



Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania
Polska Akademia Nauk

WŁAŚCIWOŚCI LECZNICZE KLIMATU UZDROWISKA KOŁOBRZEG

AUTORZY:

dr Magdalena Kuchcik

dr Jarosław Baranowski

dr Sandra Słowińska

dr Jakub Szmyd

nadzór merytoryczny

prof. dr hab. Krzysztof Błazejczyk

Warszawa 2018

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	3
1.1. Ogólna charakterystyka	3
1.2. Materiały podstawowe	3
1.3. Bodźcowość warunków klimatycznych	5
2. Warunki klimatyczne	10
2.1. Założenia oceny	10
2.2. Ocena warunków klimatycznych	12
3. Warunki biotermiczne	23
3.1. Uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych	23
3.2. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej	26
4. Ocena pogody z punktu widzenia klimatoterapii	28
5. Stan sanitarny powietrza	30
5.1 Źródła zanieczyszczeń i ich wpływ na człowieka	30
5.2 Normy i klasyfikacja stref w województwie zachodniopomorskim	32
5.3 Zanieczyszczenie powietrza w Kołobrzegu	35
6. Klimat akustyczny	38
7. Pola elektromagnetyczne	46
8. Podsumowanie	48
9. Zalecenia	50
Literatura	51

1. Wprowadzenie

1.1. Ogólna charakterystyka

Kołobrzeg to miasto położone w północno-zachodniej Polsce, nad morzem, w województwie zachodniopomorskim, na wysokości od 0 do 5 m n.p.m.

W podziale regionalnym Polski, Kołobrzeg leży na granicy dwóch makroregionów Pobrzeża Szczecińskiego i Pobrzeża Koszalińskiego, na granicy dwóch mezoregionów Wybrzeża Słowińskiego i Wybrzeża Trzebiatowskiego (Kondracki 2002).

Uzdrowisko zlokalizowane jest w I, nadmorskim regionie bioklimatycznym, najsilniej podlegającym wpływom Bałtyku, silnie bodźcowym (Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Położenie w strefie brzegowej morza Bałtyckiego sprzyja dużemu zróżnicowaniu zbiorowisk roślinnych terenów strefy A ochrony uzdrowiskowej, zlokalizowanej wzdłuż brzegu morza, o znacznej rozciągłości wschód-zachód. Klimat miejscowości nadmorskich charakteryzuje duże zróżnicowanie przestrzenne: plażę cechują odmienne warunki, od terenów parkowych i leśnych, oddalonych zaledwie kilkadziesiąt metrów od linii morza, a jeszcze inne cechy klimatu lokalnego posiada zwarta zabudowa miejska.

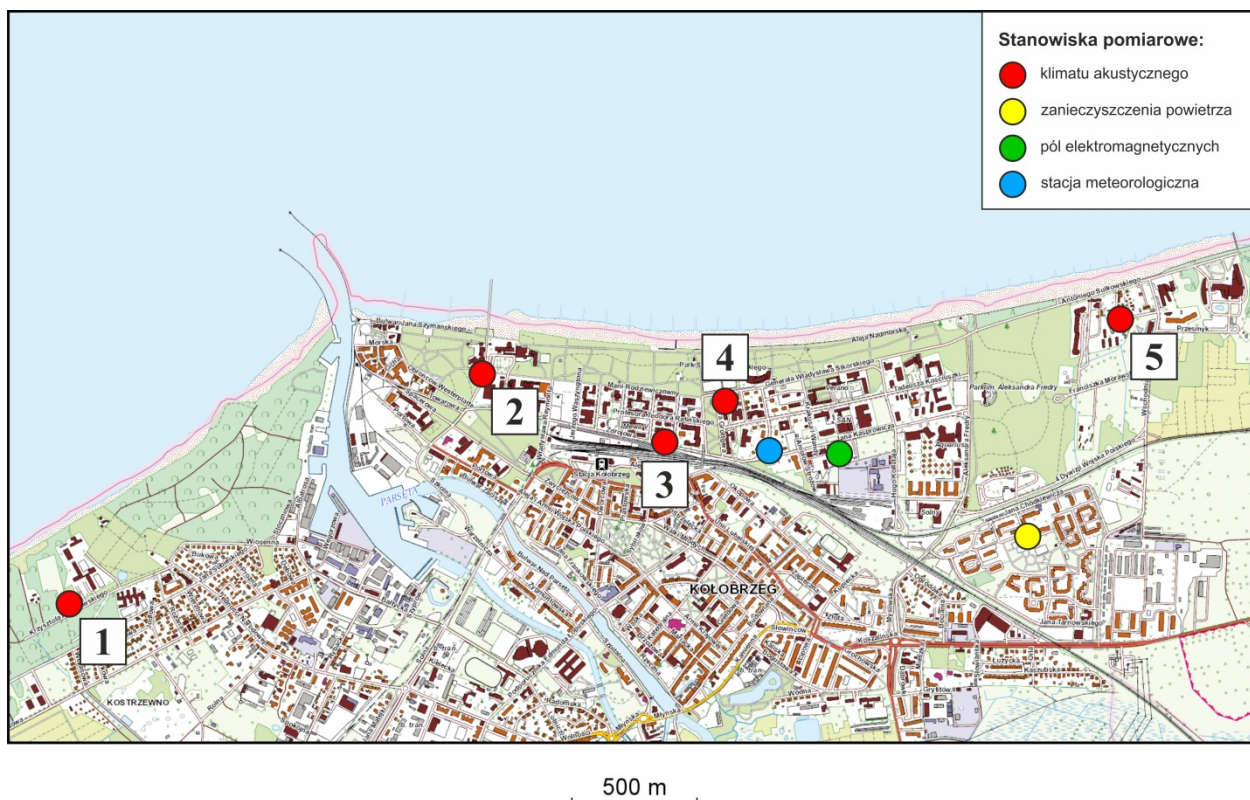
Klimat Kołobrzegu – uzdrowiska z blisko 200-letnią tradycją, był przedmiotem wielu opracowań z zakresu klimatologii i bioklimatologii, przytoczonych w poprzednim raporcie na cele operatu uzdrowiskowego z 2008 r. „Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Kołobrzeg” (Błazejczyk i in. 2008).

1.2. Materiały podstawowe

Dane meteorologiczne:

W Kołobrzegu, przy ul. Kasprowicza 7, na terenie strefy A ochrony uzdrowiskowej do 8 kwietnia 2018 r. zlokalizowana była stacja synoptyczna II rzędu Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, na której rejestrowane były: ciśnienie atmosferyczne, temperatura i wilgotność powietrza, prędkość i kierunek wiatru, wysokość opadu atmosferycznego, promieniowanie słoneczne oraz obserwacje widzialności poziomej. Od 9 kwietnia 2018 r. stacja została przeniesiona do Dźwirzyna, na ul. Wyzwolenia 1.

Charakterystykę występowania mgieł oparto na danych z Ustki (położonej 95 km na północny-wschód od Kołobrzegu) i Świnoujścia (95 km na północny-zachód), zaś burz – na danych z Koszalina (oddalonego o 40 km w kierunku południowo-wschodnim).



Rycina 1. Lokalizacja punktów pomiarów natężenia hałasu, natężenia pól elektromagnetycznych, zanieczyszczenia powietrza oraz stacji meteorologicznej w Kołobrzegu

Klimat akustyczny:

Badania natężenia hałasu wykonano w dniach 17-18 kwietnia 2018 r. w 5 charakterystycznych miejscach badanego terenu, w zachodniej, centralnej i wschodniej części strefy A ochrony uzdrowiskowej. Na stanowisku 3 notowano także liczbę pojazdów (ryc. 1, patrz rozdz. 6).

Zanieczyszczenie powietrza:

Oceny stanu sanitarnego powietrza dokonano na podstawie krótkiej serii pomiarów PM₁₀ i B(a)P w pyle ze stacji Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Szczecinie uruchomionej na początku 2018 r. w Kołobrzegu, na podstawie Rocznych Ocen Jakości Powietrza w województwie zachodniopomorskim Wydziału Monitoringu Środowiska WIOŚ w Szczecinie za lata 2015-2017 (WIOŚ 2016, 2017, 2018) oraz aktualnego stanu zanieczyszczenia powietrza ustalonego na podstawie szacunków poziomu emisji i modelowania przygotowanego przez WIOŚ w Szczecinie – pismo WM.7016.3.6.2.2018.RP (patrz rozdz. 5).

Pole elektromagnetyczne:

Pomiar natężenia składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego w środowisku w Kołobrzegu wykonywany jest co 3 lata przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Szczecinie, w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Obejmuje on zakres promieniowania elektromagnetycznego od 3 MHz do 3 GHz, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 12.11.2007 r. (Dz. U. Nr 221, poz. 1645, 2007 r.). Pomiary PEM wykonano w roku 2014 i 2017, przy ul. J. Kasprówicza (patrz rozdz. 7).

Użytkowanie terenu:

Z aktualnym stanem zagospodarowania Kołobrzegu zapoznano się podczas wizji terenowej w dniach 17-18 kwietnia 2018 r. Przeanalizowano także mapy terenu oraz obrazy satelitarne.

W opracowaniu charakterystyk obok średnich dobowych wartości elementów meteorologicznych posługiwano się danymi z kolejnych terminów obserwacyjnych: 06, 12 i 18 Uniwersalnego Czasu Koordynowanego (UTC), czyli odpowiednio godzina 7, 13 i 19 (czasu zimowego) lub 8, 14 i 20 (czasu letniego).

1.3. Bodźcowość warunków klimatycznych - uwagi ogólne

Przy ocenie leczniczych zasobów klimatu należy dokonać analizy rodzaju i natężenia różnych bodźców pogodowych, które oddziałują na organizm człowieka pozytywnie lub negatywnie. Podstawowe elementy meteorologiczne oddziałujące na człowieka to: promieniowanie słoneczne i usłonecznienie, temperatura i wilgotność powietrza, ciśnienie atmosferyczne oraz ruch powietrza i opady. Ważne jest także zanieczyszczenia pyłowe i gazowe powietrza oraz zawartość pierwiastków śladowych i substancji biologicznych w powietrzu.

Pod wpływem powyższych bodźców zachodzą w organizmie człowieka zmiany czynnościowe, metaboliczne i morfologiczne, zwłaszcza wtedy, gdy mamy do czynienia z bodźcami o silnych natężeniach, które przekraczają zdolność organizmu do zachowania równowagi psychofizycznej. Zachowanie tej równowagi utrzymuje się dzięki odpowiedniej kondycji i regulacji procesów fizjologicznych. Różne formy aktywności fizycznej w terenie otwartym są nie do przecenienia w zachowaniu i poprawianiu kondycji organizmu oraz w usprawnieniu procesów fizjologicznych. Działanie poszczególnych bodźców może być

zwiększone, między innymi przez ich współdziałanie (synergizm). Wówczas nawet mało znaczący i słaby bodziec wzmacnia efekt działania innych bodźców.

Zależnie od swej intensywności bodźce atmosferyczne docierające do człowieka wywołują w organizmie różnorodne reakcje fizjologiczne:

- bodźce słabe – mogą powodować utratę przystosowania lub wydelikacenie organizmu,
- bodźce umiarkowane – działają pobudzająco i hartująco (co sprzyja podwyższaniu kondycji i odporności organizmu), a także leczniczo,
- bodźce silne – mogą powodować obciążenie lub przeciążenie organizmu, prowadzące niekiedy do pogorszenia kondycji i odporności, a nawet do powstawania stanów chorobowych.

Bodźce te można ująć w trzy podstawowe zespoły, a mianowicie:

- zespół bodźców fizycznych,
- zespół bodźców chemicznych,
- zespół bodźców biologicznych (Kozłowska-Szczęsna i in. 1997, 2004).

Bodźce klimatyczne wykorzystywane są w procesie leczenia uzdrowiskowego. Podstawowymi formami leczenia klimatycznego (klimatoterapii) są:

- helioterapia, która polega na kąpielach słonecznych (leżakowaniu lub siedzeniu), w bardzo lekkiej odzieży (szorty lub krótka spódnica, koszulka z krótkim rękawem, sandały i nakrycie głowy) w miejscu eksponowanym na promienie słoneczne,
- aeroterapia, polegająca na leżakowaniu lub siedzeniu w miejscu zacienionym (lub w dni pochmurne) w odzieży dostosowanej do temperatury otoczenia,
- kinezyterapia, czyli terapia ruchowa, podczas której pacjenci korzystają z bodźców klimatycznych będąc w ruchu; działania bodźców atmosferycznych jest wspomagane zwiększoną wentylacją płuc, a konieczność dostosowania się organizmu do zmieniających się warunków otoczenia usprawnia pracę układu oddechowego, krwionośnego i termoregulacyjnego, prowadząc do poprawy kondycji i odporności organizmu.

W grupie bodźców fizycznych ważną rolę odgrywa **promieniowanie słoneczne**, nazywane także promieniowaniem krótkofalowym. Natężenie energii promieniowania zależy od wysokości Słońca nad horyzontem, od wyniesienia nad poziom morza, oraz od stopnia zachmurzenia nieba i zmętnienia atmosfery.

Promieniowanie słoneczne stymuluje procesy fizjologiczne zachodzące w organizmie, co jest odpowiedzią całego organizmu na ten bodziec (Błażejczyk 1998; Kozłowska-Szczęsna i in. 1997, 2004). Intensywne działanie promieniowania słonecznego obejmuje skórę, narządy wewnętrzne, a także układ nerwowy. Ekspozycja organizmu na promieniowanie słoneczne

powoduje: wzmożenie przemiany materii, pobudzenie czynności krwiotwórczej, zwiększenie odporności organizmu na zakażenie, wywołanie zmian czynnościowych układu nerwowego, pobudzenie gruczołów wydzielania wewnętrznego i gruczołów potowych. Ma ono także działanie odczulające i przeciwwkrzywiczne.

Bodźce termiczno-wilgotnościowe oddziałują na receptory ciepła i zimna rozmieszczone w skórze człowieka. Zależnie od intensywności bodźca może mieć on znaczenie hartujące lub oszczędzające. Podstawowymi reakcjami fizjologicznymi na „zimne” warunki otoczenia są obniżenie temperatury skóry oraz zmniejszenie przepływu krwi w obrębie skóry i tkanki podskórnej. Zredukowaniu tempa oddawania ciepła do otoczenia służy zmniejszenie przepływu krwi w obrębie skóry. Niestety, efektem ubocznym tego procesu jest znaczny wzrost ciśnienia krwi, który w skrajnych sytuacjach może być niebezpieczny dla zdrowia. Fizjologiczne mechanizmy obrony przed zimnem są wspomagane przez odpowiednią odzież, dietę i zachowanie (ruch). Niemniej nie zawsze działania te są wystarczające i straty ciepła są większe niż wytwarzanie ciepła przez organizm, co prowadzi do stopniowego jego wychładzania się.

Podczas wysokiej temperatury następuje rozszerzenie naczyń krwionośnych i wzrost skórno przepływu krwi, przy jednoczesnym obniżeniu ciśnienia tętniczego i zwiększeniu tętna. Podwyższeniu ulega temperatura skóry, czego bezpośrednim skutkiem jest uaktywnienie gruczołów potowych. Parujący pot obniża natomiast temperaturę skóry zwiększając w ten sposób różnicę temperatury pomiędzy wnętrzem ciała a jego powłoką. Psychofizycznymi reakcjami organizmu na wysoką temperaturę otoczenia są: złe samopoczucie, zmniejszenie wydolności fizycznej i psychicznej oraz przyspieszenie oddechu. Reakcje człowieka na wysoką temperaturę uzależnione są również od wilgotności powietrza. Przy dużej wilgotności otoczenia pojawia się uczucie parności, szczególnie uciążliwe dla osób z chorobami układów oddechowego i krążenia. Stan taki może także prowadzić do powstania tzw. wyczerpania cieplnego.

Atmosferyczne bodźce mechaniczne związane są z dwoma elementami meteorologicznymi: ruchem powietrza i ciśnieniem atmosferycznym. W przypadku wiatru jego działanie mechaniczne ma dwojaki charakter. Z jednej strony działa on korzystnie na organizm, wykonując swoisty mikromasaż obnażonej powierzchni ciała i usprawniając w ten sposób mechanizmy termoregulacji. Z drugiej jednak strony silny ruch powietrza może utrudniać oddychanie, a nawet uniemożliwić poruszanie się człowieka. Ponadto silny wiatr zmniejsza zdolność do wysiłku, powoduje niepokój i zaburza sen. Silne wiatry są także

przyczyną wzrostu agresywności oraz nasilenia zaburzeń psychicznych. Niekorzystne dla człowieka są pulsacje wiatru (przy jego dużych prędkościach).

Ważnym bodźcem mechanicznym jest także ciśnienie atmosferyczne, a właściwie jego zmiany z dnia na dzień. Okresowe zmiany ciśnienia atmosferycznego są odczuwane jako ucisk, kłucie, dzwonienie w uszach. Niekiedy obserwuje się nawet przejściowe osłabienie słuchu. Wiele osób skarży się wtedy także na zakłócenia pracy serca, wahania ciśnienia krwi oraz na uczucie zdenerwowania lub niepokoju (Jankowiak red. 1976).

Bodźce **akustyczne** ze względu na uciążliwość dla narządu słuchu są istotnym elementem oceny bioklimatu uzdrowisk. Szkodliwość tych bodźców zależy od ich natężenia, częstotliwości fal akustycznych, czasu działania i charakteru zmian w czasie. Długotrwały hałas działa uciążliwie na układ nerwowy, powoduje rozdrażnienie i bezsenność, zmęczenie i bóle głowy, a nawet trwałe uszkodzenie słuchu. Za próg szkodliwości hałasu przyjmuje się natężenie dźwięku 35 dB, zaś powyżej 85 dB określany jest jako hałas nieznosny powodujący zaburzenia układu krążenia i pokarmowego (Kalinowski 1969).

Zespół **bodźców chemicznych** obejmuje różne składniki i domieszki występujące w powietrzu o składzie normalnym bądź też zmienionym przez zanieczyszczenia naturalne (nieorganiczne i organiczne) oraz sztuczne (antropogeniczne). Właściwe stężenie i proporcje zawartości azotu, tlenu, ozonu czy dwutlenku węgla w powietrzu ma kluczową rolę w procesie oddychania i jest niezbędne do życia. W opracowaniu bodźce chemiczne reprezentowane są przez podstawowe zanieczyszczenia powietrza m.in.: dwutlenek siarki, tlenki azotu i pył zawieszony.

