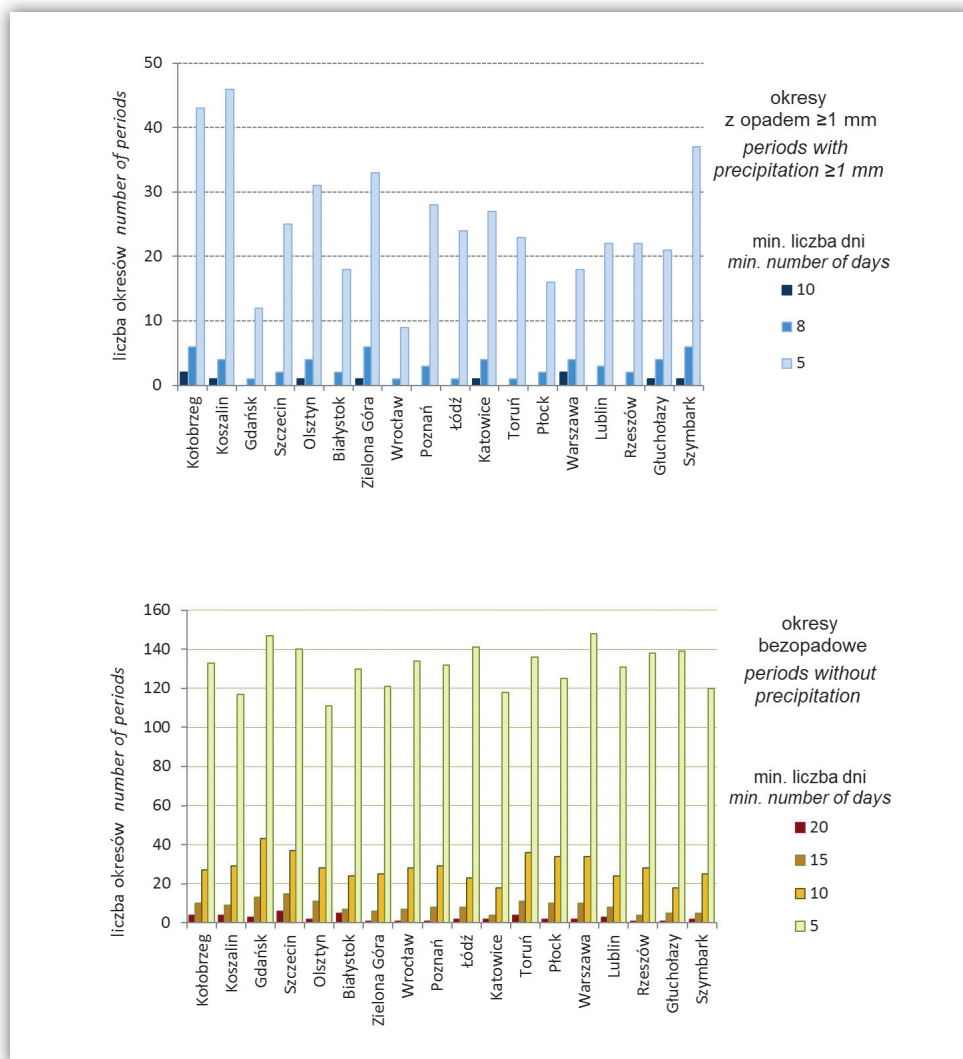
Figure 5.2. Monthly sums of rainfall in Katowice and means from other 7 towns in Central Region

W Szczawnie-Zdroju, położonym w Kotlinie Wałbrzyskiej, w cieniu opadowym Rudaw Janowickich i otaczających uzdrowisko wzniesień – roczna suma opadów wyniosła niespełna 684 mm, a liczba dni z opadem 175. Istotna była też mała liczba dni z opadem powyżej 10 mm. W Szczawnie-Zdroju panują jedne z najbardziej sprzyjających pod względem opadowym warunków do uprawiania terenoterapii wśród polskich górskich uzdrowisk. W Łądku-Zdroju (420–510 m n.p.m.) w Kotlinie Kłodzkiej oraz na dowietrznym stoku Gór Złotych roczna suma opadów wyniosła 898 mm, a liczba dni z opadem sięgnęła 180. Z kolei w Głuchołazach, znajdujących się najdalej w kierunku wschodnim, u podnóża Gór Opawskich w cieniu opadowym Sudetów, opad roczny wyniósł niespełna 774 mm, a liczba dni z opadem 165 (tab. 5.1).

Region Karpacki jest reprezentowany przez 2 stacje wysokogórskie, 1 na przedgórzu Beskidu Niskiego (Szymbark) oraz 2 uzdrowiska położone w dolinie (Wysowa-Zdrój) lub kotlinie śródgórskiej (Rabka-Zdrój). Najniżej (340 m n.p.m.) znajduje się Szymbark, z najmniejszą roczną sumą opadów (804 mm), najmniejszą w regionie liczbą dni z opadem (175 w roku) i delikatnie zaznaczonym maksimum opadowym w okresie od maja do lipca. W Wysowej-Zdroju, położonej na wysokości ponad 500 m n.p.m., w górnym biegu rzeki Ropy, w Beskidzie Niskim, opady były tylko nieznacznie wyższe (821 mm), za to wzrosła znacząco liczba dni z opadem (195 dni), zwłaszcza słabym, i przekroczyła normę dla uzdrowisk. W Rabce-Zdroju, ulokowanej w kotlinie u podnóża Górców na wysokości 500–560 m n.p.m., roczna suma opadów wyniosła prawie 864 mm, a liczba dni z opadem sięgnęła 188 w roku (tab. 5.1).

W wysokich partiach Tatr opady roczne przewyższały 1800 mm, a na Kasprowym Wierchu (1991 m n.p.m.) sięgały 1822 mm i pojawiały się w 64% dni w roku

(234 dni). Najwyższy zanotowany w pięcioleciu 1996–2000 opad wystąpił 8 lipca 1997 r.: na Kasprowym Wierchu zanotowano wtedy 166,1 mm, a na położonej 400 m niżej i w odległości 2 km w kierunku północno-wschodnim Hali Gąsienicowej – 223,5 mm. Pomimo że średnia wysokość opadu w partiach szczytowych jest nieco wyższa niż na halach, notowane sumy opadów w większości miesięcy są wyższe w górnej części Doliny Gąsienicowej, powyżej górnej granicy lasu, niż na grzbiecie pasma tatrzańskiego.

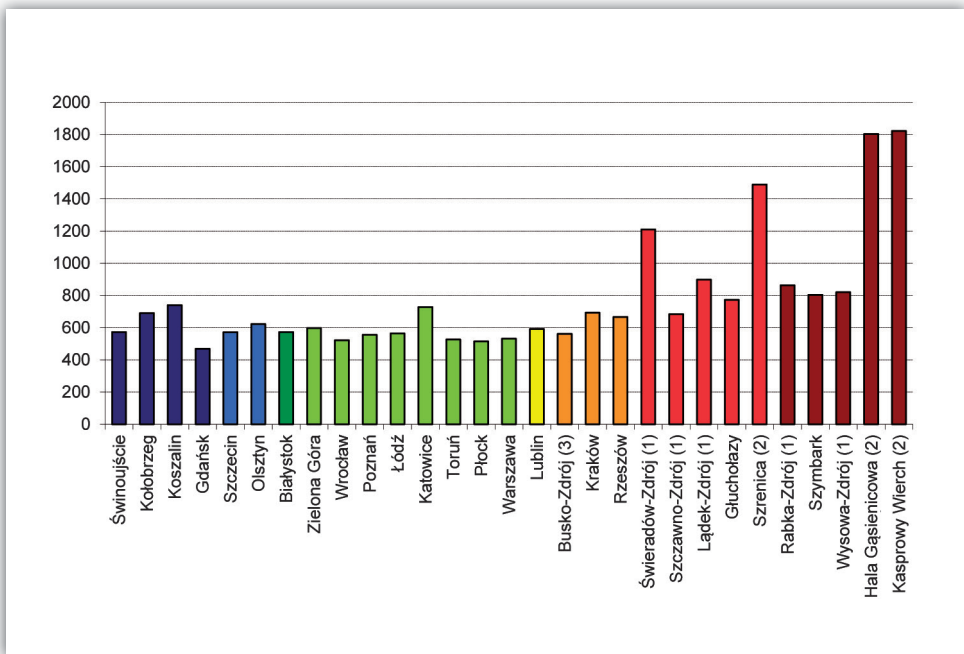


Rycina 5.3. Liczba okresów z opadem atmosferycznym (≥ 1 mm) oraz okresów bez opadu (1991–2000)

Figure 5.3. Number of periods with precipitation ≥ 1 mm and without precipitation (1991–2000)

Opady atmosferyczne, a zwłaszcza przedłużające się okresy z opadem (większym lub równym 1 mm), są istotnym ograniczeniem korzystania z klimatycznych walorów uzdrowisk. Trzydniowe i dłuższe okresy z opadem występowały w omawianej dekadzie regularnie w całym roku. Najwięcej notowano ich w Regionie Nadmorskim (46 w Koszalinie i 43 w Kołobrzegu), najmniej zaś we Wrocławiu (9), ale także w Gdańsku (12). Ośmiodniowe i dłuższe ciągi dni z opadem w wielu miejscowościach w okresie 1991–2000 wystąpiły tylko jeden raz, ale w Kołobrzegu, Zielonej Górze i Symbarku – aż sześciokrotnie. Najdłuższe sięgały 10–11 dni (ryc. 5.3).

Okresów bezopadowych, sprzyjających wykorzystaniu w leczeniu uzdrowiskowym różnych form aktywności ruchowej prowadzonej na zewnątrz budynków, jest średnio pięciokrotnie więcej niż okresów opadowych. W zależności od długości – dominują w różnych miesiącach. Przynajmniej 5-dniowe okresy bez opadu były najczęstsze w kwietniu, sierpniu i styczniu. 10-dniowe i dłuższe występowały najczęściej w kwietniu, we wrześniu i maju, zaś najdłuższe, ponad 20-dniowe – w kwietniu oraz w miesiącach letnich. Zróżnicowanie regionalne było także znaczące. Bezopadowe okresy 5-dniowe były notowane najczęściej w Warszawie (148) oraz w Gdańsku (147), a najrzadziej w Olsztynie (111). Okresów 10-dniowych i dłuższych było najwięcej w Gdańsku (43 – częste były zwłaszcza w okresie od marca do maja oraz we wrześniu i październiku) i w Szczecinie (37), a najmniej



Rycina 5.4. Średnia roczna suma opadu (1991–2000)

Figure 5.4. Mean annual sum of rainfall (1991–2000)

(¹) 1991–1997, (²) 1996–2000, (³) 1993–2000

w Katowicach i Głucholazach – po 18. Okresów 20-dniowych bez opadu było aż 6 w Szczecinie, 3–4 w Regionie Nadmorskim, zazwyczaj 1–2 w pozostałych regionach Polski. Najdłuższe okresy bez opadu to 25 dni w Szczecinie, Toruniu i Lublinie oraz 26 dni w Szymbarku (ryc. 5.3).

Porównanie wszystkich miejscowości ujętych w analizie ukazuje wyraźnie różnice między regionami: wzrost opadów w strefie środkowej wybrzeża Bałtyku, cień opadowy w Gdańsku; spadek sum opadów w Regionie Centralnym, z wyróżniającymi się większymi opadami Katowicami, a także wzrost opadów w regionach górskich, zwłaszcza w partiach szczytowych gór (ryc. 5.4). Liczba dni z opadem większa od 183 dopuszczalnych w miejscowościach uzdrowiskowych występuje jedynie w regionach górskich, w: Rabce-Zdroju, Świeradowie-Zdroju, Wysowej-Zdroju oraz w wysokich partiach gór.

5.2. Pokrywa śnieżna

Pokrywa śnieżna jest ważnym elementem klimatu z uwagi na możliwość terapii ruchowej zimą z wykorzystaniem nart. Dodatkowym jej atutem jest to, że tłumi hałas i silnie odbija promieniowanie słoneczne, wzmagając udział czynnych biologicznie promieni nadfioletowych w helioterapii, a także korzystnie oddziałuje na stan psychiczny człowieka. Notowany w ostatnim dwudziestolecu wzrost temperatury powietrza powoduje skrócenie zalegania pokrywy śnieżnej oraz zmniejszenie jej grubości w całej Polsce. Brak skutków ubocznych pokrywy śnieżnej dla klimatoterapii oraz jej duże lokalne zróżnicowanie powodują, że element ten nie jest uwzględniany w normach uzdrowiskowych.

W Regionie Nadmorskim, w pobliżu linii brzegowej Bałtyku, pokrywa śnieżna zalegała zaledwie przez 24–30 dni w roku. Najwcześniej pojawiała się sporadycznie w październiku, a zanikała najpóźniej w połowie kwietnia. Zazwyczaj powstawała w trzeciej dekadzie listopada, a topniała pod koniec marca. W Gdańsku okres występowania pokrywy śnieżnej był krótszy i trwał najczęściej od połowy listopada do końca marca (tab. 5.2).

Region Pojezierny jest bardzo zróżnicowany pod względem warunków śnieżnych. W Szczecinie notowano tylko 15,5 dnia w roku z pokrywą śnieżną, a w Olsztynie aż 62,5. W Szczecinie okres występowania pokrywy śnieżnej trwał od trzeciej dekady listopada do połowy kwietnia, choć w marcu i kwietniu łącznie obserwowano tu jedynie 6 dni z pokrywą śnieżną w ciągu 10 lat. W Olsztynie pokrywa śnieżna może wystąpić między połową października a połową kwietnia, choć częściej ograniczała się do okresu od połowy listopada do końca marca. W styczniu i lutym pokrywa śnieżna występowała tu przez około połowę dni w miesiącu (tab. 5.2).

Tabela 5.2. Charakterystyka zjawisk atmosferycznych (1991–2000)

Table 5.2. The characteristics of weather phenomena (1991–2000)

English explanations of the characteristics are on the bottom of the table

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000, ⁽³⁾ 1993–2000

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION NADMORSKI COASTAL REGION													
Gdańsk													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	9,0	10,8	3,4	.	.	.	.	.	.	.	2,3	6,3	31,8
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	1,1	1,9	0,4	.	.	.	.	.	.	.	0,3	1,3	5,0
Liczba dni z mgłą	1,8	0,8	1,6	2,9	1,5	0,4	0,2	0,7	1,9	2,8	2,5	2,5	19,6
Liczba dni z burzą	.	0,1	0,1	1,0	2,7	3,9	3,3	3,3	1,1	0,2	.	.	15,7
Kołobrzeg													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	4,6	7,7	3,3	0,2	.	.	.	.	.	0,3	2,8	5,6	24,5
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	0,4	1,4	1,4	0,1	.	.	.	.	.	0,1	0,4	0,8	4,6
Koszalin													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	7,2	9,0	4,8	0,4	.	.	.	.	.	0,4	2,2	6,3	30,3
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	0,6	2,6	0,3	.	.	.	.	.	.	0,4	1,0		4,9
Liczba dni z mgłą	6,1	5,6	5,6	4,0	2,7	2,7	3,7	3,4	4,7	5,2	6,1	8,2	58,0
Liczba dni z burzą	.	0,1	0,3	1,3	4,9	4,7	4,6	4,1	1,8	0,5	0,3	.	22,6
REGION POJEZIERNY LAKELAND REGION													
Olsztyn													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	14,9	16,9	10,3	1,2	.	.	.	.	.	0,7	6,3	12,2	62,5
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	3,8	9,6	5,3	0,2	.	.	.	.	.	0,3	1,2	2,1	22,5
Liczba dni z mgłą	6,3	4,0	3,8	3,7	3,0	3,0	2,7	5,3	6,4	6,1	7,2	7,5	59,0
Liczba dni z burzą	.	0,1	0,5	1,2	5,2	4,5	4,0	4,1	0,8	0,2	.	0,1	20,7
Szczecin													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	3,9	5,2	0,5	0,1	.	.	.	.	.	.	2,7	3,1	15,5
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	0,3	0,7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,6	1,6
Liczba dni z mgłą	4,5	2,0	2,7	2,7	2,0	1,4	1,7	3,1	5,4	7,2	5,4	5,4	43,5
Liczba dni z burzą	0,2	0,2	0,1	1,2	3,3	3,4	3,8	2,9	1,8	0,1	.	0,2	17,2
REGION PÓLNOČNO-WSCHODNI NORTH-EAST REGION													
Białystok													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	14,6	16,2	8,2	1,3	.	.	.	.	.	0,2	7,1	14,1	61,7
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	2,2	7,5	4,8	1,0	.	.	.	.	.	.	0,8	2,5	18,8
Liczba dni z mgłą	5,4	4,0	3,8	2,9	1,6	1,1	1,8	2,9	4,3	6,1	7,3	6,6	47,8
Liczba dni z burzą	.	0,1	0,4	0,9	5,2	7,0	5,0	5,4	1,5	0,1	0,1	.	25,7
REGION CENTRALNY CENTRAL REGION													
Katowice													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	14,0	14,9	5,5	1,6	.	.	.	.	.	0,3	5,3	13,2	54,8
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	6,6	6,5	2,5	0,3	.	.	.	.	.	.	0,9	2,0	18,8
Liczba dni z mgłą	6,5	5,5	4,7	3,8	2,9	2,3	1,7	2,5	5,3	7,6	8,0	8,7	59,5
Liczba dni z burzą	0,3	0,5	1,1	1,5	5,8	5,9	6,6	4,5	2,8	0,5	0,1	.	29,6

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Łódź													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	8,7	12,4	5,7	0,9	.	.	.	.	.	.	5,0	9,0	41,7
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	0,9	4,2	3,2	.	.	.	.	.	.	.	0,7	1,4	10,4
Liczba dni z mgłą	5,9	4,4	5,2	1,9	1,6	3,0	1,6	2,0	3,8	7,1	7,5	7,2	51,2
Liczba dni z burzą	0,2	.	0,3	1,3	4,2	5,0	5,7	3,4	1,4	0,3	.	.	21,8
Płock													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	10,5	10,2	5,5	0,2	.	.	.	.	.	0,1	4,4	8,4	39,3
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	0,3	1,0	0,5	.	.	.	.	.	.	.	0,5	0,8	3,1
Liczba dni z mgłą	6,3	4,5	2,7	1,8	1,8	1,6	1,7	1,8	3,9	5,7	7,7	8,3	47,8
Liczba dni z burzą	.	0,3	0,2	1,9	4,5	4,8	6,4	5,3	1,5	0,2	.	.	25,1
Poznań													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	5,7	10,1	3,1	0,2	.	.	.	.	.	0,1	3,1	5,6	27,9
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	0,4	1,3	.	.	.	.	.	.	.	.	0,9	0,8	3,4
Liczba dni z mgłą	6,0	4,1	3,3	2,0	1,8	1,9	1,9	2,1	4,2	7,3	8,2	6,9	49,7
Liczba dni z burzą	0,1	0,3	0,3	1,5	4,4	4,4	5,4	5,4	1,3	0,2	.	.	23,3
Toruń													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	10,5	11,7	5,1	0,5	.	.	.	.	.	.	4,1	7,0	38,9
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	0,1	1,7	1,2	.	.	.	.	.	.	.	1,5	1,1	5,6
Liczba dni z mgłą	5,2	2,8	1,7	2,0	1,5	0,9	1,2	2,1	4,0	5,7	7,1	7,9	42,1
Liczba dni z burzą	.	.	0,2	1,4	4,1	4,2	6,1	5,1	1,1	0,2	.	0,1	22,5
Warszawa													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	6,1	9,8	4,7	0,1	.	.	.	.	.	.	4,4	5,7	30,8
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	0,6	2,3	1,3	.	.	.	.	.	.	.	0,8	0,6	5,6
Liczba dni z mgłą	4,5	2,6	2,1	0,7	1,2	1,0	1,0	1,0	2,9	4,9	5,0	4,0	30,9
Liczba dni z burzą	0,1	0,2	0,8	2,0	5,2	5,4	5,8	5,5	1,7	0,6	0,2	0,2	27,7
Wrocław													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	8,5	8,3	3,1	0,4	.	.	.	.	.	0,1	2,9	6,8	30,1
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	0,6	1,6	0,2	.	.	.	.	.	.	.	0,4	1,2	4,0
Liczba dni z mgłą	5,5	3,5	3,3	2,8	2,3	2,0	1,4	2,5	5,2	7,5	7,8	5,7	49,5
Liczba dni z burzą	0,2	.	0,4	1,8	5,2	5,9	5,5	5,4	2,1	.	.	0,1	26,6
Zielona Góra													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	8,9	10,6	3,9	0,6	.	.	.	.	.	0,3	4,0	9,3	37,6
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	0,6	2,2	0,8	.	.	.	.	.	.	.	1,0	1,6	6,2
Liczba dni z mgłą	11,1	8,3	6,6	3,9	3,8	3,3	2,3	2,9	5,7	7,7	13,7	11,7	81,0
Liczba dni z burzą	.	0,1	0,3	1,0	4,9	5,2	5,1	4,2	1,4	0,1	.	.	22,3
REGION POŁUDNIOWO-WSCHODNI SOUTH-EAST REGION													
Lublin													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	15,3	16,5	8,3	1,8	.	.	.	.	.	0,2	7,5	16,6	66,2
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	3,4	7,7	5,4	0,7	.	.	.	.	.	.	1,7	3,5	22,4
Liczba dni z mgłą	7,1	5,9	4,2	2,7	1,8	3,0	3,1	2,5	4,8	6,5	9,2	8,8	59,6
Liczba dni z burzą	.	.	0,3	1,9	5,2	7,1	6,7	5,4	1,6	0,2	.	0,1	28,5

Stacja <i>Station</i>	Miesiące <i>Months</i>												Rok <i>Year</i>
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION ŚWIĘTOKRZYSKO-MALOPOLSKI <i>UPLAND REGION</i>													
Busko-Zdrój ⁽³⁾													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	16,7	12,0	5,5	1,1	.	.	.	.	.	0,5	7,9	8,6	52,3
Liczba dni z mgłą	6,0	1,9	3,4	2,1	0,9	1,4	1,9	1,0	3,7	6,4	6,4	7,4	42,3
Liczba dni z burzą	.	.	0,4	0,5	2,1	2,8	3,3	3,1	0,8	0,1	.	.	13,0
Kraków													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	11,1	9,4	3,8	1,0	.	.	.	.	.	0,1	4,6	6,6	36,6
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	5,8	4,9	1,9	0,3	.	.	.	.	.	0,3	1,1	1,1	14,1
Liczba dni z mgłą	5,8	2,6	2,4	2,8	2,1	1,8	1,5	1,8	4,0	6,1	7,4	8,1	46,3
Liczba dni z burzą	0,3	0,1	0,4	0,9	3,4	5,3	3,8	2,5	1,1	0,3	.	0,4	18,3
Rzeszów													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	17,5	16,8	5,6	0,7	.	.	.	.	.	0,5	7,9	13,6	62,6
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	8,1	7,3	2,7	0,1	.	.	.	.	.	0,1	2,2	3,0	23,5
Liczba dni z mgłą	3,7	3,1	3,5	4,4	3,7	4,1	3,3	6,5	6,5	7,3	5,6	5,6	57,3
Liczba dni z burzą	0,3	0,1	0,7	1,7	6,5	6,9	6,7	6,4	2,2	0,6	.	.	32,1
REGION SUDECKI <i>SUDETIC REGION</i>													
Głuchołazy													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	15,3	15,8	9,5	2,1	.	.	.	.	.	0,3	7,4	15,0	65,4
Liczba dni z mgłą	1,7	1,5	1,8	0,9	0,6	0,3	0,1	.	0,8	1,5	2,5	2,2	13,9
Liczba dni z burzą	.	.	0,4	0,7	2,7	1,8	3,6	3,4	1,0	.	.	.	13,6
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	18,0	18,6	10,3	3,9	.	.	.	.	.	0,4	8,6	18,3	78,0
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	9,1	8,7	6,1	2,1	.	.	.	.	.	2,0	10,4	10,4	38,6
Szrenica ⁽²⁾													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	31,0	26,6	30,8	25,0	2,2	.	.	.	.	5,0	18,8	28,4	167,8
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	28,6	25,2	28,6	22,8	0,4	.	.	.	.	2,6	12,6	26,6	147,4
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	16,9	16,6	10,3	3,1	.	.	.	.	.	0,3	6,0	14,3	67,4
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	3,1	5,4	6,1	0,7	.	.	.	.	.	2,7	2,3	2,3	20,4
REGION KARPACKI <i>CARPATHIAN REGION</i>													
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	31,0	28,4	30,8	28,8	7,0	1,2	.	.	4,2	11,0	18,2	28,4	189,0
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	31,0	28,4	30,8	28,8	3,6	1,0	.	.	2,6	6,2	14,6	24,2	171,2
Kasprowy Wierch ⁽²⁾													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	30,6	28,4	31,0	30,0	20,6	3,2	1,2	0,2	7,2	13,2	21,6	29,6	216,8
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	30,6	28,4	31,0	30,0	19,8	2,4	.	.	5,0	9,2	17,4	24,6	198,4
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	20,0	24,1	9,5	4,8	.	.	.	.	.	0,4	4,7	17,7	81,3
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	14,3	19,7	6,8	3,0	.	.	.	.	.	0,1	2,7	12,6	59,3

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Szymbark													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	17,6	16,6	5,8	1,9	.	.	.	.	.	0,3	5,7	13,0	60,9
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	10,0	7,5	2,6	0,5	.	.	.	.	.	0,0	3,3	4,1	28,0
Liczba dni z mgłą	1,4	1,8	1,5	1,9	1,8	1,5	1,5	2,7	3,1	4,0	3,0	2,0	26,2
Liczba dni z burzą	1,0	1,0	1,3	3,0	7,1	5,6	6,1	5,4	1,9	1,5	.	.	33,8
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾													
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	26,3	26,7	14,3	5,7	.	.	.	.	.	1,3	7,1	23,0	104,4
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	18,7	18,1	9,3	1,7	.	.	.	.	.	.	1,7	6,7	56,3

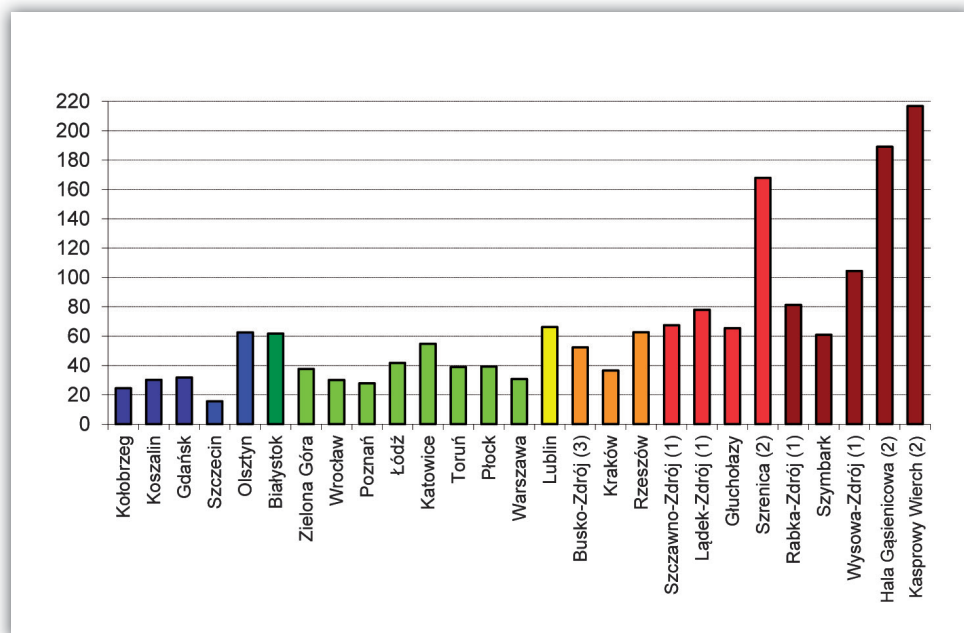
English explanations of the characteristics	
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 1 cm	Number of days with snow cover > 1 cm
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	Number of days with snow cover > 10 cm
Liczba dni z mgłą	Number of days with fog
Liczba dni z burzą	Number of days with thunderstorm

Regiony Północno-wschodni i Południowo-wschodni cechują się zaleganiem pokrywy śnieżnej przez 62–66 dni w roku. W obu regionach pierwsze dni z pokrywą śnieżną pojawiały się w trzeciej dekadzie października, a ostatnie w drugiej dekadzie kwietnia. Od grudnia do lutego pokrywa śnieżna zalegała przez około połowę dni w miesiącu.

W Regionie Centralnym liczba dni z pokrywą śnieżną wahała się od 28 w Poznaniu do 55 w Katowicach. W całym regionie najwięcej dni z pokrywą śnieżną notowano w lutym (od 8,3 we Wrocławiu do blisko 15 w Katowicach). Na większości obszaru okres z pokrywą śnieżną rozpoczynał się w drugiej dekadzie listopada, a kończył w trzeciej dekadzie marca. W pojedynczych dniach pokrywa śnieżna występowała w trzeciej dekadzie października i w kwietniu. Dni z pokrywą śnieżną o grubości powyżej 10 cm notowano po 3–6 w roku. Wyjątkiem są Katowice z 19 takimi dniami i Łódź z 10.

W Regionie Świętokrzysko-małopolskim okres z pokrywą śnieżną trwał od trzeciej dekady października do połowy kwietnia. W Krakowie liczba dni z pokrywą śnieżną wyniosła zaledwie 37 w roku, ale w Rzeszowie 63. Najwięcej takich dni notuje się w styczniu – około 17 w miesiącu w Busku-Zdroju i Rzeszowie (tab. 5.2).

W regionach górskich zaleganie pokrywy śnieżnej zależy głównie od wysokości nad poziom morza. Okres z pokrywą śnieżną trwa od drugiej (Łądek-Zdrój, Szczawno-Zdrój) lub trzeciej dekady października (Szymbark, Rabka-Zdrój, Wysowa-Zdrój) po drugą (Szymbark, Rabka-Zdrój) lub trzecią dekadę kwietnia (Łądek-Zdrój, Szczawno-Zdrój, Wysowa-Zdrój). Roczna liczba dni z pokrywą śnieżną



Rycina 5.5. Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną w okresie (1991–2000)
 Figure 5.5. Mean annual number of days with snow cover (1991–2000)

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000, ⁽³⁾ 1993–2000

waha się od 61 w Szymbarku po 104 dni w Wysowej-Zdroju, położonej w Beskidzie Niskim. Im wyżej, tym okres możliwego zalegania pokrywy śnieżnej jest dłuższy: na Szrenicy (1362 m n.p.m.) trwa od początku października po koniec maja, na Hali Gąsienicowej (1520 m n.p.m.) od pierwszej dekady września po początek czerwca, zaś na Kasprowym Wierchu (1991 m n.p.m.) – cały rok, a liczba dni z pokrywą śnieżną sięga 271 w roku (tab. 5.2).

Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną wyraźnie rośnie z północy na południe kraju. Najmniejsza jest w Szczecinie oraz ogólnie w Regionie Nadmorskim, w Polsce centralnej wynosi 30–40 dni, na wschodzie kraju wzrasta do około 60 dni, a wyraźnie rośnie w regionach górskich (ryc. 5.5).

5.3. Mgły i burze atmosferyczne

Zjawiska atmosferyczne, tj. burze i mgły, w przeciwieństwie do pokrywy śnieżnej mają charakter bodźców klimatycznych. Mgły są niekorzystne dla klimatoterapii – sprzyjają utrzymywaniu się zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w powietrzu, ograniczają dopływ promieniowania słonecznego i zmniejszają widzialność, co razem powoduje pogorszenie samopoczucia człowieka i sprzyja rozprzestrzenianiu się

wielu chorób. Wysoka wilgotność powietrza podczas mgły wzmacnia, w zależności od aktualnej temperatury powietrza, odczucie chłodu lub ciepła, powoduje też zakłócenia w procesie oddawania ciepła z organizmu człowieka.

Mgła jest zjawiskiem pogodowym o dużej zmienności, zależnej zarówno od czynników cyrkulacyjnych (mgła adwekcyjna), jak i lokalnych (wpływ terenów podmokłych czy zbiornika wodnego). Liczba dni z mgłą może być odnoszona tylko do danego miejsca i należy zachować dużą ostrożność przy ekstrapolowaniu na inne lokalizacje. Dodatkowym problemem jest fakt, że zjawiska atmosferyczne obserwowane są jedynie na stacjach meteorologicznych, w mniejszej liczbie miejscowości niż inne elementy meteorologiczne. Dlatego podejmowane są próby określenia warunków, jakie panują w czasie mgły poprzez wskazanie prognozy wartości wilgotności względnej powietrza notowanej na stacjach automatycznych, bez udziału obserwatora (przykładem jest uznawanie za mgłę warunków, w których wilgotność względna powietrza przekracza 93%; Matzarakis 2007). Jednak tego typu podejścia wymagają dalszych badań. W tym rozdziale wykorzystano standardowe obserwacje mgły z 19 stacji meteorologicznych.

Zgodnie z normą przyjętą dla uzdrowisk Europy Środkowej liczba dni z mgłą nie może przekraczać w uzdrowisku 50 w okresie od października do marca oraz 15 dni w okresie od kwietnia do września.

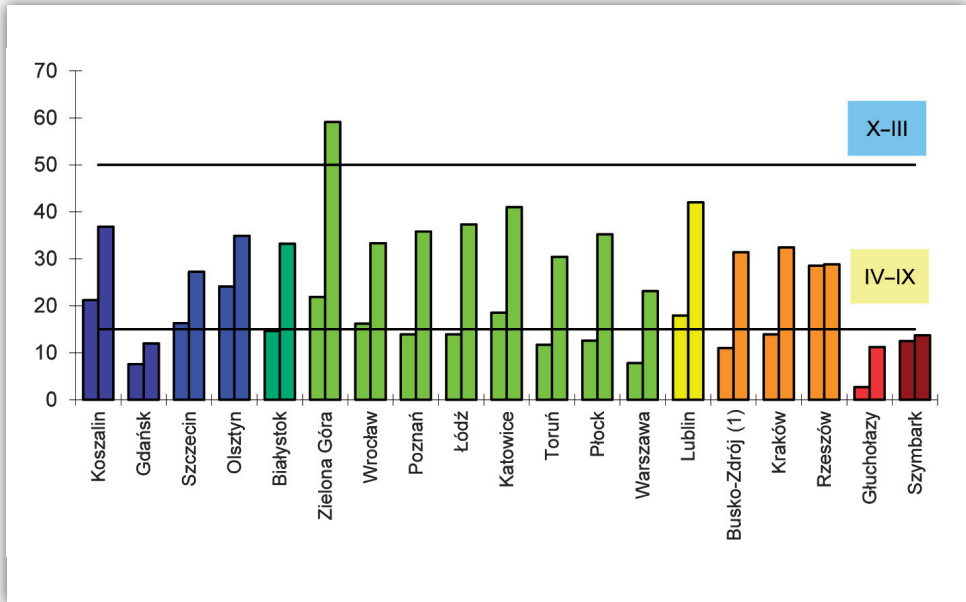
W Regionie Nadmorskim liczba dni z mgłą sięgnęła 58 w Koszalinie, w tym 21 w okresie od kwietnia do września, co oznacza przekroczenie normy dla uzdrowisk, natomiast w Gdańsku mgły były notowane w niespełna 20 dni w roku (ryc. 5.6, tab. 5.2).

W miastach reprezentujących Region Pojezierny także notowano przekroczenia norm dla uzdrowisk w półroczu ciepłym. W Szczecinie były 43 dni z mgłą w roku, z tego 16 w okresie od kwietnia do września, w Olsztynie odpowiednio 59 i 24.

Na wschodzie Polski mgła jest także dość częstym zjawiskiem w półroczu ciepłym. W Lublinie średnio w roku było 60 dni z mgłą, w tym 18 w półroczu ciepłym. W Białymstoku mgły notowano rzadziej, średnio w roku w 48 dniach, a w niespełna 15 w okresie kwiecień–wrzesień.

W Regionie Centralnym notowana liczba dni z mgłą w roku wahała się od zaledwie 31 w Warszawie aż po 81 w otoczonej lasami, położonej na zachodzie regionu Zielonej Górze, gdzie przekroczone były normy w obu półroczach (o 9 dni w półroczu chłodnym i 7 w ciepłym). Większa liczba dni z mgłą była też w cechujących się wyższym stężeniem zanieczyszczeń powietrza Katowicach (41 w półroczu chłodnym i 18,5 w ciepłym) oraz Wrocławiu – w dolinie Odry (w odpowiednich półroczach 33 i 16) (ryc. 5.6, tab. 5.2).

Wśród miast reprezentujących Region Świętokrzysko-małopolski liczba dni z mgłą w półroczu ciepłym wyniosła 11 w Busku-Zdroju i 14 w Krakowie, w półroczu chłodnym odpowiednio 31 i 32. W Rzeszowie z kolei liczba dni z mgłą w obu



Rycina 5.6. Średnia liczba dni z mgłą w półroczu ciepłym (lewe słupki) i chłodnym (prawe słupki) (1991–2000)

Figure 5.6. Mean number of days with fog in a warm-half (left bars) and cold-half of a year (right bars) (1991–2000)

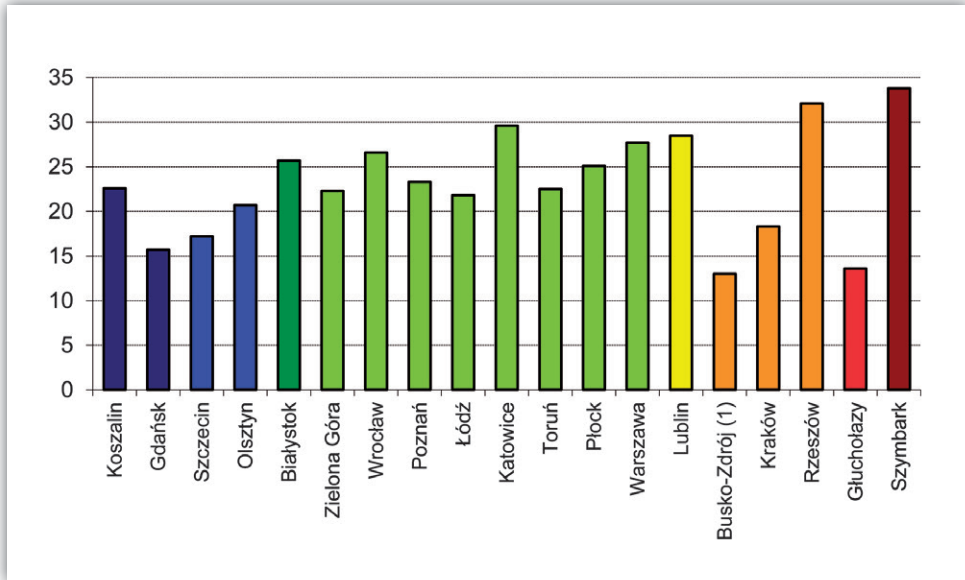
⁽¹⁾ 1993–2000

półroczach była prawie równa i wynosiła po 28–29, co oznacza przekroczenie normy dla półroczia ciepłego.

W analizowanych miejscowościach podgórskich mgły notowane były rzadko. W Głuchołazach w półroczu ciepłym praktycznie nie występowały (niespełna 3 dni). W Symbarku liczba dni z mgłą była mała, ale podobnie jak w Rzeszowie, w obu półroczach prawie równa – po 13–14 dni.

Pośród 19 analizowanych miejscowości największą liczbę dni z mgłą notowano w Zielonej Górze, gdzie przekroczone są normy dla obu półroczy, zaś wyraźne przekroczenie norm liczby dni z mgłą w półroczu ciepłym wystąpiło także w Koszalinie, Olsztynie, Katowicach, Lublinie i Rzeszowie (ryc. 5.6).

Burze oddziałują na człowieka poprzez zmiany pola elektrycznego w czasie wyładowań i mogą być przyczyną niektórych dolegliwości meteorotropowych. Koncentracja jonów dodatnich, jaka ma miejsce nawet kilkanaście godzin przed nadejściem burzy, powoduje podrażnienie błon śluzowych, wpływa niekorzystnie na układ krążenia i układ nerwowy człowieka, wywołuje uczucie zmęczenia. Z kolei ujemna jonizacja powietrza po burzy sprzyja dobremu samopoczuciu człowieka oraz wzmacnia jego sprawność psychiczną i fizyczną (Jura, Nizioł 1979; Bogucki 1999).



Rycina 5.7. Średnia liczba dni z burzą (1991–2000)

Figure 5.7. Mean annual number of days with thunderstorm (1991–2000)

⁽¹⁾ 1993–2000

Burze powstają w wyniku silnych prądów wstępujących na frontach atmosferycznych lub wskutek silnej konwekcji wewnątrz jednej masy powietrza. Występują głównie w półroczu ciepłym, choć największa ich częstość przypada na różne miesiące w zależności od regionu, a potencjalnie mogą wystąpić w każdym miesiącu w roku.

W Regionie Nadmorskim, w Koszalinie notowano blisko 23 dni z burzą, w tym średnio 5 dni w maju. W Gdańsku, gdzie występują od lutego do października, obserwowano zaledwie 16 dni z burzą, w tym najwięcej (4) w czerwcu (tab. 5.2, ryc. 5.7).

W Szczecinie burze notowane były w 17 dniach w roku, we wszystkich miesiącach z wyjątkiem listopada, najczęściej w lipcu. W Olsztynie z kolei dni z burzą było 21, ale najczęściej występowały w maju (5).

We wschodniej części Polski burz notuje się więcej w Białymstoku – 26 dni w roku, w Lublinie – 28,5 dnia, najczęściej (7) w czerwcu.

W Regionie Centralnym liczba dni z burzą wynosiła od około 22 w Łodzi i Zielonej Górze do 30 w Katowicach. Wzrost częstości burz nad aglomeracjami widoczny jest nie tylko na Śląsku, ale też we Wrocławiu i Warszawie. Na zachodzie regionu burze są najczęstsze w czerwcu, w pozostałej części w lipcu. Warszawa jest też jedynym wśród analizowanych miast, w którym burze w badanym okresie występowały przez cały rok (ryc. 5.7, tab. 5.2).

W Regionie Świętokrzysko-małopolskim liczba dni z burzą była bardzo zróżnicowana i wahała się od zaledwie 13 w okolicach Buska-Zdroju ze zwiększoną

częstością w lipcu, przez 18 w Krakowie z wyraźnie największą częstością w czerwcu (5 dni w miesiącu), aż po 32 w Rzeszowie (po 6–7 dni w miesiącu od maja do lipca, z maksimum w drugiej dekadzie czerwca). Różna była także długość okresu występowania burz – mniejsza w Busku-Zdroju, większa w Krakowie.

Najwięcej dni z burzą, średnio blisko 34 w roku, zanotowano w Szymbarku reprezentującym Region Karpacki, a ściślej Podkarpacie, gdzie ogólnie notuje się więcej burz o pochodzeniu orograficznym, z wymuszonego wznoszenia powietrza wzdłuż pasm górskich. W Szymbarku burze były zjawiskiem częstym szczególnie w maju (7 dni).

Ogólnie najwięcej dni z burzą wśród analizowanych stacji notowanych jest na Podkarpaciu oraz nad dużymi aglomeracjami. Ich częstość rośnie także z zachodu na wschód.

6. Zróżnicowanie warunków biotermicznych

Na człowieka oddziałują nie tylko pojedyncze elementy klimatu, ale cały ich zespół. Wywołują one w organizmie określone reakcje, które mają doprowadzić do stanu równowagi bilansu cieplnego, czyli przychodów i strat ciepła z organizmu. Natężenie tych reakcji zależy od aktualnego stanu atmosfery oraz stanu organizmu (zwłaszcza jego aktywności fizycznej).

6.1. Podstawy gospodarki cieplnej organizmu

Człowiek jest istotą stałocieplną. Podstawą prawidłowego funkcjonowania takich organizmów jest utrzymanie temperatury wewnętrznej na stałym poziomie (u człowieka około 37°C). Dlatego procesy termoregulacyjne dążą do zrównowżenia przychodów i strat ciepła (Kozłowski 1986). Wszelkie odchylenia od tego stanu powodują niebezpieczeństwo dla organizmu (przegrzania lub wychłodzenia) i stanowią jego duże obciążenie. Różnorodne procesy aklimatyzacyjne mają na celu zminimalizowanie różnic pomiędzy ilością ciepła docierającego do skóry i tkanki podskórnej a ilością ciepła odprowadzanego do otoczenia. Ogólne równanie bilansu cieplnego człowieka ma postać (Błażejczyk, Kunert 2011):

$$BMR + WL + Q + E + C + Res + Kd = S$$

gdzie: *BMR* – to podstawowa metaboliczna produkcja ciepła,

WL – produkcja ciepła w wyniku pracy mięśni,

Q – bilans radiacyjny człowieka, na który składają się: pochłonięte promieniowanie słoneczne (*R*) oraz wymiana ciepła poprzez promieniowanie długofalowe (*L*),

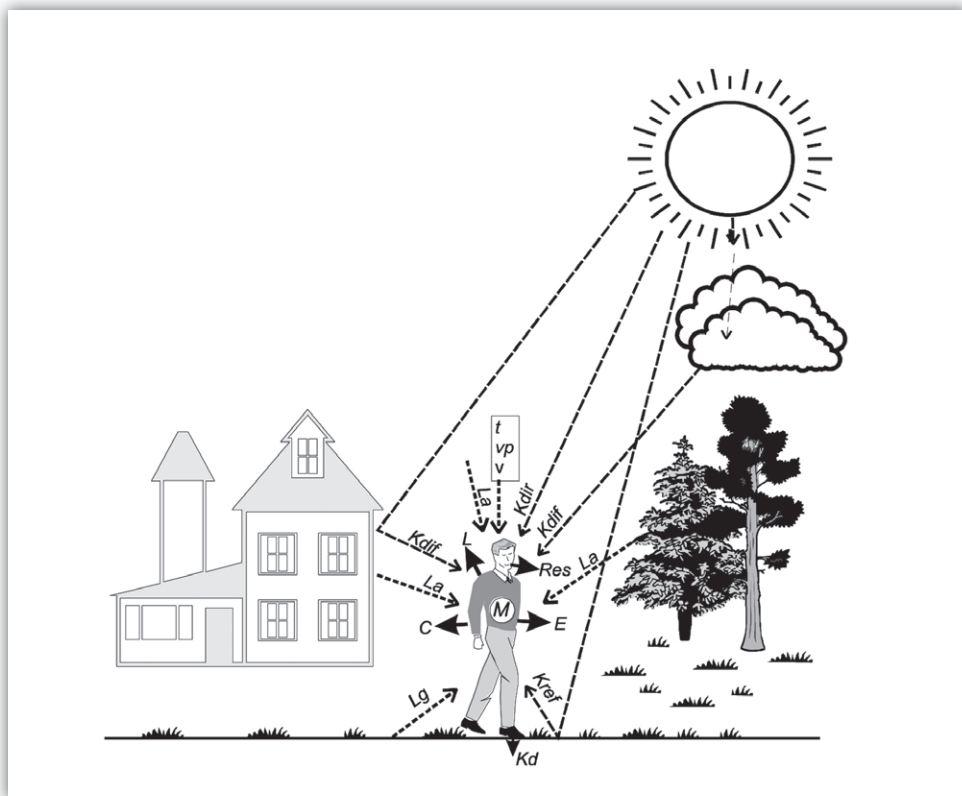
E – straty ciepła w wyniku parowania, czyli turbulencyjnego unoszenia ciepła utajonego,

C – wymiana ciepła przez unoszenie, czyli poprzez turbulencyjną wymianę ciepła jawnego,

Res – straty ciepła w wyniku oddychania,

Kd – wymiana ciepła poprzez przewodzenie,
 S – saldo wymiany ciepła.

Wynikiem wymiany ciepła jest jej saldo (S). W warunkach chwilowych obserwuje się bowiem bądź to przewagę zysków, bądź też strat ciepła z organizmu, co prowadzi do zmian ilości ciepła, którym organizm dysponuje (ryc. 6.1). Wskaźniki biotermiczne zastosowane w obecnym opracowaniu uwzględniają wszystkie procesy wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem oraz intensywność procesów termoregulacyjnych.



Rycina 6.1. Człowiek i jego środowisko termiczne

Elementy meteorologiczne: t – temperatura powietrza, e – ciśnienie pary wodnej, v – prędkość wiatru.

Promieniowanie słoneczne: $Kdir$ – bezpośrednie, $Kdif$ – rozproszone, $Kref$ – odbite.

Promieniowanie cieplne: La – promieniowanie zwrotne atmosfery i emitowane przez obiekty otoczenia, Lg – emisja ciepła podłoża.

Strumienie ciepła: M – metaboliczny (= $BMR + WL$), E – ewaporacyjny, C – konwekcyjny, Kd – kondukcyjny, L – radiacyjny, Res – respiracyjny.

Figure 6.1. Man and his thermal environment

Meteorological elements: t – air temperature, vp – vapour pressure, v – wind speed.

Solar radiation: $Kdir$ – direct, $Kdif$ – diffuse, $Kref$ – reflected.

Thermal radiation: La – thermal radiation of surroundings, Lg – ground radiation.

Heat fluxes: M – metabolism, E – evaporation, C – convection, Kd – conduction, L – radiation, Res – respiration.

Źródło Source: Błażejczyk, Kunert (2011).

Człowiek, jako istota stałocieplna, jest zdolny do zachowania stanu równowagi cieplnej i utrzymywania prawie stałej temperatury wewnętrznej (homeotermii), niezależnie od temperatury otoczenia i jej zmian. Stan homotermii występuje, gdy temperatura wewnętrzna organizmu wynosi $37 \pm 2^\circ\text{C}$ (Bligh, Johnson 1973; Mitchell 1977). Przyjmuje się, że układ termoregulacyjny człowieka jest w pełni sprawny, gdy temperatura ciała wynosi $36\text{--}40^\circ\text{C}$ (Hardy 1965; Klonowicz, Kozłowski 1970).

Termoregulacja jest to „dostosowywanie się wymiany ciepła między człowiekiem a otoczeniem w sposób zapewniający równowagę bilansu cieplnego i stałą temperaturę wewnętrzną” (Kozłowski 1986). Wtedy, gdy temperatura otoczenia (mierzona w cieniu i miejscu bezwietrznym) waha się między 18 a 23°C mówimy o warunkach termoneutralnych. Gdy robi się cieplej lub zimniej, organizm uruchamia reakcje chroniące go przed przegrzaniem lub wychłodzeniem.

Istnieją dwa podstawowe, biologiczne rodzaje termoregulacji: autonomiczna i behawioralna oraz tak zwana termoregulacja techniczna. Termoregulacja autonomiczna polega na regulacji temperatury ciała przez odruchowe reakcje fizjologiczne na ciepło i zimno. Składają się na nią trzy mechanizmy: zmiany metabolicznej produkcji ciepła, zmiany termoizolacyjnych właściwości zewnętrznej warstwy ciała oraz wydzielanie potu. Termoregulacja behawioralna wiąże się z odruchową lub kontrolowaną zmianą sposobu zachowania się człowieka mającą na celu zminimalizowania obciążających warunków termicznych otoczenia, np. poprzez dodatkowy ruch czy zmianę odzieży. Termoregulacja techniczna związana jest z wykorzystaniem indywidualnych urządzeń ogrzewczych i ochładzających (Hensel 1981).

W zimnych warunkach otoczenia podstawowymi mechanizmami termoregulacji autonomicznej są: obniżenie temperatury skóry oraz zmniejszenie peryferycznego przepływu krwi. Prowadzą one do zmniejszenia tempa oddawania ciepła z wnętrza ciała do otoczenia (Blanc 1975; Clark, Edholm 1985; Holmér 1988; ISO/DC 11079). Efektem ubocznym tych procesów jest wzrost ciśnienia krwi, który w skrajnych sytuacjach może być niebezpieczny dla zdrowia. Dodatkowym mechanizmem termoregulacji w warunkach zimnego otoczenia jest tzw. drżenie mięśniowe. Spośród mechanizmów termoregulacji behawioralnej należy wymienić: dodatkową aktywność fizyczną (zwiększa metaboliczną produkcję ciepła), przyjęcie pozycji embrionalnej (zmniejsza się powierzchnia ciała kontaktująca się z zimnym otoczeniem), a także założenie dodatkowych warstw (zwiększenie warstwy izolacyjnej chroniącej przed nadmiernym oddawaniem ciepła z organizmu do otoczenia).

W wysokiej temperaturze otoczenia, aby zabezpieczyć organizm przed przegrzaniem następuje rozszerzenie peryferycznych naczyń krwionośnych oraz wzrost skórniego przepływu krwi, który odprowadza nadmiar ciepła z wnętrza ciała ku jego powierzchni. Efektem ubocznym tych procesów jest obniżenie ciśnienia tętniczego

i zwiększenie tętna. Skutkiem wysokiej temperatury powietrza jest podwyższenie temperatury skóry oraz uaktywnienie gruczołów potowych. Gdy warunki wilgotnościowe otoczenia pozwalają na wchłonięcie dodatkowej ilości pary wodnej, pot pokrywający skórę paruje, obniżając jej temperaturę (Beaumont, Bullard 1965; Givoni, Beldings 1965; Garden i in. 1966; Elizondo, Bullard 1971; Rewerski i in. 1972; Givoni, Goldman 1973; Narębski 1980; Kenney 1985; Kozłowski 1986; Kaciuba-Uściłko 1990). Straty ciepła na parowanie są bardzo efektywnym procesem jego usuwania z organizmu. Czynnikiem ograniczającym ten proces są: pełne nasycenie powietrza parą wodną oraz maksymalne możliwe wydzielanie potu, które nie może przekroczyć 3 litrów na godzinę (WHO 2004; Kozłowski 1986). Proces parowania potu jest behawioralnie zwiększany dzięki używaniu wentylatorów lub wachlarzy. Obniżeniu temperatury ciała sprzyja także okresowe zanurzanie dłoni i stóp w chłodnej wodzie. W przypadku skrajnie wysokiej temperatury powietrza stosowane są ponadto specjalne urządzenia techniczne schładzające powierzchnię ciała (kamizelki z systemem chłodzenia)..

Jak widać z tego krótkiego przeglądu biotermicznych uwarunkowań leczenia klimatycznego, odpowiednie dozowanie bodźców termicznych może skutecznie stymulować proces usprawniania wielu funkcji fizjologicznych organizmu, zwłaszcza w odniesieniu do układu termoregulacyjnego, układu krążenia i układu oddechowego.

Do oceny warunków biotermicznych z punktu widzenia efektywności klimatoterapii zastosowano dwa wskaźniki, będące wynikiem analizy bilansu cieplnego człowieka. Są to: wskaźnik obciążeń cieplnych organizmu (*UTCI*) i temperatura odczuwalna (*PST*). Praktycznych informacji o możliwości i warunkach klimatoterapii dostarczają natomiast: wskaźnik dopuszczalnego poziomu aktywności fizycznej (*MHR*) oraz wskaźnik przewidywanej termoizolacyjności odzieży (*U_{clp}*).

6.2. Uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych

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. 2010; Bröde i in. 2012). Mówiąc inaczej zakłada się, że wymiana ciepła między człowiekiem a otoczeniem zależy tylko od temperatury powietrza (*t*), przy stałym poziomie pozostałych parametrów meteorologicznych. Jako referencyjne warunki meteorologiczne przyjęto:

- ▶ średnią temperaturę promieniowania (*Mrt*) równą temperaturze powietrza (brak promieniowania słonecznego i cieplnego),
- ▶ prędkość wiatru na wysokości 10 m nad gruntem (v_{10}), równą $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,

- ▶ względną prędkość ruchu powietrza (v'), związaną z poruszaniem się, równą $1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$,
- ▶ ciśnienie pary wodnej (vp) odpowiadające 50% wilgotności względnej (przy temperaturze $< 29^\circ\text{C}$) i równe 20 hPa przy temperaturze wyższej od 29°C .

Przy wyznaczaniu *UTCI* przyjęto 7 różnych parametrów fizjologicznych, istotnych dla prawidłowego funkcjonowania gospodarki cieplnej organizmu, dla których poszukiwano ekwiwalentnej temperatury *UTCI* (tab. 6.1). Poziom każdego z tych parametrów rozpatrywano po krótkiej (30 minut) i długiej (120 minut) ekspozycji. Parametry te były obliczane za pomocą wielowęzłowego modelu bilansu cieplnego człowieka Fiali (Błażejczyk i in. 2010; Fiala i in. 2012).

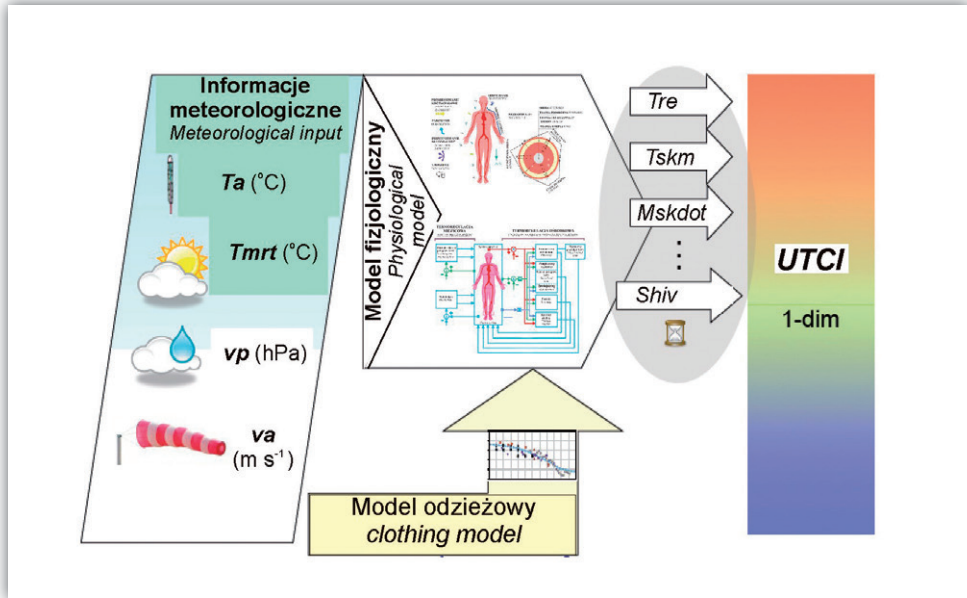
Tabela 6.1. Parametry fizjologiczne uwzględnione przy tworzeniu wskaźnika *UTCI*
Table 6.1. Physiological parameters applied in *UTCI*

Lp.	Parametr fizjologiczny <i>Physiological parameter</i>	Symbol	Wymiar <i>Unit</i>
1.	Temperatura rektalna <i>Rectal temperature</i>	<i>Tre</i>	$^\circ\text{C}$
2.	Średnia temperatura skóry <i>Mean skin temperature</i>	<i>Tskm</i>	$^\circ\text{C}$
3.	Temperatura skóry twarzy <i>Face skin temperature</i>	<i>Tskfc</i>	$^\circ\text{C}$
4.	Wydzielanie potu <i>Sweating</i>	<i>Mskdot</i>	$\text{g}\cdot\text{min}^{-1}$
5.	Ciepło wytworzone w termogenezie drżeniowej <i>Shivering thermogenesis</i>	<i>Shiv</i>	W
6.	Uwilgotnienie skóry <i>Skin wettedness</i>	<i>WettA</i>	% powierzchni ciała % of body area
7.	Skórny przepływ krwi <i>Skin blood flow</i>	<i>VblSk</i>	% wartości podstawowej % of basic value

Źródło *Source*: Błażejczyk i in. (2010).

Istotną cechą wskaźnika *UTCI* jest zastąpienie wielowymiarowych informacji wejściowych (t , Mrt , v_{10} , vp , v' , M) i wyjściowych (Tre , $Tskm$, $Tskfc$, $Mskdot$, $Shiv$, $WettA$, $VblSk$) modelu Fiali jednowymiarową wartością (wyrażoną w stopniach Celsjusza), która zawiera podobny ładunek informacji o procesach fizjologicznych istotnych z punktu widzenia funkcjonowania organizmu człowieka w zmieniających się warunkach termicznych (ryc. 6.2).

W odróżnieniu od większości wskaźników biotermicznych, które są dostosowane do oceny tzw. odczuć cieplnych człowieka (np. *PST*), wskaźnik *UTCI* ilustruje obiektywne zmiany parametrów fizjologicznych organizmu, zachodzące pod wpływem warunków środowiskowych. Wartości wskaźnika *UTCI* są zatem miarą obciążeń cieplnych organizmu (tab. 6.2). Poszczególne progi *UTCI* są wyznaczone na podstawie istotnych zmian parametrów fizjologicznych. W zakresie warunków ciepła najistotniejszy jest poziom temperatury skóry i temperatury wewnętrznej oraz tempo wydzielania potu. W warunkach zimna najważniejszymi parametrami fizjologicznymi są zmiany temperatury ciała, zwłaszcza dłoni i twarzy, oraz proces termogenezy drżeniowej, tzn. odruchowego drgania mięśni szkieletowych.



Rycina 6.2. Koncepcja przejścia od wielowymiarowego pola informacji meteorologiczno-fizjologicznej do jednowymiarowego wskaźnika *UTCI*

Ta – temperatura powietrza, *Tmrt* – średnia temperatura promieniowania, *vp* – ciśnienie pary wodnej, *va* – prędkość wiatru

Figure 6.2. Concept of transient from multi-dimensional meteorological and physiological information to one-dimensional *UTCI*

Ta – air temperature, *Tmrt* – mean radiant temperature, *vp* – vapour pressure, *va* – wind speed

Źródło Source: Błażejczyk i in. (2010).

Jak wspomniano wyżej, *UTCI* jest wskaźnikiem oceniającym obciążenia cieplne powodowane przez warunki atmosferyczne (promieniowanie słoneczne, temperatura i wilgotność powietrza, prędkość wiatru) i wywołujące określone reakcje dostosowawcze organizmu. Dlatego też ma on ogromne znaczenie w ocenie warunków klimatoterapii (Błażejczyk i in. 2009) oraz skuteczności hartowania i usprawniania organizmu człowieka.

Średnie roczne wartości *UTCI* zmieniają się od 6,3°C w Regionie Pojeziernym do 11,6°C w Regionie Sudeckim. W przypadku skrajnych wartości wskaźnika zaznacza się wyraźnie mniejsze zróżnicowanie wartości maksymalnych niż minimalnych. O ile latem $UTCI_{max}$ zmienia się od 38,5°C w Regionie Południowo-wschodnim do 44,4°C w Regionie Sudeckim (zakres zmienności około 6°C), o tyle zimą $UTCI_{min}$ zmienia się od -45,4°C w Regionie Karpackim do -29,2°C w Regionie Sudeckim (zakres około 16°C, tab. 6.3). Podobne różnice pomiędzy letnimi i zimowymi ekstremami *UTCI* stwierdzili na obszarze Europy K. Błażejczyk i A. Kunert (2010).

Tabela 6.2. Skala oceny obciążeń cieplnych organizmu według wskaźnika *UTCI*
 Table 6.2. Assessment scale of *UTCI*

<i>UTCI</i> (°C)	Obciążenie cieplne <i>Heat stress category</i>	Sposób przeciwdziałania <i>Recommendations for protection</i>
> 46,0	Niezośny stres ciepła <i>Extreme heat stress</i>	Niezbędne okresowe schładzanie organizmu, konieczne uzupełnianie płynów > 0,5 l/godz. Należy unikać dużego wysiłku fizycznego. <i>Periodical cooling and drinking > 0.5 l/h necessary. Stay without activity.</i>
38,1 - 46,0	Bardzo silny stres ciepła <i>Very strong heat stress</i>	Konieczne okresowe korzystanie z pomieszczeń klimatyzowanych i/lub miejsc zacienionych, niezbędne uzupełnianie płynów > 0,5 l/godz. Należy ograniczyć wysiłek fizyczny. <i>Periodical use of air conditioning or shaded sites and drinking > 0.5 l/h necessary. Reduce activity.</i>
32,1 - 38,0	Silny stres ciepła <i>Strong heat stress</i>	Niezbędne uzupełnianie płynów 0,25 l/godz., pożądane korzystanie z miejsc zacienionych i okresowe zmniejszanie wysiłku fizycznego. <i>Drinking > 0.25 l/h necessary, use shade places and reduce activity.</i>
26,1 - 32,0	Umiarkowany stres ciepła <i>Moderate heat stress</i>	Niezbędne uzupełnianie płynów 0,25 l/godz. <i>Drinking > 0.25 l/h necessary.</i>
9,1 - 26,0	Brak obciążeń cieplnych <i>No thermal stress</i>	Fizjologiczne procesy termoregulacji są wystarczające do zachowania komfortu cieplnego. <i>Physiological thermoregulation sufficient to keep comfort.</i>
0,1 - 9,0	Łagodny stres zimna <i>Slight cold stress</i>	Pożądane używanie rękawiczek i nakrycia głowy. <i>Use gloves and cap.</i>
-12,9 - 0,0	Umiarkowany stres zimna <i>Moderate cold stress</i>	Należy zwiększyć wysiłek fizyczny oraz chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem. <i>Increase activity, protect extremities and face against cooling.</i>
-26,9 - -13,0	Silny stres zimna <i>Strong cold stress</i>	Należy zwiększyć wysiłek fizyczny oraz chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem. Pożądane zwiększenie termoizolacyjności odzieży. <i>Strongly increase activity, protect face and extremities. Use better insulated clothing.</i>
-39,9 - -27,0	Bardzo silny stres zimna <i>Very strong cold stress</i>	Należy zwiększyć wysiłek fizyczny oraz chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem. Niezbędne zwiększenie termoizolacyjności odzieży i ograniczenie czasu przebywania w terenie otwartym. <i>Strongly increase activity, protect face and extremities. Use better insulated clothing. Reduce stay outdoor.</i>
≤ -40,0	Niezośny stres zimna <i>Extreme cold stress</i>	Czas przebywania ograniczyć do niezbędnego minimum. Niezbędne zwiększenie termoizolacyjności i wiatrochronności odzieży. <i>Stay indoor or use heavy, wind protected clothing.</i>

UTCI pomiędzy 18 a 26°C w pełni odpowiadają warunkom termoneutralnym definiowanym przez słownik terminów termofizjologicznych (Glossary... 2003) jako: „temperatura otoczenia, w której człowiek ubrany w odpowiednią odzież może przebywać bezpiecznie przez nieograniczony czas”.

UTCI between 18 and 26°C may comply closely with the definition of the “thermal comfort zone” supplied in the Glossary... (2003) as: “The range of ambient temperatures within which a human in specified clothing expresses indifference to the thermal environment for an indefinite period”.

Źródło Source: Błażejczyk i in. (2010).

Porównując poszczególne regiony bioklimatyczne z punktu widzenia rocznego przebiegu wartości *UTCI* można zauważyć, że są one mało zróżnicowane (ryc. 6.3). Dotyczy to zwłaszcza średnich i maksymalnych wartości dekadowych *UTCI* występujących w kolejnych regionach. Średnie wartości wskaźnika wahają się zimą od około -13°C w Regionie Południowo-wschodnim do około 0°C w Regionie Sudeckim. Niemniej, we wszystkich regionach średnie wartości *UTCI* zimą znajdują się w kategorii „umiarkowany stres zimna”. W celu zminimalizowania zagrożeń związanych z długotrwałą ekspozycją organizmu na działanie czynników atmosferycznych niezbędne jest zwiększenie wysiłku fizycznego oraz chronienie kończyn i twarzy przed wychłodzeniem. Latem zakres zmienności średnich wartości wskaźnika jest wyjątkowo mały i mieści się w kategorii „brak obciążeń cieplnych”, w strefie pełnego komfortu cieplnego (ryc. 6.3).

