

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



**WŁAŚCIWOŚCI LECZNICZE KLIMATU
UZDROWISKA CIEPLICE**

AUTORZY:

Magdalena Kuchcik, Jarosław Baranowski, Sandra Słowińska, Jakub Szmyd

NADZÓR MERYTORYCZNY

prof. dr hab. Krzysztof Błażejczyk

Warszawa 2018

SPIS TREŚCI

	Str.
1. Wprowadzenie	3
1.1. Ogólna charakterystyka	3
1.2. Materiały podstawowe	3
1.3. Bódcowość warunków klimatycznych	7
2. Warunki klimatyczne	12
2.1. Założenia oceny	12
2.2. Ocena warunków klimatycznych	14
3. Warunki biotermiczne	30
3.1. Uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych	30
3.2. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej	33
4. Ocena pogody z punktu widzenia klimatoterapii	35
5. Stan sanitarny powietrza	37
6. Klimat akustyczny	44
7. Pola elektromagnetyczne	53
8. Podsumowanie	56
9. Zalecenia	58
Literatura	59

Załącznik 1 – Aktualny stan jakości powietrza w Jeleniej Górze, na ul. Plac Piastowski, pismo DJ-DM.7016.23.2018 z dnia 25 maja 2018 r., WIOŚ

Załącznik 2 – Protokół z pomiarów pól elektromagnetycznych, Politechnika Wrocławska

1. Wprowadzenie

1.1. Ogólna charakterystyka

Uzdrowisko Cieplice położone jest w województwie dolnośląskim i jest obecnie dzielnicą Jeleniej Góry. W podziale regionalnym Polski, leży w podprovincji Sudety z Przedgórzem Sudeckim, makroregionie Sudety Zachodnie, w mezoregionie Kotlina Jeleniogórska. Otoczona od zachodu Górami Izerskimi, od południa Karkonoszami, od wschodu Rudawami Janowickimi, od północy Górami Kaczawskimi (Kondracki 2002).

Część zdrojowa leży na wysokości 340-350 m n.p.m., w widłach niewielkich rzek: Kamiennej i jej dopływu potoku Podgórna. Cieplice leżą w VII, Sudeckim regionie bioklimatycznym (Błażejczyk, Kunert 2011). Jest uzdrowiskiem podgórskim dolinnym, występuje tu typ bioklimatu umiarkowanie bodźcowy, okresowo silnie bodźcowy, co wynika z otoczenia ze wszystkich stron górami (Kozłowska-Szczęśna i in. 2002).

Wśród literatury dotyczącej klimatu i bioklimatu Cieplic należy wymienić opracowania bioklimatu Cieplic z lat 1970., w tym oparte na wynikach badań terenowych (Błażejczyk 1976; Kozłowska-Szczęśna 1977; Baranowska i in. 1978) oraz późniejsze opracowanie zawarte w monografii „Bioklimat uzdrowisk polskich” (Kozłowska-Szczęśna i in. 2002). Obecne opracowanie jest kolejnym, wykonanym na cele operatu uzdrowiskowego. Poprzedni raport wykonany został przez IMGW w Warszawie.

1.2. Materiały podstawowe

Dane meteorologiczne:

Podstawowe charakterystyki klimatu obliczone zostały na bazie dwóch źródeł danych. Pierwszym z nich były dane meteorologiczne (natężenie promieniowania słonecznego, temperatura i wilgotność względna powietrza na wysokości 2 m n.p.t., opady atmosferyczne, kierunek i prędkość wiatru na wysokości 10 m n.p.t.) ze stacji zlokalizowanej na granicy strefy A ochrony uzdrowiskowej przy ul. Fabrycznej. Był to trawnik, w sąsiedztwie odwiertu wody termalnej Cieplice-2 o wielkości około 50x50 m (ryc. 1). Teren, na którym znajdowała się stacja był ze wszystkich stron otoczony wysokimi drzewami (Park Zdrojowy od strony zachodniej) lub zabudowaniami o wysokości 10-15 m. Zastłonięcie horyzontu wynosiło około 45%. Miejsce pomiarów cechowało się dużą zaciszą. Stacja dobrze reprezentowała warunki klimatyczne panujące w Parku Zdrojowym i wśród zabudowy uzdrowiskowej.

Dane na stacji rejestrowane były w interwałach 5-minutowych. W operacie wykorzystano dane za okres od 1 marca 2016 r. do 28 lutego 2018 r.

Podany w *Rozporządzeniu* (Dz. U. z 2006 r., nr 80, poz. 565) okres dwóch lat jest zbyt krótki, by w prawidłowy sposób ocenić klimat danego miejsca. Według Światowej Organizacji Meteorologicznej minimalnym okresem dla charakterystyki klimatu jest 10 lat. Dlatego też wykorzystano 10-letnie serie danych meteorologicznych ze stacji IMGW-PIB w Jeleniej Górze, traktując je jako dane referencyjne oraz uzupełniające dla obserwacji, które nie były prowadzone na stacji w Cieplicach.

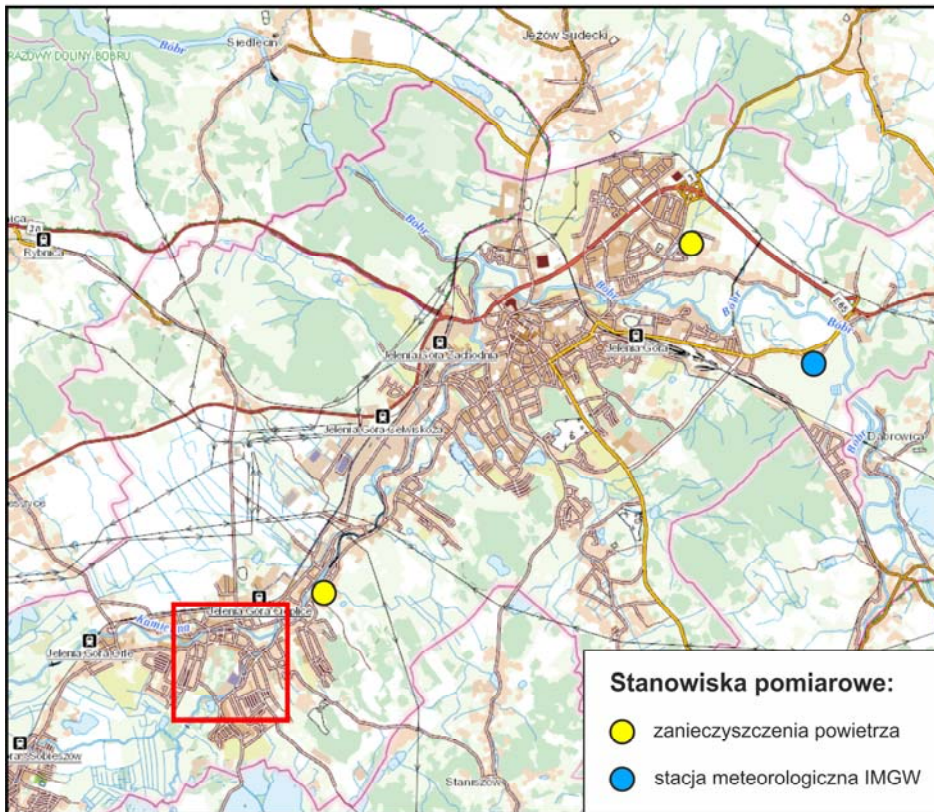
Stacja IMGW-PIB w Jeleniej Górze położona jest w odległości ok. 8 km na północny-wschód od stacji w Cieplicach i jest najbliższą stacją meteorologiczną z wieloletnimi ciągami danych. Dane ze stacji IMGW-PIB w Jeleniej Górze obejmowały okres od 1.01.2008 do 28.02.2018 r. (ponad 10 lat). Oprócz referencyjnych pomiarów temperatury i wilgotności powietrza, opadów atmosferycznych, usłonecznienia, czy kierunku i prędkości wiatru ze stacji tej zaczerpnięto uzupełniające dane dotyczące obserwacji, które nie były prowadzone w Cieplicach, takie jak: wielkość zachmurzenia, występowanie pokrywy śnieżnej, mgieł, burz czy wartości ciśnienia atmosferycznego (ryc. 2).

Dane z Jeleniej Góry posłużyły też do opracowania rozdziału dotyczącego warunków bioklimatu Kotliny Jeleniogórskiej.

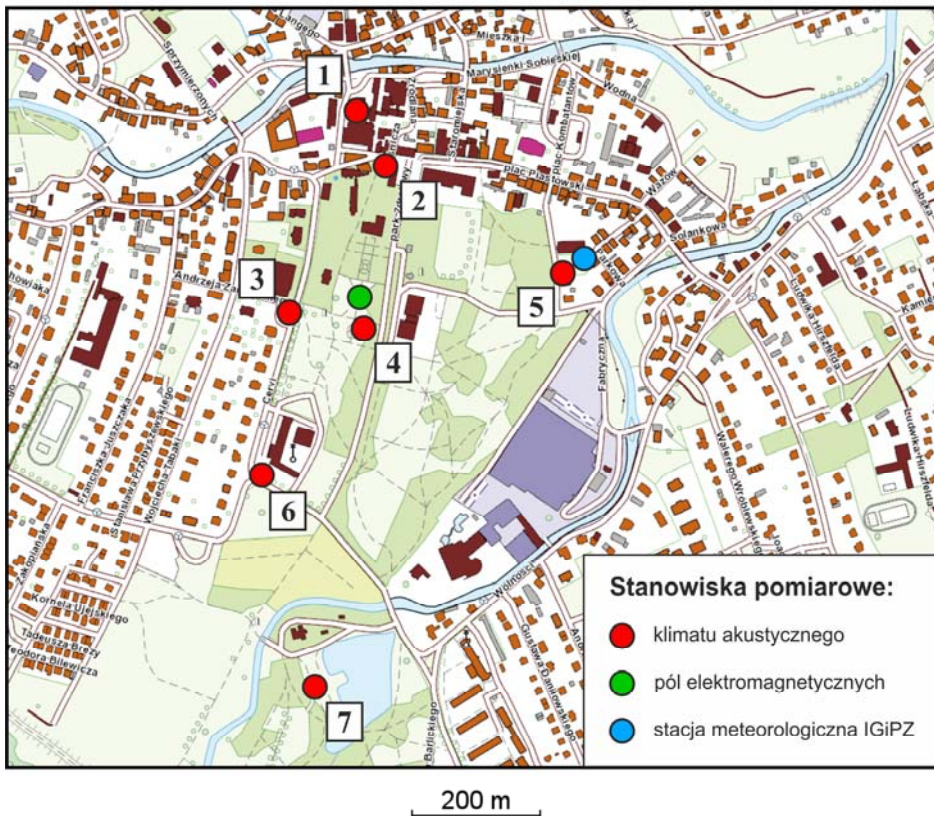


Ryc. 1 Stacja meteorologiczna na obszarze uzdrowiska Cieplice

a)



b)



Rycina 2. Lokalizacja punktów pomiarowych w Cieplicach

W opracowaniu obok średnich dobowych wartości elementów meteorologicznych posługiwano się danymi z 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).

Klimat akustyczny:

Badania natężenia hałasu dzienne i nocne wykonano w dniach 15-16 czerwca 2016 r. oraz 5-6 kwietnia 2017 r. w 7 charakterystycznych miejscach badanego terenu (ryc. 2, rozdz. 6).

Zanieczyszczenie powietrza:

Pomiar stężenia zanieczyszczeń powietrza prowadzony jest na dwóch stacjach w Jeleniej Górze: automatycznej przy ul. Ogińskiego (pomiar SO₂, NO₂, CO, O₃, C₆H₆, PM₁₀, PM_{2,5}) i manualnej, na granicy strefy C ochrony uzdrowiskowej, 1,5 km od centrum Parku Zdrojowego, przy ul. Sokoliki (PM₁₀, ołów, arsen, kadm, nikiel benzo(a)piren).

Do oceny stanu sanitarnego powietrza w Cieplicach wykorzystano: (1) Oceny jakości powietrza na terenie województwa dolnośląskiego za lata 2015-2017 Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska we Wrocławiu (WIOŚ 2016, 2017, 2018), (2) Oceny poziomów substancji w powietrzu oraz wyniki klasyfikacji stref województwa dolnośląskiego za lata 2015-2017 oraz (3) szacunkowy, aktualny stan zanieczyszczenia powietrza w centrum Cieplic, na Placu Piastowskim, ustalony na podstawie modelowania przez WIOŚ we Wrocławiu – pismo DJ-DM.7016.23.2018 z 25 maja 2018 r. (patrz rozdz. 5).

Pole elektromagnetyczne:

Badanie poziomu pól elektromagnetycznych wykonano na zlecenie IGiPZ PAN w dniu 15.10.2017 r. przez akredytowane przez PCA (Polskie Centrum Akredytacji) Laboratorium Wzorców i Metrologii Pola Elektromagnetycznego, w Katedrze Telekomunikacji i Teleinformatyki Politechniki Wrocławskiej (Załącznik 2).

Pomiary wykonywane były w wielu miejscach na obszarze strefy „A” ochrony uzdrowiskowej, wzdłuż ulic, ścieżek parkowych, w otoczeniu budynków związanych z funkcjonowaniem uzdrowiska. Pomiary wykonywano w miejscach dostępnych dla ludności na wysokości 0,3-2,0 m n.p.g. (patrz rozdz. 7).

W ocenie wykorzystano także pomiary poziomów pól elektromagnetycznych wykonane przez WIOŚ na obszarze Jeleniej Góry w cyklu 3-letnim (2011 r., 2014 r. i 2017 r.), a pion

pomiarowy w czasie tych badań zlokalizowany był na ul. Podgórzyńskiej, tuż za granicą strefy „A” ochrony uzdrowiskowej.

Użytkowanie terenu:

Z aktualnym stanem zagospodarowania Cieplic zapoznano się podczas 2 wizji terenowych: 15-16 czerwca 2016 r. oraz 5-6 kwietnia 2017 r.

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 wydolikacenie 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-Szczęсна 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-Szczęсна 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 zimmem 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, klucie, 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 nieznośny 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. wierzba płacząca emitują duże ilości węglowodorów, które wchodzą 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 Cieplice 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).

Oceny leczniczych właściwości klimatu dokonuje się na podstawie udokumentowanych badań przeprowadzonych w okresie 24 miesięcy przed złożeniem wniosku o potwierdzenie tych właściwości. W tym celu, w strefie „A” ochrony uzdrowskiej w Cieplicach, przy ul. Fabrycznej od 13 lutego 2016 r. działa stacja meteorologiczna (ryc. 1 i 2) Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN (IGiPZ PAN) rejestrująca:

1. natężenie całkowitego promieniowania słonecznego
2. temperaturę i wilgotność względną powietrza na wysokości 2 m n.p.t.
3. opady atmosferyczne
4. kierunek i prędkość wiatru na wysokości ok. 10 m n.p.t.

Dane ze stacji IMGW-PIB w Jeleniej Górze obejmują z kolei okres od 1.01.2008 do 28.02.2018 roku.

Ocenę właściwości leczniczych klimatu oparto o kryteria podane w *Rozporządzeniu*. W *Rozporządzeniu* wskazano trzy parametry klimatu, którymi powinna charakteryzować się miejscowość uzdrowska:

- 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.