Bodźce biologiczne nie stanowią przedmiotu tego opracowania, ale należy wspomnieć, że w powietrzu unoszą się także różnego rodzaju i pochodzenia substancje chemiczne oraz cząstki roślin i zwierząt. Noszą one nazwę aerozoli organicznych. Są to m.in. drobne cząstki roślin, pyłki roślinne, lekkie nasiona oraz różne mikroorganizmy (np. bakterie, wirusy, pierwotniaki, zarodniki grzybów), czy cząstki pochodzenia zwierzęcego (np. złuszczone naskórek, fragmenty sierści). Dla człowieka szkodliwe są te składniki aerozoli, które wywołują infekcje (bakterie, wirusy) lub alergie (grzyby, pleśnie, pyłki) (Krzymowska-Kostrowicka 1997).

Szczególne znaczenie w uzdrowiskach, w których duże tereny zajmują lasy, mają lotne substancje wydzielane przez rośliny (fitoncydy). Tę mieszaninę związków organicznych powstających w czasie przemiany materii roślin (terpeny, olejki aromatyczne i inne substancje), liczną w borach sosnowych, lasach liściastych czy różnych typach łąk, charakteryzuje silne działanie bakteriobójcze, bakteriostatyczne i grzybobójcze. Właściwości

terapeutyczne szaty roślinnej są w Polsce stosunkowo mało poznane. Na podstawie nielicznych prac można podać, że bór sosnowy wydziela substancje lotne sprzyjające uspokojeniu, działające leczniczo na drogi oddechowe, a także na obniżenie ciśnienia krwi. Grądy (lasy liściaste) wpływają natomiast na pobudzenie układu nerwowego, wzmacniają aktywność, usuwają zmęczenie oraz podnoszą ciśnienie krwi. Inne typy lasów czy łąk mają także specyficzne, im tylko właściwe, oddziaływanie na organizm ludzki: np. fitoncydy działają na zmysł smaku i powonienia, przyczyniając się do odczuwania świeżości powietrza. Substancje lotne lub ciekłe o działaniu bakteriobójczym wydzielają przede wszystkim drzewa iglaste, w tym szczególnie sosna, świerk, modrzew, tuja i jałowiec (Krzymowska-Kostrowicka 1997; Kostrowicki 1999). Należy jednak zaznaczyć, że nie zawsze oddziaływanie drzew na klimat jest jednoznacznie pozytywne. Niektóre gatunki np. wierzbą płacząca emitują duże ilości węglowodorów, które wchodząc w reakcje z tlenkami azotu emitowanymi przez pojazdy na drogach przyczyniają się do powstania niekorzystnego dla człowieka smogu fotochemicznego (Chameides i in. 1988, Kuttler, Strassburger 1999).

2. Warunki klimatyczne

2.1. Założenia oceny

Oceny leczniczych właściwości klimatu uzdrowiska Kołobrzeg dokonano na podstawie kryteriów zawartych w załączniku nr 4 do *Rozporządzenia Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości (...) leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości* (Dz. U. z 2006 r., nr 80, poz. 565).

Kołobrzeg, to jedno z nielicznych uzdrowisk, gdzie do dnia 8 kwietnia 2018 r. zlokalizowana była stacja synoptyczna II rzędu Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Funkcjonowała ona przy ul. Kasprowicza 7, zatem w granicach obszaru „A wschodniego” strefy uzdrowiskowej.

Na stacjach synoptycznych II rzędu przez całą dobę w trybie godzinnym wykonywane są pomiary i obserwacje: ciśnienia atmosferycznego, temperatury i wilgotności powietrza, prędkości i kierunku wiatru, wysokości opadu atmosferycznego, widzialności poziomej. Na stacji w Kołobrzegu prowadzone były również pomiary aktynometryczne (promieniowania słonecznego). Charakterystykę występowania mgieł w Kołobrzegu oparto o dane obserwacyjne z najbliższej położonych stacji nadmorskich Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej, tj. Ustki i Świnoujścia. Ustka położona jest w odległości ok. 95 km na północny-wschód od Kołobrzegu, natomiast Świnoujście w tej samej odległości w kierunku południowo-zachodnim. Natomiast obserwacje dotyczące występowania burz pozyskano ze stacji IMGW w Koszalinie, która położna jest w odległości ok. 40 km na wschód od Kołobrzegu.

Według *Rozporządzenia* oceny leczniczych właściwości klimatu dokonuje się na podstawie udokumentowanych badań przeprowadzonych w okresie co najmniej 24 miesięcy przed złożeniem wniosku o potwierdzenie tych właściwości. Jednak według Światowej Organizacji Meteorologicznej minimalnym okresem dla charakterystyki klimatu jest 10 lat, zatem w opracowaniu dokonano analizy okresu 2008 – 2017.

W *Rozporządzeniu* wskazano trzy parametry klimatu, którymi powinna charakteryzować się miejscowość uzdrowiskowa:

- liczbę godzin ze słońcem w roku co najmniej 1500;
- liczbę dni z opadem ($\geq 0,1$ mm) w roku nie więcej niż 183;
- liczbę dni z mgłą w okresie od października do marca nie więcej niż 50, a od kwietnia do września nie więcej niż 15.

Poza tym wyszczególniono szereg cech klimatu stanowiących bodźce niekorzystne dla człowieka. W niniejszym opracowaniu do każdej cechy klimatu wymienionej w *Rozporządzeniu* przypisano wskaźniki, pozwalające ocenić jego właściwości lecznicze (tabela 1). Jako, że użyte w *Rozporządzeniu* kryteria ilościowe danej cechy (np. często, rzadko) nie zostały precyzyjnie sformułowane, posłużono się normami zaproponowanymi przez klimatologów z IGiPZ PAN, gdzie:

- rzadkie występowanie danego parametru meteorologicznego oznacza liczbę przypadków mniejszą od 10 percentyla dni w roku (czyli mniej niż 37 dni w roku),
- mała liczba przypadków występowania danego parametru meteorologicznego oznacza liczbę przypadków mniejszą od 25 percentyla dni w roku (czyli mniej niż 91 dni w roku).

Tabela 1. Wskaźniki użyte w ocenie klimatu leczniczego

Lp.	Cechy klimatu stanowiące bodźce niekorzystne dla człowieka wyszczególnione w <i>Rozporządzeniu</i>	Wskaźnik
1.	Częste występowanie dni parnych (ciśnienie pary wodnej $\geq 18,8$ hPa)	Liczba dni w roku, kiedy ciśnienie pary wodnej przynajmniej w jednym z trzech terminów pomiarowych (6, 12 lub 18 UTC*) jest większe lub równe 18,8 hPa
2.	Zbyt mała (poniżej 55%) lub zbyt duża (powyżej 86%) wilgotność względna powietrza	Liczba dni w roku, kiedy wilgotność względna powietrza o godz. 12 UTC jest mniejsza niż 55% lub większa niż 86%
3.	Częste występowanie dni charakterystycznych termicznie: dni gorące ($t_{\max} \geq 25,0^{\circ}\text{C}$), dni upalne ($t_{\max} \geq 30,0^{\circ}\text{C}$), dni mroźne ($t_{\min} \geq -10,0^{\circ}\text{C}$), dni bardzo mroźne ($t_{\max} < -10,0^{\circ}\text{C}$)	Liczba dni charakterystycznych termicznie (gorących, upalnych, mroźnych, bardzo mroźnych) w ciągu roku.
4.	Długie okresy pogody pochmurnej (zachmurzenie 100%)	Liczba dni z zachmurzeniem równym 100% (8 oktantów) o 12 UTC Liczba dni z zachmurzeniem mniejszym lub równym 50% o 12 UTC
5.	Zbyt małe przewietrzanie terenu (duża liczba dni z ciszą i bardzo małą prędkością wiatru, poniżej 2 m/s)	Liczba dni w roku ze średnią dobową prędkością wiatru mniejszą niż 2 m/s (średnia z trzech terminów pomiarowych: 6, 12 i 18 UTC) Liczba dni z ciszą atmosferyczną (prędkość wiatru mniejsza niż 1,0 m/s przynajmniej w jednym z trzech terminów pomiarowych: o godz. 6, 12 lub 18 UTC)
6.	Częste występowanie dni z dużą prędkością wiatru (powyżej 8 m/s)	Liczba dni w roku z prędkością wiatru większą 8 m/s przynajmniej w jednym z trzech terminów pomiarowych (o godz. 6, 12 lub 18 UTC)
7.	Częste zmiany pogody (ponad 50% dni w miesiącu)	Częstość (%) dni w miesiącu i roku o silnych oraz bardzo silnych międzydobowych zmianach ciśnienia atmosferycznego (międzydobowa różnica ciśnienia atmosferycznego)
8.	Częste występowanie burz	Liczba dni w roku z burzą
9.	Duże kontrasty dobowe temperatury i wilgotności powietrza związane z zastoiskami chłodnego powietrza i inwersjami temperatury	Częstość (%) dni w miesiącu i roku o silnych oraz bardzo silnych bodźcach termicznych (wyrażonych wartością dobowej amplitudy powietrza)
10.	Częste pojawianie się wysokich i niskich wartości temperatury odczuwalnej	Częstość (%) dni w miesiącu i roku o różnym natężeniu stresu cieplnego wg wskaźnika UTCI (uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych)

* godz. 6,12,18 UTC oznacza odpowiednio godz. 7,13,19 czasu zimowego lub godz. 8,14,20 czasu letniego w Polsce

2.2. Ocena warunków klimatycznych

W tabeli 2 przedstawiono wyniki oceny właściwości leczniczych klimatu uzdrowiska Kołobrzeg w latach 2008-2017.

Tabela 2. Ocena właściwości leczniczych klimatu uzdrowiska Kołobrzeg

Wskaźnik	Norma lub wielkość zalecana według Rozporządzenia ¹⁾	IMGW Kołobrzeg 2008-2017
Liczba godzin ze słońcem w roku	≥ 1500	1818,3
Liczba dni w roku z opadem $\geq 0,1$ mm	≤ 183	180,0
Liczba dni z mgłą w miesiącach I-III i X-XII	≤ 50	22,7²⁾
Liczba dni z mgłą w miesiącach IV-IX	≤ 15	11,4²⁾
Liczba dni parnych w roku (ciśnienie pary wodnej [o 6, 12 lub 18 UTC] $\geq 18,8$ hPa)	rzadko	50,8
Liczba dni w roku z wilgotnością względną (o 12 UTC): <55% >86%	mała	32,6 78,0
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$) w roku	rzadko	0,1
Liczba dni mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$) w roku	rzadko	5,4
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) w roku	rzadko	17,5
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) w roku	rzadko	2,6
Liczba dni z zachmurzeniem $\leq 50\%$ o godz. 12 UTC	nie uwzględniono w Rozporządzeniu; wg propozycji IGiPZ ≥ 100 dni w roku ³⁾	106,4
Liczba dni w roku z zachmurzeniem całkowitym (o 12 UTC)	mała	72,2
Liczba dni w roku ze średnią dobową prędkością wiatru $< 2 \text{ m s}^{-1}$	mała	91,1
Liczba dni w roku z ciszą atmosferyczną: o 6, 12 lub 18 UTC	mała	17,6
Liczba dni w roku z prędkością wiatru $> 8 \text{ m/s}$ o 6, 12 lub 18 UTC	rzadko	4,6
Liczba dni w roku z burzą	rzadko	21,5⁴⁾
Liczba dni w roku z pokrywą śnieżną	nie uwzględniono w Rozporządzeniu	31,0

¹⁾ Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 13 kwietnia 2006 r. w sprawie zakresu badań niezbędnych do ustalenia właściwości (...) leczniczych klimatu, kryteriów ich oceny oraz wzoru świadectwa potwierdzającego te właściwości (Dz. U. z 2006 r., nr 80, poz. 565)

²⁾ wartości oszacowane na podstawie obserwacji na stacjach IMGW w Ustce i Świnoujściu

³⁾ propozycja norm w ocenie właściwości leczniczych klimatu opublikowana przez K. Błażejczyka i M. Kuchcik w Wielkiej Księdze Balneologii, Medycyny Fizykalnej i Uzdrowiskowej (rozdz. 5), (Błażejczyk, Kuchcik, 2017)

⁴⁾ dane ze stacji IMGW w Koszalinie

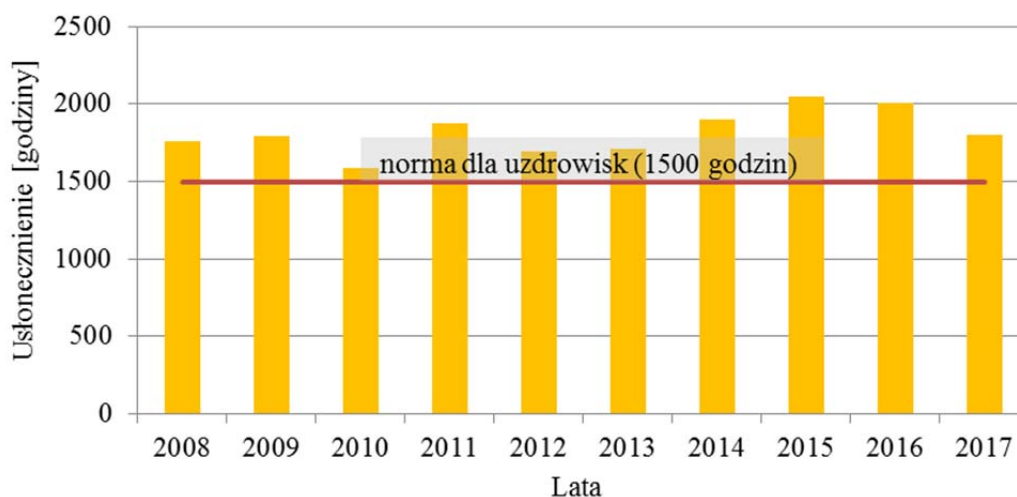
Warunki solarne

Promieniowanie słoneczne jest bardzo istotnym elementem w ocenie warunków bioklimatycznych. Dlatego też w *Rozporządzeniu* określono normy dotyczące liczby godzin ze słońcem w ciągu roku, jak też wskazano, że uzdrowiska nie powinny charakteryzować się długimi okresami pogody pochmurnej.

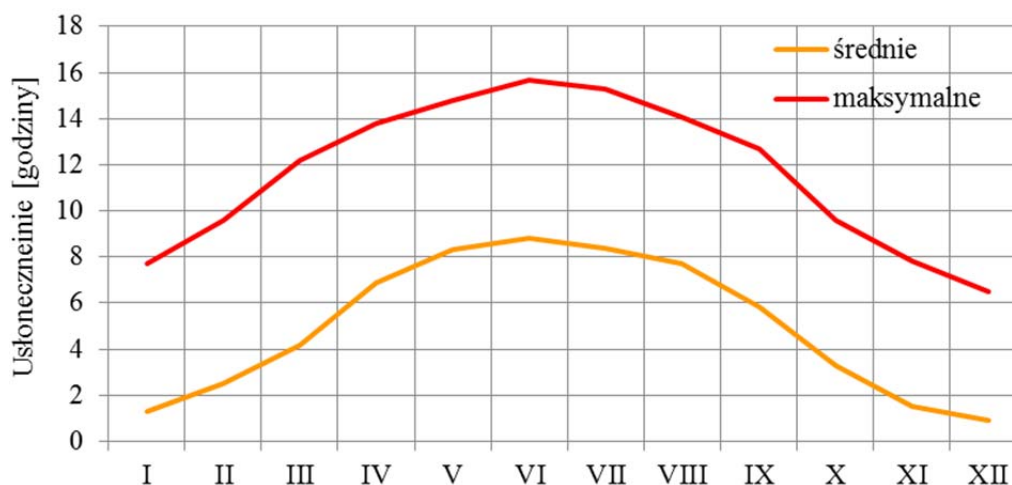
Uzdrowisko Kołobrzeg cechuje się bardzo dobrymi warunkami solarnymi na potrzeby klimatoterapii. W każdym z analizowanych lat sumy usłonecznienia przekraczały 1500 godzin w roku (ryc. 2), czyli normę przyjętą dla uzdrowisk. Średnia roczna suma usłonecznienia wynosi tam 1818,3 godziny (tab. 3). Zatem kryterium liczby godzin ze słońcem w roku w Kołobrzegu jest spełnione. Najwyższe sumy usłonecznienia notowane są w czerwcu i lipcu (ok. 260 godzin w miesiącu). Odpowiada to przeciętnie 8,4 - 8,8 godzinom ze słońcem w ciągu doby, natomiast maksymalne dzienne sumy usłonecznienia wyniosły ponad 15 godzin (ryc. 3). Najniższe sumy usłonecznienia występują w miesiącach zimowych (grudzień – 27,7 godzin, styczeń – 39,6 godzin), wtedy liczba godzin ze słońcem w ciągu dnia wynosi przeciętnie 0,9 – 1,3, a maksymalnie 6,5 – 7,7 godzin.

Tabela 3. Charakterystyka usłonecznienia i zachmurzenia w Kołobrzegu, lata 2008-2017

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Sumy usłonecznienia (godziny)													
średnia	39,6	70,9	129,1	207,1	258,1	264,5	260,3	238,8	175,1	101,8	45,3	27,7	1818,3
min	28,3	23,6	90,5	133,2	103,9	200,4	177,7	158,0	117,0	53,8	23,0	18,0	18,0
max	59,7	106,3	161,7	313,2	354,6	307,5	311,4	326,8	268,0	140,7	92,9	45,3	354,6
Średnie zachmurzenie (%)													
średnie	78,2	72,7	68,4	62,4	59,3	58,7	59,4	61,3	61,8	69,8	78,4	80,8	67,6
Liczba dni z zachmurzeniem													
≤50% (12:00 UTC)	4,3	7,3	10,6	11,5	11,5	11,6	11,0	10,4	11,3	8,2	5,0	3,7	106,4
całkowitym (100%, 12:00 UTC)	11,7	8,6	7,0	4,8	3,2	3,2	2,6	1,6	2,4	6,7	9,1	11,3	72,2



Rycina 2. Roczne sumy usłonecznienia w Kołobrzegu, lata 2008-2017



Rycina 3. Dobowe sumy usłonecznienia (średnie i maksymalne) w Kołobrzegu, lata 2008-2017

Poza długością dnia, na usłonecznienie wpływa w znacznej mierze stopień zachmurzenia nieba. Średnie roczne zachmurzenie nieba w Kołobrzegu wynosi 67,6%. Najmniejszym zachmurzeniem charakteryzuje się czerwiec (58,7%), a największym grudzień (80,8%). Jednym ze wskaźników wykorzystanych do oceny zachmurzenia nieba jest liczba dni z zachmurzeniem całkowitym o godz. 12 UTC w roku. W Kołobrzegu wynosi ona średnio 72,2 dni, co stanowi 19,8% dni w roku. Jest to wartość przeciętna na tle Polski. Najwięcej dni z zachmurzeniem całkowitym występuje w grudniu i styczniu (11,3 – 11,7 dni w miesiącu), a najmniej w sierpniu (1,6 dni).