Tabela 6.3. Średnie roczne, najwyższe (max) i najniższe (min) wartości wskaźnika obciążeń cieplnych *UTCI* w poszczególnych regionach bioklimatycznych (1991–2000)

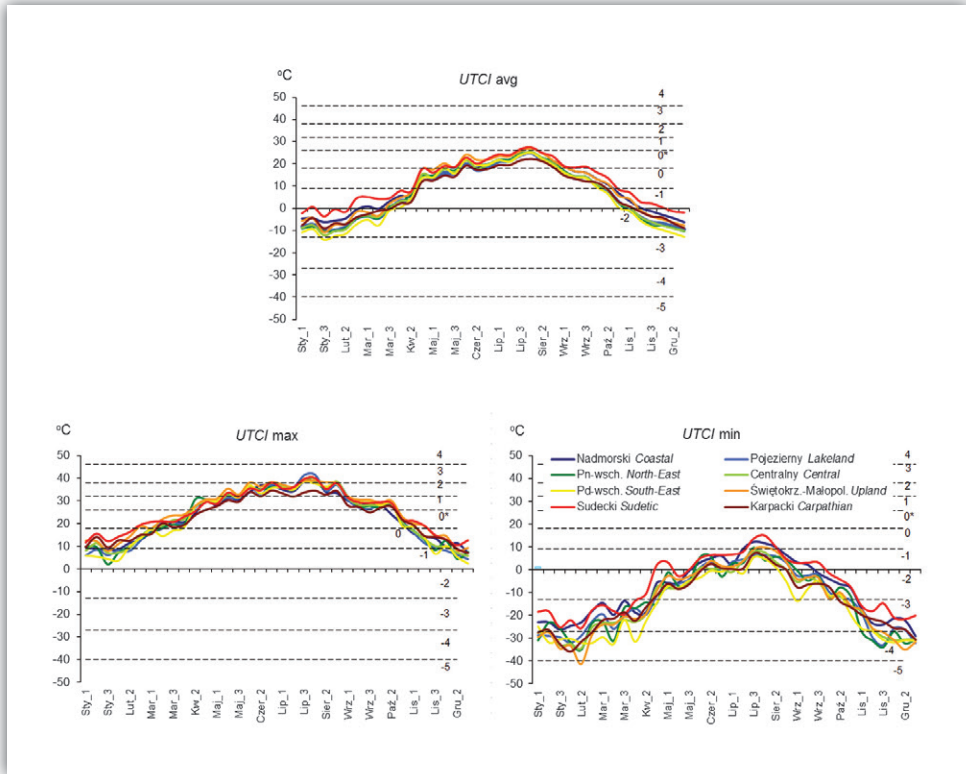
Table 6.3. Mean annual, the highest (max) and the lowest (min) values of Universal Thermal Climate Index (*UTCI*) in particular bioclimatic regions (1991–2000)

Region	<i>UTCI</i>		
	średnia <i>mean</i>	max	min
Nadmorski <i>Coastal</i>	8,7	42,3	-33,9
Pojezierny <i>Lakeland</i>	6,3	42,7	-35,4
Północno-wschodni <i>North-East</i>	6,6	39,2	-35,0
Centralny <i>Central</i>	6,5	41,1	-44,2
Południowo-wschodni <i>South-East</i>	5,3	38,5	-32,6
Świętokrzysko-małopolski <i>Upland</i>	8,9	39,8	-44,2
Sudecki <i>Sudetic</i>	11,6	44,4	-29,2
Karpacki <i>Carpathian</i>	6,4	40,3	-45,4

Mimo stosunkowo łagodnych średnich wartości *UTCI*, można się na obszarze Polski liczyć ze znacznymi jego wahaniami. Zimą maksymalne wartości wskaźnika wzrastają do poziomu 2–15°C i znajdują się w górnym zakresie kategorii „łagodny stres zimna” oraz w strefie subkomfortu kategorii „brak obciążeń cieplnych”. Latem najwyższe wartości *UTCI* mogą sięgać około 40°C, co wskazuje na „bardzo silny stres ciepła”. Niemniej, w każdej dekadzie okresu letniego maksima *UTCI* przekraczają 32°C, co świadczy o występowaniu „silnego stresu ciepła” (tab. 6.4). Wiąże się to z koniecznością uzupełniania płynów w ilości 0,25–0,5 l/godz., a okresowo pożądane jest korzystanie z miejsc zacienionych i zmniejszenie wysiłku fizycznego (ryc. 6.3).

W stosunku do średnich i maksymalnych *UTCI* nieco bardziej zróżnicowane są wartości minimalne wskaźnika. Zimą mogą one w większości regionów spaść nawet poniżej -27°C, co mówi o panowaniu „bardzo silnego stresu zimna”. Aby zmniejszyć ryzyko wychłodzenia, należy zwiększyć wtedy wysiłek fizyczny, chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem, zwiększyć termoizolacyjność odzieży i ograniczyć czas przebywania w terenie otwartym. Jedynie w regionach Nadmorskim i Sudeckim minimalne wartości *UTCI* wynoszą od -20 do -26°C, co mieści się w kategorii „silny stres zimna”; zmusza to człowieka do opisanych wyżej zachowań, jednak bez konieczności ograniczenia czasu przebywania w terenie otwartym. Latem natomiast należy w niektóre dni liczyć się ze spadkiem *UTCI* do około 0°C. We wszystkich regionach obciążenia cieplne organizmu mogą się znaleźć w kategorii „łagodny stres zimna” (ryc. 6.3).

Przy planowaniu zabiegów klimatoterapeutycznych ważne są informacje nie tylko o możliwym zakresie wartości danego wskaźnika, ale także o tym, jak częściej konkretne sytuacje mogą się pojawiać. Dlatego też temu właśnie zagadnieniu



Rycina 6.3. Przebieg roczny średnich (avg), najwyższych (max) i najniższych (min) dekadowych wartości *UTCI* w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

4 – nieznosny stres ciepła, 3 – bardzo silny stres ciepła, 2 – silny stres ciepła, 1 – umiarkowany stres ciepła, 0 – brak obciążeń cieplnych (0* – strefa komfortu cieplnego), -1 – łagodny stres zimna, -2 – umiarkowany stres zimna, -3 – silny stres zimna, -4 – bardzo silny stres zimna, -5 – nieznosny stres zimna

Figure 6.3. Annual course of mean (avg), maximum (max) and minimum (min) 10-days values of *UTCI* in particular bioclimatic regions, 1991–2000

4 – extreme heat stress, 3 – very strong heat stress, 2 – strong heat stress, 1 – moderate heat stress, 0 – no thermal stress (0* – heat comfort range), -1 – slight cold stress, -2 – moderate cold stress, -3 – strong cold stress, -4 – very strong cold stress, -5 – extreme cold stress

zostanie poświęcona specjalna uwaga. Częstość występowania różnych kategorii wskaźnika obciążeń cieplnych w poszczególnych regionach jest o wiele bardziej zróżnicowana przestrzennie niż ma to miejsce w przypadku samych wartości *UTCI*.

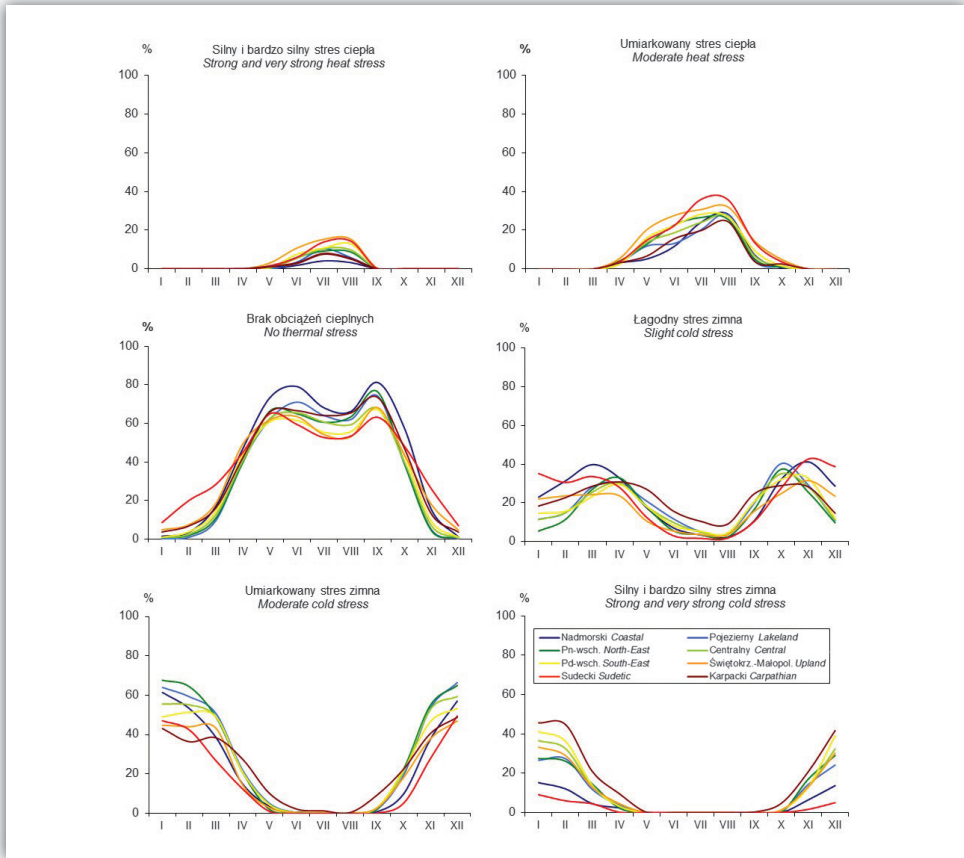
Silny i bardzo silny stres ciepła wiąże się z koniecznością intensywnego dostosowywania się organizmu do warunków otoczenia, głównie poprzez wzrost temperatury ciała i zwiększenie wydzielania potu do 0,5 l/godzinę. Niepożądanymi skutkami takich warunków są stopniowy wzrost temperatury wewnętrznej oraz zmniejszenie gradientu temperatury pomiędzy wnętrzem i powierzchnią ciała do < 1°C, co utrudnia odprowadzanie ciepła do otoczenia, a w konsekwencji prowadzi do przegrzania organizmu. Aby zminimalizować niepożądane skutki przebywania



w takich warunkach, należy okresowo korzystać z pomieszczeń klimatyzowanych lub miejsc zacienionych. Niezbędne jest uzupełnianie płynów o 0,5 l lub więcej na godzinę. Należy bezwzględnie ograniczyć wysiłek fizyczny. Takie właśnie warunki mogą się pojawiać od maja do września. Z uwagi na wskazane wyżej skutki fizjologiczne silnego stresu ciepła, w dniach jego występowania należy bezwzględnie unikać korzystania z terenoterapii. Najczęściej dni z silnym i bardzo silnym stresem ciepła notuje się w regionach Sudeckim i Świętokrzysko-małopolskim; w lipcu i sierpniu występuje tam z częstością 14–15% (4–5 dni w miesiącu). Najrzadziej, bo tylko 2 dni w lipcu i sierpniu, niebezpieczny stres ciepła może występować w Regionie Nadmorskim (ryc. 6.4).

W warunkach umiarkowanego stresu ciepła wydzielanie potu rozpoczyna się średnio po 30 minutach ekspozycji i zwiększa się wraz ze wzrostem *UTCI* od 0,1 do 0,25 l/godz. Należy w związku z tym uzupełniać płyny w tej właśnie ilości. Rozpoczyna się także proces podwyższania temperatury skóry i temperatury wewnętrznej. W dniach z umiarkowanym stresem ciepła należy unikać intensywnych form terenoterapii, zwłaszcza przez osoby starsze oraz chore na astmę i z problemami kardiologicznymi. Warunki umiarkowanego stresu ciepła mogą występować od kwietnia do października, ale ich częstość jest największa latem. W Regionie Sudeckim wynosi ona w lipcu i sierpniu aż po około 36% dni w miesiącu, natomiast w Regionie Karpackim tylko około 20–25%. Z ponad 30-procentową częstością dni z umiarkowanym stresem ciepła notuje się w Regionie Świętokrzysko-małopolskim. W pozostałych częściach Polski częstość dni z umiarkowanym stresem ciepła waha się latem od 12–13% w czerwcu w regionach Nadmorskim i Pojeziernym do 28% w sierpniu w tych właśnie regionach i w lipcu w Regionie Południowo-wschodnim (tab. 6.4).

Najbardziej pożądane dla kuracjuszy, zwłaszcza starszych lub w okresie rekonwalescencji są sytuacje biotermiczne niepowodujące obciążeń cieplnych. W warunkach klimatycznych Polski występują one stosunkowo często. Pojawiają się w każdym z miesięcy roku, jednak najczęściej od maja do września. Szczególnie uprzywilejowany jest Region Nadmorski, gdzie w tym właśnie okresie warunki termoneutralne dotyczą od 66% dni w sierpniu do 81% dni we wrześniu. Także w kwietniu i październiku dni z brakiem obciążeń cieplnych są nad Bałtykiem częste, odpowiednio 47 i 57% dni w miesiącu. Względnie mało dni termoneutralnych notuje się w cieplej połowie roku w Regionie Sudeckim. Region ten jest natomiast uprzywilejowany w sezonie zimowym, gdy dni z brakiem obciążeń cieplnych jest stosunkowo dużo. Warto także zaznaczyć, że we wszystkich regionach bioklimatycznych obserwuje się dwa maksima częstości takich sytuacji biotermicznych, w maju i wrześniu, oraz wyraźne obniżenie ich częstości w lipcu i sierpniu. Dzieje się tak dlatego, że latem zwiększa się częstość dni z umiarkowanym, silnym i bardzo silnym stresem ciepła (tab. 6.4).



Rycina 6.4. Częstość (w miesiącach) sytuacji biotermicznych cechujących się różnymi rodzajami obciążeń cieplnych organizmu zdefiniowanym na podstawie wskaźnika *UTCI* w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

Figure 6.4. Frequency (in months) of days with various heat/cold stress categories (due to *UTCI*) in particular bioclimatic regions, 1991–2000

Przy umiarkowanym stresie zimna organizm uruchamia mechanizmy adaptacyjne, które mają zabezpieczyć przed jego wychłodzeniem. Zmniejsza się wtedy skórny przepływ krwi, co prowadzi do obniżenia temperatury odsłoniętych części ciała. W przypadku twarzy po 2 godzinach ekspozycji temperatura skóry może spaść poniżej 15°C , wywołując uczucie bólu. Przy *UTCI* około -10°C rozpoczyna się spadek temperatury wewnętrznej. Wystarczającymi środkami przeciwdziałania takim sytuacjom jest zwiększenie wysiłku fizycznego oraz chronienie kończyn i twarzy przed wychładzaniem. Umiarkowany stres zimna zaczyna się pojawiać we wrześniu, kulminacja jego częstości następuje w miesiącach zimowych. 1–2 dni z umiarkowanym stresem zimna mogą występować jeszcze w maju. Znaczne jest zróźnicowanie

regionalne takich sytuacji biotermicznych, zwłaszcza zimą. Najczęściej notuje się je w regionach Północno-wschodnim i Pojeziernym (ponad 60% dni w miesiącach zimowych), najrzadziej natomiast w regionach: Karpackim, Sudeckim i Świętokrzysko-małopolskim (tab. 6.4).

W przypadku silnego i bardzo silnego stresu zimna wyraźnie nasilają się niekorzystne reakcje na takie warunki. Postępuje zmniejszenie skórno przepływu krwi i następuje szybki spadek temperatury odsłoniętych części ciała, nawet do 7°C, co powoduje ból i uczucie drętwienia. Temperatura wewnętrzna zaczyna się obniżać w tempie 0,1–0,2°C na godzinę. Jest to sygnałem do rozpoczęcia tzw. termogenezy drżeniowej, czyli produkcji ciepła w wyniku odruchowych drgań mięśni. Reakcje fizjologiczne powinny być uzupełnione zwiększeniem wysiłku fizycznego. Silny stres zimna predysponuje do stosowania aktywnej terenoterapii. Należy jednak pamiętać o konieczności zwiększenia termoizolacyjności noszonej odzieży. Przy bardzo silnym stresie zimna trzeba natomiast ograniczyć czas przebywania w terenie otwartym. Sytuacje z co najmniej silnym stresem zimna mogą się w Polsce pojawiać od października (a sporadycznie nawet od września) do kwietnia, a ich kulminacja następuje oczywiście zimą. Duże są regionalne różnice częstości takich sytuacji biotermicznych: tylko przez około 10–15% dni zimowych notuje się je w regionach Sudeckim i Nadmorskim, natomiast w regionach Karpackim i Południowo-wschodnim ich częstość przekracza 40% (tab. 6.4).

Tabela 6.4. Wartości średnie, najwyższe (max) i najniższe (min) wskaźnika obciążeń cieplnych człowieka (*UTCI*, °C) oraz częstości (%) jego wybranych kategorii (1991–2000)

Table 6.4. Mean, the highest (max) and the lowest (min) values of Universal Thermal Climate Index (*UTCI*) as well as frequencies (%) of its selected categories (1991–2000)

English explanations of the characteristics are on the bottom of the table

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000, ⁽³⁾ 1993–2000

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION NADMORSKI COASTAL REGION													
Kołobrzeg													
Średnia Mean	-1,2	0,5	5,2	12,1	17,2	22,4	24,9	25,5	21,1	14,0	4,9	-1,3	12,1
Max	11,2	14,9	24,0	33,7	33,4	40,9	40,9	41,6	32,0	28,7	16,7	15,3	41,6
Min	-18,9	-18,8	-11,6	-9,6	-0,1	4,9	7,1	11,2	4,1	-1,9	-22,5	-26,5	-26,5
<i>UTCI</i> > 32°C	.	.	.	0,4	0,4	2,6	5,3	5,7	0,4	.	.	.	1,2
<i>UTCI</i> 9–26°C	2,2	5,9	26,9	64,4	88,5	78,9	61,3	52,8	85,2	78,2	25,6	1,9	47,6
<i>UTCI</i> < -13°C	3,5	3,0	.	.	.	.	.	.	.	.	1,1	5,3	1,1
Koszalin													
Średnia Mean	-8,0	-7,6	-2,0	6,5	13,0	16,5	19,7	20,2	14,3	6,9	-2,2	-6,7	5,9
Max	7,4	11,4	22,5	31,2	30,6	38,2	40,9	42,3	30,4	26,8	14,4	8,6	42,3

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Min	-25,8	-29,0	-23,0	-23,5	-16,0	-0,9	-8,8	0,3	-9,9	-10,2	-24,2	-27,7	-29,0
UTCI > 32°C	.	.	.	.	.	2,3	6,0	3,3	.	.	.	.	1,0
UTCI 9-26°C	.	0,8	10,2	32,3	57,9	70,3	67,9	68,8	74,3	37,1	5,3	.	35,4
UTCI < -13°C	21,6	18,9	8,8	2,7	0,7	.	.	.	.	.	7,3	16,3	6,4
Gdańsk													
Średnia Mean	-6,0	-3,5	0,5	7,1	13,7	19,1	22,4	23,0	16,0	9,7	-0,6	-5,6	8,0
Max	10,7	15,0	19,1	27,2	29,6	36,0	34,2	36,1	28,1	29,3	16,0	10,2	36,1
Min	-33,9	-28,6	-24,8	-28,6	-5,1	4,9	8,8	8,0	-5,2	-12,6	-31,2	-33,1	-33,9
UTCI > 32°C	.	.	.	.	.	0,7	1,2	1,0	.	.	.	.	0,2
UTCI 9-26°C	2,3	3,9	14,1	44,0	73,3	88,0	75,1	76,6	84,0	56,7	14,7	1,3	44,5
UTCI < -13°C	17,3	13,2	4,9	3,3	.	.	.	.	.	.	9,0	17,9	5,5
REGION POJEZIERNY LAKELAND REGION													
Szczecin													
Średnia Mean	-8,3	-7,5	-2,1	7,5	15,4	18,6	22,6	22,5	15,0	7,6	-3,4	-8,2	6,6
Max	8,2	11,1	22,3	30,1	31,1	37,3	42,1	42,7	31,4	30,1	14,7	10,7	42,7
Min	-28,3	-35,4	-24,5	-18,6	-5,8	0,6	1,4	3,8	-1,4	-11,3	-30,7	-30,4	-35,4
UTCI > 32°C	.	.	.	.	.	4,3	12,1	7,2	.	.	.	.	2,0
UTCI 9-26°C	.	1,5	11,2	41,7	61,9	70,0	60,4	59,8	76,0	40,0	5,3	0,3	35,7
UTCI < -13°C	24,4	23,5	8,6	2,7	.	.	.	.	.	.	10,7	21,7	7,6
Olsztyn													
Średnia Mean	-8,6	-7,7	-3,3	7,0	14,6	18,4	21,4	21,8	14,2	6,3	-3,9	-7,9	6,0
Max	9,0	13,8	22,1	30,9	31,7	36,8	40,6	40,3	29,4	27,5	17,6	5,4	40,6
Min	-33,2	-30,2	-27,4	-20,9	-10,1	-2,3	2,9	2,5	-6,3	-15,6	-35,3	-33,9	-35,3
UTCI > 32°C	.	.	.	.	.	2,7	8,6	4,6	.	.	.	.	1,3
UTCI 9-26°C	.	0,4	8,0	39,3	62,1	72,0	67,8	64,0	72,3	37,4	4,3	.	35,6
UTCI < -13°C	25,0	26,0	14,2	5,0	.	.	.	.	.	0,9	14,0	23,0	9,0
REGION PÓLNOOCNO-WSCHODNI NORTH-EAST REGION													
Białystok													
Średnia Mean	-9,2	-7,9	-2,4	7,8	16,5	20,6	22,8	22,9	15,0	6,9	-4,4	-9,0	6,6
Max	9,9	13,4	19,6	30,7	32,8	36,1	39,2	38,4	31,8	28,5	17,0	12,3	39,2
Min	-31,0	-35,0	-31,2	-16,8	-7,2	-2,9	2,8	4,2	-4,8	-12,1	-33,9	-32,2	-35,0
UTCI > 32°C	.	.	.	.	0,6	6,0	9,2	8,8	.	.	.	.	2,1
UTCI 9-26°C	0,7	1,9	10,8	39,7	66,3	65,0	60,5	63,3	76,3	39,0	4,3	0,7	35,7
UTCI < -13°C	26,2	22,2	13,1	2,3	.	.	.	.	.	.	15,0	24,6	8,6
REGION CENTRALNY CENTRAL REGION													
Katowice													
Średnia Mean	-8,1	-5,9	-0,8	9,2	17,1	20,8	23,3	23,9	16,5	8,8	-0,5	-7,4	8,1
Max	12,1	15,8	21,9	28,1	32,2	37,2	39,1	39,2	31,6	30,0	17,1	11,0	39,2
Min	-38,2	-36,3	-22,3	-11,5	-4,4	2,1	4,6	-0,2	-6,6	-12,3	-22,3	-35,7	-38,2
UTCI > 32°C	.	.	.	.	0,7	6,3	10,2	11,4	.	.	.	.	2,4

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
UTCI 9-26°C	1,7	2,7	15,7	50,3	70,7	71,0	58,9	54,6	74,7	48,1	10,7	0,7	38,3
UTCI < -13°C	26,7	19,3	6,9	.	.	.	.	.	.	.	3,7	21,4	6,5
Łódź													
Średnia Mean	-10,2	-8,9	-2,7	6,7	15,5	19,0	21,8	22,5	14,5	6,6	-4,1	-9,5	5,9
Max	11,0	13,0	21,8	27,8	32,1	37,6	39,6	39,5	29,9	30,4	16,4	10,4	39,6
Min	-30,6	-32,0	-30,2	-26,5	-11,5	-3,6	-3,4	-2,6	-10,1	-16,3	-30,5	-32,8	-32,8
UTCI > 32°C	.	.	.	.	0,3	4,7	9,6	10,2	.	.	.	.	2,1
UTCI 9-26°C	0,3	2,4	13,8	38,3	60,9	63,7	62,0	58,6	70,0	37,3	5,7	0,7	34,5
UTCI < -13°C	36,7	31,6	14,4	5,0	.	.	.	.	.	1,2	14,3	30,7	11,2
Płock													
Średnia Mean	-10,8	-9,4	-3,9	6,4	15,1	19,0	22,0	22,4	13,9	6,0	-5,2	-10,4	5,4
Max	11,3	15,2	19,8	29,8	32,7	37,9	39,7	39,9	31,1	28,6	17,7	6,5	39,9
Min	-30,1	-32,8	-29,6	-30,9	-12,7	-2,0	-1,3	4,8	-6,4	-16,5	-33,5	-32,1	-33,5
UTCI > 32°C	.	.	.	.	0,6	4,0	9,8	7,8	.	.	.	.	1,9
UTCI 9-26°C	0,3	1,2	9,3	35,7	61,6	64,7	63,9	60,5	67,0	36,3	5,3	.	33,8
UTCI < -13°C	37,6	34,4	15,6	4,3	.	.	.	.	.	0,9	16,3	33,7	11,9
Poznań													
Średnia Mean	-8,2	-7,1	-1,8	8,4	15,6	19,1	21,9	22,3	14,9	7,4	-2,7	-7,7	6,8
Max	11,7	12,2	21,8	30,5	32,2	39,1	40,1	40,6	31,9	27,4	15,9	10,7	40,6
Min	-28,9	-32,4	-24,7	-19,5	-15,2	0,8	-2,3	-3,1	-5,5	-19,4	-35,7	-31,1	-35,7
UTCI > 32°C	.	.	.	.	0,6	5,3	10,8	8,8	.	.	.	.	2,1
UTCI 9-26°C	1,7	3,0	13,7	43,7	62,3	68,3	57,8	58,7	70,7	39,7	8,0	0,3	35,7
UTCI < -13°C	30,5	23,7	10,5	1,7	0,3	.	.	.	.	0,3	9,3	23,4	8,3
Toruń													
Średnia Mean	-7,7	-6,2	-1,0	8,8	15,9	19,3	22,2	22,7	15,2	7,8	-2,7	-7,0	7,3
Max	9,7	11,5	20,8	30,7	31,9	37,0	39,9	39,7	30,5	28,1	15,4	8,9	39,9
Min	-28,1	-32,1	-22,4	-20,3	-8,0	0,9	-1,0	1,8	-3,3	-11,8	-26,8	-33,2	-33,2
UTCI > 32°C	.	.	.	.	.	4,3	11,2	7,8	.	.	.	.	1,9
UTCI 9-26°C	0,3	0,8	11,5	43,0	68,5	72,7	66,6	64,6	77,7	44,4	4,3	.	37,9
UTCI < -13°C	16,9	14,4	5,6	1,3	.	.	.	.	.	.	7,0	15,0	5,0
Warszawa													
Średnia Mean	-11,7	-10,3	-4,5	6,1	15,0	19,0	21,8	22,2	13,4	5,2	-5,8	-11,2	4,9
Max	13,3	15,4	19,6	29,8	31,5	38,8	40,1	41,1	30,4	28,6	16,6	8,1	41,1
Min	-38,3	-34,8	-28,7	-28,6	-11,0	-4,0	-3,3	-1,3	-9,5	-18,8	-34,8	-34,1	-38,3
UTCI > 32°C	.	.	.	.	.	4,7	10,5	7,2	.	.	.	.	1,9
UTCI 9-26°C	0,3	2,0	10,4	39,7	57,8	59,3	61,7	58,2	66,0	36,3	3,7	.	33,0
UTCI < -13°C	44,4	37,2	21,7	6,7	.	.	.	.	.	3,5	19,3	39,1	14,3
Wrocław													
Średnia Mean	-8,1	-6,4	-1,3	8,3	16,0	19,8	22,5	23,0	15,8	7,8	-1,5	-7,3	7,4
Max	14,7	16,4	23,2	30,5	33,0	38,1	40,3	39,8	31,6	29,3	18,2	12,4	40,3

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Min	-34,8	-32,7	-22,6	-19,8	-8,4	1,3	-1,7	0,6	-5,2	-13,1	-25,9	-31,9	-34,8
UTCI > 32°C	.	.	.	.	0,3	6,3	9,8	11,8	.	.	.	.	2,4
UTCI 9-26°C	2,0	4,9	13,4	43,0	60,3	66,0	57,4	56,8	72,0	42,6	8,0	1,3	35,6
UTCI < -13°C	29,6	21,4	9,5	0,7	.	.	.	.	.	0,3	8,0	25,0	7,9
Zielona Góra													
Średnia Mean	-11,0	-9,5	-3,3	7,5	16,6	21,4	23,4	23,4	15,1	6,8	-3,4	-11,4	6,3
Max	8,8	16,4	25,0	30,6	35,1	37,5	39,1	38,5	32,7	29,1	17,4	14,1	39,1
Min	-41,3	-44,2	-27,9	-25,7	-8,2	-6,7	0,0	1,1	-9,8	-18,5	-30,2	-34,9	-44,2
UTCI > 32°C	.	.	.	.	1,0	8,7	11,7	14,1	0,3	.	.	.	3,0
UTCI 9-26°C	.	2,7	15,5	44,3	61,3	57,0	53,4	54,5	62,3	43,3	10,3	0,7	33,8
UTCI < -13°C	43,7	36,8	16,8	5,7	.	.	.	.	.	2,5	14,7	42,4	13,5
REGION POŁUDNIOWO-WSCHODNI SOUTH-EAST REGION													
Lublin													
Średnia Mean	-11,5	-10,4	-4,6	6,2	16,0	20,4	22,2	22,1	14,4	5,4	-5,0	-11,3	5,3
Max	5,8	13,5	17,3	30,4	33,6	36,8	38,5	37,6	31,5	28,9	18,5	10,3	38,5
Min	-31,9	-32,1	-32,6	-31,6	-7,9	-3,5	-1,6	-5,1	-13,7	-19,7	-30,7	-31,9	-32,6
UTCI > 32°C	.	.	.	.	0,7	6,0	9,5	11,1	.	.	.	.	2,3
UTCI 9-26°C	.	1,9	9,2	37,3	62,7	60,7	62,1	63,1	69,0	36,9	6,3	0,3	34,1
UTCI < -13°C	43,4	39,2	21,4	6,3	.	.	.	.	0,3	1,5	20,0	40,4	14,4
REGION ŚWIĘTOKRZYSKO-MALOPOLSKI UPLAND REGION													
Busko-Zdrój ⁽³⁾													
Średnia Mean	-6,1	-5,7	-2,6	8,8	18,4	21,7	22,8	23,1	16,1	9,8	-1,1	-5,5	8,3
Max	15,6	19,0	23,0	31,5	35,8	39,0	38,5	38,5	31,6	31,1	21,8	13,1	39,0
Min	-28,7	-44,0	-24,5	-22,9	-9,2	-4,4	-3,4	-0,6	-4,7	-18,3	-30,8	-35,2	-44,0
UTCI > 32°C	.	.	.	.	5,7	11,3	14,7	13,9	.	.	.	.	3,8
UTCI 9-26°C	5,7	4,3	16,3	46,3	61,4	56,7	53,8	52,6	68,8	47,0	16,3	1,7	35,9
UTCI < -13°C	23,1	21,5	16,3	7,5	.	.	.	.	.	1,6	12,5	19,8	8,5
Kraków													
Średnia Mean	-3,8	-0,7	2,8	13,3	21,1	24,6	26,3	26,7	20,0	13,2	4,2	-2,0	12,1
Max	16,4	20,8	22,8	29,8	35,2	39,6	38,9	39,8	32,1	30,6	22,2	16,5	39,8
Min	-37,2	-35,5	-20,7	-15,9	0,3	5,3	7,4	9,8	0,9	-11,7	-21,0	-38,9	-38,9
UTCI > 32°C	.	.	.	.	2,6	12,3	19,5	18,3	0,3	.	.	.	4,4
UTCI 9-26°C	9,0	18,6	28,1	64,3	66,0	53,7	43,4	39,6	70,3	61,6	32,3	11,5	41,5
UTCI < -13°C	21,2	12,9	4,3	0,7	.	.	.	.	.	.	5,3	12,5	4,7
Rzeszów													
Średnia Mean	-11,0	-9,5	-3,3	7,5	16,6	21,4	23,4	23,4	15,1	6,8	-3,4	-11,4	6,3
Max	8,8	16,4	25,0	30,6	35,1	37,5	39,1	38,5	32,7	29,1	17,4	14,1	39,1
Min	-41,3	-44,2	-27,9	-25,7	-8,2	-6,7	0,0	1,1	-9,8	-18,5	-30,2	-34,9	-44,2
UTCI > 32°C	.	.	.	.	1,0	8,7	11,7	14,1	0,3	.	.	.	3,0
UTCI 9-26°C	.	2,7	15,5	44,3	61,3	57,0	53,4	54,5	62,3	43,3	10,3	0,7	33,8
UTCI < -13°C	43,7	36,8	16,8	5,7	.	.	.	.	.	2,5	14,7	42,4	13,5

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION SUDECKI SUDETIK REGION													
Głucholązy													
Średnia Mean	2,4	4,5	7,3	14,1	21,1	25,0	27,3	27,6	21,4	15,2	7,8	2,6	14,7
Max	17,4	22,7	24,8	31,8	34,6	39,1	43,3	44,4	31,9	30,1	21,7	15,7	44,4
Min	-26,9	-25,2	-17,8	-12,1	-1,2	6,6	8,0	6,1	2,0	-11,2	-18,0	-29,2	-29,2
UTCI > 32°C	.	.	.	.	3,8	10,3	18,6	20,4	.	.	.	.	4,4
UTCI 9-26°C	23,5	37,1	50,6	69,7	67,8	54,3	33,8	35,0	73,7	74,4	53,3	21,2	49,5
UTCI < -13°C	6,6	4,7	2,3	.	.	.	.	.	.	.	2,0	3,2	1,6
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	-1,2	1,4	5,7	12,7	19,0	22,7	26,1	25,8	18,9	12,6	3,4	-1,3	12,2
Max	17,6	19,9	22,6	29,7	34,2	40,5	40,7	38,7	31,2	29,3	22,1	12,3	40,7
Min	-22,4	-25,7	-19,8	-9,2	2,4	8,2	9,2	8,8	-0,5	-4,2	-20,1	-24,8	-25,7
UTCI > 32°C	.	.	.	.	1,9	5,7	18,2	18,5	.	.	.	.	3,7
UTCI 9-26°C	4,2	21,9	39,7	55,7	67,7	64,3	41,7	41,6	76,2	63,6	20,5	3,8	41,7
UTCI < -13°C	7,2	3,8	1,9	.	.	.	.	.	.	.	1,0	2,3	1,3
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	-4,1	-1,2	2,7	8,9	15,7	19,5	23,2	23,7	17,3	11,6	2,5	-2,5	9,8
Max	13,7	18,4	20,4	28,2	32,9	37,3	37,4	38,7	31,4	30,2	20,6	13,1	38,7
Min	-25,8	-27,7	-21,0	-18,4	-6,2	2,5	3,9	2,1	0,5	-10,1	-19,4	-18,6	-27,7
UTCI > 32°C	.	.	.	.	0,5	3,8	9,4	9,4	.	.	.	.	1,9
UTCI 9-26°C	3,3	13,3	25,0	48,1	71,7	78,1	59,1	58,0	77,1	57,8	18,6	1,4	42,6
UTCI < -13°C	11,4	6,9	7,0	0,5	.	.	.	.	.	.	1,9	6,8	2,9
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	-4,1	-1,2	2,7	8,9	15,7	19,5	23,2	23,7	17,3	11,6	2,5	-2,5	9,8
Max	13,7	18,4	20,4	28,2	32,9	37,3	37,4	38,7	31,4	30,2	20,6	13,1	38,7
Min	-25,8	-27,7	-21,0	-18,4	-6,2	2,5	3,9	2,1	0,5	-10,1	-19,4	-18,6	-27,7
UTCI > 32°C	.	.	.	.	0,5	3,8	9,4	9,4	.	.	.	.	1,9
UTCI 9-26°C	3,3	13,3	25,0	48,1	71,7	78,1	59,1	58,0	77,1	57,8	18,6	1,4	42,6
UTCI < -13°C	11,4	6,9	7,0	0,5	.	.	.	.	.	.	1,9	6,8	2,9
REGION KARPACKI CARPATHIAN REGION													
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	-1,4	1,4	5,4	10,8	18,1	23,2	25,7	25,1	17,4	14,2	4,8	-1,2	11,9
Max	15,3	19,1	23,5	29,8	35,8	38,7	34,9	36,2	31,4	30,7	23,4	12,8	38,7
Min	-24,6	-31,2	-14,1	-10,1	-6,5	7,3	5,2	4,0	-3,5	-7,2	-7,6	-20,6	-31,2
UTCI > 32°C	.	.	.	.	3,7	7,6	20,4	11,7	.	.	.	.	3,6
UTCI 9-26°C	8,8	15,4	34,1	45,0	62,6	59,5	44,3	41,3	80,0	62,4	27,3	9,2	40,8
UTCI < -13°C	4,2	5,7	1,0	.	.	.	.	.	.	.	.	5,1	1,3
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾													
Średnia Mean	-11,6	-12,7	-8,2	-2,0	7,6	11,3	12,4	13,8	7,0	0,9	-7,7	-11,3	0,0
Max	12,6	10,0	13,7	17,9	23,8	27,2	28,2	29,6	24,4	23,3	16,3	13,8	29,6

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Min	-45,4	-45,4	-36,2	-37,3	-15,5	-11,9	-8,2	-8,5	-20,2	-30,2	-39,4	-41,0	-45,4
UTCI > 32°C	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
UTCI 9–26°C	1,3	1,5	3,2	13,0	43,8	58,3	70,5	78,2	41,7	24,8	6,0	1,7	28,7
UTCI < -13°C	42,0	48,2	31,8	16,3	0,7	.	.	.	1,0	11,6	30,7	44,5	18,9
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	-8,1	-6,4	-1,3	8,3	16,0	19,8	22,5	23,0	15,8	7,8	-1,5	-7,3	7,4
Max	14,7	16,4	23,2	30,5	33,0	38,1	40,3	39,8	31,6	29,3	18,2	12,4	40,3
Min	-34,8	-32,7	-22,6	-19,8	-8,4	1,3	-1,7	0,6	-5,2	-13,1	-25,9	-31,9	-34,8
UTCI > 32°C	.	.	.	.	.	1,4	3,1	4,3	.	.	.	.	0,7
UTCI 9–26°C	1,0	1,1	8,4	33,3	57,3	72,4	66,5	63,2	64,3	37,6	4,8	0,0	34,1
UTCI < -13°C	60,3	50,6	20,2	7,6	.	.	.	.	.	1,3	24,3	48,8	17,8

6.3. Temperatura odczuwalna

Temperatura odczuwalna (*PST*, w °C) jest wskaźnikiem odczuć cieplnych człowieka (Błażejczyk 2005; Błażejczyk i Kunert 2011). Powstają one w wyniku oddziaływania bodźców termicznych otoczenia na receptory ciepła i zimna rozmieszczone w skórze i uwzględniają proces adaptacji organizmu do aktualnych warunków termicznych, trwający 15–20 minut. Wskaźnik *PST* informuje o subiektywnie odbieranych odczuciach cieplnych:

<i>PST</i> (°C)	Subiektywne odczucie ciepłe:
poniżej -36,0	- mroźnie
od -36,0 do -16,1	- bardzo zimno
od -16,0 do 4,0	- zimno
od 4,1 do 14,0	- chłodno
od 14,1 do 24,0	- komfortowo
od 24,1 do 34,0	- ciepło
od 34,1 do 44,0	- gorąco
od 44,1 do 54,0	- bardzo gorąco
więcej niż 54,0	- upalnie.

Wartości *PST* są na obszarze Polski stosunkowo mało zróżnicowane. Średnie roczne wahają się od 1,6°C w Regionie Karpackim (gdzie uwzględniono stację tatrzańską na Hali Gąsienicowej) do 8,1°C w Regionie Sudeckim (o czym zdecydowało uwzględnienie stacji przedgórskiej w Głuchołazach). Znamienne jest, że skrajne wartości *PST* są w poszczególnych regionach bardzo do siebie zbliżone. Maksima oscylują pomiędzy 48 a 51°C, a minima pomiędzy -20 a -23°C (tab. 6.5).

Tabela 6.5. Średnie roczne, najwyższe (max) i najniższe (min) wartości temperatury odczuwanej fizjologicznie *PST* w poszczególnych regionach bioklimatycznych (1991–2000)

Table 6.5. Mean annual, the highest (max) and the lowest (min) values of Physiological Subjective Temperature (*PST*) in particular bioclimatic regions, 1991–2000

Region	<i>PST</i>		
	średnia <i>mean</i>	max	min
Nadmorski <i>Coastal</i>	6,8	49,8	-19,7
Pojezierny <i>Lakeland</i>	3,3	49,8	-22,5
Północno-wschodni <i>North-East</i>	3,6	47,9	-21,9
Centralny <i>Central</i>	4,0	50,2	-22,5
Południowo-wschodni <i>South-East</i>	3,2	47,9	-21,1
Świętokrzysko-małopolski <i>Upland</i>	8,1	50,8	-23,4
Sudecki <i>Sudetic</i>	7,5	51,2	-20,6
Karpacki <i>Carpathian</i>	1,6	49,3	-23,3

W przebiegu rocznym średnich wartości *PST* zaznacza się pewne zróżnicowanie w półroczu ciepłym. Najniższe wartości wskaźnika są wtedy notowane w Regionie Karpackim, a najwyższe w Regionie Świętokrzysko-małopolskim. W pozostałych regionach wartości *PST* są do siebie bardzo podobne. Zakres roczny średnich wartości wskaźnika zmienia się od około -13°C zimą do 26–32°C w sierpniu. W przypadku skrajnych wartości *PST* wyróżniają się regiony: Karpacki (w odniesieniu do maksimum wskaźnika, gdzie jest ono najniższe) oraz Nadmorski (w przypadku jego minimum, wyraźnie wyższego niż w pozostałych regionach). W poszczególnych sezonach zakres możliwych wartości *PST* jest duży. Zimą może on spadać do około -22°C (co wywołuje subiektywne odczucia „bardzo zimno”), ale także wynosić 3–6°C, kiedy odczucia cieplne wahają się pomiędzy „chłodno” i „zimno”. Latem wartości wskaźnika mogą sięgać 50°C („bardzo gorąco”), ale także spaść wręcz do -7°C, powodując pojawienie się odczuć „zimno” nawet w odzieży dostosowanej do panujących warunków termicznych (ryc. 6.5, tab. 6.6).

Przy ocenie warunków klimatu odczuwalnego istotny jest nie tylko możliwy zakres warunków środowiskowych, ale także informacja, jak często mogą występować określone sytuacje biotermiczne (ryc. 6.6). W przypadku wskaźnika *PST* są to informacje o subiektywnych odczuciach cieplnych człowieka. Sytuacje odczuwane jako „gorąco” i „bardzo gorąco” są w Polsce stosunkowo rzadkie. Występują od kwietnia do października, przy czym odczucia „bardzo gorąco” – tylko latem (z częstością nie przekraczającą w większości regionów 5%; tylko w regionach Sudeckim i Świętokrzysko-małopolskim sięga ona 10–13%). Częstość obydwu tych kategorii odczuć cieplnych waha się w miesiącach letnich od 19% w Regionie Karpackim do 42% w Świętokrzysko-małopolskim. Także sytuacje biotermiczne odczuwane jako „ciepło” ograniczają się do okresu kwiecień–październik. W większości regionów



Rycina 6.5. Przebieg roczny średnich (avg), najwyższych (max) i najniższych (min) dekadowych wartości PST w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

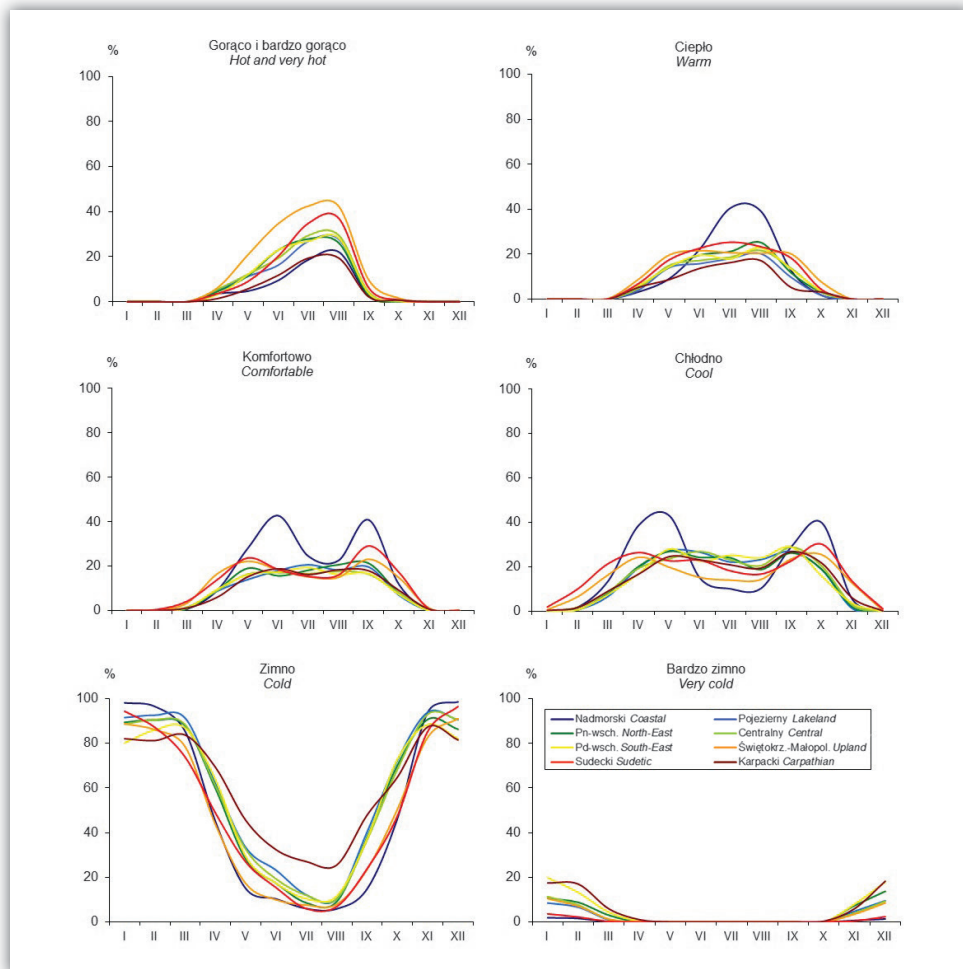
-3 - bardzo zimno, -2 - zimno, -1 - chłodno, 0 - komfortowo, 1 - ciepło, 2 - gorąco, 3 - bardzo gorąco

Figure 6.5. Annual course of mean (avg), maximum (max) and minimum (min) 10-days values of PST in particular bioclimatic regions, 1991–2000

-3 - very cold, -2 - cold, -1 - cool, 0 - comfortable, 1 - warm, 2 - hot, 3 - very hot

od maja do sierpnia warunki „ciepło” pojawiają się przez 10–25% dni w miesiącu. Jedynie w Regionie Nadmorskim występuje bardzo wyraźne maksimum częstotści takich stanów biotermicznych, obejmując w lipcu i sierpniu aż po 40% dni (ryc. 6.6).

W przypadku dwóch kategorii odczuć ciepłych, „komfortowo” i „chłodno”, typowy przebieg roczny ich częstotści w większości regionów składa się z dwóch równorzędnych maksimum (wiosennego i jesiennego) oraz dwóch minimum – głównego zimą oraz wtórnego latem. Najwyraźniej taki układ zmian sezonowych zaznacza się w Regionie Nadmorskim. Wiosenne maksimum częstotści odczuć „komfortowo” przypada w regionach: Sudeckim, Świątokrzysko-małopolskim i Północno-wschodnim w maju i wynosi wtedy 18–20%. W Regionie Nadmorskim maksimum to jest przesunięte na czerwiec i wynosi ponad 40%. Jesienne maksimum w wymienionych wyżej regionach przypada we wrześniu i charakteryzuje je podobna częstotść jak wiosną. W pozostałych regionach występuje wyraźne plateau, trwające od maja do września, częstotści sytuacji komfortowych (na poziomie około 17–20%). Sytuacje biotermiczne odczuwane jako „chłodno” we wszystkich



Rycina 6.6. Częstość (w miesiącach) różnych kategorii odczuć ciepłych wyznaczonych na podstawie wskaźnika *PST* w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

Figure 6.6. Frequency (in months) of days with various thermal sensations, due to *PST*, in particular bioclimatic regions, 1991–2000

regionach cechują się maksimum wiosennym przypadającym na kwiecień lub maj i wynoszącym od 25% (większość regionów) do 40% (Region Nadmorski). Podobną częstość ma maksimum jesienne, we wrześniu (większość regionów) lub październiku (regiony: Nadmorski, Sudecki i Świętokrzysko-małopolski). Zmniejszenie częstości odczuć „komfortowo” i „chłodno” w okresie letnim wiąże się ze zwiększoną w tym czasie frekwencją odczuć „ciepło” i „gorąco” (ryc. 6.6).

Ogólne cechy klimatu Polski sprawiają, że warunki termiczne odczuwane jako „zimno” i „bardzo zimno” zdecydowanie dominują w okresie zimowym. Łącznie

obejmują one prawie 100% dni w grudniu, styczniu i lutym. Poszczególne regiony różnią się natomiast stosunkiem dni zimnych i bardzo zimnych. Interesujące jest, że sytuacje oceniane jako „zimno” pojawiają się w Polsce we wszystkich miesiącach roku. Latem najwięcej ich, bo aż blisko 30%, występuje w Regionie Karpackim, zwłaszcza w wyższych partiach gór. Dni odczuwane jako „bardzo zimno” pojawiają się od października do kwietnia, a najwięcej ich jest w regionach: Południowo-wschodnim i Karpackim (ryc. 6.6).

Tabela 6.6. Średnie, najwyższe (max) i najniższe (min) wartości temperatury odczuwanej fizjologicznie (PST, °C, 1991–2000)

Table 6.6. Mean, the highest (max) and the lowest (min) values of Physiological Subjective Temperature (PST, °C, 1991–2000)

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000, ⁽³⁾ 1993–2000

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION NADMORSKI COASTAL REGION													
Kołobrzeg													
Średnia Mean	-5,8	-3,1	1,6	9,8	16,1	24,1	28,7	29,6	20,2	9,2	-1,2	-6,3	10,2
Max	1,1	6,5	23,2	44,8	43,9	49,1	47,0	47,3	42,3	32,3	8,9	4,9	49,1
Min	-14,6	-11,6	-6,5	-3,2	1,8	6,2	11,3	10,5	1,3	-3,7	-12,8	-16,6	-16,6
Koszalin													
Średnia Mean	-11,5	-10,7	-5,8	2,7	9,5	13,1	18,2	18,5	8,5	0,0	-8,5	-11,3	1,9
Max	-0,9	5,3	24,5	41,8	42,9	47,8	49,8	48,7	39,8	33,1	5,8	-0,8	49,8
Min	-19,2	-19,7	-16,2	-14,9	-11,4	-5,4	-5,7	-3,5	-9,1	-12,0	-17,9	-19,2	-19,7
Gdańsk													
Średnia	-7,3	-4,5	-0,3	6,8	14,2	22,2	27,9	27,9	16,3	6,6	-3,5	-7,7	8,2
Maksimum	0,7	5,5	15,8	39,8	43,8	46,4	45,5	46,9	39,4	35,5	8,5	0,8	46,9
Minimum	-15,9	-14,4	-9,1	-5,2	1,9	7,6	12,4	10,2	1,6	-5,5	-14,9	-17,0	-17,0
REGION POJEZIERNY LAKELAND REGION													
Szczecin													
Średnia Mean	-11,0	-9,9	-5,2	4,6	13,8	17,4	23,3	23,2	10,7	1,6	-8,4	-11,4	4,1
Max	0,6	5,6	20,5	43,1	43,4	47,6	48,3	49,8	41,3	36,3	7,7	1,0	49,8
Min	-18,8	-21,4	-16,0	-14,6	-8,8	-4,2	-3,7	-3,0	-5,4	-13,2	-20,4	-20,6	-21,4
Olsztyn													
Średnia Mean	-12,0	-11,0	-7,1	3,0	12,0	16,3	20,7	21,3	8,6	-0,4	-9,3	-12,2	2,5
Max	-0,4	5,1	19,1	40,7	42,3	46,0	47,0	47,4	38,9	31,3	12,4	-4,2	47,4
Min	-20,0	-20,6	-16,7	-15,3	-9,8	-6,2	-3,2	-4,0	-8,5	-15,0	-21,6	-22,5	-22,5
REGION PÓŁNOCNO-WSCHODNI NORTH-EAST REGION													
Białystok													
Średnia Mean	-12,3	-11,2	-6,2	3,9	14,3	19,9	23,1	23,5	10,0	0,7	-9,4	-12,6	3,6
Max	0,5	4,3	21,4	41,8	43,2	47,3	47,9	46,4	42,8	32,8	11,1	1,7	47,9
Min	-21,0	-21,9	-19,0	-14,2	-10,0	-5,7	-3,0	-3,3	-9,1	-14,2	-21,1	-21,1	-21,9

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION CENTRALNY CENTRAL REGION													
Katowice													
Średnia Mean	-10,7	-8,9	-4,7	4,9	14,6	19,8	23,4	24,2	12,6	2,7	-6,8	-11,1	5,0
Max	4,6	9,2	18,7	39,2	42,3	47,4	47,4	48,3	42,1	38,2	10,5	1,4	48,3
Min	-22,5	-22,2	-16,6	-12,7	-8,3	-4,4	-1,8	-5,4	-8,9	-13,2	-17,7	-20,3	-22,5
Łódź													
Średnia Mean	-11,8	-10,6	-5,5	3,8	14,0	18,5	22,3	23,5	10,7	1,1	-8,7	-12,2	3,8
Max	1,7	4,7	18,8	40,6	41,7	46,8	47,5	47,7	40,4	39,5	12,1	0,4	47,7
Min	-20,9	-20,3	-16,8	-16,3	-9,6	-6,1	-5,9	-6,5	-9,3	-14,9	-20,0	-21,2	-21,2
Płock													
Średnia Mean	-12,3	-10,9	-6,5	3,3	13,2	18,1	22,7	23,1	9,7	0,4	-9,6	-12,7	3,2
Max	2,5	6,9	14,2	41,0	44,2	47,0	47,5	47,1	41,6	33,5	12,2	-3,2	47,5
Min	-20,2	-20,6	-17,6	-15,7	-11,4	-5,7	-4,7	-2,8	-8,8	-13,9	-20,2	-21,1	-21,1
Poznań													
Średnia Mean	-10,9	-9,5	-4,9	5,7	14,3	18,5	23,2	23,3	10,8	1,2	-8,1	-11,3	4,4
Max	2,2	4,8	20,6	41,1	41,5	47,4	48,9	47,2	40,8	31,7	9,1	2,1	48,9
Min	-19,4	-21,0	-16,9	-14,2	-10,8	-4,4	-4,9	-5,9	-8,5	-13,9	-21,3	-20,5	-21,3
Toruń													
Średnia Mean	-11,5	-10,1	-5,4	4,5	13,7	17,3	22,0	22,3	10,1	1,0	-8,7	-11,5	3,6
Max	-1,2	2,4	20,5	41,2	41,9	46,7	47,0	47,6	39,9	31,5	10,2	-0,6	47,6
Min	-18,8	-19,4	-17,0	-14,3	-9,1	-4,5	-4,6	-4,0	-7,1	-13,3	-19,8	-21,9	-21,9
Warszawa													
Średnia Mean	-12,1	-10,9	-5,8	4,2	15,0	20,1	23,9	24,6	10,4	0,8	-9,1	-12,7	4,0
Max	3,7	5,8	22,7	40,0	43,1	48,9	50,2	47,0	40,6	32,0	10,3	-1,5	50,2
Min	-21,1	-21,3	-18,2	-16,1	-9,6	-6,4	-4,9	-4,9	-8,9	-15,2	-21,1	-21,7	-21,7
Wrocław													
Średnia Mean	-10,8	-9,1	-4,7	5,1	14,4	19,2	22,9	23,7	12,2	2,0	-7,0	-10,8	4,8
Max	5,8	9,5	24,6	42,5	45,0	47,2	48,1	49,0	43,0	37,1	12,4	2,3	49,0
Min	-21,9	-20,4	-16,8	-13,6	-9,3	-4,9	-4,4	-5,0	-9,5	-14,0	-18,7	-20,5	-21,9
Zielona Góra													
Średnia Mean	-11,6	-9,7	-5,6	3,4	12,0	15,2	19,8	20,5	8,9	0,6	-8,3	-11,6	2,8
Max	2,2	8,5	18,3	41,5	42,6	47,1	46,8	47,2	41,8	33,8	8,6	1,5	47,2
Min	-19,5	-20,1	-16,8	-13,9	-9,8	-5,2	-5,5	-6,4	-7,6	-14,7	-18,1	-19,9	-20,1
REGION POŁUDNIOWO-WSCHODNI SOUTH+EAST REGION													
Lublin													
Średnia Mean	-12,5	-11,3	-6,7	3,0	14,2	20,3	21,9	21,9	10,1	-0,1	-9,0	-13,0	3,2
Max	-0,6	7,4	17,5	40,9	45,6	47,9	47,0	46,7	42,2	35,4	13,8	0,4	47,9
Min	-19,3	-20,1	-19,0	-17,2	-9,5	-5,9	-4,8	-7,3	-9,5	-15,5	-20,1	-21,1	-21,1
REGION ŚWIĘTOKRZYSKO-MALOPOLSKI UPLAND REGION													
Busko-Zdrój ⁽³⁾													
Średnia Mean	-10,2	-8,9	-5,0	6,6	18,5	22,3	23,5	23,9	12,4	4,4	-6,8	-10,5	5,8
Max	5,9	13,2	23,0	44,1	47,9	49,5	48,8	48,1	41,1	40,3	17,4	3,4	49,5

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Min	-20,3	-23,4	-17,0	-14,4	-9,1	-4,9	-5,9	-3,9	-8,2	-15,1	-19,7	-20,8	-23,4
Kraków													
Średnia Mean	-5,3	-2,1	2,7	14,4	25,6	32,1	35,1	34,5	22,3	11,7	0,2	-5,3	13,8
Max	8,2	18,3	25,3	41,9	46,5	50,1	49,9	50,8	43,1	40,5	19,9	8,2	50,8
Min	-17,4	-15,6	-8,7	-4,0	3,9	6,8	9,7	9,8	2,5	-6,6	-12,9	-18,0	-18,0
Rzeszów													
Średnia Mean	-11,7	-10,2	-5,2	4,7	15,6	22,1	24,6	24,1	11,8	1,6	-7,5	-12,6	4,8
Max	-0,5	9,6	25,5	41,4	46,7	48,4	47,8	47,7	40,5	35,7	10,5	4,0	48,4
Min	-23,4	-21,5	-18,4	-16,0	-9,2	-6,6	-3,8	-3,5	-9,4	-14,8	-19,8	-22,1	-23,4
REGION SUDECKI SUDETCIAN REGION													
Głucholazy													
Średnia Mean	-2,9	-0,1	4,2	13,7	23,5	29,8	34,3	34,1	22,5	11,8	1,6	-3,5	14,1
Max	10,4	19,4	27,7	42,9	45,6	50,4	50,0	51,2	42,3	37,4	19,0	6,5	51,2
Min	-13,7	-13,5	-9,0	-3,6	1,6	8,4	9,6	6,6	3,1	-5,1	-10,7	-15,4	-15,4
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	-8,0	-5,8	-1,6	6,5	14,9	21,1	27,4	26,7	14,2	5,1	-5,1	-8,8	7,2
Max	9,7	14,8	21,5	39,4	45,8	49,2	48,9	47,8	41,5	34,9	18,1	2,8	49,2
Min	-19,9	-18,1	-15,8	-10,8	-7,0	-3,2	-0,1	-2,8	-8,0	-10,7	-15,9	-18,6	-19,9
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	-9,7	-7,3	-3,8	2,8	10,3	15,3	22,3	22,7	11,4	3,8	-5,7	-9,3	4,4
Max	4,8	12,4	15,9	36,3	43,2	46,4	46,4	47,9	40,3	38,3	13,9	2,7	47,9
Min	-20,6	-19,4	-16,1	-14,4	-9,6	-4,9	-4,1	-5,5	-6,3	-12,0	-16,7	-18,3	-20,6
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	-9,7	-7,3	-3,8	2,8	10,3	15,3	22,3	22,7	11,4	3,8	-5,7	-9,3	4,4
Max	4,8	12,4	15,9	36,3	43,2	46,4	46,4	47,9	40,3	38,3	13,9	2,7	47,9
Min	-20,6	-19,4	-16,1	-14,4	-9,6	-4,9	-4,1	-5,5	-6,3	-12,0	-16,7	-18,3	-20,6
REGION KARPACKI CARPATHIAN REGION													
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	-8,0	-5,6	-2,1	5,1	14,5	21,2	26,2	25,2	10,7	7,7	-3,7	-8,8	6,9
Max	5,9	11,8	20,6	38,2	48,0	49,3	46,7	47,8	38,1	39,2	19,6	2,5	49,3
Min	-19,8	-21,6	-15,4	-12,5	-8,5	-3,4	-4,1	-2,2	-10,3	-12,7	-13,4	-18,8	-21,6
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾													
Średnia Mean	-11,6	-11,7	-9,5	-5,5	1,4	4,1	4,6	6,7	0,2	-3,8	-9,5	-11,6	-3,9
Max	4,8	2,5	7,2	14,0	23,5	34,4	31,9	39,1	24,3	24,0	7,3	5,6	39,1
Min	-21,4	-21,4	-20,2	-18,2	-12,7	-9,2	-8,5	-9,9	-12,9	-18,2	-20,2	-21,5	-21,5
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	-13,4	-12,0	-6,6	0,7	9,2	16,6	21,0	21,5	8,0	0,3	-9,1	-13,8	1,9
Max	4,9	2,7	12,3	36,6	43,8	47,9	44,7	45,5	40,1	30,9	7,7	-0,7	47,9
Min	-23,2	-22,9	-19,6	-17,3	-11,2	-9,3	-5,9	-4,5	-9,6	-16,1	-19,1	-23,3	-23,3

6.4. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej

Jedną z ważniejszych charakterystyk fizjologicznych jest częstotliwość tętna (*HR*), czyli liczba uderzeń serca w ciągu minuty. Na wartość *HR* mają wpływ aktywność fizyczna człowieka i niektóre parametry meteorologiczne. *HR* wzrasta wraz ze wzrostem temperatury powietrza i ciśnienia pary wodnej oraz ze wzrostem wysiłku fizycznego. Prawidłowe tętno wynosi u mężczyzny 70–72 uderzenia na minutę, a u kobiet 78–82 uderzenia na minutę. Wraz ze wzrostem *HR* powyżej 90 uderzeń na minutę, wzrasta obciążenie serca oraz całego układu krwionośnego (Błażejczyk 2004).

Tabela 6.7. Metaboliczna produkcja ciepła przy różnej aktywności fizycznej człowieka

Table 6.7. Metabolic heat production in man at various activities

Rodzaj czynności <i>Kind of activity</i>	Metaboliczne wytwarzanie ciepła <i>Metabolic heat production</i> (W·m ⁻²)	Prędkość poruszania się <i>Speed of people movement</i> (m·s ⁻¹)
Helioterapia i aeroterapia <i>Helio-therapy and aero-therapy:</i>		
leżąc <i>reposing</i>	50	0,0
siedząc <i>sitting</i>	60	0,0
stojąc <i>standing</i>	70	0,0
Kinezyterapia <i>Terrain therapy:</i>		
- marsz bez obciążenia <i>walking without load:</i>		
po równinie <i>on flat</i> (km/godz. <i>km/hour</i>)		
3,2	115	0,9
4,0	135	1,1
5,6	185	1,6
8,0	290	2,2
w górę przy nachyleniu <i>uphill with inclination</i>		
(%) km/godz. <i>km/hour</i>		
5 3,2	175	0,9
5 4,0	210	1,1
5 5,6	295	1,6
15 3,2	270	0,9
15 4,0	340	1,1
15 5,6	450	1,6
25 1,6	210	0,6
25 3,2	390	0,9
- marsz (4 km/godz.) po równinie z obciążeniem: <i>Walking (4 km/hour) on flat with load:</i>		
10 kg	195	0,9
30 kg	255	0,9
- Zajęcia rekreacyjne i sportowe (<i>sport activity</i>)		
gimnastyka <i>gymnastic</i>	175-235	0,5-2,0
tenis <i>tenis</i>	270	0,5-2,0
gra w piłkę <i>football</i>	410	1,0-3,0
koszykówka <i>basketball</i>	440	1,3

Źródło *Source:* Fanger (1970), uzupełnione przez *completed by* Błażejczyk (2004).

Informacja o moŹliwej częstoŹliwoŹci tętna jest bardzo przydatna w ocenie warunków dla łagodnej i aktywnej terenoterapii. *HR* jest najczęściej mierzonym parametrem pracy serca, moŹe takŹe być oszacowana według następującego wzoru (Fuller, Brouha 1966):

$$HR = 22,4 + 0,18 \cdot M + 0,25 \cdot (5 \cdot t + 2,66 \cdot vp)$$

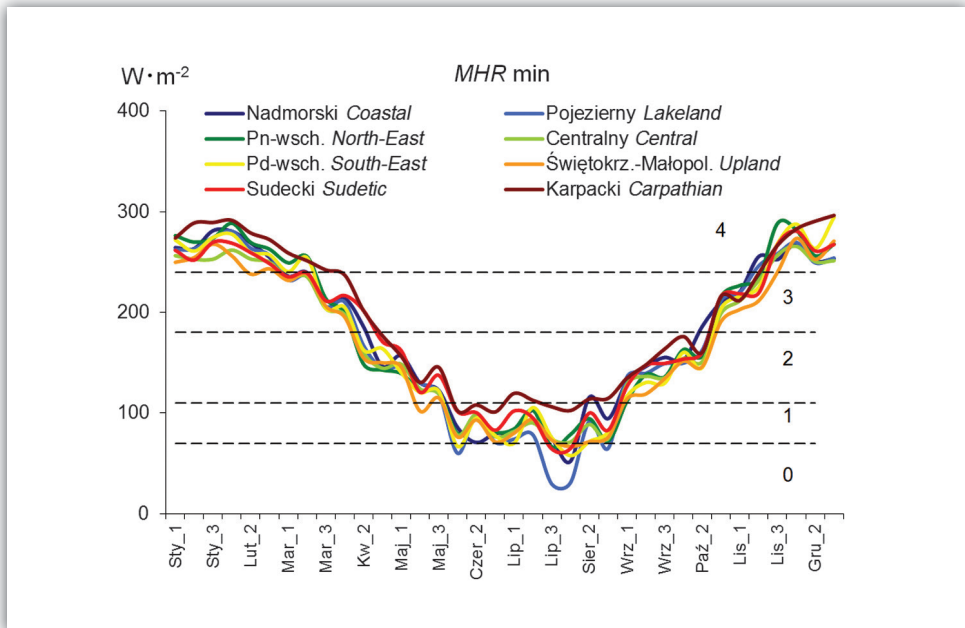
gdzie: *t* – temperatura powietrza (°C), *vp* – aktualne ciśnienie pary wodnej (hPa), *M* – metaboliczna produkcja ciepła ($W \cdot m^{-2}$).

Znając aktualne warunki meteorologiczne podczas terenoterapii moŹna zatem okreŹlić dopuszczalny poziom aktywnoŹci fizycznej (*MHR*, w $W \cdot m^{-2}$) niepowodującą obciężenia serca przekraczającego 90 uderzeń na minutę:

$$MHR = [90 - 22,4 - 0,25 \cdot (5 \cdot t + 2,66 \cdot vp)] / 0,18$$

Tabela 6.7 zawiera informacje o iloŹci ciepła metabolicznego wytwarzanego podczas różnych form aktywnoŹci fizycznej.

W praktyce klimatoterapeutycznej szczególnie waŹna jest analiza minimalnych, dopuszczalnych obciężeń wysiłkiem fizycznym. Przekroczenie tych wartoŹci w konkretnych sytuacjach pogodowych moŹe bowiem skutkować nadmiernym



Rycina 6.7. Przebieg roczny najniŹszych (min) dekadowych wartoŹci *MHR* w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

0 – brak aktywnoŹci fizycznej, 1 – bardzo łagodne formy terenoterapii, 2 – umiarkowanie aktywne formy terenoterapii, 3 – bardzo aktywne formy terenoterapii, 4 – zajęcia sportowe

Figure 6.7. Annual course of the lowest (min) 10-day values of *MRH* index in particular bioclimatic regions 1991–2000

0 – no physical activity, 1 – very mild terrain therapy, 2 – moderately active terrain therapy, 3 – very active terrain therapy, 4 – sport activity

obciążeniem pracy serca manifestującym się częstotliwością tętna przekraczającą 90 uderzeń na minutę. W przebiegu rocznym minimalnych wartości *MHR* można zauważyć, że jedynie na przełomie lipca i sierpnia spadają one w większości regionów poniżej poziomu $70 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Wartości minimalne *MHR* zbliżone do tej wartości granicznej pojawiają się we wszystkich miesiącach letnich. Oznacza to, że w tym właśnie okresie mogą zdarzać się sytuacje biotermiczne, podczas których nie należy stosować żadnej z form aktywnej terenoterapii. W maju oraz na przełomie sierpnia i września zdarzają się dni, podczas których nie można podejmować aktywnych i bardzo aktywnych form terenoterapii. Warunki termiczno-wilgotnościowe pozwalają wtedy jedynie na stosowanie helio- lub aeroterapii lub bardzo łagodnych form terenoterapii, przy których produkcja ciepła nie przekracza $110 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Miesiące wiosenne i jesienne są okresem, gdy w niektóre dni nie należy korzystać z tych form terenoterapii, które prowadzą do produkcji ciepła przekraczającego $180 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. W pozostałych miesiącach nie ma tego typu ograniczeń dla terenoterapii (tab. 6.8, ryc. 6.7).