Ponadto wyszczególniono szereg cech klimatu stanowiących bodźce niekorzystne z punktu widzenia klimatoterapii. W opracowaniu do każdej cechy klimatu wymienionej w *Rozporządzeniu* przypisano wskaźniki, pozwalające ocenić jego właściwości lecznicze (tab. 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*) było 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 godz. 12 UTC Liczba dni z zachmurzeniem mniejszym lub równym 50% o godz. 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: godz. 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 obciążenia 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. Warunki klimatyczne

W tabeli 2 przedstawiono wyniki oceny właściwości leczniczych klimatu uzdrowiska Cieplice na tle referencyjnych wyników ze stacji IMGW-PIB w Jeleniej Górze, która posiada wieloletnie ciągi pomiarowe niezbędne do określenia warunków klimatycznych.

Tabela 2. Ocena właściwości leczniczych klimatu uzdrowiska Cieplice

Wskaźnik	Norma lub wielkość zalecana według Rozporządzenia Ministra Zdrowia ¹⁾	Cieplice średnia 3.2016-2.2018	IMGW-PIB Jelenia Góra	
			średnia 3.2016-2.2018	średnia 2008-2017
Liczba godzin ze słońcem w roku	≥1500	1219,9	1952,5	1880,9
Liczba dni w roku z opadem ≥0,1 mm	≤183	172,5	186,0	182,3
Liczba dni z mgłą w miesiącach I-III i X-XII	≤50	38,5²⁾	38,5	47,3
Liczba dni z mgłą w miesiącach IV-IX	≤15	65,0²⁾	65,0	61,9
Liczba dni parnych w roku (ciśnienie pary wodnej [o 6, 12 lub 18 UTC] ≥18,8 hPa)	rzadko	63,0	35,0	39,5
Liczba dni w roku z wilgotnością względną (o 12 UTC): <55% >86%	mała	109,5 67,5	120,0 48,0	118,8 55,3
Liczba dni bardzo mroźnych ($t_{\max} \leq -10^{\circ}\text{C}$) w roku	rzadko	.	.	1,0
Liczba dni mroźnych ($t_{\min} \leq -10^{\circ}\text{C}$) w roku	rzadko	15,0	18,0	17,0
Liczba dni gorących ($t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$) w roku	rzadko	61,5	42,0	37,1
Liczba dni upalnych ($t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$) w roku	rzadko	13,0	4,0	6,1
Liczba dni z zachmurzeniem ≤50% o godz. 12 UTC	nie uwzględniono w Rozporządzeniu; wg propozycji IGiPZ ≥ 100 dni w roku ³⁾	65,3²⁾	59,0	65,3
Liczba dni w roku z zachmurzeniem całkowitym (o 12 UTC)	mała	66,5²⁾	66,5	74,3
Liczba dni w roku ze średnią dobową prędkością wiatru <2 m s ⁻¹	mała	365,0	146,5	136,5
Liczba dni w roku z ciszą atmosferyczną: o 6, 12 lub 18 UTC	mała	364,5	106,0	122,9
Liczba dni w roku z prędkością wiatru ≥8 m/s o 6, 12 lub 18 UTC	rzadko	.	27,0	29,5
Liczba dni w roku z burzą	rzadko	25,5²⁾	25,5	25,2
Liczba dni w roku z pokrywą śnieżną	nie uwzględniono w Rozporządzeniu	40,0²⁾	40,0	54,7

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⁾ dane ze stacji IMGW-PIB w Jeleniej Górze

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

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, iż uzdrowiska nie powinny charakteryzować się długimi okresami pogody pochmurnej.

W Cieplicach mierzono natężenie całkowitego promieniowania słonecznego (Kglob), na podstawie których obliczono dobowe sumy usłonecznienia (czyli sumy godzin z słońcem). Na stacji IMGW-PIB prowadzono zaś pomiary usłonecznienia. Do obliczenia czasu usłonecznienia wykorzystano następujący wzór empiryczny:

$$\text{Usłonecznienie dobowe} = 0,006 \text{ Kglob}^2 + 0,3217 \text{ Kglob} - 0,0112$$

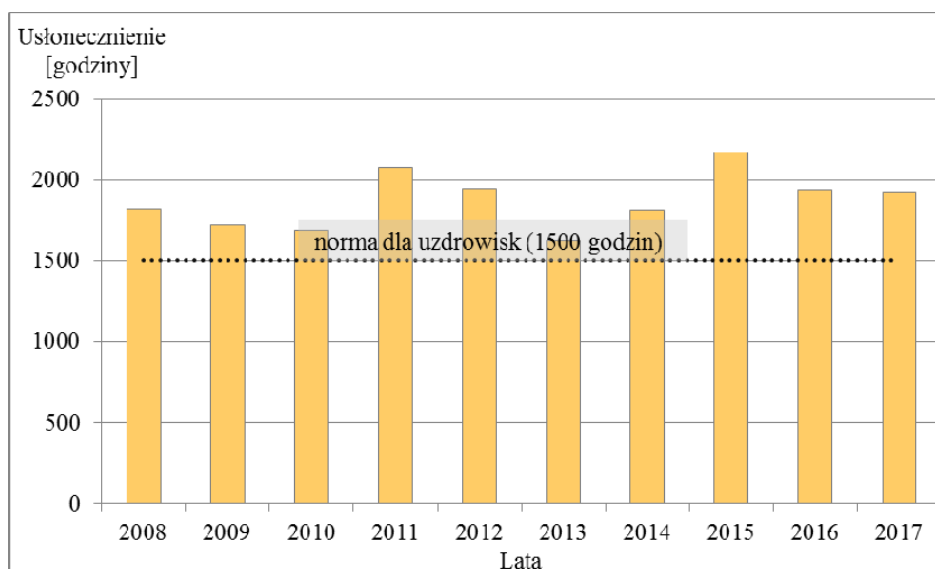
Kryterium liczby godzin ze słońcem w roku (sum usłonecznienia) w okresie badań (marzec 2016 – luty 2018) w zadrzewionej części zdrojowej w Cieplicach nie jest spełnione. Na stacji średnia roczna suma usłonecznienia wyniosła 1219,9 godzin, co było o 280 godzin wartością niższą od normy (minimum 1500 godzin). Niskie wartości usłonecznienia na stacji meteorologicznej w Cieplicach wynikają z położenia stacji w otoczeniu budynków i wysokich drzew, powodującego ok. 45% zasłonięcie horyzontu, co ogranicza swobodny dopływ promieniowania słonecznego do czujnika, szczególnie w okresach o niskim położeniu słońca (w grudniu i styczniu redukcja usłonecznienia dochodzi w tym miejscu aż do 70-80%). W mniej zacienionych częściach uzdrowiska roczne sumy usłonecznienia spełniają normę przyjętą dla uzdrowisk, gdyż region charakteryzuje się dużym potencjałem pod kątem warunków solarnych, o czym świadczą wysokie sumy usłonecznienia na stacji IMGW w Jeleniej Górze. Średnia liczba godzin ze słońcem w roku w okresie badań wyniosła na stacji IMGW 1952,5 i była o ok. 4% wyższa w stosunku do wielolecia (ryc. 3).

W przebiegu rocznym w Cieplicach najwyższe sumy usłonecznienia notuje się w czerwcu (228,9 godzin), a najniższe w grudniu (15,6 godzin, tab. 3), co związane jest przede wszystkim z długością dnia. Analiza przebiegów dobowych sum całkowitego promieniowania słonecznego wskazuje, iż najlepsze warunki solarne dla potrzeb klimatoterapii w centralnej części uzdrowiska występują w godzinach okołopołudniowych (ryc. 4).

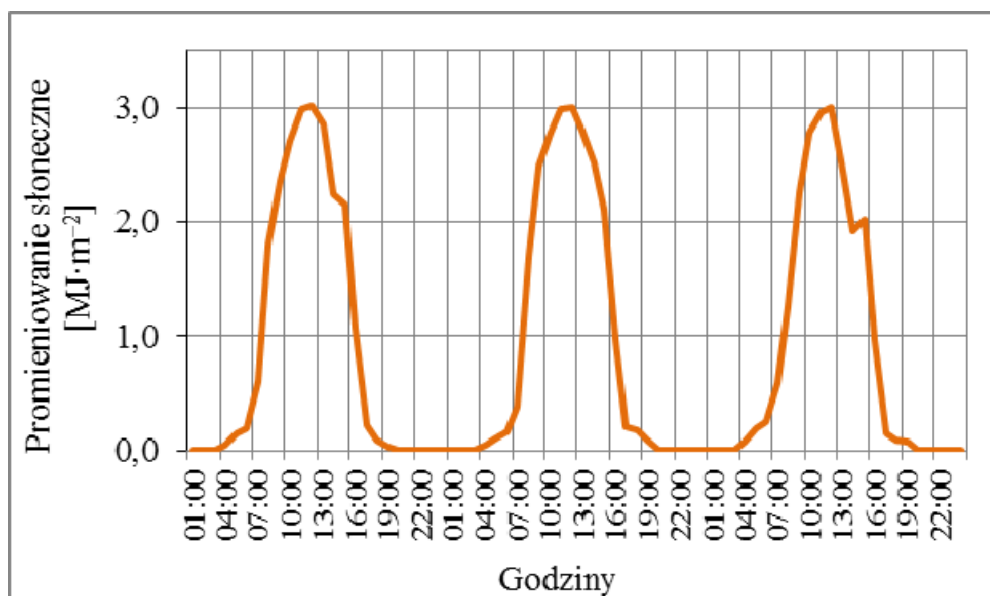
Tabela 3. Charakterystyka usłonecznienia i zachmurzenia na stacjach IGiPZ PAN (Cieplice) oraz IMGW-PIB w Jeleniej Górze

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Usłonecznienie (godziny)														
Cieplice 3.2016 – 2.2018	<i>śr</i>	23,4	47,3	70,4	112,3	181,7	205,9	193,7	180,8	108,2	52,9	27,3	16,0	1219,9
	<i>min</i>	21,5	43,9	70,4	105,9	175,8	182,9	191,7	178,8	83,8	42,6	25,1	15,6	15,6
	<i>max</i>	25,2	50,7	70,4	118,7	187,5	228,9	195,6	182,7	132,6	63,3	29,4	16,3	228,9
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	<i>śr</i>	81,7	112,7	131,9	156,0	253,1	277,4	243,5	254,6	179,3	104,6	80,4	77,3	1952,5
	<i>min</i>	57,1	97,9	98,6	139,1	245,2	260,3	237,9	252,3	123,4	81,0	63,0	60,2	57,1
	<i>max</i>	106,2	127,4	165,1	172,8	260,9	294,5	249,1	256,8	235,1	128,2	97,8	94,3	294,5
Jelenia Góra 2008- 2017	<i>śr</i>	69,7	88,4	143,1	188,8	222,9	230,8	248,7	238,8	160,2	131,4	85,7	72,4	1880,9
	<i>min</i>	26,2	33,5	82,0	139,1	82,5	150,0	166,7	170,0	109,4	62,5	46,6	35,3	26,2
	<i>max</i>	106,2	145,4	185,9	277,7	292,7	294,5	302,2	284,7	235,1	168,2	171,3	105,9	302,2
Średnie zachmurzenie w Jeleniej Górze (%)														
3.2016 –2.2018		73,4	72,5	80,9	79,9	69,0	70,1	75,8	62,6	71,7	81,9	83,5	72,9	74,5
2008-2017		76,7	75,7	73,5	71,9	72,2	72,3	70,1	67,3	73,4	73,7	76,3	76,0	73,3
Liczba dni z zachmurzeniem ≤ 50% (o godz. 12 UTC)														
3.2016 –2.2018		6	8	3	3,5	5	5	2,5	8	7	4	2	5	59
2008-2017		6,1	5,3	6	5,4	4,8	4,3	4,5	5,8	5,4	7,1	5,4	5,2	65,3

śr – średnia, *min* – absolutne minimum, *max* – absolutne maksimum



Rycina 3. Roczne sumy usłonecznienia na stacji IMGW w Jeleniej Górze w latach 2008-2017

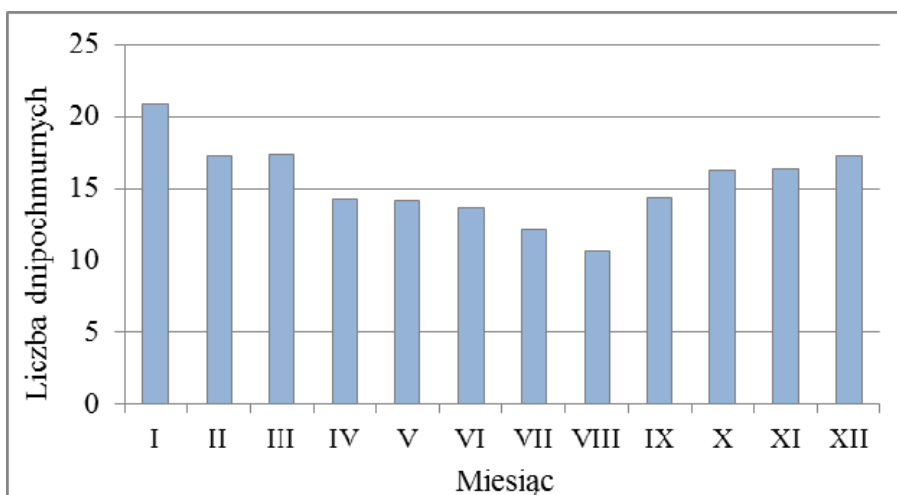


Rycina 4. Dobowy przebieg sum całkowitego promieniowania słonecznego w dniach 7-9.06.2016 r. w Cieplicach

Poza długością dnia, na usłonecznienie wpływa w znacznej mierze zachmurzenie nieba. Obserwacje zachmurzenia nieba nie były wykonywane w Cieplicach, jednak bliskie położenie stacji referencyjnej IMGW-PIB w Jeleniej Górze umożliwiło potraktowanie jej jako reprezentatywnej dla obszaru uzdrowiska.

Średnie roczne zachmurzenie nieba w okresie badań wyniosło 74,5% i było nieco wyższe niż w wieloleciu 2008-2017 (73,3%). W rozkładzie rocznym najmniejsze zachmurzenie nieba występuje w sierpniu (67,3% - wielolecie, 62,6% - okres badań), a największe w styczniu (76,7%), przy czym w okresie badań największe odnotowane było w listopadzie (83,5%, tab. 3).

Jednym ze wskaźników użytych do oceny zachmurzenia nieba jest liczba dni w roku z zachmurzeniem całkowitym o godz. 12 UTC. Średnia roczna liczba dni z zachmurzeniem całkowitym o godz. 12 UTC wyniosła 66,5 dni w okresie badań, co stanowiło ok. 18% dni w roku i była niższa od średniej wieloletniej (74,3 dni). Najmniej dni z zachmurzeniem całkowitym o godz. 12 UTC występuje na badanym obszarze w miesiącach lipiec – sierpień (ok. 3 dni w miesiącu), natomiast najwięcej w miesiącach zimowych (8-10 dni, ryc. 5).



Rycina 5. Średnia liczba dni z zachmurzeniem całkowitym o godz. 12 UTC w Jeleniej Górze w latach 2008-2017

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. Dni takich w wieloleciu 2008-2017 odnotowano średnio 65,3, a w badanym okresie 59, zatem obszar badań charakteryzował się mało korzystnymi warunkami zachmurzenia nieba.