Kolejnym wskaźnikiem zaproponowanym przez K. Błażejczyka i M. Kuchcik w Wielkiej Księdze Balneologii, Medycyny Fizykalnej i Uzdrowiskowej (2017) jest liczba dni z zachmurzeniem mniejszym lub równym 50% pokrycia nieba przez chmury, która powinna wynosić co najmniej 100 w roku. W Kołobrzegu występuje średnio 106,4 takich dni

w roku. Najwięcej dni z zachmurzeniem $\leq 50\%$ występuje w półroczu ciepłym (z maksimum w okresie od kwietnia do czerwca, przez ponad 11 dni w miesiącu).

Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że norma usłonecznienia w uzdrowisku Kołobrzeg jest zachowana. Warunki nefologiczne w Kołobrzegu są szczególnie korzystne w ciepłym półroczu, kiedy występuje najwięcej dni pogodnych, a umiarkowanie korzystne w półroczu chłodnym, charakteryzującym się zwiększonym zachmurzeniem.

Warunki termiczno-wilgotnościowe

Średnia roczna temperatura powietrza w Kołobrzegu wynosi $9,0^{\circ}\text{C}$ (2008-2017). Najniższa odnotowana była w 2010 r. ($7,4^{\circ}\text{C}$), a najwyższa w latach 2014 i 2015 ($9,8^{\circ}\text{C}$). Najcieplejszymi miesiącami są lipiec i sierpień ze średnią temperaturą powietrza ok. $18,0^{\circ}\text{C}$. W tych miesiącach występuje również najwyższa temperatura maksymalna powietrza, wynosząca średnio $22,0 - 22,2^{\circ}\text{C}$. Najwyższa wartość temperatury maksymalnej, jaka była odnotowana w analizowanym okresie to $34,9^{\circ}\text{C}$ (11 lipca 2010 r.).

Najniższa średnia temperatura powietrza występuje w styczniu i lutym (od $-0,1$ do $1,0^{\circ}\text{C}$). W miesiącach tych notowana jest również najniższa średnia minimalna temperatura powietrza ($-2,1^{\circ}\text{C}$ w styczniu, $-1,2^{\circ}\text{C}$ w lutym), a dnia 6 lutego 2012 roku wystąpiło absolutne minimum temperatury wynoszące $-21,9^{\circ}\text{C}$ (tab. 4).

Tabela 4. Charakterystyki termiczne Kołobrzegu, 2008-2017

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Temperatura powietrza ($^{\circ}\text{C}$)													
średnia	-0,1	1,0	3,7	7,7	12,2	15,6	18,2	17,9	14,2	9,3	5,8	2,1	9,0
min	-2,1	-1,2	1,0	4,4	8,3	11,7	14,3	14,1	11,0	6,6	3,8	-0,1	6,0
max	2,1	3,7	7,3	11,6	16,2	19,2	22,0	22,2	18,2	12,6	8,2	4,3	12,3
min _{Abs}	-16,9	-21,9	-11,3	-4,5	0,8	3,3	9,1	7,9	2,8	-2,3	-7,4	-15,9	-21,9
max _{Abs}	11,7	12,9	21,9	25,8	31,5	32,4	34,9	34,1	29,5	20,3	15,9	13,0	34,9
Liczba dni													
bardzo mroźnych ($t_{\text{max}} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,1
mroźnych ($t_{\text{min}} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	2,1	1,4	0,1	.	.	.	.	.	.	.	.	1,8	5,4
gorących ($t_{\text{max}} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	0,2	2,5	2,5	5,3	6,3	0,7	.	.	.	17,5
upalnych ($t_{\text{max}} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	.	0,2	0,2	1,3	0,9	.	.	.	.	2,6

min – średnia temperatura minimalna, max – średnia temperatura maksymalna, min_{Abs} – absolutne minimum temperatury powietrza, max_{Abs} – absolutne maksimum temperatury powietrza

W ocenie warunków termicznych wykorzystano analizę liczby dni charakterystycznych termicznych, które pomagają ocenić stopień uciążliwości warunków termicznych:

- dni bardzo mroźnych z temperaturą maksymalną mniejszą lub równą -10°C ,
- dni mroźnych z temperaturą minimalną mniejszą lub równą -10°C ,
- dni gorących z temperaturą maksymalną większą lub równą 25°C ,
- dni upalnych z temperaturą maksymalną większą lub równą 30°C .

Dni bardzo mroźne występują w Kołobrzegu sporadycznie. W analizowanym dziesięcioleciu odnotowany był zaledwie jeden taki dzień (20 grudnia 2009 r.).

Dni mroźne występują bardzo rzadko (przeciętnie przez 5,4 dni w roku) i notowane są od grudnia do marca (z maksimum w styczniu, średnio przez 2,1 dni w miesiącu).

Dni gorące w Kołobrzegu notowane są rzadko, średnio przez 17,5 dni w roku (4,8% dni w roku). Występują od kwietnia do września, a maksimum ich częstości obserwuje się lipcu (5,3 dni) i sierpniu (6,3 dni).

Dni upalne natomiast występują bardzo rzadko, przeciętnie przez 2,6 dni w roku. Notowane są od maja do września (z maksimum w lipcu – średnio przez 1,3 dni) (tab. 4).

Kolejną charakterystyką bodźcowości warunków termicznych jest dobową amplituda temperatury powietrza, czyli różnica pomiędzy temperaturą maksymalną i minimalną. Obrazuje ona dobowe kontrasty termiczne wpływające na układ termoregulacyjny oraz samopoczucie człowieka w terenie otwartym (Kuchcik i in. 2013). Przyjęto następującą klasyfikację wartości dobowej amplitudy temperatury powietrza (dt):

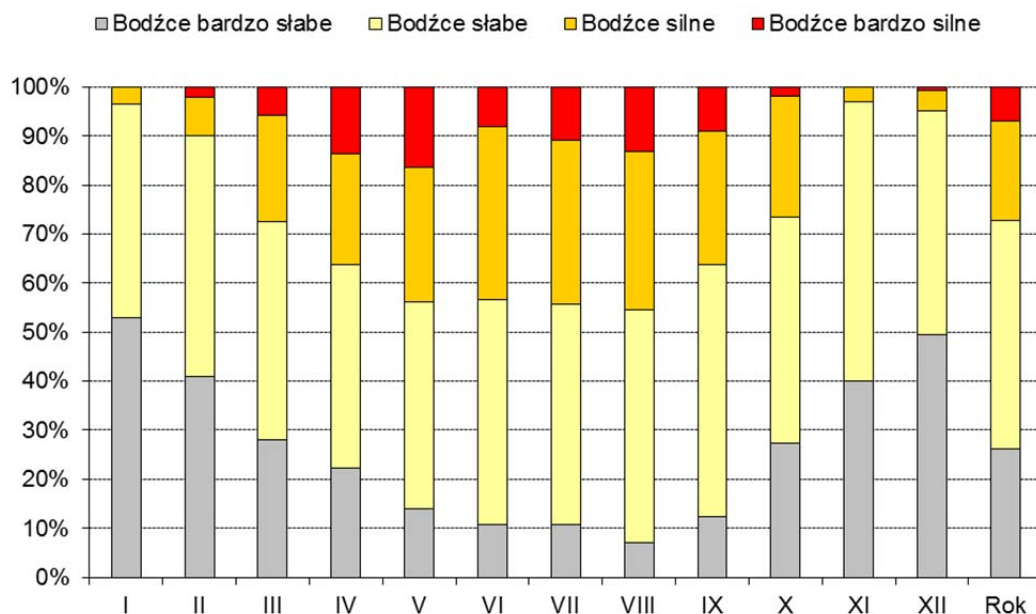
dt ($^{\circ}\text{C}$) Bodźce termiczne:

poniżej 4 - bardzo słabe

od 4 do mniej niż 8 - słabe

od 8 do mniej niż 12 - silne

≥ 12 - bardzo silne.



Rycina 4. Częstość (%) dni o różnym natężeniu bodźców termicznych w Kołobrzegu, 2008-2017

W Kołobrzegu wartości dobowej temperatury powietrza wskazują na słabą intensywność bodźców termicznych. Słabe i bardzo słabe bodźce termiczne dominują w każdym miesiącu, a od listopada do lutego ich częstość osiąga wartość ponad 90% dni w miesiącu (z maksimum w listopadzie i styczniu – ok. 97%). Bodźce silne i bardzo silne obserwuje się najczęściej w lipcu i sierpniu (przeciętnie przez 44,8% dni w miesiącu).

Tabela 5. Charakterystyki wilgotności powietrza w Kołobrzegu, 2008-2017

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Wilgotność względna (%)													
średnia	83,6	82,0	80,1	75,8	75,1	75,2	76,9	76,5	79,3	83,1	86,0	85,9	79,9
Liczba dni													
parnych ($e \geq 18,8$ hPa)	.	.	.	.	0,6	4,4	22,0	21,0	2,8	.	.	.	50,8
z RH < 55%	0,6	1,9	4,0	5,9	4,3	2,9	2,5	4,6	3,5	2,1	.	0,3	32,6
z RH > 86%	11,7	8,0	6,5	4,9	3,1	2,7	3,6	2,6	3,3	7,1	10,9	13,6	78,0

e – ciśnienie pary wodnej, RH- wilgotność względna powietrza

Średnia wilgotność względna powietrza wynosi w Kołobrzegu 79,9%. Uzdrowisko charakteryzuje się stosunkowo wyrównanymi wartościami tej charakterystyki w ciągu roku, z najniższą wilgotnością w maju (75,1%), a największą w grudniu (85,9%).

Jednym ze wskaźników oceny klimatu pod kątem właściwości leczniczych jest liczba dni parnych. Dni parne (kiedy ciśnienie pary wodnej jest większe lub równe 18,8 hPa w przynajmniej w jednym z trzech terminów pomiarowych: 6, 12 lub 18 UTC)

towarzyszą dniom gorącym i wilgotnym. Warunki występujące w czasie dni parnych utrudniają oddawanie ciepła z organizmu człowieka i zaburzają procesy termoregulacyjne, co może być szczególnie niebezpieczne dla osób z chorobami układu krążenia (Błazejczyk, Kuchcik 2017).

Stany parności występują w Kołobrzegu często, przez średnio 50,8 dni w roku (13,9% dni w roku). Dni takie w uzdrowisku obserwuje się od maja do września, najczęściej w lipcu i sierpniu (22 i 21 dni). Stosunkowo duża liczba dni parnych w Kołobrzegu może wynikać ze specyfiki położenia stacji meteorologicznej wśród zabudowy i wysokiej roślinności, co mogło utrudniać przewietrzanie i wymianę powietrza (tab. 5).

Kolejną charakterystyką obrazującą warunki wilgotnościowe powietrza jest liczba dni z wilgotnością względną powietrza (RH) mniejszą niż 55% oraz większą od 86%. Powietrze charakteryzujące się $RH < 55\%$ określa się mianem suchego, natomiast gdy $RH > 86\%$ mówimy o powietrzu bardzo wilgotnym (Kuchcik i in. 2013).

Dni z powietrzem suchym występują w Kołobrzegu rzadko – średnio około 33 dni w roku. W rozkładzie rocznym najczęściej dni z powietrzem suchym występuje w kwietniu (przeciętnie 5,6 dni w miesiącu), natomiast w listopadzie nie zostały odnotowane. Dni z powietrzem bardzo wilgotnym występują często – 78 dni w roku (najczęściej od listopada do stycznia, przez 10,9 – 13,6 dni w miesiącu), a najrzadziej od maja do września (2,7 – 3,6 dni w miesiącu) (tab. 5).

Podsumowując, uzdrowisko Kołobrzeg charakteryzuje się bardzo dobrymi warunkami termicznymi oraz umiarkowanymi warunkami wilgotnościowymi dla potrzeb klimatoterapii. Rzadko występują dni uciążliwe pod względem termicznym oraz charakteryzujące się silnymi bodźcami termicznymi. Często natomiast występują dni parne, szczególnie w lipcu i sierpniu. Wyniki analiz są reprezentatywne dla tej części uzdrowiska, której zagospodarowanie terenu jest podobne do otoczenia stacji meteorologicznej przy ul. Kasprowicza 7.

Opady i zjawiska atmosferyczne

Średnia roczna suma opadu atmosferycznego w Kołobrzegu wynosi 724,6 mm. Najwyższe sumy opadu notowane są w sierpniu (101,1 mm), a najniższe w kwietniu (34,5 mm).

Z punktu widzenia potrzeb klimatoterapii istotna jest liczba dni z opadem. Według *Rozporządzenia* w miejscowościach uzdrowiskowych liczba dni z opadem ($\geq 0,1$ mm) nie powinna przekraczać 183 dni. Uzdrowisko Kołobrzeg spełnia tę normę. Notowanych jest tam

przeciętnie 180 dni z opadem w roku, najmniej w kwietniu (10,1 dni), a najwięcej w grudniu i styczniu (odpowiednio 19,7 i 18,6 dni) (tab. 6).

Tabela 6. Charakterystyki opadów atmosferycznych w Kołobrzegu, 2008-2017

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Suma opadu (mm)												
48,1	37,5	37,7	34,5	49,2	77,5	87,3	101,1	57,9	78,5	57,5	57,8	724,6
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm												
18,6	14,6	13,3	10,1	12,7	13,1	14,5	15,5	13,8	17,0	17,1	19,7	180,0

Zjawiska atmosferyczne, takie jak mgły i burze mają charakter bodźców klimatycznych (Kuchcik i in. 2013). Mgły są niekorzystne dla klimatoterapii, dlatego wg *Rozporządzenia* w uzdrowiskach liczba dni z mgłą w półroczu chłodnym (styczeń - marzec i październik - grudzień) nie powinna przekraczać 50, a w półroczu ciepłym (kwiecień – październik) – 15 dni. W Polsce mgły występują najczęściej w okresie wiosennym i jesiennym. Rozróżnia się kilka typów genetycznych mgieł, m.in. radiacyjne, adwekcyjne, frontowe, a w pobliżu dużych zbiorników wodnych (w tym morza) – mgły z wyparowania (Kozuchowski 2007). Na podstawie obserwacji mgieł na stacjach IMGW w Ustce i Świnoujściu, oszacowano częstość występowania mgieł w rejonie Kołobrzegu (ryc. 5). Średnia roczna liczba dni z mgłą wynosi 35,1 - najwięcej mgieł występuje w listopadzie (4,8 dni miesiącu), a najmniej we wrześniu (1,1 dni w miesiącu) (tab. 7). W Kołobrzegu w półroczu letnim szacowana liczba dni z mgłą wynosi 11,4 a w półroczu chłodnym 22,7 dni, zatem kryterium liczby dni z mgłą w roku jest zachowane.

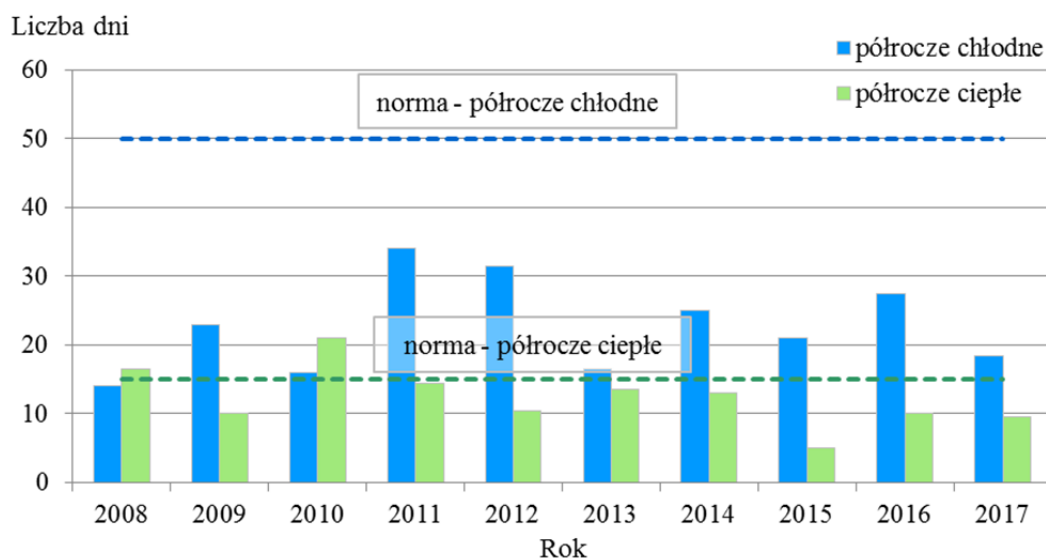
Tabela 7. Dni ze zjawiskami atmosferycznymi (mgłą, burzą, pokrywą śnieżną) w rejonie Kołobrzegu, 2008-2017

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Liczba dni													
z mgłą ¹⁾	4,0	3,3	3,9	4,0	2,9	1,6	1,8	1,1	1,1	3,9	4,8	2,8	34,1
z burzą ²⁾	.	.	0,1	0,9	2,8	4,1	6,5	5,2	1,1	0,4	0,3	0,1	21,5
z pokrywą śnieżną	12,2	8,1	3,1	0,1	.	.	.	.	.	.	0,8	6,7	31,0

¹⁾ wartości oszacowane na podstawie obserwacji ze stacji IMGW w Ustce i Świnoujściu, ²⁾ dane ze stacji IMGW w Koszalinie

Dni z burzą notowane są nad obszarem badań rzadko – średnio przez 31 dni w roku. Burze występują od marca do grudnia, z maksimum w lipcu (obserwowane są przeciętnie przez 6,5 dni w miesiącu).

Dni z pokrywą śnieżną notowane są od listopada do kwietnia, średnio przez 31 dni w roku. Najwięcej dni z pokrywą śnieżną występuje w styczniu (12,2 dni).