Rycina 6.8 pokazuje, jak często w poszczególnych miesiącach i regionach bioklimatycznych zasygnalizowane wyżej sytuacje biotermiczne mogą występować. Dni, w których z uwagi na wysoką temperaturę i wilgotność powietrza należy unikać jakiegokolwiek wysiłku fizycznego występują bardzo rzadko w okresie od czerwca do sierpnia. Najwięcej takich dni (2%) notuje się w Regionie Pojeziernym w lipcu. W pozostałych regionach sytuacje takie pojawiają nie częściej niż 1 dzień w miesiącu. Warunki termiczno-wilgotnościowe, które nadmiernie obciążają pracę serca przy niewielkim wysiłku fizycznym, z produkcją ciepła $70\text{--}109 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (np. podczas spokojnych spacerów), zdarzają się w miesiącach letnich z częstością od 2–3% dni w miesiącu w Regionie Nadmorskim do 10–11% dni w miesiącu w Regionie Świętokrzysko-małopolskim.

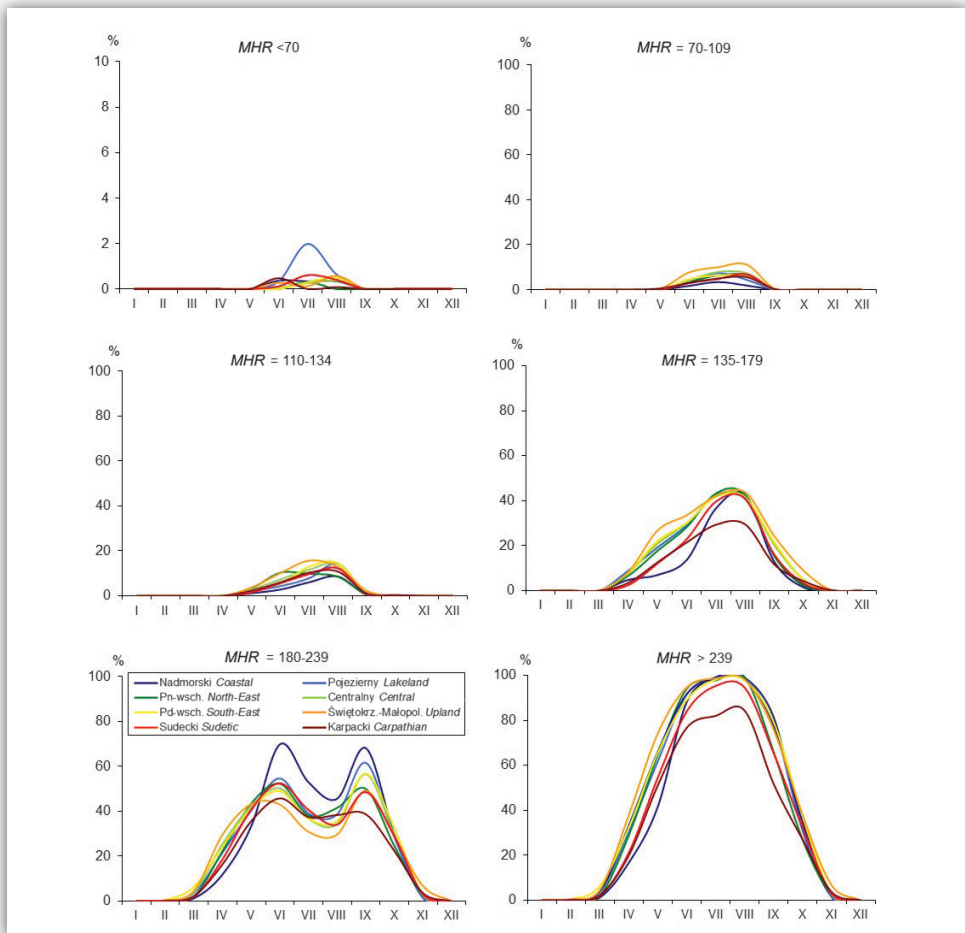
Sytuacje, podczas których istnieje zagrożenie zbyt intensywnej pracy serca przy umiarkowanym wysiłku fizycznym, z produkcją ciepła $110\text{--}134 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (marsz po terenie płaskim z prędkością 4 km na godzinę) występują od maja do września, z kulminacją częstości w lipcu lub sierpniu. Najrzadziej obserwuje się je w Regionie Nadmorskim (do 9% dni w sierpniu), a najczęściej, przez około 14–16% dni w miesiącu, lipcu lub sierpniu, w regionach obejmujących znaczną część Polski: Pojeziernym, Południowo-wschodnim, Świętokrzysko-małopolskim i Centralnym.

Od kwietnia do października może wystąpić pogoda, podczas której należy unikać znacznego wysiłku fizycznego, z produkcją ciepła $135\text{--}179 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (łagodne marsze w górach, ćwiczenia gimnastyczne), aby chronić serce przed przeciążeniem. Kulminacja jej częstości przypada na sierpień. Najrzadziej występuje wtedy w Regionie Karpackim (30% dni w miesiącu), a najczęściej w regionach: Świętokrzysko-małopolskim (44% dni) oraz Nadmorskim i Północno-wschodnim (43% dni).

Pogoda, podczas której przy dużym wysiłku fizycznym, z produkcją ciepła wynoszącą $180\text{--}239 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ (bardzo szybki marsz po równinie, intensywne marsze

w górach, marsze z obciążeniem, rekreacyjne gry sportowe), może wystąpić nadmierne obciążenie serca pojawia się w Polsce od marca do listopada, z kulminacjami w czerwcu i wrześniu. W Regionie Nadmorskim ma ona w tych miesiącach częstość sięgającą 70%. W pozostałych regionach częstość takich sytuacji wynosi 50–60%.

Bardzo duży wysiłek fizyczny, przy którym organizm produkuje ciepło w ilości ponad $239 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ może w okresie letnim powodować nadmierne obciążenie serca przez większość lub prawie wszystkie dni w miesiącach letnich. Jedynie w Regionie Karpackim, a zwłaszcza na grzbietach górskich, ograniczenia bardzo intensywnych form aktywności fizycznej dotyczą 75–80% dni.



Rycina 6.8. Częstość (w miesiącach) dni z warunkami biotermicznymi niekorzystnymi dla wysiłku fizycznego o określonej intensywności w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

Figure 6.8. Frequency (in months) of days with bio-thermal conditions unfavourable for define level of physical activity in particular bioclimatic regions, 1991–2000

Tabela 6.8. Średnie, najwyższe (max) i najniższe (min) wartości dopuszczalnej aktywności fizycznej ($W \cdot m^{-2}$) nie powodującej nadmiernego obciążenia serca (1991–2000)

Table 6.8. Mean, the highest (max) and the lowest (min) values of accepted metabolic rate ($W \cdot m^{-2}$, 1991–2000)

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000, ⁽³⁾ 1993–2000

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION NADMORSKI COASTAL REGION													
Kołobrzeg													
Średnia Mean	340	334	313	277	246	206	181	173	210	255	308	338	265
Max	452	443	379	346	311	282	238	246	300	347	421	454	454
Min	263	257	194	138	101	24	63	66	124	156	220	250	24
Koszalin													
Średnia Mean	342	336	313	269	232	203	179	175	214	257	314	340	264
Max	458	433	386	357	312	277	249	259	308	350	424	449	458
Min	256	253	206	141	130	75	48	6	136	149	222	248	6
Gdańsk													
Średnia Mean	343	340	321	284	246	206	180	176	217	259	315	340	269
Max	453	453	391	354	314	269	240	247	298	333	433	473	473
Min	259	254	217	160	129	94	74	84	135	152	220	255	74
REGION POJEZIERNY LAKELAND REGION													
Szczecin													
Średnia Mean	338	329	304	258	216	189	164	164	208	253	311	337	256
Max	459	427	378	352	308	275	242	239	293	337	415	456	459
Min	249	245	206	142	113	36	-	-	129	145	216	240	36
Olsztyn													
Średnia Mean	356	350	324	267	223	194	172	172	220	266	327	355	269
Max	480	460	397	362	307	272	254	250	311	364	432	491	491
Min	264	269	206	146	126	84	62	73	143	154	224	258	62
REGION PÓŁNOCNO-WSCHODNI NORTH-EAST REGION													
Białystok													
Średnia Mean	362	355	325	267	218	185	170	170	220	267	331	362	269
Max	469	459	404	363	321	260	255	249	321	382	434	503	503
Min	270	263	214	143	120	80	67	72	112	157	227	256	67
REGION CENTRALNY CENTRAL REGION													
Katowice													
Średnia Mean	349	339	310	261	215	185	166	166	210	255	312	349	260
Max	459	464	402	357	311	273	258	261	303	364	422	467	467
Min	251	240	206	155	114	83	83	79	122	150	194	255	79
Łódź													
Średnia Mean	352	344	315	261	214	186	167	166	212	257	319	351	262
Max	457	460	403	361	311	270	265	261	300	355	435	466	466
Min	254	255	206	144	115	74	74	78	118	145	205	252	74

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Plock													
Średnia Mean	353	344	318	262	216	187	167	166	213	260	323	353	264
Max	465	459	405	356	324	266	248	245	304	361	440	472	472
Min	251	260	210	149	118	74	81	64	136	155	206	254	64
Poznań													
Średnia Mean	345	336	308	258	217	188	167	166	209	256	316	343	259
Max	454	448	383	351	314	266	246	248	286	349	427	453	454
Min	246	250	204	143	120	65	71	74	128	150	218	242	65
Toruń													
Średnia Mean	350	341	314	259	217	187	167	164	211	257	320	348	261
Max	464	462	388	351	302	266	247	252	299	348	433	464	464
Min	257	257	208	141	118	72	64	64	128	143	216	248	64
Warszawa													
Średnia Mean	353	345	315	260	213	181	163	162	210	258	322	353	261
Max	463	468	402	356	300	264	246	252	305	361	436	472	472
Min	250	259	207	146	118	79	72	62	125	145	223	252	62
Wrocław													
Średnia Mean	341	331	303	256	212	184	164	163	205	250	308	339	255
Max	463	453	390	348	306	268	246	258	300	345	430	467	467
Min	233	234	190	144	112	76	64	70	128	142	208	240	64
Zielona Góra													
Średnia Mean	347	337	310	263	221	194	174	172	214	259	318	346	263
Max	462	452	399	360	313	265	258	264	295	356	421	465	465
Min	245	241	200	134	117	72	71	69	126	157	223	247	69
REGION POŁUDNIOWO-WSCHODNI SOUTH-EAST REGION													
Lublin													
Średnia Mean	362	352	322	266	215	182	168	169	215	264	325	361	267
Max	488	479	413	366	319	267	255	270	310	367	434	492	492
Min	261	257	204	163	120	67	70	58	117	145	216	264	58
REGION ŚWIĘTOKRZYSKO-MAŁOPOLSKI UPLAND REGION													
Busko-Zdrój ⁽³⁾													
Średnia Mean	355	337	313	254	201	175	163	164	212	250	317	349	257
Max	465	448	406	352	295	262	261	257	312	359	425	473	473
Min	259	243	199	145	93	62	67	67	117	141	207	256	62
Kraków													
Średnia Mean	352	339	310	258	210	178	162	161	208	252	313	351	258
Max	474	467	403	352	305	275	260	256	294	358	426	484	484
Min	222	232	204	150	112	75	81	68	115	143	193	241	68

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Rzeszów													
Średnia Mean	357	345	313	257	206	172	157	159	207	254	314	355	258
Max	473	487	408	357	307	265	252	248	295	362	428	483	487
Min	268	239	214	152	101	77	72	64	102	154	208	262	64
REGION SUDECKI SUDETIC REGION													
Głuchołazy													
Średnia Mean	342	335	311	264	220	188	165	164	211	256	312	345	259
Max	475	466	411	366	322	287	262	268	294	387	435	496	496
Min	240	224	183	145	113	79	-	-	115	148	212	252	79
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	354	348	318	277	228	197	169	171	222	267	321	355	269
Max	470	464	416	363	321	291	269	279	303	360	409	460	470
Min	247	251	212	172	114	34	80	90	129	158	217	267	34
Szczawn-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	356	352	324	285	238	206	180	175	227	269	323	355	274
Max	477	468	421	379	320	296	265	275	309	356	417	474	477
Min	260	256	225	183	126	84	88	92	125	150	212	262	84
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	356	352	324	285	238	206	180	175	227	269	323	355	274
Max	477	468	421	379	320	296	265	275	309	356	417	474	477
Min	260	256	225	183	126	84	88	92	125	150	212	262	84
REGION KARPACKI CARPATHIAN REGION													
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	356	345	318	277	224	187	173	176	234	265	321	366	270
Max	456	475	408	364	325	282	279	353	327	413	392	479	479
Min	264	244	214	165	103	55	85	87	98	134	173	288	55
Hala Gašienicowa ⁽²⁾													
Średnia Mean	387	389	375	335	282	258	246	239	282	310	350	382	320
Max	490	504	477	451	373	357	348	337	360	433	467	510	510
Min	292	291	286	237	191	160	157	166	198	206	228	281	157
Szymbark													
Średnia Mean	354	344	312	260	212	178	163	160	209	254	313	354	259
Max	465	473	413	365	309	280	258	251	307	359	476	488	488
Min	254	242	223	128	101	73	70	56	104	129	212	261	56
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	376	369	330	285	229	195	179	176	227	274	330	375	279
Max	477	487	424	375	320	294	262	269	314	377	414	490	490
Min	274	294	222	178	126	102	108	98	134	172	235	286	98

6.5. Przewidywana termoizolacyjność odzieży

Znaczna liczba problemów z dostosowaniem się do zmieniających się warunków otoczenia wynika z używania nieodpowiedniej odzieży. Wskaźnik przewidywanej termoizolacyjności odzieży (I_{clp} , w jednostkach clo) pozwala na określenie izolacyjności termicznej odzieży potrzebnej w danych warunkach meteorologicznych do zachowania równowagi cieplnej organizmu. Do jego konstrukcji wykorzystano wzór A.C. Burtona i O.G. Edholma (1955) na całkowitą termoizolacyjność odzieży oraz wzór J. Fourta i N. Holliesa (1970) wyznaczający termoizolacyjność przyskórnej warstwy powietrza.

Ostatecznie przewidywaną termoizolacyjność odzieży (I_{clp}) wyznacza się ze wzoru (Błażejczyk i in. 2003):

$$I_{clp} = \{0,082 \cdot [91,4 - (1,8 \cdot t + 32)] / (0,01724 \cdot M)\} - [1 / (0,61 + 1,9 \cdot v^{0,5})]$$

W odniesieniu do wskaźnika I_{clp} można zastosować następującą skalę oceny środowiska termicznego zaproponowaną przez B. Krawczyk (2000):

I_{clp} (clo) Środowisko termiczne:

< 0,30	– bardzo ciepłe
0,31–0,80	– ciepłe
0,81–1,20	– neutralne
1,21–2,00	– chłodne
2,01–3,00	– zimne
3,01–4,00	– bardzo zimne
> 4,00	– arktyczne.

Zakres stosowalności wskaźnika I_{clp} jest ograniczony do warunków meteorologicznych z temperaturą powietrza niższą od około 20°C. Przy wyższej temperaturze, zwłaszcza wtedy, gdy prędkość wiatru jest mała, wartości wskaźnika spadają poniżej zera. Wartości takie należy interpretować jako reprezentujące środowisko bardzo ciepłe. Termoizolacyjność przykładowych zestawów odzieży sezonowej przedstawia tabela 6.9.

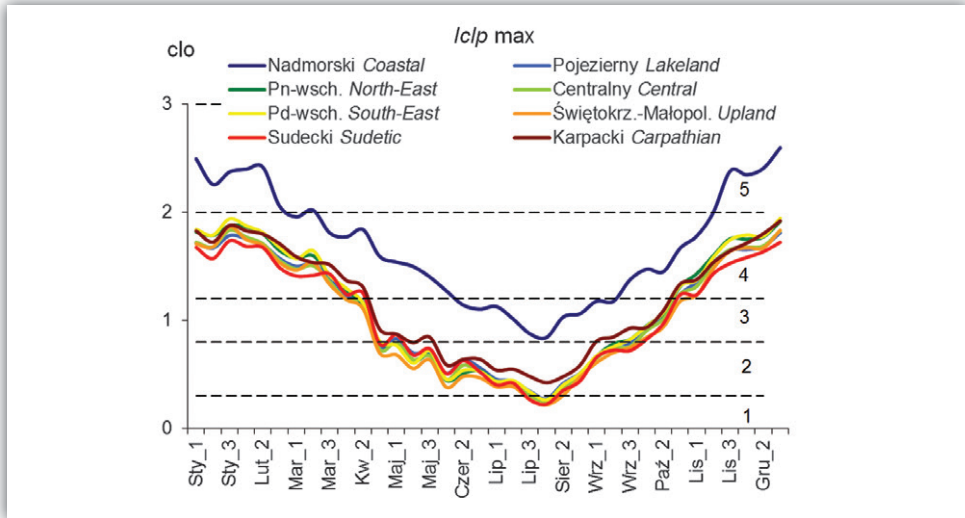
Ogólnie biorąc warunki meteorologiczne panujące w Polsce sprawiają, że wartości wskaźnika pożądanej izolacyjności termicznej odzieży zmieniają się od około 0,5 clo w miesiącach letnich do około 1,5–2,0 clo zimą (tab. 6.10). Wskaźnik ten jest natomiast słabo zróżnicowany regionalnie. Jedynie w przypadku rozpatrywania jego maksymalnych wartości widać wyraźnie odrębność Regionu Nadmorskiego.

Tabela 6.9. Podstawowa izolacyjność termiczna (*Iclp*) zestawów odzieży przeznaczonych do przebywania na wolnym powietrzuTable 6.9. Basic thermal insulation of clothing ensembles (*Iclp*) to be used outdoor

Typ Type	Rodzaj odzieży Clothing description	<i>Iclp</i>	
		clo	K·m ² ·W ⁻¹
1.	Odzież letnia <i>Summer clothing</i>		
1.1.	Bardzo lekka <i>Very light</i>		
	a) szorty <i>shorts</i>	0,1	0,016
	b) szorty, koszula z krótkim rękawem <i>shorts, T-shirt</i>	0,3	0,045
1.2.	Lekka <i>Light</i>		
	a) długie spodnie, koszula z krótkim rękawem <i>long trousers, T-shirt</i>	0,5	0,078
	b) damska sukienka z krótkim rękawem <i>robe with short sleeves</i>	0,5	0,078
	c) lekka odzież robocza <i>light working clothing</i>	0,6	0,093
	d) wojskowy mundur roboczy <i>light military uniform</i>	0,7	0,108
	e) lekki ubiór sportowy <i>light sport's wear</i>	0,9	0,140
1.3.	Zwykła <i>Ordinary</i>		
	a) męski garnitur wełniany <i>wool men's suit</i>	1,0	0,155
	b) żakiet, spódnica wełniana <i>wool women's suit</i>	1,0	0,155
	c) typowy ubiór roboczy <i>typical working clothing</i>	1,0	0,155
2.	Odzież sezonów przejściowych (wiosna, jesień), tradycyjna odzież europejska noszona po pracy <i>Transient season's clothing</i>		
	a) koszula, garnitur męski, płaszcz lub kurtka <i>men's suit, shirt, coat</i>	1,5	0,232
	b) żakiet, spódnica, cienki płaszcz <i>women's suit, blouse, coat</i>	1,5	0,232
	c) typowy ubiór roboczy, kurtka <i>typical working clothing, coat</i>	1,5	0,232
	d) ocieplany ubiór roboczy <i>warm working clothing</i>	1,5	0,232
	e) zestaw odzieży jak w typie 2a i 2b oraz nakrycie głowy, szalik, rękawiczki <i>similar to type 2a, 2b + hat, scarf, gloves</i>	2,5	0,388
3.	Odzież zimowa <i>Winter clothing</i>		
3.1.	Lekka <i>Light</i>		
	zestaw odzieży jak w typie 1.3a, b oraz płaszcz na watolinie, nakrycie głowy, szalik, rękawiczki <i>similar to type 1.3 + warm coat, cap, scarf, gloves</i>	3,0	0,465
3.2.	Zwykła <i>Ordinary</i>		
	zestaw odzieży jak wyżej z uwzględnieniem ocieplanej bielizny i obuwia <i>similar to type 3.1 + warm underwear, boots</i>	3,5	0,542
3.3.	Ciężka (arktyczna) <i>Arctic</i>		
	futro lub płaszcz z podbiciem z futra, kurtka puchowa, futrzane rękawiczki, nakrycie głowy i obuwie, pozostałe części garderoby jak w typie 1.3a, b <i>thermoinsulative underwear, polar (sweter), heavy coat, cap, gloves, boots</i>	>4,0	>0,620

Źródło Source: Krawczyk (1993).

Zróznicowanie regionalne zaznacza się dopiero wtedy, gdy rozpatrujemy częstość występowania sytuacji pogodowych pozwalających na stosowanie odpowiednich dla nich zestawów odzieżowych. I tak, z odzieży plażowej (o termoizolacyjności 0,3–0,4 clo) można korzystać od maja do października, przy czym na początku i końcu tego okresu liczba dni „plażowych” jest bardzo mała (1–5% dni w miesiącu). Najczęściej z odzieży plażowej można korzystać w sierpniu. Najbardziej uprzywilejowane wtedy są regiony Sudecki i Świętokrzysko-małopolski (46–47% dni). Natomiast najmniej dni dogodnych do używania odzieży plażowej występuje w Regionie Nadmorskim, gdzie ich częstość nie przekracza 19% (ryc. 6.10).



Rycina 6.9. Przebieg roczny najwyższych (max) dekadowych wartości wskaźnika pożądanej termoizolacyjności odzieży ($I_{c/p}$) w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

Warunki zewnętrzne: 1 – bardzo ciepłe, 2 – ciepłe, 3 – neutralne, 4 – chłodne, 5 – zimne

Figure 6.9. Annual course of the highest (max) 10-days values of predicted thermal insulation index ($I_{c/p}$) in particular bioclimatic regions, 1991–2000

Ambient conditions: 1 – very warm, 2 – warm, 3 – neutral, 4 – cool, 5 – cold

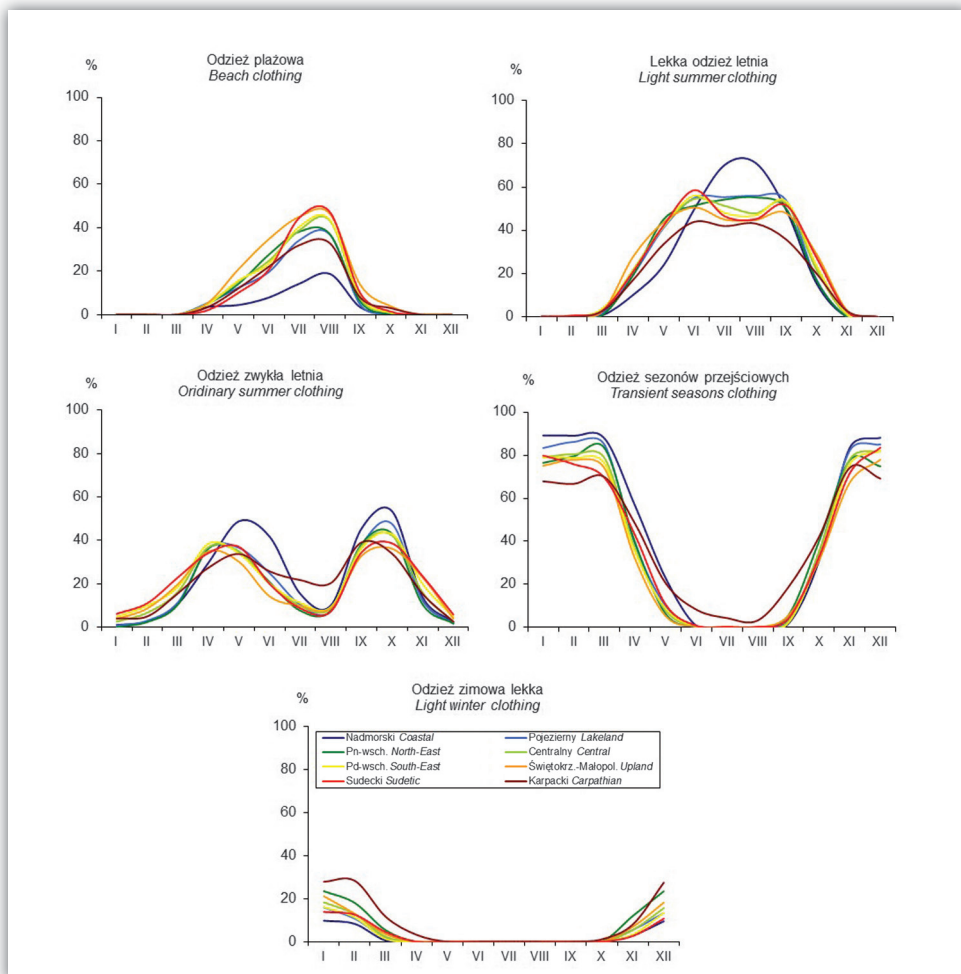
Z odzieży lekkiej (o termoizolacyjności 0,5–0,6 clo) można korzystać od marca do listopada. W okresie od maja do września częstość dni z warunkami korzystnymi do używania takiej właśnie odzieży przekracza 40%. W lipcu i sierpniu najczęściej takich dni (około 70%) występuje w Regionie Nadmorskim. Wyrażna kulminacja letnia jest także obserwowana w regionach: Pojeziernym i Północno-wschodnim (około 55%) oraz w Regionie Karpackim (42–43%). W pozostałych regionach zaznaczają się dwie kulminacje częstości dni, w których można używać odzieży lekkiej. Są to czerwiec oraz wrzesień (z częstością 51–56%). W lipcu i sierpniu ma tam miejsce niewielkie obniżenie częstości takich dni, co jest spowodowane zwiększoną częstością dni „plażowych” (ryc. 6.10).

Zwykła odzież letnia ma termoizolacyjność 0,8–1,2 clo. Wbrew swemu werbalnemu określeniu najczęściej dni z pogodą odpowiednią na taką odzież występuje wiosną (kwiecień–maj) i jesienią (wrzesień–październik). Częstość takich dni, podczas kulminacji wiosennej wynosi 30–36%, a jesienią – 36–48%. Jedynie w Regionie Nadmorskim częstość ta jest wyraźnie większa niż w pozostałej części Polski i wynosi odpowiednio 49 i 53%.

Do używania odzieży sezonów przejściowych (o termoizolacyjności 1,5–2,0 clo) najbardziej predysponowane są miesiące od listopada do marca. Wtedy to częstość dni z warunkami termicznymi odpowiednimi dla takich zestawów

odzieżowych wynosi od 66–74% w Regionie Karpackim do około 85–90% w regionach Nadmorskim i Pojeziernym. W pozostałych regionach częstość takich dni wynosi około 80% w miesiącu.

Odzież zimowa lekka (o izolacyjności termicznej 2,0–2,5 clo) powinna być stosowana od listopada do marca, a w Regionie Karpackim aż do kwietnia (ryc. 6.10). Częstość takich dni wynosi wtedy 11–23% (w Regionie Karpackim do 29%).



Rycina 6.10. Częstość (w miesiącach) dni z warunkami biotermicznymi, podczas których do zapewnienia komfortu cieplnego organizmu konieczne jest korzystanie z określonych zestawów odzieżowych w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

Figure 6.10. Frequency (in months) of days with bio-thermal conditions required define clothing ensembles to keep thermal comfort in particular bioclimatic regions, 1991–2000

Tabela 6.10. Średnie, najwyższe (max) i najniższe (min) wartości termoizolacyjności odzieży (clo) potrzebnej do zachowania komfortu cieplnego (1991–2000)

Table 6.10. Mean, the highest (max) and the lowest (min) values of predicted clothing insulation index (I_{clp}, clo, 1991–2000)

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000, ⁽³⁾ 1993–2000

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION NADMORSKI COASTAL REGION													
Kołobrzeg													
Średnia Mean	1,66	1,63	1,46	1,18	0,97	0,69	0,55	0,48	0,72	1,02	1,41	1,65	1,12
Max	2,50	2,34	1,95	1,78	1,53	1,31	1,12	1,06	1,43	1,61	2,33	2,62	2,62
Min	1,16	1,03	0,54	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,90	0,98	0,22
Koszalin													
Średnia Mean	1,68	1,66	1,46	1,12	0,85	0,68	0,52	0,49	0,75	1,06	1,46	1,66	1,12
Max	2,59	2,39	2,02	1,82	1,59	1,23	1,21	1,15	1,31	1,71	2,36	2,45	2,59
Min	1,05	1,00	0,53	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,92	1,03	0,18
Gdańsk													
Średnia Mean	1,72	1,69	1,55	1,28	1,02	0,77	0,59	0,55	0,84	1,11	1,52	1,70	1,19
Max	2,56	2,54	2,09	1,91	1,52	1,27	1,06	1,08	1,38	1,68	2,46	2,73	2,73
Min	1,11	1,16	0,78	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,30	0,14	0,86	1,13	-0,24
REGION POJEZIERNY LAKELAND REGION													
Szczecin													
Średnia Mean	1,67	1,62	1,41	1,03	0,73	0,57	0,40	0,39	0,72	1,04	1,47	1,67	1,06
Max	2,45	2,44	2,01	1,85	1,49	1,24	1,10	1,01	1,36	1,65	2,31	2,60	2,60
Min	1,10	0,97	0,58	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,86	1,05	0,58
Olsztyn													
Średnia Mean	1,78	1,74	1,53	1,07	0,75	0,57	0,43	0,41	0,77	1,11	1,56	1,76	1,12
Max	2,65	2,67	2,13	1,94	1,52	1,28	1,11	1,11	1,38	1,87	2,43	2,83	2,83
Min	1,16	1,15	0,58	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,74	1,16	0,16
REGION PÓLNOOCNO-WSCHODNI NORTH-EAST REGION													
Białystok													
Średnia Mean	1,83	1,77	1,53	1,07	0,69	0,50	0,39	0,38	0,76	1,11	1,59	1,81	1,12
Max	2,62	2,68	2,18	1,90	1,58	1,23	1,10	1,05	1,44	1,95	2,39	2,93	2,93
Min	1,21	1,08	0,64	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,83	1,08	0,21
REGION CENTRALNY CENTRAL REGION													
Katowice													
Średnia Mean	1,72	1,65	1,41	1,01	0,66	0,47	0,35	0,33	0,67	1,00	1,42	1,72	1,03
Max	2,69	2,73	2,12	1,84	1,51	1,24	1,11	1,18	1,42	1,79	2,14	2,71	2,73
Min	1,03	0,95	0,49	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,71	1,05	0,17
Łódź													
Średnia Mean	1,78	1,72	1,48	1,05	0,70	0,53	0,41	0,37	0,73	1,07	1,53	1,77	1,10
Max	2,63	2,67	2,17	1,96	1,50	1,26	1,25	1,23	1,40	1,85	2,36	2,68	2,68
Min	1,08	1,04	0,50	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,78	1,14	0,13

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Płock													
Średnia Mean	1,79	1,73	1,51	1,07	0,73	0,55	0,40	0,37	0,75	1,09	1,56	1,78	1,11
Max	2,67	2,66	2,20	1,85	1,65	1,26	1,16	1,06	1,39	1,86	2,48	2,76	2,76
Min	1,15	1,07	0,58	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,73	1,13	0,20
Poznań													
Średnia Mean	1,71	1,66	1,42	1,01	0,71	0,53	0,39	0,37	0,71	1,05	1,49	1,70	1,06
Max	2,60	2,62	2,06	1,83	1,58	1,17	1,16	1,17	1,30	1,74	2,36	2,56	2,62
Min	1,03	0,95	0,58	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,75	0,97	0,25
Toruń													
Średnia Mean	1,74	1,67	1,45	1,00	0,69	0,50	0,37	0,34	0,71	1,05	1,51	1,72	1,06
Max	2,64	2,72	2,07	1,84	1,47	1,17	1,16	1,08	1,35	1,70	2,36	2,67	2,72
Min	1,12	1,05	0,58	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,73	1,07	0,21
Warszawa													
Średnia Mean	1,80	1,74	1,50	1,05	0,71	0,52	0,40	0,39	0,76	1,10	1,56	1,79	1,11
Max	2,62	2,75	2,20	1,93	1,47	1,27	1,16	1,14	1,40	1,86	2,48	2,74	2,75
Min	1,07	0,96	0,62	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,30	0,83	1,13	0,30
Wrocław													
Średnia Mean	1,68	1,61	1,38	0,99	0,68	0,49	0,36	0,34	0,67	1,00	1,42	1,66	1,02
Max	2,70	2,52	2,07	1,74	1,47	1,23	1,14	1,15	1,44	1,76	2,32	2,62	2,70
Min	0,93	0,90	0,49	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,62	0,96	0,14
Zielona Góra													
Średnia Mean	1,73	1,65	1,43	1,04	0,73	0,55	0,42	0,40	0,73	1,06	1,49	1,71	1,08
Max	2,68	2,57	2,15	1,86	1,53	1,21	1,23	1,24	1,37	1,82	2,31	2,62	2,68
Min	0,97	0,90	0,56	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,77	1,03	0,20
REGION POŁUDNIOWO-WSCHODNI SOUTH-EAST REGION													
Lublin													
Średnia Mean	1,86	1,79	1,54	1,09	0,70	0,51	0,41	0,39	0,75	1,11	1,57	1,84	1,13
Max	2,75	2,76	2,31	2,02	1,48	1,24	1,18	1,28	1,44	1,87	2,43	2,89	2,89
Min	1,13	1,00	0,66	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,63	1,18	0,15
REGION ŚWIĘTOKRZYSKO-MALOPOLSKI UPLAND REGION													
Busko-Zdrój ⁽³⁾													
Średnia Mean	1,71	1,62	1,44	0,97	0,57	0,43	0,34	0,33	0,69	0,94	1,45	1,67	1,01
Max	2,63	2,62	2,24	1,84	1,45	1,21	1,25	1,14	1,46	1,87	2,30	2,80	2,80
Min	0,88	0,89	0,53	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,54	1,00	0,53
Kraków													
Średnia Mean	1,73	1,63	1,43	1,01	0,65	0,47	0,37	0,34	0,68	0,98	1,42	1,71	1,04
Max	2,84	2,76	2,19	1,86	1,47	1,32	1,19	1,14	1,36	1,88	2,40	2,86	2,86
Min	0,85	0,55	0,55	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,56	0,93	0,55

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Rzeszów													
Średnia Mean	1,80	1,72	1,46	1,01	0,65	0,43	0,33	0,33	0,69	1,03	1,48	1,80	1,06
Max	2,76	2,85	2,23	1,94	1,47	1,28	1,12	1,11	1,38	1,87	2,36	2,89	2,89
Min	1,11	0,95	0,40	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,68	0,97	0,16
REGION SUDECKI SUDETC REGION													
Głuchołazy													
Średnia Mean	1,59	1,54	1,39	1,04	0,72	0,52	0,37	0,34	0,67	0,98	1,35	1,59	1,01
Max	2,58	2,70	2,25	1,84	1,59	1,31	1,18	1,26	1,38	1,95	2,26	2,65	2,70
Min	0,77	0,55	0,54	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,61	0,98	0,11
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	1,66	1,61	1,39	1,06	0,72	0,50	0,30	0,31	0,68	1,01	1,41	1,66	1,03
Max	2,65	2,70	2,20	1,73	1,48	1,23	0,97	1,14	1,37	1,71	2,12	2,44	2,70
Min	0,83	0,83	0,56	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,58	1,07	0,13
Szczawno-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	1,70	1,65	1,45	1,13	0,80	0,59	0,39	0,35	0,72	1,03	1,41	1,67	1,07
Max	2,70	2,73	2,24	1,88	1,56	1,26	1,20	1,23	1,36	1,75	2,21	2,62	2,73
Min	0,93	0,74	0,72	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,68	1,00	0,25
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	1,70	1,65	1,45	1,13	0,80	0,59	0,39	0,35	0,72	1,03	1,41	1,67	1,07
Max	2,70	2,73	2,24	1,88	1,56	1,26	1,20	1,23	1,36	1,75	2,21	2,62	2,73
Min	0,93	0,74	0,72	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,68	1,00	0,25
REGION KARPACKI CARPATHIAN REGION													
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾													
Średnia Mean	1,67	1,61	1,38	1,08	0,75	0,50	0,41	0,42	0,81	0,99	1,42	1,71	1,06
Max	2,57	2,77	2,15	1,83	1,56	1,23	1,24	1,79	1,60	2,11	2,30	3,16	3,16
Min	0,86	0,83	0,60	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,53	1,06	0,14
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾													
Średnia Mean	1,96	2,00	1,88	1,58	1,17	1,01	0,94	0,86	1,19	1,40	1,70	1,93	1,47
Max	2,85	2,94	2,80	2,56	1,95	1,76	1,64	1,70	1,88	2,44	2,63	3,05	3,05
Min	1,08	1,17	1,07	0,79	0,42	0,36	<0,3	<0,3	0,55	0,45	0,75	0,90	0,15
Szymbark													
Średnia Mean	1,64	1,59	1,32	0,91	0,57	0,35	0,25	0,23	0,58	0,91	1,34	1,67	0,95
Max	2,59	2,62	2,16	1,84	1,44	1,20	1,12	1,06	1,44	1,76	2,77	2,59	2,77
Min	0,79	0,84	0,49	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,55	1,00	0,49
Wysowa ⁽¹⁾													
Średnia Mean	1,96	1,91	1,59	1,22	0,85	0,62	0,49	0,47	0,86	1,18	1,61	1,94	1,22
Max	2,75	2,91	2,37	2,01	1,63	1,47	1,23	1,19	1,49	1,96	2,31	2,93	2,93
Min	1,06	1,23	0,73	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,36	0,94	1,26	0,15

*IcI*p oznaczone <0,3 należy interpretować jako warunki termiczne skrajnie ciepłe, podczas których nawet odzież o termoizolacyjności mniejszej od 0,3 clo nie jest w stanie zapewnić komfortu cieplnego

*IcI*p marked <0,3 should be interpreted as extremely hot conditions when even very light clothing with insulation less than 0,3 clo cannot guarantee thermal comfort

Podsumowując rozważania dotyczące warunków do stosowania odpowiednich zestawów odzieżowych należy podkreślić, że jadąc na leczenie w uzdrowisku należy wziąć ze sobą odpowiednią odzież. Umożliwi to efektywne i bezpieczne korzystanie z różnorodnych zabiegów klimatoterapeutycznych.



Na podstawie informacji zawartych w niniejszym rozdziale można stwierdzić, że warunki biotermiczne w Polsce są dość silnie zróżnicowane regionalnie, ale przede wszystkim sezonowo. Sytuacja taka powoduje, że dla poszczególnych pór roku oraz dla konkretnych regionów i miejscowości należy indywidualnie planować zabiegi klimatoterapeutyczne, aby nie powodowały nadmiernego obciążenia układu krążenia i układu termoregulacyjnego. Warto także dodać, że codzienny monitoring warunków meteorologicznych pozwala kuracjom oraz lekarzom i fizjoterapeutom na planowanie takich zabiegów, które w danych sytuacjach pogodowych w danym terenie optymalnie wykorzystają wszystkie walory lecznicze i profilaktyczne klimatu.

7. Kontrastowość warunków bioklimatycznych

Ważnymi, z punktu widzenia klimatoterapii, cechami warunków bioklimatycznych są ich kontrastowość pomiędzy stałym miejscem zamieszkania a miejscem leczenia czy wypoczynku oraz zmienność warunków pogodowych w kolejnych dniach. Efektywność zabiegów klimatoterapeutycznych jest największa wtedy, gdy organizm musi uruchamiać procesy dostosowawcze, aby dopasować swe funkcjonowanie do nowych, zmienionych warunków otoczenia. Mówimy wtedy o bodźcowości bioklimatycznej. Miarą oceny tej bodźcowości może być nowy wskaźnik kontrastowości warunków bioklimatycznych (*BCI*) zaproponowany przez K. Błażejczyka i A. Kunert (2011). Był on stosowany przez K. Błażejczyka (2011) do zbadania kontrastowości bioklimatycznej różnych regionów Polski.

Wskaźnik *BCI* pozwala na określenie, z jakim stresem aklimatyzacyjnym należy się liczyć w przypadku nagłej (następującej w ciągu 24 godzin) zmiany warunków pogodowych. Mogą być one spowodowane zarówno zmianą miejsca pobytu, jak i zmianą sytuacji atmosferycznej. Zmiany te wywołują w organizmie stres i zmuszają do uruchomienia procesów dostosowawczych. Miarami tego stresu są:

1) zmiany fizjologicznych procesów dostosowawczych (opisane za pomocą uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych – *UTCI* i wskaźnika strat wody na parowanie – *SW*),

2) zmiany dostosowawcze poprzez używaną odzież (opisaną wskaźnikiem przewidywanej izolacyjności termicznej odzieży – *Iclp*),

3) zmiany subiektywnej percepcji warunków meteorologicznych (opisanej wskaźnikiem temperatury odczuwanej fizjologicznie – *PST*).

Ogólna postać wskaźnika *BCI* jest następująca:

$$BCI = (dUTCI + dSW + dIclp + dPST) / 4$$

Poszczególne człony są liczone według:

$$dUTCI = [(UTCI_h - UTCI_d) / 170] \cdot 100$$

gdzie 170 jest wyrażone w °C i oznacza maksymalny możliwy zakres *UTCI*,

$$dSW = [(SW_h - SW_d) / 1000] \cdot 100$$

gdzie 1000 jest wyrażone w g/godz. i oznacza maksymalną wydolność gruczołów potowych,

$$dIclp = [(Iclp_d - Iclp_h) / 7] \cdot 100$$

gdzie 7 jest wyrażone w clo i oznacza możliwy zakres zmian termoizolacyjności odzieży,

$$dPST = [(PST_h - PST_d) / 110] \cdot 100$$

gdzie 110 jest wyrażone w °C i oznacza maksymalnie możliwy zakres *PST*.

We wzorach tych oznaczenie _h odnosi się do wartości danego wskaźnika w miejscu zamieszkania (lub w przypadku badania zmienności dobowej – w danym dniu), a oznaczenie _d – w miejscu przeznaczenia (lub w dniu poprzedzającym).

Znak dodatni lub ujemny poszczególnych członów wskaźnika *BCI* informuje, z jakim kierunkiem zmian dostosowawczych mamy do czynienia. Znak dodatni oznacza, że warunki klimatyczne w miejscu zamieszkania są „cieplejsze” niż w miejscu przeznaczenia lub warunki danego dnia są „cieplejsze” niż w dniu poprzednim, ujemny – odwrotnie. Wzrost wartości bezwzględnych *BCI* i jego składników ilustruje wzrost intensywności procesów dostosowawczych, a tym samym bodźcowości bioklimatycznej, oraz wskazuje na wzrost kontrastów bioklimatycznych.

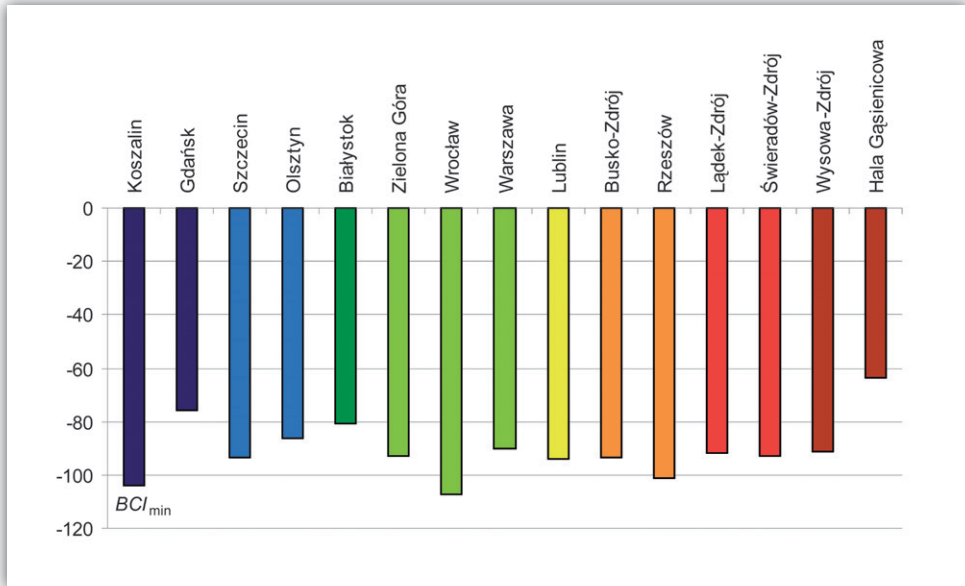
Oceniając intensywność kontrastów bioklimatycznych oraz wynikającej z nich bodźcowości można podzielić wartości *BCI* na 6 kategorii (tab. 7.1).

Tabela 7.1. Kategorie kontrastowości warunków biotermicznych
Table 7.1. Categories of bio-thermal contrasts

<i>BCI</i>	Kontrastowość <i>Contrasts</i>
od -5,0 do +5,0	bardzo mała, nie wymaga procesów dostosowawczych <i>insignificant</i>
od 5,1 do 10,0	mała, wymaga mało intensywnych procesów dostosowawczych
od -10,0 do -5,1	<i>small contrasts, slight adaptation processes necessary</i>
od 10,1 do 20,0	umiarkowana, wymaga stosunkowo intensywnych procesów dostosowawczych
od -20,0 do -10,1	<i>moderate, relatively intensive adaptation necessary</i>
od 20,1 do 30,0	duża, wymaga intensywnych procesów dostosowawczych <i>great</i>
od -30,0 do -20,1	<i>intensive adaptation necessary</i>
od 30,1 do 50,0	bardzo duża, wymaga bardzo intensywnych procesów dostosowawczych
od -50,0 do -30,1	<i>very great, very intensive adaptation necessary</i>
powyżej 50,0	skrajnie duża, wymaga procesów dostosowawczych o maksymalnej intensywności
poniżej -50,0	<i>extremely great, the most intensive adaptation necessary</i>

Źródło *Source*: Błażejczyk (2011).

Analizując wartości skrajne wskaźnika *BCI* obliczonego dla kontrastowości międzydobowej warunków biotermicznych, widać wyraźne zróżnicowanie sezonowe (tab. 7.3, s. 163). Największe, dodatnie i ujemne, wartości *BCI* występują w półroczu ciepłym, z kulminacją w miesiącach letnich. Wtedy to zdarzają się następujące po sobie dni o skrajnie dużej kontrastowości pogody. W miesiącach zimowych kontrastowość międzydobowa jest znacznie mniejsza niż latem i osiąga

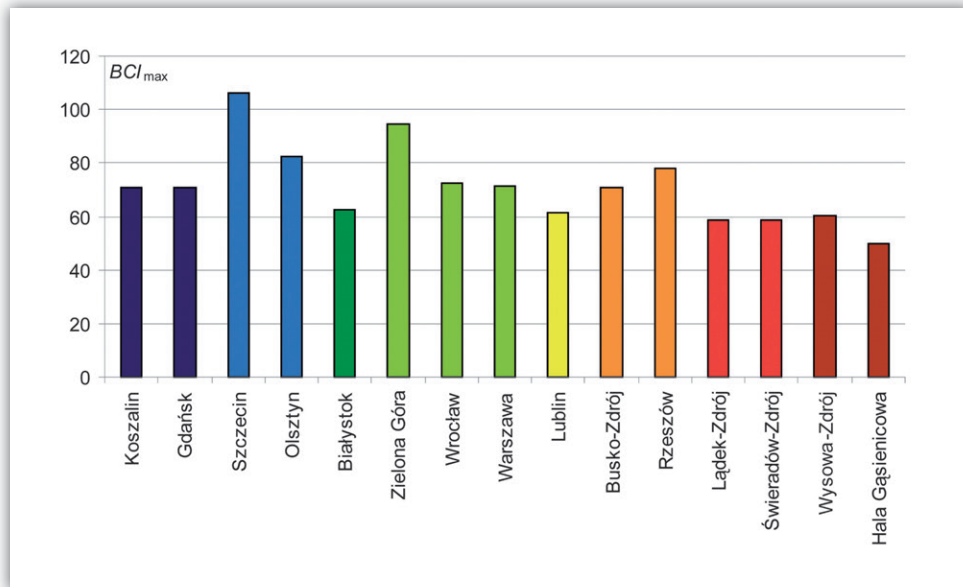


Rycina 7.1. Najniższe roczne wartości wskaźnika BCI (BCI_{min}) ilustrujące intensywność ochłodzeń z dnia na dzień na wybranych stacjach w Polsce (1991–1997)

Figure 7.1. The lowest annual values of BCI index (BCI_{min}) illustrated intensity of day-to-day cooling on selected stations in Poland (1991–1997)

poziom „bardzo duża” (choć jednocześnie same warunki pogodowe są zimą bardziej bodźcowe niż latem). Z analizy kontrastowości międzydobowej wynika jeszcze jeden wniosek. Silniejsze są ochłodzenia niż ocieplenia, a szczególnie dobrze widać to w miesiącach letnich, gdy ujemne wartości BCI (oznaczające zmianę w kierunku ochłodzenia) przekraczają 100. W tym samym okresie dodatnie wartości BCI osiągają 70–80. Jedynie na stacjach najbardziej wysuniętych na zachód (Szczecin, Zielona Góra) dodatnie wartości BCI sięgają 100. Szczegółowa analiza danych zamieszczonych w tabeli 7.3 pozwala czytelnikowi na zidentyfikowanie okresów, w których udając się do danej miejscowości (regionu) powinien się liczyć z określoną, międzydobową kontrastowością warunków biotermicznych. Na przykład w Koszalinie bardzo mała kontrastowość występuje latem przez 20–21% dni w miesiącu. Zimą takie same warunki obejmują 33–48% dni. Zimą nie pojawiają się tam skrajne kontrasty międzydobowe. Są one natomiast stosunkowo częste latem (1–3% dni w miesiącu).

O ile kontrastowość międzydobowa jest wyraźnie zróżnicowana sezonowo, o tyle różnice regionalne zaznaczają się dość słabo. W przypadku skrajnie silnych kontrastów biotermicznych związanych z ochłodzeniem (ryc. 7.1) wartości BCI_{min} wyraźnie wyższe niż na większości obszaru Polski obserwuje się jedynie na Hali



Rycina 7.2. Najwyższe roczne wartości wskaźnika BCI (BCI_{max}) określające intensywność ociepleń z dnia na dzień na wybranych stacjach w Polsce (1991–1997)

Figure 7.2. The highest annual values of BCI index (BCI_{max}) illustrated intensity of day-to-day cooling on selected stations in Poland (1991–1997)

Gąsienicowej (Region Karpacki) oraz w Gdańsku, Białymstoku i Olsztynie, a więc w stacjach położonych w północno-wschodniej części Polski, choć w różnych regionach bioklimatycznych.

W przypadku kontrastów biotermicznych związanych z nagłym ociepleniem wartości bezwzględne BCI_{max} są wyraźnie niższe niż wartości bezwzględne BCI_{min} . Świadczy to o większej intensywności na obszarze Polski ochłodzeń niż ociepleń. Porównując wartości BCI_{max} na badanych stacjach zauważa się, że są one najniższe na Hali Gąsienicowej, reprezentującej wysokie pasma górskie. Najwyższe wartości BCI_{max} zanotowano na dwóch stacjach: w Szczecinie i Zielonej Górze, wysuniętych najdalej na zachód. Intensywność letnich ociepleń powodujących skrajnie duże kontrasty biotermiczne z dnia na dzień jest w zachodniej części Polski wyraźnie większa niż w pozostałej części kraju (ryc. 7.2).

Wnioski o dużym zróżnicowaniu sezonowym i małym zróżnicowaniu regionalnym, wynikające z analizy wartości skrajnych BCI , potwierdzają się, gdy rozpatrujemy częstość różnych kategorii wskaźnika. Zaznacza się wyraźna odrębność Hali Gąsienicowej, reprezentującej wyniesione obszary Regionu Karpackiego. Przez cały rok częstość bardzo małych międzydobowych kontrastów biotermicznych wynosi tu 25–35%. W pozostałych badanych stacjach częstość bardzo małych

kontrastów waha się od 15–25% w miesiącach letnich do 40–50% w okresie zimowym. Bardzo duże kontrasty notowane są przede wszystkim w miesiącach letnich. Ich częstość na większości obszaru Polski, poza strefą górską, wynosi wtedy łącznie 20–25%. Skrajnie duże kontrasty biotermiczne występują jedynie w okresie od marca do października z częstością nieprzekraczającą łącznie 7–9% (tab. 7.3).

Bardzo istotnym warunkiem skutecznego leczenia uzdrowiskowego jest stosowanie bodźców klimatycznych odmiennych niż w miejscu zamieszkania. Dlatego też z leczenia uzdrowiskowego najlepiej korzystać w miejscach o wyraźnie odmiennych cechach bioklimatu. W badaniach przeprowadzonych przez K. Błażejczyka (2011) obliczone zostały dla każdego dnia okresu 1991–2000 bezwzględne wartości wskaźnika $|BCI|$ dla każdej pary stacji. Autor uwzględnił następujące stacje, reprezentujące różne regiony Polski: Koszalin, Białystok, Warszawa, Wrocław, Rzeszów i Hala Gąsienicowa. Największe średnie i maksymalne kontrasty pogodowe występują na Hali Gąsienicowej. W Koszalinie oraz na stacji górskiej na Hali Gąsienicowej wyższe niż w pozostałych stacjach są zaś wartości maksymalne $|BCI|$. Wskazuje to, że dla mieszkańców większości Polski wyjazd do Regionu Nadmorskiego oraz regionów górskich wiąże się z najbardziej bodźcową zmianą klimatu. Przemieszczanie się w obrębie pozostałych regionów nie prowadzi do tak intensywnej stymulacji reakcji dostosowawczych organizmu (tab. 7.2).

Tabela 7.2. Średnie i najwyższe w skali roku bezwzględne wartości wskaźnika kontrastowości warunków bioklimatycznych $|BCI|$ dla wybranych par miejscowości w Polsce w latach 1991–2000

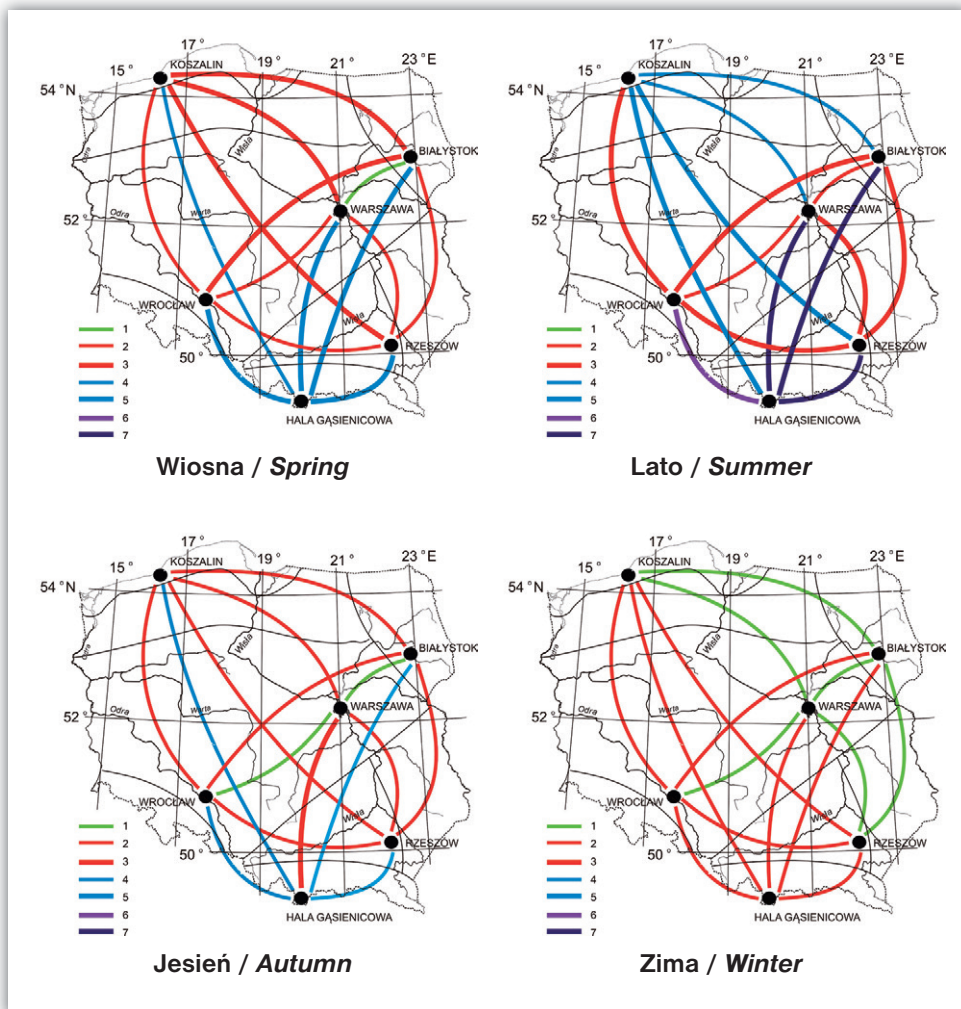
Table 7.2. Mean and the highest annual absolute values of bioclimatic contrasts index ($|BCI|$) for selected pairs of stations in Poland, 1991–2000

		Średnie roczne wartości $|BCI|$ Mean annual $|BCI|$ values					
		Koszalin	Białystok	Warszawa	Wrocław	Rzeszów	Hala Gąsienicowa
Najwyższe roczne wartości $|BCI|$ The highest annual $|BCI|$ values	Koszalin	x	15,0	14,8	13,5	17,4	21,6
	Białystok	99,3	x	9,2	14,5	12,3	26,1
	Warszawa	91,3	73,4	x	9,2	11,4	25,0
	Wrocław	96,4	90,5	63,4	x	13,7	26,0
	Rzeszów	100,8	80,7	87,3	92,8	x	26,5
	Hala Gąsienicowa	104,5	92,9	95,6	97,2	98,7	x

Źródło Source: Błażejczyk (2011).

Kontrasty bioklimatyczne pomiędzy różnymi regionami Polski są wyraźnie zróżnicowane sezonowo. Zimą średnie sezonowe wartości $|BCI|$ nie przekraczają 15 (ryc. 7.3). Wskazuje to na małą lub umiarkowaną kontrastowość warunków bioklimatycznych na obszarze Polski. Dominującą cechą bodźcowości bioklimatu są zimą niskie wartości temperatury odczuwalnej oraz umiarkowany i znaczny stres zimna.

Wiosną i jesienią kontrastowość bioklimatu na obszarze Polski wyraźnie wzrasta. Największymi wartościami wskaźnika $|BCI|$ cechują się najwyższe fragmenty gór polskich. Wybierając się w Tatry z dowolnego miejsca (poza górami) jesteśmy narażeni na dużą kontrastowość warunków biotermicznych, która wywołuje w organizmie intensywne procesy dostosowawcze. Przemieszczanie się wiosną i jesienią pomiędzy miejscowościami leżącymi w regionach bioklimatycznych od I do VI (od Nadmorskiego po Świętokrzysko-małopolski, patrz ryc. 1.2, s. 17) może się wiązać z małą lub umiarkowaną kontrastowością warunków biotermicznych.



Rycina 7.3. Średnie sezonowe wartości kontrastów biotermicznych pomiędzy wybranymi miejscowościami w Polsce w latach 1991–2000

1. 5,1–10,0, 2. 10,1–15,0, 3. 15,1–20,0, 4. 20,1–25,0, 5. 25,1–30,0, 6. 30,1–40,0, 7. 40,1–50,0

Figure 7.3. Mean seasonal bio-thermal contrasts between selected sites in Poland

Źródło Source: Błażejczyk (2011).

Latem kontrastowość bioklimatu na obszarze Polski jest największa. W pojedynczych dniach wskaźnik $|BCI|$ dla różnych par miejscowości może osiągać wartości 90–100, co mówi o skrajnie dużych kontrastach bioklimatycznych. Mogą one nadmiernie obciążać organizm, zwłaszcza osób starszych i dzieci. Jeśli chodzi o wartości średnie wskaźnika wyraźnie zaznacza się odrębność Regionu Nadmorskiego i regionów górskich (Karpackiego i Sudeckiego). Dla osób mieszkających w innych regionach Polski wyjazdy nad Bałtyk lub w wyższe partie gór wiążą się z koniecznością uruchomienia przez organizm intensywnych (w przypadku Regionu Nadmorskiego) lub bardzo intensywnych procesów dostosowawczych (ryc. 7.3).

Tabela 7.3. Najwyższe i najniższe wartości oraz częstość (%) poszczególnych klas wskaźnika BCI , w odniesieniu do międzydobowych kontrastów biotermicznych (1991–1997)

Table 7.3. The highest and the lowest values of BCI index as well as frequency (%) of its various categories (1991–1997)

Stacja Station	Miesiące Months											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
REGION NADMORSKI COASTAL REGION												
Koszalin												
$BCI < -50$	.	.	0,9	1,9	2,8	2,9	3,2	1,4	.	.	.	.
$BCI < -50, -30)$	.	0,5	1,8	3,8	6,9	6,7	6,0	5,1	2,4	1,4	1,0	.
$BCI < -30, -20)$	1,9	4,0	3,7	6,7	8,3	10,5	6,0	8,3	7,6	3,7	4,3	3,2
$BCI < -20, -10)$	13,0	14,6	16,1	13,3	12,0	11,4	12,4	13,4	15,7	16,6	11,4	11,1
$BCI < -10, -5)$	11,1	13,1	7,8	7,6	6,9	7,6	9,2	10,6	13,3	12,9	17,6	15,2
$BCI < -5, 5>$	47,7	33,3	32,3	28,1	18,9	21,4	19,8	21,2	29,5	35,0	32,4	42,4
$BCI (5, 10>$	10,2	15,2	12,9	5,7	11,1	6,2	11,1	12,4	8,6	13,4	15,2	13,8
$BCI (10, 20>$	13,0	14,1	17,1	16,7	17,1	12,4	13,8	12,4	14,3	12,9	14,3	13,8
$BCI (20, 30>$	3,2	4,5	3,2	8,6	8,8	11,9	10,1	8,8	5,2	3,7	3,8	0,5
$BCI (30, 50>$	.	0,5	3,7	5,7	6,5	6,7	7,8	6,0	3,3	0,5	.	.
$BCI > 50$	.	.	0,5	1,9	0,9	2,4	0,5	0,5	.	.	.	.
BCI_{\min}	-29,0	-35,2	-75,7	-95,0	-82,4	-80,1	-104,2	-85,5	-43,9	-37,2	-38,6	-29,9
BCI_{\max}	27,5	32,5	50,5	65,3	66,4	71,0	56,0	59,3	40,9	40,3	26,1	23,0
Gdańsk												
$BCI < -50$	.	.	.	0,5	2,8	2,4	.	0,5	.	.	.	.
$BCI < -50, -30)$	.	.	0,5	4,3	6,0	4,3	3,2	3,7	0,5	0,9	0,5	.
$BCI < -30, -20)$	2,8	3,0	5,1	5,2	4,1	2,4	5,5	5,1	3,3	4,6	3,8	2,3
$BCI < -20, -10)$	14,4	9,6	8,8	11,9	12,4	10,5	13,4	10,1	12,4	13,4	15,2	15,2
$BCI < -10, -5)$	14,4	17,2	11,5	9,0	6,9	8,1	9,2	13,4	14,3	14,3	17,1	15,2
$BCI < -5, 5>$	36,1	36,9	41,0	30,0	25,8	34,8	34,1	36,4	41,9	34,6	33,3	39,6
$BCI (5, 10>$	14,8	17,2	13,4	10,5	11,5	12,9	12,0	12,4	11,9	12,9	13,3	15,2
$BCI (10, 20>$	13,9	13,1	16,1	19,0	19,4	15,2	15,7	12,0	14,3	17,1	14,3	11,1
$BCI (20, 30>$	3,2	2,5	3,7	5,7	5,5	3,3	2,8	3,7	1,4	1,8	1,9	1,4

Stacja Station	Miesiące Months											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
BCI (30, 50>	0,5	0,5	.	3,3	4,1	3,3	3,7	2,3	0,0	0,5	0,5	.
BCI >50	.	.	.	0,5	1,4	2,9	0,5	0,5	.	.	.	.
BCI _{min}	-29,8	-27,5	-43,0	-70,4	-76,0	-70,9	-48,1	-52,1	-33,2	-33,9	-31,4	-28,3
BCI _{max}	35,6	36,0	29,7	67,0	67,0	70,6	56,0	55,5	29,0	37,0	46,1	26,1
REGION POJEZIERNY LAKELAND REGION												
Szczecin												
BCI <-50	.	.	0,5	1,4	3,2	1,9	2,3	2,3	0,5	.	.	.
BCI <-50, -30)	0,9	0,5	2,8	2,9	6,9	8,1	6,0	7,8	6,7	2,8	0,5	.
BCI <-30, -20)	1,4	5,1	2,3	5,2	7,4	10,0	8,8	5,5	9,0	8,3	7,6	4,1
BCI <-20, -10)	12,5	12,6	14,3	15,2	11,5	11,0	11,5	14,7	12,9	13,4	13,8	17,5
BCI <-10, -5)	14,4	12,6	11,1	9,5	7,4	9,0	9,2	7,4	5,2	11,1	11,0	14,7
BCI <-5, 5>	41,2	33,3	31,3	22,4	18,4	15,2	16,6	19,8	27,1	30,4	34,8	34,1
BCI (5, 10>	13,4	17,7	13,4	16,7	9,7	7,6	11,1	10,6	10,0	15,7	12,9	10,6
BCI (10, 20>	12,5	12,6	16,6	12,4	19,4	19,0	14,3	17,5	17,6	11,1	14,8	14,3
BCI (20, 30>	.	.	0,5	1,4	3,2	1,9	2,3	2,3	0,5	.	.	.
BCI (30, 50>	.	0,5	2,3	4,8	7,4	9,5	7,4	6,5	4,3	2,3	0,5	1,4
BCI >50	.	.	0,5	0,5	0,9	0,5	1,4	0,5	.	.	.	.
BCI _{min}	-32,5	-34,7	-61,6	-90,7	-90,3	-70,5	-93,5	-91,2	-52,3	-49,1	-30,7	-24,8
BCI _{max}	27,4	36,3	52,6	106,4	64,4	54,3	76,3	53,5	45,8	43,8	31,8	35,8
Olsztyn												
BCI <-50	.	.	.	1,0	4,1	3,8	2,3	2,3	0,5	0,5	.	.
BCI <-50, -30)	0,5	0,5	1,4	5,2	10,1	9,0	6,9	8,8	4,8	3,2	1,0	.
BCI <-30, -20)	3,7	1,0	4,6	4,8	8,3	4,3	6,0	6,0	10,5	9,7	5,7	0,9
BCI <-20, -10)	12,0	14,1	14,7	13,8	7,8	10,5	12,4	14,7	17,1	14,7	12,4	12,4
BCI <-10, -5)	15,3	8,1	12,0	10,0	6,9	10,5	7,4	7,4	7,1	7,8	15,2	16,1
BCI <-5, 5>	37,0	46,5	30,4	24,3	14,7	13,3	16,6	18,0	23,8	24,0	34,3	46,5
BCI (5, 10>	16,2	15,2	13,8	11,0	10,6	11,9	12,4	11,1	11,4	12,9	16,7	12,4
BCI (10, 20>	13,4	12,6	16,6	15,7	18,9	15,7	20,7	18,0	11,9	18,0	11,9	10,1
BCI (20, 30>	1,9	2,0	5,1	9,5	6,9	9,0	8,3	6,9	8,6	5,5	2,9	1,4
BCI (30, 50>	.	.	1,4	4,3	9,2	10,5	6,5	6,0	3,8	3,7	.	.
BCI >50	.	.	.	0,5	2,3	1,4	0,5	0,9	0,5	.	.	.
BCI _{min}	-33,1	-33,7	-37,8	-73,3	-73,8	-86,2	-72,4	-63,8	-52,1	-56,5	-46,6	-28,0
BCI _{max}	23,1	26,3	42,5	82,4	70,3	52,8	54,9	53,8	53,9	41,4	29,7	22,1
REGION PÓLNOGNO-WSCHODNI NORTH-EAST REGION												
Białystok												
BCI <-50	.	.	.	1,9	4,6	4,3	1,8	1,8	1,0	0,5	.	.
BCI <-50, -30)	.	.	3,7	4,8	5,5	5,7	10,1	5,5	6,7	1,4	0,5	0,5
BCI <-30, -20)	2,3	2,5	3,2	8,6	4,6	6,7	10,1	8,3	7,6	7,4	3,8	1,4
BCI <-20, -10)	7,9	11,6	14,3	11,4	14,3	9,0	6,5	12,0	13,8	15,2	16,7	12,9
BCI <-10, -5)	15,7	14,1	10,1	8,6	7,8	7,6	6,9	7,8	11,0	11,1	14,8	12,4

Stacja Station	Miesiące Months											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
$BCI <-5, 5>$	44,0	34,3	30,4	20,0	17,1	21,0	20,7	24,4	27,1	29,0	36,7	47,0
$BCI (5, 10>$	18,1	19,2	12,0	11,4	11,5	12,9	9,2	11,5	9,5	10,6	13,8	12,4
$BCI (10, 20>$	9,7	13,1	20,7	17,1	16,1	13,3	14,3	13,8	12,4	16,6	11,0	11,1
$BCI (20, 30>$	2,3	3,0	3,7	9,5	8,8	11,4	11,5	6,5	7,1	5,1	2,4	2,3
$BCI (30, 50>$	.	1,0	1,8	6,7	9,7	7,6	6,0	6,9	3,3	3,2	0,5	.
$BCI >50$	.	.	.	.	.	0,5	2,8	1,4	0,5	.	.	.
BCI_{min}	-24,9	-33,3	-43,4	-80,9	-75,9	-80,4	-77,6	-73,3	-62,4	-61,4	-45,2	-39,4
BCI_{max}	23,7	38,7	38,7	47,1	45,3	50,3	61,2	62,6	50,7	44,4	31,3	25,0
REGION CENTRALNY CENTRAL REGION												
Warszawa												
$BCI <-50$	.	.	.	1,4	3,7	3,8	3,2	5,1	1,0	0,9	0,5	.
$BCI <-50, -30)$	0,5	2,0	1,4	4,8	11,5	9,0	8,8	7,8	3,8	2,3	1,0	0,5
$BCI <-30, -20)$	1,4	4,5	4,6	8,6	4,1	7,1	5,5	5,5	9,0	6,0	6,2	1,4
$BCI <-20, -10)$	16,2	12,1	15,2	11,4	6,9	14,3	12,9	8,8	17,1	14,7	14,3	13,8
$BCI <-10, -5)$	8,8	14,1	12,4	8,6	9,2	5,7	6,5	8,8	7,6	12,0	15,2	16,1
$BCI <-5, 5>$	38,9	32,3	32,3	22,4	24,0	14,3	16,6	22,1	24,8	29,5	30,0	42,4
$BCI (5, 10>$	17,1	14,1	9,7	11,4	5,5	8,1	12,4	8,3	11,9	10,6	12,4	12,4
$BCI (10, 20>$	16,2	12,6	15,7	15,2	15,7	15,2	17,1	16,1	15,7	14,7	14,8	10,1
$BCI (20, 30>$	0,9	6,6	6,0	7,1	8,8	9,5	7,4	7,8	5,7	4,1	5,7	3,2
$BCI (30, 50>$	.	1,5	2,3	7,6	8,8	9,5	6,9	6,9	2,9	4,6	.	.
$BCI >50$	.	.	0,5	1,4	1,8	3,3	2,8	2,8	0,5	0,5	.	.
BCI_{min}	-44,0	-39,6	-42,3	-67,3	-76,5	-73,3	-81,7	-89,9	-60,7	-62,0	-70,6	-30,0
BCI_{max}	22,3	44,3	55,7	52,6	71,3	59,6	57,4	60,6	60,6	50,1	27,7	29,6
Wrocław												
$BCI <-50$	.	.	0,5	1,9	4,6	3,3	5,5	4,6	1,9	0,9	.	.
$BCI <-50, -30)$	0,5	2,0	1,8	3,3	8,3	7,1	7,8	6,5	5,7	5,1	1,0	.
$BCI <-30, -20)$	1,9	2,5	6,0	3,8	6,5	7,6	9,2	5,1	6,2	5,5	4,8	4,6
$BCI <-20, -10)$	13,4	13,1	12,9	16,2	9,2	10,0	11,5	12,0	16,2	18,0	15,7	12,9
$BCI <-10, -5)$	13,4	14,1	10,6	10,5	11,1	4,8	5,1	6,9	8,6	11,1	11,9	17,1
$BCI <-5, 5>$	38,0	34,8	30,0	23,3	14,3	20,0	12,0	23,5	21,9	22,6	33,3	37,8
$BCI (5, 10>$	18,5	12,6	10,6	11,0	10,1	10,0	6,5	9,2	12,4	11,1	14,3	11,5
$BCI (10, 20>$	12,5	15,7	20,3	15,2	14,7	11,9	17,5	17,5	12,9	14,7	14,8	12,4
$BCI (20, 30>$	1,9	2,5	4,1	8,1	13,8	13,8	11,5	6,9	9,0	7,4	4,3	3,2
$BCI (30, 50>$	.	2,5	3,2	5,7	5,5	11,0	10,6	6,0	4,8	3,7	.	.
$BCI >50$	.	.	.	1,0	1,8	0,5	2,8	1,8	0,5	.	.	.
BCI_{min}	-37,6	-40,6	-55,3	-91,1	-78,1	-105,8	-107,1	-75,7	-74,4	-64,5	-43,6	-29,9
BCI_{max}	29,7	43,3	46,3	59,7	54,5	50,8	72,5	60,9	50,6	48,7	27,4	36,3
Zielona Góra												
$BCI <-50$	.	.	.	1,0	3,7	3,8	4,1	3,7	0,5	.	.	.
$BCI <-50, -30)$	0,5	0,5	3,2	5,2	5,1	5,2	6,0	8,8	3,8	3,2	.	.