Należy jednak dodać, że zwiększone zachmurzenie jest naturalną cechą klimatu obszarów górskich i podgórskich, w tym także Kotliny Jeleniogórskiej. Nad Sudety często napływają wilgotne masy powietrza polarno-morskiego z zachodu, cechujące się dużym zachmurzeniem. Ogólnie, średnie warunki nefologiczne w Cieplicach nie odbiegają od typowych dla obszarów górskich i podgórskich.

Warunki termiczno-wilgotnościowe

Na podstawie pomiarów ze stacji IMGW-PIB w Jeleniej Górze można stwierdzić, że okres badań (marzec 2016 – luty 2018) był przeciętny pod względem wartości charakterystyk termicznych (tab. 4). Średnia roczna temperatura powietrza była o 0,1°C niższa, aniżeli średnia 10-letnia. Na tle referencyjnych pomiarów ze stacji IMGW, Cieplice były w każdym z miesięcy cieplejsze, średnio o 1,0°C. Odnotowano tam również wyższe absolutne minimum (-22,0°C), jak i maksimum temperatury powietrza (36,3°C, tab. 4).

Tabela 4. Charakterystyka temperatury powietrza (°C) na stacjach IGiPZ PAN (Cieplice) oraz IMGW-PIB w Jeleniej Górze

	T	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Cieplice 3.2016 – 2.2018	<i>śr</i>	-1,2	-0,9	4,0	7,6	14,0	18,0	18,9	18,0	14,3	9,4	3,9	1,1	9,0
	<i>min</i>	-22,0	-14,9	-5,8	-4,3	-0,6	5,7	6,3	5,1	2,0	-0,7	-7,7	-13,3	-22,0
	<i>max</i>	14,3	16,0	18,1	26,1	31,9	34,4	33,4	36,3	32,1	25,6	17,0	13,6	36,3
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	<i>śr</i>	-1,9	-1,7	3,8	6,7	13,0	17,2	17,8	16,6	12,4	8,3	3,2	0,5	8,0
	<i>min</i>	-22,6	-16,0	-8,5	-4,9	-1,3	4,1	5,3	3,8	0,7	-2,0	-10,1	-14,2	-22,6
	<i>max</i>	12,8	15,2	21,3	24,7	29,8	32,0	32,9	33,5	29,7	25,0	15,5	13,7	33,5
Jelenia Góra 2008- 2017	<i>śr</i>	-2,3	-0,7	2,8	7,7	12,4	15,9	18,1	16,9	12,1	7,4	4,2	0,0	7,9
	<i>min</i>	-28,2	-28,0	-18,5	-9,5	-5,0	-1,5	2,8	2,5	-1,5	-7,5	-14,0	-26,7	-28,2
	<i>max</i>	14,5	18,1	21,6	28,7	29,8	32,5	34,9	35,8	33,1	25,0	19,5	14,1	35,8

T – temperatura powietrza, *śr* – średnia, *min* – absolutne minimum, *max* – absolutne maksimum

W ocenie warunków termicznych wykorzystano także analizę liczby dni charakterystycznych termicznie:

- 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 nie były odnotowane w Cieplicach, ani też na stacji IMGW w Jeleniej Górze. Natomiast w wieloleciu 2008-2017 zdarzały się lata, że występowały bardzo rzadko od grudnia do lutego (przeciętnie 1 dzień w roku).

Dni mroźne w Cieplicach występują rzadko, przeciętnie 14,5 dni w roku (tab. 5). Notowane są od grudnia do lutego, a ich maksimum występuje w styczniu (8 dni), co jest wartością stosunkowo niską na tle Polski. W tym samym okresie na stacji IMGW w Jeleniej Górze odnotowano 18 dni mroźnych, była to więc liczba zbliżona do średniej wieloletniej (17 dni).

Dni gorące notowane są stosunkowo często. Ich średnia roczna liczba wyniosła 61,5 dni w okresie badań (16,8% dni w roku). Na stacji IMGW w Jeleniej Górze w tym samym okresie odnotowano średnio 42 dni gorące w roku, co było wartością wyższą, niż średnia dla wielolecia (37,1 dni). Dni gorące występują od kwietnia do października, z kumulacją w lipcu (16,5) i sierpniu (15,5).

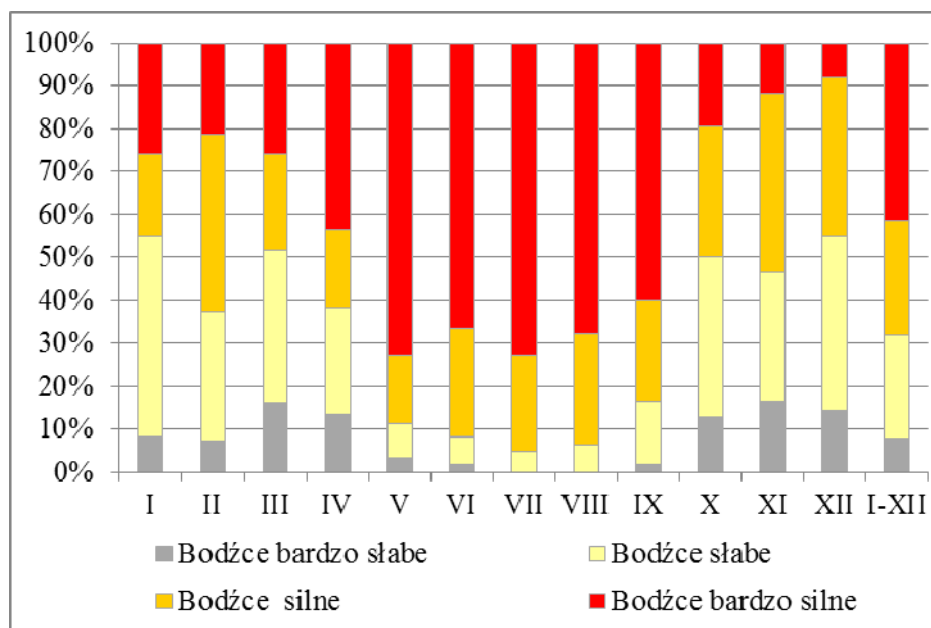
Dni upalne występują od maja do września (od 1 do 4,5 dnia w miesiącu), średnio 13 dni w roku, co również jest wartością stosunkowo wysoką. W tym samym okresie na stacji IMGW w Jeleniej Górze zarejestrowano 4 takie dni, natomiast w wieloleciu 6 dni.

Tabela 5. Liczba dni charakterystycznych termicznie na stacjach IGiPZ PAN (Cieplice) oraz IMGW-PIB w Jeleniej Górze

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Liczba dni mroźnych (temperatura minimalna $\leq -10^{\circ}\text{C}$)													
Cieplice 3.2016 – 2.2018	8,0	5,0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1,5	14,5
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	8,5	6,0	.	.	.	.	.	.	.	.	0,5	3,0	18,0
Jelenia Góra 2008 - 2017	7,9	3,4	1,2	.	.	.	.	.	.	.	0,3	4,2	17,0
Liczba dni bardzo mroźnych (temperatura maksymalna $\leq -10^{\circ}\text{C}$)													
Cieplice 3.2016-2.2018	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Jelenia Góra 2008 - 2017	0,1	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,4	1,0
Liczba dni gorących (temperatura maksymalna $\geq 25^{\circ}\text{C}$)													
Cieplice 3.2016-2.2018	.	.	.	0,5	6,0	14,0	16,5	15,5	8,0	1,0	.	.	61,5
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	.	.	.	.	3,5	8,5	13,0	11,0	5,5	0,5	.	.	42,0
Jelenia Góra 2008 - 2017	.	.	.	0,3	2,6	7,1	13,3	11,0	2,7	0,1	.	.	37,1
Liczba dni upalnych (temperatura maksymalna $\geq 30^{\circ}\text{C}$)													
Cieplice 3.2016-2.2018	.	.	.	.	1,0	3,0	4,5	3,0	1,5	.	.	.	13,0
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	.	.	.	.	.	1,0	1,5	1,5	.	.	.	.	4,0
Jelenia Góra 2008 - 2017	.	.	.	.	.	1,0	2,4	2,5	0,2	.	.	.	6,1

Kolejną charakterystyką bodźcowości warunków termicznych jest dobową amplitudą 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*):

<i>dt</i> ($^{\circ}\text{C}$)	<u>Bodźce termiczne:</u>
poniżej 4	- bardzo słabe
od 4 do mniej niż 8	- słabe
od 8 do mniej niż 12	- silne
≥ 12	- bardzo silne.



Rycina 6. Częstość dni o różnym natężeniu bodźców termicznych w Cieplicach w okresie marzec 2016 – luty 2018 roku

Cieplice charakteryzują się dużą intensywnością bodźców termicznych, charakterystyczną dla kotlin śródgórskich. Od maja do września dominują bardzo silne bodźce termiczne, a ich udział wynosi od 60 do ok. 73% dni w miesiącu. Bodźce bardzo słabe i słabe są częstsze w półroczu chłodnym, a ich częstość wynosi od 38% (luty) do 55% (grudzień – styczeń) dni w miesiącu. Okres badań był przeciętny na tle wielolecia 2008-2017. W porównaniu do stacji IMGW w Jeleniej Górze, uzdrowisko charakteryzowało się nieco częstszymi przypadkami dni o silnej i bardzo silnej bodźcowości (tab. 6).

Tabela 6. Częstość (%) dni w roku o różnej intensywności bodźców

	Cieplice 3.2016-2.2018	Jelenia Góra 3.2016-2.2018	Jelenia Góra 2008-2017
Bodźce bardzo słabe	7,9	10,5	10,8
Bodźce słabe	23,8	27,5	26,3
Bodźce silne	26,8	25,8	25,0
Bodźce bardzo silne	41,4	36,2	37,9

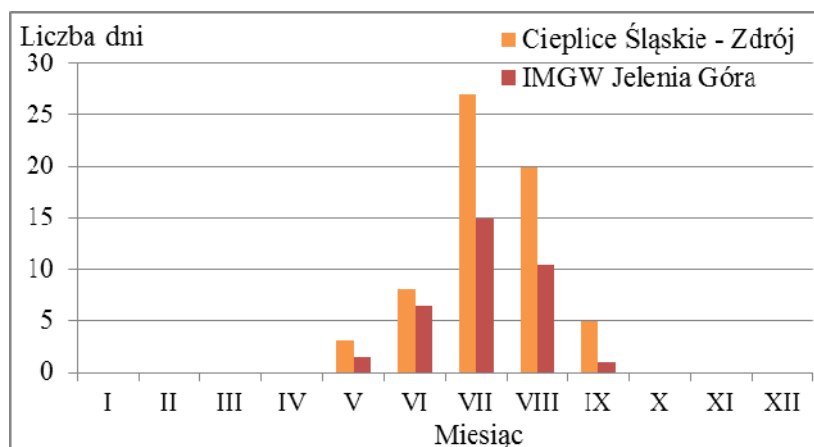
Średnia roczna wilgotność względna powietrza w Cieplicach w okresie badań wyniosła 77,3%. Najmniejsza wilgotność powietrza wystąpiła w maju (66,8%), a najwyższa w grudniu (86,3%). Cieplice charakteryzowały się wyższą wilgotnością względną powietrza, niż miejsce, gdzie zlokalizowana jest stacja IMGW-PIB w Jeleniej Górze. Z kolei badane dwulecie charakteryzowało się nieco niższą wilgotnością na tle wielolecia 2008-2017 (tab. 7).

Tabela 7. Charakterystyki wilgotności powietrza (%) na stacjach IGiPZ PAN (Ciepllice) oraz IMGW-PIB w Jeleniej Górze

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Średnia wilgotność względna powietrza (%)													
Ciepllice 3.2016 – 2.2018	84,9	79,7	78,5	71,3	66,8	66,9	71,9	71,5	79,5	86,0	84,8	86,3	77,3
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	80,1	75,2	76,1	71,0	66,4	66,6	71,0	73,2	80,5	83,4	82,6	82,5	75,7
Jelenia Góra 2008-2017	83,4	79,3	75,0	70,3	69,6	69,7	70,2	73,5	80,8	82,1	82,5	83,0	76,6
Średnia liczba dni parnych ($e \geq 18,8$ hPa)													
Jelenia Góra 2008-2017	.	.	.	.	0,9	6,4	17,3	13,9	1,0	.	.	.	39,5

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 (Błażejczyk, Kuchcik 2017).

W Cieplicach dni parne występowały bardzo często. W okresie badań było ich średnio 63, a więc stanowiły 17,3% dni w roku (na stacji IMGW-PIB w Jeleniej Górze dni parnych w tym okresie odnotowano jedynie 35). Dni parne w Cieplicach notowane były od maja do września, z maksimum w lipcu, kiedy to niemal każdy dzień był parny (ryc. 7). Tak duża liczba dni parnych w uzdrowisku wynika z położenia stacji w sąsiedztwie Parku Zdrojowego i cieków, gdzie parowanie z powierzchni biologicznie czynnej (wiele z drzew to 200, a nawet 300-letnie lipy, klony i dęby) podnosi wilgotność powietrza, a wysoka zielen i budynki utrudniają przewietrzanie i wymianę powietrza.



Rycina 7. Średnia liczba dni parnych w Cieplicach oraz na stacji IMGW w Jeleniej Górze w okresie marzec 2016 – luty 2018

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 M. i in., 2013). Średnia roczna liczba dni z powietrzem suchym w Cieplicach w okresie badań wyniosła 109,5 i była zbliżona do wartości, którą odnotowano na stacji IMGW - PIB w Jeleniej Górze (120 dni). Okres badań charakteryzował się przeciętną liczbą dni z powietrzem suchym, zbliżoną do średniej wieloletniej (118,8 dni).

W przypadku dni z powietrzem bardzo wilgotnym zaznaczyła się duża różnica między Cieplicami, a stacją IMGW-PIB w Jeleniej Górze. W Cieplicach zanotowano średnio 67,5 takich dni w roku (18,6% dni w roku), gdy na stacji IMGW-PIB zaledwie 48. Wynika to ze wspomnianego wcześniej zwiększonego uwilgotnienia i z małego przewietrzania okolic Parku Zdrojowego.

W rozkładzie rocznym najwięcej dni z powietrzem suchym występuje w okresie od kwietnia do sierpnia (od 14 do 18 dni w miesiącu), natomiast dni z powietrzem bardzo wilgotnym najczęściej występują w okresie jesienno- zimowym (od 8 do 12 dni w miesiącu).

Podsumowując, obszar strefy A ochrony uzdrowiskowej w Cieplicach charakteryzuje się umiarkowanymi warunkami termiczno-wilgotnościowymi. W okresie od maja do września duży odsetek dni cechuje się stanami parności oraz silnymi bodźcami termicznymi. Wpływ na warunki termiczno-wilgotnościowe miejsca ma szereg czynników topograficznych, m.in. pokrycie terenu, wysokość i gęstość drzew, obecność cieków, wysokość n.p.m., oraz dość gęsta zabudowa strefy A. Starsza część uzdrowiska charakteryzuje się przede wszystkim licznym występowaniem starych drzew, skutecznie utrudniających wymianę powietrza. Bardzo prawdopodobne, że w innej części uzdrowiska, lepiej przewietrzanej, warunki te są bardziej korzystne.