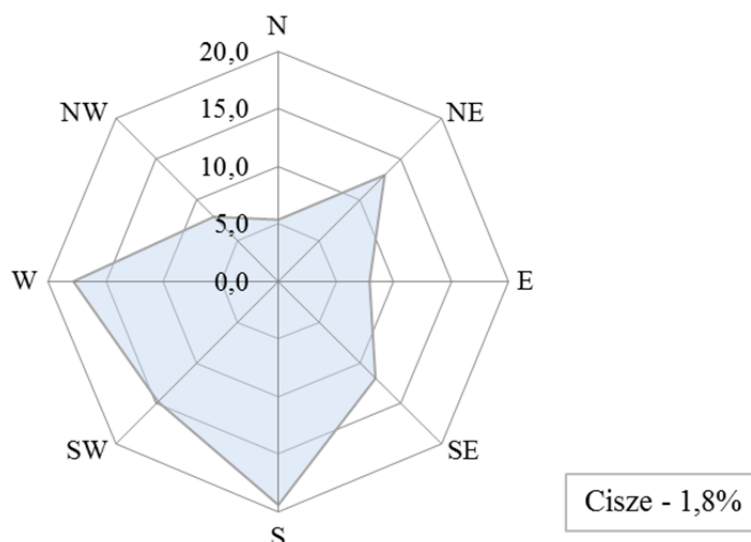
Rycina 5. Liczba dni z mgłą w półroczu ciepłym (IV-IX) i chłodnym (I-III, X-XII) w rejonie Kołobrzegu w latach 2008-2017

Warunki wiatrowe

Wiatr ma istotne znaczenie w procesie wymiany ciepła między organizmem a otoczeniem. Ma też wiele innych funkcji, chociażby usuwanie zanieczyszczeń (Kuchcik i in. 2013). Według *Rozporządzenia* miejscowości uzdrowiskowe powinny charakteryzować się z jednej strony dobrym przewietrzaniem terenu (charakteryzowanym małą liczbą dni z ciszą i prędkością wiatru poniżej 2 m/s), jak też niezbyt częstym występowaniem dni w dużą prędkością wiatru (>8 m/s).

Tabela 8. Charakterystyki prędkości wiatru na stacji IMGW w Kołobrzegu, 2008-2017

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Średnia prędkość wiatru (m/s)	3,1	3,0	3,0	2,8	2,5	2,4	2,3	2,2	2,2	2,5	2,9	3,2	2,7
Liczba dni z ciszą ($v < 1,0$ m/s o godz. 6, 12 lub 18 UTC)	1,3	1,6	1,4	1,5	1,5	0,9	1,3	2,2	2,1	2,0	0,7	1,1	17,6
Liczba dni z wiatrem słabym ($v_{\text{śr}} < 2,0$ m/s)	5,1	5,4	5,5	5,2	7,7	8,6	10,5	11,7	12,2	9,1	5,4	4,7	91,1
Liczba dni z dużą prędkością wiatru ($\geq 8,0$ m/s o godz. 6, 12 lub 18 UTC)	1,1	0,6	0,9	0,1	0,1	0,2	0,1	.	.	0,4	0,4	0,7	4,6



Rycina 6. Rozkład kierunków wiatrów (%) oraz częstość cisz w Kołobrzegu, 2008-2017

Średnia roczna prędkość wiatru w Kołobrzegu wynosi 2,7 m/s. Przeciętnie przez 91,1 dni w roku występują wiatry słabe, ze średnią dobową prędkością poniżej 2,0 m/s. Najczęściej wiatry słabe obserwowane są od lipca do września, kiedy ich udział w miesiącu wynosi od 10,5 do 12,2 dni. Również w sierpniu i wrześniu, a także październiku najczęściej notowane są cisze, kiedy prędkość wiatru osiąga wartości mniejsze od 1 m/s przynajmniej w jednym z trzech terminów obserwacyjnych (godz. 6, 12 lub 18 UTC) (tab. 8).

Dni w dużą prędkością wiatru ($\geq 8,0$ m/s) występują bardzo rzadko, przez 4,6 dni roku. Ich częstość wynosi od 0,1 (kwiecień, maj i lipiec) do 1,1 (styczeń). W sierpniu i wrześniu takie dni nie były odnotowane w analizowanym dziesięcioleciu. Są to wartości stosunkowo niskie jak na miejscowość nadmorską, co może wynikać z zagospodarowania terenu wokół stacji (zabudowania i wysokie drzewa), powodującego zmniejszenie prędkości wiatru.

Rozkład wiatrów uwarunkowany jest czynnikami cyrkulacyjnymi, jak też lokalnymi. Dominują wiatry o składowej południowej (S, SE i SW) – ich łączny udział wynosi 46,1%. Stosunkowo często wieją wiatry z zachodu (W) – 17,8% i północnego-wschodu (NE) – 13,1%. Częstość cisz w Kołobrzegu wynosi 1,8% (ryc. 6).

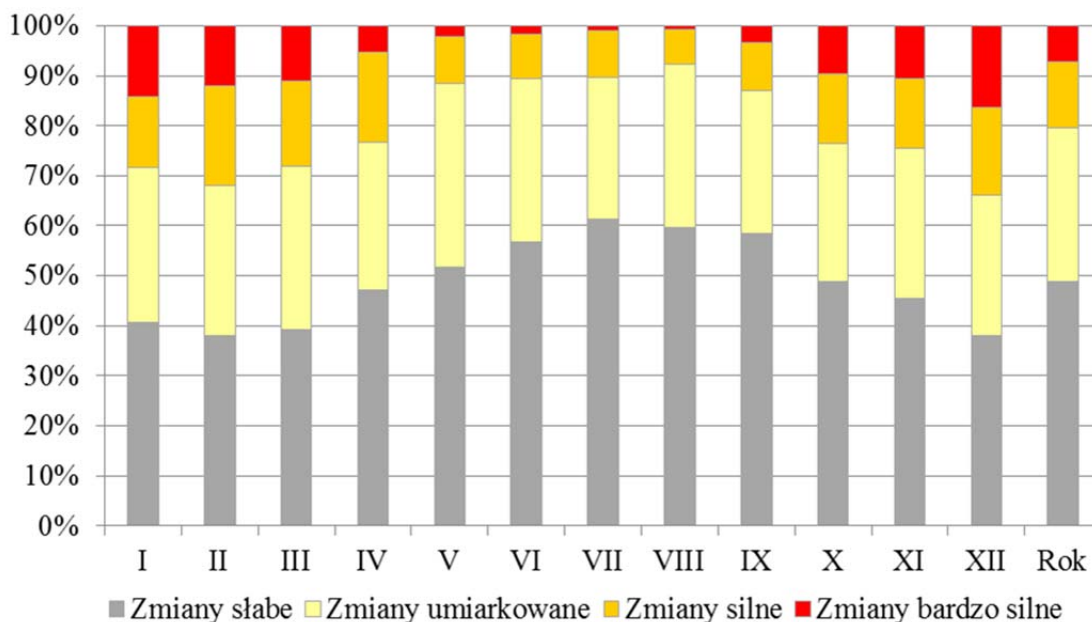
Podsumowując, można stwierdzić, że warunki wiatrowe w Kołobrzegu, w miejscach o podobnym zagospodarowaniu terenu, co otoczenie stacji meteorologicznej są korzystne dla klimatoterapii. Ta część uzdrowiska charakteryzuje się bardzo częstym występowaniem dni z małą prędkością wiatru, rzadko występującymi ciszami atmosferycznymi oraz bardzo rzadko notowanymi wiatrami o dużej prędkości. Biorąc pod uwagę to, że na prędkość wiatru wpływa szereg czynników lokalnych (m.in. typ zabudowy, rodzaj roślinności, topografia),

można się spodziewać, że w bardziej odsłoniętych częściach uzdrowiska, a szczególnie w strefie brzegowej warunki wiatrowe mogą być mniej korzystne.

Zmiany pogody

W ocenie częstości zmiany pogody wykorzystano międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego (między godz. 12 UTC w kolejnych dniach). Stopień odczucia zmian ciśnienia atmosferycznego u człowieka sklasyfikowano wg propozycji Boksy i Boguckiego (1980):

<u>dp (hPa)</u>	<u>Odczucie zmian ciśnienia atmosferycznego:</u>
poniżej 4	- zmiany słabe
od 4 do mniej niż 8	- zmiany umiarkowane
od 8 do mniej niż 12	- zmiany silne
≥ 12	- zmiany bardzo silne.



Rycina 7. Częstość dni o różnych odczuciach międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego na stacji IMGW Kołobrzegu w latach 2008-2017

Uzdrowisko Kołobrzeg charakteryzuje się słabymi i umiarkowanymi zmianami ciśnienia atmosferycznego, szczególnie w okresie od maja do września, kiedy ich udział wynosi ponad 87% dni w miesiącu. Bardzo silne zmiany ciśnienia atmosferycznego notowane są najczęściej w chłodnym półroczu (od października do marca), co jest związane z większą aktywnością frontów atmosferycznych nad obszarem Polski. W tych miesiącach ich udział wynosi od 9,7% (październik) do 16,5% (grudzień).

Podsumowując, można stwierdzić, że uzdrowisko Kołobrzeg charakteryzuje się warunkami klimatycznymi korzystnymi dla prowadzenia klimatoterapii.

3. Warunki biotermiczne

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

Do oceny warunków bioklimatycznych wykorzystano dwa wskaźniki biotermiczne, będące wynikiem analizy bilansu cieplnego człowieka. Są to: Uniwersalny Wskaźnik Obciążeń Ciepłych (*UTCI*) oraz wskaźnik dopuszczalnego poziomu aktywności fizycznej (*MHR*) (Błażejczyk 2003, 2004; Błażejczyk, Kunert 2011). Wskaźniki te uwzględniają wszystkie procesy wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem oraz intensywność procesów termoregulacyjnych. Wartości wskaźników obliczono na podstawie danych ze stacji meteorologicznej w Kołobrzegu z lat 2008-2017 z południowego terminu obserwacyjnego (godzina 12 UTC). Stacja ta położona w pewnej odległości od morza, w pobliżu sanatoriów dobrze reprezentuje klimat dzielnicy zdrojowej.

3.1. Uniwersalny wskaźnik obciążeń ciepłych

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. Innymi słowy zakłada się, że wymiana ciepła między człowiekiem a otoczeniem zależy tylko od temperatury powietrza, przy stałym poziomie pozostałych parametrów meteorologicznych. Jako referencyjne warunki meteorologiczne przyjmuje się: brak promieniowania słonecznego i cieplnego, prędkość wiatru na wysokości 10 m nad gruntem równą $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, ciśnienie pary wodnej odpowiadające 50% wilgotności względnej (przy temperaturze $<29^{\circ}\text{C}$) i równą 20 hPa przy temperaturze wyższej od 29°C , metaboliczną produkcję ciepła (M) równą $135 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, która odpowiada marszowi z prędkością $4 \text{ km}\cdot\text{godz.}^{-1}$. Skala oceny obciążeń ciepłych według wskaźnika *UTCI* opiera się na obiektywnych zmianach parametrów fizjologicznych organizmu, zachodzących pod wpływem warunków środowiskowych, a wartości wskaźnika są miarą obciążeń ciepłych organizmu (tab. 9).

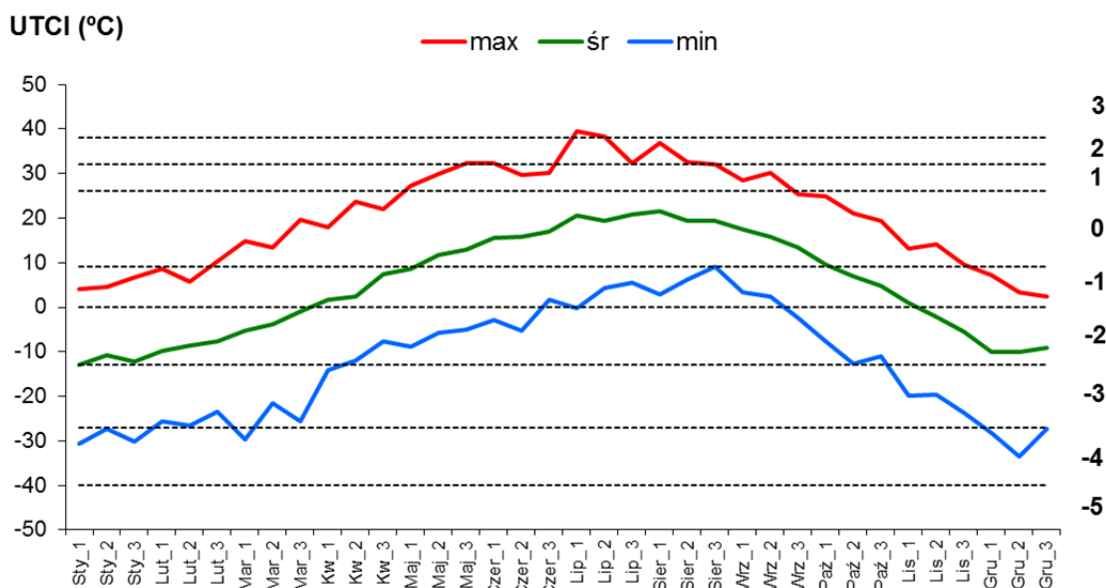
Średnie wartości *UTCI* w Kołobrzegu utrzymują się w ciągu roku w bardzo wąskim zakresie od „umiarkowany stres zimna” (od połowy listopada do końca marca) do „brak obciążeń ciepłych” (od początku maja do połowy początku października) (ryc. 8).

Ważniejsze są jednak skrajne obciążenia cieplne, na jakie narażony jest człowiek w danym miejscu. Nad morzem obciążenia cieplne związane z warunkami chłodu nie są zbyt uciążliwe. Średnio w styczniu wartość *UTCI* poniżej $-27,0^{\circ}\text{C}$, oznaczająca „silny stres ciepła” notowana jest 4 razy w miesiącu, w grudniu 2 razy, a najniższa w latach 2008-2017 obliczona wartość to zaledwie $-33,6^{\circ}\text{C}$.

Okres występowania obciążeń cieplnych związanych z wysoką temperaturą ogranicza się do lipca i sierpnia. Wartość maksymalna *UTCI* przekraczała wtedy 32°C , co oznacza „silny stres ciepła”. Jedynie 2 razy w ciągu 10 lat, w pierwszej i drugiej dekadzie lipca wartość *UTCI* nieznacznie przekroczyła 38°C , co oznaczało „bardzo silny stres ciepła”. Zatem jedynie sporadyczne są dni o wysokich wartościach *UTCI*, kiedy organizm nie jest w stanie sam zbilansować przychodów ciepła i wskazane jest unikanie przebywania w terenie otwartym, zwłaszcza w miejscach nasłonecznionych. Osoby zdrowe i w sile wieku powinny ograniczyć wysiłek fizyczny, a osoby osłabione, starsze i dzieci powinny go unikać.

Tabela 9. Skala oceny obciążeń cieplnych organizmu według wskaźnika *UTCI*

<i>UTCI</i> ($^{\circ}\text{C}$)	Obciążenie cieplne	Sposób przeciwdziałania
$> +46$	Nieznosny stres ciepła	Niezbędne okresowe schładzanie organizmu i uzupełnianie płynów $> 0,5$ l/godz. Należy unikać dużego wysiłku fizycznego.
$+38,1$ do $+46,0$	Bardzo silny stres ciepła	Konieczne okresowe korzystanie z pomieszczeń klimatyzowanych i/lub miejsc zacienionych oraz uzupełnianie płynów $> 0,5$ l/godz. Należy ograniczyć wysiłek fizyczny.
$+32,1$ do $+38,0$	Silny stres ciepła	Niezbędne uzupełnianie płynów $0,25$ l/godz., pożądane korzystanie z miejsc zacienionych i okresowe zmniejszanie wysiłku fizycznego.
$+26,1$ do $+32,0$	Umiarkowany stres ciepła	Niezbędne uzupełnianie płynów $0,25$ l/godz.
$+9,1$ do $+26,0$	Brak obciążeń cieplnych	Fizjologiczne procesy termoregulacji są wystarczające do zachowania komfortu cieplnego.
$0,1$ do $+9,0$	Łagodny stres zimna	Pożądane używanie rękawiczek i nakrycia głowy.
$-13,0$ do $0,0$	Umiarkowany stres zimna	Należy zwiększyć wysiłek fizyczny oraz chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem.
$-27,0$ do $-13,1$	Silny stres zimna	Należy zwiększyć wysiłek fizyczny oraz chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem. Pożądane zwiększenie termoizolacyjności odzieży.
$-40,0$ do $-27,1$	Bardzo silny stres zimna	Należy zwiększyć wysiłek fizyczny oraz chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem. Niezbędne zwiększenie termoizolacyjności odzieży i ograniczenie czasu przebywania w terenie otwartym.
< -40	Nieznosny stres zimna	Czas przebywania ograniczyć do niezbędnego minimum. Niezbędne zwiększenie termoizolacyjności i wiatrochronności odzieży



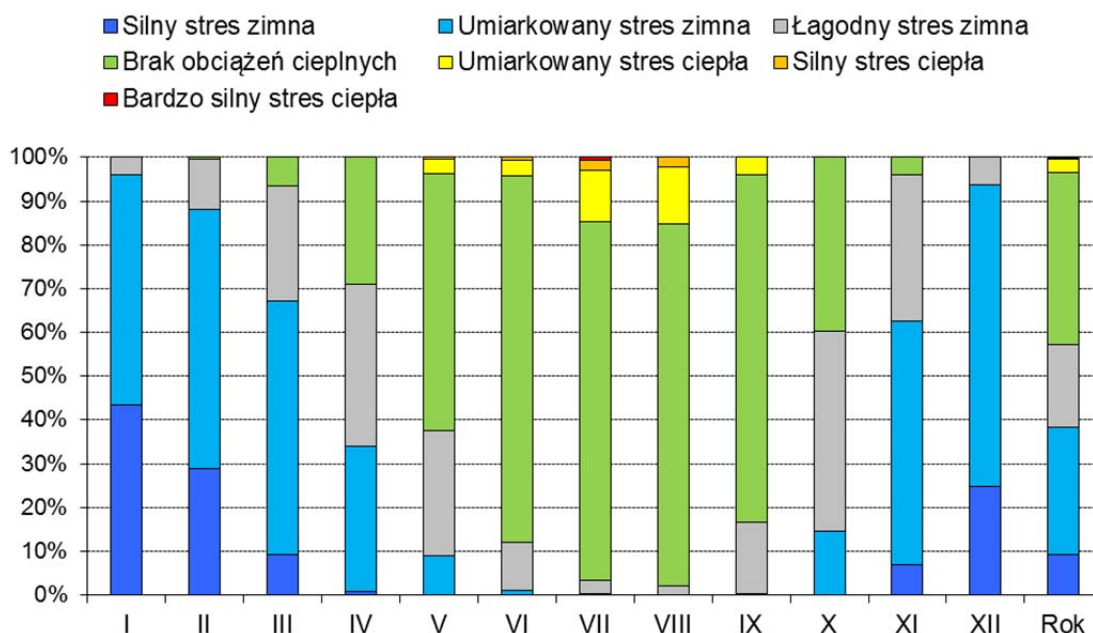
Rycina 8. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych (*UTCI*) w Kołobrzegu (2008-2017)

Rodzaj stresu: -5 – nieznosny stres zimna, -4 – bardzo silny stres zimna, -3 – silny stres zimna, -2 – umiarkowany stres zimna, -1 – łagodny stres zimna, 0 – brak obciążeń cieplnych, 1 – umiarkowany stres ciepła, 2 – silny stres ciepła, 3 – bardzo silny stres ciepła.