Stacja Station	Miesiące Months											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
BCI <-30, -20)	3,7	2,5	4,6	5,7	6,0	8,1	6,5	6,0	7,6	6,5	1,4	2,8
BCI <-20, -10)	8,8	16,7	13,4	10,5	9,7	11,0	8,3	9,2	13,8	18,0	20,0	14,7
BCI <-10, -5)	14,4	14,6	10,1	10,0	10,6	8,1	8,3	9,2	12,4	11,1	12,9	13,8
BCI <-5, 5>	46,3	30,8	30,9	25,7	25,8	15,7	22,6	23,0	26,7	26,7	35,2	38,7
BCI (5, 10>	11,6	14,1	12,4	11,4	8,3	11,0	12,4	11,5	11,0	12,4	13,8	15,2
BCI (10, 20>	11,6	15,2	19,4	17,6	14,3	17,6	13,8	13,8	12,4	14,7	12,9	12,9
BCI (20, 30>	3,2	4,0	4,1	9,0	11,5	10,5	10,1	6,9	8,1	4,6	3,8	1,8
BCI (30, 50>	.	1,5	1,8	3,3	4,6	8,1	6,0	7,4	3,3	2,8	.	.
BCI >50	.	.	.	0,5	0,5	1,0	1,8	0,5	0,5	.	.	.
BCI _{min}	-31,7	-34,7	-42,5	-82,5	-81,4	-93,1	-88,4	-74,0	-59,0	-38,2	-25,0	-26,0
BCI _{max}	30,0	43,1	41,6	94,4	51,2	58,4	58,3	57,0	50,8	39,6	29,4	25,7
REGION POŁUDNIOWO-WSCHODNI SOUTH-EAST REGION												
Lublin												
BCI <-50	.	.	.	1,4	2,8	4,3	3,7	3,7	1,4	0,5	.	.
BCI <-50, -30)	0,5	2,0	2,3	6,7	9,2	7,1	6,5	8,3	4,8	4,6	1,4	.
BCI <-30, -20)	2,8	1,5	4,6	4,3	10,1	6,7	6,5	6,9	8,6	7,4	5,7	2,8
BCI <-20, -10)	13,4	16,2	15,2	11,9	10,1	10,0	9,7	11,5	17,6	11,1	15,2	13,8
BCI <-10, -5)	9,3	12,6	12,4	9,5	4,1	7,1	10,6	6,5	6,7	11,1	12,9	13,8
BCI <-5, 5>	42,6	30,8	25,8	24,8	13,8	17,6	18,0	20,3	25,2	29,5	34,8	40,1
BCI (5, 10>	16,7	15,7	12,0	9,0	11,1	10,5	10,1	7,4	9,5	11,5	10,5	16,1
BCI (10, 20>	13,0	15,2	21,2	16,7	17,5	14,8	14,3	18,0	13,8	13,8	13,8	10,1
BCI (20, 30>	1,9	4,5	3,7	9,5	13,8	13,3	10,6	11,1	6,7	6,0	5,7	3,2
BCI (30, 50>	.	1,5	2,3	6,2	6,9	7,6	9,2	6,0	5,7	4,6	.	.
BCI >50	.	.	0,5	.	0,5	1,0	0,9	0,5	.	.	.	.
BCI _{min}	-37,7	-37,3	-36,8	-61,5	-92,0	-83,7	-94,0	-89,8	-60,3	-64,9	-49,6	-26,7
BCI _{max}	25,4	40,2	51,3	43,8	52,3	55,5	54,5	61,3	46,9	46,4	27,7	23,4
REGION ŚWIĘTOKRZYSKO-MALOPOLSKI UPLAND REGION												
Busko-Zdrój ⁽³⁾												
BCI <-50	.	.	.	1,4	6,0	5,2	4,6	5,5	2,4	1,4	0,5	.
BCI <-50, -30)	2,8	1,0	3,2	5,2	6,9	8,1	6,9	8,3	6,2	7,4	2,9	0,9
BCI <-30, -20)	3,7	6,6	6,5	9,0	6,9	7,6	6,9	6,5	5,2	7,4	6,7	2,8
BCI <-20, -10)	14,4	15,7	12,0	11,9	11,1	7,6	9,7	8,8	11,9	13,8	13,8	17,1
BCI <-10, -5)	12,0	12,1	13,4	7,6	6,9	4,8	6,0	6,9	8,1	8,8	11,9	12,4
BCI <-5, 5>	31,9	28,8	26,7	21,0	13,4	18,6	18,4	20,3	27,1	23,0	28,1	38,7
BCI (5, 10>	13,4	9,6	12,0	9,0	8,8	10,0	12,0	11,1	10,0	8,3	12,9	10,1
BCI (10, 20>	18,1	13,6	18,0	18,6	17,5	18,1	13,8	18,0	18,1	15,7	18,1	12,9
BCI (20, 30>	3,7	9,1	3,7	9,5	12,4	9,0	12,0	7,4	4,3	6,9	3,3	5,1
BCI (30, 50>	.	3,0	4,1	6,2	8,3	9,0	8,3	5,5	5,7	7,4	1,9	.
BCI >50	.	0,5	0,5	0,5	1,8	1,9	1,4	1,8	1,0	.	.	.
BCI _{min}	-40,2	-34,2	-35,6	-64,7	-91,8	-75,6	-89,4	-93,7	-73,3	-78,7	-62,5	-38,7
BCI _{max}	26,3	56,5	52,7	67,3	61,6	58,5	71,0	69,4	51,4	48,1	38,1	25,8

Stacja Station	Miesiące Months											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Rzeszów												
BCI <-50	.	.	0,5	1,4	2,3	6,2	4,6	5,1	1,9	0,9	.	.
BCI <-50, -30)	0,9	1,0	1,4	7,1	10,1	7,6	10,1	7,4	3,8	2,3	2,4	0,9
BCI <-30, -20)	6,0	5,1	8,8	8,1	9,2	4,8	7,4	6,5	6,2	8,3	4,8	3,7
BCI <-20, -10)	13,9	16,2	12,9	9,0	10,1	12,4	8,8	10,1	18,6	16,1	14,8	14,7
BCI <-10, -5)	11,6	14,1	10,6	7,1	5,5	5,2	6,9	6,9	9,0	9,2	14,3	11,1
BCI <-5, 5>	33,3	25,8	29,5	27,6	17,1	16,2	15,2	24,0	23,8	24,9	34,3	38,7
BCI (5, 10>	14,8	13,1	7,8	7,1	9,7	10,5	6,5	7,8	9,0	12,9	11,4	15,7
BCI (10, 20>	16,2	15,2	17,1	14,8	17,1	13,8	17,1	16,1	15,7	16,1	11,9	10,1
BCI (20, 30>	2,8	8,1	7,8	9,5	10,1	12,4	10,6	6,0	8,1	5,5	5,2	3,7
BCI (30, 50>	0,5	1,5	3,7	7,1	8,3	8,6	10,6	8,3	3,3	3,7	1,0	1,4
BCI >50	.	.	.	1,0	0,5	2,4	2,3	1,8	0,5	.	.	.
BCI _{min}	-31,4	-33,2	-56,8	-65,6	-101,1	-91,6	-85,2	-74,6	-73,4	-72,2	-47,3	-34,9
BCI _{max}	31,6	35,3	43,5	52,6	56,9	62,1	61,2	77,9	65,6	44,1	32,7	33,1
REGION SUDECKI SUDETCI REGION												
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾												
BCI <-50	.	.	0,5	.	2,3	3,3	4,1	4,1	2,9	.	.	.
BCI <-50, -30)	.	1,0	4,6	5,7	7,4	9,0	7,8	7,4	6,7	4,6	1,4	0,5
BCI <-30, -20)	3,7	5,1	6,9	5,2	9,2	8,6	4,6	9,2	8,1	6,0	5,7	2,8
BCI <-20, -10)	16,7	10,1	13,8	13,8	11,5	12,4	10,6	10,1	7,1	18,0	13,8	12,0
BCI <-10, -5)	8,3	15,2	12,9	8,1	8,3	5,7	4,6	7,4	8,1	8,8	12,4	12,9
BCI <-5, 5>	37,5	32,3	22,1	26,7	17,1	10,5	16,6	18,4	26,2	28,6	36,7	45,2
BCI (5, 10>	16,7	15,2	10,6	12,4	8,8	12,9	15,2	12,0	11,4	10,1	9,5	10,6
BCI (10, 20>	13,9	15,7	16,1	14,8	14,7	15,2	21,2	15,7	13,8	13,8	15,7	12,9
BCI (20, 30>	3,2	5,1	8,8	9,0	10,1	8,6	3,2	5,1	9,5	6,0	4,3	3,2
BCI (30, 50>	.	0,5	3,7	3,3	9,7	13,3	9,7	9,2	6,2	4,1	0,5	.
BCI >50	.	.	.	1,0	0,9	0,5	2,3	1,4	.	.	.	.
BCI _{min}	-29,3	-35,6	-53,7	-46,4	-64,8	-88,1	-86,8	-85,1	-91,7	-49,6	-41,8	-32,2
BCI _{max}	27,5	35,9	39,0	54,5	56,3	58,4	56,4	51,3	47,1	45,5	33,8	27,4
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾												
BCI <-50	.	.	.	1,4	3,7	4,3	3,7	5,1	1,9	.	.	.
BCI <-50, -30)	0,9	0,5	3,7	2,9	7,4	7,6	5,5	6,5	8,6	5,5	2,9	1,4
BCI <-30, -20)	5,1	5,6	7,4	6,2	8,8	7,6	8,8	6,5	6,7	5,1	5,2	3,7
BCI <-20, -10)	13,9	15,7	16,1	14,3	10,1	8,6	16,1	11,5	11,4	17,1	15,7	16,6
BCI <-10, -5)	13,4	8,6	12,4	6,2	6,0	8,1	5,5	9,7	5,7	8,8	13,8	13,4
BCI <-5, 5>	32,9	31,3	21,2	26,7	15,2	16,2	12,0	15,2	22,9	22,6	26,2	32,3
BCI (5, 10>	14,4	16,2	8,8	14,3	11,1	10,0	7,8	9,2	14,8	17,1	12,4	12,4
BCI (10, 20>	14,8	15,7	20,3	15,7	18,4	17,6	20,7	18,4	12,4	13,8	18,6	13,8
BCI (20, 30>	3,7	6,6	6,9	9,5	11,1	10,5	9,2	11,1	10,0	8,3	5,2	6,0
BCI (30, 50>	0,9	.	3,2	2,4	7,4	8,6	9,2	6,0	5,7	1,8	.	0,5

Stacja Station	Miesiące Months											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>BCI</i> >50	.	.	.	0,5	0,9	1,0	1,4	0,9	.	.	.	.
<i>BCI</i> _{min}	-38,2	-32,3	-45,7	-64,5	-81,3	-82,7	-93,1	-79,2	-87,6	-48,6	-42,5	-42,1
<i>BCI</i> _{max}	34,9	28,3	38,7	58,5	53,0	57,4	50,8	56,9	48,4	35,5	29,5	30,1
REGION KARPACKI <i>CARPATHIAN REGION</i>												
Hala Gaśienicowa ⁽²⁾												
<i>BCI</i> <50	.	.	.	.	.	.	0,5	.	.	0,5	0,5	.
<i>BCI</i> <50, -30)	1,9	1,5	0,9	1,4	3,2	4,3	3,7	2,3	1,4	2,8	1,0	0,9
<i>BCI</i> <30, -20)	4,6	4,5	5,1	4,3	8,3	7,6	6,5	9,7	6,7	8,8	4,8	3,7
<i>BCI</i> <20, -10)	16,7	17,2	15,7	13,8	16,1	14,3	11,1	11,5	12,4	15,7	16,7	14,7
<i>BCI</i> <-10, -5)	13,9	12,6	12,4	10,0	8,8	10,0	9,7	9,2	13,3	9,7	9,5	13,8
<i>BCI</i> <-5, 5>	31,0	30,3	30,9	34,8	23,0	25,7	30,4	32,7	34,3	24,9	34,8	38,2
<i>BCI</i> (5, 10>	10,2	7,6	12,4	12,4	13,4	12,4	14,7	11,5	14,3	12,9	12,9	11,1
<i>BCI</i> (10, 20>	15,7	16,2	17,1	17,6	18,0	16,7	16,6	14,3	9,0	14,7	14,8	11,5
<i>BCI</i> (20, 30>	3,7	7,1	2,8	5,2	7,8	5,7	3,7	5,5	6,7	6,5	3,3	5,5
<i>BCI</i> (30, 50>	2,3	3,0	2,8	0,5	1,4	3,3	3,2	3,2	1,9	3,7	1,9	0,5
<i>BCI</i> >50	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>BCI</i> _{min}	-41,7	-36,1	-37,7	-49,4	-41,3	-44,6	-63,8	-47,9	-37,6	-53,2	-53,2	-35,2
<i>BCI</i> _{max}	49,7	34,9	43,3	33,7	35,8	44,8	49,0	42,2	43,4	44,2	38,1	47,5
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾												
<i>BCI</i> <50	.	.	.	1,0	2,3	3,8	6,0	4,6	3,3	0,5	.	.
<i>BCI</i> <50, -30)	2,8	4,0	2,3	4,3	7,4	10,5	6,0	6,9	8,6	5,5	2,4	2,8
<i>BCI</i> <30, -20)	6,9	7,1	9,7	8,6	6,9	5,2	5,1	9,7	8,1	10,6	9,5	5,5
<i>BCI</i> <20, -10)	13,4	17,2	17,5	13,8	15,2	8,6	7,4	10,1	8,6	11,5	14,3	17,1
<i>BCI</i> <-10, -5)	10,2	7,6	11,1	6,7	9,7	5,2	8,3	7,8	6,7	6,9	12,4	11,5
<i>BCI</i> <-5, 5>	31,5	20,7	18,9	23,8	17,1	21,4	18,9	18,4	19,5	28,1	26,2	25,8
<i>BCI</i> (5, 10>	13,0	12,6	12,4	11,9	8,3	10,0	9,7	9,2	12,9	11,1	13,8	16,6
<i>BCI</i> (10, 20>	15,3	19,7	13,8	14,8	13,4	13,3	20,3	15,2	16,7	12,9	12,9	12,9
<i>BCI</i> (20, 30>	5,1	6,6	9,7	6,7	8,3	10,5	9,2	9,7	10,0	8,8	7,6	5,5
<i>BCI</i> (30, 50>	1,4	4,5	4,6	8,1	11,1	10,5	7,4	6,0	5,2	4,1	1,0	2,3
<i>BCI</i> >50	0,5	.	.	0,5	0,5	1,0	1,8	2,3	0,5	.	.	.
<i>BCI</i> _{min}	-37,0	-47,3	-47,6	-57,9	-67,3	-91,4	-87,5	-87,4	-68,4	-50,5	-39,5	-42,0
<i>BCI</i> _{max}	50,3	38,5	46,8	50,1	50,9	59,4	56,9	60,1	60,1	43,7	41,2	45,5

⁽¹⁾ 1996–2002, ⁽²⁾ 1994–2000

8. Okresy klimatoterapeutyczne

Jednym ze sposobów opisu oraz oceny warunków klimatycznych i bioklimatycznych jest analiza całego zespołu elementów meteorologicznych, składających się na aktualne warunki pogodowe. Przez pogodę rozumie się chwilowy stan atmosfery nad danym obszarem, określony zespołem powiązanych ze sobą elementów meteorologicznych (Kaczorowska 1977; Woś 1996). Pod wpływem czynników meteorologicznych działających silnie bodźcowo mogą zachodzić niepożądane reakcje organizmu człowieka. Zależą one od wrażliwości osobniczej i ogólnego stanu organizmu. Na zmiany pogody narażone są podstawowe układy organizmu: nerwowy, krążenia, oddychania oraz poszczególne narządy.

Aktywne biologicznie sytuacje pogodowe, podczas których obserwuje się subiektywne dolegliwości u ludzi zdrowych oraz nasilenie obiektywnych objawów chorobowych u większości chorych określa się powszechnie mianem sytuacji meteorotropowych (Grączewski 1972; Sulman 1982; Kozłowska-Szczęsna i in. 2004). Meteorotropowe są przede wszystkim sytuacje cyklonalne, związane z przechodzeniem frontów atmosferycznych (szczególnie chłodnych) oraz z adwekcją mas powietrza o kontrastowych cechach fizycznych. Właściwości meteorotropowe mają także długo utrzymujące się stresowe stany atmosfery (fale upałów, wielodniowe opady deszczu itp.).

W planowaniu różnych form klimatoterapii przydatna jest klasyfikacja synoptyczna pogody opracowana w Niemieckiej Służbie Pogody (Jethon i Grzybowski 2000). Na podstawie analizy pola ciśnienia na poziomie izobarycznym 850 mm autorzy wyróżnili 13 typów pogody oraz wskazali, z jakimi reakcjami organizmu można się liczyć podczas występowania danego typu pogody (tab. 8.1).

C.R. de Freitas (2001) podkreśla, że bioklimatyczna ocena warunków pogodowych powinna obejmować trzy kategorie informacji ważnych dla człowieka przebywającego i odpoczywającego na otwartym powietrzu lub korzystającego z zabiegów klimatoterapeutycznych, odnoszące się do:

- ▶ warunków wizualnych (w oryginale *aesthetic* – estetycznych), na które składają się między innymi zachmurzenie, widzialność, długość dnia i usłonecznienie;
- ▶ fizycznego stanu atmosfery, uwzględniając między innymi opady, pokrywę śnieżną, wiatr, promieniowanie słoneczne (w tym nadfioletowe) oraz zanieczyszczenie powietrza;

- warunków biotermicznych, przez które rozumie się łączny efekt warunków meteorologicznych oraz związanych z nimi reakcji fizjologicznych człowieka.

Tabela 8.1. Obiektywna biosynoptyczna klasyfikacja pogody (wg Niemieckiej Służby Pogody) oraz towarzyszące im oddziaływania psychofizyczne
Table 8.1. Bio-synoptic classification of weather (used in German Weather Service) and accompanied psycho-physical reactions

Typ pogody Type of weather	Sytuacja na poziomie izobarycznym Situation at isobaric level 850 hPa	Oddziaływanie psychofizyczne Psychological and physiological responses
1	wyż (centrum), brak inwersji termicznych <i>centre of anticyclone, no thermal inversions</i>	niewielkie oddziaływanie meteorotropowe, obniżenie odporności na infekcje <i>slight meteorotrophy, decrease of immunity to infections</i>
2	wyż (centrum), inwersje termiczne <i>centre of anticyclone, thermal inversions</i>	
3	ześlizgi powietrza na skraju wyżu <i>air movement from high to low pressure</i>	zmniejszenie zdolności do pracy umysłowej, przejawy apatii i depresji <i>reduced mental ability, possible apathy and depression</i>
4	adwekcja ciepłego powietrza w przedniej części niżu <i>advection of warm air in cyclone</i>	zaostrzenie schorzeń odmiażdżycowych z tendencją do zawału serca i udaru mózgu, obniżenie odporności, zaburzenia metaboliczne, zaburzenia snu, zmniejszenie zdolności do pracy fizycznej i umysłowej, wzrost wypadkowości, obniżone samopoczucie <i>increased sclerosis manifestation (risk of infarct and brain stroke), decreased immunity and physical/mental performance, sleep perturbations, reduced wellbeing, risk of road accidents</i>
5	ciepły wycinek niżu <i>warm part of cyclone</i>	niewielki efekt meteorotropowy, głównie nerwicyowy, skłonność do obniżenia ciśnienia tętniczego krwi <i>slight meteorotrophy, decreasing of blood pressure</i>
6	centrum niżu <i>centre of cyclone</i>	zaostrzenie objawów depresji neurotycznej, niewydolności krążenia oraz objawów gośćcowych <i>symptoms of neurotic depression, heart-failures and rheumatism</i>
7	adwekcja zimnego powietrza w tylnej części niżu <i>advection of cold air in cyclone</i>	zaostrzenie objawów gośćcowych i choroby niedokrwiennej serca, zaburzenie funkcji trawiennej <i>symptoms rheumatism, heart ischaemia and digestion disorders</i>
8	strefa frontu zafalowanego <i>frontal wave</i>	sytuacja zdrowotnie korzystna, czasami zaostrzenie objawów gośćcowych <i>no health disorders, possible slight increase of rheumatism symptoms</i>
9	wschodni strumień powietrza <i>east air flow</i>	sytuacja zdrowotnie korzystna <i>no health disorders</i>
10	obojętna sytuacja baryczna (brak procesów dynamicznych) <i>neutral barometric situation</i>	złe samopoczucie, tendencja do wzrostu ciśnienia tętniczego (migrena) <i>bad wellbeing, possible increase of blood pressure and migraine</i>
11	zimny wyż <i>cold anticyclone</i>	złe samopoczucie, tendencja do zaostrzenia objawów choroby niedokrwiennej serca <i>bad wellbeing increased heart ischaemia</i>
12	ciepły wycinek wyżu <i>warm part of anticyclone</i>	brak wyraźnego oddziaływania meteorotropowego <i>no meteorotrophic reactions</i>
13	bruzda cyklonalna górna <i>upper trough</i>	złe samopoczucie, zaostrzenie objawów nadciśnienia tętniczego i schorzeń nerek <i>bad wellbeing, hypertension, kidney diseases</i>

Źródło Source: Jethon, Grzybowski (2000).

8.1. Podstawy wydzielenia okresów klimatoterapeutycznych

Analiza długookresowych ciągów warunków pogodowych pozwala na wyznaczenie okresów o różnej przydatności do różnych form leczenia klimatycznego (klimatoterapii). Do przeprowadzenia takiej analizy wykorzystano biotermiczno-meteorologiczną klasyfikację pogody zaproponowaną przez K. Błażejczyka (2004). Tabela 8.2 zawiera schemat zastosowanej klasyfikacji. Jest on szczegółowo opisany w książce K. Błażejczyka i A. Kunert (2011), dlatego tutaj przypomniano tylko najważniejsze elementy klasyfikacji pogody.

Podstawowym elementem oceny pogody są obciążenia cieplne i odczucia cieplne organizmu, powodowane przez aktualną sytuację atmosferyczną (temperaturę i wilgotność powietrza, promieniowanie słoneczne i wiatr). Zabiegi leczenia klimatycznego: helioterapia, aeroterapia i terenoterapia powinny służyć regeneracji sił i profilaktyce zdrowia oraz wspomagać inne formy leczenia uzdrowiskowego. Jednym z podstawowych warunków, jaki musi być spełniony, aby osiągnąć te cele, jest zachowanie równowagi cieplnej organizmu przy jak najmniejszym obciążeniu układu termoregulacyjnego.

Do uwzględnionych biotermicznych cech warunków pogodowych należą:

- ▶ odczucia cieplne człowieka, kształtujące się w wyniku oddziaływania warunków meteorologicznych i specyficznych reakcji dostosowawczych organizmu,
- ▶ intensywność bodźców radiacyjnych,
- ▶ rodzaj stresu termofizjologicznego,
- ▶ natężenie uczucia parności.

Cechy te są określane na podstawie analizy bilansu cieplnego człowieka. Do obliczenia poszczególnych składników i charakterystyk bilansu cieplnego użyto modelu wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem, MENEX_2005 (Błażejczyk, Kunert 2011).

Na możliwość stosowania zabiegów klimatoterapeutycznych wpływają także bezpośrednio niektóre cechy warunków meteorologicznych: kontrastowość warunków termicznych w ciągu dnia, występowanie opadów atmosferycznych, występowanie pokrywy śnieżnej.

W zastosowanej klasyfikacji pogody posłużono się cyfrowym zapisem analizowanych składników pogody. Kolejne cyfry zapisu określają kolejno: typ, podtyp i klasę pogody. Przy określaniu cech pogody korzystano z programu BioKlima©2.6 (<http://www.igipz.pan.pl/Bioklima-zgik.html>).

Pełny cyfrowy zapis warunków pogodowych składa się z siedmiu znaków, a pełne rozwinięcie charakterystyki pogody wymaga „rozszyfrowania” znaczenia poszczególnych znaków zapisu. Na przykład:

- ▶ zapis -2_2C0_01x oznacza pogodę zimną, z umiarkowanymi bodźcami radiacyjnymi, termofizjologicznym stresem zimna i brakiem uczucia parności, a także z małymi dobowymi kontrastami termicznymi, wystąpieniem opadu przy braku informacji o pokrywie śnieżnej,
- ▶ zapis 2_3H1_10x oznacza pogodę gorącą, z silnymi bodźcami radiacyjnymi i termofizjologicznym stresem gorąca oraz umiarkowanym uczuciem parności, a także z dużymi dobowymi kontrastami termicznymi, bez opadu i przy braku informacji o pokrywie śnieżnej.

Tabela 8.2. Schemat zapisu cyfrowego biotermiczno-meteorologicznej klasyfikacji pogody

Table 8.2. Scheme of digital description of bio-thermal-and-meteorological weather classification

Charakterystyki pogody Weather characteristics		Oznaczenie Description							
Typ pogody Weather type	odczucie ciepłe thermal sensation	symbol	-3	-2	-1	0	1	2	3
		pogoda weather:	bardzo zimna very cold	zimna cold	chłodna cool	komfortowa comfortable	ciepła warm	gorąca hot	bardzo gorąca very hot
Podtyp pogody Weather subtype	bodźce radiacyjne radiation stimuli	symbol	1	2	3				
		opis description	słabe weak	umiarkowane moderate	silne strong				
	stres termofizjologiczny physiological strain	symbol	C	T	H				
		opis description	zimna cold	termoneutralne thermoneutral	gorąca hot				
	intensywność parności sultriness intensity	symbol	0	1	2				
		opis description	brak non sultry	umiarkowana moderate	duża great				
Klasa pogody	dobowe kontrasty temperatury daily temperature contrasts	symbol	0	1					
		opis description	małe small	duże great					
	opad atmosferyczny precipitation	symbol	0	1					
		opis description	bez opadu no rain	z opadem rainy					
	pokrywa śnieżna snow cover	symbol	0	1					
		opis description	bez śniegu no snow	ze śniegiem snowy					

Źródło Source: Błażejczyk (2004).

8.2. Ocena pogody z punktu widzenia klimatoterapii

Poszczególne sytuacje pogodowe, w każdym dniu badanego okresu, oceniono z punktu widzenia ich przydatności do głównych form klimatoterapii uzdrowiskowej:

- ▶ helioterapii (kąpeli słonecznych, SB),
- ▶ aeroterapii (kąpeli powietrznych, AB),
- ▶ łagodnej terenoterapii (spacerów i spokojnych zajęć terenowych, MR),
- ▶ intensywnej terenoterapii (gier terenowych i intensywnych zajęć w terenie otwartym, AR).

Zastosowano trzystopniowy wskaźnik oceny pogody (WSI): pogoda przydatna bez ograniczeń ($WSI = 3$), pogoda przydatna z ograniczeniami ($WSI = 1$), pogoda nieprzydatna ($WSI = 0$).

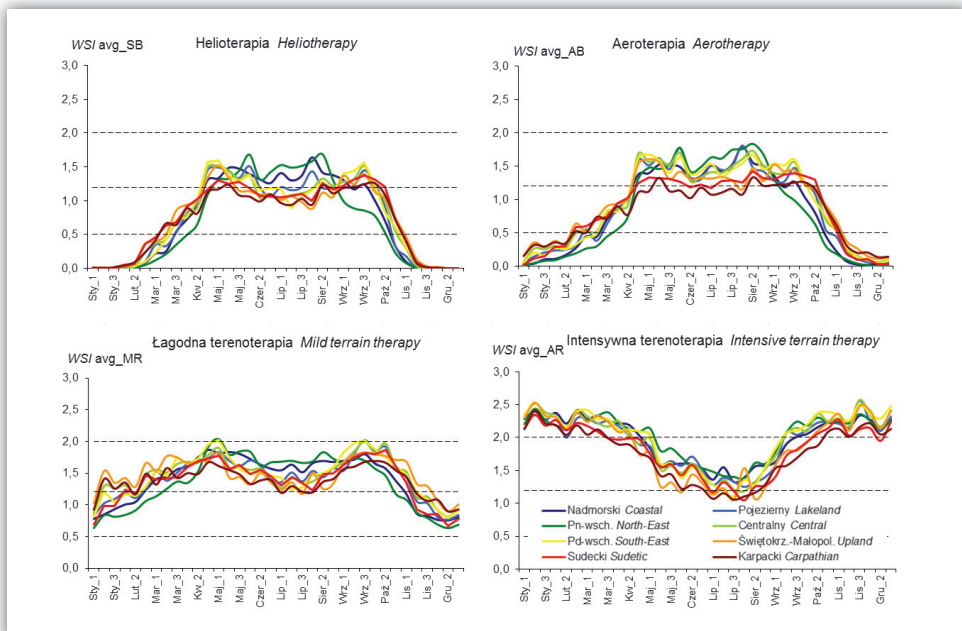
Kolejnym etapem oceny było określenie średnich wartości wskaźników oceny (WSI_{avg}) dla poszczególnych miesięcy i uśrednienie tych wartości dla całego badanego okresu. Na podstawie średnich wartości wskaźników oceny przyjęto następującą klasyfikację przydatności poszczególnych okresów:

WSI_{avg}	Przydatność pogody w badanym okresie do poszczególnych form klimatoterapii (SB, AB, MR, AR):
poniżej 0,5	– niekorzystna,
od 0,5 do mniej niż 1,2	– umiarkowanie korzystna,
od 1,2 do mniej niż 2,0	– korzystna,
od 2,0	– bardzo korzystna.

Rycina 8.1 przedstawia przebieg roczny wskaźników oceny przydatności pogody do różnych form klimatoterapii w kolejnych dekadach roku w poszczególnych regionach bioklimatycznych Polski. Z porównania wartości wskaźnika WSI dla helioterapii widać, że w trzech regionach (Nadmorskim, Północno-wschodnim i Południowo-wschodnim) korzystne warunki pogodowe występują przez znaczącą część półrocza letniego. Występuje tu jeden okres kulminacji wartości wskaźnika WSI_{avg-SB} i trwa on od końca maja do początku września. W pozostałych regionach bioklimatycznych obserwuje się dwa wyraźne maksima wartości wskaźnika WSI_{avg-SB} . Pierwsze ma miejsce wiosną, na przełomie kwietnia i maja, a drugie wczesną jesienią (wrzesień i połowa października). Od drugiej połowy października lub początku listopada aż do połowy marca warunki pogodowe nie pozwalają na korzystanie z helioterapii. Powodem tego są zarówno niska temperatura powietrza, jak i słabe bodźce radiacyjne, związane z niskim położeniem tarczy słonecznej nad horyzontem oraz dużym zachmurzeniem. Szczegółowe informacje o przebiegu rocznym wskaźnika WSI_{avg} dla różnych form klimatoterapii zawiera tabela 8.2. (patrz s. 178)

W przypadku oceny pogody z punktu widzenia aeroterapii zmienność sezonowa i obraz przestrzenny wskaźnika WSI_{avg_AB} są podobne, jak w odniesieniu do helioterapii. Tylko w trzech regionach (Pojeziernym, Karpackim i Sudeckim) obserwuje się wyraźne zmniejszenie wartości wskaźnika w okresie letnim. Panujące wtedy warunki znajdują się na granicy umiarkowanie korzystnych i korzystnych dla aeroterapii. W pozostałych regionach bioklimatycznych występuje dobrze zaznaczone w okresie letnim optimum wskaźnika. Pogoda w okresie zimowym ma we wszystkich regionach cechy niekorzystne dla aeroterapii.

Ocena przydatności pogody do klimatoterapii zmienia się znacząco, gdy w procedurach leczniczych uwzględnimy ruch na świeżym powietrzu w ramach terenoterapii. W przypadku łagodnych form terenoterapii praktycznie przez cały rok wartości wskaźnika WSI_{avg_MR} znajdują się we wszystkich regionach w kategoriach warunków umiarkowanie korzystnych i korzystnych. W niektórych regionach (Pojeziernym, Centralnym, Sudeckim i Karpackim) zaznacza się niewielkie obniżenie wartości wskaźnika w okresie letnim. W pozostałych regionach występuje natomiast wyraźne plateau wskaźnika, na poziomie warunków korzystnych, w okresie od wiosny aż do jesieni (ryc. 8.1).



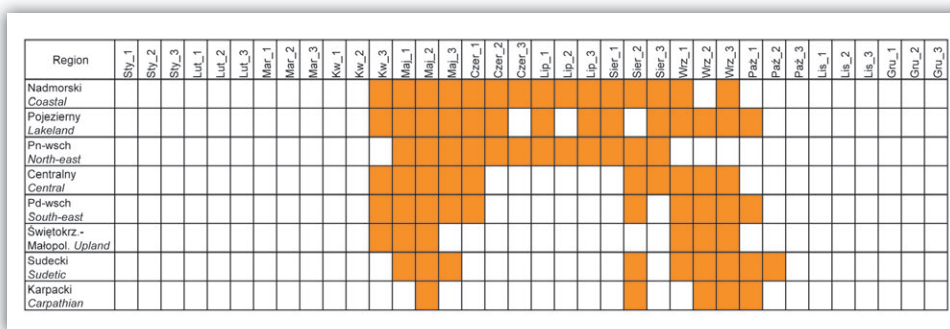
Rycina 8.1. Przebiegi roczne średnich dekadowych wartości wskaźników oceny pogody (WSI_{avg}) dla różnych form klimatoterapii w poszczególnych regionach bioklimatycznych Polski, 1991–2000

Figure 8.1. Annual course of mean 10-days weather suitability index (WSI_{avg}) for various forms of climate therapy in particular bioclimatic regions, 1991–2000

W przypadku form terenoterapii związanych z intensywnym ruchem na świeżym powietrzu przebieg roczny wskaźnika WSI_{avg-AR} jest odmienny w stosunku do charakterystycznego dla helio- i aeroterapii. W chłodnej połowie roku wartości wskaźnika we wszystkich regionach mieszczą się w kategorii warunków bardzo korzystnych. Niedostatek ciepła i bodźców radiacyjnych w otoczeniu człowieka jest wtedy rekompensowany zwiększoną metaboliczną produkcją ciepła. Natomiast w okresie letnim taki zwiększony wysiłek fizyczny prowadzi do pogorszenia warunków dla tej formy klimatoterapii. W większości regionów wskaźniki oceny spadają do kategorii „umiarkowanie korzystne”, a w regionach Sudeckim i – zwłaszcza – Karpackim nawet do kategorii „niekorzystne” (ryc. 8.1).

Na podstawie obliczonych wartości wskaźników WSI_{avg} można wyznaczyć okresy klimatoterapeutyczne. Jako przydatne dla wybranych form klimatoterapii należy traktować te okresy, w których WSI_{avg} przekracza wartość 1,2. Wyznaczono w ten sposób okresy klimatoterapeutyczne z dekadową rozdzielczością czasową.

W większości regionów bioklimatycznych Polski okres helioterapeutyczny rozpoczyna się w ostatniej dekadzie kwietnia (ryc. 8.2). Termin jego zakończenia jest natomiast bardzo zróżnicowany. Należy zaznaczyć, że tylko w Regionie Północno-wschodnim okres helioterapeutyczny trwa nieprzerwanie; rozpoczyna się w pierwszej dekadzie maja, a kończy w trzeciej dekadzie sierpnia. Najdłużej, w sposób prawie nieprzerwany okres helioterapeutyczny trwa w regionach: Nadmorskim (z wyjątkiem drugiej dekady września) i Pojeziernym (z wyjątkiem trzeciej dekady czerwca oraz drugiej dekady lipca i sierpnia). W pozostałych regionach, w tym w największym w kraju Regionie Centralnym, okres przydatny do kąpiei słonecznych pojawia się dwukrotnie. W Regionie Centralnym – od trzeciej dekady kwietnia do pierwszej dekady czerwca i ponownie od drugiej połowy sierpnia do końca września. W Regionie Południowo-wschodnim okres ten trwa od trzeciej dekady



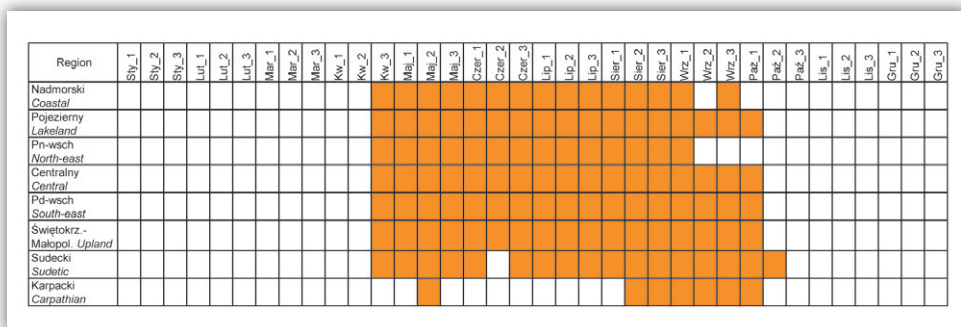
Rycina 8.2. Dekady (zaznaczone barwą pomarańczową), w których można korzystać z kąpiei słonecznych (okres helioterapeutyczny) w poszczególnych regionach bioklimatycznych Polski

Figure 8.2. 10-days periods (marked in orange) with weather useful for heliotherapy in particular bioclimatic regions

kwietnia do pierwszej dekady czerwca, następnie występuje w drugiej dekadzie sierpnia i po przerwie – od początku września do pierwszej dekady października. Jeszcze krótszy jest okres helioterapeutyczny w Regionie Świętokrzysko-małopolskim – od trzeciej dekady kwietnia do drugiej dekady maja i następnie przez cały wrzesień. W Regionie Sudeckim letnia przerwa w okresie helioterapeutycznym trwa od początku czerwca do drugiej dekady sierpnia. Najkrótszy okres, dający możliwość efektywnego korzystania z kąpiei słonecznych, występuje w Regionie Karpackim – występuje w drugiej dekadzie maja, a następnie w drugiej dekadzie sierpnia i od połowy września do pierwszej dekady października (ryc. 8.2).

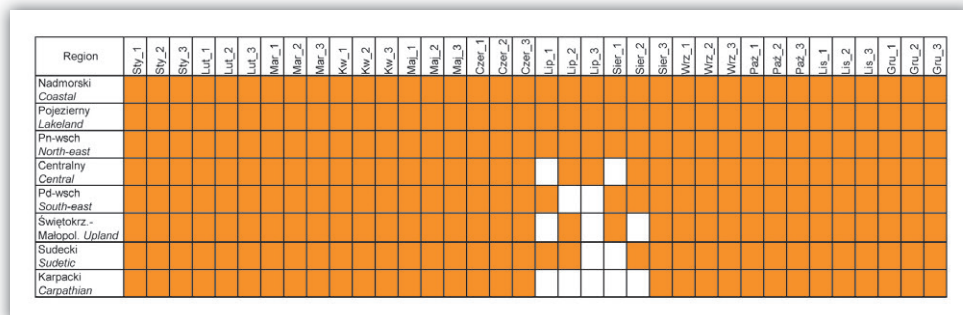
W odniesieniu do aeroterapii początek i koniec okresu terapeutycznego w poszczególnych regionach wykazują niewielkie zróżnicowanie. Tylko w Regionie Karpackim rozpoczyna się on w zasadzie dopiero w drugiej dekadzie sierpnia. W pozostałych regionach okres aeroterapeutyczny rozpoczyna się w trzeciej dekadzie kwietnia. Regionalnie różni się natomiast termin zakończenia tego okresu. Najwcześniej, bo w drugiej dekadzie września, kończy się we wschodniej części Polski, a najpóźniej, w drugiej dekadzie października – w Regionie Sudeckim (ryc. 8.3).

Czasowe ograniczenia w stosowaniu helio- i aeroterapii wynikają przede wszystkim z warunków termicznych i insolacyjnych. W chłodnej części roku okazują się one zbyt surowe dla tych form leczenia, które polegają na pozostawianiu w bezruchu w danych warunkach pogodowych. Sytuacje takie powodują nadmierne straty ciepła z organizmu do otoczenia i mogą wywoływać problemy zdrowotne. Terenoterapia polega natomiast na poddawaniu się bodźcom klimatycznym podczas ruchu w terenie otwartym. Zwiększona w wyniku ruchu metaboliczna produkcja ciepła chroni organizm przez zbyt szybkim wychładzaniem. W warunkach klimatycznych Polski z łagodnych form terenoterapii (podczas której organizm wytwarza energię o natężeniu 90–180 W·m⁻²) można skutecznie korzystać



Rycina 8.3. Dekady (zaznaczone barwą pomarańczową), w których można korzystać z kąpiei powietrznych (okres aeroterapeutyczny) w poszczególnych regionach bioklimatycznych Polski

Figure 8.3. 10-days periods (marked in orange) with weather useful for aerotherapy in particular bioclimatic regions



Rycina 8.5. Dekady (zaznaczone barwą pomarańczową), w których można korzystać z intensywnych form terapii terenowej (okres terenoterapii intensywnej) w poszczególnych regionach bioklimatycznych Polski
Figure 8.5. 10-days periods (marked in orange) with weather useful for intensive terrain therapy in particular bioclimatic regions

ograniczenia pogodowe występują w przypadku helioterapii oraz aeroterapii, dlatego planując korzystanie z tych form klimatoterapii powinno się szczególnie wziąć pod uwagę zarówno termin, jak i miejsce leczenia klimatycznego.

Tabela 8.3. Wskaźniki przydatności pogody (WSI) dla różnych form klimatoterapii (SB – helioterapia, AB – aeroterapia, MR – łagodna terenoterapia, AR – aktywna terenoterapia; 1991–2000)
Table 8.3. Weather Suitability Indices (WSI) for various forms of climate therapy (SB – heliotherapy, AB – aerotherapy, MR – mild terrain therapy, AR – intensive terrain therapy; 1991–2000)

⁽¹⁾ 1991–1997, ⁽²⁾ 1996–2000

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
REGION NADMORSKI COASTAL REGION													
Kołobrzeg													
WSI_SB	0,0	0,0	0,3	0,9	1,5	1,4	1,4	1,5	1,2	0,6	0,0	0,0	0,7
WSI_AB	0,0	0,1	0,5	1,0	1,5	1,4	1,5	1,6	1,2	0,6	0,0	0,0	0,8
WSI_MR	0,6	0,9	1,3	1,7	1,9	1,7	1,6	1,7	1,7	1,4	0,7	0,6	1,3
WSI_AR	2,1	2,2	2,2	2,1	1,7	1,5	1,4	1,5	1,8	2,1	2,0	2,0	1,9
Koszalin													
WSI_SB	0,0	0,0	0,3	0,8	1,1	1,0	1,0	1,1	1,0	0,6	0,0	0,0	0,6
WSI_AB	0,1	0,2	0,5	0,9	1,2	1,2	1,2	1,3	1,0	0,6	0,1	0,0	0,7
WSI_MR	1,0	1,0	1,4	1,5	1,6	1,4	1,3	1,5	1,6	1,5	1,0	0,8	1,3
WSI_AR	2,3	2,2	2,2	2,0	1,7	1,6	1,3	1,5	1,9	2,1	2,3	2,3	2,0
Gdańsk													
WSI_SB	0,0	0,0	0,3	1,2	1,6	1,3	1,5	1,7	1,3	0,9	0,1	0,0	0,8
WSI_AB	0,1	0,3	0,7	1,3	1,6	1,4	1,7	1,9	1,3	1,0	0,2	0,1	1,0
WSI_MR	1,1	1,4	1,8	2,0	2,0	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8	1,2	0,9	1,6
WSI_AR	2,5	2,5	2,5	2,3	1,7	1,6	1,4	1,5	1,9	2,2	2,4	2,4	2,1

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Świnoujście													
WSI_SB	0,0	0,1	0,4	1,0	1,5	1,5	1,5	1,7	1,5	0,7	0,0	0,0	0,8
WSI_AB	0,0	0,2	0,5	1,2	1,6	1,6	1,6	1,8	1,5	0,7	0,1	0,0	0,9
WSI_MR	0,8	1,1	1,4	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,8	1,5	0,9	0,8	1,4
WSI_AR	2,4	2,4	2,3	2,1	1,6	1,6	1,5	1,5	1,9	2,2	2,2	2,3	2,0
REGION POJEZIERNY LAKELAND REGION													
Szczecin													
WSI_SB	0,0	0,1	0,5	1,3	1,5	1,3	1,2	1,3	1,4	1,0	0,1	0,0	0,8
WSI_AB	0,2	0,3	0,6	1,3	1,7	1,5	1,4	1,5	1,4	1,1	0,3	0,1	0,9
WSI_MR	1,1	1,3	1,6	1,8	1,7	1,6	1,3	1,4	1,8	1,8	1,2	0,9	1,5
WSI_AR	2,4	2,2	2,2	2,1	1,6	1,6	1,2	1,3	1,9	2,1	2,3	2,3	1,9
Olsztyn													
WSI_SB	0,0	0,0	0,3	0,9	1,3	1,2	1,2	1,3	1,2	0,7	0,0	0,0	0,7
WSI_AB	0,1	0,2	0,4	1,0	1,4	1,4	1,5	1,6	1,3	0,8	0,2	0,0	0,8
WSI_MR	0,9	1,1	1,4	1,6	1,7	1,6	1,5	1,6	1,8	1,7	1,1	0,7	1,4
WSI_AR	2,2	2,2	2,3	2,0	1,8	1,6	1,5	1,4	1,9	2,3	2,3	2,2	2,0
REGION PÓŁNOCNO-WSCHODNI NORTH-EAST REGION													
Białystok													
WSI_SB	0,0	0,0	0,4	1,0	1,5	1,2	1,3	1,4	1,4	0,9	0,1	0,0	0,8
WSI_AB	0,1	0,3	0,5	1,1	1,6	1,4	1,6	1,7	1,4	1,0	0,3	0,0	0,9
WSI_MR	1,0	1,2	1,6	1,6	1,7	1,4	1,4	1,6	1,9	1,8	1,2	0,7	1,4
WSI_AR	2,4	2,2	2,3	2,0	1,8	1,4	1,2	1,4	2,0	2,3	2,3	2,2	2,0
Goldap													
WSI_SB	0,0	0,0	0,3	0,9	1,3	1,2	1,1	1,3	1,1	0,6	0,0	0,0	0,6
WSI_AB	0,0	0,2	0,5	1,0	1,4	1,3	1,2	1,4	1,2	0,7	0,0	0,0	0,7
WSI_MR	0,6	1,0	1,3	1,6	1,7	1,5	1,5	1,6	1,7	1,4	0,7	0,6	1,3
WSI_AR	2,2	2,4	2,3	2,2	1,9	1,5	1,5	1,5	1,9	2,2	2,2	2,2	2,0
Suwałki													
WSI_SB	0,0	0,0	0,0	0,3	1,3	2,0	2,2	1,9	0,3	0,0	0,0	0,0	0,7
WSI_AB	0,0	0,0	0,0	0,5	1,5	2,0	2,2	2,2	0,8	0,1	0,0	0,0	0,8
WSI_MR	0,6	0,6	0,9	1,5	2,2	2,2	2,1	2,1	1,5	1,0	0,8	0,7	1,3
WSI_AR	2,3	2,1	2,4	2,2	2,1	1,9	1,6	1,7	2,3	2,2	2,3	2,2	2,1
REGION CENTRALNY CENTRAL REGION													
Katowice													
WSI_SB	0,0	0,2	0,5	1,1	1,3	1,1	1,0	1,2	1,4	0,9	0,2	0,0	0,7
WSI_AB	0,3	0,4	0,5	1,1	1,5	1,4	1,3	1,5	1,5	1,0	0,4	0,2	0,9
WSI_MR	1,2	1,3	1,4	1,7	1,7	1,5	1,3	1,4	1,9	1,7	1,3	1,0	1,4
WSI_AR	2,3	2,2	2,1	2,0	1,7	1,4	1,1	1,2	2,0	2,0	2,2	2,3	1,9
Łódź													
WSI_SB	0,0	0,1	0,5	1,0	1,4	1,2	1,1	1,3	1,4	0,9	0,2	0,0	0,8
WSI_AB	0,2	0,3	0,6	1,1	1,5	1,4	1,4	1,7	1,5	1,0	0,3	0,1	0,9

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
WSI_MR	1,2	1,3	1,6	1,7	1,7	1,5	1,3	1,5	1,9	1,8	1,2	0,9	1,5
WSI_AR	2,4	2,2	2,2	2,1	1,6	1,5	1,2	1,3	2,0	2,2	2,3	2,3	1,9
Płock													
WSI_SB	0,0	0,0	0,4	0,9	1,5	1,2	1,2	1,3	1,4	0,9	0,1	0,0	0,7
WSI_AB	0,2	0,3	0,5	1,0	1,6	1,4	1,5	1,6	1,4	1,0	0,2	0,1	0,9
WSI_MR	1,1	1,3	1,6	1,6	1,8	1,5	1,4	1,5	1,8	1,8	1,1	0,8	1,4
WSI_AR	2,5	2,3	2,2	2,1	1,8	1,6	1,3	1,4	2,0	2,3	2,3	2,3	2,0
Poznań													
WSI_SB	0,0	0,1	0,5	1,3	1,5	1,4	1,2	1,4	1,4	0,9	0,1	0,0	0,8
WSI_AB	0,2	0,4	0,7	1,4	1,7	1,6	1,5	1,7	1,5	1,1	0,3	0,1	1,0
WSI_MR	1,2	1,5	1,7	1,9	1,7	1,6	1,4	1,6	1,9	1,8	1,3	0,9	1,5
WSI_AR	2,4	2,3	2,2	2,1	1,7	1,6	1,3	1,4	2,1	2,3	2,4	2,3	2,0
Toruń													
WSI_SB	0,0	0,0	0,5	1,0	1,5	1,1	1,1	1,2	1,3	0,8	0,1	0,0	0,7
WSI_AB	0,1	0,3	0,6	1,1	1,6	1,4	1,5	1,6	1,4	1,0	0,2	0,1	0,9
WSI_MR	1,0	1,3	1,6	1,6	1,8	1,6	1,4	1,6	1,9	1,8	1,2	0,9	1,5
WSI_AR	2,4	2,3	2,4	2,1	1,8	1,7	1,4	1,5	2,1	2,3	2,3	2,3	2,0
Warszawa													
WSI_SB	0,0	0,1	0,4	1,1	1,7	1,4	1,4	1,5	1,6	1,0	0,1	0,0	0,8
WSI_AB	0,2	0,3	0,6	1,2	1,7	1,6	1,6	1,7	1,6	1,2	0,3	0,1	1,0
WSI_MR	1,2	1,3	1,7	1,8	1,8	1,5	1,5	1,5	1,9	1,9	1,3	0,8	1,5
WSI_AR	2,4	2,2	2,3	2,0	1,6	1,4	1,3	1,3	1,9	2,2	2,3	2,3	1,9
Wrocław													
WSI_SB	0,0	0,2	0,5	1,0	1,3	1,2	0,9	1,1	1,3	0,9	0,1	0,0	0,7
WSI_AB	0,2	0,4	0,6	1,1	1,4	1,4	1,3	1,6	1,4	1,0	0,4	0,1	0,9
WSI_MR	1,2	1,4	1,5	1,7	1,6	1,5	1,3	1,4	1,8	1,8	1,4	1,0	1,5
WSI_AR	2,5	2,4	2,2	2,1	1,7	1,5	1,2	1,3	1,9	2,3	2,5	2,4	2,0
Zielona Góra													
WSI_SB	0,0	0,1	0,4	1,0	1,3	0,9	1,0	1,1	1,1	0,8	0,1	0,0	0,6
WSI_AB	0,2	0,3	0,5	1,1	1,4	1,2	1,4	1,5	1,2	0,9	0,3	0,1	0,8
WSI_MR	1,1	1,2	1,4	1,7	1,6	1,5	1,4	1,5	1,7	1,7	1,2	0,8	1,4
WSI_AR	2,3	2,2	2,1	2,1	1,8	1,6	1,4	1,4	2,0	2,2	2,3	2,2	2,0
Skierniewice													
WSI_SB	0,0	0,1	0,8	1,3	1,4	1,1	0,8	1,1	1,4	1,1	0,1	0,0	0,8
WSI_AB	0,2	0,4	0,8	1,3	1,6	1,4	1,4	1,6	1,5	1,1	0,3	0,1	1,0
WSI_MR	1,1	1,4	1,7	1,8	1,6	1,5	1,1	1,4	1,8	1,9	1,3	0,9	1,4
WSI_AR	2,5	2,3	2,3	2,1	1,5	1,4	1,0	1,3	1,8	2,3	2,5	2,4	1,9
REGION POŁUDNIOWO-WSCHODNI SOUTH-EAST REGION													
Lublin													
WSI_SB	0,0	0,1	0,4	0,9	1,4	1,3	1,1	1,2	1,3	0,8	0,1	0,0	0,7
WSI_AB	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	1,5	1,4	1,5	1,4	0,9	0,3	0,1	0,9

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
WSI_MR	1,1	1,2	1,5	1,6	1,7	1,4	1,4	1,5	1,9	1,6	1,2	0,9	1,4
WSI_AR	2,4	2,3	2,3	2,0	1,6	1,4	1,3	1,5	1,9	2,3	2,3	2,3	1,9
Terespol													
WSI_SB	0,0	0,0	0,5	1,3	1,4	1,2	1,0	1,2	1,6	1,0	0,1	0,0	0,8
WSI_AB	0,1	0,3	0,7	1,3	1,6	1,5	1,5	1,7	1,7	1,1	0,3	0,0	1,0
WSI_MR	0,9	1,2	1,7	1,9	1,9	1,6	1,3	1,5	2,0	1,8	1,3	0,8	1,5
WSI_AR	2,4	2,3	2,4	2,3	1,9	1,5	1,1	1,3	2,1	2,4	2,4	2,5	2,0
REGION ŚWIĘTOKRZYSKO-MALOPOLSKI UPLAND REGION													
Kraków													
WSI_SB	0,0	0,2	0,5	1,0	1,3	1,0	0,9	1,1	1,3	0,9	0,2	0,0	0,7
WSI_AB	0,3	0,5	0,6	1,1	1,4	1,3	1,1	1,3	1,4	1,0	0,4	0,1	0,9
WSI_MR	1,3	1,4	1,6	1,5	1,5	1,4	1,1	1,3	1,7	1,6	1,3	0,9	1,4
WSI_AR	2,4	2,2	2,2	1,8	1,3	1,3	1,0	1,1	1,7	1,9	2,3	2,3	1,8
Rzeszów													
WSI_SB	0,0	0,1	0,5	1,1	1,4	1,1	1,0	1,0	1,3	0,9	0,2	0,0	0,7
WSI_AB	0,3	0,4	0,6	1,1	1,5	1,3	1,4	1,3	1,4	1,0	0,4	0,1	0,9
WSI_MR	1,3	1,3	1,6	1,6	1,6	1,4	1,2	1,3	1,8	1,7	1,4	1,0	1,4
WSI_AR	2,4	2,3	2,2	2,0	1,5	1,3	1,1	1,3	1,9	2,2	2,3	2,4	1,9
Wieliczka													
WSI_SB	0,0	0,2	0,7	1,2	1,4	1,1	1,2	1,0	1,4	1,2	0,3	0,0	0,8
WSI_AB	0,3	0,5	0,9	1,3	1,6	1,4	1,5	1,2	1,6	1,3	0,5	0,1	1,0
WSI_MR	1,3	1,6	1,9	1,9	1,6	1,4	1,5	1,5	1,7	1,9	1,6	1,0	1,6
WSI_AR	2,4	2,3	2,4	2,1	1,5	1,3	1,3	1,5	1,6	2,2	2,3	2,3	1,9
REGION SUDECKI SUDETCI REGION													
Łądek-Zdrój ⁽¹⁾													
WSI_SB	0,0	0,2	0,7	1,1	1,2	1,1	0,9	1,0	1,2	1,1	0,2	0,0	0,7
WSI_AB	0,1	0,4	0,7	1,1	1,3	1,2	1,1	1,2	1,3	1,2	0,3	0,0	0,8
WSI_MR	0,8	1,3	1,4	1,6	1,6	1,5	1,3	1,3	1,7	1,8	1,0	0,7	1,3
WSI_AR	2,3	2,3	2,1	1,9	1,6	1,5	1,2	1,2	1,7	2,1	2,2	2,2	1,9
Szczawno-Zdrój*													
WSI_SB	0,0	0,2	0,6	1,0	1,2	1,0	1,1	1,1	1,4	1,1	0,2	0,0	0,7
WSI_AB	0,3	0,5	0,6	1,0	1,2	1,2	1,4	1,4	1,5	1,3	0,5	0,2	0,9
WSI_MR	1,2	1,6	1,5	1,7	1,6	1,6	1,5	1,5	1,9	1,9	1,4	1,0	1,5
WSI_AR	2,3	2,3	2,1	2,1	1,7	1,6	1,2	1,3	1,8	2,0	2,3	2,2	1,9
Świeradów-Zdrój ⁽¹⁾													
WSI_SB	0,0	0,1	0,6	1,0	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	0,9	0,1	0,0	0,7
WSI_AB	0,0	0,3	0,7	1,1	1,3	1,2	1,2	1,3	1,3	1,0	0,1	0,1	0,8
WSI_MR	0,7	1,1	1,3	1,6	1,6	1,4	1,3	1,3	1,6	1,5	0,8	0,7	1,2
WSI_AR	1,9	1,9	1,9	1,7	1,4	1,2	1,1	1,0	1,4	1,8	1,8	1,8	1,6

Stacja Station	Miesiące Months												Rok Year
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Polanica-Zdrój ⁽¹⁾													
WSI_SB	0,0	0,1	0,6	1,0	1,4	1,1	1,1	1,2	1,3	1,2	0,2	0,0	0,8
WSI_AB	0,0	0,3	0,7	1,1	1,5	1,3	1,3	1,4	1,4	1,3	0,2	0,0	0,9
WSI_MR	0,8	1,2	1,4	1,8	1,8	1,6	1,5	1,5	1,8	1,8	1,0	0,7	1,4
WSI_AR	2,3	2,3	2,2	2,2	1,8	1,5	1,4	1,2	1,7	2,2	2,2	2,2	1,9
REGION KARPACKI <i>CARPATHIAN REGION</i>													
Rabka-Zdrój ⁽¹⁾													
WSI_SB	0,0	0,2	0,6	0,9	1,1	0,9	0,8	0,9	1,1	1,0	0,2	0,0	0,6
WSI_AB	0,1	0,4	0,7	0,9	1,1	0,9	0,9	0,9	1,1	1,1	0,2	0,0	0,7
WSI_MR	0,8	1,1	1,3	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	1,3	1,5	0,9	0,6	1,1
WSI_AR	1,9	1,8	1,7	1,5	1,1	0,8	0,6	0,6	1,0	1,5	1,8	1,8	1,4
Hala Gąsienicowa ⁽²⁾													
WSI_SB	0,0	0,0	0,2	0,5	0,9	0,8	0,6	1,0	0,9	0,7	0,1	0,0	0,5
WSI_AB	0,3	0,3	0,4	0,6	0,9	0,8	0,6	1,1	0,9	0,7	0,3	0,2	0,6
WSI_MR	1,2	1,1	1,1	1,3	1,6	1,4	1,3	1,7	1,5	1,3	1,0	1,0	1,3
WSI_AR	2,3	2,0	2,0	1,9	1,8	1,6	1,5	1,8	2,0	2,0	2,1	2,2	1,9
Wysowa-Zdrój ⁽¹⁾													
WSI_SB	0,0	0,1	0,5	1,0	1,2	1,4	1,3	1,2	1,4	1,0	0,1	0,0	0,8
WSI_AB	0,3	0,4	0,5	1,0	1,2	1,5	1,5	1,4	1,4	1,1	0,3	0,1	0,9
WSI_MR	1,3	1,3	1,5	1,6	1,6	1,6	1,3	1,3	1,8	1,7	1,3	0,9	1,4
WSI_AR	2,4	2,2	2,2	2,0	1,6	1,4	1,2	1,3	1,8	2,0	2,2	2,2	1,9
Szczawnica-Zdrój ⁽¹⁾													
WSI_SB	0,0	0,2	0,9	1,3	1,4	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4	0,3	0,0	0,9
WSI_AB	0,4	0,6	1,0	1,2	1,5	1,3	1,4	1,4	1,5	1,5	0,6	0,3	1,1
WSI_MR	1,5	1,8	1,9	1,8	1,6	1,4	1,3	1,3	1,8	2,0	1,7	1,3	1,6
WSI_AR	2,4	2,4	2,3	2,0	1,5	1,1	1,0	1,0	1,6	2,2	2,3	2,3	1,9

9. Lokalne zróżnicowanie warunków klimatycznych i bioklimatycznych

Leczenie klimatyczne powinno wykorzystywać wszystkie pozytywne cechy klimatu i bioklimatu konkretnej miejscowości. Informacje dostarczane przez miejscową stację meteorologiczną odnoszą się do tzw. warunków standardowych, czyli otwartego płaskiego terenu, z horyzontem o niewielkim stopniu zasłonięcia, na wysokości 2 m nad powierzchnią pokrytą trawą o wysokości 10 cm. Umożliwia to określenie warunków pogodowych kształtowanych pod wpływem ogólnej cyrkulacji atmosfery.

W praktyce uzdrowiskowej zabiegi klimatoterapeutyczne są prowadzone w różnych miejscach, o właściwościach środowiska odmiennych od standardowych. Te lokalne właściwości środowiska powodują bardzo wyraźne modyfikacje ogólnych cech pogody. Liczne badania topoklimatyczne dostarczają informacji o przestrzennym zróżnicowaniu klimatu pod wpływem warunków lokalnych: rzeźby terenu, pokrycia i sposobu zagospodarowania terenu (m.in. w miejscach o różnym stopniu zasłonięcia horyzontu), właściwości fizycznych podłoża atmosfery (m.in. szorstkość, przewodność i pojemność cieplna). Zakłada się przy tym, że kierunek modyfikacji ogólnych cech fizycznych atmosfery jest stałą, topoklimatyczną właściwością danego fragmentu terenu. Sama wielkość modyfikacji może się natomiast różnić w odmiennych warunkach pogodowych (Thornthwaite 1953; Geiger 1969; Lee 1978; Oke 1987; Paszyński i in. 1999).

9.1. Wpływ różnych elementów środowiska na warunki klimatu lokalnego

Wyniki badań terenowych prowadzonych w różnych typach terenu pozwalają na określenie wpływu różnych elementów środowiska geograficznego (rzeźby terenu, szaty roślinnej, rodzaju podłoża i zagospodarowania terenu) na wartości podstawowych elementów meteorologicznych i wskaźników biometeorologicznych.

Zamieszczone poniżej porównania odnoszą się do płaskiego, otwartego terenu, porośniętego trawą o wysokości około 10 cm (Kozłowska-Szczęśna i in. 1997).

Rzeźba terenu. Poszczególne formy i elementy rzeźby terenu w różny sposób modyfikują warunki klimatyczne. Promieniowanie słoneczne osiąga największe natężenie na stokach o ekspozycji południowej, południowo-zachodniej i południowo-wschodniej. Zmniejszone sumy promieniowania słonecznego notuje się na stokach o wystawie północnej, północno-wschodniej i północno-zachodniej. W dolnych partiach zboczy i w dnach wąskich, głęboko wciętych dolin dopływ promieniowania słonecznego jest zmniejszony na skutek zacienienia przez okoliczne wzniesienia.

Z promieniowaniem słonecznym skorelowane są wartości temperatury powietrza. Uprzywilejowane termicznie są stoki południowe; stoki północne charakteryzuje natomiast niższa temperatura niż tereny płaskie. Z najbardziej kontrastowymi warunkami termicznymi należy liczyć się w dnach obniżzeń – w dzień często występuje tu temperatura najwyższa, a nocą – najniższa na danym terenie. Amplitudy dobowe temperatury są tu więc największe. W obniżeniach terenu często obserwuje się inwersje temperatury powietrza.