Opady i zjawiska atmosferyczne

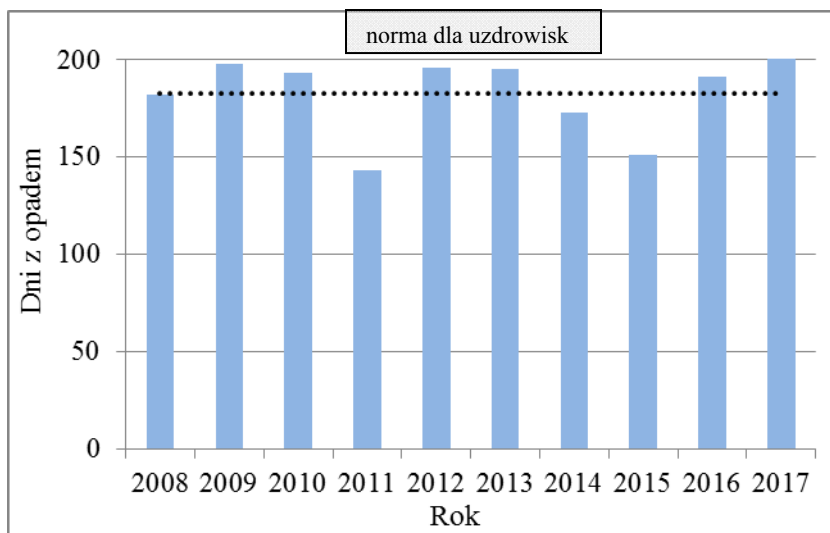
Średnia roczna suma opadów atmosferycznych w Cieplicach w badanym okresie wyniosła 719,9 mm i była nieco niższa, niż zanotowana na stacji IMGW w Jeleniej Górze (756,8 mm, tab. 8). W stosunku do wielolecia, badane dwa lata nie odbiegały znacząco od średniej, zatem można je uznać za lata przeciętne pod względem wysokości opadów atmosferycznych.

Tabela 8. Sumy opadów atmosferycznych na stacjach IGiPZ PAN (Cieplice) oraz IMGW-PIB w Jeleniej Górze

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Suma opadów atmosferycznych (mm)													
Cieplice 3.2016-2.2018	29,9	22,1	64,4	60,4	50,9	73,9	120,5	95,5	62,7	83,3	24,7	31,6	719,9
Jelenia Góra 3.2016-2.2018	33,0	21,6	54,1	62,9	62,4	75,8	133,6	82,8	59,6	101,9	34,2	35,2	756,8
Jelenia Góra 2008-2017	45,4	32,6	46,4	45,2	82,8	92,7	121,2	91,9	66,8	57,5	32,6	35,5	750,6
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$mm													
Cieplice 3.2016-2.2018	11,0	7,5	22,0	17,5	9,0	16,5	17,0	12,5	14,0	19,5	12,5	13,5	172,5
Jelenia Góra 3.2016-2.2018	16,0	10,0	17,0	18,0	11,0	17,0	18,5	12,0	14,0	21,5	14,0	17,0	186,0
Jelenia Góra 2008-2017	17,6	14,0	15,2	14,1	14,9	16,1	15,3	14,8	14,6	15,2	14,3	16,2	182,3

Jednym z parametrów klimatu o cechach leczniczych jest mniejsza niż 183 liczba dni w roku z opadem. W badanym okresie w Cieplicach została ona spełniona, wynosząc 172,5 dnia, i była niższa niż na stacji IMGW w Jeleniej Górze, gdzie wyniosła 186 dni. Opady atmosferyczne charakteryzują się stosunkowo dużą zmiennością, co przekłada się zarówno na ich sumy, jak i rozkład. Badane dwa lata charakteryzowały się większą liczbą dni z opadem niż okres 2008-2017 (ryc. 8). Najwięcej dni z opadem (201 dni) odnotowano w 2017 r., natomiast najmniej w 2011 (143 dni). W rozkładzie rocznym, w Cieplicach najwięcej dni z opadem notowanych było w marcu (średnio 22 dni) i listopadzie (20), a najmniej w lutym (8) i czerwcu (9, tab. 8).

Obserwacje mgieł nie były wykonywane w Cieplicach. Dane pozyskane ze stacji IMGW w Jeleniej Górze pozwalają jedynie na ogólną charakterystykę częstości występowania tego zjawiska w Kotlinie Jeleniogórskiej.



Rycina 8. Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm w ciągu roku na stacji IMGW – PIB w Jeleniej Górze

Tabela 9. Dni ze zjawiskami atmosferycznymi (mgłą, burzą, pokrywą śnieżną) na stacji IMGW-PIB w Jeleniej Górze

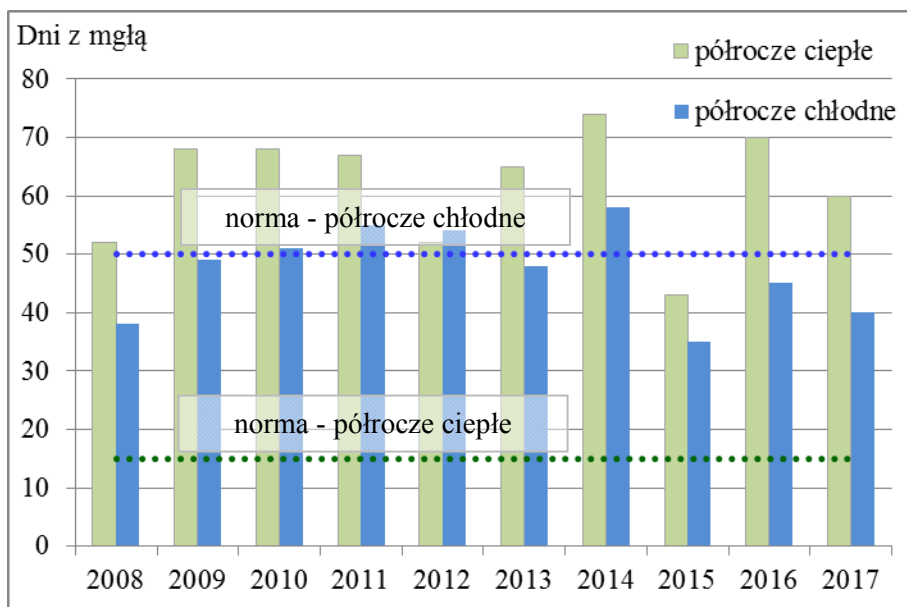
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Liczba dni z mgłą													
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	4,5	4,0	8,5	8,0	8,0	8,5	11,5	10,5	18,5	10,0	8,0	3,5	103,5
Jelenia Góra 2008 - 2017	6,9	3,6	5,2	8,2	9,6	8,0	7,6	11,4	17,1	15,1	10,7	5,8	109,2
Liczba dni z burzą													
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	.	.	0,5	1,0	4,5	6,0	7,5	5,5	0,5	.	.	.	25,5
Jelenia Góra 2008 - 2017	.	.	0,3	1,5	4,3	5,3	7,0	5,7	1,1	.	.	.	25,2
Liczba dni z pokrywą śnieżną													
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	16,0	11,5	4,0	.	.	.	.	.	.	.	0,5	8,0	40,0
Jelenia Góra 2008 - 2017	20,7	13,3	6,5	1,2	0,1	.	.	.	.	1,0	1,8	10,1	54,7

Nad obszarem badań mgły występują przeciętnie 109,2 dni w roku, zatem stosunkowo często (2008-2017). W okresie badań ich liczba była nieco niższa i wyniosła 103,5 dni.

W *Rozporządzeniu* podano normy liczby dni z mgłą oddzielnie dla półrocza chłodnego (styczeń – marzec i październik - grudzień) i ciepłego (kwiecień – wrzesień).

Liczba dni z mgłą w półroczu chłodnym w okresie badań wyniosła średnio 38,5 dni i spełniło to normę przyjętą dla uzdrowisk. Była to wartość niższa niż dla wielolecia (47,3 dni). W półroczu ciepłym mgły w Kotlinie Jeleniogórskiej występowały średnio przez 65 dni i w tym przypadku norma została znacznie przekroczona.

Liczba dni z mgłą wykazuje dużą zmienność, zarówno w ciągu roku, jak i na przestrzeni lat. W przebiegu wieloletnim liczba dni z mgłą w roku wyniosła od 78 dni w 2015 r. do 132 dni w 2014 r. (ryc. 9). W rozkładzie rocznym najwięcej dni z mgłą obserwuje się we wrześniu (17,1 dni) i październiku (15,1 dni), najmniej w lutym (3,6 dni) i marcu (5,2 dni).



Rycina 9. Liczba dni z mgłą w półroczu ciepłym (IV-IX) i chłodnym (I-III, X-XII) na stacji IMGW-PIB w Jeleniej Górze

Dni z burzą notowane są nad obszarem badań rzadko – średnio 25,2 dni w roku (2008-2017). Burze występują od marca do września, z maksimum w lipcu (ok. 7 dni, tab. 9).

Dni z pokrywą śnieżną notowane są od października z maja – przeciętnie 54,7 dni w roku. Okres badań charakteryzował się mniejszą liczbą dni z pokrywą śnieżną (40 dni), niż wielolecie (tab. 9).

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).

Jak wspomniano wcześniej, stacja meteorologiczna w Cieplicach zlokalizowana była w miejscu o utrudnionym przepływie powietrza. Średnia roczna prędkość wiatru wyniosła tam zaledwie 0,1 m/s, co jest wartością bardzo niską, w stosunku do stacji IMGW w Jeleniej

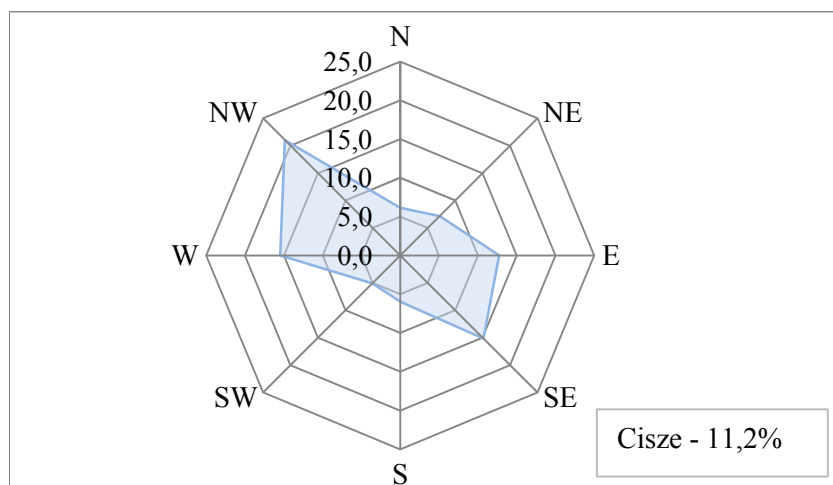
Górze, gdzie wyniosła 2,6 m/s. Uzdrowisko charakteryzowało się każdego dnia małą średnią prędkością wiatru (mniejszą niż 2 m/s), a także częstym występowaniem cisz atmosferycznych (tab. 10). Średnia roczna maksymalna prędkość wiatru wyniosła tam 0,9 m/s i nie odnotowano dni z prędkością wiatru większą niż 8 m/s (o godz. 6, 12 lub 18 UTC). Występowały natomiast porywy wiatru o takiej prędkości, przeciętnie przez 41,5 dni w roku. Najwięcej dni z porywami wiatru powyżej 8 m/s występuje w Cieplicach zimą (średnio 7-8 dni w grudniu i styczniu), co sprzyja usuwaniu zanieczyszczeń powietrza.

Tabela 10. Charakterystyki prędkości wiatru na stacjach IGiPZ PAN (Cieplice) oraz IMGW-PIB w Jeleniej Górze

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Średnia prędkość wiatru (m/s)													
Cieplice 3.2016 – 2.2018	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	2,9	2,5	2,6	2,9	2,8	2,6	2,3	1,9	2,0	2,8	2,6	3,2	2,6
Jelenia Góra 2008 - 2017	2,8	2,9	3,1	2,8	2,7	2,5	2,4	2,1	2,1	2,5	2,8	3,0	2,6
Liczba dni z ciszą ($v < 1,0$ m/s o godz. 6, 12 lub 18 UTC)													
Cieplice 3.2016 – 2.2018	30,5	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	364,5
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	10,0	8,5	8,5	7,5	8,5	8,0	10,5	12,0	13,0	6,5	5,0	8,0	106,0
Jelenia Góra 2008 - 2017	11,3	9,2	7,7	8,6	9,3	7,8	10,1	14,6	13,2	11,8	8,8	10,5	122,9
Liczba dni z wiatrem słabym ($v_{\text{sr}} < 2,0$ m/s)													
Cieplice 3.2016 – 2.2018	31,0	28,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0	30,0	31,0	365,0
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	12,5	14,0	10,0	8,5	10,5	11,5	12,0	16,5	16,0	14,0	9,5	11,5	146,5
Jelenia Góra 2008 - 2017	13,0	9,3	7,8	8,3	9,2	10	11,2	14,7	15,2	13,9	12,2	11,7	136,5
Liczba dni z dużą prędkością wiatru ($> 8,0$ m/s) w jednym z trzech terminów pomiarowych													
Cieplice 3. 2016 – 2.2018	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Jelenia Góra 3.2016 – 2.2018	5,0	5,5	1,5	1,0	.	.	0,5	.	1,5	4,0	1,5	6,5	27,0
Jelenia Góra 2008 - 2017	4,9	5,0	4,1	1,9	0,7	0,5	0,9	0,1	0,5	2,5	3,8	4,6	29,5
Liczba dni z porywami wiatru ($> 8,0$ m/s)													
Cieplice 3.2016-2.2018	8,0	3,5	2,0	3,0	2,0	2,5	1,5	0,5	3,0	3,5	4,5	7,5	41,5

Jako, że wyniki pomiarów prędkości i kierunku wiatru wykonane na stacji w Cieplicach są reprezentatywne tylko dla centralnej, silnie zadrzewionej i zabudowanej części uzdrowiska, charakterystykę kierunków wiatru oparto na wieloletnich danych ze stacji IMGW-PIB w Jeleniej Górze. W Jeleniej Górze wiatry wieją najczęściej z północno-zachodu (NW) - około 21,0% i południowego-wschodu (SE) oraz zachodu (W) – około

15,0% (ryc. 10). Stosunkowo rzadko notowane są cisze atmosferyczne – ich średni roczny udział wynosi 11,2%.