Jako, że wskaźnik *UTCI* jest zaprojektowany jako uniwersalny dla większości stref klimatycznych, w Polsce przeważają dni charakteryzujące się obciążeniami cieplnymi związanymi z zimnem. W Kołobrzegu, z powodu zmniejszonej amplitudy temperatury powietrza oraz zwiększonej prędkości wiatru, łagodny, umiarkowany, silny i bardzo silny stres zimna pojawia się łącznie w aż 57% dni. Od listopada do marca najczęstszym obciążeniem cieplnym jest „umiarkowany stres zimna” (51-67% dni w miesiącu). W analizowanym okresie zaledwie 20 dni cechował „bardzo silny stres zimna” (10 dni w ciągu 10 lat w styczniu) (ryc. 9).

W półroczu ciepłym, od maja do września, dominuje „brak obciążeń cieplnych”, sięgający 84% dni w czerwcu (średnio w roku 39%). Z kolei jedynym typem obciążenia cieplnego, który pojawia się w każdym miesiącu roku jest „łagodny stres zimna”, który dominuje jedynie w kwietniu i październiku, a średnia jego częstość w roku wynosi niespełna 19%.

„Silny stres ciepła”, który nie jest obciążeniem skrajnym, w lipcu i sierpniu notowany jest średnio w niespełna 1 dzień w miesiącu, zatem praktycznie nie stanowi zagrożenia dla układu termoregulacyjnego i okładu krążenia.



Rycina 9. Częstość dni o różnym natężeniu stresu cieplnego (wg *UTCI*) w Kołobrzegu (2008-2017)

3.2. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej

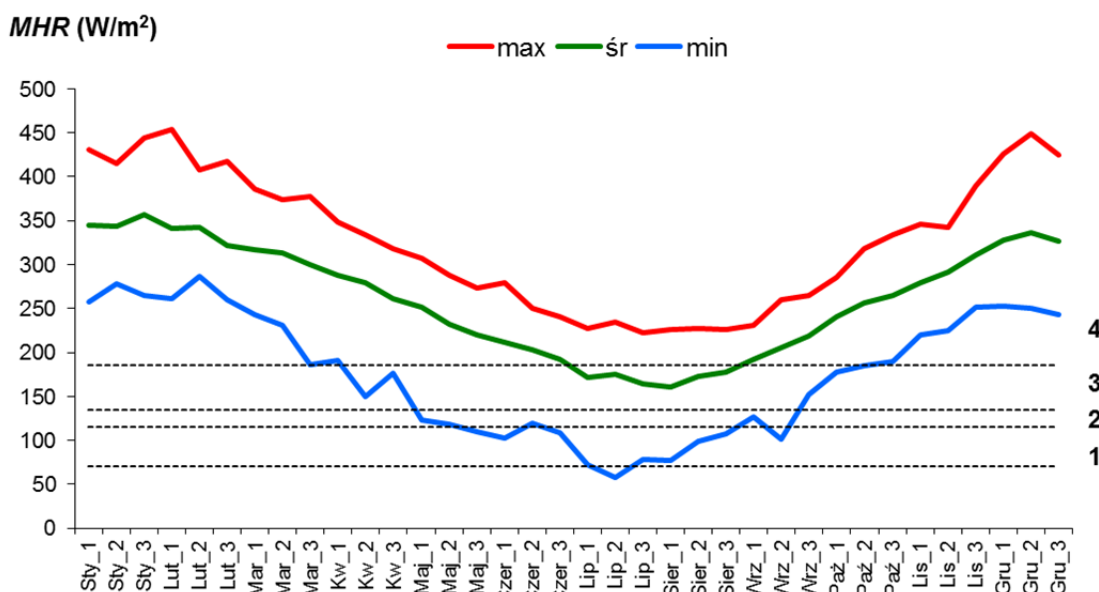
Ważną charakterystyką fizjologiczną jest częstotliwość tętna (*HR*). Charakterystyka ta określa liczbę uderzeń serca w ciągu jednej minuty. Na wartość *HR* wpływa zarówno aktywność fizyczna człowieka (tab. 10), jak i niektóre parametry meteorologiczne (temperatura powietrza, ciśnienie pary wodnej). Częstotliwość tętna wzrasta wraz ze wzrostem temperatury powietrza i ciśnienia pary wodnej oraz ze wzrostem wysiłku fizycznego. Prawidłowe tętno u zdrowego mężczyzny wynosi 70-72 uderzenia na minutę, u kobiet – 78-82 uderzenia na minutę. Wzrost *HR* powyżej tych wartości wiąże się ze wzrostem obciążeń układu krwionośnego. Wartością ostrzegawczą *HR* jest 90 uderzeń serca na minutę. Informacja o aktualnych warunkach meteorologicznych pozwala określić dopuszczalny poziom aktywności fizycznej (*MHR*, $W \cdot m^{-2}$), który nie spowoduje nadmiernego obciążenia serca podczas terapii ruchowej.

Warunki bioklimatyczne w Kołobrzegu pozwalają na stosowanie zabiegów klimatoterapeutycznych o zróżnicowanej aktywności przez cały rok (ryc. 10). W okresie od początku września do drugiej dekady czerwca warunki termiczno-wilgotnościowe umożliwiają prowadzenie aktywnej terenoterapii (gimnastyka, intensywne spacer, marsze, jazda rowerem, gry sportowe), która nie będzie nadmiernym obciążeniem dla układu krwionośnego. Jedyne od trzeciej dekady czerwca do końca sierpnia intensywne sporty i gry mogą powodować nadmierne obciążenie dla rekonwalescentów, dzieci i osób starszych.

Latem praktycznie nie występują żadne ograniczenia do stosowania aeroterapii i łagodnej terenoterapii. Jedynie w drugiej dekadzie lipca występują pojedyncze dni, w których aeroterapia powinna być prowadzona w cieniu, a helioterapia może być obciążeniem nawet dla zdrowego organizmu.

Tabela 10. Metaboliczna produkcja ciepła przy różnej aktywności fizycznej człowieka (wg Fanger 1972, uzupełnione przez Błażejczyk, Kunert 2011)

Rodzaj czynności	Metaboliczne wytwarzanie ciepła ($W \cdot m^{-2}$)	Prędkość poruszania się ($m \cdot s^{-1}$)
Helioterapia i aeroterapia:		
leżąc	50	0
siedząc	60	0
stojąc	70	0
Terenoterapia:		
Marsz bez obciążenia:		
po równinie ($km \cdot h^{-1}$)		
3,2	115	0,9
4,0	135	1,1
5,6	185	1,6
8,0	290	2,2
w górę przy nachyleniu		
(%) $km \cdot h^{-1}$		
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 ($4 km \cdot h^{-1}$) po równinie z obciążeniem:		
10 kg	195	0,9
30 kg	255	0,9
Zajęcia rekreacyjne i sportowe:		
gimnastyka	175-235	0,5-2,0
tenis	270	0,5-2,0
gra w piłkę	410	1-3
koszykówka	440	1,3
taniec	140-255	0,2-2,0



Rycina 10. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości dopuszczalnej aktywności fizycznej (MHR) w Kołobrzegu (2008-2017)

Poziomy aktywności fizycznej podczas: 1 – helioterapii i aeroterapii, 2 – łagodnych spacerów, 3 – łagodnej gimnastyki i gier, 4 – intensywnych spacerów i gier.

4. Ocena pogody z punktu widzenia klimatoterapii

Jednym ze sposobów opisu oraz oceny warunków bioklimatycznych jest analiza całego zespołu elementów meteorologicznych, składających się na aktualne warunki pogodowe. Dla scharakteryzowania warunków pogodowych z punktu widzenia ich oddziaływania na organizm człowieka i na możliwość długotrwałego przebywania na otwartym powietrzu wykorzystano cechy biotermiczne pogody oraz niektóre charakterystyki meteorologiczne.

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

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

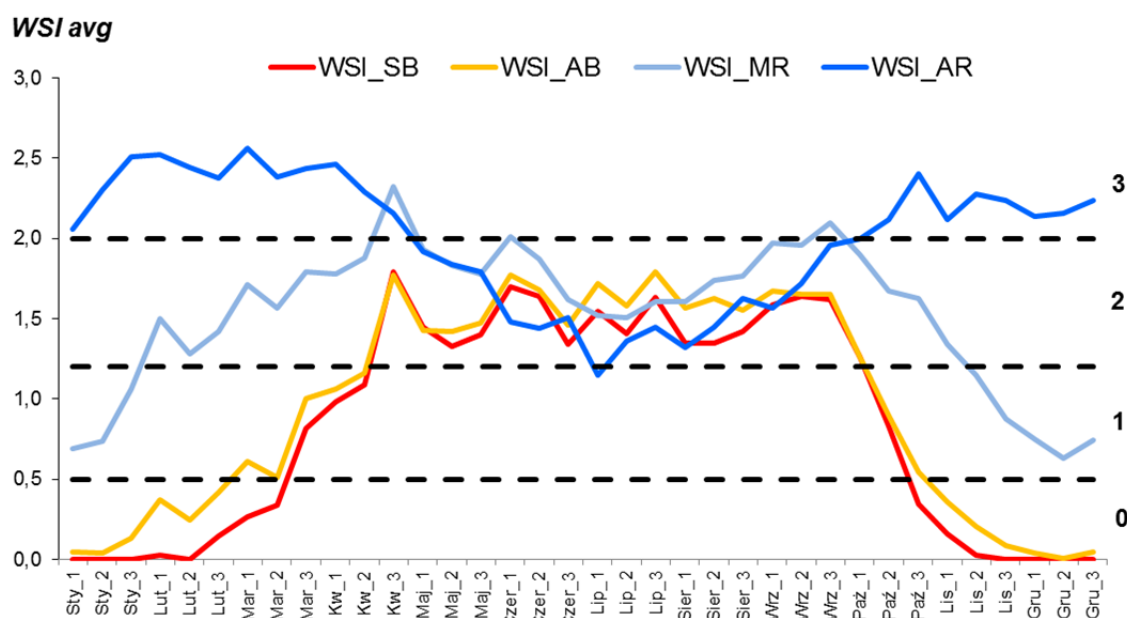
Zastosowano trzystopniowy wskaźnik oceny pogody (WSI): pogoda przydatna bez ograniczeń ($WSI = 3$), pogoda przydatna z ograniczeniami ($WSI = 1$), pogoda nieprzydatna ($WSI = 0$).

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 aktywności człowieka (SB, AB, MR, AR):
poniżej 0,5	- pogoda niekorzystna,
od 0,5 do mniej niż 1,2	- pogoda umiarkowanie korzystna,
od 1,2 do mniej niż 2,0	- pogoda korzystna,
od 2,0	- pogoda bardzo korzystna.

Jako przydatne dla wybranych form klimatoterapii można traktować te okresy, w których wartość WSI_{avg} przekracza wartość 1,2. Na rycinie 11 przedstawiono przebieg roczny wskaźników przydatności pogody, do helioterapii, aeroterapii i terenoterapii w kolejnych miesiącach. Do oceny warunków pogodowych w Kołobrzegu wykorzystano codzienne obserwacje meteorologiczne z okresu 2008-2017.



Rycina 11. Ocena przydatności pogody dla różnych form klimatoterapii (WSI_{avg}) w Kołobrzegu (2008-2017)

0 – warunki niekorzystne, 1 – warunki mało korzystne, 2 – warunki korzystne, 3 – warunki bardzo korzystne.

Z różnorodnych form leczenia klimatycznego w Kołobrzegu można korzystać przez cały rok. Okres najdogodniejszy dla klimatoterapii trwa od drugiej dekady kwietnia do pierwszej dekady października, kiedy to, zależnie od aktualnych warunków solarnych, termicznych, wietrznych i opadowych można stosować jedną lub kilka form leczenia klimatycznego przez większość kuracjuszy. Latem, wyjątkowo rzadko występują dni, w których warunki pogodowe ograniczają stosowanie intensywnej terenoterapii. Łagodna terenoterapia może być zalecana kuracjuszom od początku lutego do połowy listopada. Ogólnie w ciągu całego roku warunki bioklimatyczne mogą być wykorzystywane do leczenia,

rehabilitacji i profilaktyki zdrowotnej większości osób. Należy jednak pamiętać, że zimą z leczenia klimatycznego mogą bezpiecznie korzystać osoby w sile wieku, o sprawnie działającym układzie termoregulacyjnym i krwionośnym.

5. Stan sanitarny powietrza

5.1. Źródła zanieczyszczeń i ich wpływ na człowieka

Zabiegi klimatoterapeutyczne (aeroterapia, helioterapia, terenoterapia) prowadzone są w terenie otwartym. To sprawia, że dobry stan sanitarny powietrza w miejscowościach uzdrowiskowych jest ważnym czynnikiem, który wpływa na skuteczność prowadzonego leczenia klimatycznego i sprzyja powrotowi kuracjuszy do zdrowia. Oddychanie powietrzem zanieczyszczonym może powodować szereg różnych problemów, zależnych od rodzaju zanieczyszczeń.

Pyły zawieszone są poważnym czynnikiem chorobotwórczym. Osiadając na ściankach pęcherzyków płucnych utrudniają wymianę gazową. Szkodliwy jest pył zawieszony PM10 (o średnicy ziaren $<10\ \mu\text{m}$), w tym w szczególności cząstki o wymiarach 3-5 μm i mniejsze, zwłaszcza ok. 1,5 μm , które docierają łatwo do dolnych dróg oddechowych niszcząc pęcherzyki płucne. Powodują również podrażnienie naskórka i śluzówki, zapalenie górnych dróg oddechowych, wywołują choroby alergiczne, astmę, nowotwory płuc, gardła i krtani. Grupą szczególnie narażoną na negatywne oddziaływanie pyłów są osoby starsze, dzieci i osoby cierpiące na choroby dróg oddechowych i układu krwionośnego (Seńczuk 2002, WHO 2013).

Pył zawieszony pochodzi głównie ze spalania paliw kopalnych, zwłaszcza w paleniskach indywidualnych przy niskiej temperaturze spalania. Pochodzą także ze ścierania asfaltu, opon samochodowych i metali, budów, wywiewania z powierzchni niepokrytych roślinnością tj. plaże – stąd jego wysoka koncentracja także w porze cieplej. Z kolei głównym źródłem wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych jest używanie węgla i biomasy w domowych piecach centralnego ogrzewania czy kominkach, niekontrolowane spalanie odpadów, spaliny samochodowe czy pył tytoniowy. Ocenia się, że emisja związana z ogrzewaniem indywidualnych budynków stanowi 78-87% całkowitej emisji B(a)P do powietrza z terenu Polski (Wieczorek i in. 2011). Raporty roczne dotyczące oceny jakości powietrza podają, że przekroczenia PM10, PM2,5 i B(a)P mają miejsce zwykle w okresie jesiennym i zimowym ze względu na emisję zanieczyszczeń z sektora komunalno-bytowego.

Innym zagrożeniem są metale ciężkie, które do atmosfery przedostają się jako produkt spalania w przemyśle (m.in. hutnictwo żelaza i stali, wyrób porcelany, akumulatorów) i poza

przemysłem, w niewielkim stopniu ich źródłem jest transport drogowy. Największe stężenia metali ciężkich w powietrzu notowane są w województwie śląskim i dolnośląskim. Ich nieorganiczne związki łatwo przenikają przez błony komórkowe i dostają się do narządów wewnętrznych. Metale te (głównie kadm, ołów i rtęć) gromadzą się w śledzionie, nerkach, wątrobie, płucach. Mogą gromadzić się również we włosach i na skórze. Powodują one nadciśnienie, zmiany nowotworowe, uszkodzenie nerek, wątroby, a w niektórych przypadkach mogą doprowadzić do zaburzeń psychicznych i porażenia mózgu.

Dwutlenek siarki jest produktem ubocznym spalania zanieczyszczonych siarką paliw kopalnych stałych (węgiel) i płynnych (ropa) w silnikach spalinowych i elektrociepłowniach. Obecnie, w zwiększonym stężeniu występuje jedynie na obszarach silnie uprzemysłowionych. Dwutlenek siarki drażni drogi oddechowe, wywołując kaszel. Związek ten może wywoływać astmę, skurcze i zapalenie oskrzeli oraz niedociśnienie tętnicze. Jest mutagenny dla człowieka i zwierząt. Długotrwałe wystawienie organizmu na działanie dwutlenku siarki powoduje istotne osłabienie układu immunologicznego.

Głównymi źródłami tlenków azotu (NO , NO_2 , NO_x) są: transport drogowy (silniki Diesla), lokalne systemy grzewcze i technologiczne procesy wysokotemperaturowe (Sroczyński 1988). Toksyczne działanie dwutlenku azotu polega na ograniczaniu dotlenienia organizmu. Upośledza on zdolności obronne ustroju na infekcje bakteryjne. Dwutlenek azotu działa drażniaco na oczy i drogi oddechowe, jest przyczyną zaburzeń w oddychaniu (obrzęki, zapalenia płuc i oskrzeli), powoduje choroby alergiczne, astmę – szczególnie u dzieci mieszkających w miastach narażonych na smog.

Substancją wysoce rakotwórczą i toksyczną jest benzen. Jego źródłami naturalnymi są w Polsce pożary lasów, ale ponadto spalanie paliw (transport drogowy), przetwórstwo produktów pochodzenia naftowego (produkcja materiałów budowlanych, gum, plastiku, rafinacja ropy), dym tytoniowy. Benzen ziała przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połknięciu. Benzen uszkadza układ krwiotwórczy szpiku kostnego: powoduje szkodę krwotoczną, zmniejszenie liczby białych krwinek (leukopenię), niedokrwistość. Późnym następstwem narażenia jest białaczka.

Ozon troposferyczny jest zaliczany do tzw. zanieczyszczeń wtórnych, gdyż powstaje wskutek utleniania, pod wpływem promieniowania ultrafioletowego, zanieczyszczeń pierwotnych – gazów będących składnikiem spalin samochodowych: NO_x , CO , CH_4 . Ozon jest głównym składnikiem tzw. smogu fotochemicznego, występującego przy wysokiej temperaturze powietrza ($>25^\circ\text{C}$) (Kozłowska-Szczęsna 1959), wysokim osłonecznieniu, w miastach o dużym natężeniu ruchu samochodowego (Höppe 1995) oraz w sytuacjach inwersji termicznych (Kuchcik 2001a,

b). Ozon jest gazem drażniącym, który powoduje uszkodzenie błon biologicznych. Objawami podrażnienia ozonem są kaszel, drapanie w gardle, senność i bóle głowy. Wyższe stężenia ozonu prowadzą do wzrostu ciśnienia tętniczego, przyspieszenia tętna i obrzęku płuc, który może być przyczyną zgonu (Jędrychowski 1986, CIOP 2013, CIOP-PIB 2016).