Rzeźba terenu w istotny sposób modyfikuje kierunek i prędkość wiatru. Wiatry najsilniejsze obserwuje się w górnych partiach stoków dowietrznych i na rozległych wysoczyznach, a na stokach zawietrznych oraz w dnach dolin i zagłębieniach są one niewielkie. Wiatr wpływa znacząco na ilość ciepła unoszonego z powierzchni ciała. Stwierdzono, że w dnach dolin mają miejsce większe i częstsze zmiany unoszenia (od bardzo małego do dużego) niż w partiach zboczowych i na grzbietach górskich, w obrębie których unoszenie jest duże, ale nie podlega większym chwilowym zmianom czasowym), a w związku z tym większa jest bodźcowość warunków klimatycznych.

Rzeźba terenu oddziałuje także na składniki bilansu cieplnego człowieka. Ogólnie można stwierdzić, że w dnach dolin i zagłębieniach organizm jest, bardziej niż na wzniesieniach, narażony na zakłócenia w oddawaniu ciepła do otoczenia i na przegrzanie (Błażejczyk 1993).

Szata roślinna. Standardowe pomiary meteorologiczne są prowadzone nad jednolitą powierzchnią trawiastą. W stosunku do tej powierzchni w obszarach zadrzewionych (lasy, parki, sady) obserwuje się następujące odchylenia podstawowych elementów meteorologicznych:

- ▶ bezpośrednie promieniowanie słoneczne docierające do przygruntowej warstwy powietrza jest zmniejszone o około 50–90%,
- ▶ temperatura powietrza w ciągu pogodnego dnia jest niższa o 2–5°C, mniejsze są też jej amplitudy dobowe i roczne,
- ▶ wilgotność względna powietrza jest wyższa o 5–10%,
- ▶ prędkość wiatru jest mniejsza o 40–90%,

- ▶ ilość opadu pod koronami drzew jest mniejsza o około 50%,
- ▶ konwekcyjne unoszenie ciepła jest mniejsze o około 30–70%,
- ▶ temperatura odczuwalna jest wyższa o 5–10°C.

Lasy i parki modyfikują również wymianę ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem. Przebywanie w lasach w dni chłodne może potęgować odczucie zimna, natomiast w dniach gorących mogą wystąpić poważne zakłócenia w oddawaniu ciepła do otoczenia oraz niebezpieczeństwo przegrzania organizmu. W ciepłe i słoneczne dni lasy i parki łagodzą obciążenia układu termoregulacyjnego (Błażejczyk 1993).

Rodzaj podłoża, to znaczy rodzaj gruntu i jego wilgotność, istotnie modyfikuje takie elementy meteorologiczne, jak temperatura i wilgotność powietrza. Obszary o małej wilgotności podłoża, piaszczyste i pylaste, bardzo silnie pochłaniają ciepło w ciągu dnia, nocą natomiast oddają je szybko do atmosfery, w związku z tym na tych terenach mogą występować duże kontrasty temperatury powietrza w ciągu doby. Wilgotność powietrza przybiera wartości stosunkowo niskie. Należy się również spodziewać dużych kontrastów dobowych temperatury odczuwalnej.

Na obszarach bardzo wilgotnych, z gruntami organicznymi i wodą zaskórzną lub powierzchniową następuje powolne nagrzewanie się podłoża w ciągu dnia i wychładzanie nocą. Amplitudy dobowe temperatury powietrza są niewielkie.

Oddzielnym problemem jest oddziaływanie na klimat sztucznych powierzchni w miastach (jezdnie, chodniki, płyty betonowe). Powierzchnie betonowe modyfikują klimat podobnie jak grunty suche, bowiem odbijają znaczną część promieniowania słonecznego. Powoduje to, że obciążenie cieplne organizmu człowieka jest na tych obszarach większe niż na terenach wiejskich, a nawet w mniej zabudowanych częściach miasta.

Zagospodarowanie i użytkowanie terenu. Przez rodzaj zagospodarowania i użytkowania terenu należy rozumieć z jednej strony roślinność naturalną, z drugiej zaś – uprawy rolne i obszary silnie zurbanizowane.

Wyróżniają się strefy brzegowe morza i zbiorników wodnych. Bioklimat tych stref charakteryzują, przede wszystkim, duże prędkości wiatru i znaczne unoszenie ciepła z powierzchni ciała oraz zwiększona wilgotność i obniżona temperatura powietrza (w porównaniu z obszarami w głębi lądu).

Uprawy rolne, zależnie od ich rodzaju i fazy rozwojowej, modyfikują temperaturę powietrza, jego wilgotność, prędkość wiatru oraz ilość promieniowania odbitego.

W obszarach zurbanizowanych obserwuje się duże kontrasty dobowe temperatury powietrza oraz zmienną, zależną od sieci ulic, prędkość wiatru. Wiatr wiejący prostopadle do osi ulic ulega znacznemu wytlumieniu (o około 90%), a wiejący równoległe – 2–3-krotnemu przyspieszeniu. Ilość promieniowania słonecznego

docierającego do powierzchni gruntu w miastach jest zmienna, zależnie od wysokości i zwartości zabudowy. Dodatkowo obserwuje się tu duże fizyczne i chemiczne zanieczyszczenie powietrza oraz znaczne natężenie poziomu dźwięku (uciążliwy hałas).

Zagospodarowanie terenu silnie oddziałuje na bilans cieplny człowieka. Najmniejsze obciążenia gospodarki cieplnej człowieka obserwuje się na wyniesionych obszarach rolniczych. Na terenach zurbanizowanych, na skutek dużego zróżnicowania przestrzennego cech fizycznych terenu, obciążenia układu termoregulacyjnego są bardzo duże.

9.2. Sposoby prezentacji zróżnicowania klimatu w skali lokalnej

Do prezentowania zróżnicowaniu klimatu w skali lokalnej stosowane są trzy podejścia: analityczne, syntetyczne i waloryzujące (Paszynski 1983). W pierwszym przypadku wykonywane są mapy obrazujące rozkłady wartości pojedynczych elementów meteorologicznych (promieniowania słonecznego, temperatury i wilgotności powietrza, prędkości wiatru) lub składników bilansu radiacyjnego i cieplnego (promieniowania odbitego i pochłoniętego, wypromieniowania długofalowego, konwekcyjnych i ewaporacyjnych strat ciepła). W drugim przypadku konstruuje się mapy, na których wyznacza się fragmenty terenu o jednorodnych cechach wielu elementów meteorologicznych lub o jednorodnej strukturze bilansu cieplnego. Mapy syntetyczne często wykonywane są na podstawie map analitycznych. Mapy waloryzujące prezentują rozkład obszarów o różnej przydatności do konkretnej formy działalności człowieka (w tym także działalności związanej z funkcjonowaniem uzdrowisk i leczeniem klimatycznym). W tym rozdziale przedstawiono przykłady wszystkich trzech grup map, wykonane z wykorzystaniem narzędzi GIS.

9.2.1. Mapy analityczne z wykorzystaniem narzędzi GIS

Informacje meteorologiczne zbierane są w sieci stacji w uzdrowiskach, przy czym uzdrowiska nie zawsze są w nie wyposażone (wtedy trzeba posługiwać się danymi ze stacji położonych w pobliżu). Dane z takich stacji umożliwiają ocenę warunków klimatycznych jedynie w skali ogólnej. Nie uwzględniają one modyfikacji klimatu pod wpływem czynników lokalnych, a co za tym idzie, nie przedstawiają pełnego zróżnicowania warunków bioklimatycznych badanego uzdrowiska (Kuchcik 2011). W badaniach bioklimatu uzdrowisk często wykorzystywane są mobilne stacje pomiarowe, które funkcjonują przez okres kilku miesięcy. Stacje te pozwalają na dokładniejsze poznanie zróżnicowania warunków bioklimatycznych badanego

obszaru jednak ich liczba oraz zakres mierzonych elementów pogody są ograniczone ze względu na koszty. Dane zebrane w krótkim okresie funkcjonowania takich stacji pozwalają na określenie ogólnych prawidłowości kształtowania się bioklimatu w poszczególnych częściach uzdrowiska, niemniej do uzyskania informacji szczegółowej i pozbawionej cech przypadku, niezbędne jest korzystanie z dłuższych serii pomiarowych. Spełnienie tego warunku jest również niezbędne, by móc porównywać uzdrowiska między sobą. Także liczba punktów pomiarowych, ograniczona do najwyżej kilku, często uniemożliwia pełne poznanie zróżnicowania warunków bioklimatycznych badanego terenu. Jak już wspomniano, bioklimat danego miejsca kształtuje się pod wpływem lokalnych cech środowiska (rzeźby terenu, jego pokrycia i użytkowania, wilgotności podłoża itp.), dlatego przy ocenie oddziaływania klimatu na organizm człowieka i warunków klimatoterapii celowe jest przedstawienie jego zróżnicowania przestrzennego.

Problemy związane z opisanymi wyżej ograniczeniami rozwiązuje, w pewnym stopniu, wykorzystanie narzędzi GIS. Narzędzia te umożliwiają wykonywanie analiz ilościowych przypisując wartości określonym powierzchniom, które – z zadaną rozdzielczością – „pokrywają” badany obszar. Taka metoda pozwala na uzyskanie obrazu przestrzennego zróżnicowania wartości analizowanego elementu (np. wskaźnika bioklimatycznego) i opracowanie statystyk umożliwiających porównanie uzdrowisk między sobą (Milewski 2013). Dodatkową zaletą wykorzystania narzędzi GIS jest powtarzalność i obiektywizm wykonywanych analiz zarówno w czasie, jak i w przestrzeni – dowolna osoba dysponująca tym samym oprogramowaniem i źródłami danych jest w stanie powtórzyć przeprowadzoną analizę lub wykonać analogiczną w odniesieniu do dowolnego obszaru.

Wykorzystanie narzędzi GIS do oceny warunków bioklimatycznych uzdrowisk przedstawiono na przykładzie pięciu miejscowości położonych w różnych warunkach fizycznogeograficznych. Busko-Zdrój (Region Świętokrzysko-małopolski), Konstancin-Jeziorna (Region Centralny) oraz Gołdap (Region Północno-wschodni) reprezentują uzdrowiska nizinne, przy czym Konstancin należy do uzdrowisk typu śródleśnego, a Gołdap – typu śródleśnego przyjeziornego. Świnoujście, położone w Regionie Nadmorskim, reprezentuje uzdrowiska nadmorskie. Łądek-Zdrój – uzdrowisko podgórskie dolinno-zboczowe – znajduje się w Regionie Sudeckim (Kozłowska-Szczęśna i in. 2002; Błażejczyk, Kunert 2011). Obszar opracowania, w każdym z uzdrowisk, ograniczony został do stref A i B ochrony uzdrowskiej wyznaczonych na podstawie map zawartych w operatach uzdrowskich omawianych miejscowości (Błażejczyk i in. 2007, 2008a,b,c,d).

Zgodnie z *Ustawą z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowskim, uzdrowskich i obszarach ochrony uzdrowskiej oraz gminach uzdrowskich* (Dz.U. z 2005 r. Nr 167, poz. 1399) strefa A obejmuje obszar, w którym prowadzone jest lecznictwo uzdrowskie. Zlokalizowane są w niej zakłady i urządzenia lecznictwa

uzdrowiskowego, a także inne obiekty służące lecznictwu uzdrowiskowemu, obsłudze pacjentów i turystów, w zakresie nieutrudniającym funkcjonowania lecznictwa. W szczególności są to pensjonaty, restauracje i kawiarnie. Procentowy udział terenów zieleni wynosi w tej strefie nie mniej niż 65%. Strefa B obejmuje obszar przyległy do strefy A i stanowi jej otoczenie. Przeznaczona jest ona na działalność obiektów usługowych, turystycznych (w tym hoteli), rekreacyjnych, sportowych i komunalnych oraz innych związanych z zaspokajaniem potrzeb osób przebywających na tym obszarze pod warunkiem, że nie mają one negatywnego wpływu na właściwości lecznicze uzdrowiska i nie są uciążliwe dla pacjentów. W strefie tej dopuszczone jest istnienie zabudowy mieszkalnej. Procentowy udział terenów zieleni wynosi w strefie B nie mniej niż 50%.

Dla każdego z uzdrowisk opracowano cyfrową bazę danych, zawierającą podstawowe informacje o cechach środowiska geograficznego, które najbardziej wpływają na warunki klimatu lokalnego. Dane te zgromadzone zostały w formacie rastrowym w trzech warstwach tematycznych: pokrycie i użytkowanie terenu, główne formy rzeźby terenu, wilgotność podłoża. Za pole podstawowe przyjęto obszar o wymiarach 100 × 100 m. Do opracowania warstwy pokrycia i użytkowania terenu wykorzystano dane Corine Land Cover 2006 (*European Environment Agency* 2007). Dane zgromadzone zostały w następujących kategoriach:

1. Bór,
2. Bór mieszany / las mieszany,
3. Las liściasty,
4. Las liściasty podmokły,
5. Pola i nieużytki,
6. Łąki,
7. Parki / zabudowa śródleśna,
8. Zabudowa wiejska,
9. Zabudowa miejska luźna,
10. Zabudowa przemysłowa,
11. Odsłonięte obszary piaszczyste,
12. Zbiorniki wodne.

Do każdego pola podstawowego przypisano daną cechę, gdy zajmowała ona przynajmniej połowę obszaru tego pola. W warstwie form rzeźby terenu, na podstawie danych Digital Terrain Elevation Data (DTED) poziomu 2 (*National Geospatial-Intelligence Agency* 2000), wydzielono:

1. Stoki południowe,
2. Stoki północne,
3. Stoki wschodnie / zachodnie,
4. Dna dolin,
5. Obszary płaskie.

W celu opracowania pomocniczej warstwy wilgotności podłoża posłużono się wydaniem A (mapa zakryta) *Mapy geologicznej Polski* w skali 1 : 200 000 (*Państwowy Instytut Geologiczny PIB* 2012). Na podstawie danych o powierzchniowych utworach geologicznych i mapy spadków, obliczonych na bazie modelu DTED, określono przewidywaną wilgotność podłoża w każdym polu podstawowym. Dane zgromadzono w klasach wilgotności podłoża:

1. Suche,
2. Świeże,
3. Podmokłe.

Zgromadzone dane o środowisku geograficznym pozwalają na uzyskanie informacji o warunkach klimatu lokalnego, kształtujących się pod wpływem miejscowych cech środowiska. Informacje te przedstawiane są jako względne wartości natężenia całkowitego promieniowania słonecznego, temperatury i wilgotności powietrza oraz prędkości wiatru, odniesionych do warunków panujących na lokalnej stacji meteorologicznej. W tym celu stosuje się metodę wyznaczania jednostek topoklimatycznych K. Błażejczyka zmodyfikowaną przez P. Milewskiego (Krawczyk, Błażejczyk 1999; Błażejczyk 2001, 2002; Kunert 2010; Milewski 2011, 2013). Metoda ta polega na reinterpretacji informacji środowiskowej za pomocą współczynników zmian poszczególnych elementów meteorologicznych względem warunków standardowych (tab. 9.1). Tym sposobem uzyskać można informacje o przewidywanych odchyleniach wartości elementów pogody w dowolnym punkcie uzdrowska, zakładając jej konkretny, uwarunkowany cyrkulacyjnie stan, obserwowany na stacji meteorologicznej. W obliczeniach uwzględniona została zmiana temperatury wraz z wysokością zgodnie z gradientem pionowym temperatury $-0,65^{\circ}\text{C} \cdot 100 \text{ m}^{-1}$ (Niedźwiedź 2003), dlatego należało określić wysokość bezwzględną stacji meteorologicznych w poszczególnych uzdrowskach. Za T. Kozłowską-Szczęsną i współautorami (2002) przyjęto lokalizację, która odpowiada lokalizacji stacji lub posterunku meteorologicznego, działającego obecnie lub w przeszłości:

Busko-Zdrój: $\varphi - 50^{\circ}27'N$, $\lambda - 20^{\circ}43'E$, $h - 240 \text{ m n.p.m.}$,

Gołdap: $\varphi - 54^{\circ}19'N$, $\lambda - 22^{\circ}19'E$, $h - 155 \text{ m n.p.m.}$,

Konstancin: $\varphi - 52^{\circ}05'N$, $\lambda - 21^{\circ}08'E$, $h - 102 \text{ m n.p.m.}$,

Lądek-Zdrój: $\varphi - 50^{\circ}21'N$, $\lambda - 16^{\circ}53'E$, $h - 461 \text{ m n.p.m.}$,

Świnoujście: $\varphi - 53^{\circ}55'N$, $\lambda - 14^{\circ}14'E$, $h - 6 \text{ m n.p.m.}$

Obliczenia elementów meteorologicznych i charakterystyk bioklimatycznych wykonane zostały przy założeniu dwóch typów pogody letniej, panującej na stacji meteorologicznej:

1. „pogoda przeciętna” – typ I: $K_{\text{glob}} = 500 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, $t = 20^{\circ}\text{C}$, $f = 70\%$, $v = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $N = 50\%$,
2. „pogoda ciepła” – typ II: $K_{\text{glob}} = 800 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, $t = 25^{\circ}\text{C}$, $f = 70\%$, $v = 4 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, $N = 10\%$,

gdzie:

K_{glob} – natężenie całkowitego promieniowania słonecznego,

t – temperatura powietrza na wysokości 2 m n.p.g.,

f – wilgotność względna powietrza na wysokości 2 m n.p.g.,

v – prędkość wiatru na wysokości 10 m n.p.g.,

N – zachmurzenie ogólne nieba.

Tak dobrane sytuacje pogodowe w dużym stopniu odpowiadają najkorzystniejszym warunkom do prowadzenia klimatoterapii, które w Polsce panują w cieplej połowie roku.

Ocena potencjału leczniczego klimatu uzdrowisk jest dwuczściowa. Pierwsza część polega na kompleksowej analizie bilansu cieplnego ciała człowieka w powyższych typach pogody, z wykorzystaniem modelu wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem MENEX_2005 (Błażejczyk, Kunert 2011). Uwzględnia ona przestrzenne zróżnicowanie struktury bilansu cieplnego ciała człowieka na obszarze uzdrowisk. Druga część analizy to ocena warunków biotermicznych w uzdrowiskach przy użyciu uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych (*UTCI*) (Błażejczyk i in. 2009, 2010; Bröde i in. 2012).

Analiza gospodarki cieplnej organizmu możliwa jest dzięki zastosowaniu pewnych uproszczeń, które tworzą model bilansu cieplnego człowieka. W ocenie wykorzystano model MENEX_2005, za pomocą którego można zanalizować bilans cieplny człowieka w terenie otwartym, w warunkach zarówno niestacjonarnych, jak i stacjonarnych. Wejściowe dane do tego modelu składają się z zestawu elementów meteorologicznych w otoczeniu człowieka (natężenia promieniowania słonecznego, zachmurzenia, temperatury i wilgotności powietrza, prędkości wiatru), parametrów fizjologicznych (metabolicznej produkcji ciepła, temperatury skóry) oraz informacji o termoizolacyjnych właściwościach odzieży. Wyjściowymi danymi z modelu są wartości natężenia poszczególnych strumieni ciepła, salda wymiany ciepła i innych wielkości charakteryzujących bilans cieplny człowieka (ryzyko wychłodzenia i przegrzania organizmu, straty wody czy ryzyko odwodnienia).

Ogólne równanie bilansu cieplnego człowieka zastosowane w modelu MENEX_2005 ma następującą postać:

$$M + Q + E + C + Res = S$$

gdzie:

M – metaboliczna produkcja ciepła (łącznie podstawowa produkcja ciepła (*BMR*) i produkcja ciepła związana z aktywnością fizyczną),

Q – bilans radiacyjny ciała człowieka w zakresie krótko- i długofalowym ($Q = R + L$, gdzie: R – promieniowanie słoneczne pochłonięte przez człowieka ubranego, L – straty ciepła przez wypromieniowanie długofalowe),

E – straty ciepła na parowanie (ewaporację),

- C – straty ciepła przez unoszenie (konwekcję),
 Res – straty ciepła na oddychanie (respirację),
 S – saldo wymiany ciepła (zmiana zawartości ciepła w organizmie).

Tabela 9.1. Uśrednione wartości współczynników zmian: natężenia całkowitego promieniowania słonecznego (zr), temperatury (zt) i wilgotności (zf) powietrza oraz prędkości wiatru (zv)

Table 9.1. Averaged values of modifying coefficients of global solar radiation (zr), air temperature (zt), air humidity (zf) and wind velocity (zv)

Cecha środowiska geograficznego Component of geographical environment	Współczynniki zmian Modifying coefficients			
	zr	zt	zv	zf
Rzeźba terenu Relief features				
Stoki S S slopes	1,20	1,20	1,00	0,95
Stoki N N slopes	0,80	0,85	1,00	1,10
Stoki E (W) E (W) slopes	1,00	0,95	1,00	1,00
Dna dolin Valleys	1,05	0,95	0,95	1,05
Obszary płaskie Flat area	1,00	1,00	1,00	1,00
Pokrycie i użytkowanie terenu Land use				
Bór Coniferous forest	0,30	0,90	0,30	1,05
Bór mieszany / las mieszany Coniferous forest / mixed forest	0,30	0,85	0,20	1,10
Las liściasty Broad-leaved forest	0,40	0,95	0,40	1,10
Las liściasty podmokły Wet broad-leaved forest	0,30	0,75	0,20	1,20
Pola i nieużytki Fields and wastelands	1,00	1,00	1,00	1,00
Łąki Meadows	1,00	0,95	1,00	1,00
Parki / zabudowa śródleśna Parks / intra-forest-settlement	0,60	0,95	0,60	1,00
Zabudowa wiejska Rural settlement	1,00	1,10	0,80	1,00
Zabudowa miejska luźna Discontinuous urban fabric	0,90	1,05	0,60	1,00
Zabudowa przemysłowa Industrial areas	0,80	1,30	0,60	0,90
Odsłonięte obszary piaszczyste Bare sands	1,00	1,05	1,05	0,90
Zbiorniki wodne Water	1,00	0,85	1,10	1,20
Wilgotność podłoża Ground moisture				
Suche Dry	1,00	1,00	1,00	1,00
Wilgotne Wet	1,00	0,95	1,00	1,10
Podmokłe Watered	1,00	0,90	1,00	1,20

Do oceny leczniczych właściwości klimatu wykorzystano wartości poszczególnych strumieni ciepła (Q , C , E , Res) i salda wymiany ciepła (S), obliczone według procedur przedstawionych w pracy K. Błażejczyka i A. Kunert (2011). Wartość metabolicznej produkcji ciepła (M) przyjęto jako równą $135 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, co jest zgodne z zaleceniami Międzynarodowego Towarzystwa Biometeorologicznego (ISB) (norma ISO 8996). Produkcja ciepła na tym poziomie odpowiada marszowi w terenie płaskim z prędkością $4 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ ($1,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) (Błażejczyk i in. 2010).

Wykorzystanie narzędzi GIS w badaniach bilansu cieplnego człowieka umożliwia łatwe określenie zróżnicowania przestrzennego jego struktury. W tabeli 9.2 przedstawiono wartości minimalne, maksymalne i średnie pochłoniętego promieniowania słonecznego w przedstawionych wcześniej typach pogody. Tabela zawiera

wartości promieniowania pochłoniętego przez człowieka ubranego stosownie do aktualnych warunków pogodowych (uwzględnia zmienną izolacyjność termiczną odzieży *Icl*). Różnice pomiędzy wartościami średnimi w uzdrowiskach są nieduże, niezależnie od typu pogody. Zarówno w I, jak i w II typie pogody najwyższe wartości cechują Busko-Zdrój (odpowiednio 27,0 i 53,6 $W \cdot m^{-2}$), a najniższe Łądek-Zdrój (odpowiednio 15,9 i 36,6 $W \cdot m^{-2}$). Podobnie nieduże różnice zauważyć można porównując zakres między wartością maksymalną i wartością minimalną promieniowania pochłoniętego w każdym z uzdrowisk, przy czym różnice między uzdrowiskami są większe w pogodzie typu II niż I. Największe różnice między wartościami średnimi promieniowania pochłoniętego w poszczególnych typach pogody dotyczą Buska-Zdroju (26,6 $W \cdot m^{-2}$), najmniejsze zaś Łądka-Zdroju (20,7 $W \cdot m^{-2}$). Choć różnią się one nieznacznie, to uznać można, że Busko-Zdrój jest uzdrowiskiem najbardziej bodźcowym spośród omawianych, pod względem warunków radiacyjnych i najsilniej reaguje na zmianę natężenia całkowitego promieniowania słonecznego i zachmurzenia.

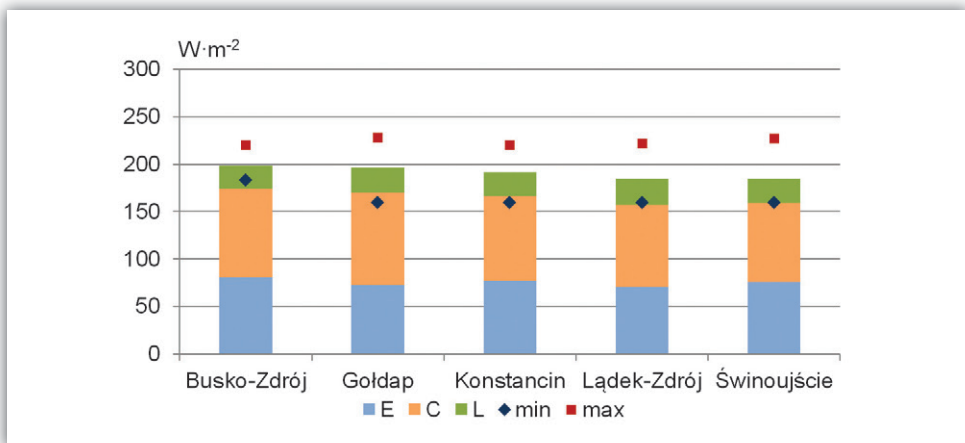
Tabela 9.2. Wartości maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (avg) pochłoniętego promieniowania słonecznego ($W \cdot m^{-2}$) w wybranych typach pogody

Table 9.2. Maximum (max), minimum (min) and mean (avg) values of absorbed solar radiation ($W \cdot m^{-2}$) in chosen types of weather

Miejscowość Site	Typ I Type I				Typ II Type II				7 - 3
	1	2	3	4	5	6	7	8	
	min	max	avg	zakres range	min	max	avg	zakres range	
Busko-Zdrój	13,5	37,1	27,0	23,6	33,6	61,2	53,6	27,6	26,6
Gołdap	7,4	37,0	20,2	29,6	22,9	61,3	43,3	38,4	23,1
Konstancin-Jeziorna	5,9	35,6	23,4	29,7	19,1	61,4	48,3	42,3	24,9
Łądek-Zdrój	5,9	36,4	15,9	30,5	19,7	61,5	36,6	41,8	20,7
Świnoujście	6,4	27,9	19,2	21,5	23,1	61,0	45,3	37,9	26,1

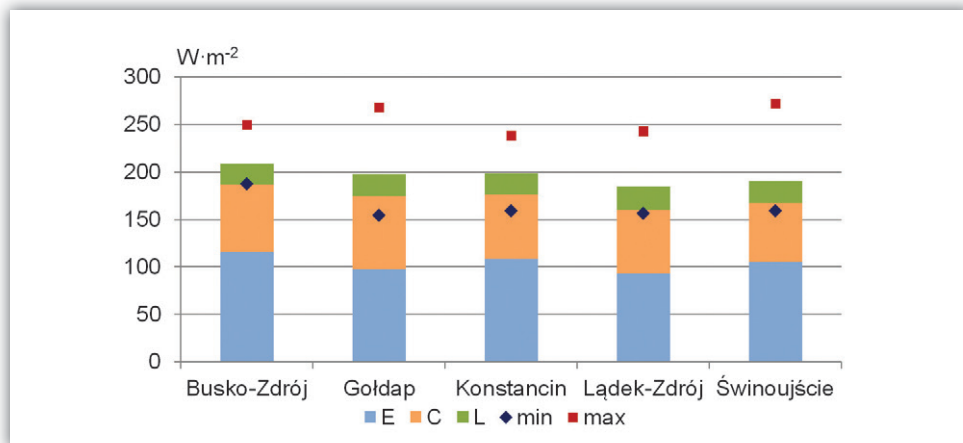
Straty ciepła z organizmu następują drogą ewaporacji (parowanie potu z powierzchni skóry), konwekcji (unoszenie ciepła jawnego), promieniowania długofalowego oraz respiracji (oddychanie). Miejsce ma również wymiana ciepła drogą kondukcji (przewodzenie), jednak w badaniach fizjoklimatycznych strumień ten jest pomijany – u człowieka stojącego powierzchnia kontaktu ciała z podłożem jest bardzo mała, a wielkość tego strumienia zależy od fizycznych cech powierzchni kontaktu. W warunkach wysokiej temperatury bliskie zera są straty ciepła drogą oddychania – w omawianych typach pogody w każdym z uzdrowisk osiągają one kilka $W \cdot m^{-2}$.

Ryciny 9.1. i 9.2 przedstawiają strukturę strat ciepła z organizmu w analizowanych uzdrowiskach. Bez względu na typ pogody, średnio do największych strat ciepła dochodzi w Busku-Zdroju, a do najmniejszych w Łądku-Zdroju, jednak różnica między nimi wynosi zaledwie kilkanaście $W \cdot m^{-2}$. We wszystkich uzdrowiskach w obu typach pogody sumaryczne straty ciepła są bliskie $200 W \cdot m^{-2}$. W zależności od typu pogody różna jest w nich struktura średnich strat ciepła. Podczas pogody typu I wszędzie dominują straty ciepła drogą konwekcji. Pogoda bardziej słoneczna, z wyższą temperaturą powietrza (typ II), sprawia, że wzrasta udział wymiany ciepła drogą ewaporacji i strumień ten staje się dominujący, co przejawia się bardziej intensywnym poceniem organizmu. We wszystkich uzdrowiskach wzrost udziału wymiany ciepła drogą ewaporacji i spadek intensywności konwekcyjnego strumienia ciepła są podobne. Nieco większe różnice między uzdrowiskami widoczne są w przypadku minimalnych i maksymalnych wartości sumarycznych strat ciepła. Uzdrowiskiem, które odróżnia się od pozostałych, jest Busko-Zdrój. Niezależnie od typu pogody, zakres wartości sumarycznych strat ciepła jest tu najniższy i ma wartość około $37 W \cdot m^{-2}$ w I typie pogody i około $63 W \cdot m^{-2}$ podczas pogody typu II. W pozostałych uzdrowiskach zakres zmian między wartością maksymalną i minimalną jest podobny (odpowiednio około $65 W \cdot m^{-2}$ i $85 W \cdot m^{-2}$), należy jednak zwrócić uwagę, że w uzdrowiskach położonych nad morzem lub jeziorem (Świnoujście, Gołdap) osiąga $113 W \cdot m^{-2}$, co pokazuje, że uzdrowiska te charakteryzuje największe zróżnicowanie możliwych strat ciepła i największa bodźcowość pod względem czynników, które na nią wpływają (sposób zagospodarowania terenu)



Rycina 9.1. Wartości maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (słupek) strat ciepła z organizmu w uzdrowiskach w I typie pogody oraz struktura średnich strat ciepła

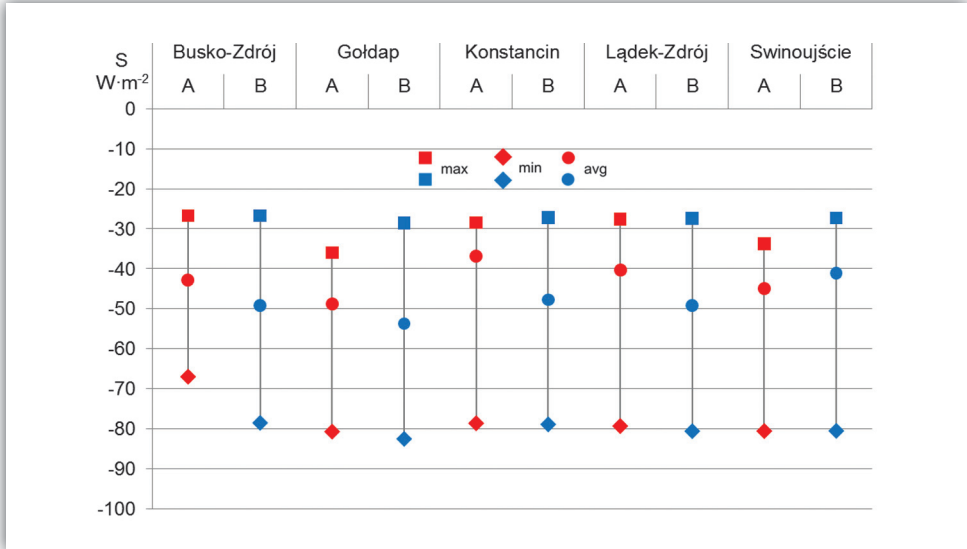
Figure 9.1. Maximum (max), minimum (min) and average (bar) values of heat losses in health resorts in the 1st type of weather conditions and the structure of average heat losses



Rycina 9.2. Wartości maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (słupek) strat ciepła z organizmu w uzdrowiskach w II typie pogody oraz struktura średnich strat ciepła

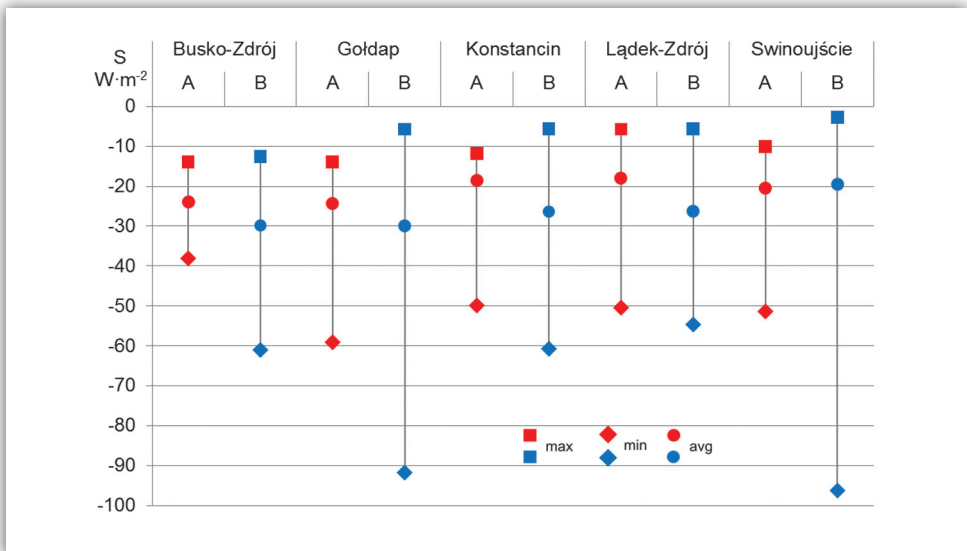
Figure 9.2. Maximum (max), minimum (min) and average (bar) values of heat losses in health resorts in the 2nd type of weather conditions and the structure of average heat losses

Sumą wszystkich strumieni ciepła (zysków i strat) jest saldo wymiany ciepła. W badanych uzdrowiskach niezależnie od typu pogody, saldo wymiany ciepła – przy założonej aktywności fizycznej $135 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ – ma zawsze wartość ujemną (ryc. 9.3, 9.4), co oznacza, że straty ciepła z organizmu dominują nad jego zyskami. Średnie wartości salda w I typie pogody są o około $20 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ niższe niż w pogodzie typu II. W obydwu typach pogody różnice pomiędzy strefami A i B ochrony uzdrowiskowej są niewielkie i sięgają kilku $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$. Należy zauważyć, że we wszystkich uzdrowiskach średnia wartość salda wymiany ciepła w strefie A jest wyższa niż w strefie B. Jedynie w przypadku Świnoujścia sytuacja jest odwrotna i w obydwu typach pogody niedobór ciepła w organizmie jest tu większy w strefie A. Zakres zmian salda wymiany ciepła jest w I typie pogody podobny we wszystkich uzdrowiskach i ma wartość około $50 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Wartości minimalne utrzymują się na poziomie $-80 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, natomiast maksymalne osiągają do $-30 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Podczas pogody typu II zróżnicowanie pomiędzy uzdrowiskami wzrasta. W większości uzdrowisk zwiększają się także różnice między strefami A i B ochrony uzdrowiskowej, jednak zawsze w strefie A zakres zmian jest mniejszy niż w strefie B. Spośród analizowanych uzdrowisk, najmniejszym zakresem zmian salda wymiany ciepła cechuje się Busko-Zdrój (w strefie A około $25 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$), a największym Gołdap i Świnoujście, gdzie zakres zmian osiąga niemal $100 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ w strefie B, co potwierdza silną bodźcowość uzdrowisk nadmorskich i przyjeziornych (Kozłowska-Szczęsna 1984; Kozłowska-Szczęsna i in. 2002).



Rycina 9.3. Wartości maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (avg) salda wymiany ciepła w strefie A (kolor czerwony) i B (kolor niebieski) ochrony uzdrowskiej w I typie pogody

Figure 9.3. Maximum (max), minimum (min) and average (avg) values of net heat storage in A (red) and B (blue) health resort zones in the 1st type of weather



Rycina 9.4. Wartości maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (avg) salda wymiany ciepła w strefie A (kolor czerwony) i B (kolor niebieski) ochrony uzdrowskiej w II typie pogody

Figure 9.4. Maximum (max), minimum (min) and average (avg) values of net heat storage in A (red) and B (blue) health resort zones in the 2nd type of weather

9.2.2. Mapy syntetyczne z wykorzystaniem narzędzi GIS

Syntezą informacji zawartych na mapach przedstawiających przestrzenne zróżnicowanie wartości poszczególnych strumieni ciepła w uzdrowiskach (ryc. 9.5–9.14) są mapy, na których wyróżniono obszary o jednorodnych cechach bioklimatu. Poszczególne biotopoklimaty wytypowane zostały na podstawie zmodyfikowanej przez P. Milewskiego klimatyczno-fizjologicznej typologii klimatów lokalnych K. Błażejczyka (Błażejczyk 1990; Kozłowska-Szczęśna i in. 1997).

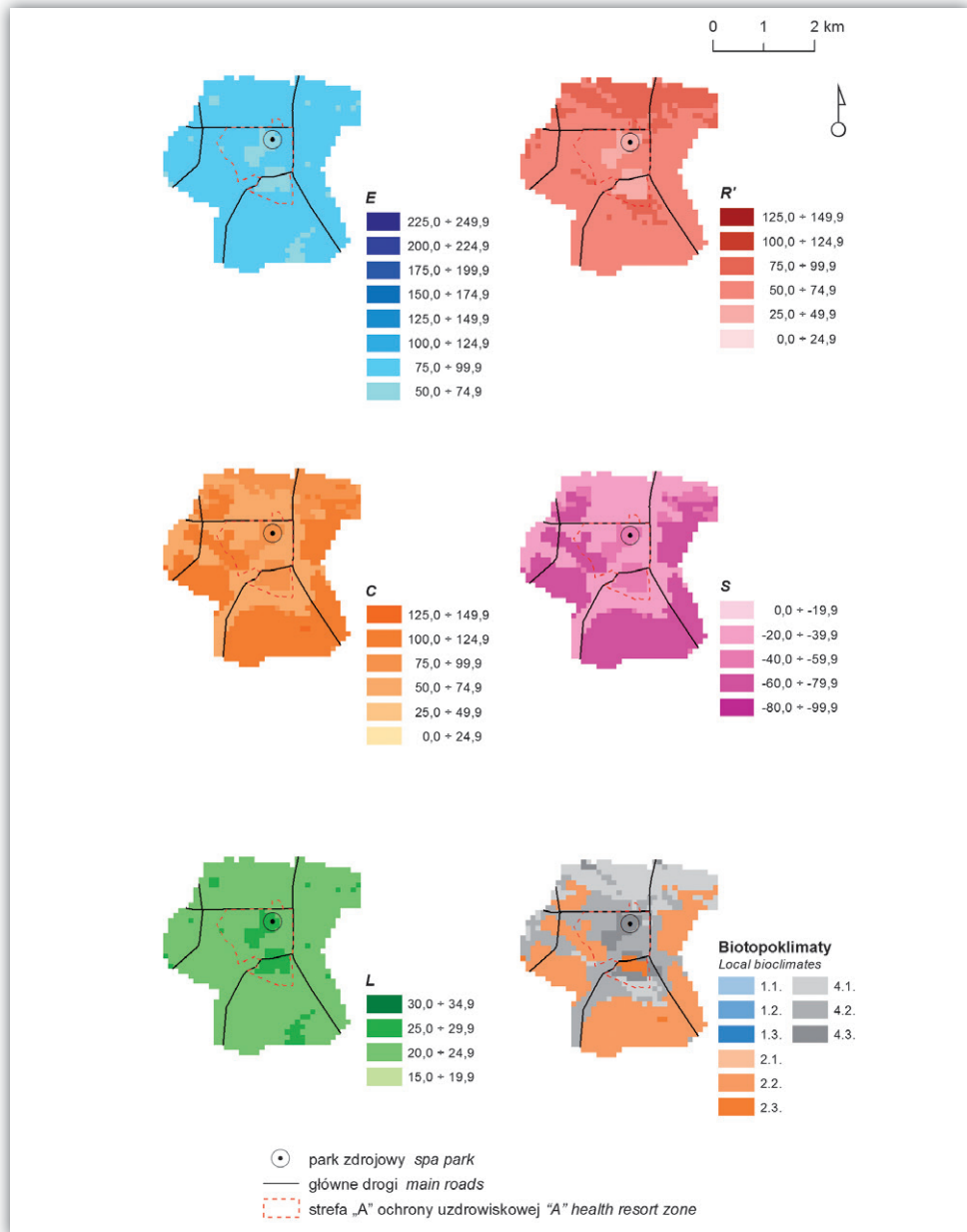
Klasyfikacja biotopoklimatów jest dwustopniowa i obejmuje grupy oraz typy biotopoklimatów. Grupy biotopoklimatów (ewaporacyjne, konwekcyjne, radiacyjne, mieszane) cechują się jednorodną strukturą strat ciepła z organizmu. W każdej z grup wydzielono trzy typy biotopoklimatu o jednorodnej strukturze pochłoniętego promieniowania słonecznego: z wartościami promieniowania pochłoniętego zwiększonymi (typ 1), porównywalnymi (typ 2) lub zmniejszonymi (typ 3) w stosunku do obserwowanych w tym samym czasie w warunkach standardowych. Klasyfikacja obejmuje w sumie 12 jednostek biotopoklimatycznych (wg: Błażejczyk 1990, zmodyfikowane):

		GRUPY BIOTOPOKLIMATÓW			
		Biotopoklimaty ewaporacyjne (straty ciepła na parowanie stanowią przynajmniej 50% całych strat ciepła)	Biotopoklimaty konwekcyjne (straty ciepła przez unoszenie stanowią przynajmniej 50% całych strat ciepła)	Biotopoklimaty radiacyjne (straty ciepła przez wypromieniowanie długofalowe stanowią przynajmniej 30% strat ciepła)	Biotopoklimaty mieszane (żadna z form strat ciepła nie ma roli dominującej)
TYPY BIOTOPOKLIMATU	Typ 1 (pochłonięte promieniowanie słoneczne osiąga przynajmniej 110% wartości obserwowanej w warunkach standardowych)	1.1. Biotopoklimat ewaporacyjny typu 1	2.1. Biotopoklimat konwekcyjny typu 1	3.1. Biotopoklimat radiacyjny typu 1	4.1. Biotopoklimat mieszany typu 1
	Typ 2 (pochłonięte promieniowanie słoneczne osiąga od 90% do 110% wartości obserwowanej w warunkach standardowych)	1.2. Biotopoklimat ewaporacyjny typu 2	2.2. Biotopoklimat konwekcyjny typu 2	3.2. Biotopoklimat radiacyjny typu 2	4.2. Biotopoklimat mieszany typu 2
	Typ 3 (pochłonięte promieniowanie słoneczne osiąga mniej niż 90% wartości obserwowanej w warunkach standardowych)	1.3. Biotopoklimat ewaporacyjny typu 3	2.3. Biotopoklimat konwekcyjny typu 3	3.3. Biotopoklimat radiacyjny typu 3	4.3. Biotopoklimat mieszany typu 3

Dominującą formą oddawania ciepła z organizmu w grupie biotopoklimatów ewaporacyjnych jest parowanie potu z powierzchni ciała. Wartości strumienia E stanowią przynajmniej 50% sumarycznych strat ciepła. W wysokiej temperaturze otoczenia strumień ten jest sprawnym regulatorem równowagi cieplnej organizmu, dlatego na obszarach zaliczonych do tej grupy biotopoklimatów obserwuje się zrównoważony bilans cieplny. W grupie biotopoklimatów konwekcyjnych dominuje

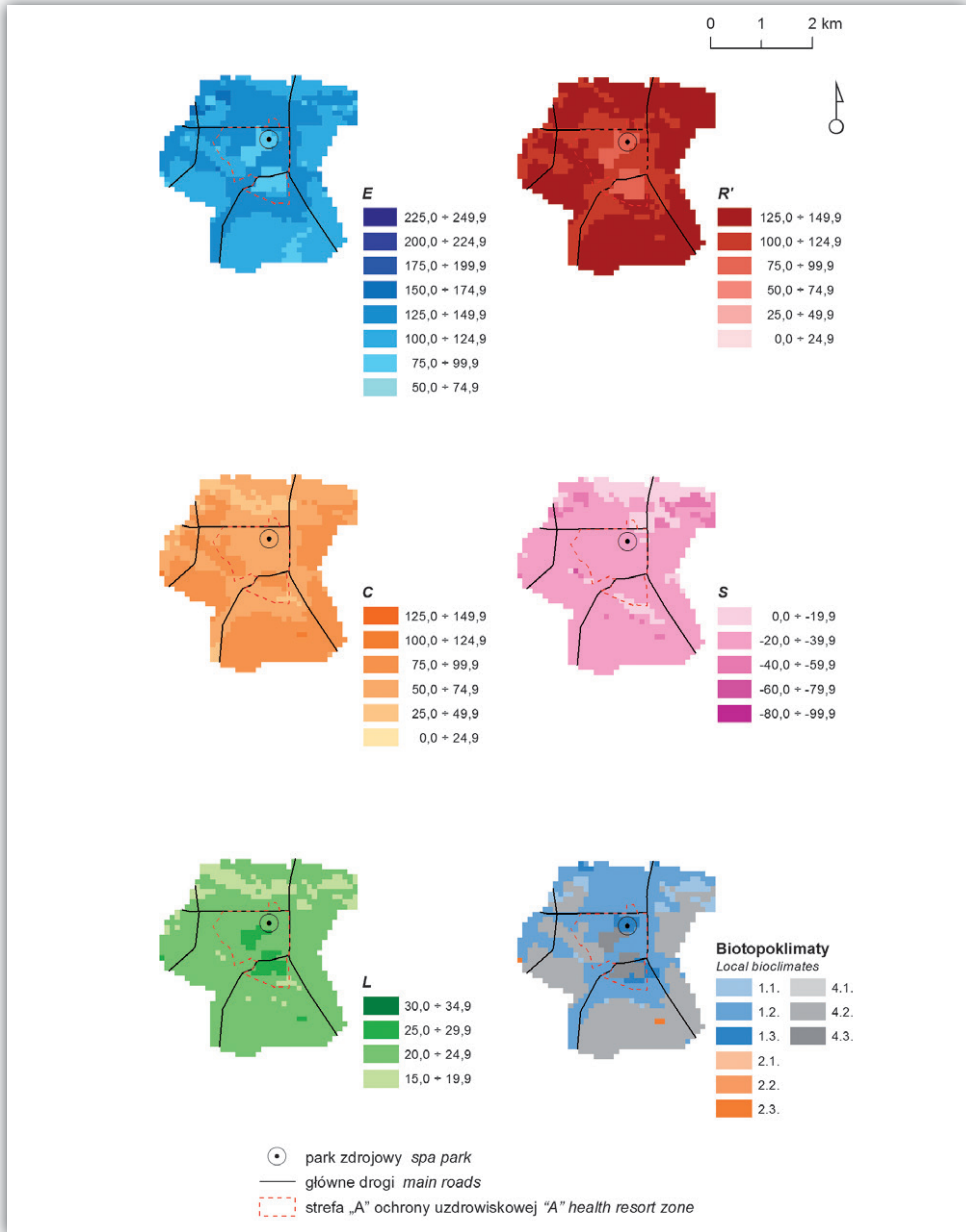
wymiana ciepła przez turbulencyjne unoszenie ciepła jawnego – strumień C stanowi co najmniej 50% ogólnych strat ciepła. Przy stosunkowo niskiej temperaturze powietrza należy spodziewać się przewagi strat ciepła nad jego przychodem. Grupę biotopoklimatów radiacyjnych charakteryzuje znaczny udział wypromieniowania długofalowego w strukturze strat ciepła – wartości strumienia L stanowią nie mniej niż 30% sumarycznych strat. Sytuacje takie obserwowane są zwłaszcza przy niskiej temperaturze. Z powodu małej efektywności wymiany ciepła tą drogą, w przypadku gdy jego dopływ jest duży, należy się spodziewać przegrzania organizmu. W grupie biotopoklimatów mieszanych żadna z form strat ciepła nie ma wyraźnej przewagi nad pozostałymi.

Typy biotopoklimatu wiążą się z natężeniem i strukturą pochłoniętego promieniowania słonecznego. W klasyfikacji wykorzystano wartości promieniowania pochłoniętego właściwe dla człowieka nieubranego (R'), aby zniwelować wpływ czynników modyfikujących (np. izolacyjność termiczna odzieży). Poszczególne typy bioklimatu wyróżnione zostały na podstawie stosunku wartości promieniowania pochłoniętego obserwowanych w analizowanym punkcie (R'_p) do wartości obserwowanych w tym samym czasie w warunkach standardowych (R'_s). Typ 1 charakteryzują zwiększone (w stosunku do warunków standardowych) wartości promieniowania pochłoniętego – stosunek R'_p do R'_s jest większy niż 1,1. Dominuje tu bezpośrednio promieniowanie słoneczne. W typie 2 wartości promieniowania pochłoniętego są podobne do wartości obserwowanych w warunkach standardowych. Stosunek R'_p do R'_s zawiera się w granicach 0,9–1,1. Także w tym typie dominuje bezpośrednio promieniowanie słoneczne. Promieniowanie rozproszone przez drzewa i inne obiekty przeważa w typie 3. Stosunek R'_p do R'_s ma na tym obszarze wartość mniejszą od 0,9, zatem wartości promieniowania pochłoniętego są mniejsze niż w warunkach standardowych.



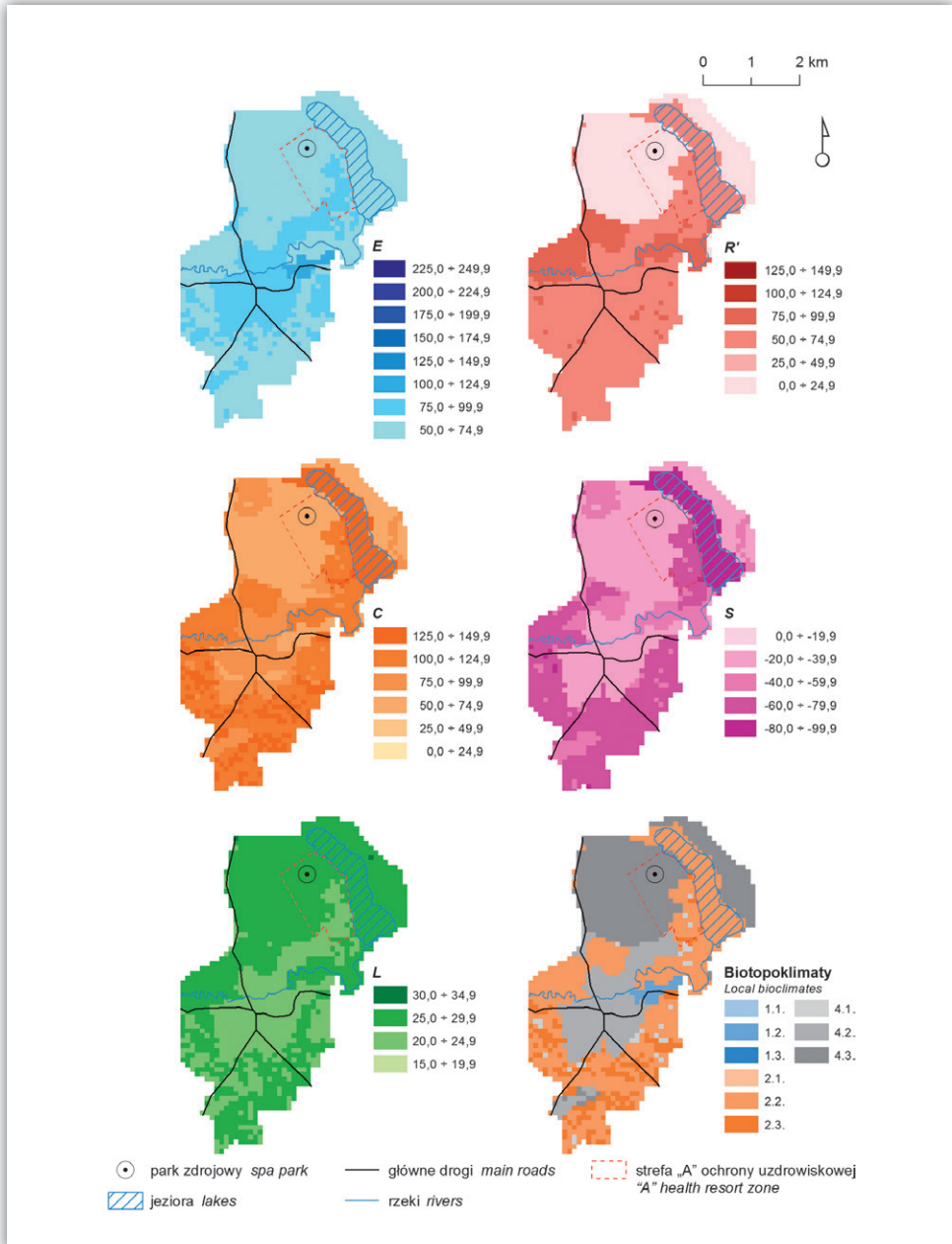
Rycina 9.5. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R'), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Buska-Zdroju w I typie pogody

Figure 9.5. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Busko-Zdrój health resort in the 1st type of weather



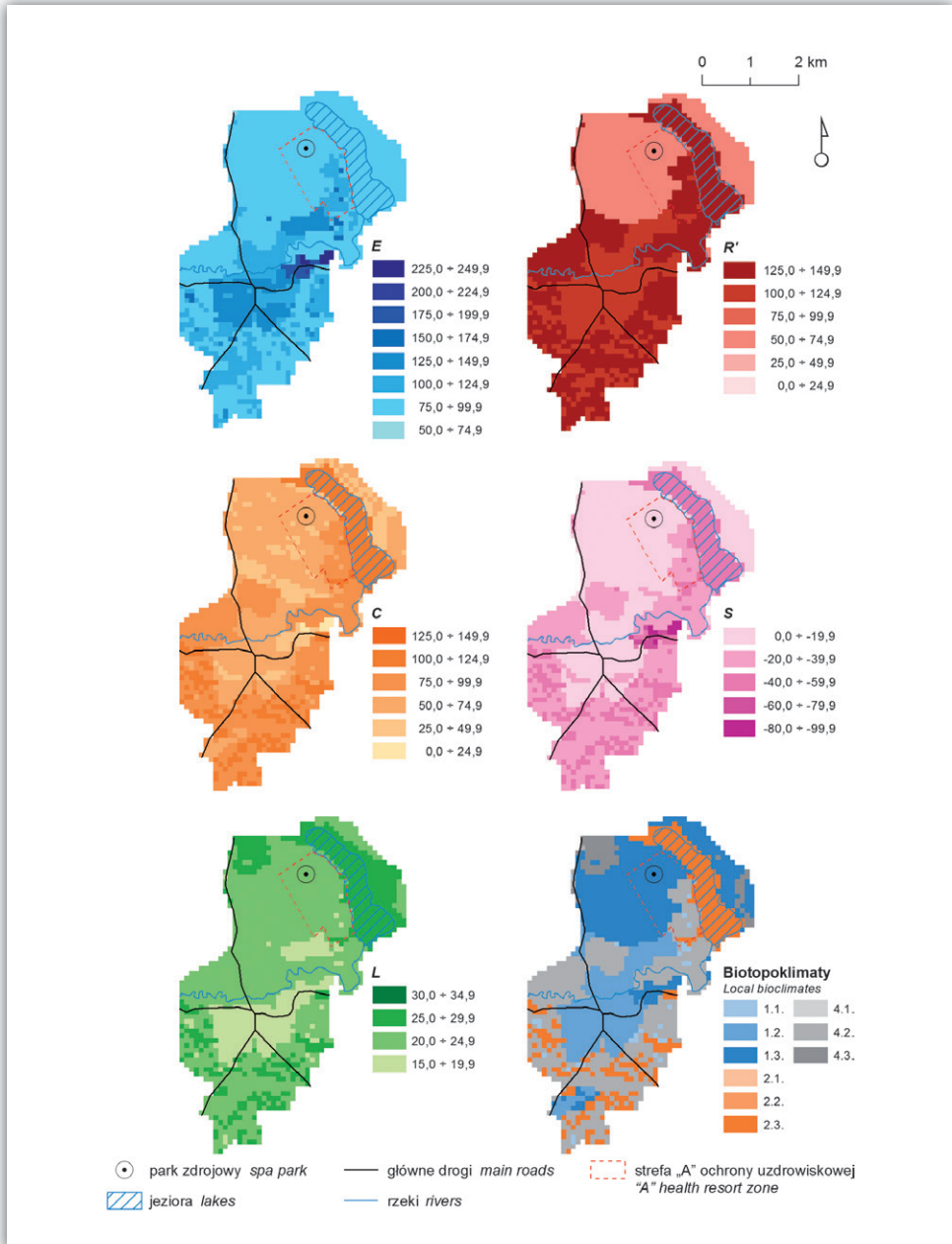
Rycina 9.6. Wartości ewaporacyjnych (*E*), konwekcyjnych (*C*) i radiacyjnych (*L*) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (*R'*), saldo wymiany ciepła (*S*) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Busko-Zdroju w II typie pogody

Figure 9.6. The values of evaporative (*E*), convective (*C*) and radiative (*L*) heat losses, absorbed solar radiation (*R'*), net heat storage (*S*) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Busko-Zdrój health resort in the 2nd type of weather



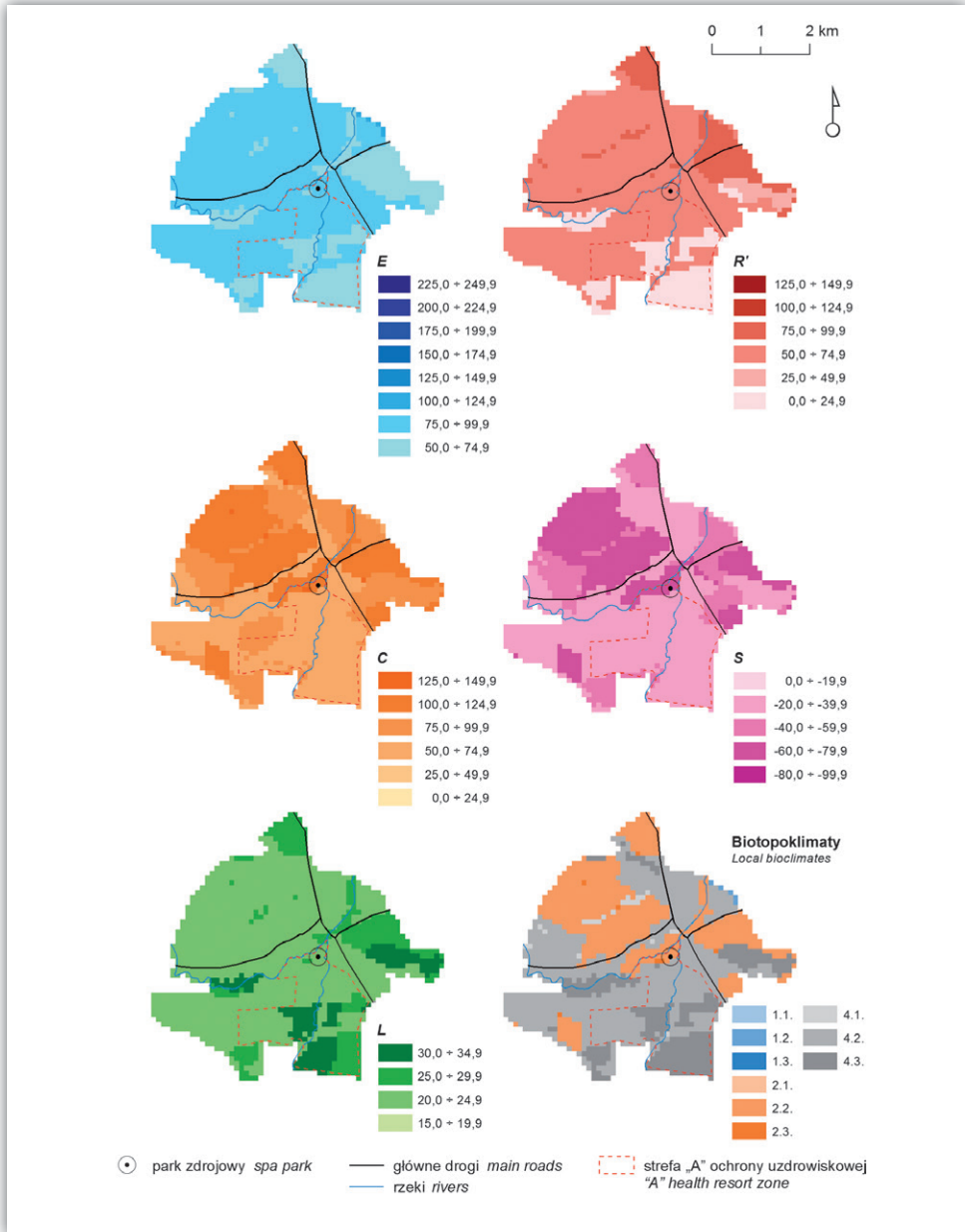
Rycina 9.7. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R'), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Gołdapi w I typie pogody

Figure 9.7. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Gołdap health resort in the 1st type of weather



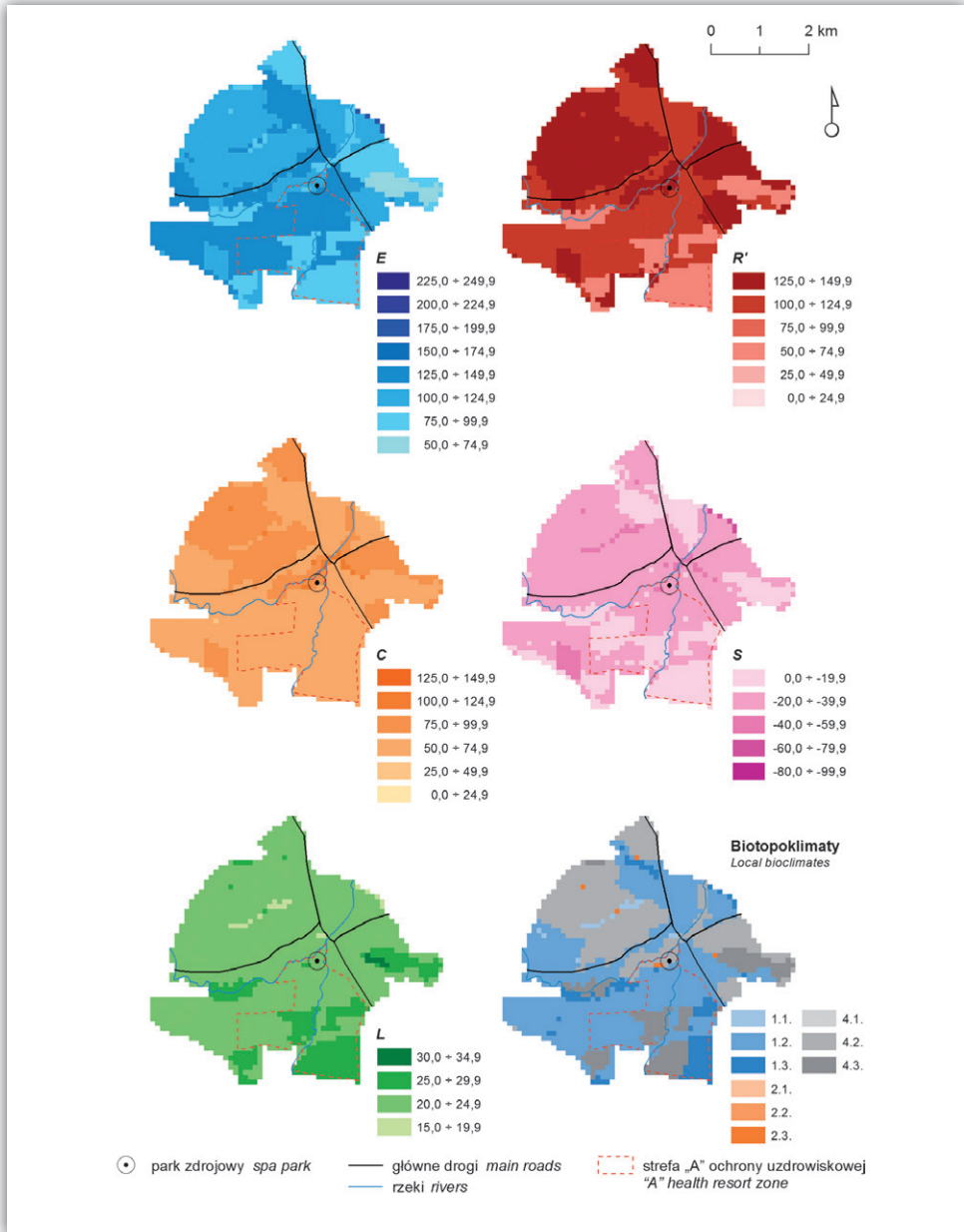
Rycina 9.8. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R'), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Gołdapi w II typie pogody

Figure 9.8. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Gołdap health resort in the 2nd type of weather



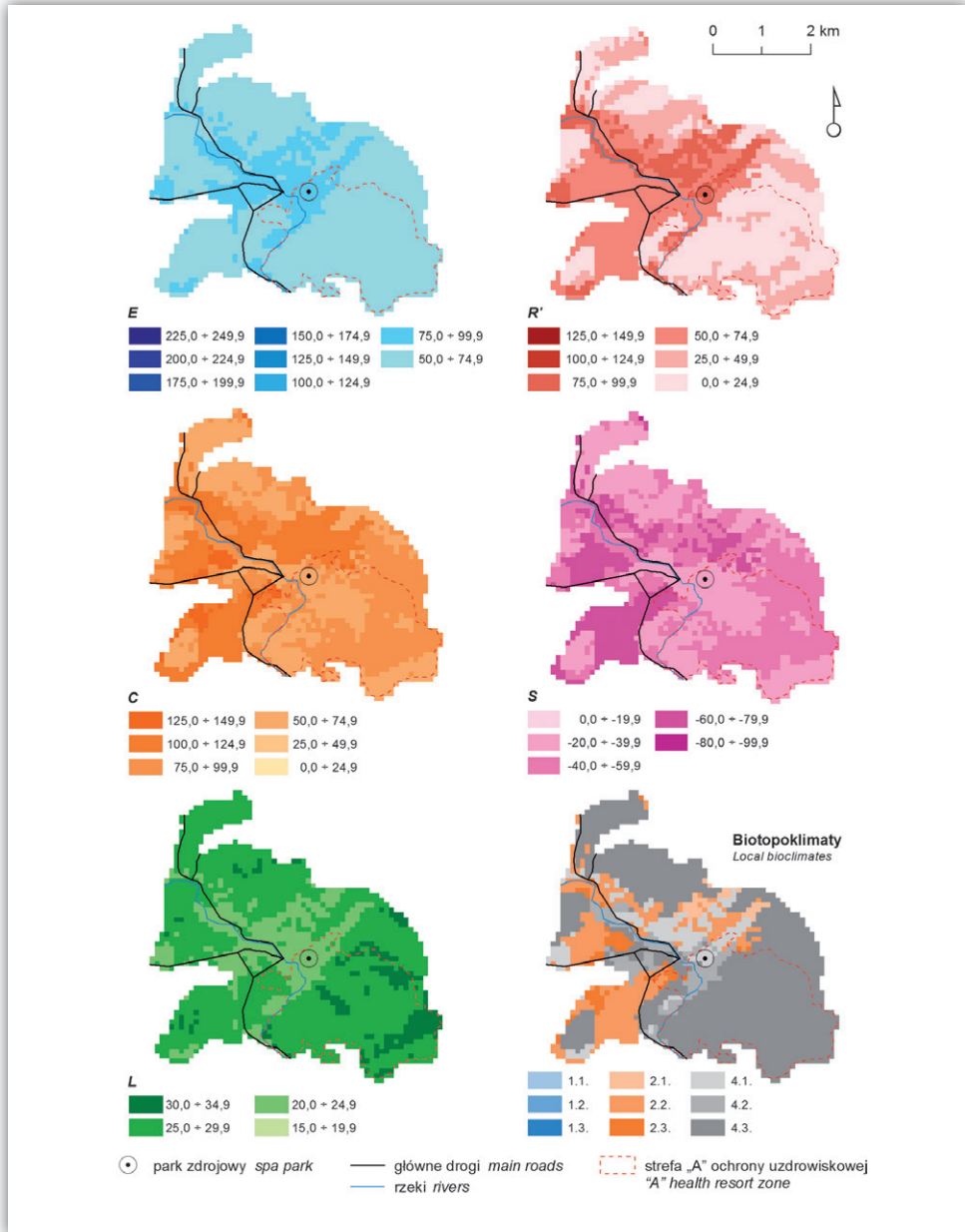
Rycina 9.9. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R'), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Konstancina-Jeziorny w I typie pogody