Rycina 10. Rozkład kierunków wiatrów (%) oraz częstotliwość cisz w Jeleniej Górze (2008-2017)

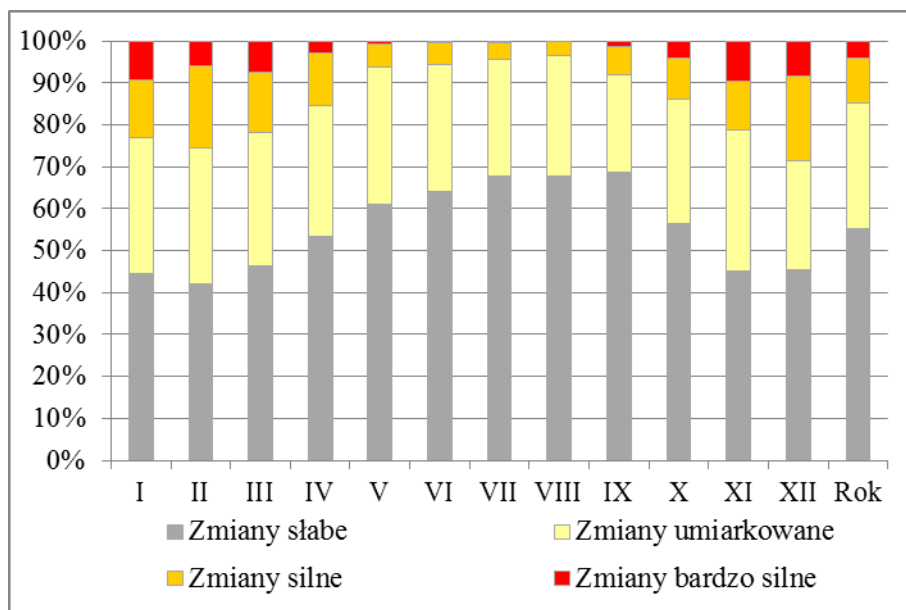
Podsumowując, warunki wiatrowe w centralnej, zadrzewionej i zabudowanej części uzdrowiska Cieplice są umiarkowanie korzystne dla klimatoterapii. Z jednej strony, zimą, mała prędkość wiatru oraz często notowane cisze atmosferyczne mogą korzystnie zmniejszać częstość obciążających warunków zimna. Z drugiej jednak strony słabe przewietrzanie terenu utrudnia dyspersję zanieczyszczeń powietrza, generowanych przez pobliską zabudowę i drogi, co w powiązaniu z dużą wilgotnością powietrza może stać się niebezpieczne dla zdrowia ludzi.

Zmiany pogody

W ocenie częstości zmiany pogody wykorzystano międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego (między godz. 12 UTC w kolejnych dniach) ze stacji IMGW w Jeleniej Górze. Niewielka odległość stacji od uzdrowiska pozwala na uznanie pomiarów ze stacji IMGW za reprezentatywne dla Cieplic.

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 11. Częstość dni o różnych odczuciach międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego na stacji IMGW-PIB w Jeleniej Górze w latach 2008-2017

Obszar badań charakteryzuje się słabymi i umiarkowanymi zmianami ciśnienia atmosferycznego, szczególnie w okresie od maja do sierpnia, kiedy ich udział wynosi ponad 90% dni w miesiącu. Bardzo silne zmiany ciśnienia atmosferycznego notowane są od września do maja (co jest związane z większą aktywnością frontów atmosferycznych nad obszarem Polski), jednak ich częstość nie przekracza 10% dni w miesiącu (ryc. 11).

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 Cieplic 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 Jeleniej Górze, z południowego terminu obserwacyjnego (godzina 12 UTC).

3.1. Uniwersalny wskaźnik obciążeń ciepłych

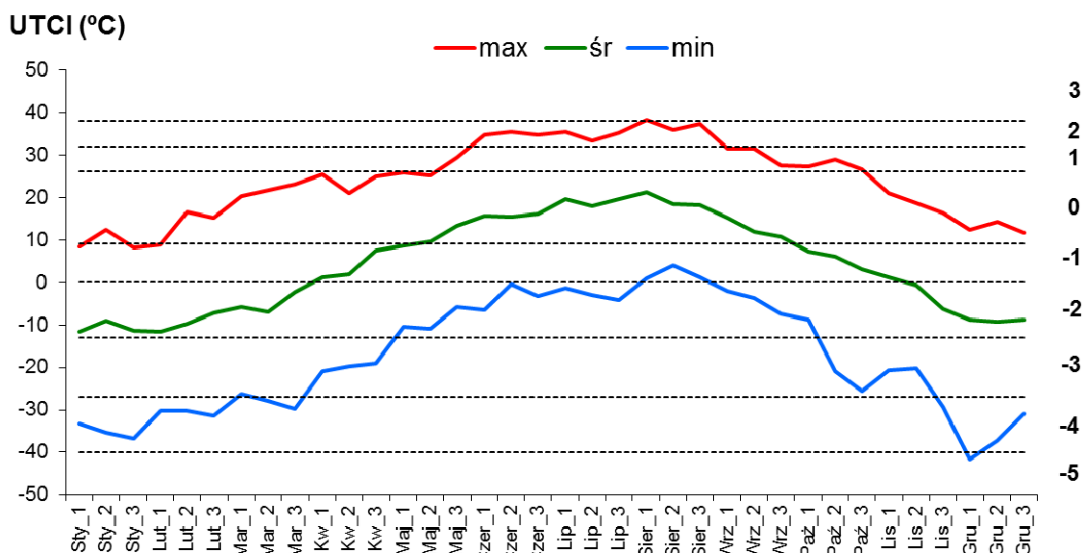
Wskaźnik *UTCI*. Jest on definiowany jako ekwiwalentna temperatura powietrza, przy której w warunkach referencyjnych podstawowe parametry fizjologiczne organizmu przyjmują takie same wartości, jak w warunkach rzeczywistych. Innymi słowy zakłada się, że wymiana ciepła między człowiekiem a otoczeniem zależy 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. 11).

Tabela 11. Skala oceny obciążeń cieplnych organizmu według wskaźnika *UTCI*

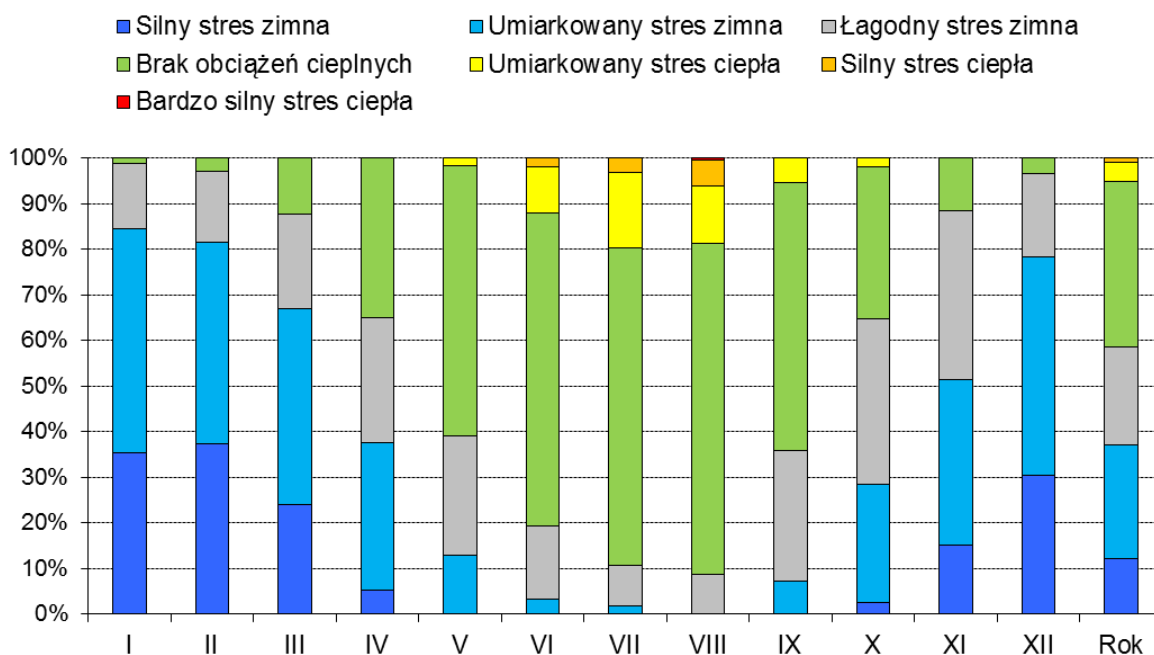
<i>UTCI</i> (°C)	Obciążenie cieplne	Sposób przeciwdziałania
> +46	Nieznosny stres ciepła	Niezbędne okresowe schładzanie organizmu i uzupełnianie płynów > 0,5 l/godz. Należy unikać dużego wysiłku fizycznego.
+38,1 do +46,0	Bardzo silny stres ciepła	Konieczne okresowe korzystanie z pomieszczeń klimatyzowanych 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

W rejonie Cieplic średnie wartości *UTCI* utrzymują się w ciągu roku w zakresie od „umiarkowany stres zimna” (od drugiej dekady listopada do końca marca) do „brak obciążeń cieplnych” (ryc. 11). Najsilniejsze obciążenia cieplne związane z warunkami chłodu występują od trzeciej dekady listopada do końca marca, kiedy to wartość minimalna *UTCI* jest niższa od -27,1°C co oznacza „bardzo silny stres zimna”. Tzw. „nieznosny stres zimna” wystąpił tu tylko 1 raz w ciągu analizowanych 10 lat. Obciążenia cieplne związane z wysoką temperaturą występują od początku czerwca do końca sierpnia. Wartość maksymalna *UTCI* przekracza wtedy 32°C, co oznacza „silny stres ciepła”. Jedyne 1 raz w ciągu 10 lat, na początku sierpnia wartość *UTCI* przekroczyła 38°C, co oznacza „bardzo silny stres ciepła”. Należy zatem zaznaczyć, że w rejonie Cieplic nie istnieje duże zagrożenie stresem ciepła, co jest korzystne dla kuracjuszy, którzy latem mogą bez większych ograniczeń przebywać w terenie otwartym. Większe zagrożenie w Cieplicach niosą warunki związane z „bardzo silnym stresem zimna”, które od grudnia do lutego notuje się 1-2 razy w miesiącu, a wtedy konieczne staje się ograniczenie czasu przebywania w terenie otwartym.



Rycina 11. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych (*UTCI*) w rejonie Cieplic (1.01.2008-28.02.2018)

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.



Rycina 12. Częstość dni o różnym natężeniu stresu cieplnego (wg *UTCI*) w rejonie Cieplic (1.01.2008-28.02.2018)

Jako, że wskaźnik *UTCI* jest zaprojektowany jako uniwersalny dla większości stref klimatycznych, w Polsce przeważają dni charakteryzujące się obciążeniami cieplnymi związanymi z zimnem. W Kotlinie Jeleniogórskiej średnio w roku notuje się ponad 59% dni z obciążeniami cieplnymi powodowanymi przez warunki chłodu (łagodny, umiarkowany,

silny i bardzo silny). Ale aż 36% dni w roku panuje korzystny dla człowieka „brak obciążeń cieplnych”, który obok „łagodnego stresu zimna” pojawia się w każdym miesiącu. W okresie grudzień-marzec najczęściej występuje umiarkowany stres zimna (43-46% dni w miesiącu). „Silny stres zimna” cechuje w tym okresie częstość 29-36%, a „bardzo silny stres zimna” istotny staje się tylko w grudniu i styczniu (ryc. 12). Warunki związane z „silnym stresem ciepła” występują od czerwca do września przez 1-2 dni w miesiącu. Stanowią zaledwie 4% wszystkich dni w ciągu roku, najwięcej w sierpniu (5,8% dni w miesiącu).

Ogólnie, z racji położenia w rozległej kotlinie śródgórskiej obciążenie stresem ciepła w rejonie Cieplic występują rzadko. Obciążenie stresem zimna z kolei jest w normie, a dominuje w roku korzystny dla człowieka „brak obciążeń cieplnych”.

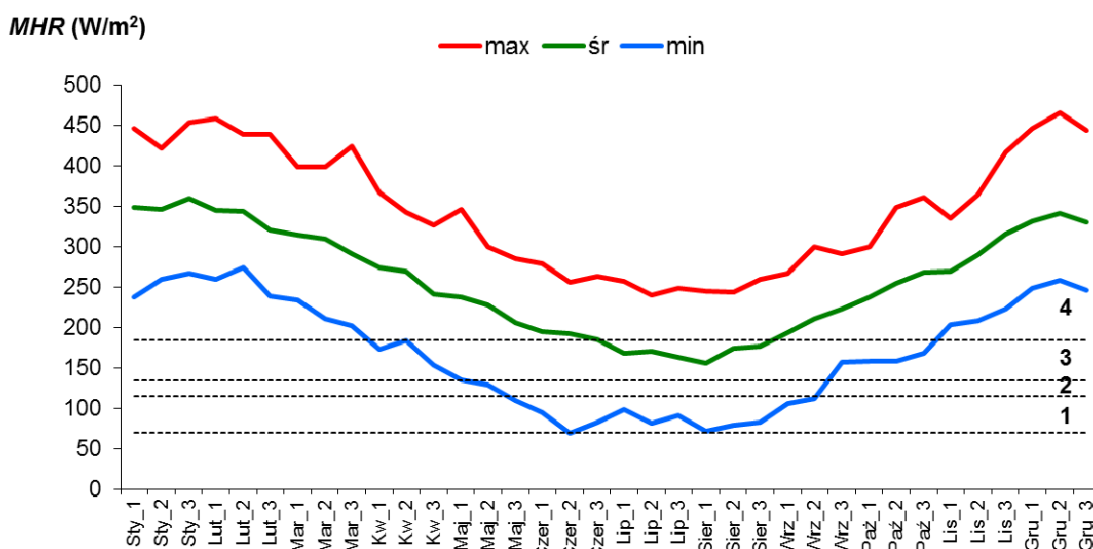
3.2. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej

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. 12), 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 rejonie Cieplic pozwalają na stosowanie zabiegów klimatoterapeutycznych o zróżnicowanej aktywności (ryc. 13). W okresie od początku listopada do połowy kwietnia warunki termiczno-wilgotnościowe umożliwiają prowadzenie aktywnej terenoterapii (gimnastyka, intensywne spacerowanie, marsze, jazda rowerem, gry sportowe), która nie będzie nadmiernym obciążeniem dla układu krwionośnego. Latem aktywna terenoterapia może być uciążliwa dla osób z chorobami układu krążenia. Od połowy maja do połowy września intensywne sporty i gry mogą powodować nadmierne obciążenie dla rekonwalescentów, dzieci i osób starszych. W rejonie Cieplic praktycznie nie występują zagrożenia do stosowania helioterapii i aeroterapii.

Tabela 12. 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 13. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości dopuszczalnej aktywności fizycznej (MHR) w rejonie Cieplic (1.01.2008-28.02.2018)

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 uzdrowskiej:

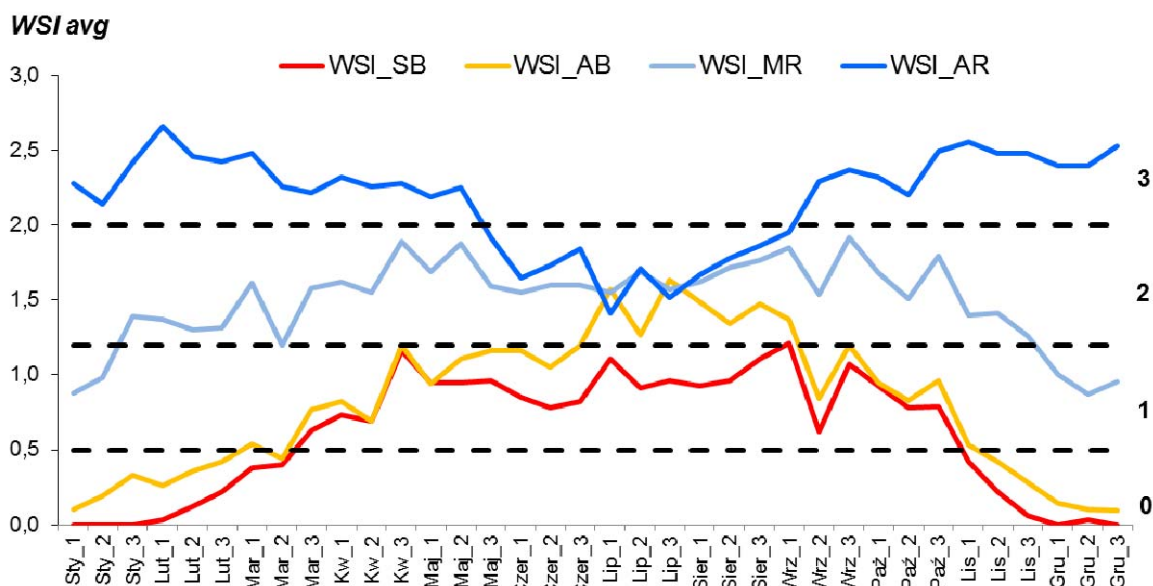
- helioterapii (kąpeli słonecznych, SB),
- aeroterapii (kąpeli powietrznych, AB),
- łagodnej terenoterapii (spacerów i spokojnych zajęć terenowych, MR),
- intensywnej terenoterapii (gier terenowych i intensywnych zajęć w terenie otwartym, AR),

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

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

WSI_{avg}	Przydatność pogody w badanym okresie do poszczególnych form aktywności człowieka (SB, AB, MR, AR, ST):
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 14 przedstawiono przebieg roczny wskaźników przydatności pogody, do helioterapii, aeroterapii i terenoterapii w kolejnych miesiącach. Do oceny warunków pogodowych w okolicach Cieplic wykorzystano codzienne obserwacje meteorologiczne z okresu od 1.01.2008 do 28.02.2018 r. ze stacji synoptycznej w Jeleniej Górze.