Najbardziej rakotwórcze i toksyczne są wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), do których zalicza się kilkaset związków, w tym benzo(a)piren (B(a)P) – uznawany w Polsce za wyznacznik wszystkich WWA, które są ściśle powiązane z pyłem zawieszonym. Ich głównym źródłem jest niska emisja powierzchniowa, czyli używanie węgla i biomasy ogrzewnictwie indywidualnym, w domowych piecach centralnego ogrzewania i w kominkach, niekontrolowane spalanie odpadów, spaliny samochodowe oraz dym tytoniowy. WWA działają toksycznie poprzez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po spożyciu skażonych pokarmów. Uszkadzają układ krwiotwórczy szpiku kostnego: powodują skazę krwotoczną, zmniejszenie liczby białych krwinek, niedokrwistość. WWA tworzą trwałe połączenia z DNA i mają zdolność kumulowania się w organizmach żywych, co prawdopodobnie prowadzi do procesu nowotworowego (białaczki, nowotworów płuc pęcherza moczowego). Związki te działają bezprogowo, co oznacza, że każde stężenie powoduje wzrost ryzyka nowotworu. Następstwem narażenia może być też uszkodzenie centralnego układu nerwowego i bezpłodność (ATSDR 1995, Irwin i in. 1997, Ba i in. 2016).

5.2. Normy i klasyfikacja stref w województwie zachodniopomorskim

Normy zanieczyszczeń, które obowiązują ze względu na ochronę zdrowia ludzi, przedstawione zostały w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (Dz. U. z 2012 r., poz. 1031) (tab. 11).

W styczniu 2018 r. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Szczecinie uruchomił w Kołobrzegu, przy ul. Żółkiewskiego 10 stację kontroli zanieczyszczeń powietrza, na której mierzone jest stężenie pyłu zawieszonego PM10 oraz oznaczane stężenie benzo(a)pirenu w pyłe. Stacja reprezentuje tło miejskie, a zlokalizowana jest w pobliżu granicy strefy „A” ochrony uzdrowiskowej.

Najbliższe stacje pomiarowe pozostałych substancji zanieczyszczających powietrze znajdują się w Koszalinie: przy ul. Spasowskiego 2F stacja tła miejskiego, a przy ul. Armii Krajowej stacja komunikacyjna.

Do oceny zanieczyszczenia powietrza w uzdrowisku wykorzystano:

- (1) krótką serię danych ze stacji WIOŚ w Kołobrzegu,

(2) Roczne oceny jakości powietrza w województwie zachodniopomorskim za lata 2015-2017 Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Szczecinie (WIOŚ 2016, 2017, 2018),

(3) aktualny stan zanieczyszczenia powietrza ustalony na podstawie szacunków poziomu emisji i modelowania przygotowany przez WIOŚ w Szczecinie – pismo WM.7016.3.6.2.2018.RP.

Tabela 11. Dopuszczalne i docelowe poziomy niektórych substancji ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz okresy, dla których uśrednia się wyniki pomiarów

Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Dopuszczalny poziom substancji w powietrzu ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz dopuszczalna częstość przekraczania poziomu dopuszczalnego w roku kalendarzowym (D)
Benzen	rok kalendarzowy	5
Dwutlenek azotu	jedna godzina	200+18D
	rok kalendarzowy	40
Dwutlenek siarki	jedna godzina	350+24D
	24 godziny	125+3D
Ołów	rok kalendarzowy	0,5
Pył zawieszony PM10	24 godziny	50+35D
	rok kalendarzowy	40
Pył zawieszony PM2,5	rok kalendarzowy	25 ¹ / 20 ²
Tlenek węgla	8 godzin	10000
Ozon	8 godzin	120+25D ³
Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Docelowy poziom substancji w powietrzu ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)
Arsen	rok kalendarzowy	6
Benzo(α)piren	rok kalendarzowy	1
Kadm	rok kalendarzowy	5
Nikiel	rok kalendarzowy	20

¹ – Poziom dopuszczalny dla pyłu zawieszonego PM2,5 do osiągnięcia do dnia 1 stycznia 2015 r.

² – Poziom dopuszczalny dla pyłu zawieszonego PM2,5 do osiągnięcia do dnia 1 stycznia 2020 r.

³ – max średnia 8-godzinna 120 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ i brak dopuszczalnej częstości przekroczenia od dnia 1 stycznia 2020 r.

Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska każdego roku dokonuje oceny poziomu substancji zawartych w powietrzu w wyznaczonych strefach. Informacji tych użyto do oceny ogólnej stanu sanitarnego powietrza w analizowanym obszarze. Obszar województwa zachodniopomorskiego podzielony jest na 3 strefy – Aglomerację szczecińską, miasto Koszalin i strefę zachodniopomorską, w której leży Kołobrzeg, a która obejmuje pozostały obszar województwa.

Klasyfikacja strefy, w której leży Kołobrzeg wykonywana jest na podstawie kryteriów przedstawionych w tabeli 12, z uwzględnieniem wymagań aerosanitarnych dotyczących ochrony zdrowia ludzi. Zaliczenie strefy do gorszej klasy nie oznacza, że jakość powietrza na terenie całej strefy nie spełnia określonych kryteriów. Przypisanie danej strefie klasy C oznacza jednak potrzebę opracowania programu ochrony powietrza oraz podjęcia odpowiednich działań służących zmniejszeniu stężenia określonych zanieczyszczeń.

Tabela 12. Klasyfikacja stref w zależności od poziomów stężeń zanieczyszczenia uzyskanych w rocznej ocenie jakości powietrza

Poziom stężenie	Klasa strefy
Nie przekraczają poziomów dopuszczalnych, docelowych i celów długoterminowych	A
Przekraczają poziomy dopuszczalny powiększony o margines tolerancji, a w przypadku, gdy margines tolerancji nie jest określony – poziomy dopuszczalny, docelowy lub celów długoterminowych	C
Brak przekroczenia poziomu dopuszczalnego dla pyłu PM _{2,5} – dla fazy II – od 1.01.2020 r. tj. $\leq 20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	A1
przekroczenie poziomu dopuszczalnego dla pyłu PM _{2,5} – dla fazy II – od 1.01.2020 r. tj. $> 20 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	C1
Stężenie ozonu nie przekracza poziomu celu długoterminowego	D1
Stężenie ozonu przekracza poziom celu długoterminowego do 2020 r.	D2

Poziom zanieczyszczenia powietrza na terenie strefy zachodniopomorskiej został określony na podstawie pomiarów ze stacji automatycznego monitoringu zanieczyszczeń powietrza WIOŚ położonych w: Widuchowej, Szczecinku (2 stacje) i Myśliborzu. Klasyfikację stref dla poszczególnych zanieczyszczeń powietrza przedstawiono w tabeli 13.

Tabela 13. Klasyfikacja strefy zachodniopomorskiej ze względu na ochronę zdrowia ludzi w odniesieniu do poszczególnych zanieczyszczeń powietrza

	2015	2016	2017
Pył (PM ₁₀)	C	C	A
Pył (PM _{2,5})	A(A1)	A(C1)	A(A1)
Ozon	A (D2)	A (D2)	A (D2)
Dwutlenek siarki	A	A	A
Dwutlenek azotu	A	A	A
Tlenek węgla	A	A	A
Ołów	A	A	A
Arsen	A	A	A
Kadm	A	A	A
Nikiel	A	A	A
Benzen	A	A	A
Benzo(a)piren	C	C	C

W latach 2015-2017 w strefie zachodniopomorskiej nie stwierdzano przekroczeń wartości dopuszczalnych i docelowych stężeń zanieczyszczeń określonych normą ze względu na ochronę zdrowia dla dwutlenku azotu, dwutlenku siarki, tlenku węgla, benzeny, metali ciężkich w pyłe oraz pyłu zawieszonego PM_{2,5} (tab. 13).

W świetle corocznych ocen jakości powietrza w przypadku PM₁₀ w latach 2015-2017 norma średnioroczna była dotrzymana na każdej stacji. Problem stanowiła jednak liczba dni z przekroczeniami dobowego poziomu dopuszczalnego PM₁₀, która sięgała 45 w 2015 r. (Myślibórz), 40 w 2016 r. (także w Myślibórz), ale już w 2017 r. wyniosła 27 i było to mniej niż dopuszczone normą 35 dni.

Badania benzo(a)pirenu w pyłe wykazały przekroczenia normy we wszystkich punktach pomiarowych (3 stacje) w 2015 i 2016 r., a na 2 w 2017 r. Średnioroczne stężenie B(a)P wahało się od 2 do 5 ng·m⁻³ (Myślibórz w 2015 r.).

W ostatnich latach średnia trzyletnia liczba dni z maksymalnym stężeniem 8-godzinny ozonu ponad 120 µg·m⁻³ nie przekraczała dozwolonych 25 dni. Jednak nie dotrzymany został poziom celu długoterminowego ozonu, którego termin osiągnięcia określony został na 2020 r., a który oznacza brak jakichkolwiek przekroczeń – stąd klasa D2.

5.3. Zanieczyszczenie powietrza w Kołobrzegu

Do oceny szczegółowej wykorzystano wyniki modelowania stanu sanitarnego atmosfery w Kołobrzegu wykonane przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Szczecinie (tab. 14). Według modelowania stan sanitarny powietrza w Kołobrzegu jest dobry. Stężenie zanieczyszczeń gazowych jest bardzo niskie, ale także znacząco mniejsze w porównaniu z resztą kraju jest stężenie pyłów (36-39% normy). Ma na to głównie wpływ bliskość morza i związane z tym duże prędkości wiatru i dobre przewietrzanie, w mniejszym stopniu brak znaczących punktowych czy liniowych źródeł emisji zanieczyszczeń.

Pył zawieszony PM₁₀ oraz benzo(a)piren w pyłe to 2 najważniejsze rodzaje zanieczyszczenia powietrza w Polsce, które na większości terenu kraju przewyższają dopuszczalne normy. Dlatego to właśnie te substancje są mierzone od początku 2018 r. w uzdrowisku. Porównanie kilkumiesięcznej serii pomiarów w Kołobrzegu i w Koszalinie na stacjach tła miejskiego pokazuje przede wszystkim zbliżony przebieg i wartości. W uzdrowisku średnie stężenie wyniosło 24,8 µg·m⁻³, zaś w Koszalinie 27,3 µg·m⁻³. W Kołobrzegu odnotowano 6 dni z przekroczeniem poziomu 50 µg·m⁻³, w Koszalinie – 9.

Jednak najwyższe zanotowane stężenie PM10 w Kołobrzegu wyniosło aż $106 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ i było znacząco wyższe w porównaniu z Koszalinem (ryc. 12).

Tabela 14. Modelowany stan sanitarny powietrza w Kołobrzegu, rejon ul. Fredry (pismo WIOŚ 2018)

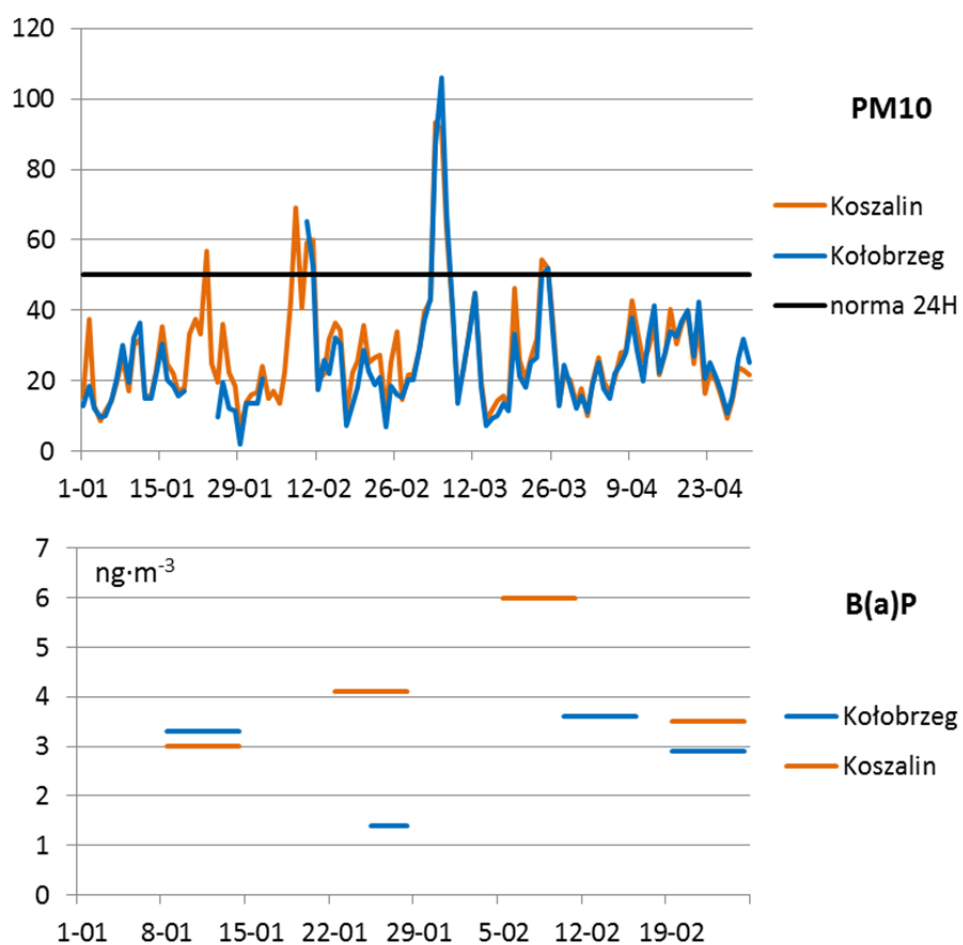
Nazwa substancji	Stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]	% normy
Dwutlenek siarki	1,8 (normy)	1,4%
Dwutlenek azotu	10,0 (25% normy)	25%
Tlenek węgla	132,0 (1,3% normy)	1,3%
Pył zawieszony PM10	15,5 (38,8% normy)	38,8%
Pył zawieszony PM2,5	9,0	36%
Ołów w pyle PM10	0,003	0,6%
Benzen	0,4	8%

Średnie stężenie benzo(a)pirenu w Kołobrzegu w styczniu i lutym 2017 r. wyniosło $3 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$, w Koszalinie – $4 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$ (przy średniorocznej normie $1 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$). Jako, że ocena stężenie B(a)P nie jest ciągła, dopiero dłuższa, obejmująca co najmniej 2 sezony grzewcze, seria pomiarowa pokaże jakie zagrożenie substancje te stanowią dla kuracjuszy.

Dobry stan powietrza w Kołobrzegu wynika głównie z gazyfikacji miejscowości oraz położenia nad morzem i związanego z tym dobrego przewietrzania. Jedynie w okresach szczególnie chłodnych widoczny jest wzrost stężenia pyłów wynikający prawdopodobnie z dogrzewania domów przez mieszkańców węglem lub drewnem w kominkach.

Podsumowując należy stwierdzić, że jakość powietrza na terenie uzdrowiska Kołobrzeg jest dobra. Zachowana jest norma średniorocznego stężenia zanieczyszczeń gazowych oraz pyłu zawieszonego PM10 i PM2,5, a w 2017 r. także liczba dni z przekroczeniami dopuszczalnego średniodobowego stężenia pyłów PM10 i PM2,5.

Przekroczona jest norma dopuszczalnego stężenia benzo(a)pirenu. Przyczyny tego należy upatrywać głównie w niskiej emisji, czyli wykorzystaniu drewna i węgla do dodatkowego ogrzewania indywidualnych budynków mieszkalnych. Ponadto notowane są dni z maksymalnym stężeniem 8-godzinnym ozonu ponad $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, co oznacza, że od 2020 r. normy nie byłyby dotrzymane i stanowi przesłankę do podjęcia działań prewencyjnych.



Rycina 12. Stężenie pyłu zawieszonego PM10 i benzo(a)pirenu w Kołobrzegu i Koszalinie na początku 2017 r.

6. Klimat akustyczny

Pod pojęciem klimatu akustycznego rozumiemy różnicowanie czasowe i przestrzenne bodźców akustycznych w środowisku. Związane są one z różnym ciśnieniem akustycznym powietrza powstałym w wyniku wzbudzenia drgań mechanicznych (fal dźwiękowych) działających za pośrednictwem powietrza na narząd słuchu i inne organy organizmu człowieka. Istnieje wiele źródeł dźwięków, zarówno naturalnych (np. szum drzew, śpiew ptaków, falowanie morza), jak i generowanych przez człowieka. W sytuacji, gdy dźwięki te są niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe określamy je mianem hałasu (Augustyńska i in. 2014). W Encyklopedii PWN hałas definiowany jest jako „dźwięk niepożądany, którego działanie może być uciążliwe lub szkodliwe dla człowieka”. Nadmierny hałas powoduje zmęczenie, drażliwość, podwyższenie ciśnienia krwi, ból i zawroty głowy, a nawet uszkodzenie słuchu (Kalinowski 1969).

W otoczeniu człowieka do najważniejszych antropogenicznych źródeł hałasu należą środki transportu (hałas: drogowy, kolejowy, lotniczy). Inne, powszechnie występujące źródła hałasu środowiskowego to: źródła komunalne (np. sąsiedzi, radio, telewizja, bary restauracje), źródła społeczne i związane z wypoczynkiem (np. odtwarzacze muzyki, zabawki, otwarte imprezy kulturalne, sztuczne ognie) oraz urządzenia przemysłowe i prace budowlane (hałas pochodzący od wszelkich prac budowlanych pomimo, że występuje okresowo, ale jest bardzo uciążliwy). O ile w pewnym zakresie jesteśmy w stanie odizolować się od społecznych i przemysłowych źródeł hałasu, o tyle hałas komunikacyjny, a zwłaszcza hałas drogowy oraz hałas komunalny są powszechne w naszym otoczeniu.

Pomiary hałasu na terenie Uzdrowiska Kołobrzeg przeprowadzono głównie na obszarze strefy A ochrony uzdrowskiej. Do pomiarów hałasu wykorzystano całkujące mierniki poziomu dźwięku SON-50 oraz DSA-50 firmy SONOPAN. Pomiary wykonano w warunkach meteorologicznych spełniających zasady pomiaru (Dz. U nr 140, poz. 824 z 16 czerwca 2011 r.).