Figure 9.9. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Konstancin-Jeziorna health resort in the 1st type of weather



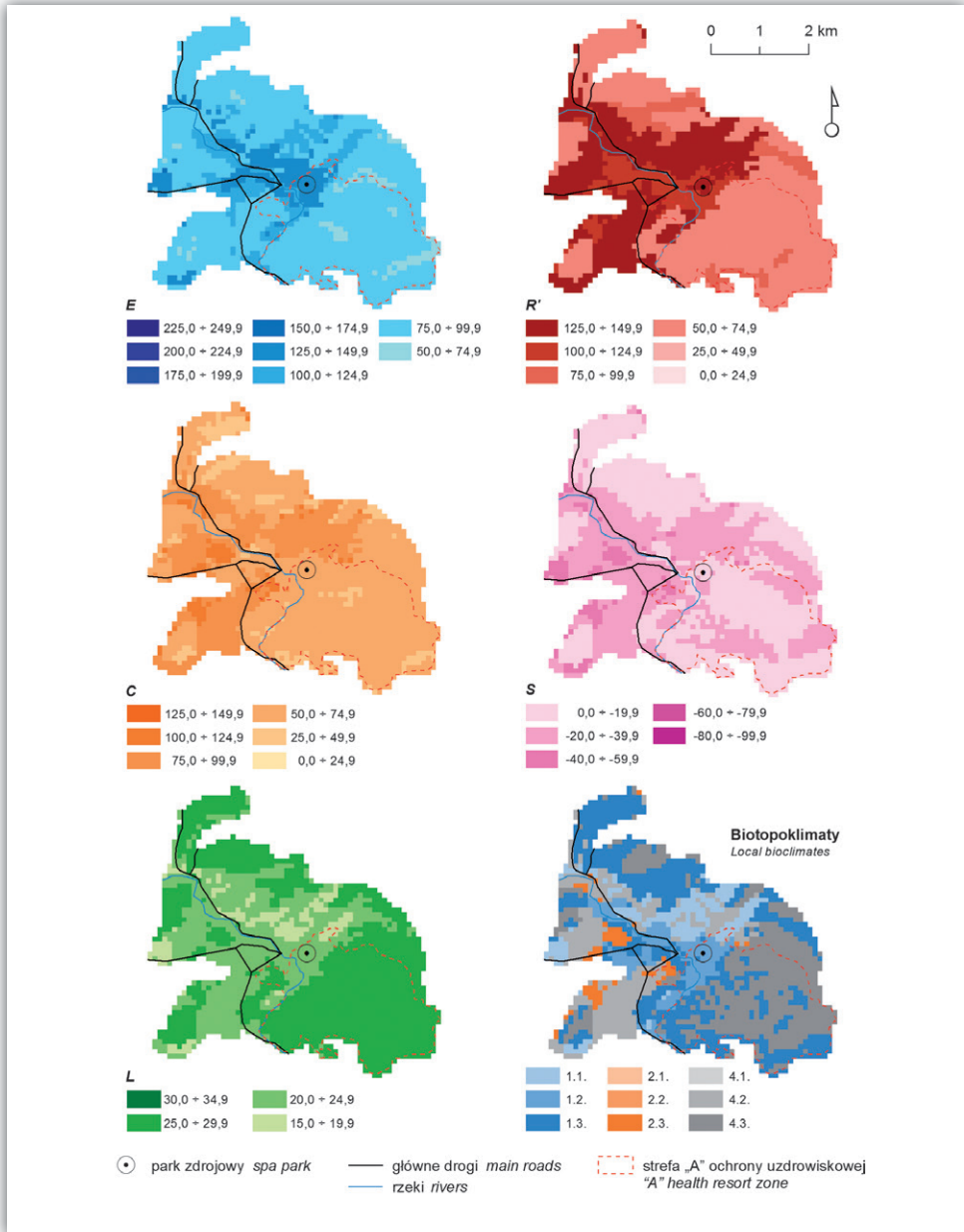
Rycina 9.10. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R'), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Konstancina-Jeziorny w II typie pogody

Figure 9.10. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Konstancin-Jeziorna health resort in the 2nd type of weather



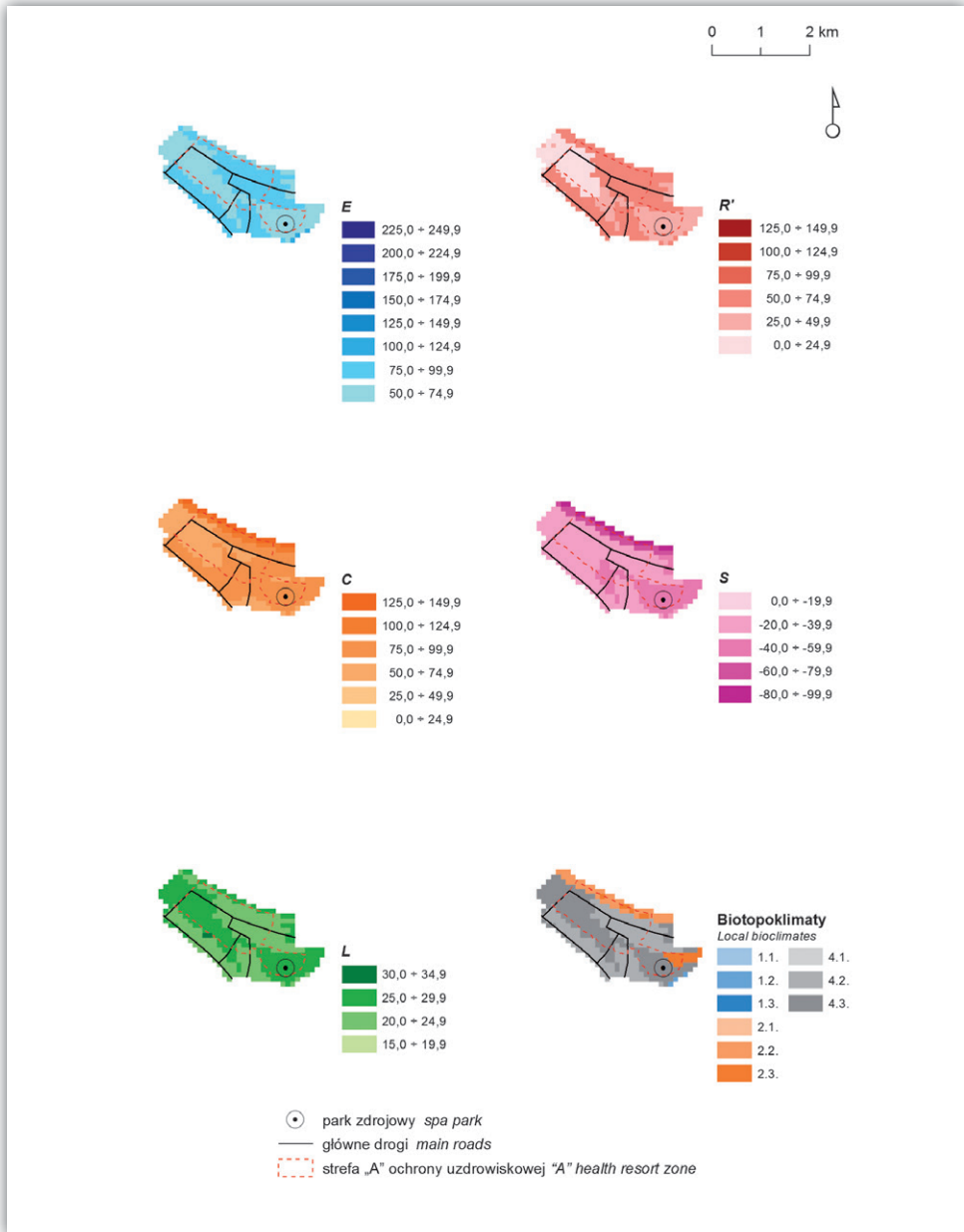
Rycina 9.11. Wartości ewaporacyjnych (*E*), konwekcyjnych (*C*) i radiacyjnych (*L*) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (*R'*), saldo wymiany ciepła (*S*) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Łądek-Zdroju w I typie pogody

Figure 9.11. The values of evaporative (*E*), convective (*C*) and radiative (*L*) heat losses, absorbed solar radiation (*R'*), net heat storage (*S*) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Łądek-Zdrój health resort in the 1st type of weather



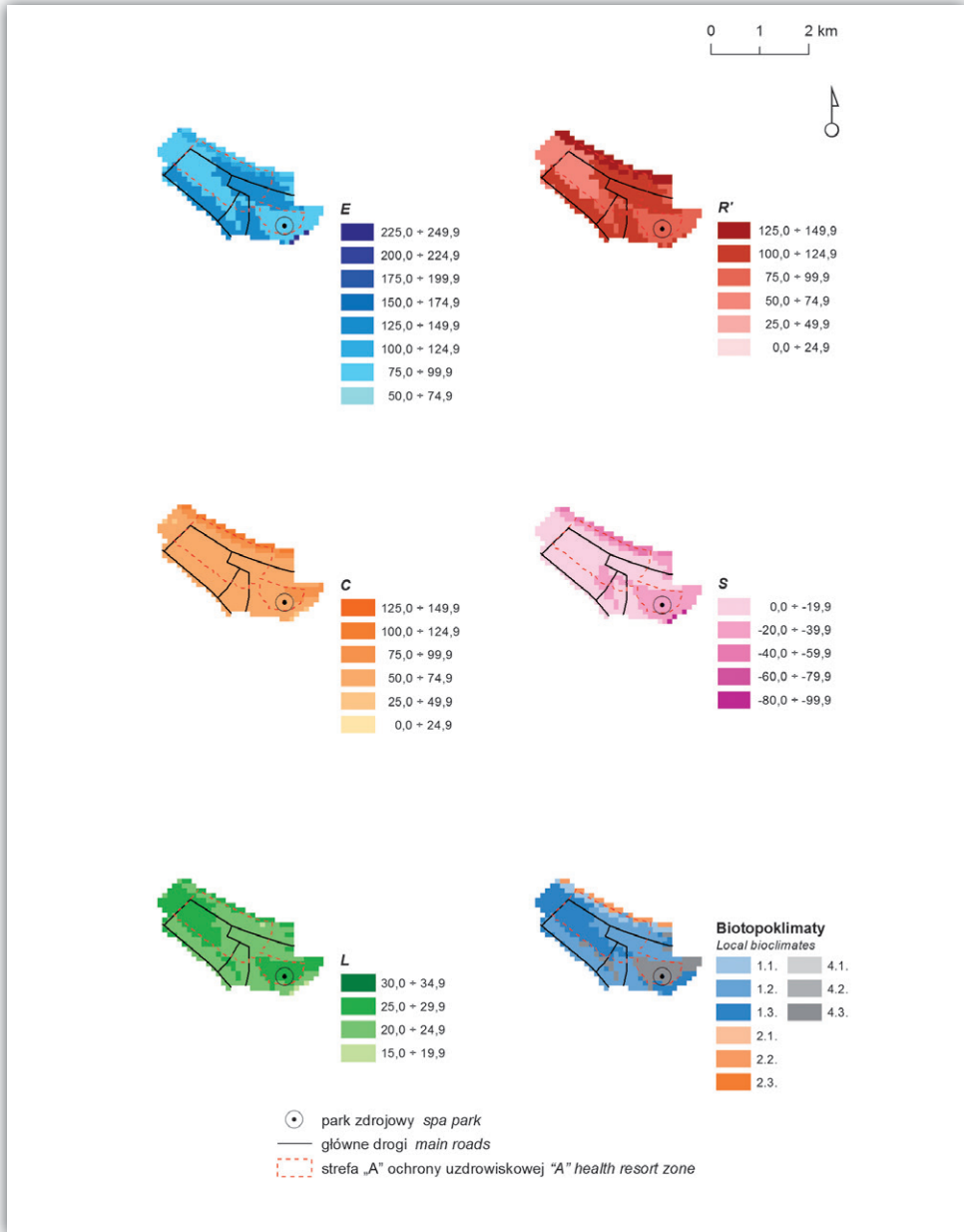
Rycina 9.12. Wartości ewaporacyjnych (*E*), konwekcyjnych (*C*) i radiacyjnych (*L*) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (*R'*), saldo wymiany ciepła (*S*) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Łądek-Zdroju w II typie pogody

Figure 9.12. The values of evaporative (*E*), convective (*C*) and radiative (*L*) heat losses, absorbed solar radiation (*R'*), net heat storage (*S*) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Łądek-Zdrój health resort in the 2nd type of weather



Rycina 9.13. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R'), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Świnoujścia w I typie pogody

Figure 9.13. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Świnoujście health resort in the 1st type of weather



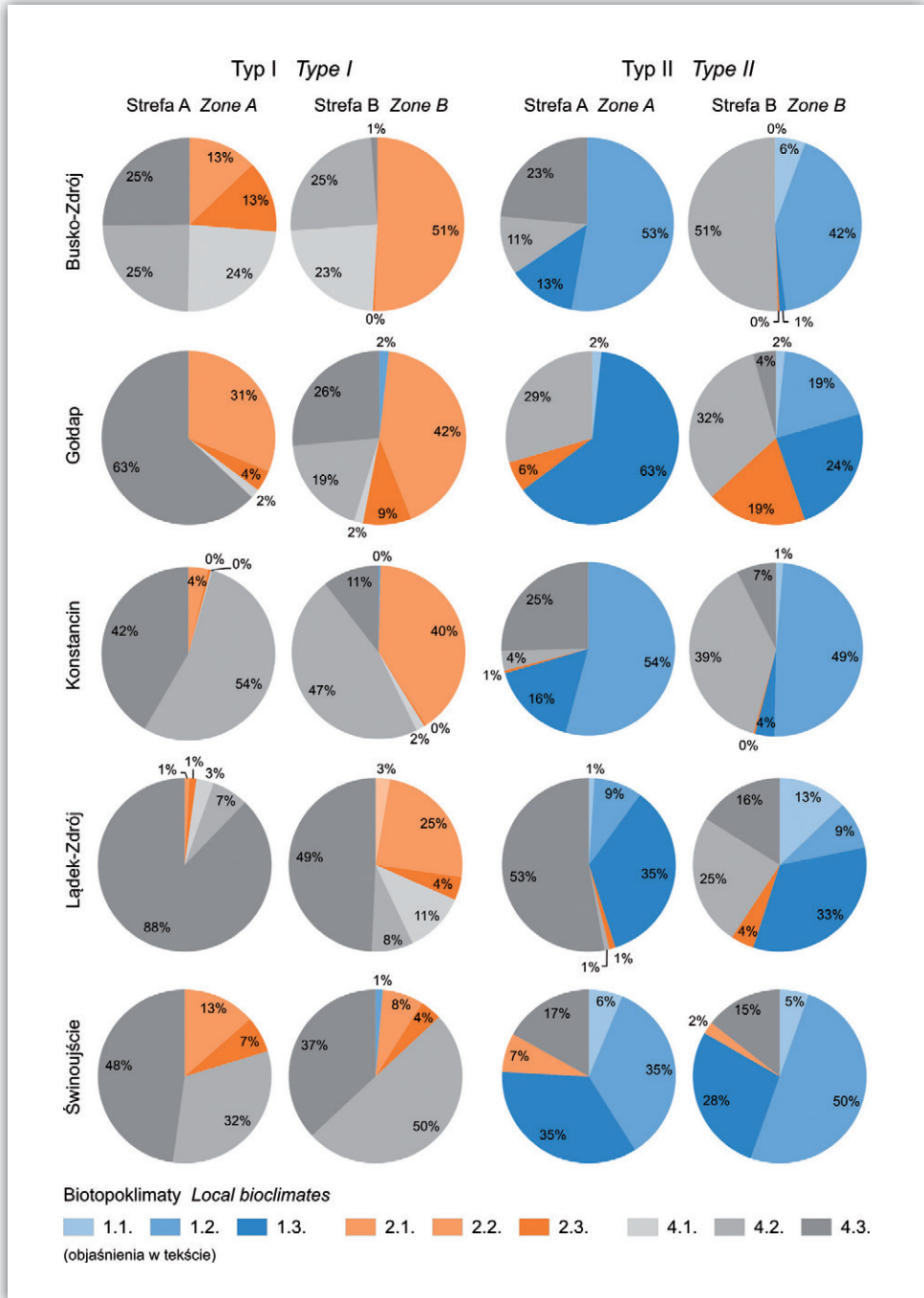
Rycina 9.14. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R'), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Świnoujścia w II typie pogody

Figure 9.14. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Świnoujście health resort in the 2nd type of weather

Na rycinie 9.15 przedstawiono procentowy udział powierzchni poszczególnych biotopoklimatów w analizowanych uzdrowiskach. W I typie pogody w większości uzdrowisk dominują biotopoklimaty mieszane (4.1–4.3). W Łądku-Zdroju i Konstancinie-Jeziornie zajmują one niemal całą powierzchnię strefy A ochrony uzdrowiskowej i dużą część powierzchni strefy B. Pozostałe obszary uzdrowisk zajmują głównie biotopoklimaty konwekcyjne (2.1–2.3). Więcej niż połowę obszaru stanowią one w strefie B uzdrowisk w Busku-Zdroju i Gołdapi. Udział biotopoklimatów ewaporacyjnych (1.1–1.3) jest w I typie pogody znikomym. W II typie pogody widać znacznie zmniejszony udział biotopoklimatów mieszanych i dominujący udział – ewaporacyjnych. W większości uzdrowisk bardzo mały jest udział biotopoklimatów konwekcyjnych, jedynie w Gołdapi nieco większy. Łącznie we wszystkich uzdrowiskach, w dwóch typach pogody, wyróżniono dziewięć biotopoklimatów. Jednorazowo w każdym z uzdrowisk występowały przynajmniej cztery jednorodne jednostki biotopoklimatyczne. Zaobserwowano, że zróżnicowanie biotopoklimatyczne strefy B jest zwykle większe niż strefy A tego samego uzdrowiska. Niezależnie od typu pogody w żadnym z uzdrowisk nie wyróżniono biotopoklimatów radiacyjnych (3.1–3.3), co związane jest ze specyfiką analizowanych warunków pogodowych. Możliwe byłoby to w pogodzie z temperaturą o kilka stopni Celsjusza niższą niż w typie I lub podczas silnego wiatru.

Racjonalne dawkowanie zabiegów klimatoterapeutycznych (kąpiele słoneczne i powietrzne, terapia ruchowa) jest konieczne dla właściwego przebiegu leczenia klimatycznego. Pozwala ono na uniknięcie zbyt silnych bodźców, mogących nadmiernie obciążyć organizm człowieka. Do oceny bodźców biotermicznych wykorzystano nowy, uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych – *UTCI*. Wskaźnik ten dostarcza informacji na temat rzeczywistych, obiektywnie zachodzących procesów regulacji temperatury ciała, uzależnionych od panujących warunków meteorologicznych. W przeciwieństwie do większości wcześniej stosowanych wskaźników, skala oceny dla *UTCI* opiera się na obiektywnych zmianach parametrów fizjologicznych, dlatego wartości *UTCI* są miarą obciążeń cieplnych organizmu, a nie subiektywnych odczuć cieplnych (Błażejczyk i in. 2009, 2010; Bröde i in. 2012).

Średnie wartości *UTCI* w I typie pogody utrzymują się we wszystkich uzdrowiskach w klasie braku obciążeń cieplnych oraz pełnej termoneutralności (około 18–20°C) (ryc. 9.16). W II typie pogody wartości *UTCI* są wyższe i dochodzą do 29°C (umiarkowany stres ciepła), jednak niezależnie od typu pogody zawsze Gołdap i Łądek-Zdrój cechują się wartościami najniższymi (ryc. 9.17). Zarówno w I, jak i w II typie pogody różnice pomiędzy wartościami średnimi w strefach A i B w poszczególnych uzdrowiskach są niewielkie – maksymalnie osiągają 1,8°C w Świnoujściu. Zakres możliwych wartości *UTCI* różni się między uzdrowiskami. W obydwu typach pogody najmniejszy zakres zmian warunków biotermicznych



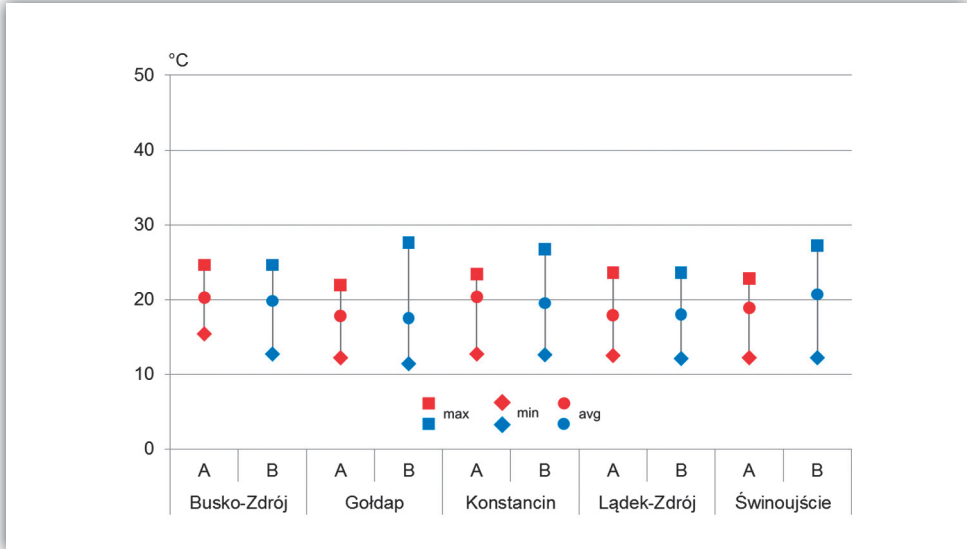
Rycina 9.15. Udział powierzchniowy poszczególnych biotopoklimatów w strefach A i B ochrony uzdrowiskowej w zależności od typu pogody

Figure 9.15. The participation of local biotopoklimates in A and B health resort zones under two types of weather

w strefie A cechuje Busko-Zdrój, największy zaś – Łądek-Zdrój. Należy zauważyć, że w Łądku-Zdroju warunki biotermiczne w strefie A są niemal takie same, jak w strefie B zarówno pod względem wartości średnich, jak i zakresu możliwych obciążeń. W pozostałych uzdrowiskach zakres zmian w strefie A jest zauważalnie mniejszy niż w strefie B, co pokazuje, że w tych uzdrowiskach strefa A jest wyodrębniona prawidłowo pod względem bodźców termicznych i są one w jej obrębie łagodniejsze niż w jej otoczeniu. Strefę A ochrony uzdrowiskowej w Łądku-Zdroju również należy uznać za wydzieloną prawidłowo. Jej podobieństwo do strefy otaczającej wynika, w tym uzdrowisku, z wyjątkowo korzystnych właściwości strefy B, którą cechują podobne warunki biotermiczne, jak w strefach A pozostałych uzdrowisk. Relatywnie duży zakres obliczonych wartości *UTCI* dotyczy strefy B w Gołdapi i Świnoujściu – jest to kolejne potwierdzenie silnej bodźcowości uzdrowisk nadmorskich i przyjeziornych. Ocena warunków biotermicznych za pomocą wskaźnika *UTCI* pokazała również, że w uzdrowisku nizinym śródlęsnym, jakim jest Konstancin, różnicowanie bodźców termicznych może być relatywnie duże (strefa B).

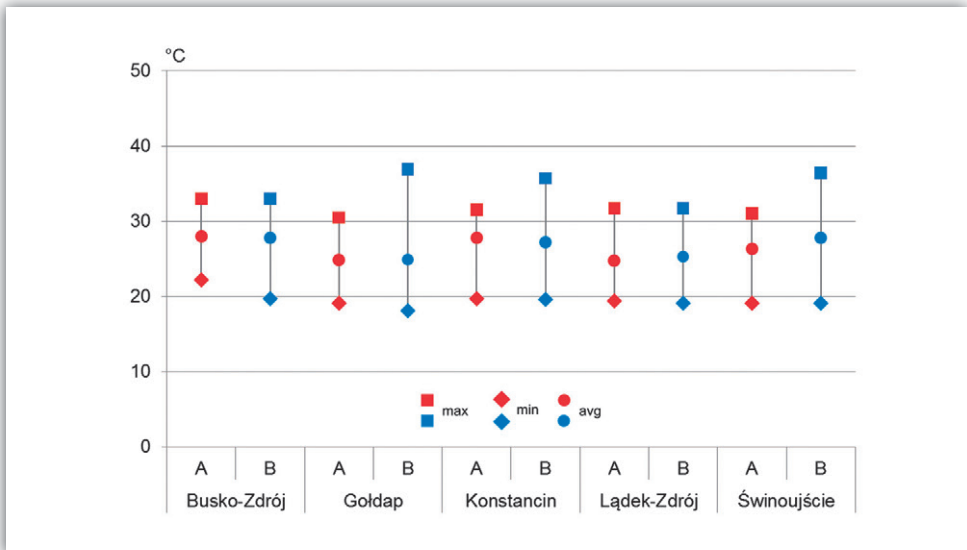
W tabeli 9.3 przedstawiono procentowy udział poszczególnych klas obciążeń cieplnych na obszarze uzdrowisk. Strefy A wszystkich uzdrowisk cechują się w I typie pogody brakiem jakichkolwiek obciążeń cieplnych. Podobnie jest w przypadku stref B, jednak w Gołdapi, Konstancinie i Świnoujściu spodziewane jest wystąpienie umiarkowanego stresu ciepła na niewielkim obszarze tych stref. W II typie pogody obciążenia cieplne w strefach A obejmują zakres od termoneutralności do umiarkowanego stresu ciepła. W Busku-Zdroju w części strefy A występuje silny stres ciepła. Obciążenia cieplne w strefach B są większe niż w strefach A i we wszystkich uzdrowiskach częścią strefy B są obszary z silnym stresem ciepła. Wyjątek stanowi tu Łądek-Zdrój, gdzie nawet w strefie B silny stres ciepła nie jest spodziewany w rozpatrywanych warunkach pogodowych. Sumarycznie największy obszar objęty stresem ciepła charakteryzuje Konstancin – umiarkowany lub silny stres ciepła występuje na ponad połowie obszaru uzdrowiska. Z kolei w Gołdapi aż na ponad 75% powierzchni uzdrowiska (93% obszaru strefy A) nie występują żadne obciążenia cieplne, co związane jest ze specyficznym sposobem zagospodarowania terenu w uzdrowisku i włączeniem obszaru jeziora Gołdap, łagodzącego stres ciepła, do strefy B ochrony uzdrowiskowej. Na rycinach 9.18 i 9.19 przedstawiono rozkład przestrzenny wartości *UTCI* na obszarze analizowanych uzdrowisk.

Powyższe wyniki pokazują, jak bardzo zróżnicowane mogą być warunki bioklimatyczne w poszczególnych uzdrowiskach, nawet gdy założone warunki pogodowe na stacjach meteorologicznych będą identyczne. Określanie charakterystyk bioklimatu na podstawie danych z jednej stacji nie uwzględnia czynników modyfikujących klimat lokalny i nie pozwala na pełne rozpoznanie zróżnicowania bioklimatu, informacje takie są zaś konieczne do właściwego prowadzenia klimatoterapii



Rycina 9.16. Maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (avg) wartości *UTCI* w strefie A (kolor czerwony) i B (kolor niebieski) ochrony uzdrowiskowej w I typie pogody

Figure 9.16. Maximum (max), minimum (min) and average (avg) values of the *UTCI* in A (red) and B (blue) health resort zones in the 1st type of weather



Rycina 9.17. Maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (avg) wartości *UTCI* w strefie A (kolor czerwony) i B (kolor niebieski) ochrony uzdrowiskowej w II typie pogody

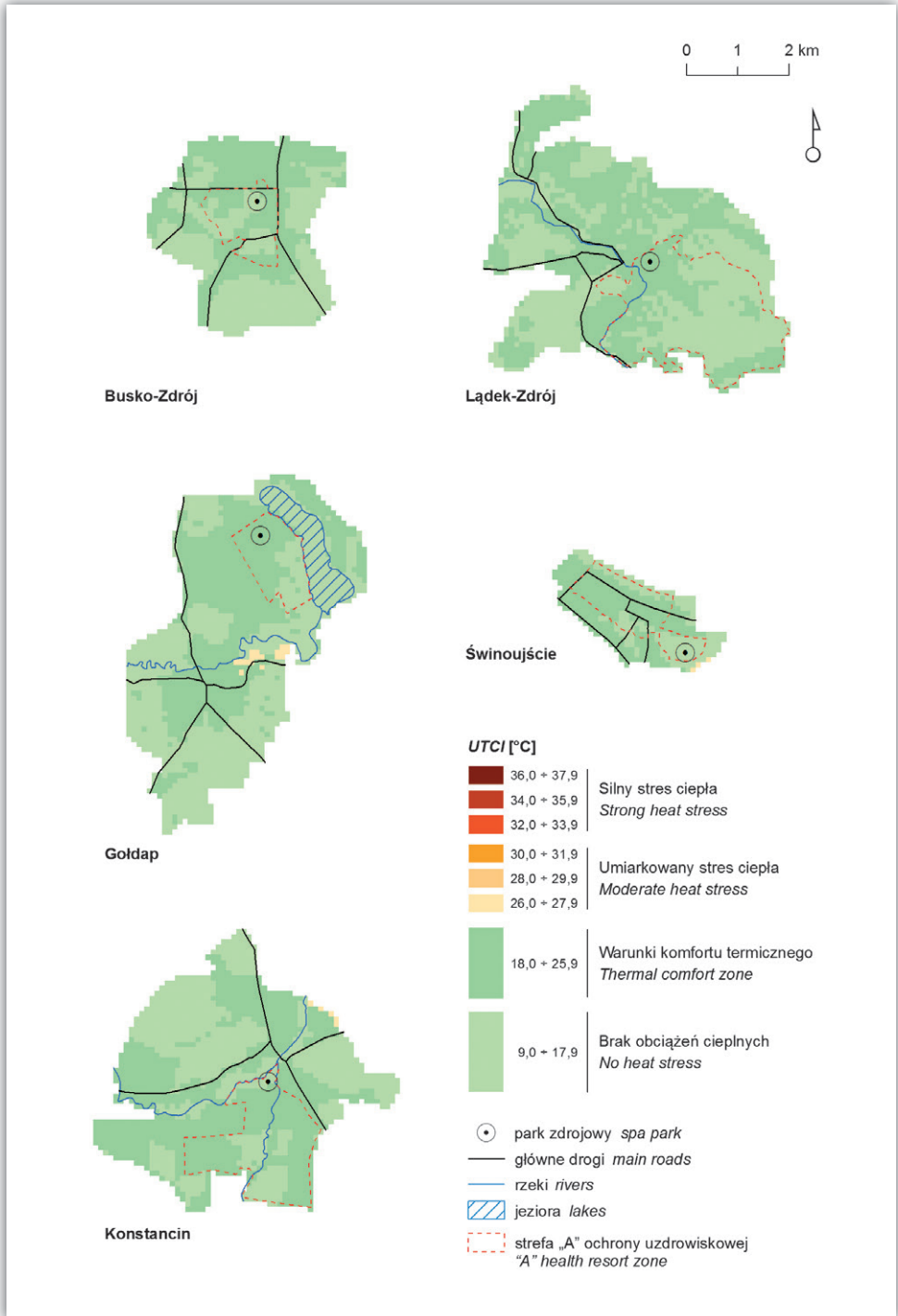
Figure 9.17. Maximum (max), minimum (min) and average (avg) values of the *UTCI* in A (red) and B (blue) health resort zones in the 2nd type of weather

Tabela 9.3. Procentowy udział klas obciążeń cieplnych w strefach ochrony uzdrowiskowej w typach pogody**Table 9.3. The percentage of heat stress classes in the area of health resort zones under two types of weather**

English explanations of the characteristics are on the bottom of the table

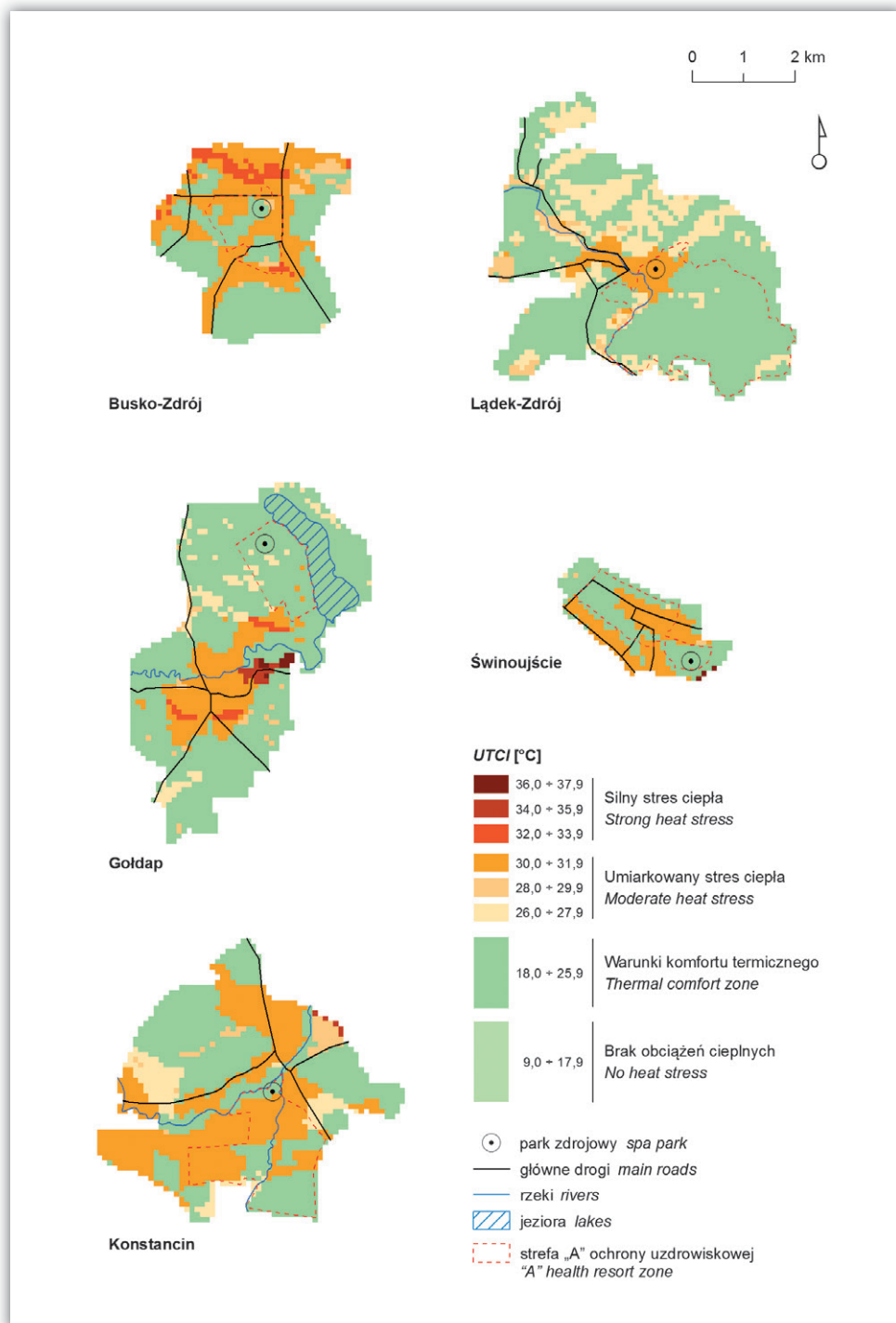
Typ pogody <i>Type of weather</i>	Typ I <i>Type I</i>		Typ II <i>Type II</i>	
Strefa ochrony uzdrowiskowej <i>Health resort zone</i>	A	B	A	B
Busko-Zdrój				
Silny stres ciepła	.	.	1,7	6,7
Umiarkowany stres ciepła	.	.	56,3	42,5
Warunki komfortu termicznego	58,0	49,2	42,0	50,8
Brak obciążeń cieplnych	42,0	50,8	.	.
Gołdap				
Silny stres ciepła	.	.	.	3,4
Umiarkowany stres ciepła	.	1,1	7,4	22,9
Warunki komfortu termicznego	64,8	42,2	92,6	73,7
Brak obciążeń cieplnych	35,2	56,8	.	.
Konstancin				
Silny stres ciepła	.	.	.	0,4
Umiarkowany stres ciepła	.	0,4	54,4	50,4
Warunki komfortu termicznego	70,4	51,4	45,6	49,3
Brak obciążeń cieplnych	29,6	48,2	.	.
Lądek-Zdrój				
Silny stres ciepła	.	.	.	.
Umiarkowany stres ciepła	.	.	17,0	37,8
Warunki komfortu termicznego	42,7	56,0	83,0	62,2
Brak obciążeń cieplnych	57,3	44,0	.	.
Świnoujście				
Silny stres ciepła	.	.	.	1,4
Umiarkowany stres ciepła	.	1,4	32,4	50,9
Warunki komfortu termicznego	58,9	66,7	67,6	47,7
Brak obciążeń cieplnych	41,1	32,0	.	.

English explanations of the characteristics	
Silny stres ciepła	<i>Strong heat stress</i>
Umiarkowany stres ciepła	<i>Moderate heat stress</i>
Warunki komfortu termicznego	<i>Thermal comfort zone</i>
Brak obciążeń cieplnych	<i>No thermal stress</i>



Rycina 9.18. Wartości *UTCI* w I typie pogody

Figure 9.18. The values of the *UTCI* in the 1st type of weather

Rycina 9.19. Wartości *UTCI* w II typie pogodyFigure 9.19. The values of the *UTCI* in the 2nd type of weather

i prawidłowego dawkowania zabiegów klimatoterapeutycznych. Można je uzyskać, modelując bioklimat lokalny za pomocą narzędzi GIS. Narzędzia GIS pozwalają również prześledzić, jak zmieniają się warunki bioklimatyczne, a tym samym struktura bilansu cieplnego ciała człowieka i możliwe obciążenia cieplne, pod wpływem zmieniających się warunków pogodowych. Poprzez symulacje różnych warunków meteorologicznych można określić typ pogody najlepszy do prowadzenia leczenia klimatycznego w danym uzdrowisku. Przedstawione symulacje pokazują, że warunki panujące w Konstancinie i Busku-Zdroju podczas II typu pogody mogą nadmiernie obciążać organizm i być źródłem zbyt silnych bodźców termicznych. W tych uzdrowiskach wskazane byłoby prowadzenie leczenia klimatycznego podczas pogody zbliżonej do typu I.

9.2.3. Mapy oceniające

W przypadku map oceniających (ryc. 9.20–9.24) procedura postępowania była odmienna niż przy mapach analitycznych i syntetycznych. Najpierw wyznaczono obszary o specyficznych cechach bioklimatu (m.in. stoki o różnych ekspozycjach, dna dolin, lasy, obszary zabudowane). Przy ocenie przydatności wyróżnionych obszarów do klimatoterapii uwzględniano różne lokalne cechy bioklimatu (zróżnicowanie warunków biotermicznych, zanieczyszczenie powietrza, klimat akustyczny).

Jako bardzo korzystne (1) dla klimatoterapii należy traktować:

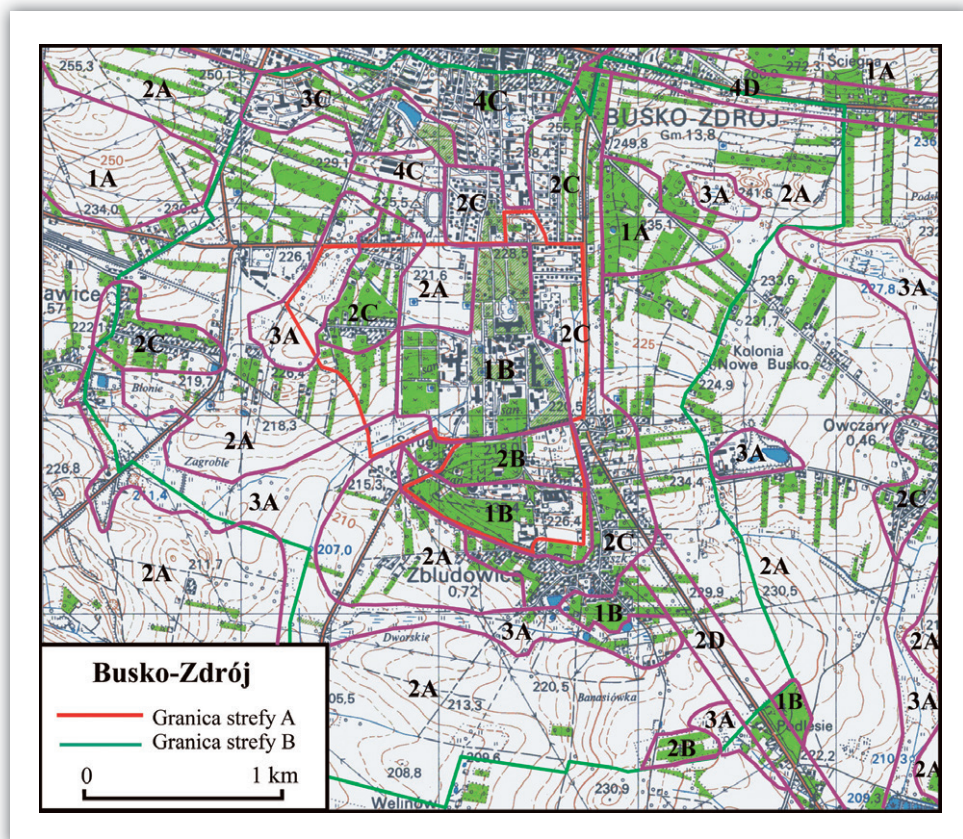
- ▶ stoki o ekspozycji południowej (1A) – ze względu na dobre warunki radiacyjne i uprzywilejowane warunki termiczne,
- ▶ nadmorskie plaże (1A₁) – z uwagi na obecność w powietrzu aerozolu morskigo oraz stymulujące warunki mikroklimatyczne,
- ▶ wnętrza suchych i świeżych lasów (1B) oraz starych parków zdrojowych (1C) – z racji dobrych warunków termicznych i wilgotnościowych, czystego powietrza, korzystnego klimatu akustycznego oraz obecności w powietrzu biologicznie czynnych substancji, tzw. fitoncydów.

Obszary umiarkowanie korzystne (2) to:

- ▶ rozległe, płaskie, odsłonięte obszary (2A) – duża bodźcowość mikroklimatu oraz duża zmienność dobową warunków bioklimatycznych,
- ▶ stoki o ekspozycji wschodniej, zachodniej i północnej (2A₁) – okresowe wahania warunków biotermicznych i zmniejszony dopływ promieniowania słonecznego,
- ▶ wilgotne lasy (2B) – zwiększona wilgotność powietrza, która podczas pogody z wysoką temperaturą może powodować uczucie parności,
- ▶ niska, luźna zabudowa mieszkaniowa (2C) – podwyższony poziom zanieczyszczeń powietrza i hałasu,
- ▶ strefy wzdłuż dróg przelotowych, biegnących na terenach wyniesionych (2D) – zwiększony poziom hałasu i zanieczyszczenia komunikacyjne.

Mało korzystne dla klimatoterapii (3) są:

- ▶ odkryte dna dolin i kotlin (3A) – możliwość częstego występowania mgieł i inwersji temperatury powietrza, cisza, które sprzyjają stagnacji zanieczyszczeń oraz zwiększonej wilgotności powietrza mogącej powodować uczucie parności,
- ▶ zalesione fragmenty den dolin (3B) – osłabienie bodźców radiacyjnych oraz podwyższona wilgotność powietrza mogąca powodować uczucie parności,
- ▶ obszary o niskiej, gęstej zabudowie (3C) – znacznie podwyższony poziom hałasu i zanieczyszczeń oraz duże czasowe i przestrzenne kontrasty wszystkich elementów klimatu, a przede wszystkim warunków biotermicznych,



Rycina 9.20. Mapa oceny warunków bioklimatycznych dla klimatoterapii w uzdrowisku Busko-Zdrój

Warunki bioklimatyczne dla klimatoterapii: 1 (A, B) – bardzo korzystne, 2 (A-D) – umiarkowanie korzystne, 3 (A, C) – mało korzystne, 4 (C, D) – niekorzystne

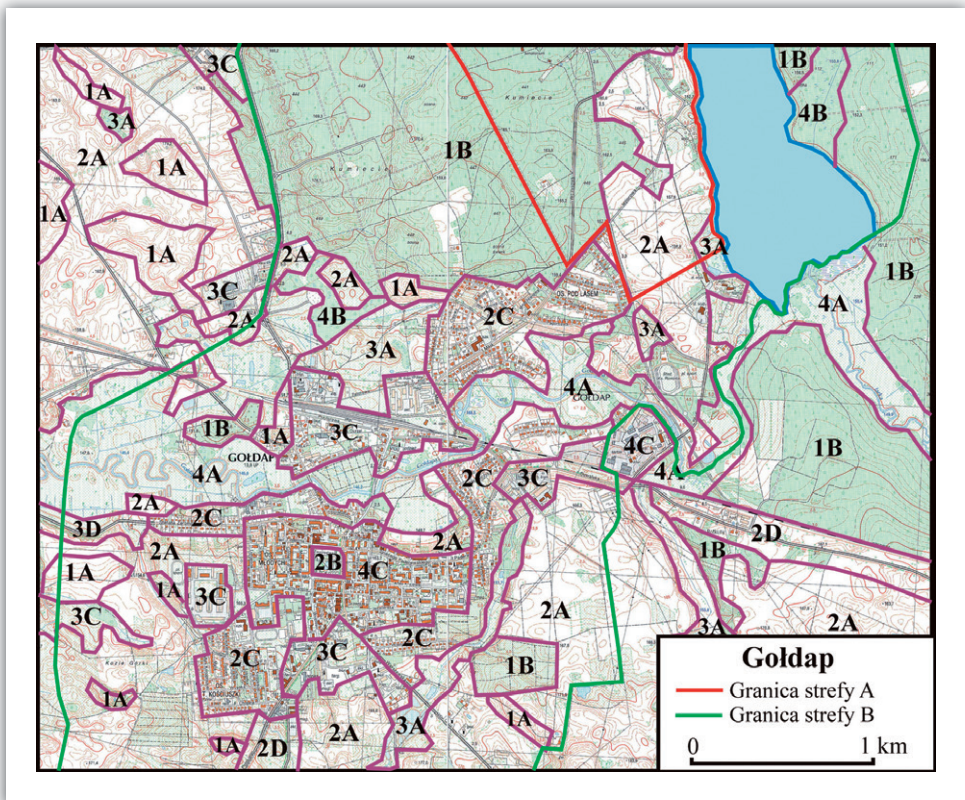
Figure 9.20. Map evaluated bioclimatic conditions from the point of view of climate therapy in Busko-Zdrój health resort

Assessment units: 1 (A, B) – very favourable areas, 2 (A-D) – moderately favourable areas, 3 (A, C) – slightly favourable areas, 4 (C, D) – unfavourable areas

- ▶ strefy wzdłuż dróg biegnących w dnach dolin (3D) – zwiększony hałas i zanieczyszczenia komunikacyjne, które mogą stagnować w warunkach częstych cis i słabych wiatrów oraz inwersji temperatury.

Niekorzystne dla klimatoterapii (4) są:

- ▶ odsłonięte obszary podmokłe (4A) – duża wilgotność powietrza oraz zwiększona liczba uciążliwych owadów,
- ▶ podmokłe lasy (4B) – duża wilgotność powietrza, zwiększona liczba uciążliwych owadów oraz osłabione bodźce radiacyjne,
- ▶ obszary zwartej zabudowy miejskiej i przemysłowo-magazynowej (4C) – silnie obciążające warunki biotermiczne, podwyższony poziom zanieczyszczeń powietrza oraz hałasu.

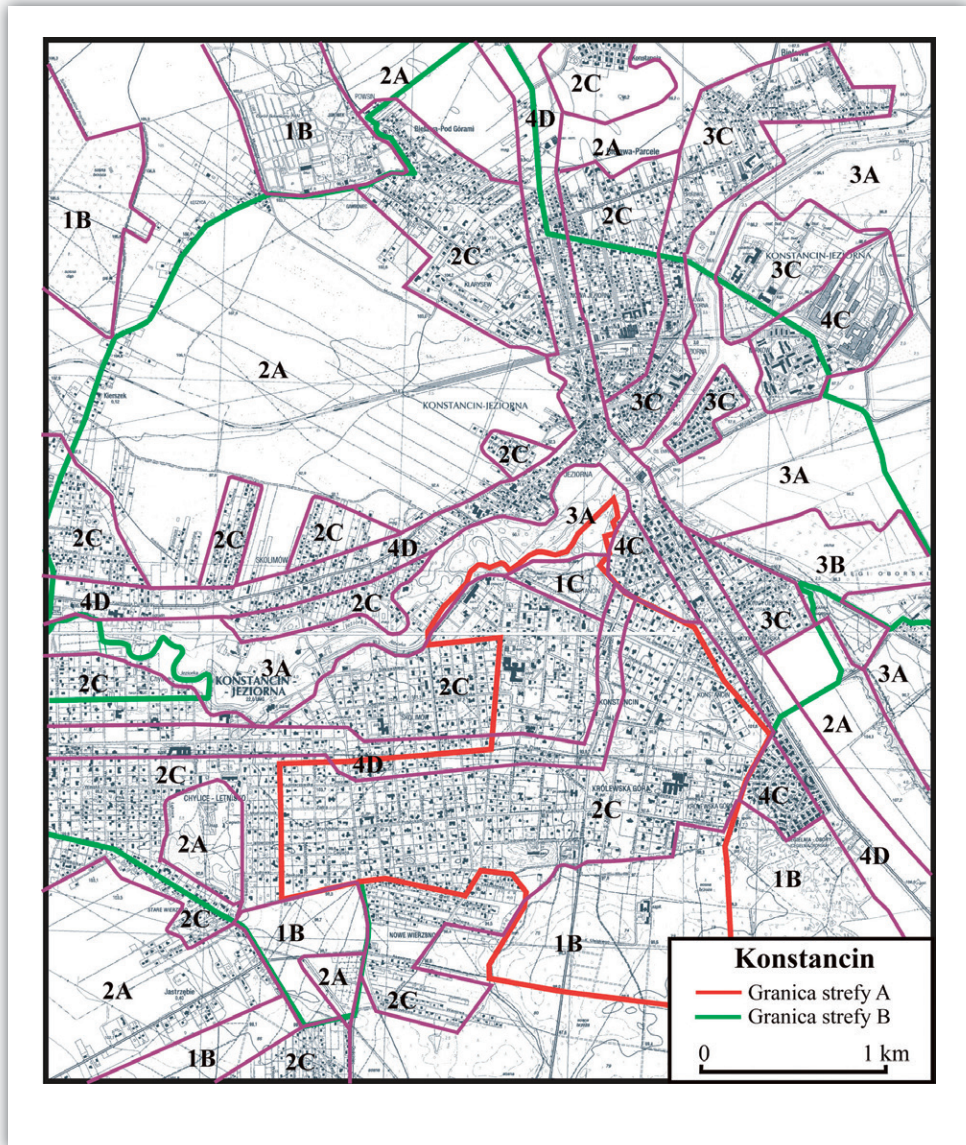


Rycina 9.21. Mapa oceny warunków bioklimatycznych dla klimatoterapii w uzdrowisku Gołdap

Warunki bioklimatyczne dla klimatoterapii: 1 (A, B) – bardzo korzystne, 2 (A-D) – umiarkowanie korzystne, 3 (A, C) – mało korzystne, 4 (A-C) – niekorzystne

Figure 9.21. Map evaluated bioclimatic conditions from the point of view of climate therapy in Gołdap health resort

Assessment units: 1 (A, B) – very favourable areas, 2 (A-D) – moderately favourable areas, 3 (A, C) – slightly favourable areas, 4 (A-C) – unfavourable areas

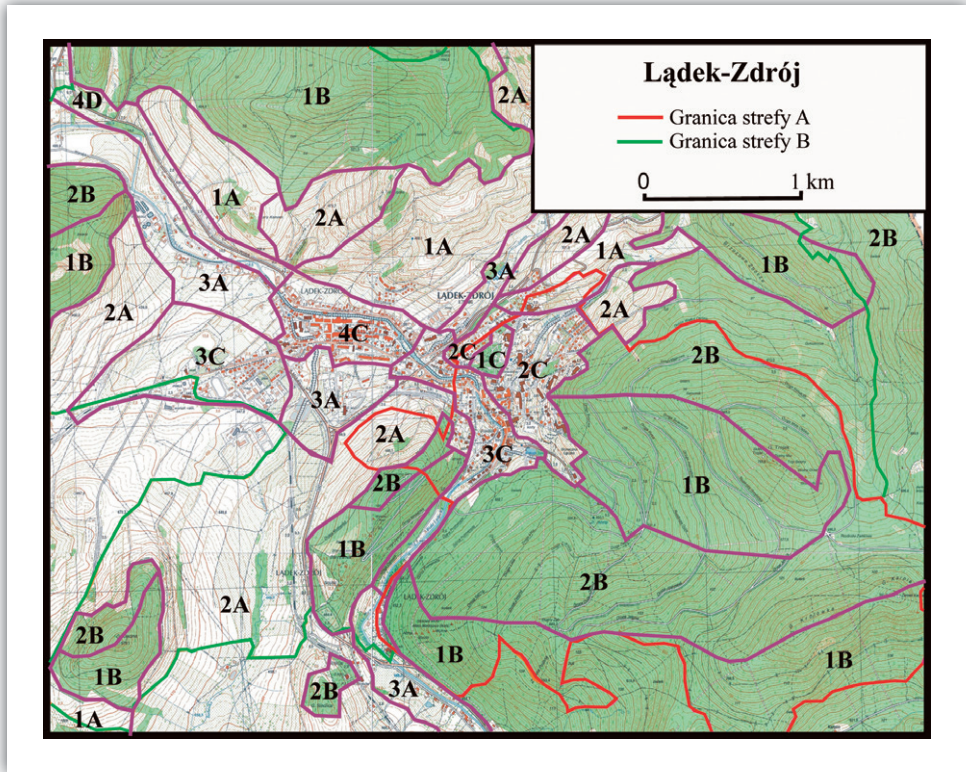


Rycina 9.22. Mapa oceny warunków bioklimatycznych dla klimatoterapii w uzdrowisku Konstancin

Warunki bioklimatyczne dla klimatoterapii: 1 (B) - bardzo korzystne, 2 (A, C) - umiarkowanie korzystne, 3 (A-C) - mało korzystne, 4 (C, D) - niekorzystne

Figure 9.22. Map evaluated bioclimatic conditions from the point of view of climate therapy in Konstancin health resort

Assessment units: 1 (B) - very favourable areas, 2 (A, C) - moderately favourable areas, 3 (A-C) - slightly favourable areas, 4 (C, D) - unfavourable areas

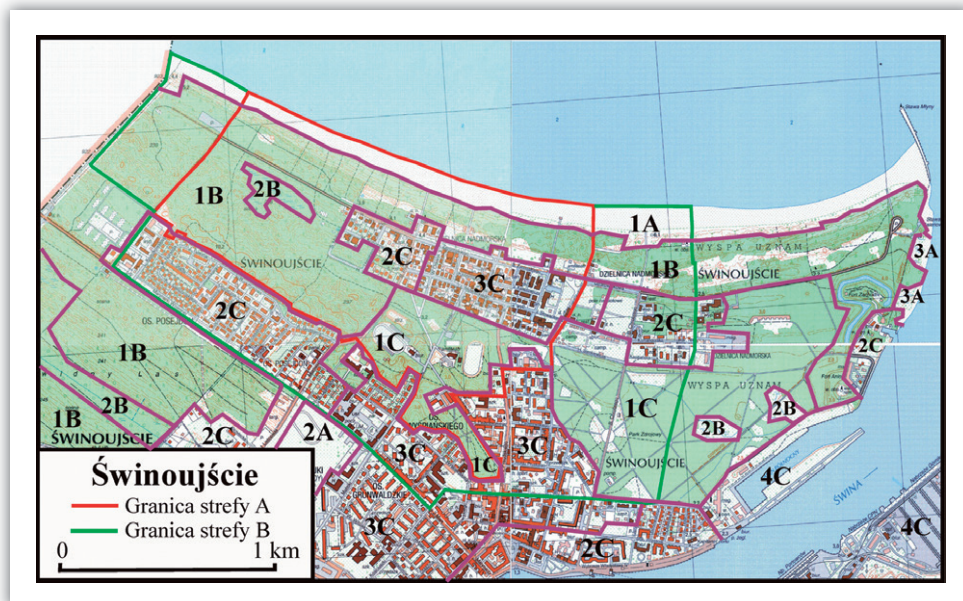


Rycina 9.23. Mapa oceny warunków bioklimatycznych dla klimatoterapii w uzdrowisku Łądek-Zdrój

warunki bioklimatyczne dla klimatoterapii: 1 (A-C) - bardzo korzystne, 2 (A-C) - umiarkowanie korzystne, 3 (A, C) - mało korzystne, 4 (C, D) - niekorzystne

Figure 9.23. Map evaluated bioclimatic conditions from the point of view of climate therapy in Łądek-Zdrój health resort

Assessment units: 1 (A-C) - very favourable areas, 2 (A-C) - moderately favourable areas, 3 (A, C) - slightly favourable areas, 4 (C, D) - unfavourable areas



Rycina 9.24. Mapa oceny warunków bioklimatycznych dla klimatoterapii w uzdrowisku Świnoujście

Warunki bioklimatyczne dla klimatoterapii: 1 (A-C) - bardzo korzystne, 2 (A-C) - umiarkowanie korzystne, 3 (A, C) - mało korzystne, 4 (C) - niekorzystne

Figure 9.24. Map evaluated bioclimatic conditions from the point of view of climate therapy in Świnoujście health resort

Assessment units: 1 (A-C) - very favourable areas, 2 (A-C) - moderately favourable areas, 3 (A, C) - slightly favourable areas, 4 (C) - unfavourable areas

10. Propozycja weryfikacji norm klimatycznych stawianych miejscowościom uzdrowiskowym

W prawie polskim istnieją regulacje dotyczące wymagań stawianych miejscowościom uzdrowiskowym, aby można było uznać ich klimat za leczniczy. Obecnie obowiązującymi w tym zakresie aktami normatywnymi są: *Ustawa z dnia 28 lipca 2005 r. o lecznictwie uzdrowiskowym, uzdrowiskach i obszarach ochrony uzdrowiskowej oraz o gminach uzdrowiskowych* (Dz.U. Nr 167, poz. 1399, z późniejszymi zmianami, Dz.U. z 13 czerwca 2012, poz. 651) oraz *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości* (Dz.U. Nr 80, poz. 565).

Zgodnie z wymienionymi aktami prawnymi gmina, która występuje o nadanie obszarowi statusu uzdrowiska albo statusu obszaru ochrony uzdrowiskowej, jest zobowiązana do uzyskania potwierdzenia właściwości leczniczych klimatu w formie świadectwa wydanego przez jednostkę uprawnioną¹ przez ministra właściwego zdrowia. Oceny właściwości leczniczych klimatu dokonuje się na podstawie badań okresu obejmującego co najmniej ostatnie 3 lata poprzedzające złożenie wniosku. Przy ocenie rozpatrywane są następujące elementy meteorologiczne: usłonecznienie, temperatura i wilgotność powietrza, zachmurzenie, ciśnienie atmosferyczne, wiatr, opady oraz zjawiska atmosferyczne (mgły, burze). W ocenie należy także uwzględnić stan sanitarny powietrza, klimat akustyczny i natężenie pól elektromagnetycznych na obszarze planowanej działalności uzdrowiskowej.

¹ Jednostkami uprawnionymi przez ministra zdrowia do potwierdzania właściwości leczniczych naturalnych surowców leczniczych i właściwości leczniczych klimatu jest 6 instytucji (stan na 1 stycznia 2013 r.): Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Warszawie, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie, Państwowy Zakład Higieny Instytut Naukowo-Badawczy w Warszawie, Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska w Katowicach, Główny Instytut Górnictwa w Katowicach, Politechnika Wrocławska.

Kilka fragmentów we wspomnianym rozporządzeniu budzi pewne zastrzeżenia. Podany w nim okres, na podstawie którego można dokonać oceny właściwości leczniczych klimatu, wydaje się zbyt krótki. Według Światowej Organizacji Meteorologicznej optymalnym okresem dla charakterystyk klimatu jest 30 lat, a minimalnym – 10 lat. Okres 3 lat może mieć zastosowanie tylko w odniesieniu do stanu sanitarnego powietrza, klimatu akustycznego i natężenia pól elektromagnetycznych.

Zaledwie trzy kryteria oceny właściwości leczniczych klimatu zawarte w rozporządzeniu są precyzyjne (dotyczące usłonecznienia, opadów i mgieł). Pozostałe kryteria nie są szczegółowo sformułowane. W większości z nich (9 z 13) częstość elementów meteorologicznych określona jest jedynie opisowo, a nie kryterium ilościowym. Część wymagań (8 z 13) jest niejednoznaczna. Niejednoznaczność wynika przede wszystkim z braku informacji, ile razy w trakcie doby mają występować warunki atmosferyczne określone w kryteriach (w jednym, czy we wszystkich terminach obserwacyjnych). Nie ma również wyjaśnienia, jak należy rozumieć, w znaczeniu liczbowym, ciszę atmosferyczną² i wiatr halny; nie sprecyzowano także, jak obliczać temperaturę odczuwalną. Trudności przysparza interpretacja fragmentu „okres pogody pochmurnej (zachmurzenie 100%)”, ponieważ nie jest jasne, czy chodzi o pogodę pochmurną, czy pogodę z zachmurzeniem całkowitym. W rozporządzeniu znajdują się także terminy: nieprecyzyjne („zmiany pogody”), niepoprawne merytorycznie („wiatr fenowy i halny”) i technicznie („siła wiatru”), zbędne powtórzenia (fragment o ciszy atmosferycznej w części dotyczącej wiatru o dużej prędkości) oraz oczywiste błędy (jako wiatr o dużej prędkości podano „poniżej $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ”, zamiast „powyżej $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ”). Brak jest także wskazania, czy wszystkie wymagania dotyczące cech klimatu muszą być bezwzględnie spełnione.

Nieprecyzyjnie sformułowane kryteria mogą być różnie interpretowane, a tym samym ocena właściwości leczniczych klimatu w pewnym stopniu może być subiektywna. W celu ujednoczenia wymogów stawianych miejscowościom starającym się o status uzdrowiska, niezbędne jest uściślenie tych kryteriów. W związku z postępującymi zmianami klimatu uzasadnione wydaje się również zweryfikowanie trzech precyzyjnych kryteriów zawartych w rozporządzeniu, ponieważ kryteria te wywodzą się z norm opracowanych na początku XX w. dla uzdrowisk w Europie Środkowej i w niezmienionej postaci są stosowane do chwili obecnej (Kozłowska-Szczęsna i in. 2002).

Kryteria oceny wymagają dopracowania w bliskiej przyszłości z trzech powodów. Po pierwsze, status uzdrowiska przyznawany jest na czas ściśle określony, natomiast do jego utrzymania wymagana jest okresowa kontrola właściwości leczniczych klimatu. Gmina, na obszarze której znajduje się uzdrowisko, jest zobowiązana do sporządzenia i przedstawienia ministrowi zdrowia operatu potwierdzającego

² Przykładowe możliwe rozwiązania: $v = 0$, $v < 1$, $v \leq 1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

lecnicze właściwości klimatu nie rzadziej niż raz na 10 lat. W związku z tym, że ostatnie operaty dla większości uzdrowisk zostały wykonane w latach 2007–2011³, za kilka lat będzie konieczne przeprowadzenie w nich ponownej oceny klimatu, w której warto byłoby zastosować uaktualnione kryteria oceny.

Drugim powodem skłaniającym do podjęcia prac nad uściśleniem kryteriów jest rosnące zainteresowanie uzyskaniem statusu uzdrowiska przez miejscowości, które wcześniej go nie miały. Subiektywizm oceny właściwości leczniczych klimatu wynikający z braku precyzji kryteriów sprawia, że otrzymanie pozytywnego świadectwa jest łatwiejsze niż w przypadku oceny z użyciem ścisłych kryteriów. W celu wyeliminowania możliwości znalezienia się w gronie uzdrowisk miejscowości o wyraźnie gorszych warunkach bioklimatycznych, należy w krótkim czasie kryteria dopracować.

Trzecią przesłanką jest powstanie w ostatnich latach nowych wskaźników oceny wpływu warunków atmosferycznych na człowieka, uwzględniających fizjologiczne procesy zachodzące w jego organizmie.

W związku z koniecznością uściślenia kryteriów oceny własności leczniczych klimatu opracowano ich nową wersję (tab. 10.1). Wszystkie proponowane kryteria są precyzyjne, określono także wartość normy każdego z nich. W porównaniu do obecnie obowiązujących kryteriów pominięto częstość zmian pogody, wysokie i niskie wartości temperatury odczuwalnej oraz wiatr halny. Przyczyną było uwzględnienie tych elementów w innych kryteriach (międzydobowe zmiany średniej temperatury powietrza i ciśnienia atmosferycznego, dni charakterystyczne termicznie, dni z maksymalną prędkością wiatru $\geq 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). W nowej propozycji kryteriów oceny właściwości leczniczych klimatu pominięto także burze. Tylko w nielicznych przypadkach na obszarze planowanego uzdrowiska znajduje się stacja meteorologiczna, na której prowadzone są obserwacje burz. Zwykle dane na ich temat pozyskiwane są ze stacji oddalonych o kilka–kilkanaście kilometrów od uzdrowiska. Ze względu na lokalny charakter zjawiska dane te nie mogą być uznane za w pełni reprezentatywne dla obszaru planowanego uzdrowiska, trudno więc odnieść się do kryterium częstości burz.

Podstawą wyznaczenia zaproponowanych wartości norm była charakterystyka zróżnicowania na obszarze Polski tych elementów meteorologicznych, do których odnoszą się kryteria. Materiałem podstawowym były dane z uzdrowisk z lat 1971–1990 (Kozłowska-Szczęsna i in. 2002) oraz dane z 29 stacji meteorologicznych z lat 1991–2000. Przy wyznaczaniu norm podstawowe znaczenie miało założenie, że warunki bioklimatyczne w uzdrowiskach powinny być wyraźnie lepsze niż na większości obszaru Polski.

³ W tym okresie w samym tylko Instytucie Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN wykonano operaty dla 35 miejscowości, w tym 28 uzdrowisk.

Tabela 10.1. Kryteria oceny właściwości leczniczych klimatu w Polsce
Table 10.1. Criteria of evaluation of the therapeutic properties of the Polish climate

Lp. No.	Kryterium / Criterion	Norma proponowana Proposed norm	Norma obowiązująca Actual norm
1	Liczba godzin ze słońcem w roku <i>Number of hours with sunshine in year</i>	≥ 1500	≥ 1500
2	Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) w roku <i>Number of hot days ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) in year</i>	≤ 35	brak none
3	Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) w roku <i>Number of tropical days ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) in year</i>	≤ 7	brak none
4	Liczba dni umiarkowanie mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$) w roku <i>Number of very frosty days ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$) in year</i>	≤ 30	brak none
5	Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$) w roku <i>Number of extreme frosty days ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$) in year</i>	≤ 5	brak none
6	Częstość międzydobowych zmian średniej temperatury powietrza ¹ > 6°C <i>Frequency of day-to-day changes of mean daily air temperature¹ > 6°C</i>	≤ 3%	brak none
7	Liczba dni parnych ² w roku <i>Number of sultry days² in year</i>	≤ 25	brak none
8	Liczba dni pochmurnych ³ w roku <i>Number of overcast days³ in year</i>	≤ 140	brak none
9	Liczba dni z opadem ≥ 0,1 mm w roku <i>Number of days with precipitation ≥ 0.1 mm in year</i>	≤ 183 ⁴	≤ 183
10	Częstość międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego ⁵ > 8 hPa <i>Frequency of day-to-day changes of atmospheric pressure⁵ > 8 hPa</i>	≤ 20%	brak none
11	Liczba dni ze średnią dobową prędkością wiatru < 2 m·s ⁻¹ w roku <i>Number of days with daily mean wind speed < 2 m·s⁻¹ in year</i>	≤ 150	brak none
12	Liczba dni z maksymalną dobową prędkością wiatru ≥ 8 m·s ⁻¹ w roku <i>Number of days with daily maximum wind speed ≥ 8 m·s⁻¹ in year</i>	≤ 50	brak none
13	Liczba dni z mgłą w półroczu ciepłym (IV-IX) <i>Number of days with fog in months IV-IX</i>	regiony regions I-VI: ≤ 15 regiony regions VII-VIII: ≤ 35	≤ 15
14	Liczba dni z mgłą w półroczu chłodnym (X-III) <i>Number of days with fog in months X-III</i>	≤ 40	≤ 50
15	Liczba dni z silnym i bardzo silnym stresem gorącą ⁶ w półroczu ciepłym (IV-IX) <i>Number of days with strong and very strong heat stress in months IV-IX</i>	≤ 15	brak none
16	Liczba dni z silnym i bardzo silnym stresem zimną ⁷ w półroczu chłodnym (X-III) <i>Number of days with strong and very strong cold stress in months X-III</i>	≤ 45	brak none

¹ Międzydobowa zmiana średniej temperatury powietrza to wartość bezwzględna różnicy średniej dobowej temperatury powietrza między kolejnymi dniami. Średnia dobowa temperatura powietrza obliczana według wzoru: $(t_{\max} + t_{\min} + t_{0\text{UTC}} + t_{1\text{UTC}})/4$.