Rycina 10. Ocena przydatności pogody dla różnych form klimatoterapii (*WSI*avg) w rejonie Cieplic (1.01.2008-28.02.2018)

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

Z różnorodnych form leczenia klimatycznego w Kotlinie Jeleniogórskiej można korzystać przez cały rok. **Okres najdogodniejszy do korzystania z różnych form klimatoterapii, zwłaszcza aktywnej, trwa od połowy kwietnia do początku września.** W lipcu i sierpniu warunki pogodowe są korzystne nie tylko dla aktywnej klimatoterapii, ale także dla kąpiei powietrznych. Niemniej warunki do stosowania kąpiei słonecznych są w Cieplicach mało korzystne, a z tej formy klimatoterapii można korzystać jedynie w wybranych dniach okresu od trzeciej dekady kwietnia do pierwszej dekady września. Pozytywną cechą warunków pogodowych w Cieplicach jest fakt, że przez prawie cały rok warunki bioklimatyczne mogą być wykorzystywane do leczenia, rehabilitacji i profilaktyki zdrowotnej większości osób. Należy jedynie pamiętać, że zimą z leczenia klimatycznego mogą bezpiecznie korzystać osoby w sile wieku, o sprawnie działającym układzie termoregulacyjnym i krwionośnym.

5. Stan sanitarny powietrza

Zabiegi klimatoterapeutyczne (aeroterapia, helioterapia, terenoterapia) prowadzone są w terenie otwartym. To sprawia, że dobry stan sanitarny powietrza w miejscowościach uzdrowskich 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).

Innym zagrożeniem są **metale ciężkie**. 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 – produkt uboczny spalania paliw kopalnych – silnie 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.

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**. Działa przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połyknięciu. Benzen uszkadza układ krwiotwórczy szpiku kostnego:

powoduje skazę krwotoczną, zmniejszenie liczby białych krwinek (leukopenię), niedokrwistość. Późnym następstwem narażenia jest białaczka.

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. 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 i 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)

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 ciepłej. 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.

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. 13).

Tabela 13. 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.

W samych Cieplicach nie prowadzi się stałych pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza, ale prowadzi się je na dwóch stacjach w Jeleniej Górze: automatycznej przy ul. Ogińskiego (pomiar SO_2 , NO_2 , CO, O_3 , C_6H_6 , PM10, PM2,5) i manualnej, na granicy strefy C ochrony uzdrowiskowej, 1,5 km od centrum Parku Zdrojowego, przy ul. Sokoliki (PM10, ołów, arsen, kadm, nikiel benzo(a)piren). Najbliższa stacja pomiaru zanieczyszczenia powietrza przy ul. Sokoliki jest położona blisko uzdrowiska i dość dobrze prezentuje warunki aerosanitarne tam panujące.

Do oceny stanu sanitarnego powietrza w Cieplicach wykorzystano: (1) Oceny jakości powietrza na terenie województwa dolnośląskiego za lata 2015-2017 Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska we Wrocławiu (WIOŚ 2016, 2017, 2018) oraz (2) Oceny poziomów substancji w powietrzu oraz wyniki klasyfikacji stref województwa dolnośląskiego

za lata 2015-2017, (3) szacunkowy, aktualny stan zanieczyszczenia powietrza w centrum Cieplic, na Placu Piastowskim, ustalony na podstawie modelowania przez WIOŚ we Wrocławiu – pismo DJ-DM.7016.23.2018 z 25 maja 2018 r.

Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska każdego roku dokonuje także oceny poziomu substancji zawartych w powietrzu w wyznaczonych strefach. Informacji tych użyto do oceny ogólnej stanu sanitarnego powietrza w analizowanym obszarze. Obszar województwa dolnośląskiego podzielony jest na 4 strefy – aglomerację wrocławską, miasto Legnica, miasto Wałbrzych oraz strefę dolnośląską, w której leżą Cieplice, obejmującą pozostały obszar województwa.

Tabela 14. 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 dopuszczalne powiększone o margines tolerancji, a w przypadku, gdy margines tolerancji nie jest określony – poziomy dopuszczalne, docelowe 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

Klasyfikacja strefy, w której leżą Cieplice wykonywana jest na podstawie kryteriów przedstawionych w tabeli 14, z uwzględnieniem wymagań aerosanitarnych dotyczących ochrony zdrowia ludzi. Poziom zanieczyszczenia powietrza na terenie strefy dolnośląskiej został określony na podstawie pomiarów z 10 stacji automatycznego monitoringu zanieczyszczeń powietrza WIOŚ i 14 stacjach manualnych, mierzących najczęściej pył zawieszony PM₁₀. Od 2016 r. zgodnie z wytycznymi Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska wyniki uzyskane na podstawie obliczeń z wykorzystaniem modeli, nie potwierdzone pomiarami, nie powinny stanowić podstawy do decyzji o zakwalifikowaniu strefy do klasy C. Dotyczyło to głównie pyłu PM_{2,5}, w przypadku którego nie uwzględniano w ocenie rocznej obszarów przekroczeń wyznaczonych na podstawie modelowania.

Klasyfikację strefy dolnośląskiej z uwagi na poziom poszczególnych zanieczyszczeń powietrza przedstawiono w tabeli 15.

W latach 2015-2017 w strefie dolnośląskiej nie stwierdzano przekroczeń wartości dopuszczalnych i docelowych stężeń zanieczyszczeń określonych normą ze względu na ochronę zdrowia ludzi dla dwutlenku azotu, dwutlenku siarki, tlenku węgla, benzenu oraz metali ciężkich z wyjątkiem arsenu. Przekroczenia poziomu docelowego dla arsenu w pyłe PM10 wystąpiły głównie w Legnicy i regionie Głogowa. Na terenie Jeleniej Góry stężenia średnioroczne arsenu w pyłe były niskie i wynosiły 27-32% poziomu docelowego. W związku z powyższym oraz z wynikami modelowania wykonanego przez WIOŚ we Wrocławiu można uznać, że w Cieplicach nie dochodzi do przekroczeń wartości dopuszczalnych i docelowych stężeń: NO₂, SO₂, CO, O₃, benzenu oraz ołowiu, arsenu, kadmu i niklu w pyłe PM10 (tab. 15).

Tabela 15. Klasyfikacja strefy dolnośląskiej, w której położone są Cieplice ze względu na ochronę zdrowia ludzi w odniesieniu do poszczególnych zanieczyszczeń powietrza

	2015	2016	2017
Pył (PM10)	C	C	C
Pył (PM2,5)	C (C1)	A (C1)	A (C1)
Ozon	C (D2)	C (D2)	C (D2)
Dwutlenek siarki	A	A	A
Dwutlenek azotu	A	A	A
Tlenek węgla	A	A	A
Ołów	A	A	A
Arsen	C	C	C
Kadm	A	A	A
Nikiel	A	A	A
Benzen	A	A	A
Benzo(α)piren	C	C	C

Z tabeli 15 wynika, że w strefie dolnośląskiej stężenie PM10, PM2,5, B(a)P w pyłe oraz ozonu przekraczało dopuszczalne poziomy. W Jeleniej Górze w latach 2015-2017 dotrzymany był poziom średniorocznego stężenia PM10, ale przekroczona liczba dni ze stężeniem dobowym PM10 > 50 μg·m⁻³. Na dopuszczone normą 35 dni było ich 38-45. Bardzo wysokie było średnioroczne stężenie bezno(a)pirenu w pyłe PM10, który notował 5-7-krotne przekroczenie dopuszczalnego poziomu 1 ng·m⁻³. W latach 2015-2016 liczba dni ze stężeniem 8-godzinnym ozonu powyżej 120 μg·m⁻³ przekraczała dopuszczalną częstość 25 dni w roku i sięgała nawet 46 dni w 2015 r. (tab. 16).

Tabela 16. Charakterystyka stężenia PM10, PM2,5, benzo(a)pirenu i ozonu w Jeleniej Górze w latach 2015-2017, średnioroczne, w sezonie grzewczym (X-III) i poza sezonem grzewczym (VII-IX)

Rok	Stacja	Średnio roczne	% normy	Średnie w sezonie grzewczym	Średnie poza sezonem grzewczym	Liczba dni z przekroczeniem normy
PM10 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)						
2015	Sokoliki	28,2	70	39,8	15,9	39
	Ogińskiego	28,1	70	37,0	18,8	40
2016	Sokoliki	28,8	72	41,1	16,8	39
	Ogińskiego	30,5	76	39,4	21,3	38
2017	Sokoliki	29,3	73	44,8	14,7	40
	Ogińskiego	29,5	74	41,4	17,1	45
PM2,5 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)						
2015	Ogińskiego	18,4	73	27,7	9,0	-
2016		22,4	90	32,7	11,9	-
2017		22,5	90	33,9	10,6	-
Benzo(a)piren ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)						
2015	Sokoliki	5,2	520	9,6	0,9	-
2016		7,4	740	14,2	0,8	-
2017		5,6	560	10,5	1,0	-
Ozon ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)						
2015	Ogińskiego	55,4	-	40,2	70,5	46*
2016		47,9	-	35,5	60,3	26
2017		51,1	-	40,6	61,6	15

kolorem czerwonym zaznaczono charakterystyki przekraczające dopuszczalne normy

* ze względu na fakt, iż 2015 r. w odniesieniu do zanieczyszczenia powietrza ozonem był wyjątkowo nietypowy, w ocenie jakości powietrza za rok 2015 przyjęto, że serie pomiarowe nie są reprezentatywne dla średniej 3-letniej za lata 2013-2015 i nie stanowią podstawy do oceny strefy względem poziomu docelowego i poziomu celu długoterminowego (WIOŚ 2016)

W ocenie zanieczyszczenia powietrza w Cieplicach wykorzystano ponadto wyniki modelowania wykonanego przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu (tab. 17). Potwierdzają one jedynie, że średnioroczne stężenie SO₂, NO₂, CO, benzenu, pyłu PM10 i PM2,5 oraz ołowiu w pyle spełnia normy sanitarne.

Tabela 17. Aktualny stan sanitarny powietrza w Cieplicach, na ul. Plac Piastowski (Zał. 1)

Nazwa substancji	Stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$]
Dwutlenek siarki	5,0
Dwutlenek azotu	19,0
Tlenek węgla	220,0
Pył zawieszony PM10	30,0
Pył zawieszony PM2,5	23,0
Ołów	0,02
Benzen	0,5

Podsumowując, w Cieplicach, podobnie jak na większości obszaru Polski problem stanowi zanieczyszczenie powietrza pyłem (przekroczona liczba dni ze stężeniem dobowym $\text{PM}_{10} > 50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) oraz benzo(a)pirenem w pyłe PM_{10} (kilkukrotne przekroczenie stężenia średniorocznego). Ponadto powiat jeleniogórski cechują przekroczenia liczby dni ze stężeniem ozonu powyżej $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Zachowana jest z kolei norma średniego stężenia pyłu zawieszonego PM_{10} i $\text{PM}_{2,5}$.

Stan warunków aerosanitarnych można zatem określić jako mało korzystny dla stosowania klimatoterpii. Sytuacje przekroczenia dopuszczalnych norm sanitarnych są stosunkowo częste. Dlatego też konieczne jest uruchomienie stałego monitoringu zanieczyszczeń powietrza w uzdrowisku, oraz aktywne stosowanie jego wskazań w codziennej praktyce klimatoterapeutycznej

6. Klimat akustyczny

Pod pojęciem klimatu akustycznego rozumiemy czasowe i przestrzenne zróżnicowanie 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”. W skrajnych przypadkach 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 i restauracje), źródła społeczne i związane z wypoczynkiem (np. odtwarzacze muzyki, zabawki, otwarte imprezy kulturalne, sztuczne ognie) oraz urządzenia przemysłowe i prace budowlane. 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 Cieplice 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 terenu objętego niniejszymi badaniami oraz rygorystyczne normy dotyczące 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 i komunalnego oraz z innych jego źródeł na terenach przyległych (teren strefy A ochrony uzdrowskiej przecina ulica Cervi odznaczająca się bardzo dużym natężeniem ruchu

pojazdów samochodowych, głównie osobowych oraz autobusów, które w znaczący sposób wpływają na klimat akustyczny terenów 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_{max} oraz L_{min}. Do badań wykorzystano metodę bezpośrednich ciągłych pomiarów w ograniczonym czasie.

Pomiary przeprowadzono w dniach: 15-16 czerwca 2016 r. oraz 5-6 kwietnia 2017 r., w 9 charakterystycznych miejscach badanego terenu. Oprócz pomiarów dziennych, na wybranych stanowiskach przeprowadzono nocne pomiary hałasu. Punkty pomiarowe były zlokalizowane w następujących miejscach: 1 - Długi Dom przy ul. Piotra Ściegiennego, 2 - przy Placu Piastowskim w pobliżu Sanatorium "Lalka", 3 - przy skrzyżowaniu ul. Cervi i Zamoyskiego, 4 - w Parku Zdrojowym (ryc. 15), 5 - przy skrzyżowaniu ul. Cervi i Staszica w pobliżu sanatorium "Agat", 6 - teren odwiertu "Cieplisce-2", 7 - Park Zdrojowy w pobliżu Term, 8 - Park Norweski, 9 – skrzyżowanie ulic: Lubańskiej, Sobieszowskiej i Dworcowej. Szczegółowa charakterystyka stanowisk pomiarowych znajduje się w tabeli 18.