Z uwagi na specyfikę terenów objętych niniejszymi badaniami (są to tereny nadmorskie z bardzo rozbudowaną funkcją wypoczynkową) oraz bardziej rygorystycznymi normami dotyczącymi dopuszczalnych poziomów hałasu na terenach przeznaczonych do prowadzenia działalności uzdrowskiej, w badaniach skoncentrowano się nie tylko na pomiarach wzdłuż głównych ciągów komunikacyjnych, ale również wykonywano je w pewnym oddaleniu od nich w celu uchwycenia imisji hałasu komunikacyjnego, komunalnego oraz innych jego źródeł na terenach przyległych.

W niniejszym opracowaniu klimat akustyczny został opisany za pomocą równoważnego poziomu dźwięku A wyrażonego w decybelach. Jest to skorygowany według krzywej korekcyjnej A poziom ciśnienia akustycznego ciągłego ustalonego dźwięku. Równoważny poziom dźwięku A dla przedziału czasu T jest także zwany średnim poziomem dźwięku LAeq. Dla poszczególnych poziomów LAeq określono L_{Amax} oraz L_{Amin}. Do badań wykorzystano metodę bezpośrednich ciągłych pomiarów w ograniczonym czasie.

Pomiary przeprowadzono w dniach: 17-18 kwietnia 2018 r. w 5 charakterystycznych miejscach badanego terenu. Oprócz pomiarów dziennych, przeprowadzono nocne pomiary hałasu (ryc. 13). Punkty pomiarowe były zlokalizowane następująco: 1 – przy ul. Arciszewskiego, w pobliżu Zespołu Szkół Morskich im. Polskich Rybaków, 2 – przy skrzyżowaniu ul. Mickiewicza i Rodziewiczówny, 3 – na terenie Szpitala Uzdrawiskowego "Słoneczko" przy ul. Zdrojowej, 4 – na terenie Ośrodka Wypoczynkowo-Szkoleniowego Uniwersytetu im. Adam Mickiewicza przy ul. Grottera, 5 – na terenie Ośrodka "Proton". Szczegółowa charakterystyka stanowisk pomiarowych znajduje się w tabeli 15.

Tabela 15. Charakterystyka stanowisk pomiarowych klimatu akustycznego

Nr stan.	Nazwa i opis stanowiska	Współrzędne geograficzne		Czynniki kształtujące klimat akustyczny miejsca
		φ (N)	λ (E)	
1	Deptak przy ul. Arciszewskiego, w pobliżu Zespołu Szkół Morskich im. Polskich Rybaków, trawnik w otoczeniu lasu	54° 10' 32,87"	15° 32' 14,14"	Głównym czynnikiem kształtującym klimat tego miejsca są odgłosy naturalne (śpiew ptaków, szum drzew), ale też dźwięki związane z funkcjonowaniem szkoły oraz niewielki ruch samochodowy. Klimat akustyczny charakterystyczny dla części parkowej i leśnej uzdrowiska, sąsiadującej z zabudową domów jednorodzinnych. Odgłosy związane z pielęgnacją zieleni i użytkowaniem parku.
2	Deptak przy skrzyżowaniu ul. Mickiewicza i ul. Rodziewiczówny, przy przejściu prowadzącym w kierunku moła, trawnik przy ulicy	54° 11' 05,56"	15° 33' 41,62"	Ruch samochodowy o niewielkim natężeniu, średnio w ciągu dnia około 30-50 pojazdów na godzinę, duży ruch pieszy, prace porządkowe i budowlane, dźwięki komunalne, muzyka. Droga prowadząca w kierunku moła i do latarni morskiej gromadzi wielu turystów. Największy ruch zarówno pieszy, jak samochodowy dotyczy sezonu wakacyjnego.
3	Szpital Uzdrawiskowy "Słoneczko" przy ul. Zdrojowej, trawnik	54° 10' 58,10"	15° 34' 24,93"	Ulica Zdrojowa stanowi główny ciąg komunikacyjny wzdłuż południowej granicy strefy A uzdrowiska. Średnio w ciągu godziny notowano tu około 350 pojazdów. W pobliżu punktu pomiarowego znajduje się dworzec kolejowy, na którym prowadzone były prace remontowo-budowlane, sporadyczne przejazdy pociągów.
4	Trawnik na terenie Ośrodka Wypoczynkowo-Szkoleniowego Uniwersytetu im. Adam Mickiewicza przy ul. Grottera	54° 11' 04,06"	15° 34' 36,00"	Głównym czynnikiem kształtującym klimat tego miejsca są odgłosy związane z funkcjonowaniem uzdrowiska, odgłosy komunalne oraz związane z funkcją wypoczynkowo-rekreacyjną miejsca.

5	Ośrodek "Proton", trawnik na terenie Ośrodka	54° 11' 17,44"	15° 36' 04,24"	W tle klimatu akustycznego, który stanowią odgłosy naturalne (śpiew ptaków, ale też szum morza) są słyszalne prace remontowo-budowlane. W okresie wiosenno-letnim istotny wpływ mają prace pielęgnacyjne prowadzone na terenie ośrodka (kosiarki, dmuchawy).
---	--	----------------	----------------	--



Rycina 13. Zdjęcia stanowisk pomiaru klimatu akustycznego w Kołobrzegu, w kolejności od lewej od góry: 1, 2, 3 i 4

Wartości dopuszczalnych poziomów hałasu są zależne od funkcji urbanistycznej, jaką spełnia dany teren. Dla terenów wymagających intensywnej ochrony przed hałasem, jakim są tereny w strefie A ochrony uzdrowiskowej, określone są najniższe poziomy dopuszczalne (tab. 16).

Tabela 16. Wartości hałasu dopuszczalne w środowisku dla dróg i linii kolejowych (Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r w sprawie dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku (DZ. U. 2012, poz. 1109)

Lp.	Rodzaj terenu	Dopuszczalny poziom hałasu w [dB]			
		Drogi lub linie kolejowe		Pozostałe obiekty i działalność będąca źródłem hałasu	
		$L_{Aeq D}$ przedział czasu odniesienia równy 16 godzinom w ciągu dnia	$L_{Aeq N}$ przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom w ciągu nocy	$L_{Aeq D}$ przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym	$L_{Aeq N}$ przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy
1	a) Strefa ochronna "A" uzdrowiska b) Tereny szpitali poza miastem	50	45	45	40

Teren strefy A ochrony uzdrowiskowej w uzdrowisku Kołobrzeg stanowi dosyć rozczłonkowany obiekt przestrzenny. W części Wschodniej znajdują się głównie obiekty sanatoryjne - bezpośrednio związane z lecnictwem uzdrowiskowym, pensjonaty, obiekty willowe, wypoczynkowe, zaś część Zachodnia stanowi głównie obszar rekreacyjno-wypoczynkowy. Zagrożenia klimatu akustycznego dotyczą głównie części Wschodniej, gdzie skoncentrowane są funkcje leczniczo-wypoczynkowe uzdrowiska.

Najbardziej obciążoną ruchem samochodowym na terenie strefy A ochrony uzdrowiskowej jest ul. Zdrojowa. Poza tym głównym ciągiem komunikacyjnym jego natężenie jest niewielkie i z reguły nie przekracza 100 pojazdów w ciągu godziny w daytime porze szczytu komunikacyjnego i około 20 w najmniej korzystnej porze nocy (ul. Mickiewicza, Rodziewiczówny 17-18 kwietnia 2018 r.). W strukturze pojazdów dominują samochody osobowe. W celu poprawy warunków klimatu akustycznego na terenie Strefy A ochrony uzdrowiskowej, szczególnie w okresie letnim, kiedy to nasilenie ruchu kuracjuszy i osób wypoczywających jest największe, wprowadzono ograniczenie parkowania i ruchu kołowego w tym rejonie.

Biorąc pod uwagę zagospodarowanie terenu, czynniki kształtujące klimat akustyczny oraz ruch samochodowy dla wszystkich punktów pomiarowych należy stosować normy hałasu 50 dB dniem i 45 dB nocą.

W tabeli 17 przedstawiono wartości równoważnego poziomu dźwięku A w różnych miejscach uzdrowiska jak również jego wartości maksymalne i minimalne.

Tabela 17. Wartości równoważnego poziomu dźwięku L_{Aeq} oraz wartości max i min natężenia hałasu w różnych miejscach strefy A ochrony uzdrowiskowej w Kołobrzegu: 17-18.04.2018 r. a) w ciągu dnia, b) w okresie nocy.

Nr stan.	Dzień [50 dB]			Noc[45 dB]		
	17-18 IV 2018			17/18 IV 2018		
	L_{Aeq}	L_{Amax}	L_{Amin}	L_{Aeq}	L_{Amax}	L_{Amin}
1	47,5	75,8	35,3	41,0	60,5	39,2
2	54,8	82,5	46,1	45,3	68,2	39,2
3	62,7	93,7	36,8	x	x	x
4	55,5	81,4	39,9	42,8	72,4	36
5	49,6	79,6	36,9	40,6	65,2	32,9

x - brak pomiaru

Największe przekroczenia dopuszczonych normą poziomów hałasu obserwowane były wzdłuż ulicy Zdrojowej (stan. 3). Normy w tym punkcie dla pory dnia zostały przekroczone o 12,7 dB. Jest to efekt dużego natężenia ruchu samochodowego na ul. Zdrojowej, gdzie dopuszczone do ruchu są wszystkie rodzaje pojazdów, łącznie z pojazdami ciężarowymi i motocyklami, które generują bardzo duży hałas. Ponadto na badanym odcinku ul. Zdrojowej często była przekraczana dopuszczalna prędkość pojazdów (prosty odcinek ulicy). Również sąsiedztwo linii kolejowej (pomimo niewielkiego ruchu pociągów) istotnie oddziałuje na klimat akustyczny tego miejsca. W czasie pomiarów w rejonie dworca kolejowego prowadzone były prace remontowo-budowlane.

Niewielkie przekroczenia dopuszczalnych norm obserwowano również na stanowisku 2 przy skrzyżowaniu ul. Mickiewicza i Rodziewiczówny. W czasie pomiarów prowadzonych 17-18 kwietnia 2018 r. zanotowano 54,8 dB(A) dniem i 45,3 dB(A) nocą. Wyższe wartości ponadnormatywne hałasu w tym punkcie są skutkiem funkcji, jaką spełnia ten fragment uzdrowiska (deptak prowadzący na molo, punkty handlowo-usługowe i gastronomiczne).

Podobne wartości równoważnego poziomu dźwięku zanotowano na stanowisku 5 znajdującym się na terenie Ośrodka UAM przy ul. Grottgera, gdzie zanotowano 55,5 dB(A) dniem. W porze nocy normy nie zostały przekroczone. Na pozostałych stanowiskach (stan. 1

i 3) zmierzone poziomy hałas nie przekroczyły dopuszczalnych norm. Dotyczy to zarówno pomiarów prowadzonych w porze dnia jak i nocy.

Znacznie korzystniejsze warunki klimatu akustycznego w strefie A obserwowano w jej Zachodniej części, z dala od głównych ciągów komunikacyjnych (stan. 1), gdzie obserwowano tylko chwilowe podwyższenia poziomu hałasu.

Istotnym czynnikiem decydującym o natężeniu hałasu komunikacyjnego jest stan nawierzchni dróg. Uszkodzona nawierzchnia powoduje wtórną emisję hałasu pochodzącego od drgań elementów pojazdów. Na badanym obszarze stan nawierzchni jest dosyć zróżnicowany. Na ul. Zdrojowej, gdzie ruch samochodowy jest zdecydowanie większy niż w pozostałej części strefy A, nawierzchnia jest nierówna, pokryta łatami.

Na podstawie obserwacji wizualnych i uzyskanych wyników można stwierdzić, że w przypadku badanego terenu na wszystkich stanowiskach obserwowany jest hałas wynikający z ruchu pojazdów samochodowych, ale największe jego oddziaływanie jest wzdłuż ul. Zdrojowej.

W punktach pomiarowych 2 i 4 klimat akustyczny związany jest z funkcjonowaniem uzdrowiska i szeroko rozumianymi dźwiękami komunalnymi.

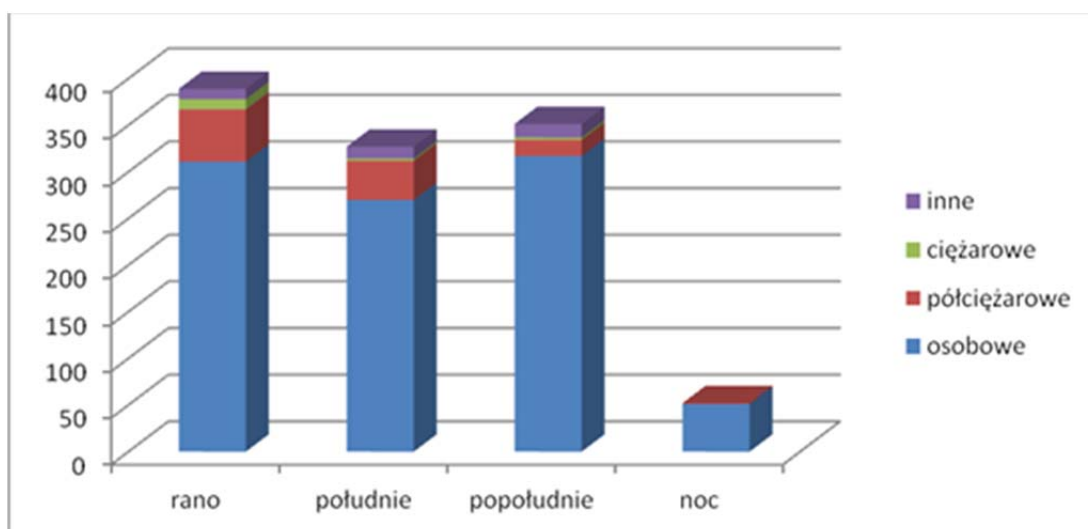
Istotnym elementem w ocenie klimatu akustycznego jest czas trwania dźwięków o określonym natężeniu (tab. 18). W zestawieniu przedstawiono czas trwania hałasu dla progu 50 dB w ciągu dnia i 45 dB dla pory nocy. Podczas pomiarów hałas powyżej 50 dB dniem utrzymywał się istotnie długo jedynie na stanowisku 2, usytuowanym przy skrzyżowaniu ul. Mickiewicza i ul. Rodziewiczówny, przy deptaku, 200 m od wejścia na moło. Trwał on ponad 81 % czasu pomiaru. Równie długo hałas o takim natężeniu utrzymywał się na stan. 3 przy ul. Zdrojowej, jednak parametr ten w tym punkcie nie był rejestrowany. Na pozostałych stanowiskach taki poziom hałasu notowano zazwyczaj nie dłużej niż 40% czasu pomiaru. Nocą czas przekroczeń przyjętych norm był znacznie krótszy, niż dniem na wszystkich stanowiskach.

Tabela 18. Czas trwania (%) poziomu hałasu powyżej 50 dB w ciągu dnia i 45 w porze nocy.

Nr stan	Dzień [50 dB]	Noc [45 dB]
1	11,3	0,7
2	81,4	8,9
3	x	x
4	37,6	14,7
5	14,4	6,5

x – brak pomiarów elementu

Hałas komunikacyjny jest ściśle związany z natężeniem ruchu pojazdów. Na rycinie 15 przedstawiono średnie natężenie ruchu w dniach 17-18 kwietnia 2018 r. na stanowisku 3 w różnych porach doby. Jest to miejsce reprezentatywne dla lokalnego ruchu uzdrowskiego. Znaczącą większość stanowią samochody osobowe (80-90% - w zależności od pory doby), udział autobusów i samochodów dostawczych jest niewielki. Najbardziej obciążone ruchem samochodowym są godziny poranne i popołudniowe. W porannym szczycie komunikacyjnym, związanym z dojazdem do pracy, pomiędzy godziną 7 i 8, notowano ponad 380 pojazdów.



Rycina 14. Średnie natężenie ruchu pojazdów na stanowisku 3 w dniach 17-18 kwietnia 2018 r.

Natężenie ruchu pojazdów w nocy dotyczyło najmniej korzystnej pory nocy, czyli od godziny 22 do 24, kiedy zamykane są lokale, a kuracjusze i turyści wracają do miejsc zamieszkania. Średnio w ciągu godziny przejeżdżało około 50 pojazdów, głównie osobowych (98%).

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań można stwierdzić, że na obszarze, strefy A ochrony uzdrowskiej w Kołobrzegu warunki klimatu akustycznego są zróżnicowane. W części Zachodniej strefy A, pełniącej głównie funkcję wypoczynkową, warunki klimatu akustycznego są korzystne dla leczenia uzdrowskiego. Część Wschodnia jest zróżnicowana. Tereny parkowo rekreacyjne, z luźną zabudową sanatoryjno-willową posiadają korzystne warunki klimatu akustycznego. Na obszarze pomiędzy ulicami Zdrojową i Rodziewiczówny, gdzie znajdują się różne obiekty uzdrowskie (stan. 2 i 4) normy były przekroczone o około 5 dB. Tereny leżące wzdłuż ul. Zdrojowej i torów kolejowych są zagrożone nadmiernym hałasem. Oddziaływanie hałasu komunikacyjnego pochodzącego z tej

ulicy ma wpływ na klimat akustyczny terenów przyległych i sięga tylko do pierwszej linii zabudowy przy tej ulicy. Na poprawę klimatu akustycznego tej strefy wpłynęłoby ograniczenie w ruchu pojazdów samochodowych i egzekwowanie na terenie strefy A ograniczenia prędkości oraz zakazu wjazdu samochodów ciężarowych i motocykli. Konieczne jest okresowe, systematyczne monitorowanie klimatu akustycznego, szczególnie w szczycie sezonu letniego.

Konieczność ograniczenia ruchu kołowego w centrum Kołobrzegu oraz w miejscach o intensywnym ruchu pieszym została opisana w dokumencie „Polityka transportowa Nadmorskiego Obszaru Funkcjonalnego obejmującego Gminę Miasto Kołobrzeg, Gminę Kołobrzeg oraz Gminę Ustronie Morskie” (Kraków, 2015). W Kołobrzegu wprowadzono już strefy płatnego parkowania, a poszukiwane są rozwiązania umożliwiające mieszkańcom oraz turystom funkcjonowanie bez samochodu (nowy system transportu zbiorowego, rozwój sieci dróg rowerowych, wyprowadzenie ruchu samochodowego poza strefę uzdrowską).