Day-to-day change of mean daily air temperature is recognized as absolute value of the difference of the daily average of air temperature between successive days. Daily average of air temperature is calculated by the following formula: $(t_{\max} + t_{\min} + t_{0\text{UTC}} + t_{1\text{UTC}})/4$.

² Dzień parny to dzień, w którym w choć jednym terminie obserwacyjnym (6, 12 lub 18 UTC) ciśnienie pary wodnej wynosi co najmniej 18,8 hPa.

Sultry day is recognized as a day with at least one observation (6, 12 or 18 UTC) of water vapour pressure ≥ 18.8 hPa.

³ Dzień pochmurny to dzień, w którym suma wartości zachmurzenia z 3 terminów obserwacyjnych (6, 12, 18 UTC; skala w oktantach) wynosi co najmniej 20 (*Instrukcja dla stacji meteorologicznych*, 1988).

Overcast day is recognized as a day with sum of the cloudiness in three observations (6, 12, 18 UTC) ≥ 20 (cloudiness scale 0-8; *Instructions for meteorological stations*, 1988).

⁴ Czyli nie więcej niż połowa dni w roku.

Not more than half of the days in a year.

⁵ Międzydobowa zmiana ciśnienia atmosferycznego to wartość bezwzględna różnicy ciśnienia atmosferycznego między godziną 12 UTC w kolejnych dniach.

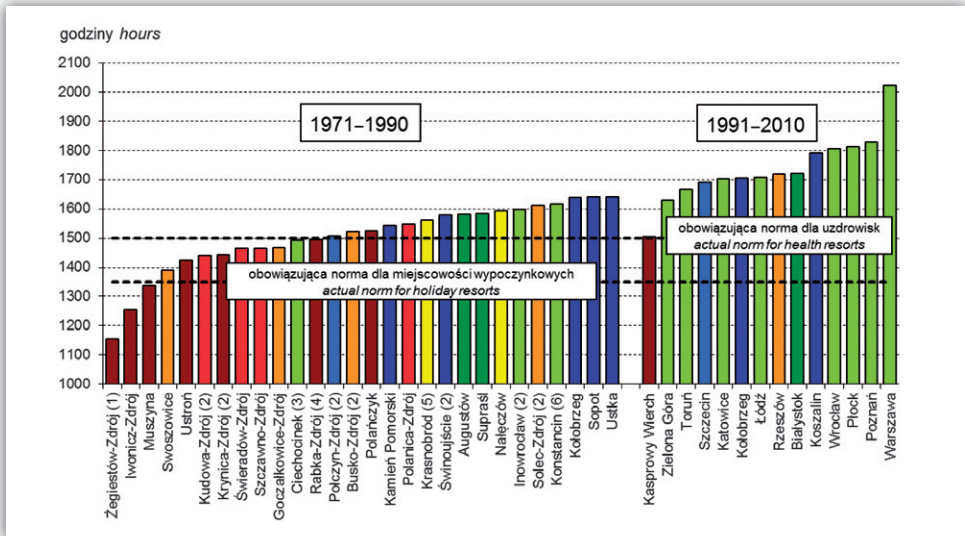
Day-to-day change of mean atmospheric pressure is recognized as absolute value of the difference of the atmospheric pressure at 12 UTC between successive days.

⁶ Silny i bardzo silny stres gorąca występuje wtedy, gdy wartość wskaźnika UTCI o godzinie 12 UTC jest większa niż 32°C. Strong and very strong heat stress is recognized when value of UTCI at 12 UTC is higher than 32°C.

⁷ Silny i bardzo silny stres zimna występuje wtedy, gdy wartość wskaźnika UTCI o godzinie 12 UTC jest mniejsza niż -13°C. Strong and very strong cold stress is recognized when value of UTCI at 12 UTC is lower than -13°C.

Obecnie obowiązujące kryterium liczby godzin ze słońcem w roku (co najmniej 1500) zostało spełnione w przybliżeniu w co drugim uzdrowisku w Polsce (16 z 28; ryc. 10.1). Najkorzystniejsze warunki występują w Regionie Nadmorskim, zwłaszcza w części środkowej i wschodniej (Ustka 1641,7; Sopot 1645,1; Kołobrzeg 1639,3), oraz w Centralnym, Północno-wschodnim i Południowo-wschodnim. Najmniejsze usłonecznienie wystąpiło w uzdrowiskach górskich, zwłaszcza karpackich. Wartości znacznie poniżej normy zanotowano w miejscowościach, w których dopływ promieniowania słonecznego jest ograniczony przez rzeźbę terenu (Żegiestów-Zdrój 1153,9; Iwonicz-Zdrój 1254,9; Muszyna 1338,5). Liczba godzin ze słońcem w tych uzdrowiskach jest mniejsza także od normy dla miejscowości wypoczynkowych (1350). W uzdrowiskach górskich, w których strefy ochrony uzdrowiskowej znajdują się na terenach płaskich i nieosłoniętych, norma jest zachowana (Polanica-Zdrój 1547,4; Połańczyk 1524,6).

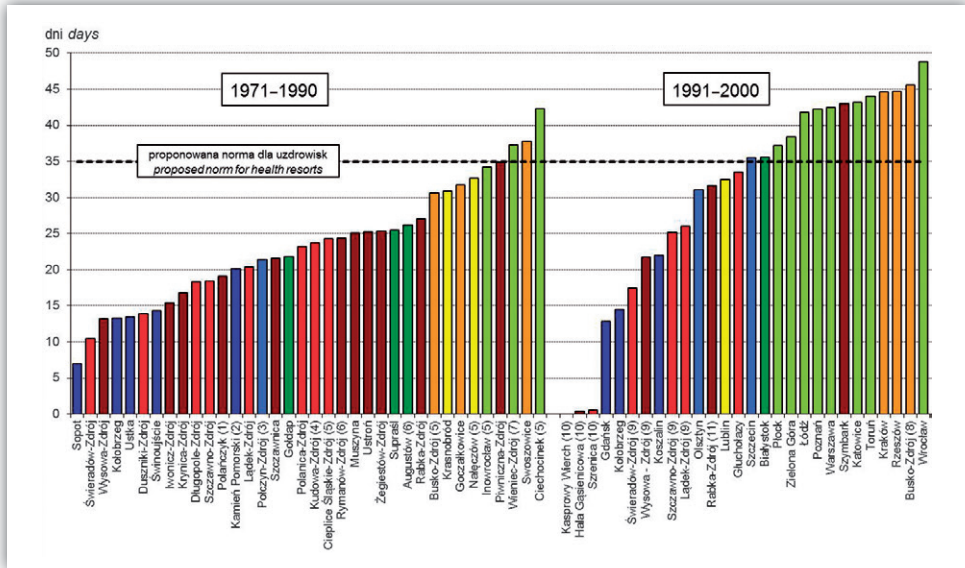
Na podstawie przedstawionych danych można przyjąć, że kryterium usłonecznienia stawiane uzdrowiskom jest dobrze wyznaczone. W nizinnej części Polski norma jest spełniona w zdecydowanej większości uzdrowisk. W niektórych uzdrowiskach górskich usłonecznienie może być znacznie mniejsze niż norma, jednak jest to wywołane czynnikami lokalnymi (rzeźba terenu).



Rycina 10.1. Średnie roczne usłonecznienie
 Figure 10.1. Mean annual sunshine duration

Źródło Source: dane z lat 1971–1990 – Kozłowska-Szczęsna i in., 2002; dane z lat 1991–2010 – opracowanie własne data from years 1971–1990 – Kozłowska-Szczęsna et al., 2002; data from years 1991–2010 – own data.

(¹) 1973–1975, (²) 1951–1975, (³) 1971–1989, (⁴) 1971–1987, (⁵) 1976–1990, (⁶) 1961–1990



Rycina 10.2 Średnia liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) w roku

Figure 10.2. Mean annual number of hot days ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)

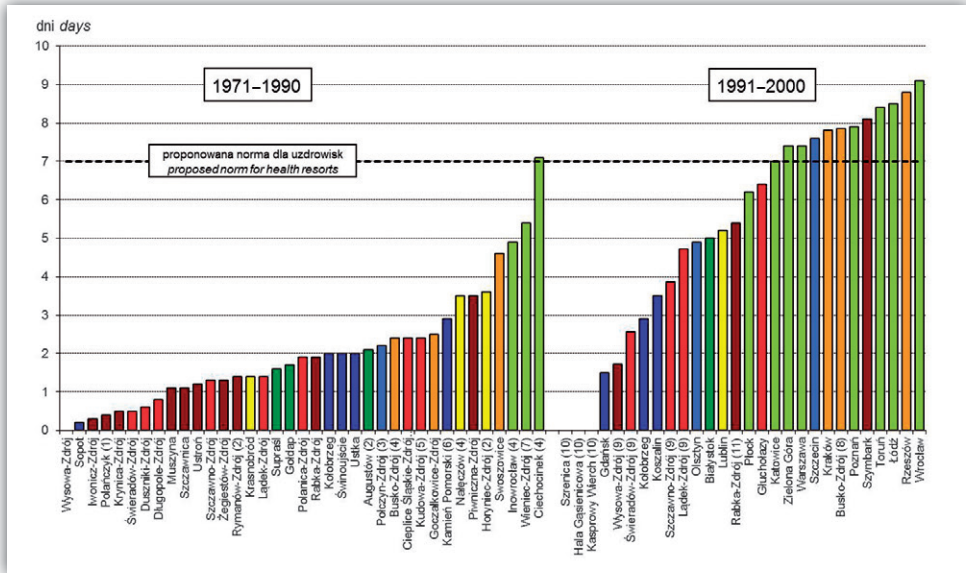
Źródło Source: dane z lat 1971–1990 – Kozłowska-Szczęśna i in., 2002; dane z lat 1991–2000 – opracowanie własne data from years 1971–1990 – Kozłowska-Szczęśna et al., 2002; data from years 1991–2000 – own data.

(¹) 1975–1990, (²) 1973–1989, (³) 1971–1988, (⁴) 1976–1990, (⁵) 1971–1989, (⁶) 1961–1970, (⁷) 1974–1982, (⁸) 1994–2000, (⁹) 1991–1997, (¹⁰) 1996–2000, (¹¹) 1993–1997

Średnie roczne usłonecznienie na większości obszaru nizinnej części Polski w latach 1991–2010 wyniosło od około 1600 do 1800 godzin. Wartość ta jest znacznie większa w porównaniu z danymi z uzdrowisk z lat 1971–1990. Przyczyną tego jest prawdopodobnie wprowadzenie do użycia nowych, elektronicznych przyrządów do pomiaru usłonecznienia. Pomiar z ich wykorzystaniem wykazuje znacznie większą liczbę godzin ze słońcem w ciągu dnia niż tradycyjnie stosowane heliografy Cambella-Stokesa (Matuszko 2009).

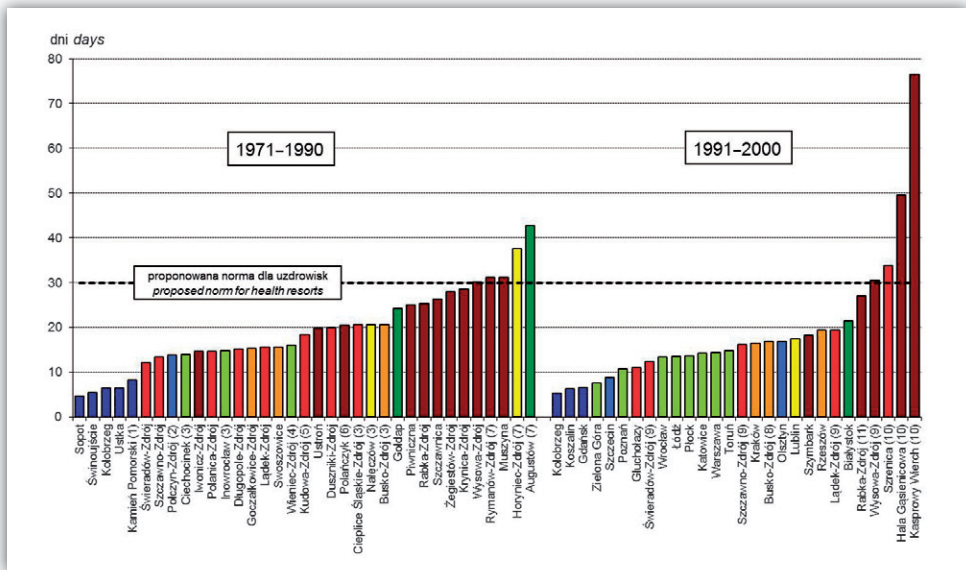
Nowe kryteria oceny właściwości leczniczych klimatu uwzględniają następujące dni charakterystyczne termicznie: gorące, upalne, umiarkowanie mroźne oraz bardzo mroźne. W przypadku dni gorących i upalnych najłagodniejsze warunki występują na wybrzeżu, gdzie średnia ich liczba w większości uzdrowisk wynosi odpowiednio poniżej 15 oraz poniżej 2 (ryc. 10.2 i 10.3). Mała liczba takich dni notowana jest także w uzdrowiskach górskich. Najwięcej dni gorących i upalnych występuje w regionach Centralnym, Południowo-wschodnim i Świętokrzysko-małopolskim (odpowiednio powyżej 30 i powyżej 3).

W przypadku dni umiarkowanie mroźnych i bardzo mroźnych, wyraźnym uprzywilejowaniem termicznym cechują się uzdrowiska położone na wybrzeżu oraz w zachodniej części Polski (ryc. 10.4 i 10.5) – na zdecydowanej większości obszaru ich liczba w roku wynosi odpowiednio poniżej 15 oraz poniżej 2. We wschodniej



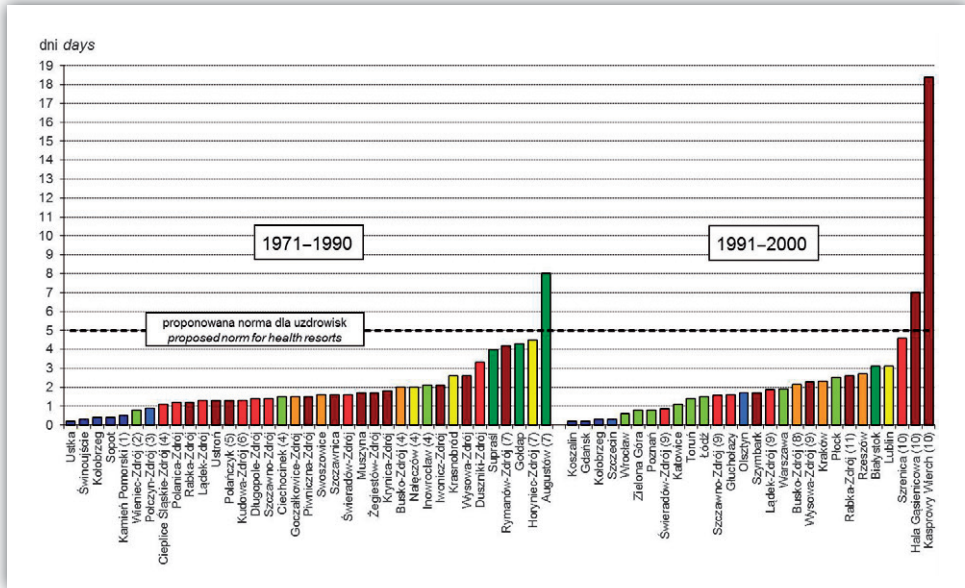
Rycina 10.3 Rycina 10.3. Średnia liczba dni upalnych ($t_{max} \geq 30^{\circ}C$) w roku
 Figure 10.3. Mean annual number of tropical days ($t_{max} \geq 30^{\circ}C$)

Źródło Source: dane z lat 1971–1990 – Kozłowska-Szczęsna i in., 2002; dane z lat 1991–2000 – opracowanie własne
 data from years 1971–1990 – Kozłowska-Szczęsna et al., 2002; data from years 1991–2000 – own data.
 (1) 1975–1990, (2) 1961–1970, (3) 1971–1988, (4) 1971–1989, (5) 1976–1990, (6) 1973–1989, (7) 1974–1982, (8) 1994–2000, (9) 1991–1997, (10) 1996–2000, (11) 1993–1997



Rycina 10.4 Średnia liczba dni umiarkowanie mroźnych ($t_{min} \leq -10^{\circ}C$) w roku
 Figure 10.4. Mean annual number of very frosty days ($t_{min} \leq -10^{\circ}C$)

Źródło Source: dane z lat 1971–1990 – Kozłowska-Szczęsna i in. 2002; dane z lat 1991–2000 – opracowanie własne
 data from years 1971–1990 – Kozłowska-Szczęsna et al. 2002; data from years 1991–2000 – own data.
 (1) 1973–1989, (2) 1971–1988, (3) 1971–1989, (4) 1974–1982, (5) 1976–1990, (6) 1975–1990, (7) 1961–1970, (8) 1994–2000, (9) 1991–1997, (10) 1996–2000, (11) 1993–1997



Rycina 10.5. Średnia liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$) w roku
 Figure 10.5. Mean annual number of extreme frosty days ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$)

Źródło Source: dane z lat 1971–1990 – Kozłowska-Szczęśna i in. 2002; dane z lat 1991–2000 – opracowanie własne
 data from years 1971–1990 – Kozłowska-Szczęśna et al. 2002; data from years 1991–2000 – own data.

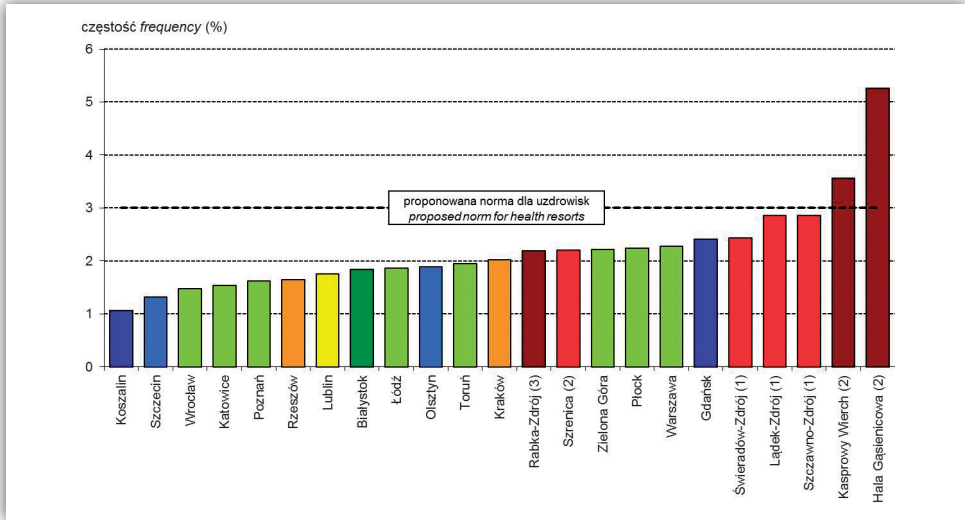
(¹) 1973–1989, (²) 1974–1982, (³) 1971–1988, (⁴) 1971–1989, (⁵) 1975–1990, (⁶) 1976–1990, (⁷) 1961–1970, (⁸) 1994–2000, (⁹) 1991–1997, (¹⁰) 1996–2000, (¹¹) 1993–1997

części Polski, w regionach Północno-wschodnim i Południowo-wschodnim, liczba dni umiarkowanie mroźnych może być większa niż 30, a bardzo mroźnych większa niż 4. Duża liczba dni umiarkowanie mroźnych występuje również w uzdrowiskach karpackich (20–30 w roku).

Proponowane normy dla uzdrowisk odnoszące się do dni gorących to nie więcej niż 35 w roku, upalnych – nie więcej niż 7 w roku, umiarkowanie mroźnych – nie więcej niż 30 w roku, natomiast bardzo mroźnych – nie więcej niż 5 w roku. Znaczne przekroczenia tych norm wystąpiło tylko w 3 uzdrowiskach: Ciechocinku (w stosunku do dni gorących), Augustowie (dni umiarkowanie i bardzo mroźnych) oraz Hołyncu-Zdroju (dni umiarkowanie mroźnych).

Częstość międzydobowych zmian średniej temperatury powietrza $> 6^{\circ}\text{C}$ na większości obszaru Polski jest bardzo mała, poniżej 3% (ryc. 10.6). Większe wartości mogą występować w partiach wysokich gór (Hala Gasienicowa 5,3%, Kasprowy Wierch 3,6%). Proponowana norma dla uzdrowisk to nie więcej niż 3%.

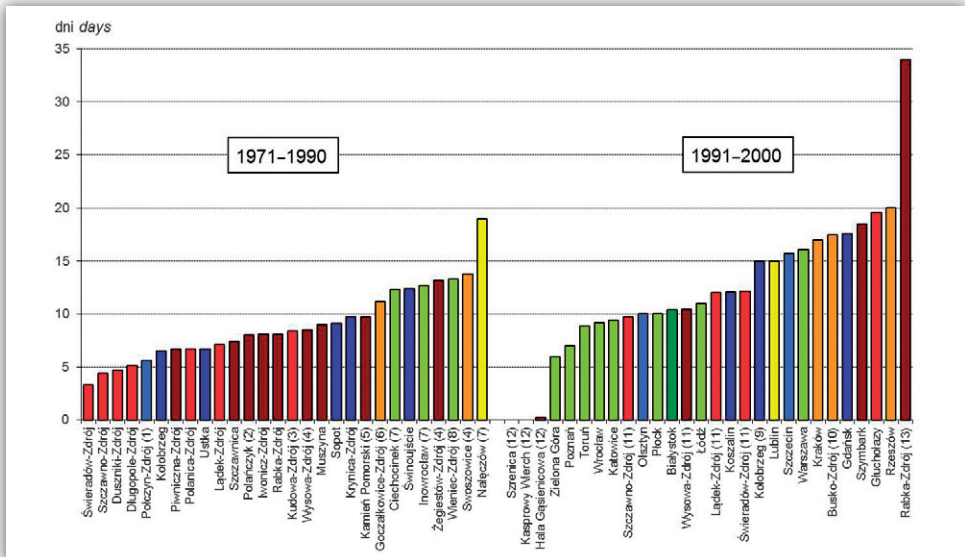
Liczba dni ze stanem parności o godzinie 12 UTC w większości uzdrowisk w Polsce wynosi poniżej 15 w roku (ryc. 10.7). Jedynym wyjątkiem jest Nałęczów, w którym wystąpiło 19 takich dni. Częste stany parności charakterystyczne są dla uzdrowisk w regionach Centralnym i Świętokrzysko-małopolskim. Najrzadziej dni parne występują w uzdrowiskach górskich, zwłaszcza sudeckich. Na podstawie danych z miejscowości



Rycina 10.6. Częstość międzydobowych zmian średniej dziennej temperatury powietrza > 6°C (1991–2000)

Figure 10.6. Frequency of day-to-day changes of mean daily air temperature > 6°C (1991–2000)

(1) 1991–1997, (2) 1996–2000, (3) 1993–1997

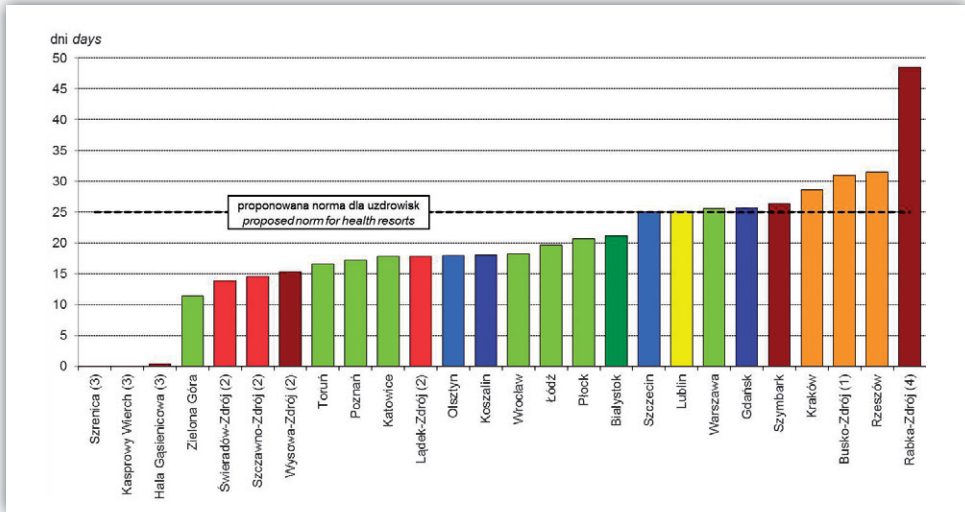


Rycina 10.7. Średnia liczba dni parnych w roku (ciśnienie pary wodnej o godzinie 12 UTC ≥ 18,8 hPa)

Figure 10.7. Mean annual number of sultry days (water vapour pressure at 12 UTC ≥ 18.8 hPa)

Źródło Source: dane z lat 1971–1990 – Kozłowska-Szczęsna i in. 2002; dane z lat 1991–2000 – opracowanie własne data from years 1971–1990 – Kozłowska-Szczęsna et al. 2002; data from years 1991–2000 – own data.

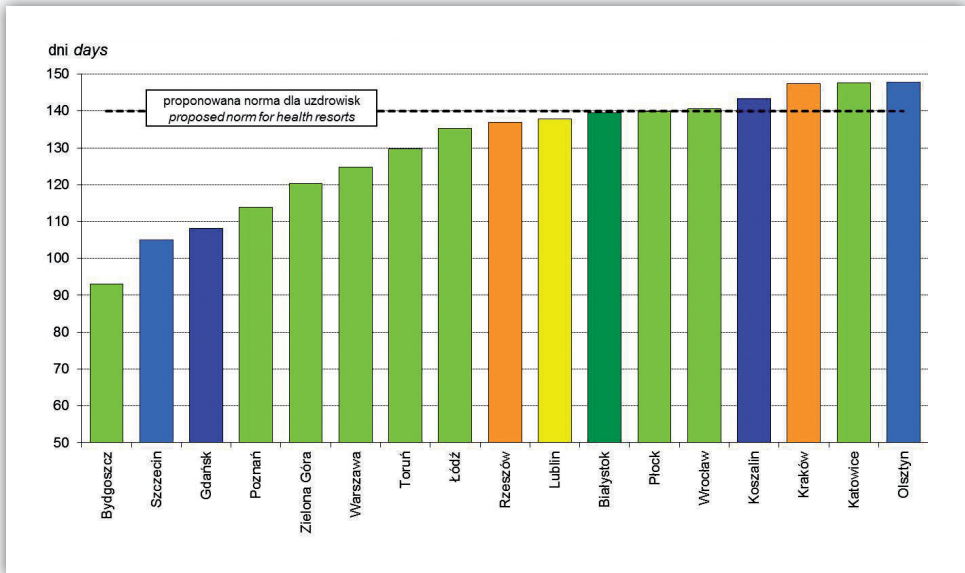
(1) 1971–1988, (2) 1975–1990, (3) 1976–1990, (4) 1974–1990, (5) 1973–1989, (6) 1973–1990, (7) 1971–1989, (8) 1974–1982, (9) bez without 1993, (10) 1993–2000, (11) 1991–1997, (12) 1996–2000



Rycina 10.8. Średnia liczba dni parnych (ciśnienie pary wodnej co najmniej w jednym terminie obserwacyjnym: 6, 12 lub 18 UTC, $\geq 18,8$ hPa; 1991–2000)

Figure 10.8. Mean annual number of sultry days (water vapour pressure ≥ 18.8 hPa in at least one observation: 6, 12 or 18 UTC; 1991–2000)

(¹) 1993–2000, (²) 1991–1997, (³) 1996–2000, (⁴) 1992–1997



Rycina 10.9. Średnia liczba dni pochmurnych w roku (1993–2002)

Figure 10.9. Mean annual number of overcast days (1993–2002)

Dzień pochmurny to dzień, w którym suma wartości zachmurzenia z 3 terminów obserwacyjnych (6, 12, 18 UTC; skala w oktantach) wynosi co najmniej 20 (Instrukcja dla stacji meteorologicznych, 1988).

Overcast day is recognized as a day with sum of the cloudiness in three observations (6, 12, 18 UTC) ≥ 20 (cloudiness scale 0–8; Instructions for meteorological stations, 1988).

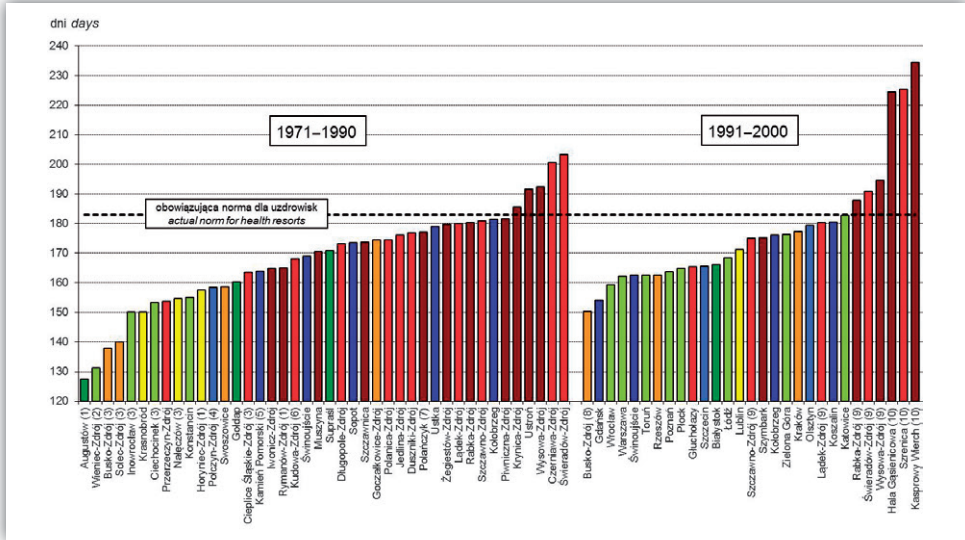
niebędących uzdrowiskami można stwierdzić, że liczba dni parnych, rozumianych jako dni ze stanem parności w co najmniej jednym terminie obserwacyjnym (6, 12 lub 18 UTC), wynosi średnio około 20 w Polsce (ryc. 10.8). Najwięcej jest takich dni w Regionie Świętokrzysko-małopolskim oraz w Rabce-Zdroju, najmniej w Regionie Sudeckim. Proponowana norma dla uzdrowisk dotycząca dni parnych, rozumianych jako dni z ciśnieniem pary wodnej $\geq 18,8$ hPa w co najmniej jednym z terminów obserwacyjnych (6, 12, 18 UTC), to nie więcej niż 25 w roku.

Liczba dni pochmurnych na większości obszaru nizinnej części Polski wynosi od około 110 do około 150 w roku (ryc. 10.9). Najwięcej ich występuje w pobliżu zbiorników wodnych (Olsztyn 147,8; Koszalin 143,4) oraz aglomeracji o dużym zanieczyszczeniu powietrza (Katowice 147,7; Kraków 147,5). Proponowana norma dla uzdrowisk to nie więcej niż 140 dni w roku.

Obecnie obowiązujące kryterium liczby dni z opadem $\geq 0,1$ mm nie więcej niż 183 w roku jest spełnione na większości obszaru Polski (ryc. 10.10). Norma jest zachowana we wszystkich analizowanych miejscowościach nizinnej części Polski – dni z opadem jest tu zwykle o kilka lub kilkanaście mniej niż stanowi norma. W Sudetach i w Karpatach średnia liczba dni z opadem jest większa niż na nizinach. W miejscowościach położonych w dolnych partiach gór liczba tych dni jest zbliżona do normy, natomiast w partiach szczytowych jest od niej znacznie większa (o 20–30%). Zdecydowana większość uzdrowisk w Polsce (37 z 42) spełnia kryterium opadowe (Kozłowska-Szczęśna i in. 2002). Norma nie jest zachowana tylko w 5 uzdrowiskach górskich (Czerniawa-Zdrój, Krynica-Zdrój, Świeradów-Zdrój, Ustroń, Wysowa-Zdrój). Większe przekroczenia normy wystąpiły w uzdrowiskach sudeckich niż w karpackich (odpowiednio o około 10 i 5%). Na podstawie przedstawionych danych można przyjąć, że kryterium opadowe stawiane uzdrowiskom jest dobrze wyznaczone.

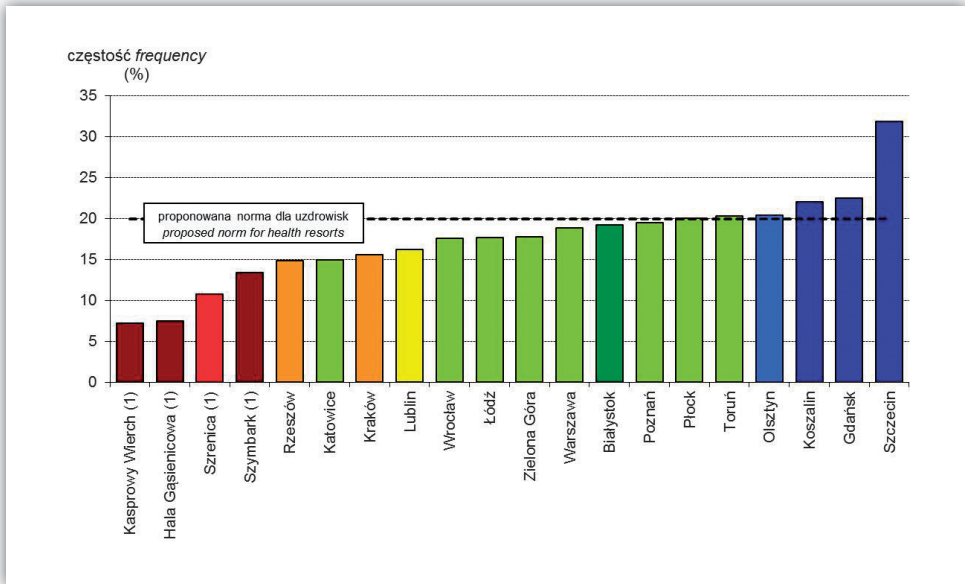
Częstość międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego powyżej 8 hPa, odczuwanych jako silne i bardzo silne bodźce mechaniczne, w centralnej części Polski wynosi od 15 do 20% (ryc. 10.11). Wartości większe występują na północy Polski, mniejsze zaś w Karpatach i Sudetach. Proponowana norma dla uzdrowisk to nie więcej niż 20%.

Zróżnicowanie warunków wiatrowych na obszarze Polski jest duże zarówno wewnątrz regionów, jak i między nimi, oraz jest uwarunkowane głównie rzeźbą terenu. Liczba dni z wiatrem słabym (średnią dobową prędkością wiatru poniżej $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) na większości obszaru Polski jest mniejsza niż 100 (ryc. 10.12). Wartości największe występują we wklęsłych formach terenu (Rabka-Zdrój 298,2; Łądek-Zdrój 211,7), zaś najmniejsze na szczytach górskich (Szrenica 5,0; Kasprowy Wierch 14,4) oraz nad Zatoką Gdańską (Gdańsk 17,7). W przypadku dni z wiatrem silnym (maksymalna dobową prędkość wiatru co najmniej $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) wartości skrajne występują w tych samych miejscach, jednak w zagłębieniach terenu jest ich najmniej (Rabka-Zdrój 1,1), zaś na



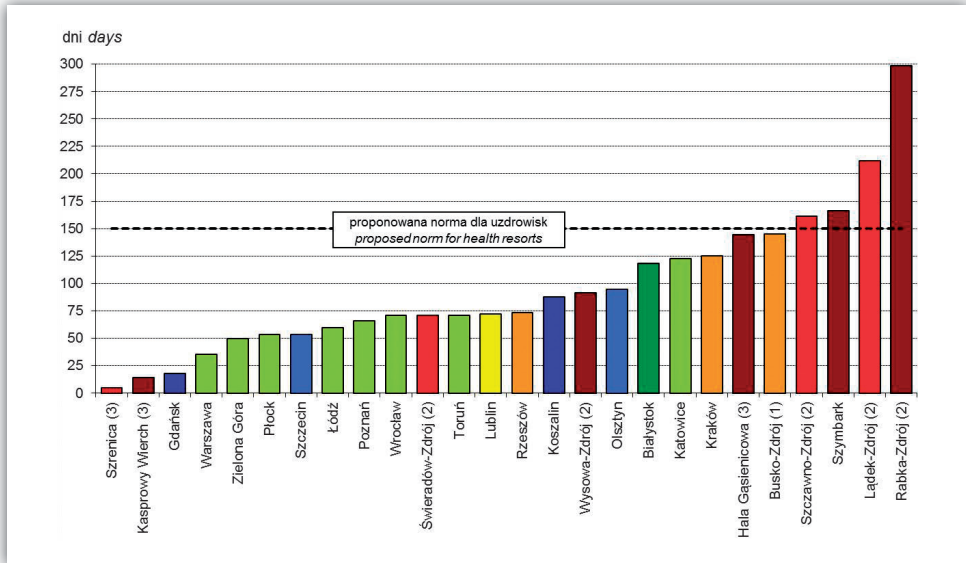
Rycina 10.10. Średnia liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm w roku
 Figure 10.10. Mean annual number of days with precipitation ≥ 0.1 mm

Źródło Source: dane z lat 1971-1990 - Kozłowska-Szczęсна i in. 2002; dane z lat 1991-2000 - opracowanie własne
 data from years 1971-1990 - Kozłowska-Szczęсна et al. 2002; data from years 1991-2000 - own data.
 (1) 1961-1970, (2) 1974-1982, (3) 1971-1989, (4) 1971-1988, (5) 1973-1989, (6) 1976-1990, (7) 1975-1990, (8) 1993-2000, (9) 1991-1997, (10) 1996-2000



Rycina 10.11. Częstość międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego > 8 hPa (między godziną 12 UTC kolejnych dni, 1991-2000)
 Figure 10.11. Frequency of day-to-day changes of atmospheric pressure > 8 hPa (between 12 UTC of successive days, 1991-2000)

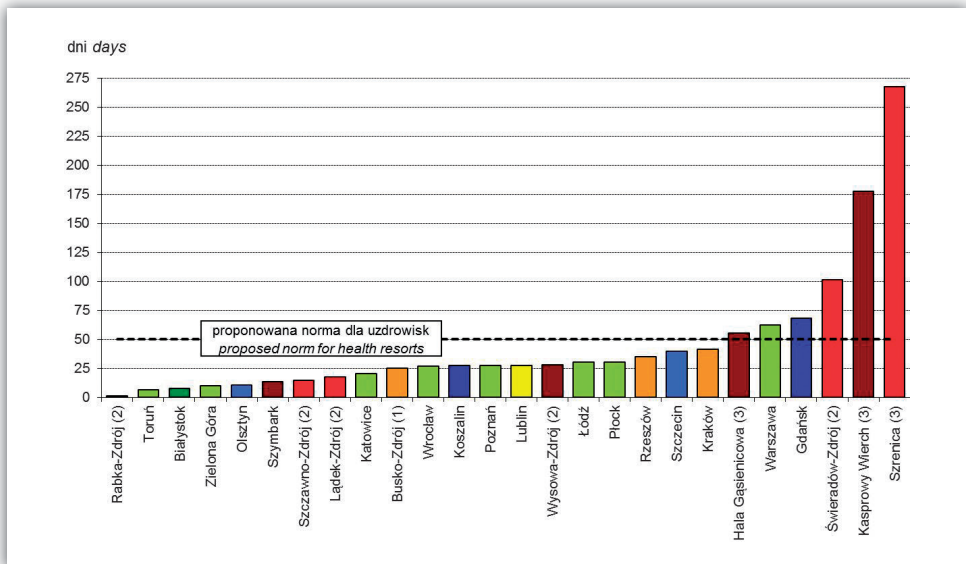
(1) 1996-2000



Rycina 10.12. Średnia liczba dni ze średnią dobową prędkością wiatru < 2 m·s⁻¹ w roku (1991-2000)

Figure 10.12. Mean annual number of days with daily mean wind speed < 2 m·s⁻¹ (1991-2000)

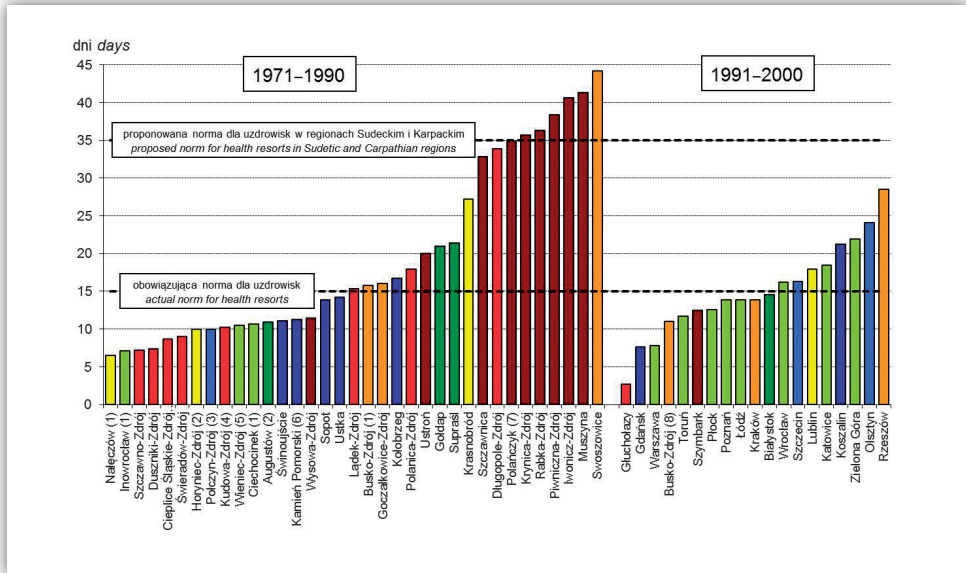
(¹) 1993-2000, (²) 1991-1997, (³) 1996-2000



Rycina 10.13. Średnia liczba dni z maksymalną prędkością wiatru ≥ 8 m·s⁻¹ w roku (1991-2000)

Figure 10.13. Mean annual number of days with daily maximum wind speed ≥ 8 m·s⁻¹ (1991-2000)

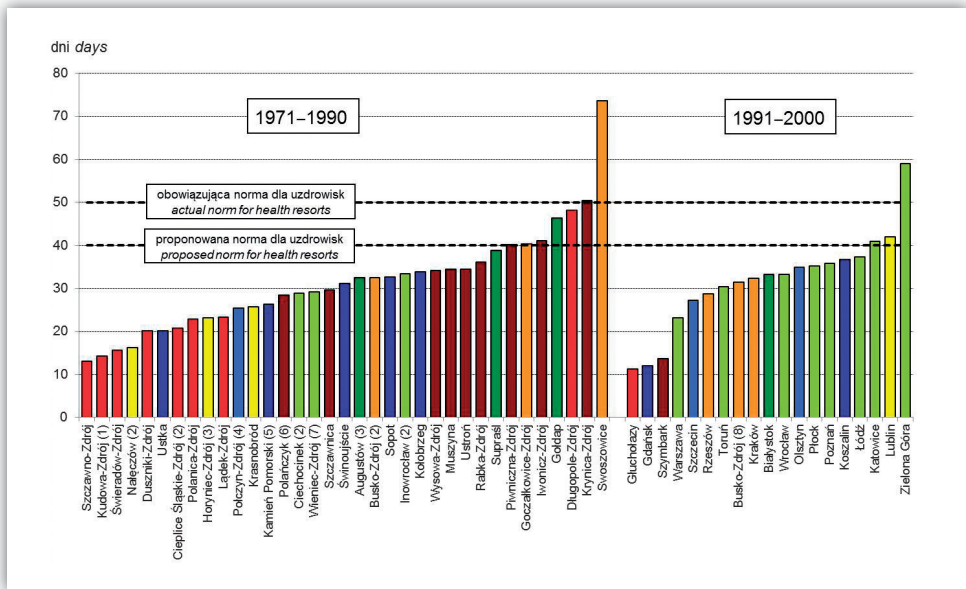
(¹) 1993-2000, (²) 1991-1997, (³) 1996-2000



Rycina 10.14. Średnia liczba dni z mgłą w półroczu ciepłym (IV-IX)
 Figure 10.14. Mean annual number of days with fog in months IV-IX

Źródło Source: dane z lat 1971-1990 – Kozłowska-Szczęsna i in. 2002; dane z lat 1991-2000 – opracowanie własne
 data from years 1971-1990 – Kozłowska-Szczęsna et al. 2002; data from years 1991-2000 – own data.

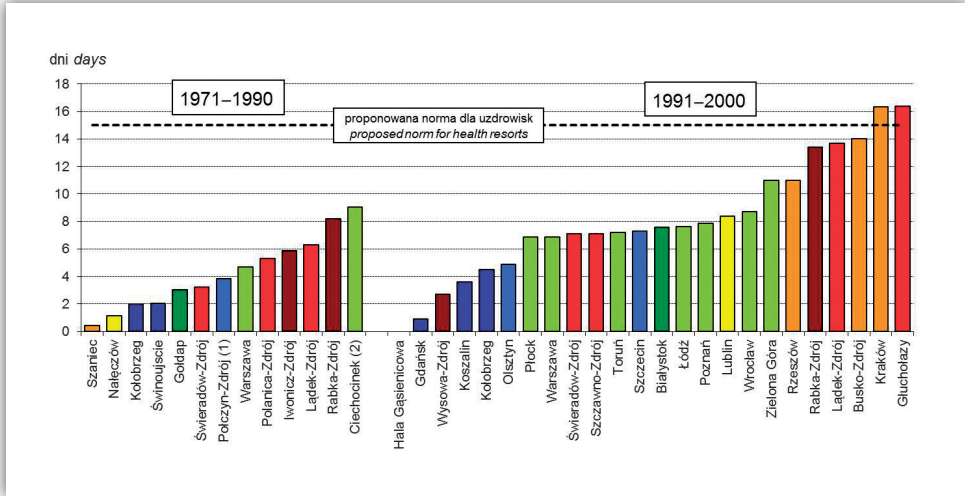
⁽¹⁾ 1971-1989, ⁽²⁾ 1961-1970, ⁽³⁾ 1971-1988, ⁽⁴⁾ 1976-1990, ⁽⁵⁾ 1974-1982, ⁽⁶⁾ 1973-1989, ⁽⁷⁾ 1975-1990, ⁽⁸⁾ 1993-2000



Rycina 10.15. Średnia liczba dni z mgłą w półroczu chłodnym (X-III)
 Figure 10.15. Mean annual number of days with fog in months X-III

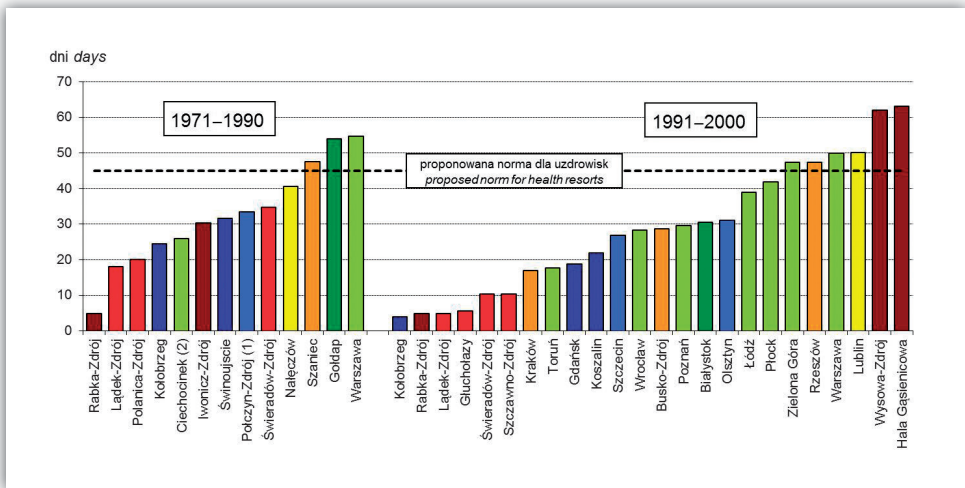
Źródło Source: dane z lat 1971-1990 – Kozłowska-Szczęsna i in. 2002; dane z lat 1991-2000 – opracowanie własne
 data from years 1971-1990 – Kozłowska-Szczęsna et al. 2002; data from years 1991-2000 – own data.

⁽¹⁾ 1976-1990, ⁽²⁾ 1971-1989, ⁽³⁾ 1961-1970, ⁽⁴⁾ 1971-1988, ⁽⁵⁾ 1973-1989, ⁽⁶⁾ 1975-1990, ⁽⁷⁾ 1974-1982, ⁽⁸⁾ 1993-2000



Rycina 10.16. Średnia liczba dni z silnym i bardzo silnym stresem gorącym ($UTCI > 32^{\circ}C$) w półroczu ciepłym (IV-IX)
 Figure 10.16. Mean annual number of days with strong and very strong heat stress ($UTCI > 32^{\circ}C$) in a warm-half of the year (IV-IX)

Źródło Source: dane z lat 1971-1990 – Kozłowska-Szczęsna i in. 2002; dane z lat 1991-2000 – opracowanie własne data from years 1971-1990 – Kozłowska-Szczęsna et al. 2002; data from years 1991-2000 – own data.
 (1) 1971-1988, (2) 1971-1989



Rycina 10.17. Średnia liczba dni z silnym i bardzo silnym stresem zimnym ($UTCI < -13^{\circ}C$) w półroczu chłodnym (X-III)
 Figure 10.17. Mean annual number of days with strong and very strong cold stress ($UTCI < -13^{\circ}C$) in a cold-half of the year (X-III)

Źródło Source: dane z lat 1971-1990 – Kozłowska-Szczęsna i in. 2002; dane z lat 1991-2000 – opracowanie własne data from years 1971-1990 – Kozłowska-Szczęsna et al. 2002; data from years 1991-2000 – own data.
 (1) 1971-1988, (2) 1971-1989

szczytach górskich i na wybrzeżu Bałtyku najwięcej (Szrenica 267,6; ryc. 10.13). Proponowane normy dla uzdrowisk to nie więcej niż 150 dni w roku z wiatrem słabym oraz nie więcej niż 50 dni w roku z wiatrem silnym.

Obecnie obowiązujące kryterium liczby dni z mgłą w półroczu ciepłym (nie więcej niż 15 w okresie IV–IX) w nizinnej części Polski zostało spełnione w 11 z 18 uzdrowisk (ryc. 10.14). Największe przekroczenia normy zanotowano w otoczeniu dużych miast (Swoszowice 44,2 dnia) oraz w pobliżu lasów i jezior (Krasnobród 27,2 dnia; Supraśl 21,4 dnia, Gołdap 21,0 dni). W uzdrowiskach górskich norma została zachowana zaledwie w 6 z 17, natomiast co najmniej dwukrotne przekroczenia dopuszczalnej wartości wystąpiły w aż 8 uzdrowiskach. Bardzo niekorzystna sytuacja występuje w Karpatach, gdzie tylko 1 z 9 uzdrowisk spełnia normę (Wysowa-Zdrój).

Obecnie obowiązujące kryterium liczby dni z mgłą w półroczu chłodnym (nie więcej niż 50 w okresie X–III) jest spełnione na większości obszaru Polski (ryc. 10.15). W 33 z 35 uzdrowisk rozpatrywane kryterium zostało zachowane, a przekroczenie normy wystąpiło tylko w Krynicy-Zdroju i Swoszowicach (odpowiednio 50,5 i 73,6 dnia).

Na podstawie przedstawionych danych uzasadniona wydaje się zmiana kryterium liczby dni z mgłą zarówno dla półroczu ciepłego, jak i chłodnego. W przypadku tego pierwszego okresu należy złagodzić normę dla uzdrowisk górskich do 35 dni. Kryterium liczby dni z mgłą w półroczu chłodnym powinno zaś być zaostrzone dla całego obszaru Polski do 40 dni.

Ważną cechą terapeutyczną klimatu jest niewielka liczba dni z silnie obciążającymi warunkami biotermicznymi. Dotychczas posługiwano się prostymi miarami takich warunków (np. liczba dni z temperaturą maksymalną $\geq 25^{\circ}\text{C}$). W 2009 r. opracowano nowy wskaźnik obciążeń cieplnych człowieka *UTCI*. Na podstawie jego wartości można precyzyjnie wskazać dni, w których miały miejsce silnie obciążające warunki gorąca i zimna. Obliczono, że liczba przypadków z silnym i bardzo silnym stresem gorąca ($UTCI > 32^{\circ}\text{C}$) w półroczu ciepłym przed rokiem 1990 nie przekraczała 10 dni, natomiast w latach 1991–2000 dni takich było od 1 w Gdańsku do ponad 16 w Krakowie i Głuchołazach (ryc. 10.16). Jako normatywną dla lecznictwa uzdrowiskowego można zaproponować liczbę dni z silnym i bardzo silnym stresem gorąca nie większą od 15 w półroczu ciepłym (od kwietnia do września).

Strefa klimatyczna, w której leży Polska, cechuje się stosunkowo niską temperaturą powietrza i częstym występowaniem stresu chłodu i zimna o różnym natężeniu. W porównywanych wieloletniach liczba dni z silnym i bardzo silnym stresem zimna była na podobnym poziomie, w poszczególnych miejscowościach zaś wahała się od 4–5 do 62–63 w półroczu chłodnym (ryc. 10.17). Z uwagi na to, że mieszkańcy Polski są dostosowani do takiego rytmu rocznego warunków termicznych, można zaproponować nie więcej niż 45 dni z silnym i bardzo silnym stresem zimna w półroczu chłodnym (od października do marca) jako normę dla miejscowości uzdrowiskowych.

11. Zakończenie

Klimat Polski jest kształtowany przez przenikające się wpływy oceaniczne i kontynentalne. Znaczenie klimatotwórcze ma również sąsiedztwo Morza Bałtyckiego na północy, a także regionalne cechy rzeźby i pokrycia terenu (wysokie góry, rozległe obszary pojezierne). To duże zróżnicowanie czynników klimatotwórczych znajduje odzwierciedlenie zarówno w ogólnych regionalizacjach klimatu, jak i w regionalizacji bioklimatycznej, która stała się kanwą obecnej monografii.

Klimat (warunki solarne, termiczne, wilgotnościowe, wietrzne, zjawiska atmosferyczne) stale oddziałuje na organizm człowieka, a niektóre cechy klimatu mają wyraźne właściwości profilaktyczne i lecznicze lub też negatywnie oddziałują na nasze zdrowie. W obecnej monografii poszczególne elementy klimatu zostały przeanalizowane z punktu widzenia ich przydatności w lecznictwie. Jako podstawowe formy lecznictwa klimatycznego należy wymienić: helioterapię (leczenie słońcem), aeroterapię (leczenie powietrzem), terenoterapię (leczenie ruchem w terenie otwartym) i tallasoterapię (leczenie mikroklimatem plaży morskich).

Największy potencjał warunków solarnych do stosowania helioterapii w ciągu całego roku występuje w Regionie Południowo-wschodnim oraz w środkowej części Regionu Centralnego. Wiosną pozytywnie wyróżnia się Region Nadmorski, w miesiącach letnich – Region Północno-wschodni, zaś zimą – południowa część Regionu Centralnego oraz wysokie partie gór. W północnej i centralnej Polsce miesiącami o najkorzystniejszych warunkach radiacyjnych do helioterapii, a także terenoterapii, są maj oraz sierpień, które cechują się najmniejszym zachmurzeniem. W regionach górskich zachmurzenie nieba jest większe i ma inny przebieg roczny w porównaniu z resztą kraju. Maksimum zachmurzenia przypada wiosną, a minimum w grudniu i styczniu.

Z punktu widzenia przydatności warunków termicznych do leczenia uzdrowskowego, najbardziej oszczędzające warunki panują w południowej części Regionu Centralnego oraz na zachodzie kraju, zaś najsilniej bodźcowe termicznie są regiony górskie – szczególnie Karpacki. Należy jednak pamiętać, że w regionach górskich występuje silne zróżnicowanie warunków termicznych pomiędzy poszczególnymi miejscowościami, co jest spowodowane dużym urozmaiceniem rzeźby terenu.

Pod względem warunków higrycznych jednoznacznie negatywnie (na tle analizowanych stacji) wyróżniają się Kraków – z wysoką wilgotnością powietrza,

szczególnie w półroczu ciepłym i dużą liczbą dni parnych, oraz Rabka-Zdrój – z bardzo dużą liczbą dni parnych w półroczu ciepłym i wysoką wilgotnością powietrza zimą.

Najkorzystniejsze warunki wietrzne do prowadzenia klimatoterapii na obszarze Polski występują w regionach Centralnym i Południowo-wschodnim. Stosunkowo rzadko występują tu cisze atmosferyczne, wiatr słaby i wiatr silny. Nieco gorsze warunki panują w regionach Nadmorskim i Pojeziernym (częsty wiatr o dużej prędkości) oraz Północno-wschodnim i Świętokrzysko-małopolskim (częste cisze atmosferyczne i wiatr o małej prędkości). Regiony Sudecki i Karpacki cechuje natomiast duże zróżnicowanie warunków wietrznych uwarunkowane rzeźbą terenu. W zagłębieniach terenu często występują cisze atmosferyczne, zaś w wysokich partiach gór – silny wiatr.

Spośród zjawisk atmosferycznych największym utrudnieniem w stosowaniu terapii ruchowej na zewnątrz budynków są opady, które wykazują duże różnice między regionami. Do najważniejszych, regionalnych cech opadów można zaliczyć: wzrost opadów w strefie środkowej wybrzeża Bałtyku i cień opadowy w Gdańsku, spadek sum opadów w Regionie Centralnym (z wyjątkiem Katowic), wzrost opadów w regionach górskich (w Rabce-Zdroju, Świeradowie-Zdroju i Wysowej-Zdroju – przekroczenie 183 dni dopuszczonych normą), zwłaszcza w partiach szczytowych gór. Najwięcej mgieł, które także mają precyzyjnie wyznaczoną dopuszczalną normę, notowano w Zielonej Górze, gdzie przekraczane są limity obydwu półroczy. Wyraźne przekroczenie limitu liczby dni z mgłą w półroczu ciepłym wystąpiło natomiast w Koszalinie, Olsztynie, Katowicach, Lublinie i Rzeszowie. Burze najczęściej notowane są na Podkarpaciu oraz nad dużymi aglomeracjami. Obserwuje się także wzrost ich częstości z zachodu na wschód Polski.

Z zestawienia długości występowania bodźców wynika, że najbardziej niekorzystne warunki bioklimatyczne spośród analizowanych miejscowości cechują stacje położone w Regionie Świętokrzysko-małopolskim. W Krakowie występują liczne fale upałów, długie okresy ciszy atmosferycznej, ale też wiatrów silnych. Często są też stany parności. Podobnie w Rzeszowie – częste zarówno są fale zimna, fale upałów, jak i okresy parności. Z kolei w Regionie Nadmorskim, który cechują łagodne warunki termiczne, niekorzystne bywają przedłużające się okresy z opadami oraz z wiatrem silnym.

Według uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych *UTCI* dni z silnym i bardzo silnym stresem ciepła najczęściej notuje się w regionach Sudeckim i Świętokrzysko-małopolskim: w lipcu i sierpniu występuje tam one z częstością 4–5 dni w miesiącu. Najrzadziej, bo tylko 2 dni w lipcu i sierpniu, niebezpieczny stres ciepła może pojawiać się w Regionie Nadmorskim. Silny stres zimna cechuje jedynie około 10–15% dni zimowych w regionach Sudeckim i Nadmorskim, ale ponad 40% w regionach Karpackim i Południowo-wschodnim.

W skutecznej klimatoterapii ważną rolę odgrywa poddanie organizmu odmiennym – w stosunku do miejsca stałego zamieszkania – bodźcom klimatycznym. Możliwości wykorzystania bioklimatu Polski w tym zakresie ilustruje wskaźnik kontrastowości warunków klimatycznych (*BCI*) opisany w rozdziale 7. Wskaźnik *BCI* pozwala na określenie, jaki stres aklimatyzacyjny czeka organizm człowieka w przypadku nagłej (następującej w ciągu 24 godzin) zmiany warunków pogodowych, spowodowanych zarówno zmianą miejsca pobytu, jak i sytuacji atmosferycznej. Analiza stresu wywołanego przemieszczaniem się z najbardziej oddalonych od siebie miejsc w Polsce, o różnych cechach klimatu, daje dobry obraz potencjału bodźcowości klimatu Polski. Znak dodatni oznacza, że warunki klimatyczne w miejscu zamieszkania są „cieplejsze” niż w miejscu przeznaczenia lub warunki danego dnia są „cieplejsze” niż w dniu poprzednim, ujemny – odwrotnie. W przypadku kontrastów biotermicznych, związanych ze zmianą warunków pogodowych w danym miejscu – większą intensywnością cechują się ochłodzenia niż ocieplenia. Najsilniejsze ocieplenia zanotowano na stacjach wysuniętych najdalej na zachód: w Szczecinie i Zielonej Górze, najsłabsze – na Hali Gąsienicowej, reprezentującej wysoko wyniesione pasma górskie. Kontrasty bioklimatyczne pomiędzy różnymi regionami Polski są wyraźnie zróżnicowane sezonowo. Zima cechuje się małą lub umiarkowaną kontrastowością warunków bioklimatycznych na obszarze Polski. Wiosną i jesienią kontrastowość bioklimatu wyraźnie wzrasta. Największymi bezwzględными wartościami wskaźnika $|BCI|$ cechują się najwyższe fragmenty gór polskich, niezależnie z jakiego regionu bioklimatycznego tu przyjedziemy. Latem kontrastowość bioklimatu jest największa – w pojedynczych dniach wskaźnik $|BCI|$ dla różnych par miejscowości może oznaczać skrajnie duże kontrasty, które nadmiernie obciążają organizm. Wyraźnie zaznacza się odrębność Regionu Nadmorskiego i regionów górskich (Karpackiego i Sudeckiego). Dla osób mieszkających w innych regionach Polski wyjazdy tam wiążą się z koniecznością uruchomienia przez organizm intensywnych lub bardzo intensywnych procesów dostosowawczych.

Okresy przydatne do stosowania zróżnicowanych form klimatoterapii trwają, w zależności od regionu bioklimatycznego, od niespełna 2 miesięcy po cały rok. Najkrócej w roku można stosować kąpiele słoneczne, w tym aż przez 5 miesięcy półroczną ciepłego w Regionie Nadmorskim po zaledwie 5 okresów 10-dniowych, rozrzuconych między majem i październikiem – w Regionie Karpackim. Z aeroterapii w całej Polsce, z wyjątkiem Regionu Karpackiego, można zazwyczaj korzystać od końca kwietnia do pierwszej dekady października. Intensywne formy terapii terenowej na większości obszaru Polski można prowadzić przez cały rok, a wyjątkiem, w miesiącach letnich, jest ponownie Region Karpacki.

Wszystkie brane pod uwagę charakterystyki wskazują na duże różnice pomiędzy bodźcowością górskiego klimatu Karpat i Sudetów. Obserwuje się wyraźny wzrost surowości warunków wraz z przemieszczaniem się w kierunku wschodnim.

Badania potencjału leczniczego klimatu Polski pozwoliły także na zaproponowanie nowych kryteriów jego oceny. W odniesieniu do niektórych cech klimatu autorzy proponują doprecyzowanie stosowanych dotychczas wartości normatywnych lub ich modyfikację (np. w odniesieniu do liczby dni z mgłą). Szczególne znaczenia ma jednak propozycja kryteriów ilościowych w przypadku tych elementów klimatu, które ich nie posiadały, a które wydają się być najważniejsze w ocenie potencjału leczniczego klimatu danego miejsca. Dotyczy to zwłaszcza liczby dni z charakterystycznymi wartościami temperatury powietrza, wielkości zachmurzenia czy prędkości wiatru. Autorzy opracowania mają nadzieję, że propozycja ta stanie się w przyszłości podstawą ustalenia nowych norm oceny właściwości leczniczych klimatu uzdrowisk.

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 Epidemiology* 168, 12, s. 1397–1408.
- Arendt J., 2006, *Melatonin and human rhythms*, *Chronobiology International*, 23, 1–2, s. 21–37.
- Beaumont W. van, Bullard R.W., 1965, *Sweating: Direct influence of skin temperature*, *Science*, 147, 3664, s. 1465–1467.
- Beer J., Mączak S., 1977, *Naturalne związki bakteriobójcze w lasach sosnowych Konstancina*, Miasto, 10, s. 19–21.
- Blanc J. de., 1975, *Man in the cold*, Ch. C Thomas Publ., Springfield.
- Bligh J., Johnson G., 1973, *Glossary of terms for thermal physiology*, *Journal of Applied Physiology*, 35, s. 941–961.
- Błażejczyk K., 1983, *Bioklimatyczna ocena i typologia uzdrowisk Polski*, Dokumentacja Geograficzna, 3.
- Błażejczyk K., 1984, *Wpływ użytkowania terenu na możliwości klimatoterapii w uzdrowisku*, *Problemy Uzdrowiskowe*, 1/2 (195/196), s. 93–100.
- Błażejczyk K., 1990, *Podstawy wydzielania biotopoklimatów w skali szczegółowej*, [w:] Grzybowski J. (red.), *Problemy współczesnej topoklimatologii*, Conference Papers, IGiPZ PAN, 4, s. 166–174.
- Błażejczyk K., 1993, *Wymiana ciepła między człowiekiem a otoczeniem w różnych warunkach środowiska geograficznego*, *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 159.
- Błażejczyk K., 1995, *Fizyczne znaczenie promieniowania słonecznego dla człowieka*. [w:] Krawczyk B., Błażejczyk K. (red.), *Współczesne badania klimatologów polskich w kraju i za granicą*, Conference Papers, 23, s. 61–68.
- Błażejczyk K., 1997, *Dry heat exchange and skin temperature in subjects outdoors at fluctuated cloud cover*, [w:] Nielsen-Jahannsen B., Nielsen R. (red.), *Thermal Physiology 1997, Proceedings of the International Symposium on Thermal Physiology*, Copenhagen 8–12 July 1997, August Krogh Institute, Kopenhaga, s.115–118.
- Błażejczyk K., 1998, *Promieniowanie słoneczne a gospodarka cieplna organizmu człowieka*, *Zeszyty IGiPZ PAN*, 51.
- Błażejczyk K., 2001, *Koncepcja przeglądowej mapy topoklimatycznej Polski*, [w:] Kuchcik M. (red.), *Współczesne badania topoklimatyczne*, Dokumentacja Geograficzna, 23, s. 131–142.
- Błażejczyk K., 2002, *Znaczenie czynników cyrkulacyjnych i lokalnych w kształtowaniu klimatu i bioklimatu aglomeracji warszawskiej*, Dokumentacja Geograficzna, 26.
- Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*, *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 192.
- Błażejczyk K., 2005, *New indices to assess thermal risks outdoors*, [w:] Holmér I., Kuklane K., Gao Ch. (red.), *Environmental Ergonomics XI, Proceedings 11th International Conference*, 22–26 May, 2005, Ystad, Sweden, s. 222–225.
- Błażejczyk K., 2011, *Assessment of regional bioclimatic contrasts in Poland*, *Miscellanea Geographica*, 15/2011, s. 77–91.
- Błażejczyk K., Adamczyk A.B., Baranowski J., Kuchcik M., 2008a, *Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Konstancin-Jeziorna*, operat uzdrowiskowy, archiwum IGiPZ PAN.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Adamczyk A.B., 2008b, *Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Świnoujście*, operat uzdrowiskowy, archiwum IGiPZ PAN.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Adamczyk A.B., Kuchcik M., Szmyd J., 2007, *Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Łądek-Zdrój*, operat uzdrowiskowy, archiwum IGiPZ PAN.
- 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 uzdrowiskowej (UTCI)*, *Balneologia Polska*, 4, s. 313–321.