Tabela 18. Charakterystyka stanowisk pomiarowych

Nr stan.	Nazwa i opis stanowiska	Współrzędne geograficzne		Czynniki kształtujące klimat akustyczny miejsca
		λ	φ	
1	Długi Dom, ul. Piotra Ściegiennego, trawnik przed Zakładem Przyrodolecznictwem i Uzdrawiskami Cieplice (norma 50 dB dzień, 45 dB noc)	15° 40' 46,7"	50° 51' 57,5"	Ulica wyłożona kostką, co powoduje, że ruch samochodowy nawet o niewielkim natężeniu oddziałuje w sposób zauważalny na klimat akustyczny miejsca; ul. P. Ściegiennego jest wprawdzie zamknięta dla normalnego ruchu samochodowego, ale zakaz ten nie jest przestrzegany.
2	Dom Zdrojowy ("Lalka"), trawnik w pobliżu sanatorium przy ul. Plac Piastowski (norma 50 dB dzień, 45 dB noc)	15° 40' 49,5"	50° 51' 54,6"	Głównym czynnikiem kształtującym klimat tego miejsca jest funkcjonowanie różnych obiektów w tej części uzdrowiska (odgłosy z lokali gastronomiczno-usługowych, muzyka z głośnika na zewnątrz, odgłosy komunalne).
3	Skrzyżowanie ulic Cervi i Zamoyskiego, trawnik przy wejściu do Parku (norma 50 dB dzień, 45 dB noc)	15° 40' 44,6"	50° 51' 47,3"	Dosyć duże natężenie ruchu pojazdów, głównie osobowych, znaczny udział w ogólnej liczbie pojazdów samochodów do nauki jazdy, niektóre samochody przekraczają dozwoloną prędkość.
4	Park Zdrojowy, trawnik w centralnej części Parku Zdrojowego (norma 50 dB dzień, 45 dB noc)	15° 40' 49,1"	50° 51' 46,2"	W tle klimatu akustycznego, który stanowią odgłosy naturalne (śpiew ptaków), są wyraźnie słyszalne pojazdy jadące ul. Cervi, można wyodrębnić każdy samochód jadący ulicą. Ruch samochodów (zwłaszcza autobusów) sprawia, że ogólnie jest bardzo głośno.
5	Skrzyżowanie ul. Cervi i Staszica, trawnik przed Sanatorium "Agat"	15° 40' 41,2"	50° 51' 38,6"	Ruch samochodowy o dużym natężeniu, bardzo głośne autobusy, często przejeżdżające samochody do Nauki Jazdy, prace porządkowe

	(norma 50 dB dzień, 45 dB noc)			na terenie ulicy oraz w Parku Zdrojowym.
6	Odwiert "Cieplice-2", trawnik (norma 45 dB dzień, 40 dB noc)	15° 41' 05,6"	50° 51' 50,0"	Odgłosy naturalne i hałas komunalny.
7	Park Zdrojowy w pobliżu "Term Cieplickich", trawnik od strony Term (norma 50 dB dzień, 45 dB noc)	15° 40' 54,7"	50° 51' 36,9"	Wyraźnie słyszeć samochody przejeżdżające ulicą, odgłosy z terenu Term,
8	Park Norweski, trawnik w centralnej części Parku (norma 50 dB dzień, 45 dB noc)	15° 40' 46,2"	50° 51' 27,9"	Prace budowlane w drewnianym budynku na terenie parku, wyraźnie słyszeć samochody z ulicy, ogólnie głośno. W trakcie pomiarów piaskowanie drewna na budowie, samochody dojeżdżające do obiektów na terenie parku, pomimo znaku zakazu wjazdu.
9	Skrzyżowanie ulic: Lubańskiej, Dworcowej i Sobieszowskiej (norma 50 dB dzień, 45 dB noc)	15° 41' 02,7"	50° 52' 09,2"	Dominujący hałas komunikacyjny.



Rycina 15. Pomiar natężenia hałasu w Parku Zdrojowym (punkt nr 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 uzdrowskiej, określone są najniższe poziomy dopuszczalne (tab. 19).

Strefa A ochrony uzdrowskiej w uzdrowsku Cieplice stanowi dosyć rozczłonkowany obiekt przestrzenny, na terenie którego znajdują się głównie obiekty sanatoryjne lub bezpośrednio związane z lecznictwem uzdrowskim oraz w niewielkim stopniu obiekty hotelowe. Jedna z bardzo ruchliwych ulic (Cervi) przecina z północnego-zachodu na południowy-wschód teren strefy A oraz stanowi od zachodu jej granicę. Nie pozostaje to bez wpływu na kształtowanie się klimatu akustycznego uzdrowska, zwłaszcza w

kontekście dużego rozczłonkowania strefy A. Biorąc pod uwagę zagospodarowanie terenu, czynniki kształtujące klimat akustyczny (ruchliwa ulica Cervi) oraz rozmiar strefy A (w części środkowej szerokość wynosi zaledwie 300-400 m), dla punktów pomiarowych od 1 do 5 i od 7 do 9 należy stosować normy hałasu 50 dB dniem i 45 dB nocą. Jedynie dla punktu 6 - 45 dB dniem i 40 dB nocą.

Tabela 19. 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

W tabeli 20 przedstawiono wartości równoważnego poziomu dźwięku A w różnych miejscach uzdrowiska jak również jego wartości maksymalne i minimalne.

Rozpatrując położenie punktów pomiarowych na obszarze uzdrowiska, wyraźnie zaznaczają się trzy strefy o nieco odmiennych warunkach klimatu akustycznego. **Pierwsza** - jest to część miejscowości z luźną zabudową sanatoryjno-willową oraz rekreacyjno-wypoczynkową z przylegającymi obszarami parkowymi znajdująca się w części środkowej strefy A, która z uwagi na jej wydłużony, wąski kształt, znajduje się pod ciągłym wpływem hałasu komunikacyjnego pochodzącego głównie z ul. Cervi, oraz znajdujących się w pobliżu Term i zakładu produkcji maszyn MP Poland. Ruch samochodowy na ul. Cervi na odcinku przecinającym strefę A jest duży. W godzinach szczytu porannego i popołudniowego w ciągu godziny przejeżdża tą ulicą od 400 do 500 pojazdów. **Druga** – znajdująca się w południowej części strefy A z uwagi na brak emiterów hałasu (łąki) cechuje się korzystnymi warunkami klimatu akustycznego. **Trzecia** - północna część strefy znajduje się w otoczeniu luźnej zabudowy jednorodzinnej i znajduje się pod wpływem hałasu o niewielkim natężeniu pochodzącym z gospodarstw domowych

Tabela 20. Wartości równoważnego poziomu dźwięku L_{Aeq} oraz wartości maksymalne (max) i minimalne (min) natężenia hałasu w różnych miejscach strefy A ochrony uzdrowiskowej w Cieplicach w dniach 15-16 czerwca 2016 r. i 5-6 kwietnia 2017 r.

Nr stan.	dzień									noc		
	15 VI 2016			16 VI 2016			5-6 IV 2017			15-16 VI 2016		
	L_{Aeq}	L_{Amax}	L_{Amin}	L_{Aeq}	L_{Amax}	L_{Amin}	L_{Aeq}	L_{Amax}	L_{Amin}	L_{Aeq}	L_{Amax}	L_{Amin}
1	x	x	x	x	x	x	50,8	75,1	38,2	x	x	x
2	52,7	x	x	55,3	79,1	43,1	50,3	68,0	43,7	46,5	84,6	35,5
3	x	x	x	x	x	x	61,8	83,3	36,7	x	x	x
4	50,1	69	41,5	56,7	72	42,2	47,8	70,0	35,8	40,9	56,8	38,4
5	65,6	81,3	36,7	67,5	82,2	39,3	60,8	80,3	36,7	61,2	75	33,2
6	43,9	71,7	30,6	42	66,8	35,5	45,4	70,2	37,9	39,4	72,8	26,1
7	52,9	74,7	43,2	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8	48	65,9	39,4	46,3	61,5	39,1	50,3	70,9	39,7	38	61,6	33,3
9	65,7	76,4	49,1	73,9	88,4	64	x	x	x	x	x	x

x - brak pomiaru, **wartości pogrubione** – powyżej dopuszczalnej normy

Największe przekroczenia dopuszczonych normą poziomów hałasu obserwowane były w środkowej części Strefy A. Na stanowisku 5 (przy ul. Cervi) notowano przekroczenia podczas wszystkich serii pomiarowych. Największe wartości równoważnego poziomu dźwięku w tym punkcie zanotowano na początku sezonu letniego 16 VI 2016 r. - 67,5 dB(A). Również w czasie pomiarów prowadzonych 15 VI 2016 r. dopuszczalne normy były przekroczone o 15,6 dB. Podobna sytuacja miała miejsce w czasie pomiarów prowadzonych w dniach 5-6 kwietnia 2017 r., kiedy to średni dopuszczalny poziom dźwięku był przekroczony o 10,6 dB. W czasie pomiarów prowadzonych przez Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska sp. z o.o. w Katowicach w 2008 r., w tym samym miejscu, dopuszczalne normy były przekroczone o 7,4 w porze dziennej i o 3,1 dB w nocy, przy mniejszym o blisko połowę natężeniu ruchu, w stosunku do pomiarów prowadzonych w 2016 i 2017 r.

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu, ul. Paprotna 14, prowadził w 2016 r. badania klimatu akustycznego w wybranych punktach Województwa Dolnośląskiego, między innymi na terenie Cieplic. Dwa punkty kontrolno-pomiarowe znajdowały się na terenie strefy A ochrony uzdrowiskowej (tab. 21).

Wyniki pomiarów przeprowadzonych przez WIOŚ w punkcie 1 (ul. Cervi) - 62,9 dB, są zbliżone do uzyskanych wyników pomiarów prowadzonych na stanowisku nr 3 - 61,8 dB (skrzyżowanie ulic Cervi i Zamoyskiego). W obu przypadkach dopuszczalne normy są przekroczone o blisko 12 dB.

Tabela 21. Wyniki pomiarów hałasu drogowego w wybranych punktach Cieplic przeprowadzonych w 2016 r. przez WIOŚ

Lp.	Lokalizacja punktów pomiarowych	Współrzędne Geograficzne		L _{Aeq} [dB]	
		λ	φ	Pora dnia	Pora nocy
1	ul. Cervi	15°40'2,2"	50°51'46,1"	62,9	53,6
2	ul. Podgórzeńska	15°40'57,0"	50°51'24,2"	62,8	54,2

źródło: "Klimat akustyczny w wybranych punktach Województwa Dolnośląskiego", Wrocław 2017 r.

Podobnie można odnieść pomiary prowadzone przez WIOŚ we Wrocławiu w punkcie przy ul. Podgórzeńskiej (62,8 dB), z wynikami pomiarów uzyskanymi na stanowisku 5. W obu przypadkach obserwowano podobne natężenie ruchu pojazdów. Pomiary przeprowadzone przez trzy niezależne instytucje wskazują na znaczne obciążenie terenów leżących wzdłuż ulicy Cervi hałasem komunikacyjnym. Jest on uciążliwy zarówno w strefie bezpośrednio sąsiadującej z pasem jezdni, jak również znacząco oddziałuje na tereny przyległe w strefie A. Znajduje to odzwierciedlenie w pomiarach przeprowadzonych w Parku Zdrojowym (stan. 4, 7), gdzie w czasie przeprowadzonych pomiarów dopuszczalne normy (przyjęta dla dróg i linii kolejowych) były przekroczone na stanowisku 4 o 6,7 dB (16 czerwca 2016 r.), a na stanowisku 7 o 2,9 dB (15 czerwca 2016 r.). W pozostałych przypadkach na tych stanowiskach poziom hałasu był zbliżony się do dopuszczalnych norm. Podobna sytuacja obserwowana była w Parku Norweskim, gdzie norma była przekroczone o 0,3 dB tylko w czasie pomiarów prowadzonych 5-6 kwietnia 2017 r., co było spowodowane słabym ulistnieniem drzew oraz pracami prowadzonymi w parku.

Przekroczenia dopuszczalnych norm obserwowano również na stanowisku 2 (Sanatorium Uzdrowskie "Lalka"), gdzie wynosiły one od 0,3 dB do 5,5 dB.

Najlepsze warunki klimatu akustycznego obserwowano na stanowisku 6 we wschodniej części strefy A, z dala od ciągów komunikacji drogowej.

W czasie pomiarów nocnych istotne przekroczenia dopuszczalnych norm obserwowano jedynie na stanowisku znajdującym się przy ul. Cervi (stan. 5: 61,2 dB). Niewielkie przekroczenia (o 1,5 dB) zanotowano również na stanowisku 2.

Istotnym czynnikiem decydującym o natężeniu hałasu komunikacyjnego jest stan nawierzchni dróg. Uszkodzona nawierzchnia powoduje wtórną emisję hałasu komunikacyjnego pochodzącego od drgań elementów pojazdów. Na badanym obszarze stan nawierzchni jest dobry, co ma bardzo duży wpływ na klimat akustyczny przyległych obszarów. Jedynie dopuszczenie ruchu samochodowego na ulicach o nawierzchni pokrytej kostką granitową znajduje negatywne odzwierciedlenie w klimacie akustycznym (ul. Piotra

Ściegiennego). Wyeliminowanie ze strefy A ochrony uzdrowiskowej ruchu samochodów, albo jego ograniczenie znacząco przyczyni się do poprawy klimatu akustycznego terenów przyległych. W sąsiedztwie strefy A, przy ul. Zamojskiego znajduje się szkoła jazdy samochodowej, z której wiele samochodów przez cały dzień przejeżdża ulicą Cervi.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że w przypadku badanego terenu na prawie wszystkich stanowiskach dominujący jest hałas wynikający z ruchu pojazdów samochodowych, natomiast w punktach pomiarowych 2 i 6 klimat akustyczny związany jest z funkcjonowaniem uzdrowiska.

Istotnym elementem w ocenie klimatu akustycznego jest czas trwania dźwięków o określonym natężeniu (tab. 22). W zestawieniu przyjęto dla pory dnia progi 45 i 50 dB, a dla pory nocy 40 i 45 dB. Podczas pomiarów w dniach 15-16.06.2016 r. i 5-6.04.2017 r. hałas powyżej 50 dB dniem utrzymywał się istotnie długo na stanowisku 3, 5, 7 i 9. Na stanowisku 5 (ul. Cervi) trwał w zależności od serii pomiarowej od około 77 do 99% czasu pomiaru, natomiast w punkcie 3 (skrzyżowanie ul. Cervi i Zamoyskiego) trwał przez 66% czasu pomiaru. Również na stanowisku 7 był obserwowany przez ponad 76% czasu pomiaru. Na pozostałych stanowiskach taki poziom hałasu notowano zazwyczaj przez nie więcej niż 40% czasu pomiaru. Nocą czas przekroczeń przyjętych norm był znacznie krótszy, niż dniem. Jedynie przy ul. Cervi (stan. 5) poziom 45 dB był przekroczony przez 56% czasu pomiaru.