Jednakże obecnie zgodnie ze skalą ocen subiektywnego odczucia uciążliwości hałasu w odniesieniu do hałasu komunikacyjnego opracowaną przez Państwowy Zakład Higieny, znacząca część terenu strefy A ochrony uzdrowskiej cechuje się małą ($L_{Aeq} \leq 52$) i średnią ($52 \leq L_{Aeq} \leq 62$) uciążliwością hałasu. Jedynie wzdłuż pasa przylegającego do Zdrojowej (stan. 3) odnotowano dużą uciążliwość hałasu $62 < L_{Aeq} \leq 70$.

W związku z powyższym należy przeprowadzić działania w zakresie tożsamym do opisanego w dokumencie „Polityka transportowa...”, a mianowicie:

- ograniczyć emisję akustyczną podstawowych źródeł hałasu, głównie komunikacji samochodowej,
- poprawić stan techniczny ulicy Zdrojowej,
- ograniczyć do minimum ruch pojazdów ciężkich na wszystkich ulicach strefy A ochrony uzdrowskiej.

7. Pola elektromagnetyczne

Jednym ze składników środowiska naturalnego człowieka jest środowisko elektromagnetyczne. Promieniowanie elektromagnetyczne (PEM) towarzyszy człowiekowi od początku jego istnienia i do niedawna pochodziło głównie z naturalnych źródeł, przede wszystkim stałe pola elektryczne i magnetyczne Ziemi. Także Słońce emituje promieniowanie o różnym natężeniu. Rozwój techniki spowodował pojawienie się wielu emiterów sztucznego pola elektromagnetycznego. W powszechnym użyciu są systemy radiowo-telewizyjne, radiokomunikacji stacjonarnej i komórkowej, radiolokacji, elektroenergetyczne urządzenia przemysłowe, medyczne urządzenia diagnostyczne i terapeutyczne czy sprzęt gospodarstwa domowego. Sztucznymi źródłami pola elektromagnetycznego, z którymi mamy najbliższy i stały kontakt są: odbiorniki TV, telefony komórkowe, monitory komputerów, czy linie elektroenergetyczne. Część z urządzeń emituje PEM przy okazji swej działalności (są to głównie urządzenia do wytwarzania i przesyłania energii elektrycznej), część – emituje PEM celowo (m.in. telefonia komórkowa, radiokomunikacja, aparatura medyczna itp.). Linie energetyczne generują pola o niskich częstotliwościach, ok. 50 Hz. Istotną cechą pola elektromagnetycznego jest spadek jego natężenia wraz z odległością od źródła, które je wytwarza (Sobczyk 2002; Zmysłony, Politański 2009).

Głównym powodem zainteresowania PEM jest fakt, że jest ono formą energii, która rozprzestrzenia się z prędkością światła w postaci promieniowania elektromagnetycznego. Kiedy w polu elektromagnetycznym znajdzie się człowiek, energia wnika w głąb organizmu i jest mu przekazywana, co teoretycznie może doprowadzić do zaburzeń w jego funkcjonowaniu. Dlatego też badania medyczne dotyczące zwłaszcza oddziaływania linii przesyłowych i urządzeń elektroenergetycznych wysokiego napięcia na środowisko naturalne i zdrowie człowieka prowadzone są intensywnie od ponad 30-tu lat w różnych ośrodkach naukowych na całym świecie. Pomimo podejrzeń o negatywny wpływ pól elektromagnetycznych na zdrowie człowieka wciąż brak jest jednoznacznych na to dowodów. Międzynarodowa Organizacja Zdrowia (WHO) dokonuje okresowych przeglądów wyników badań wpływu pól elektromagnetycznych na systemy biologiczne a ich rezultaty ogłasza w raportach (Mosiński, Wira 2002). Jednak nasza wiedza o biologicznym działaniu PEM jest niepełna i konieczne są dalsze badania, a w razie potrzeby – weryfikacja przepisów i norm.

W naturalnych warunkach na terenie Polski nie należy obawiać się zagrożenia dla ludzi i środowiska ze strony pól elektromagnetycznych wytwarzanych przez stacje i linie

energetyczne wysokiego napięcia budowane zgodnie z normami krajowymi i usytuowane w odpowiednich odległościach od budynków mieszkalnych.

Przyjęte i stosowane w Polsce dopuszczalne wartości PEM w środowisku naturalnym są bardziej rygorystyczne od rekomendowanych w Unii Europejskiej i przez WHO. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 30.10.2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów definiuje je następująco (tab. 19):

Tabela 19. Dopuszczalne poziomy elektromagnetycznego promieniowania niejonizującego charakteryzowane poprzez wartości graniczne wielkości fizycznych (Dz.U. Nr 192, poz. 1883, 2003 r.)

zakres częstotliwości pola elektromagnetycznego	składowa elektryczna	składowa magnetyczna	gęstość mocy
na terenach przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową			
50 Hz	1000 V/m	60 A/m	-
w miejscach dostępnych dla ludności			
0 Hz	1000 V/m	2 500 A/m	
powyżej 0 Hz do 0,5 Hz	-	2 500 A/m	
powyżej 0,5 Hz do 50 Hz	1000 V/m	60 A/m	
powyżej 0,05 kHz do 1 kHz	-	3/f A/m	
powyżej 0,001 MHz - 3 MHz	20 V/m	3 A/m	
powyżej 3 MHz - 300 MHz	7 V/m	-	-
powyżej 300 MHz - 300GHz	7 V/m	-	0,1 W/m ²

W strefie A ochrony uzdrowiskowej w Kołobrzegu zlokalizowanych jest kilka stacji bazowych telefonii komórkowych. Ponadto w budynkach zdrojowych pracują urządzenia będące źródłem PEM, ale ich zasięg oddziaływania nie wykracza poza te budynki.

Pomiar natężenia składowej elektrycznej pola elektromagnetycznego w środowisku w Kołobrzegu wykonywany jest co 3 lata przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Szczecinie, w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska i obejmuje zakres promieniowania elektromagnetycznego od 3 MHz do 3 GHz, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 12.11.2007 r. (Dz. U. Nr 221, poz. 1645, 2007 r.).

Pomiary PEM wykonano w latach 2014 i 2017, przy ul. J. Kasprowicza (54°10'56,8", 15°35'02,2"). W 2014 r. zmierzona wartość wyniosła 0,96 V/m (*Stan środowiska...*, 2016), zaś w 2017 r. 0,74 V/m (pismo z WIOŚ WM.7016.3.6.2.2018.RP z 16.02.2018 r.).

Poziom natężenia pola elektromagnetycznego w środowisku w miejscach dostępnych dla ludności w zakresie częstotliwości 3-3000 MHz wynosił 11-14% normy (7 V/m). Można zatem stwierdzić, że w Kołobrzegu na obszarze strefy A ochrony uzdrowiskowej spełnione są normy dotyczące poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku.

8. Podsumowanie

Oceny klimatu Kołobrzegu z punktu widzenia przydatności do leczenia klimatycznego dokonano na podstawie obserwacji prowadzonych na obszarze strefy A ochrony uzdrowiskowej. Niepełne są informacje o warunkach aerosanitarnych uzdrowiska. W odniesieniu do ogólnych cech klimatu i bioklimatu, klimatu akustycznego i pól elektromagnetycznych badania są pełne.

Po przeanalizowaniu wieloletnich (za lata 2008-2017) danych meteorologicznych z miejscowej stacji meteorologicznej oraz po dokonaniu wstępnej oceny stanu sanitarnego powietrza, a także po przeprowadzeniu badań zróżnicowania mikroklimatycznego, klimatu akustycznego i pól elektromagnetycznych można stwierdzić, że: klimat Kołobrzegu cechuje się właściwościami leczniczymi i profilaktycznymi, które mogą być wykorzystywane w leczeniu klimatycznym chorób układu oddechowego (w tym astmy), chorób układu krążenia i alergii skórnych. Może także wspomagać leczenie zaburzeń przemiany materii oraz zaburzeń układu termoregulacyjnego. W miesiącach zimowych istnieją przeciwwskazania do leczenia w uzdrowisku osób starszych i dzieci.

Liczba godzin ze słońcem wynosi około 1818 i jest wyższa niż norma usłonecznienia, wynosząca dla uzdrowisk środkowej Europy 1500 godzin w roku.

Uzdrowisko Kołobrzeg charakteryzuje się dobrymi warunkami termicznymi oraz umiarkowanymi warunkami wilgotnościowymi dla potrzeb klimatoterapii. Latem rzadko występują dni uciążliwe pod względem termicznym oraz charakteryzujące się silnymi bodźcami termicznymi. W okresie od listopada do marca dość często notowane są dni z silnym stresem zimna. Często natomiast występują dni parne, szczególnie w lipcu i sierpniu.

Średnia roczna liczba dni z opadem w Kołobrzegu jest niższa od dopuszczonej normy wynosząca 183 dni.

Na podstawie danych z sąsiednich stacji meteorologicznych można stwierdzić, że w Kołobrzegu w półroczu letnim szacowana liczba dni z mgłą wynosi 11,4 a w półroczu chłodnym 22,7 dni, zatem kryterium liczby dni z mgłą w roku jest zachowane.

Warunki wiatrowe w południowej części strefy A ochrony uzdrowiskowej Kołobrzegu, są korzystne dla klimatoterapii. Ta część uzdrowiska charakteryzuje się bardzo częstym występowaniem dni z małą prędkością wiatru, rzadko występującymi ciszami atmosferycznymi oraz bardzo rzadko notowanymi wiatrami o dużej prędkości.

Biorąc pod uwagę kompleksowe oddziaływanie warunków atmosferycznych na organizm człowieka można stwierdzić, że okres najdogodniejszy dla klimatoterapii trwa od

drugiej dekady kwietnia do początku października, kiedy to, zależnie od aktualnych warunków solarnych, termicznych, wietrznych i opadowych można stosować jedną lub kilka form leczenia klimatycznego przez większość kuracjuszy. W lipcu uciążliwość warunków pogodowych mogą okresowo odczuwać osoby cierpiące na astmę oraz problemy kardiologiczne, zwłaszcza niskie ciśnienie tętnicze. W pozostałej części roku warunki bioklimatyczne mogą być wykorzystywane do leczenia, rehabilitacji i profilaktyki zdrowotnej większości osób. Należy jednak pamiętać, że zimą z leczenia klimatycznego mogą bezpiecznie korzystać osoby w sile wieku, o sprawnie działającym układzie termoregulacyjnym i krwionośnym.

Na podstawie niepełnej serii pomiarów zanieczyszczenia oraz wyników modelowania stężenia zanieczyszczeń wykonane przez WIOŚ w Szczecinie można wstępnie stwierdzić, że na obszarze Kołobrzegu nie są przekraczane dopuszczalne normy większości substancji szkodliwych dla zdrowia. Niemniej, wstępne wyniki pomiarów benzo(a)pirenu wskazują, że średnioroczne stężenie tej substancji może być wyższe od dopuszczalnej normy.

Na obszarze strefy A ochrony uzdrowskiej w Kołobrzegu występują zróżnicowane warunki akustyczne. Zagrożone nadmiernym hałasem są tereny leżące pomiędzy ulicą Zdrojową i Rodziewiczówny. W miejscach oddalonych od ulicy Zdrojowej o zabudowie sanatoryjno-wczasowej oraz w części zachodniej strefy A nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych poziomów hałasu.

Na obszarze uzdrowiska spełnione są normy dotyczące poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku.

10. Zalecenia

Z uwagi na występujące zagrożenia należy podjąć działania sprzyjające utrzymaniu należytego stanu klimatu akustycznego oraz stanu sanitarnego powietrza. W związku z tym niezbędne jest:

- prowadzenie okresowych systematycznych kontroli klimatu akustycznego zwłaszcza w szczycie sezonu turystyczno-wczasowego,
- ograniczenie emisji hałasu wzdłuż południowej granicy strefy A poprzez poprawę stanu technicznego ulicy Zdrojowej, ograniczenie do niezbędnego minimum ruchu pojazdów ciężkich na wszystkich ulicach strefy A ochrony uzdrowiskowej oraz wprowadzenie i egzekwowanie zakazu ruchu pojazdów motocyklowych i quadów,
- kontynuowanie pomiarów czystości powietrza w strefie A ochrony uzdrowiskowej.

Pożądane jest także wdrożenie systemu informowania personelu medycznego i kuracjuszy o aktualnych warunkach meteorologicznych i o ewentualnych zagrożeniach z nich wynikających. Codzienne dane obserwacyjne z najbliższej stacji meteorologicznej powinny być także szerzej wykorzystywane w planowaniu zabiegów klimatoterapeutycznych, co pozwoli na pełne wykorzystanie wszystkich klimatycznych walorów miejscowości.

Literatura

- ATSDR 1995, *Public Health Statement for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)*. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp69-c1-b.pdf>
- Augustyńska D., Kaczmarska A., Koton J., 2014, *Hałas*. <http://www.ciop.pl/6466.html>
- Ba Q., Huang Ch., Fu Y., Li J., Chu R., Jia X., Wang H., 2016, *Cumulative metabolic effects of low-dose benzo(a)pyrene exposure on human cells*. *Toxicology Research* 5, 107-115.
- Belding H.S., Hatch T.F., 1955, *Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strain*. *Heating, Piping and Air Conditioning*, 27, 129-136.
- Błażejczyk K., 1998, *Promieniowanie słoneczne a gospodarka cieplna organizmu człowieka*. Zeszyty IGiPZ PAN, Nr 51.
- Błażejczyk K., 2003, *Bioklimatyczne cechy klimatu Polski*. *Przegl. Geogr. IGiPZ PAN*, 75, 4, s. 525-543.
- Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 192.
- Błażejczyk K., Baranowski J., Kuchcik M., Adamczyk B., Szmyd J., 2008, *Właściwości lecznicze klimatu uzdrowiska Kołobrzeg*. Maszynopis wykonany na zlecenie miasta Kołobrzeg, Warszawa.
- Błażejczyk K., Kuchcik M., 2017, *Podstawy bioklimatologii uzdrowiskowej*. [w:] I. Ponikowska, W. Kochański (red.), *Wielka Księga Balneologii, Medycyny Fizykalnej i Uzdrowiskowej*, t. I, Aluna, Konstancin-Jeziorna, 83-102.
- Błażejczyk K., Kunert A., 2011, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*. Wydanie 2, poprawione i uzupełnione, Monografie IGiPZ PAN, 13.
- Bokša V.G., Boguckij B.V., 1966, *Klimatoterapija (rukovodstvo dla vračej)*. Izdatelstvo Zdorove, Kiev.
- Chameides W. L., Lindsay R. W., Richardson J., Kiang C. S., 1988, The role of biogenic hydrocarbons in urban photochemical smog : Atlanta as a case study. *Science* 241, 1473-1475.
- CIOP [Centralny Instytut Ochrony Pracy Państwowy Instytut Badawczy], 2013, *Baza informacji o właściwościach niebezpiecznych substancji chemicznych*, www.ciop.pl (dostęp 24.07.2013)
- CIOP-PIB 2016, *CHEMPYL - baza wiedzy o zagrożeniach chemicznych i pyłowych*. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, <https://www.ciop.pl> [dostęp 1.04.2016].
- Höppe P., 1995, *Effects of Environmental Ozone on the Lung Function of Senior Citizens*. *International Journal of Biometeorology* 38, 2, 122-125.
- Irwin R.J., Moirerik M.V., Stevens L., Seese M.D., Basham W., 1997, *Environmental contaminants encyclopedia Benzo[a]pyrene entry*. <http://www.nature.nps.gov/hazardssafety/toxic/benzoapy.pdf>
- Jankowiak J. (red.), 1976, *Biometeorologia człowiek*. PZWL, Warszawa.
- Jędrychowski W., 1986, *Epidemiologia. Wprowadzenie i metody*. Warszawa: PZWL.
- Kalinowski M., 1969, *Cisza w uzdrowiskach jako czynnik leczniczy i rehabilitacyjny*. *Balneologia Polska*, 14, 3/4, 395-147.
- Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kostrowicki A.S., 1999, *Geografia biosfery. Biogeografia dynamiczna łądów*. Wyd. Nauk PWN, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęśna T., 1959, *Badania zawartości ozonu w przyziemnej warstwie powietrza na terenie Ciechocinka*. *Wiadomości Uzdrowiskowe* IV, 1/2, 67-77.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., 1998, *Promieniowanie słoneczne i jego wpływ na organizm człowieka*. *Balneologia Polska*, 1998, 40, 1-2, 130-141.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody ich zastosowania w badaniach bioklimatu Polski*. IGiPZ PAN, Monografie 1.

- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., Limanówka D., 2002, *Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie*. IGiPZ PAN, Monografie 3.
- Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004, *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*. IGiPZ PAN, Monografie 4.
- Kożuchowski K. (red.), 2007, *Meteorologia i klimatologia*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Krzymowska-Kostrowicka A., 1997, *Geoekologia turystyki i wypoczynku*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kuchcik M., 2001a, *Mortality in Warsaw: Is There any Connection with Weather and Air Pollution?* Institute of Geography and Spatial Organization Polish Academy of Sciences, Geographia Polonica 74, 1, 29-45.
- Kuchcik M., 2001b, *Wpływ warunków aerosanitarnych i biometeorologicznych na zgony mieszkańców Warszawy*. Prace i Studia Geograficzne 2, 233-243.
- Kuchcik M., Błażejczyk K., Szmyd J., Milewski P., Błażejczyk A., Baranowski J., 2013, *Potencjał leczniczy klimatu Polski*, IGiPZ PAN, Sedno Wydawnictwo Akademickie, Warszawa.
- Mosiński F., Wira A., 2002, *Wpływ pola elektromagnetycznego na zdrowie*. ISE.pl, <http://ise.pl/info/index.php?pid=74>
- Polityka transportowa Nadmorskiego Obszaru Funkcjonalnego obejmującego Gminę Miasto Kołobrzeg, Gminę Kołobrzeg oraz Gminę Ustronie Morskie*, 2015, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji RP Oddział w Krakowie
- Seńczuk W., 2002, *Toksykologia*. Warszawa: PZWL.
- Sobczyk J., 2002, *Zagrożenia ekologiczne promieniowania mikrofalowego sprzętu radiolokacyjnego*, II Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna „Ekologia w Elektronice”, Warszawa 5-6.12.2002 http://www.pie.edu.pl/eko_2002/pdf/A8_Referat.pdf
- Sroczyński J., 1988, *Wpływ zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego na zdrowie ludzi*. Wyd. PAN, Wrocław.
- Stan środowiska w województwie zachodniopomorskim w latach 2013-2015*, 2016, WIOŚ Szczecin.
- WIOŚ [Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Szczecinie], 2016, 2017, 2018 *Roczna ocena jakości powietrza w województwie zachodniopomorskim, obejmująca rok 2015, 2016, 2017*. Wydział Monitoringu Środowiska, Szczecin.