- Błażejczyk K., Epstein Y., Jendritzky G., Staiger H., Tinz B., 2012, *Comparison of UTCI to selected thermal indices*, International Journal of Biometeorology, 56, 3, s. 515–535.
- Błażejczyk K., Kuchcik M., Adamczyk A.B., Baranowski J., Szmyd J., 2008c, *Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Busko-Zdrój*, operat uzdrowiskowy, archiwum IGiPZ PAN.
- Błażejczyk K., Kuchcik M., Baranowski J., Adamczyk A.B., Szmyd J., 2008d, *Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Goldap*, operat uzdrowiskowy, archiwum IGiPZ PAN.
- Błażejczyk K., Kunert A., 2010, *Warunki bioklimatyczne wybranych aglomeracji Europy i Polski*, [w:] Bednorz E., Kolendowicz L. (red.), *Klimat Polski na tle klimatu Europy, Zmiany i konsekwencje*, Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań, 2010, s. 93–106.
- Błażejczyk K., Kunert A., 2011, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*, 2 wydanie, poprawione i uzupełnione, Monografie IGiPZ PAN, 13, Warszawa.
- Błażejczyk K., Morita T., Kanikowska D., Tokura H., Wiktorowicz K., Ueno-Towarati T., Bąkowska M., 2005, *Regional differences in diurnal and seasonal cycles of lighting conditions and melatonin secretions*, [w:] *17th International Congress of Biometeorology ICB*, Annalen der Meteorologie, 41, 1, s. 301–304.
- Błażejczyk K., Morita T., Ueno-Towarati T., Adamczyk A.B., Kunert A., 2008, *Regional differences in melatonin secretion due to environmental factors*, ICB2008, [w:] *18th International Congress of Biometeorology, Harmony within Nature*, Tokyo, CD, HUM2-O01.
- Błażejczyk K., Twardosz R., Kunert A., 2003, *Zmienność warunków biotermicznych w Krakowie w XX wieku na tle wahań cyrkulacji atmosferycznej*, [w:] Błażejczyk K., Krawczyk B., Kuchcik M. (red.), *Postępy w badaniach klimatycznych i bioklimatycznych*, Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 188, s. 233–246.
- Bogdańska B., Podogrocki J., 2000, *Zmienność całkowitego promieniowania słonecznego na obszarze Polski w okresie 1961–1995*, Materiały Badawcze, seria Meteorologia, IMGW, Warszawa.
- Bogucki J. (red), 1999, *Biometeorologia turystyki i rekreacji*, Akademia Wychowania Fizycznego Poznań, Seria: Podręczniki, 48.
- Bokša V.G., Boguckij B.V., 1966, *Klimatoterapija (rukovodstvo dla vračej)*, Izdatelstvo Zdorove, Kiev.
- Bokša V.G., Boguckij B.V., 1980, *Medicinskaja klimatologija i klimatoterapija*, Zdorovja, Kiev.
- 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.
- Burton A.C., Edholm O.G., 1955, *Man in a cold environment*. E. Arnold Publ., London.
- Clark R.P., Edholm O.G., 1985, *Man and his thermal environment*. E. Arnold Ltd, London.
- Daniłowa N.A., 1988, *Przyroda i nasze zdrowie*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- 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.
- 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.
- Ellis F.P., Nelson F., 1978, *Mortality in the elderly in a heat wave in New York City, August 1975*, Environmental Research, 15, s. 504–512.
- European Environment Agency, 2007, *CLC2006 technical guidelines*, http://www.eea.europa.eu/publications/technical_report_2007_17/at_download/file (dostęp: 06.05.2013)
- Fanger P.O., 1970, *Thermal comfort. Analysis and application in environment engineering*, Danish Technical Press, Copenhagen.
- Fiala D., Havenith G., Bröde P., Kampmann B., Jendritzky G., 2012, *UTCI-Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation*, International Journal of Biometeorology, 56, 3, s. 429–441.
- Flemming G., 1983, *Klimat – środowisko – człowiek*, WPRiL, Warszawa.
- Fourt J., Hollies N.R.S., 1970, *Clothing. Comfort and function*, M. Dekker Inc., New York.
- Freitas C.R. de, 2001, *Theory, concepts and methods in tourism climate research*, [w:] Matzarakis A., Freitas C.R. de (red.), *Proceedings of the 1st International Workshop on Climate, Tourism and Recreation*, International Society of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and Recreation, WP1, www.uni-freiburg.de/isb, s. 1–18.
- Fuller F.H., Brouha L., 1966, *New engineering methods for evaluating the job environment*, ASHRAE Journal, 8, 1, s. 39–52.

- 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.
- Geiger R., 1969, *Topoclimates*. [w:] Landsberg H.E., Flohn H. (red.), *World survey of climatology, General climatology*, 2, Elsevier Publishing Company, Amsterdam–London–New York, s. 105–138.
- Givoni B., Beldings H.S., 1965, *Effektivnost' ohlazdenija 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.
- Glossary of terms for thermal physiology*, 2003, Journal of Thermal Biology 28, s. 75–106.
- Grączewski J., 1972, *Wpływ pogody na zdrowie człowieka*, PZWL, Warszawa.
- Hardy J.D., 1965, *The "set-point" concept in physiological temperature regulation*, [w:] Yamamoto W.S. (red.), *Physiological controls and regulations*, W.B. Saunders Co, Philadelphia, s. 98–116.
- Helbin J., 2000, *Środowiskowe czynniki fizyczne wpływające na organizm człowieka* [w:] Kolarzyk E. (red), *Wybrane problemy higieny i ekologii człowieka*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, s. 18–63.
- Helbin J., Kolarzyk E., 2005, *Wykorzystanie walorów środowiska naturalnego w wspomaganiu leczenia farmakologicznego*, Problemy Higieny i Epidemiologii, 86, 1, s. 22–26.
- Hensel H., 1981, *Thermoreception and temperature regulation*, Academic Press, London.
- Hess M., Niedźwiedz T., Obrębska-Starkłowa B., 1989, *Bioclimatic relationships in the area of the Cracow and Upper Silesia Agglomerations*, Bochumer Geographische Arbeiten, 51, s. 10–47.
- Holmér I., 1988, *Assessment of cold stress in terms of required clothing insulation – IREQ*, International Journal of Industrial Ergonomics, 3, s. 159–166.
- Instrukcja dla stacji meteorologicznych*, 1988, IMGW, Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- ISO/DC 11079, 1993, *Evaluation of cold environments. Determination of required clothing insulation*, International Organisation of Standardization, Geneva.
- Jankowiak J. (red.), 1976, *Biometeorologia człowieka*, PZWL, Warszawa.
- Jethon Z., Grzybowski A., 2000, *Medycyna zapobiegawcza i środowiskowa*, PZWL, Warszawa.
- Jędrzychowski W., 1986, *Epidemiologia. Wprowadzenie i metody*, PZWL, Warszawa
- Juda-Rezler K., 2000, *Oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza na środowisko*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- Jura Z., Nizioł B., 1979, *Zagadnienie jonizacji w aspekcie bioklimatycznych właściwości powietrza*, Problemy Uzdrawiskowe 9/10, s. 215–220.
- Kaciuba-Uściłko M., 1990, *Termoregulacja*, [w:] Tkaczyk A. (red.), *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*, PZWL, Warszawa.
- Kaczorowska Z., 1977, *Pogoda i klimat*, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa.
- Kalinowski M., 1969, *Cisza w uzdrowiskach jako czynnik leczniczy i rehabilitacyjny*, Balneologia Polska, 14, 3/4, s. 395–417.
- Kalkstein L.S., 2004, *Heat and Health: Methodological Considerations for Warning System Development*, Presentation on Workshop on Climate Changes, Heat Waves, and Population Health Organized by the Municipality of Rome, March 30, 2004.
- Karasek M., 1997, *Melatonina i szyszynka*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa–Łódź.
- Kenney W.L., 1985, *A review of comparative responses of men and women to heat stress*, Environmental Research, 37, 1, s. 1–11.
- Klonowicz S., Kozłowski S., 1970, *Człowiek a środowisko termiczne*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kostrowicki A.S., 1970, *Zastosowanie metod geobotanicznych w ocenie przydatności terenu dla potrzeb rekreacji i wypoczynku*, Przegląd Geograficzny, 42, 4, s. 631–645.
- Kozłowska-Szczęśna T., 1984, *Bioklimat uzdrowisk polskich jako podstawowa cecha ich warunków środowiskowych*, [w:] *Problemy bioklimatologii uzdrowiskowej*, cz. V, Dokumentacja Geograficzna, 1–2, s. 13–88.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., 1998, *Promieniowanie słoneczne i jego wpływ na organizm człowieka*, Balneologia Polska XXXX, 1/2, s. 130–141.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody i ich zastosowanie w badaniach bioklimatu Polski*, Monografie IGiPZ PAN, 1, Warszawa.

- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., Limanówka D., 2002, *Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie*, Monografie IGiPZ PAN, 3, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004, *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*, Monografie IGiPZ PAN, 4, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęśna T., Podogrocki J., 1995, *Antropogeniczne zmiany warunków radiacyjnych w Warszawie* [w:] Kłysik K. (red.), *Klimat i bioklimat miast*, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź.
- Kozłowski S., 1986, *Granice przystosowania*, Wiedza Powszechna, Warszawa.
- Koźmiński Cz., Michalska B., 2005, *Usłonecznienie w Polsce*, Akademia Rolnicza w Szczecinie, Szczecin.
- Koźuchowski K., 2011, *Klimat Polski. Nowe spojrzenie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Krawczyk B., 1993, *Typologia i ocena bioklimatu Polski na podstawie bilansu cieplnego ciała człowieka*, Prace Geograficzne, IGiPZ PAN, 160.
- Krawczyk B., 2000, *Izolacyjność cieplna odzieży jako wskaźnik oceny warunków biotermicznych*, *Balneologia Polska* 62, 3–4, s. 105–111.
- Krawczyk B., 2003, *Kryteria oceny bioklimatu uzdrowisk*, *Balneologia Polska*, t. XLV, 3–4, s. 78–87.
- Krawczyk B., Błażejczyk K., 1999, *Klimatyczna i bioklimatyczna charakterystyka Polski północno-wschodniej*, Zeszyty IGiPZ PAN, 58.
- Krzymowska-Kostrowicka A., 1997, *Geoekologia turystyki i wypoczynku*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kuchcik M., 2003, *The influence of aerosanitary and biometeorological conditions on the health and mortality of the inhabitants of Warsaw*, [w:] Stopa-Boryczka M. (red.), *Studies on the climate of Warsaw*, Warsaw University, Faculty of Geography and Regional Studies, s. 155–166.
- Kuchcik M., 2006, *Defining heat waves - different approaches*, *Geographia Polonica*, 79, 2, s. 47–63.
- Kuchcik M., 2011, *O potrzebie prowadzenia badań lokalnego zróżnicowania warunków klimatycznych w uzdrowiskach*, *Acta Balneologica*, t. LIII, 2, s. 144–150.
- Kuczmański M., 1990, *Usłonecznienie Polski i jego przydatność dla helioterapii*, Dokumentacja Geograficzna, IGiPZ PAN, 4.
- Kunert A., 2010, *Modeling of UTCI index in various type of landscape*, Proceedings of the 7th Conference on Biometeorology, Berichte des Meteorologischen Instituts der Albert-Ludwigs Universität Freiburg, 20, Freiburg, s. 302–307.
- Lee R., 1978, *Forest microclimatology*, Columbia University Press, New York.
- Lewińska J., 2000, *Klimat miasta, zasoby, zagrożenia, kształtowanie*, Instytut Gospodarki Przestrzennej i Komunalnej, Oddział w Krakowie, Kraków.
- Lityńska Z., Łapeta B., Wolska H., 2001, *Index UV a człowiek*, IMGW, Warszawa.
- Lorenc H., 1991, *Wpływ urbanizacji Warszawy na zmienność opadów atmosferycznych*, *Wiadomości IMGW*, 1–4, s. 109–126.
- Lorenc H. (red.), 2005, *Atlas klimatu Polski*, 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, No. 13, WHO, Public Health and the Environment, Geneva.
- Malchaire J.B., 1991, *Predicted sweat rate in fluctuating thermal conditions*, *European Journal of Applied Physiology*, 63, s. 282–287.
- Maroszek J., Morita T., Błażejczyk K., 2010, *Melatonin secretion in various climate zone*, [w:] Matzarakis A., Mayer H., Chmielewski F.-M. (red.), *Proceedings of the 7th Conference on Biometeorology*, Berichte der Meteorologische Institute Universität Freiburg, 20, s. 273–277.
- Matuszko D., 2001, *Wpływ miasta na zachmurzenie i opady (na przykładzie Krakowa)*, [w:] German K., Balon J., *Przemiany środowiska przyrodniczego Polski a jego funkcjonowanie*, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, 10, Kraków, s. 529–536.
- Matuszko D., 2003, *Variability of cloudiness in Cracow during the 20th century*, *Studia Geograficzne* 75, *Acta Universitatis Wratislaviensis*, Wrocław, s. 158–170.
- Matuszko D., 2009, *Wpływ zachmurzenia na usłonecznienie i całkowite promieniowanie słoneczne (na przykładzie krakowskiej serii pomiarów)*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków.
- Matuszko D., 2011a, *O problemach terminologicznych z zakresu zachmurzenia*, http://www.klimat.org.pl/pliki/terminologia_zachm.pdf (dostęp: 10.09.2013).
- Matuszko D., 2011b, *O terminologii dotyczącej promieniowania słonecznego*, http://www.klimat.org.pl/pliki/terminologia_prom.pdf (dostęp: 10.09.2013).

- Matuszko D., 2012, *Porównanie wartości usłonecznienia mierzonego heliografem Campbella-Stokesa i czujnikiem elektronicznym CSD3*, Przegląd Geofizyczny, LVII, 1, s. 3–10.
- Matzarakis A., 2007, *Assessment method for climate and tourism based on daily data*, [w:] Matzarakis A., Freitas C.R. de, Scott D. (red.), *Developments in tourism climatology*, s. 52–58.
- Mączyński B., 1972, *Zabiegi stosowane w leczeniu klimatycznym*, [w:] Jankowiak J. (red.), *Fizykoterapia ogólna i klasyczna*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, s. 65–283.
- Mączyński B., 1978, *Lecznictwo klimatyczne*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa.
- Milewski P., 2011, *Możliwość wykorzystania GIS w kartowaniu topoklimatycznym*, Prace i Studia Geograficzne WGSR UW, 47, s. 521–528.
- Milewski P., 2013, *Application of the UTCI to the local bioclimate of Poland's Ziemia Kłodzka region*, Geographia Polonica, 86, 1, s. 47–54.
- Mitchell D., 1977, *Physical basis of thermoregulation*, [w:] Robertshaw D. (red.), *International review of physiology. 15, Environmental physiology II*, University Park Press, s. 1–21.
- Narębski J., 1980, *Termoregulacja*, [w:] Traczyk W., Trzębski A. (red.), *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii klinicznej*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa, s. 282–294.
- National Geospatial-Intelligence Agency, 2000, *Performance Specification Digital Terrain Elevation Data (DTED)*, <https://www1.nga.mil/ProductsServices/TopographicalTerrestrial/DigitalTerrainElevationData/Documents/89020B.pdf> (dostęp: 07.02.2012)
- Niedźwiedz T. (red.), 2003, *Słownik meteorologiczny*, Atlasy i Monografie IMGW, IMGW, Warszawa.
- Nurkowska J., 1997, *Słoneczne złogo początki*, Wiedza i Życie, 8, s. 12–17.
- Oke T.R., 1987, *Boundary Layer Climates*, 2nd edn., Methuen, London–New York.
- Państwowy Instytut Geologiczny PIB, 2012, *Mapa geologiczna Polski w skali 1 : 200 000*, URL: <http://www.pgi.gov.pl/pl/wydawnictwa-geologiczne-pig-pib/atlasy-i-mapy/geologiczne/2944-mapa-geologiczna-polski-1-200-000.html> (dostęp: 20.08.2012)
- Paszyński J., 1983, *Les méthodes d'établissement des cartes topoclimatique*, Geographia Polonica, 45, s. 35–45.
- Paszyński J., Miara K., Skoczek J., 1999, *Wymiana energii między atmosferą a podłożem jako podstawa kartowania topoklimatycznego*, Dokumentacja Geograficzna, 14.
- Paszyński J., Niedźwiedz T., 1999, *Klimat*, [w:] Starkel L. (red.), *Geografia Polski. Środowisko przyrodnicze*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, s. 288–343.
- Piekarska B., Samoliński B., Furmańczyk K., 2009, *Stan środowiska przyrodniczego a występowanie alergii i astmy w Polsce – wyniki ECAP*, Problemy Higieny i Epidemiologii 90(3), s. 316–321.
- Ponikowska I., 1996, *Lecznictwo uzdrowiskowe. Poradnik dla chorych*, Oficyna Wydawnicza „Branta”, Bydgoszcz.
- Ponikowska I., 2001, *Podstawy kliniczne balneologii i medycyny fizykalnej*, Służba Zdrowia 63/66, s. 3058–3061.
- Ponikowska I., 2010, *Leczenie uzdrowiskowe – Klimatoterapia*, [w:] Kęder R., Kawczyńska K., Graczyk I., Jankiewicz M. (red.), *Klimat a zdrowie*, Polska Federacja Pacjentów Dialtransplant, s. 103–106.
- Ponikowska I., Marciniak K., 1988, *Ciechocinek. Terenoterapia uzdrowiskowa*, PWN, Warszawa–Poznań.
- Przybysz R., 1994, *Próba określenia wpływu stanów pogody na samopoczucie ludzi chorych psychicznie w Zakopanem*, Zeszyty IGiPZ PAN, 24, s. 31–48.
- Rewerski W., Kozłowski S., Korolkiewicz Z., Wróblewski T.E., 1972, *Termoregulacja: fizjologia, patologia i farmakologia*, PZWL, Warszawa.
- Seńczuk W., 2002, *Toksykologia*, PZWL, Warszawa.
- Straburzyński G., 1997, *Księga przyrodolecznictwa*, PZWL, Warszawa.
- Sulman F.G., 1982, *Short and long-term changes in climate I*, CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida.
- Thorntwaite C.W., 1953, *Topoclimatology*, Proceedings of the Toronto Meteorological Conference, s. 227–232.
- WHO, 2004, *Heat-waves: risks and responses*, Health and Global Environmental Change Series, No. 2, WHO Europe, Copenhagen.
- WMO No. 892, *Weather, Climate and Health*, Genewa.
- Więclaw M., 2004, *Masy powietrza nad Polską i ich wpływ na typy pogody*, Wydawnictwo Akademii Bydgoskiej im. Kazimierza Wielkiego, Bydgoszcz.
- Wolska H., 2006, *Fototerapia (UV) w dermatologii*, Czelej, Lublin.
- Woś A., 1996, *Meteorologia dla geografów*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

Woś A., 2010, *Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku*, Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, Poznań.

Żmudzka E., 2007, *Zmienność zachmurzenia nad Polską i jej uwarunkowania cyrkulacyjne (1951–2000)*, Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa.

Spis rycin

Rycina 1.1. Człowiek i środowisko atmosferyczne

Rycina 1.2. Regiony bioklimatyczne Polski (Błażejczyk 2004)

Rycina 1.3. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych analizowanych w opracowaniu

Rycina 2.1. Suma roczna promieniowania na górnej granicy atmosfery

Rycina 2.2. Średnie sumy roczne promieniowania całkowitego (1991–2000)

Rycina 2.3. Średnie (avg), maksymalne (max) i minimalne (min) dzienne sumy promieniowania słonecznego (1991–2000)

Rycina 2.4. Średnia roczna suma usłonecznienia (1991–2000)

Rycina 2.5. Średnie dobowe (avg), średnie minimalne (min) oraz średnie maksymalne (max) usłonecznienie (godziny) (1991–2000)

Rycina 2.6. Różnica średniego dobowego usłonecznienia między Wrocławiem a resztą analizowanych miast Regionu Centralnego oraz 3 miastami o największej sumie rocznej usłonecznienia (1991–2000)

Rycina 2.7. Średnie roczne zachmurzenie (1991–2000)

Rycina 2.8. Średnie miesięczne zachmurzenie według regionów bioklimatycznych: Nadmorski (A), Pojezierny (B), razem Północno-wschodni i Południowo-wschodni (C), razem Świętokrzysko-małopolski i Karpacki (D), oraz Centralny (E) (1991–2000)

Rycina 2.9. Liczba okresów pogody pogodnej i pochmurnej (1991–2000)

Rycina 3.1. Absolutna amplituda temperatury powietrza (A) oraz najwyższa maksymalna i najniższa minimalna temperatura powietrza (B) na poszczególnych stacjach (1991–2000)

Rycina 3.2. Liczba fal upałów o różnej długości (1991–2000)

Rycina 3.3. Liczba fal zimna o różnej długości (1991–2000)

Rycina 3.4. Liczba okresów z pogodą parną notowaną w godz. 12 UTC (1991–2000)

Rycina 4.1. Średnie roczne (avg), absolutne minimalne (min) i maksymalne (max) ciśnienie atmosferyczne (hPa) na wybranych stacjach meteorologicznych w Polsce (wartości niezredukowane do poziomu morza, 1991–2000)

Rycina 4.2. Absolutna amplituda ciśnienia atmosferycznego (hPa) na wybranych stacjach meteorologicznych w Polsce (1991–2000)

Rycina 4.3. Średnia międzydobowa zmiana ciśnienia atmosferycznego na wybranych stacjach meteorologicznych w Polsce (1991–2000)

Rycina 4.4. Maksymalna międzydobowa zmiana ciśnienia atmosferycznego na wybranych stacjach meteorologicznych w Polsce (1991–2000)

Rycina 4.5. Częstość międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego o różnej intensywności na wybranych stacjach meteorologicznych w Polsce (1991–2000)

Rycina 4.6. Liczba okresów z wysokim i niskim ciśnieniem atmosferycznym oraz ze zmianą ciśnienia atmosferycznego > 8 hPa z dnia na dzień (1991–2000)

Rycina 4.7. Liczba okresów z ciszą atmosferyczną i silnym wiatrem (1991–2000)

Rycina 5.1. Rozkład roczny opadów w regionach bioklimatycznych (1991–2000)

Rycina 5.2. Rozkład roczny opadów w Katowicach oraz średnia z pozostałych 7 miast Regionu Centralnego

Rycina 5.3. Liczba okresów z opadem atmosferycznym (≥ 1 mm) oraz okresów bez opadu (1991–2000)

Rycina 5.4. Średnia roczna suma opadu (1991–2000)

Rycina 5.5. Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną w okresie (1991–2000)

Rycina 5.6. Średnia liczba dni z mgłą w półroczu ciepłym (lewe słupki) i chłodnym (prawe słupki) (1991–2000)

Rycina 5.7. Średnia liczba dni z burzą (1991–2000)

Rycina 6.1. Człowiek i jego środowisko termiczne: elementy meteorologiczne

Rycina 6.2. Koncepcja przejścia od wielowymiarowego pola informacji meteorologiczno-fizjologicznej do jednowymiarowego wskaźnika *UTCI*; T_a – temperatura powietrza, T_{mrt} – średnia temperatura promieniowania, v_p – ciśnienie pary wodnej, v_a – prędkość wiatru

Rycina 6.3. Przebieg roczny średnich (avg), najwyższych (max) i najniższych (min) dekadowych wartości *UTCI* w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

Rycina 6.4. Częstość (w miesiącach) sytuacji biotermicznych cechujących się różnymi rodzajami obciążeń cieplnych organizmu zdefiniowanym na podstawie wskaźnika *UTCI* w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

Rycina 6.5. Przebieg roczny średnich (avg), najwyższych (max) i najniższych (min) dekadowych wartości *PST* w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

Rycina 6.6. Częstość (w miesiącach) różnych kategorii odczuć cieplnych wyznaczonych na podstawie wskaźnika *PST* w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

Rycina 6.7. Przebieg roczny najniższych (min) dekadowych wartości *MHR* w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000

- Rycina 6.8. Częstość (w miesiącach) dni z warunkami biotermicznymi niekorzystnymi dla wysiłku fizycznego o określonej intensywności w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000
- Rycina 6.9. Przebieg roczny najwyższych (max) dekadowych wartości wskaźnika pożądanej termizolacyjności odzieży (*Iclp*) w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000
- Rycina 6.10. Częstość (w miesiącach) dni z warunkami biotermicznymi, podczas których do zapewnienia komfortu cieplnego organizmu konieczne jest korzystanie z określonych zestawów odzieżowych w poszczególnych regionach bioklimatycznych w latach 1991–2000
- Rycina 7.1. Najniższe roczne wartości wskaźnika *BCI* (*BCI* min) ilustrujące intensywność ochłodzeń z dnia na dzień na wybranych stacjach w Polsce (1991–1997)
- Rycina 7.2. Najwyższe roczne wartości wskaźnika *BCI* (*BCI* max) określające intensywność ociepleń z dnia na dzień na wybranych stacjach w Polsce (1991–1997)
- Rycina 7.3. Średnie sezonowe wartości kontrastów biotermicznych pomiędzy wybranymi miejscowościami w Polsce w latach 1991–2000
- Rycina 8.1. Przebiegi roczne średnich dekadowych wartości wskaźników oceny pogody (WSI_{avg}) dla różnych form klimatoterapii w poszczególnych regionach bioklimatycznych Polski, 1991–2000
- Rycina 8.2. Dekady (zaznaczone barwą pomarańczową), w których można korzystać z kąpieli słonecznych (okres helioterapeutyczny) w poszczególnych regionach bioklimatycznych Polski
- Rycina 8.3. Dekady (zaznaczone barwą pomarańczową), w których można korzystać z kąpieli powietrznych (okres aeroterapeutyczny) w poszczególnych regionach bioklimatycznych Polski
- Rycina 8.4. Dekady (zaznaczone barwą pomarańczową), w których można korzystać z łagodnych form terapii terenowej (okres terenoterapii łagodnej) w poszczególnych regionach bioklimatycznych Polski
- Rycina 8.5. Dekady (zaznaczone barwą pomarańczową), w których można korzystać z intensywnych form terapii terenowej (okres terenoterapii intensywnej) w poszczególnych regionach bioklimatycznych Polski
- Rycina 9.1. Wartości maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (słupek) strat ciepła z organizmu w uzdrowiskach w I typie pogody oraz struktura średnich strat ciepła
- Rycina 9.2. Wartości maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (słupek) strat ciepła z organizmu w uzdrowiskach w II typie pogody oraz struktura średnich strat ciepła
- Rycina 9.3. Wartości maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (avg) salda wymiany ciepła w strefie A (kolor czerwony) i B (kolor niebieski) ochrony uzdrowiskowej w I typie pogody
- Rycina 9.4. Wartości maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (avg) salda wymiany ciepła w strefie A (kolor czerwony) i B (kolor niebieski) ochrony uzdrowiskowej w II typie pogody
- Rycina 9.5. Wartości ewaporacyjnych (*E*), konwekcyjnych (*C*) i radiacyjnych (*L*) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (*R*), saldo wymiany ciepła (*S*) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Buska-Zdroju w I typie pogody

Rycina 9.6. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Buska-Zdroju w II typie pogody

Rycina 9.7. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Gołdapi w I typie pogody

Rycina 9.8. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Gołdapi w II typie pogody

Rycina 9.9. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Konstancina-Jeziorny w I typie pogody

Rycina 9.10. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Konstancina-Jeziorny w II typie pogody

Rycina 9.11. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Łądka-Zdroju w I typie pogody

Rycina 9.12. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Łądka-Zdroju w II typie pogody

Rycina 9.13. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Świnoujścia w I typie pogody

Rycina 9.14. Wartości ewaporacyjnych (E), konwekcyjnych (C) i radiacyjnych (L) strat ciepła, pochłonięte promieniowanie słoneczne (R), saldo wymiany ciepła (S) [$W \cdot m^{-2}$] oraz jednostki biotopoklimatyczne na obszarze Świnoujścia w II typie pogody

Rycina 9.15. Udział powierzchniowy poszczególnych biotopoklimatów w strefach A i B ochrony uzdrowiskowej w zależności od typu pogody

Rycina 9.16. Maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (avg) wartości $UTCI$ w strefie A (kolor czerwony) i B (kolor niebieski) ochrony uzdrowiskowej w I typie pogody

Rycina 9.17. Maksymalne (max), minimalne (min) i średnie (avg) wartości $UTCI$ w strefie A (kolor czerwony) i B (kolor niebieski) ochrony uzdrowiskowej w II typie pogody

Rycina 9.18. Wartości $UTCI$ w I typie pogody

Rycina 9.19. Wartości $UTCI$ w II typie pogody

- Rycina 9.20. Mapa oceny warunków bioklimatycznych dla klimatoterapii w uzdrowisku Busko-Zdrój; warunki bioklimatyczne dla klimatoterapii: 1 (A, B) – bardzo korzystne, 2 (A–D) – umiarkowanie korzystne, 3 (A, C) – mało korzystne, 4 (C, D) – niekorzystne
- Rycina 9.21. Mapa oceny warunków bioklimatycznych dla klimatoterapii w uzdrowisku Gołdap; warunki bioklimatyczne dla klimatoterapii: 1 (A, B) – bardzo korzystne, 2 (A–D) – umiarkowanie korzystne, 3 (A, C) – mało korzystne, 4 (A–C) – niekorzystne
- Rycina 9.22. Mapa oceny warunków bioklimatycznych dla klimatoterapii w uzdrowisku Konstancin; warunki bioklimatyczne dla klimatoterapii: 1 (B) – bardzo korzystne, 2 (A, C) – umiarkowanie korzystne, 3 (A–C) – mało korzystne, 4 (C, D) – niekorzystne
- Rycina 9.23. Mapa oceny warunków bioklimatycznych dla klimatoterapii w uzdrowisku Łądek-Zdrój; warunki bioklimatyczne dla klimatoterapii: 1 (A–C) – bardzo korzystne, 2 (A–C) – umiarkowanie korzystne, 3 (A, C) – mało korzystne, 4 (C, D) – niekorzystne
- Rycina 9.24. Mapa oceny warunków bioklimatycznych dla klimatoterapii w uzdrowisku Świnoujście; warunki bioklimatyczne dla klimatoterapii: 1 (A–C) – bardzo korzystne, 2 (A–C) – umiarkowanie korzystne, 3 (A, C) – mało korzystne, 4 (C) – niekorzystne
- Rycina 10.1. Średnie roczne usłonecznienie
- Rycina 10.2. Średnia liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) w roku
- Rycina 10.3. Średnia liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) w roku
- Rycina 10.4. Średnia liczba dni umiarkowanie mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$) w roku
- Rycina 10.5. Średnia liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$) w roku
- Rycina 10.6. Częstość międzydobowych zmian średniej temperatury powietrza $> 6^{\circ}\text{C}$ (1991–2000)
- Rycina 10.7. Średnia liczba dni parnych w roku (ciśnienie pary wodnej o godzinie 12 UTC $\geq 18,8$ hPa)
- Rycina 10.8. Średnia liczba dni parnych (ciśnienie pary wodnej co najmniej w jednym terminie obserwacyjnym: 6, 12 lub 18 UTC, $\geq 18,8$ hPa; 1991–2000)
- Rycina 10.9. Średnia liczba dni pochmurnych w roku (1993–2002)
- Rycina 10.10. Średnia liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm w roku
- Rycina 10.11. Częstość międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego > 8 hPa (między godziną 12 UTC kolejnych dni, 1991–2000)
- Rycina 10.12. Średnia liczba dni ze średnią dobową prędkością wiatru < 2 m·s⁻¹ w roku (1991–2000)
- Rycina 10.13. Średnia liczba dni z maksymalną prędkością wiatru ≥ 8 m·s⁻¹ w roku (1991–2000)
- Rycina 10.14. Średnia liczba dni z mgłą w półroczu ciepłym (IV–IX)
- Rycina 10.15. Średnia liczba dni z mgłą w półroczu chłodnym (X–III)

Rycina 10.16. Średnia liczba dni z silnym i bardzo silnym stresem gorąca ($UTCI > 32^{\circ}\text{C}$) w półroczu ciepłym (IV–IX)

Rycina 10.17. Średnia liczba dni z silnym i bardzo silnym stresem zimna ($UTCI < -13^{\circ}\text{C}$) w półroczu chłodnym (X–III)

Spis tabel

Tabela 1.1. Możliwość stosowania różnych form terenoterapii w leczeniu niektórych schorzeń

Tabela 1.2. Lista stacji, położenie w regionie oraz zakres danych wykorzystanych w opracowaniu

Tabela 2.1. Średnie, maksymalne i minimalne sumy miesięczne całkowitego promieniowania słonecznego ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, 1991–2000)

Tabela 2.2. Średnia miesięczna liczba dni ze słońcem (1991–2000)

Tabela 2.3 Częstość dni pogodnych (średnie dobowe zachmurzenie ≤ 2 oktanty, 1991–2000)

Tabela 2.4. Częstość dni pochmurnych (średnie dobowe zachmurzenie ≥ 7 oktantów, 1991–2000)

Tabela 3.1. Średnia miesięczna i roczna temperatura powietrza ($^{\circ}\text{C}$, 1991–2000) wraz z zaznaczonymi kolorami wartościami mniejszymi od mediany

Tabela 3.2. Średnia temperatura powietrza ($^{\circ}\text{C}$) o 12 UTC oraz liczba dni charakterystycznych pod względem termicznym (1991–2000)

Tabela 3.3. Fale upałów i zimna (1991–2000)

Tabela 3.4. Częstość (%) międzydobowych zmian średniej temperatury powietrza $> 6^{\circ}\text{C}$ (1991–2000)

Tabela 3.5. Częstość (%) silnie odczuwalnych bodźców termicznych ($dt \geq 8^{\circ}\text{C}$, 1991–2000)

Tabela 3.6. Częstość (%) ostrych bodźców termicznych ($dt \geq 12^{\circ}\text{C}$, 1991–2000)

Tabela 3.7. Liczba dni parnych (w których w choć jednym terminie obserwacyjnym ciśnienie pary wodnej $\geq 18,8$ hPa) oraz średnia wilgotność względna powietrza (12 UTC, 1991–2000)

Tabela 3.8. Częstość (%) powietrza odczuwanego jako wilgotne (wilgotność względna powietrza o 12 UTC $> 85\%$, 1991–2000)

Tabela 3.9. Częstość (%) powietrza odczuwanego jako suche (wilgotność względna powietrza o 12 UTC $\leq 56\%$, 1991–2000)

Tabela 3.10. Okresy z ciśnieniem pary wodnej $e \geq 18,8$ hPa (stan parności) z 12 UTC (1991–2000)

Tabela 4.1. Częstość (%) niskiego ciśnienia atmosferycznego (1991–2000, za przypadek niskiego ciśnienia atmosferycznego uznano wartość mniejszą lub równą percentylowi 0,1 dla wieloletniej serii danych dla każdej stacji)

Tabela 4.2. Częstość (%) wysokiego ciśnienia atmosferycznego (1991–2000, za przypadek wysokiego ciśnienia atmosferycznego uznano wartość większą lub równą percentylowi 0,9 dla wieloletniej serii danych dla każdej stacji)

Tabela 4.3. Częstość (%) przypadków dużych (8,1–12,0 hPa) i bardzo dużych (> 12,0 hPa) międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego w Polsce (1991–2000)

Tabela 4.4. Okresy ze zmianą ciśnienia atmosferycznego $dp > 8$ hPa z dnia na dzień (1991–2000)

Tabela 4.5. Charakterystyka warunków wiatrowych (1991–2000)

Tabela 5.1. Charakterystyka opadów atmosferycznych (1991–2000)

Tabela 5.2. Charakterystyka zjawisk atmosferycznych (1991–2000)

Tabela 6.1. Parametry fizjologiczne uwzględnione przy tworzeniu wskaźnika *UTCI*

Tabela 6.2. Skala oceny obciążeń cieplnych organizmu według wskaźnika *UTCI*

Tabela 6.3. Średnie roczne, najwyższe (max) i najniższe (min) wartości wskaźnika obciążeń cieplnych *UTCI* w poszczególnych regionach bioklimatycznych, (1991–2000)

Tabela 6.4. Wartości średnie, najwyższe (max) i najniższe (min) wskaźnika obciążeń cieplnych człowieka (*UTCI*, °C) oraz częstości (%) jego wybranych kategorii (1991–2000)

Tabela 6.5. Średnie roczne, najwyższe (max) i najniższe (min) wartości temperatury odczuwanej fizjologicznie *PST* w poszczególnych regionach bioklimatycznych (1991–2000)

Tabela 6.6. Średnie, najwyższe (max) i najniższe (min) wartości temperatury odczuwanej fizjologicznie (*PST*, °C, 1991–2000)

Tabela 6.7. Metaboliczna produkcja ciepła przy różnej aktywności fizycznej człowieka

Tabela 6.8. Średnie, najwyższe (max) i najniższe (min) wartości dopuszczalnej aktywności fizycznej ($W \cdot m^{-2}$) nie powodującej nadmiernego obciążenia serca (1991–2000)

Tabela 6.9. Podstawowa izolacyjność termiczna (*Iclp*) zestawów odzieży przeznaczonych do przebywania na wolnym powietrzu

Tabela 6.10. Średnie, najwyższe (max) i najniższe (min) wartości termoizolacyjności odzieży (clo) potrzebnej do zachowania komfortu cieplnego (1991–2000)

Tabela 7.1. Kategorie kontrastowości warunków biotermicznych

Tabela 7.2. Średnie i najwyższe w skali roku bezwzględne wartości wskaźnika kontrastowości warunków bioklimatycznych [*BCI*] dla wybranych par miejscowości w Polsce w latach 1991–2000

Tabela 7.3. Najwyższe i najniższe wartości oraz częstość (%) poszczególnych klas wskaźnika *BCI*, w odniesieniu do międzydobowych kontrastów biotermicznych (1991–1997)

Tabela 8.1. Obiektywna biosynoptyczna klasyfikacja pogody (wg Niemieckiej Służby Pogody) oraz towarzyszące im oddziaływania psychofizyczne

Tabela 8.2. Schemat zapisu cyfrowego biotermiczno-meteorologicznej klasyfikacji pogody

Tabela 8.3. Wskaźniki przydatności pogody (*WSI*) dla różnych form klimatoterapii (SB – helioterapia, AB – aeroterapia, MR – łagodna terenoterapia, AR – aktywna terenoterapia; 1991–2000)

Tabela 9.1. Uśrednione wartości współczynników zmian: natężenia całkowitego promieniowania słonecznego (*zr*), temperatury (*zt*) i wilgotności (*zf*) powietrza oraz prędkości wiatru (*zv*)

Tabela 9.2. Wartości maksymalne (*max*), minimalne (*min*) i średnie (*avg*) pochłoniętego promieniowania słonecznego ($W \cdot m^{-2}$) w wybranych typach pogody

Tabela 9.3. Procentowy udział klas obciążeń cieplnych w strefach ochrony uzdrowskiej w typach pogody

Tabela 10.1. Kryteria oceny właściwości leczniczych klimatu w Polsce

Contents

PREFACE

1. INTRODUCTION

- 1.1. Bases and forms of climate therapy
 - 1.1.1. Climatic stimuli
 - 1.1.2. Climatic treatment
- 1.2. Materials and methods

2. REGIONAL DIFFERENTIATION OF RADIATION STIMULI

- 2.1. Solar radiation
- 2.2. Sunshine duration
- 2.3. Cloudiness

3. REGIONAL DIFFERENTIATION OF THERMAL AND HUMIDITY STIMULI

- 3.1. Air temperature
- 3.2. Air humidity

4. REGIONAL DIFFERENTIATION OF MECHANICAL STIMULI

- 4.1. Atmospheric pressure
- 4.2. Air movement

5. REGIONAL DIFFERENTIATION OF WEATHER PHENOMENA

- 5.1. Precipitation
- 5.2. Snow cover
- 5.3. Fogs and thunderstorms

6. CHARACTERISTICS OF BIOTHERMAL CONDITIONS

- 6.1. Bases of human heat balance
- 6.2. Universal Thermal Climate Index
- 6.3. Physiological Subjective Temperature
- 6.4. Accepted activity level
- 6.5. Predicted thermal insulation of clothing

7. CONTRASTS OF BIOCLIMATIC CONDITIONS

8. CLIMATE THERAPY PERIODS

- 8.1. Bases of defining climate therapy periods
- 8.2. Weather evaluation from a climate therapy viewpoint

9. LOCAL DIFFERENTIATION OF CLIMATIC AND BIOCLIMATIC CONDITIONS

- 9.1. Impact of various environmental elements on local climate
- 9.2. Methods of presentation of climate differentiation on maps in local scale
 - 9.2.1. Analytical maps based on GIS
 - 9.2.2. Synthetic maps based on GIS
 - 9.2.3. Evaluation maps

10. PROPOSAL OF VERIFICATION CLIMATIC NORMS FOR HEALTH RESORTS

11. FINAL REMARKS

BIBLIOGRAPHY

SUMMARY

LIST OF FIGURES

LIST OF TABLES

Summary

The therapeutic potential of the Polish climate

The atmospheric environment, which is composed of both basic meteorological elements (sunlight, air humidity and temperature, atmospheric pressure, wind and precipitation) as well as atmospheric gases, air pollution, noise etc., constantly affects human beings and can be a favourable or unfavourable factor in our health.

The Polish climate is shaped by penetrating oceanic and continental influences. The vicinity of the Baltic Sea in the north is significant in climate-formation as well as the local shape and coverage of the terrain (high mountains, extensive lake district). This diversity of climate-formation factors is mirrored both in the general regionalisation of the climate as well as regional bioclimatic regionalisation which has become the basis of its monograph (Fig. 1.2). Within this framework a few regions stand out which have separate characteristics. However, even within a single region there are sometimes significant differences in the values of the climatic elements. The areas which have virtues conducive to human health and also diversity of climate itself, are used by physical medicine in the process of climatotherapy.

The level of climatic stimulation is evaluated on the basis of the extreme values of the basic meteorological elements and their complexes. They illustrate the scope of change which the human body must be prepared for in a given environment. Whereas the intensity of the stimuli is described on the basis of their magnitude or the length of the occurrence.

The long-term experience of the Geoecology and Climatology Department of the Institute of Geography and the Spatial Organization of the Polish Academy of Sciences, in tests aimed at defining the local differences in climate conditions for the needs of treatment in health resorts and potential health resorts, resulted in the preparation of the current monograph. In the monograph, new research methods and new issues were taken into account in the analysis of the bioclimate, including the question of long-term disadvantageous weather conditions (heat and cold waves, sultry periods) and the contrast of the bioclimatic conditions between the permanent place of residence and the place of treatment or rest.

The aim of the work entitled “The therapeutic potential of the Polish climate”, alongside characterising the general climate conditions and bioclimate of Poland from the point of view of the medical opportunities, is also to show its stimulatory and contrasting qualities. And what the authors believe to be important, the presentation of new, more easily measured assessment criteria regarding the medical treatment characteristics of the climate from the point of view of climatic treatment.

The basis of the study is meteorological data from 38 stations situated in all the bioclimatic regions - mostly data from 1991–2000. The smaller number of places was used in the description of radiative conditions, including total sunlight, which is a result of the low number of stations where actinometry measurements are made in Poland.

Climatotherapy is one of the forms of complex physical treatment, during which the activity of meteorological elements and weather properties as well as local climate conditions are used in prevention, treatment and rehabilitation. The basic forms of climatotherapy are understood to be: heliotherapy (sun based treatment), arotherapy (air based treatment), terrain therapy (outdoor physical activity) and thalassotherapy (beach microclimate based treatment).

The greatest solar potential to be exploited in heliotherapy over the whole year is found in the South-East Region and in the middle part of the Central Region. The Coastal Region stands out in spring as does the North-East Region in the summer, however in the winter the southern part of Central Region and the higher mountains are more advantageous. In north and central Poland, the most favourable months from a heliotherapy and also terrain therapy perspective are May and August, which are characterised by less cloud cover. In the mountain regions, cloud cover is greater and follows a different annual pattern than the rest of the country; maximum cloud cover is in spring and minimum in December and January.

Regarding the usefulness of thermal conditions for health spa treatments (chapter 3), the most least extreme conditions are in the southern part of the Central Region as well as in the west of the country, whereas the strongest stimuli are found in the mountainous regions, especially the Carpathian Region. It is important to remember, though, that there are large differences in thermal conditions between individual towns, which is caused by a great variability of the terrain.

As far as hygric conditions are concerned, Cracow is decidedly negative (amongst the group of stations analysed), with a high level of humidity especially in the warm half of the year and a high number of sultry days. Also Rabka-Zdrój fares poorly with a high number of sultry days in the warm half of the year and also high humidity in winter. A clearly observed lower number of sultry days is seen in the Coastal Region.

The most favourable conditions for climatotherapy in Poland are to be found in the Central and South-East regions. There is relatively low occurrence of calm

weather, weak winds or strong winds. The Coastal and Lakeland areas have somewhat worse conditions (strong winds are more common) as well as the North-East and Upland (common occurrence of calm weather and weak winds). However, the Sudetic and Carpathian regions are characterised by greater differences in wind conditions due to the shape of the terrain. In vales and basins there are often calm conditions, whilst in the mountain ridges very strong winds occur.

Among the atmospheric phenomena described in chapter 5, the greatest barrier to application of outdoor terrain therapy is precipitation, which varies greatly among the regions. The most important, regional precipitation characteristics include: a rise in precipitation totals in the central area of the Baltic coast and the rain shadow in Gdansk, the fall in precipitation totals in the Central Region, excluding Katowice, the rise in the number of days with precipitation in the mountain regions (in Rabka-Zdrój, Świeradów-Zdrój and Wysowa-Zdrój exceeding the norm for the accepted 183 days), particularly in the highest mountainous terrain. The greatest number of days with fog, which also has a precisely defined accepted norm, was noted in Zielona Góra, where the limits were exceeded for both halves of the year. The limits of foggy days were distinctly exceeded in the warm half of the year in Koszalin, Olsztyn, Katowice, Lublin and Rzeszów. Storms were most commonly noted in Podkarpacie and above large agglomerations. An increase in their frequency is also observed from the west to the east of Poland.

In assessing the potential of Poland for climatotherapy, it is not only the average number of days with certain weather conditions that is significant, but also the frequency and length of periods of favourable weather for various forms of climatotherapy. From the data on the length of time such stimuli occur, it seems that the least favourable bioclimatic conditions among the analysed places are to be found in the Upland Region. In Cracow, there is a large number of heat waves, long periods of calm, but also some strong winds. Sultry weather also often occurs. Similarly in Rzeszów, cold snaps, heat waves and sultry weather are common. On the other hand, in the Coastal Region, which is characterised by mild thermal conditions, there are unfavourable periods of precipitation and strong winds.

In chapter 6, the diversity of biothermal conditions in Poland is presented in detail using a few bio-thermal indices. According to one of these indices, the universal thermal climate index *UTCI*, days with strong and very strong heat stress are most commonly noted in the Sudetic and Upland regions: in July and August they occur with a frequency of 4–5 days a month. This dangerous heat stress occurs least often, only 2 days a month in July and August, in the Coastal Region. A strong cold stress characterises on 10–15% of winter days in the Sudetic and Coastal regions, but over 40% in the Carpathian and South-East regions.

In effective climatotherapy, it is important to subject the body to different climatic stimuli to that experienced in a person's place of residence. The possibility to

exploit Poland's bioclimate is illustrated in the bioclimatic contrasts index (*BCI*), described in chapter 7. The *BCI* index, allows for the definition of which acclimatic stress awaits the body in the case of a sudden (taking place within 24 hours) change in weather conditions, caused by moving long distances in Poland, encompassing different climate conditions, thus illustrating the potential of different stimuli in the Polish climate. The positive sign means that the climate conditions in the place of residence are "warmer" than in the destination, or the conditions on a given day are warmer than the previous day. The negative sign means the opposite. In the case of biothermal contrast, connected with the change in weather conditions in a given month, a greater intensity characterises cooling down rather than warming up. The strongest warming up was noted in stations furthest west: Szczecin and Zielona Góra, whilst the weakest were in Hala Gąsienicowa, representing a high mountain range. Bioclimatic contrasts among the regions of Poland are clearly differentiated seasonally. Winter is characterized by a small or moderate contrast in bioclimatic conditions in Poland. In spring and autumn the contrast clearly increases. The greatest absolute values of the *BCI* index characterise the higher mountain areas, irrespective of which bioclimatic region we travel there from. In the summer the contrast of the bioclimate is greatest, on certain days the *BCI* index for various pairs of places can show extreme differences, which excessively burden the body. The Coastal and mountain regions (Carpathian and Sudetic) are clearly distinguished. For people living in other regions of Poland, trips to those places will involve intensive or very intensive adaptations by the body.

Useful periods for applying various forms of climatotherapy last, depending on the bioclimatic region, from almost 2 months to the whole year. Sunbathing can be used for the shortest time in the year, including up to 5 months in the Coastal Region during the warm half of the year, and as few as 5 periods of 10 days between May and October in the Carpathian Region. In all of Poland, except the Carpathian Region, aerotherapy can be applied from the end of April to the 1st 10 days of October. Intensive forms of terrain therapy throughout Poland can be used the whole year round, except in the Carpathian Region, again, in the summer months.

Climatotherapy should exploit all the positive characteristics of the bioclimate of a particular place. Information supplied by the local meteorological station refers to so-called standard conditions, in other words, open, flat terrain, with an open horizon, at a height of 2 m above the ground covered with grass to a height of 10 cm. However, in practice, climatotherapeutic treatment occurs in various places, quite different to the standards. These local properties of the environment cause a distinct modification of the general weather characteristics. The numerous analyses of local climate supply information about the spatial diversity of the climate due to local factors – the shape of the terrain, land use and land cover, horizon shading, the physical properties of active surface (roughness, conductivity and heat capacity

among others). It is assumed that the direction of the modification of the general physical features is a constant, topoclimatic (local climate) value of the given fragment of terrain. The actual range of the modification, however, may differ in various weather conditions. Chapter 9 is dedicated to the methods of presentation these issues.

All the characteristics that have been taken into account point towards large differences between the stimuli in the Carpathian and Sudetic mountain climates. A clear rise in the severity of the conditions is observed as you travel east.

Research on the treatment potential of the Polish climate also allows for the proposal of new assessment criteria (chapter 10). The basis for the determination of the norm values was data from the health resorts from 1971–1990 (Kozłowska-Szczęśna et al. 2002) as well as data from 29 meteorological stations from 1991–2000. In designating the values of the norm, the assumption that the bioclimatic conditions in the resorts should be better than in the majority of Poland was foundational.

With regards to certain climate characteristics (sunlight, precipitation and fog) the authors propose that the current normative values should be made more precise or modified (e.g. regarding the number of foggy days). However, of particular significance is the proposal of quantitative criteria in the case of those elements of the climate which did not have them and which are very important in the evaluation of the treatment potential of the climate of a specific place. In particular this concerns the number of days with characteristic air temperature values (e.g. the proposal that the average number of hot days doesn't exceed 30, or that the number of sultry days in a year is less than 20), the amount of cloud cover (the number of cloudy days per year should be less than 130) or wind speed (the number of days with a strong wind should not exceed 50). A detailed list of criteria is presented in the table in chapter 10. In the future, this proposal should become the basis for establishing new norms for evaluating the treatment properties of a health resort's climate.

The authors hope that this will be a valuable publication for geographers, climatologists and those involved in tourism and recreation, but also for local governments where health resorts can be found or are planned, for health resort doctors or simply for those interested in the subject.

List of Figures

- Figure 1.1. Man in the atmospheric environment
- Figure 1.2. Bioclimatic regions in Poland (Błażejczyk 2004)
- Figure 1.3. The distribution of the analysed meteorological stations
- Figure 2.1. Annual sum of global solar radiation on the top of the atmosphere
- Figure 2.2. Mean annual sums of global solar radiation (1991–2000)
- Figure 2.3. Mean (avg), maximum (max) and minimum (min) daily sums of global solar radiation (1991–2000)
- Figure 2.4. Mean annual sunshine duration (1991–2000)
- Figure 2.5. Mean daily (avg), maximum (max) and minimum (min) sunshine duration (hours) (1991–2000)
- Figure 2.6. The difference of daily mean sunshine duration between Wrocław and the rest of the analysed towns of Central Region and 3 towns of the highest annual sum of sunshine duration (1991–2000)
- Figure 2.7. Mean annual cloud cover (1991–2000)
- Figure 2.8. Monthly mean cloud cover in the sites represent bioclimatic regions: Coastal (A), Lakeland (B), together North-East and South-East (C), together Upland and Carpathian (D) and Central (E) (1991–2000)
- Figure 2.9. Number of sunny and overcast periods of different duration (1991–2000)
- Figure 3.1. Absolute range of air temperature (A) and the highest maximum and the lowest minimum air temperature (B) on the analysed stations (1991–2000)
- Figure 3.2. Number of heat waves of different duration (1991–2000)
- Figure 3.3. Number of cold waves of different duration (1991–2000)
- Figure 3.4. Number of sultry periods of different duration (1991–2000)
- Figure 4.1. Mean annual (avg), absolute minimum (min) and maximum (max) atmospheric pressure (hPa) in chosen meteorological stations in Poland (values not reduced to sea level, 1991–2000)
- Figure 4.2. Absolute amplitude of atmospheric pressure in chosen meteorological stations in Poland (1991–2000)
- Figure 4.3. Mean day-to-day change of atmospheric pressure in chosen meteorological stations in Poland (1991–2000)

Figure 4.4. Maximum day-to-day change of atmospheric pressure in chosen meteorological stations in Poland (1991–2000)

Figure 4.5. Frequency of different intensity of day-to-day change of atmospheric pressure in chosen meteorological stations in Poland (1991–2000)

Figure 4.6. Number of periods with high and low atmospheric pressure and its day-to-day changes over 8 hPa (1991–2000)

Figure 4.7. Number of calm and windy periods of different duration (1991–2000)

Figure 5.1. Monthly sums of rainfall in different bioclimatic regions (1991–2000)

Figure 5.2. Monthly sums of rainfall in Katowice and means from other 7 towns in Central Region

Figure 5.3. Number of periods with precipitation ≥ 1 mm and without precipitation (1991–2000)

Figure 5.4. Mean annual sum of rainfall (1991–2000)

Figure 5.5. Mean annual number of days with snow cover (1991–2000)

Figure 5.6. Mean number of days with fog in a warm-half (left bars) and cold-half of a year (right bars) (1991–2000)

Figure 5.7. Mean annual number of days with thunderstorm (1991–2000)

Figure 6.1. Man and his thermal environment: meteorological elements

Figure 6.2. Concept of transient from multi-dimensional meteorological and physiological information to one-dimensional *UTCI*; T_a – air temperature, T_{mrt} – mean radiant temperature, vp – vapour pressure, va – wind speed

Figure 6.3. Annual course of mean (avg), maximum (max) and minimum (min) 10-days values of *UTCI* in particular bioclimatic regions, 1991–2000

Figure 6.4. Frequency (in months) of days with various heat/cold stress categories (due to *UTCI*) in particular bioclimatic regions, 1991–2000

Figure 6.5. Annual course of mean (avg), maximum (max) and minimum (min) 10-days values of *PST* in particular bioclimatic regions, 1991–2000

Figure 6.6. Frequency (in months) of days with various thermal sensations, due to *PST*, in particular bioclimatic regions, 1991–2000

Figure 6.7. Annual course of the lowest (min) 10-day values of *MRH* index in particular bioclimatic regions, 1991–2000

Figure 6.8. Frequency (in months) of days with bio-thermal conditions unfavourable for define level of physical activity in particular bioclimatic regions, 1991–2000

- Figure 6.9. Annual course of the highest (max) 10-days values of predicted thermal insulation index (I_{clp}) in particular bioclimatic regions, 1991–2000
- Figure 6.10. Frequency (in months) of days with bio-thermal conditions required define clothing ensembles to keep thermal comfort in particular bioclimatic regions, 1991–2000
- Figure 7.1. The lowest annual values of BCI index (BCI min) illustrated intensity of day-to-day cooling on selected stations in Poland (1991–1997)
- Figure 7.2. The highest annual values of BCI index (BCI max) illustrated intensity of day-to-day cooling on selected stations in Poland (1991–1997)
- Figure 7.3. Mean seasonal bio-thermal contrasts between selected sites in Poland
- Figure 8.1. Annual course of mean 10-days weather suitability index (WSI_{avg}) for various forms of climate therapy in particular bioclimatic regions, 1991–2000
- Figure 8.2. 10-days periods (marked in orange) with weather useful for heliotherapy in particular bioclimatic regions
- Figure 8.3. 10-days periods (marked in orange) with weather useful for arotherapy in particular bioclimatic regions
- Figure 8.4. 10-days periods (marked in orange) with weather useful for mild terrain therapy in particular bioclimatic regions
- Figure 8.5. 10-days periods (marked in orange) with weather useful for intensive terrain therapy in particular bioclimatic regions
- Figure 9.1. Maximum (max), minimum (min) and average (bar) values of heat losses in health resorts in the 1st type of weather conditions and the structure of average heat losses
- Figure 9.2. Maximum (max), minimum (min) and average (bar) values of heat losses in health resorts in the 2nd type of weather conditions and the structure of average heat losses
- Figure 9.3. Maximum (max), minimum (min) and average (avg) values of net heat storage in A (red) and B (blue) health resort zones in the 1st type of weather
- Figure 9.4. Maximum (max), minimum (min) and average (avg) values of net heat storage in A (red) and B (blue) health resort zones in the 2nd type of weather
- Figure 9.5. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Busko-Zdrój health resort in the 1st type of weather
- Figure 9.6. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Busko-Zdrój health resort in the 2nd type of weather

Figure 9.7. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Gołdap health resort in the 1st type of weather

Figure 9.8. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Gołdap health resort in the 2nd type of weather

Figure 9.9. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Konstancin-Jeziorna health resort in the 1st type of weather

Figure 9.10. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Konstancin-Jeziorna health resort in the 2nd type of weather

Figure 9.11. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Łądek-Zdrój health resort in the 1st type of weather

Figure 9.12. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Łądek-Zdrój health resort in the 2nd type of weather

Figure 9.13. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Świnoujście health resort in the 1st type of weather

Figure 9.14. The values of evaporative (E), convective (C) and radiative (L) heat losses, absorbed solar radiation (R'), net heat storage (S) [$W \cdot m^{-2}$] as well as local bioclimates in Świnoujście health resort in the 2nd type of weather

Figure 9.15. The participation of local bioclimates in A and B health resort zones under two types of weather

Figure 9.16. Maximum (max), minimum (min) and average (avg) values of the $UTCI$ in A (red) and B (blue) health resort zones in the 1st type of weather

Figure 9.17. Maximum (max), minimum (min) and average (avg) values of the $UTCI$ in A (red) and B (blue) health resort zones in the 2nd type of weather

Figure 9.18. The values of the $UTCI$ in the 1st type of weather

Figure 9.19. The values of the $UTCI$ in the 2nd type of weather

Figure 9.20. Map evaluated bioclimatic conditions from the point of view of climate therapy in Busko-Zdrój health resort; assessment units: 1 (A, B) – very favourable areas, 2 (A–D) – moderately favourable areas, 3 (A, C) – slightly favourable areas, 4 (C, D) – unfavourable areas

Figure 9.21. Map evaluated bioclimatic conditions from the point of view of climate therapy in Gołdap health resort; assessment units: 1 (A, B) – very favourable areas, 2 (A–D) – moderately favourable areas, 3 (A, C) – slightly favourable areas, 4 (A–C) – unfavourable areas

- Figure 9.22. Map evaluated bioclimatic conditions from the point of view of climate therapy in Konstancin health resort; assessment units: 1 (B) – very favourable areas, 2 (A, C) – moderately favourable areas, 3 (A–C) – slightly favourable areas, 4 (C, D) – unfavourable areas
- Figure 9.23. Map evaluated bioclimatic conditions from the point of view of climate therapy in Łądek-Zdrój health resort; assessment units: 1 (A–C) – very favourable areas, 2 (A–C) – moderately favourable areas, 3 (A, C) – slightly favourable areas, 4 (C, D) – unfavourable areas
- Figure 9.24. Map evaluated bioclimatic conditions from the point of view of climate therapy in Świnoujście health resort; assessment units: 1 (A–C) – very favourable areas, 2 (A–C) – moderately favourable areas, 3 (A, C) – slightly favourable areas, 4 (C) – unfavourable areas
- Figure 10.1. Mean annual sunshine duration
- Figure 10.2. Mean annual number of hot days ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)
- Figure 10.3. Mean annual number of tropical days ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)
- Figure 10.4. Mean annual number of very frosty days ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$)
- Figure 10.5. Mean annual number of extreme frosty days ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$)
- Figure 10.6. Frequency of day-to-day changes of mean daily air temperature $> 6^{\circ}\text{C}$ (1991–2000)
- Figure 10.7. Mean annual number of sultry days (water vapour pressure at 12 UTC $\geq 18,8$ hPa)
- Figure 10.8. Mean annual number of sultry days (water vapour pressure $\geq 18,8$ hPa in at least one observation: 6, 12 or 18 UTC; 1991–2000)
- Figure 10.9. Mean annual number of overcast days (1993–2002)
- Figure 10.10. Mean annual number of days with precipitation $\geq 0,1$ mm
- Figure 10.11. Frequency of day-to-day changes of atmospheric pressure > 8 hPa (between 12 UTC of successive days, 1991–2000)
- Figure 10.12. Mean annual number of days with daily mean wind speed < 2 m·s⁻¹ (1991–2000)
- Figure 10.13. Mean annual number of days with daily maximum wind speed ≥ 8 m·s⁻¹ (1991–2000)
- Figure 10.14. Mean annual number of days with fog in months IV–IX
- Figure 10.15. Mean annual number of days with fog in months X–III
- Figure 10.16. Mean annual number of days with strong and very strong heat stress ($UTCI > 32^{\circ}\text{C}$) in a warm-half of the year (IV–IX)
- Figure 10.17. Mean annual number of days with strong and very cold stress ($UTCI < -13^{\circ}\text{C}$) in a cold-half of the year (X–III)

List of Tables

Table 1.1. Detail treatment recommendations for various forms of terrain therapy

Table 1.2. List of stations, localization in regions and meteorological data used in a book

Table 2.1. Monthly mean, maximum and minimum sums of global solar radiation ($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}$, 1991–2000)

Table 2.2. Monthly mean number of days with any sunshine (1991–2000)

Table 2.3 Frequency of clear days (mean daily cloud cover ≤ 2 octants, 1991–2000)

Table 2.4. Frequency of overcast days (mean daily cloud cover ≥ 7 octants, 1991–2000)

Table 3.1. Mean monthly and annual air temperature ($^{\circ}\text{C}$, 1991–2000) with coloured monthly means lower than median

Table 3.2. Mean air temperature ($^{\circ}\text{C}$) at 12 UTC and number of thermal characteristic days (1991–2000)

Table 3.3. Heat and cold waves (1991–2000)

Table 3.4. Frequency (%) of day-to-day changes of mean daily air temperature $> 6^{\circ}\text{C}$ (1991–2000)

Table 3.5. Frequency (%) of strong thermal stimuli (daily air temperature amplitude $\geq 8^{\circ}\text{C}$, 1991–2000)

Table 3.6. Frequency (%) of very strong thermal stimuli (daily air temperature amplitude $\geq 12^{\circ}\text{C}$, 1991–2000)

Table 3.7. Number of sultry days (with at least one observation of water vapour pressure $\geq 18,8$ hPa) and mean relative air humidity (12 UTC, 1991–2000)

Table 3.8. Frequency of the air perceived as humid (relative air humidity at 12 UTC $> 85\%$, 1991–2000)

Table 3.9. Frequency (%) of the air perceived as dry (relative air humidity at 12 UTC $\leq 56\%$, 1991–2000)

Table 3.10. Periods with sultriness (water vapour pressure $e \geq 18.8$ hpa) noted at 12 UTC (1991–2000)

Table 4.1. Frequency (%) of low atmospheric pressure (1991–2000, a case of low atmospheric pressure is recognized as value lower than or equal to 0.1 percentile for long-term data series of each station)

Table 4.2. Frequency (%) of high atmospheric pressure (1991–2000, a case of high atmospheric pressure is recognized as value higher than or equal to 0.9 percentile for long-term data series of each station)

- Table 4.3. Frequency (%) of cases of large (8.1–12.0 hPa) and very large (> 12.0 hPa) day-to-day change of atmospheric pressure in Poland (1991–2000)
- Table 4.4. Periods with day-to-day changes of atmospheric pressure $dp > 8$ hPa (1991–2000)
- Table 4.5. Characteristic of wind conditions (1991–2000)
- Table 5.1. Rainfall characteristics (1991–2000)
- Table 5.2. The characteristics of weather phenomena (1991–2000)
- Table 6.1. Physiological parameters applied in *UTCI*
- Table 6.2. Assessment scale of *UTCI*
- Table 6.3. Mean annual, the highest (max) and the lowest (min) values of Universal Thermal Climate Index (*UTCI*) in particular bioclimatic regions, (1991–2000)
- Table 6.4. Mean, the highest (max) and the lowest (min) values of Universal Thermal Climate Index (*UTCI*) as well as frequencies (%) of its selected categories (1991–2000)
- Table 6.5. Mean annual, the highest (max) and the lowest (min) values of Physiological Subjective Temperature (*PST*) in particular bioclimatic regions, (1991–2000)
- Table 6.6. Mean, the highest (max) and the lowest (min) values of Physiological Subjective Temperature (*PST*, °C, 1991–2000)
- Table 6.7. Metabolic heat production in man at various activities
- Table 6.8. Mean, the highest (max) and the lowest (min) values of accepted metabolic rate ($W \cdot m^{-2}$, 1991–2000)
- Table 6.9. Basic thermal insulation of clothing ensembles (*Iclp*) to be used outdoor
- Table 6.10. Mean, the highest (max) and the lowest (min) values of predicted clothing insulation index (*Iclp*, clo, 1991–2000)
- Table 7.1. Categories of bio-thermal contrasts
- Table 7.2. Mean and the highest annual absolute values of bioclimatic contrasts index ($|BCI|$) for selected pairs of stations in Poland, 1991–2000
- Table 7.3. The highest and the lowest values of *BCI* index as well as frequency (%) of its various categories (1991–1997)
- Table 8.1. Bio-synoptic classification of weather (used in German Weather Service) and accompanied psycho-physical reactions
- Table 8.2. Scheme of digital description of bio-thermal-and-meteorological weather classification

Table 8.3. Weather Suitability Indices (*WSI*) for various forms of climate therapy (SB – heliotherapy, AB – aérotherapy, MR – mild terrain therapy, AR – intensive terrain therapy; 1991–2000)

Table 9.1. Averaged values of modifying coefficients of global solar radiation (*zr*), air temperature (*zt*), air humidity (*zf*) and wind velocity (*zv*)

Table 9.2. Maximum (max), minimum (min) and mean (avg) values of absorbed solar radiation ($W \cdot m^{-2}$) in chosen types of weather

Table 9.3. The percentage of heat stress classes in the area of health resort zones under two types of weather

Table 10.1. Criteria of evaluation of the therapeutic properties of the Polish climate

Wydawnictwo Akademickie SEDNO
Wydanie pierwsze
Arkuszy drukarskich: 17
Skład i łamanie: Janusz Fajto
Druk i oprawa: Drukarnia SKLENIARZ, Kraków
<http://rcin.org.pl>

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk oraz Wydawnictwo Akademickie SEDNO wspólnie wydają serię publikacji książkowych pracowników IGiPZ PAN – kolejną z nich jest **Potencjał leczniczy klimatu Polski**.

Autorzy mają nadzieję, że oddają wartościową publikację geografom, klimatologom, osobom zajmującym się profilaktyką zdrowia, a także samorządom gmin, w których istnieją lub planowane są uzdrowiska, lekarzom uzdrowiskowym i osobom zainteresowanym poruszonym zagadnieniem.

Rzetelne i interesujące studium, dotyczące potencjału leczniczego klimatu naszego kraju, oparte w dużej mierze na badaniach własnych. Należy podkreślić bardzo dobre udokumentowanie w postaci rycin i tabel. Opracowanie będzie cenną pozycją o znaczeniu tak metodycznym, jak i poznawczym.

Z recenzji prof. dr hab. Teresy Kozłowskiej-Szczęsnej

Autorzy monografii mają bardzo duże doświadczenie, wiedzę i umiejętności w zakresie bioklimatologii. Są cenionymi naukowcami w tej dziedzinie nauki, a ich publikacje są szeroko cytowane w literaturze naukowej i niniejsza praca z pewnością będzie należała do tej grupy. Książka może być wykorzystywana przez specjalistów ds. lecznictwa uzdrowiskowego, ale także w nauczaniu akademickim studentów różnych dziedzin, w tym nie tylko klimatologii, ale także turystyki i rekreacji.

Z recenzji dr hab. Katarzyny Piotrowicz

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

Cena 49 zł (w tym VAT)
ISBN 978-83-7963-001-1



9 788379 630011 >