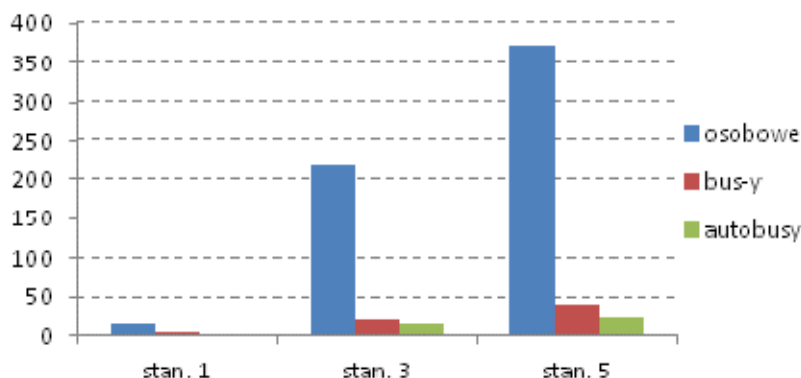
Tabela 22. Czas trwania (%) poziomu hałasu powyżej 45 i 50 dB w ciągu dnia oraz 40 i 45 dB w nocy

Nr stanowiska	dzień						noc	
	15 VI 2016		16 VI 2016		5-6 IV 2017		15-16 VI 2016	
	pow. 45	pow. 50	pow. 45	pow. 50	pow. 45	pow. 50	pow. 40	pow. 45
1	x	x	x	x	–	20	x	x
2	x	x	–	34	–	33	–	5,9
3	x	x	x	x	–	66	x	x
4	–	21,7	–	66,7	–	11	–	8
5	–	77,5	–	99,2	–	85,6	–	56,7
6	4,1	–	5,9	–	21	–	15,1	–
7	–	76,7	x	x	x	x	x	x
8	–	10,8	–	4,2	–	19,6	–	0,8
9	–	100	–	100	x	x	x	x

x – brak pomiarów, – norma nie dotyczy tego stanowiska

Hałas komunikacyjny jest ściśle związany z natężeniem ruchu pojazdów. Na rycinie 16 przedstawiono natężenie ruchu na wybranych stanowiskach w podziale na rodzaje pojazdów. Znaczącą większość stanowią samochody osobowe, udział autobusów, busów i pojazdów dostawczych jest niewielki, chociaż w przypadku autobusów ich oddziaływanie na klimat akustyczny jest znaczące. W dniach 5-6 kwietnia 2017 r. na ul. Cervi, średnie

natężenie ruchu pojazdów w ciągu dnia wynosiło około 430 samochodów na stanowisku 5 i ponad 250 pojazdów na stanowisku 3. W obu przypadkach samochody osobowe stanowiły około 85% w ogólnej liczbie pojazdów. Największe natężenie ruchu pojazdów obserwowane było w porze porannego i popołudniowego szczytu komunikacyjnego.



Rycina 16. Średnie natężenie ruchu pojazdów w ciągu godziny w dniach 5-6 IV 2017 r. (stan. 1, 3, 5).

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań można stwierdzić, że **na teren strefy A ochrony uzdrowiskowej w Cieplicach warunki akustyczne są mało korzystne, przy czym bardzo zróżnicowane przestrzennie. Najbardziej zagrożone nadmiernym hałasem są tereny leżące wzdłuż ulicy Cervi** co związane jest z bardzo dużym natężeniem ruchu samochodowego na tej ulicy, oraz z przebiegiem ulicy przez środek strefy A. Oddziaływanie hałasu komunikacyjnego pochodzącego z tej ulicy jest tak duże, że ma negatywny wpływ na klimat akustyczny terenów przyległych (w tym Parku Zdrojowego). **Na pozostałym obszarze strefy A, gdzie jest prowadzone lecznictwo uzdrowiskowe warunki klimatu akustycznego są umiarkowanie korzystne dla leczenia uzdrowiskowego, a przekroczenia dopuszczalnych norm są niewielkie.**

Na poprawę klimatu akustycznego uzdrowiska znacząco wpłynęłoby ograniczenie ruchu pojazdów samochodowych na ul. Cervi, w tym przeniesienie szkoły Nauka Jazdy, czy też wprowadzenie cichszych autobusów (np. elektrycznych) oraz egzekwowanie na obszarze strefy A obowiązujących zakazów ruchu (np. ul. P. Ściegiennego, Park Norweski) (ryc. 17). Konieczne jest także okresowe, systematyczne monitorowanie klimatu akustycznego, szczególnie w szczycie sezonów turystycznych.

Zgodnie ze skalą ocen subiektywnego odczucia uciążliwości hałasu w odniesieniu do hałasu komunikacyjnego opracowaną przez Państwowy Zakład Higieny, znacząca część terenu projektowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej cechuje się małą uciążliwością hałasu

($L_{Aeq} \leq 52$). Jedynie wzdłuż pasa przylegającego do ulicy Cervi (stan. 2, 7) odnotowano średnią uciążliwość hałasu $52 < L_{Aeq} \leq 62$ dB, a w przypadku stanowiska 5 - dużą ($62 < L_{Aeq} \leq 70$ dB).



Rycina 17. Cieplice

Wyniki badań sugerują, że należy podjąć starania o zmniejszenie hałasu komunikacyjno-komunalnego wzdłuż wymienionych ulic. W parkach pożądane jest wprowadzenie ekranów akustycznych składających się z gęstych nasadzeń drzew i krzewów od strony ulicy. Wpływ zieleni na tłumienie hałasu jest znaczący tylko w przypadku bardzo gęstej zieleni o szerokości pasa przynajmniej 30 m. Należy bezwzględnie dążyć do tego, aby tam, gdzie jest to możliwe, takie pasy zieleni wprowadzić.

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. 23):

Tabela 23. 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

Na terenie uzdrowiska Cieplice zamontowanych jest kilka stacji bazowych telefonii komórkowych różnych operatorów, ponadto w budynkach zdrojowych pracują urządzenia będące źródłem PEM, ale ich zasięg oddziaływania nie wykracza poza te budynki.

Badanie poziomu pól elektromagnetycznych w strefie A ochrony uzdrowiskowej w Cieplicach wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 12.11.2007 r. (Dz. U. Nr 221, poz. 1645, 2007 r.), w dniu 15.10.2017 r przez akredytowane przez PCA (Polskie Centrum Akredytacji) Laboratorium Wzorców i Metrologii Pola Elektromagnetycznego, w Katedrze Telekomunikacji i Teleinformatyki Politechniki Wrocławskiej. Opis wykorzystanych mierników i sond, pogody panującej w czasie pomiarów, oraz wyników, wraz z mapą sytuacyjną przedstawia Załącznik 1.

Pomiary wykonywane były w wielu miejscach na obszarze strefy „A” ochrony uzdrowiskowej, wzdłuż ulic, ścieżek parkowych, w otoczeniu budynków związanych z funkcjonowaniem uzdrowiska. Pomiary wykonywano w miejscach dostępnych dla ludności na wysokości 0,3-2,0 m n.p.g.

W Cieplicach zmierzony poziom natężenia pola elektromagnetycznego w środowisku w miejscach dostępnych dla ludności w paśmie 75MHz-3GHz był niski, a jego wartość maksymalna sięgnęła 1,2 V/m.

Wyniki poziomów pól elektromagnetycznych wykonane przez WIOŚ przy ul. Podgórzeńskiej 23.08.2011 r. wyniosły 0,53 V/m, 21.05.2014 r. - 0,58 V/m, a w 2017 r. – 0,5 V/m (WIOŚ 2015, 2018: <http://www.wroclaw.pios.gov.pl/index.php/monitoring-srodowiska/promieniowanie-elektromagnetyczne/pomiary-i-oceny/pomiary-i-oceny-w-2017-r/>)

Można zatem stwierdzić, że w **Cieplicach na obszarze strefy A ochrony uzdrowiskowej spełnione są normy dotyczące poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku.**

8. Podsumowanie

Po przeanalizowaniu wieloletnich danych meteorologicznych ze stacji w Jeleniej Górze oraz danych meteorologicznych ze stacji w Cieplicach, a także po dokonaniu oceny stanu sanitarnego powietrza, klimatu akustycznego i pól elektromagnetycznych można stwierdzić, że: **klimat i bioklimat Cieplic cechuje się Umiarkowanie korzystnymi właściwościami leczniczymi i profilaktycznymi**, które można z ograniczeniami wykorzystywać w terapii chorób narządu ruchu (w tym stanów pourazowych) oraz chorób reumatologicznych.

Niektóre cechy bioklimatu i warunków aerosanitarnych sprawiają, że istnieją przeciwwskazania do leczenia w uzdrowisku osób chorych na przewlekłe choroby układu oddechowego i astmę, choroby układu nerwowego oraz schorzenia kardiologiczne.

Liczba godzin ze słońcem w rejonie Cieplic jest wyższa niż norma usłonecznienia, wynosząca dla uzdrowisk środkowej Europy 1500 godzin w roku. Natomiast w samym uzdrowisku liczba godzin ze słońcem jest niższa od podanej normy, co ogranicza stosowanie helioterapii.

Stosunki termiczno-wilgotnościowe w Cieplicach są umiarkowanie korzystne do prowadzenia klimatoterapii. W okresie od maja do września duży odsetek dni cechuje się stanami parności oraz silnymi bodźcami termicznymi. Wpływ na warunki termiczno-wilgotnościowe miejsca ma szereg czynników topograficznych, m.in. pokrycie terenu, gęstość i wysokość drzew, obecność cieków oraz dość gęsta zabudowa.

Średnia liczba dni z opadem w Cieplicach wynosi około 172 i jest niższa od dopuszczonej normą, co oznacza, że badany obszar spełnia wymagane w tym zakresie kryterium.

W Kotlinie Jeleniogórskiej liczba dni z mgłą w półroczu chłodnym wynosi około 47, co spełnia normę przyjętą dla uzdrowisk. Jednak w półroczu ciepłym mgły występują średnio przez ponad 60 dni i w tym przypadku norma została znacznie przekroczona.

Warunki wietrzne są umiarkowanie korzystne. Cieplice charakteryzują się małą średnią prędkością wiatru, a dni z małą prędkością wiatru i cisze atmosferyczne notowane są często.

Okres najdogodniejszy do korzystania z różnych form klimatoterapii, zwłaszcza aktywnej, trwa od połowy kwietnia do początku września. W lipcu i sierpniu warunki pogodowe są korzystne nie tylko dla aktywnej klimatoterapii, ale także dla aeroterapii. Niemniej warunki do stosowania helioterapii są w Cieplicach mało korzystne, a z tej formy klimatoterapii można korzystać jedynie w wybranych dniach okresu od trzeciej dekady

kwietnia do pierwszej dekady września. Pozytywną cechą warunków pogodowych w Cieplicach jest fakt, że przez prawie cały rok warunki bioklimatyczne mogą być wykorzystywane do leczenia, rehabilitacji i profilaktyki zdrowotnej większości osób.

Stan warunków arosanitarnych w Cieplicach, można zatem określić jako mało korzystny dla stosowania klimatoterapii. Podobnie jak na większości obszaru Polski problem stanowi zanieczyszczenie powietrza pyłem (przekroczona liczba dni ze stężeniem dobowym $PM_{10} > 50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) oraz benzo(a)pirenem w pyłe PM_{10} (kilkukrotne przekroczenie stężenia średniorocznego). Ponadto powiat jeleniogórski cechują przekroczenia liczby dni ze stężeniem ozonu powyżej $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Zachowana jest z kolei norma średniego stężenia pyłu zawieszonego PM_{10} i $PM_{2,5}$.

Na terenie strefy A ochrony uzdrowiskowej Cieplic warunki akustyczne są mało korzystne dla stosowania klimatoterapii, przy czym bardzo zróżnicowane przestrzenie. Najbardziej zagrożone nadmiernym hałasem są tereny leżące wzdłuż ulicy Cervi. Na pozostałym obszarze strefy A, gdzie jest prowadzone lecznictwo uzdrowiskowe warunki klimatu akustycznego są umiarkowanie korzystne dla leczenia uzdrowiskowego, a przekroczenia dopuszczalnych norm są niewielkie.

Na obszarze strefy uzdrowiskowej A w Cieplicach spełnione są normy dotyczące poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku.

9. Zalecenia

Z uwagi na wskazane w operacie zagrożenia należy podjąć działania sprzyjające poprawie klimatu akustycznego oraz stanu sanitarnego powietrza. W związku z tym niezbędne jest:

- prowadzenie okresowych systematycznych kontroli klimatu akustycznego zwłaszcza w szczycie sezonu turystyczno-wczasowego,
- pilne zintensyfikowanie działań służących ograniczeniu stężeń ozonu i pyłu zawieszonego PM10, oraz szczególnie B(a)P w pyłe.

W celu zmniejszenia zagrożeń wynikających z okresowo zwiększonego zanieczyszczenia należy prowadzić stały monitoring zanieczyszczeń na obszarze uzdrowiska oraz wprowadzić system bieżącego informowania kuracjuszy i personelu medycznego o zwiększonych stężeniach zanieczyszczeń.

Zalecane jest także uruchomienie na stałe miejscowej stacji meteorologicznej oraz zapewnienie dostępu do codziennych danych obserwacyjnych kuracjom i personelowi uzdrowiska. Pozwoli to na optymalne planowanie zabiegów klimatoterapeutycznych, w tym także informowanie o sytuacjach zagrażających bezpiecznemu korzystaniu z klimatoterapii.

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., Kaczmarek A., Koton J., 2014, *Halas*. <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.
- Baranowska M., Gurba A., Boniecka-Żółcik H., 1978, *Bioklimat Cieplic-Śląskich*. [w:] *Bioklimat uzdrowisk polskich*. IMGW i Instytut Balneologii, 71-84.
- Błażejczyk K., 1976, *Kilka uwag na temat warunków bioklimatycznych Parku Zdrojowego w Cieplicach Śląskich*. *Problemy Uzdrowiskowe*, 6/8 (104/106), 41-50.
- Błażejczyk K., 1998, *Promieniowanie słoneczne a gospodarka cieplna organizmu człowieka*. Zeszyty IGiPZ PAN, Nr 51.
- Błażejczyk K., 2003, *Biotermiczne cechy klimatu Polski*. *Przeł. Geogr. IGiPZ PAN*, 75, 4, 525-543.
- Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*. *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 192.
- Błażejczyk K., Kuchcik M., 2017, *Podstawy bioklimatologii uzdrowiskowej*. [w:] I. Ponikowska, W. Kochański (red.), *Wielka Księga Balneologii, Medycyny Fizycznej 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].
- 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.
- Jędrzychowski 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., 1977, *Warunki bioklimatyczne uzdrowiska Cieplice Śląskie-Zdrój*. Dokumentacja Geograficzna IGiPZ PAN, 4, 26-67.
- 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.

- Krzymowska-Kostrowicka A., 1997, *Geoekologia turystyki i wypoczynku*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kuchcik M., Błażejczyk K., Szmyd J., Milewski P., Błażejczyk A., Baranowski J., 2013, *Potencjał leczniczy klimatu Polski*, IGiPZ PAN, Sedno Wydawnictwo Akademickie, Warszawa.
- Lorenc H. (red.) 2005, *Atlas klimatu Polski*. IMGW, Warszawa, 116.
- Mosiński F., Wira A., 2002, *Wpływ pola elektromagnetycznego na zdrowie*. ISE.pl, <http://ise.pl/info/index.php?pid=74>
- 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
- WIOŚ [Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu], 2015, *Badania poziomów pól elektromagnetycznych w wybranych punktach województwa dolnośląskiego w 2014*. Wydział Monitoringu Środowiska WIOŚ, Wrocław.
- WIOŚ [Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu], 2017, *Klimat akustyczny w wybranych punktach województwa dolnośląskiego w 2016 r.*, Wrocław, kwiecień 2017.
- WIOŚ [Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu], 2016, 2017, 2018 *Ocena jakości powietrza na terenie województwa dolnośląskiego w 2015, 2016, 2017 roku*. Wydział Monitoringu Środowiska WIOŚ, Wrocław.
- WIOŚ [Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu], 2016, 2017, 2018 *Ocena poziomów substancji w powietrzu oraz wyniki klasyfikacji stref województwa dolnośląskiego za 2015, 2016, 2017 rok*. Wydział Monitoringu Środowiska WIOŚ, Wrocław.
- Woś A., 2010, *Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku*. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań.