

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



WŁAŚCIWOŚCI LECZNICZE KLIMATU KRYNICY MORSKIEJ

AUTORZY:

Krzysztof Błazejczyk, Magdalena Kuchcik,
Jarosław Baranowski, Jakub Szmyd, Paweł Milewski

Warszawa 2015

Spis treści

	Str.
1. Wprowadzenie	3
1.1. Ogólna charakterystyka	3
1.2. Materiały podstawowe	3
1.3. Bódźcowość warunków klimatycznych	5
2. Ogólna ocena warunków klimatycznych	12
2.1. Warunki solarne	12
2.2. Warunki termiczno-wilgotnościowe	17
2.3. Opady i zjawiska atmosferyczne	23
2.4. Warunki wietrzne	28
3. Warunki biotermiczne	33
3.1. Temperatura odczuwalna	34
3.2. Stres termofizjologiczny	36
3.3. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej	39
4. Kompleksowa ocena warunków pogodowych	42
4.1. Ocena pogody z punktu widzenia klimatoterapii	45
5. Ocena warunków klimatycznych w skali lokalnej	48
6. Stan sanitarny powietrza	55
7. Klimat akustyczny	63
8. Pola elektromagnetyczne	72
9. Podsumowanie	75
10. Zalecenia	78
Literatura	

Załącznik 1 – Informacja o aktualnym stanie zanieczyszczenia powietrza
w Krynicy Morskiej, WIOŚ Gdańsk

Załącznik 2 - Raport z badań pól elektromagnetycznych.

1. Wprowadzenie

1.1. Ogólna charakterystyka

Krynica Morska położona jest w północnej Polsce, na Mierzei Wiślanej, między Zatoką Gdańską a Zalewem Wiślanym, na wysokości od 0 do ponad 20 m n.p.m. To niewielkie miasto, z zaledwie ok. 1300 mieszkańcami, administracyjnie należy do województwa pomorskiego, powiatu nowodworskiego.

W podziale regionalnym Polski, Krynica Morska leży w makroregionie Pobrzeże Gdańskie, w mezoregionie Mierzeja Wiślana (Kondracki 2002).

Krynica Morska leży w I, nadmorskim regionie bioklimatycznym, najsilniej podlegającym wpływowi Bałtyku (Kozłowska-Szczęsna i in. 2002). Położenie na mierzei determinuje silnie bodźcowe warunki klimatyczne, choć widoczne są tu także wpływy kontynentalne. Wyjątkowe położenie na wydmach, różnorodne formy eoliczne wymuszają zróżnicowanie fizjografii terenu, siedlisk oraz roślinności. W obrębie planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej rośnie nadmorski bór sosnowy, bór sosnowy świeży, lasy liściaste w tym acydofilne dąbrowy ze stanowiskiem klonów (Gerstmannowa 2001). Taka mnogość zbiorowisk leśnych, wydzielających korzystne fitoncydy jest dodatkową zaletą klimatu Krynicy Morskiej. W południowej części mierzei, nad Zalewem Wiślanym, poza strefą ścisłej ochrony uzdrowiskowej, w pobliżu popularnego deptaka, wzdłuż portu jachtowego spotyka się zupełnie inne siedliska: brzeziny bagienne, zbiorowiska wodne i szuwarowe.

Ostatnie inwestycje współfinansowane przez Unię Europejską tj. rewitalizacja Bulwaru Słonecznego, rozbudowa portu jachtowego, czy zmiana nawierzchni wielu ulic, obok niezaprzeczalnych walorów przyrodniczych powodują, że Krynica staje się coraz atrakcyjniejszą miejscowością dla kuracjuszy.

Krynica Morska nie posiada monograficznego opracowania klimatu. Ogólne informacje o klimacie tego regionu znaleźć można w opracowaniach fizycznogeograficznych Parku Krajobrazowego „Mierzeja Wiślana”, w przygotowywanym Planie Ochrony Parku Krajobrazowego „Mierzeja Wiślana” i jego otuliny oraz w podręcznikach i atlasach dotyczących klimatu Polski.

1.2. Materiały podstawowe

W Krynicy Morskiej nie prowadzi się żadnych pomiarów meteorologicznych, dlatego też podstawą opracowania stały się dane z lat 2000-2013 ze Stacji Meteorologicznej w Helu,

oddalonej o około 50 km na północny-zachód od Krynicy (φ 54°36', λ 18°49', wys. 3 m n.p.m.) oraz dane z lat 1951 – 2000 z Helu. W opracowaniu powołano się także na wyniki krótkiej serii pomiarów meteorologicznych prowadzonych w Krynicy od maja 1971 do kwietnia 1973 (Knapik, Marcinkowska 2001). Informacje uzupełniono usłonecznieniem rzeczywistym w Elblągu z lat 1976-2000 (Koźmiński, Michalska 2005).

Decyzja o analizowaniu danych z Helu (50 km), nie zaś z bliżej położonej stacji w Elblągu (25 km na południe) wynika z podobieństwa Helu i Krynicy Morskiej. Położenie Helu na końcu Mierzei Helskiej, oblanego wodami Zatoki Gdańskiej najbardziej przypomina Krynice Morską.

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

Z aktualnym stanem zagospodarowania Krynicy Morskiej zapoznano się podczas 2 wizji terenowych: 30.09-1.10 oraz 28-29.11. 2015 roku. Przeanalizowano także mapy terenu oraz obrazy satelitarne.

Badania terenowe lokalnego zróżnicowania warunków klimatycznych w Krynicy Morskiej przeprowadzono od 1 października do 27 listopada 2015 roku. Pomiary warunków termiczno-wilgotnościowych wykonywano w miejscach reprezentujących najważniejsze formy rzeźby i pokrycia terenu, a także jego zagospodarowania.

Badania natężenia hałasu wykonano w dniach 30 września i 1 października 2015 roku w 6 charakterystycznych miejscach badanego terenu. Pomiary nocne natężenia hałasu przeprowadzono w nocy z 30 września 1 października 2015 roku.

Oceny stanu sanitarnego powietrza dokonano na podstawie przekazanych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Gdańsku informacji o stanie zanieczyszczeń powietrza w Krynicy Morskiej (pismo WM.7016.1.285.2015.jj z 15 października 2015 r. – Załącznik 1), na podstawie raportów rocznych Wydziału Monitoringu Środowiska WIOŚ w Gdańsku za lata 2011-2011 (WIOŚ 2012, 2013, 2014, 2015) oraz pomiarów stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ wykonanych w dniu 28 listopada 2015 r.

Badanie pól elektromagnetycznych w największego zagęszczenia źródeł PEM, przy ul. Żołnierzy 2, w pobliżu Ośrodka Wypoczynkowego Zefir, wykonane zostało 30 października 2015 r. przez Laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Gdańsku.

1.3. Boddźcowość 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.

Bodźce te działają w sposób nieprzerwany – jednakże z różnym natężeniem, które zmienia się w czasie i przestrzeni. 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 ich wpływem 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-Szczęsna i in. 1997, 2004).

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

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

Do szczegółowej charakterystyki bodźców klimatycznych konieczne są codzienne informacje meteorologiczne. Tylko wtedy można poprawnie ocenić zakres tych bodźców oraz częstość występowania bodźców o różnym natężeniu.

Bodźce fizyczne obejmują: bodźce radiacyjne (promieniowanie słoneczne), termiczno-wilgotnościowe (temperatura i wilgotność powietrza), mechaniczne (wiatr, ciśnienie atmosferyczne), elektryczne (elektryczność atmosferyczna), akustyczne (hałas).

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-Szczęśna i in. 1997, 2004). Intensywne działanie promieniowania słonecznego obejmuje skórę, narządy wewnętrzne, a także układ nerwowy. Ekspozycja organizmu na promieniowanie słoneczne powoduje: wzmoczenie 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 przeciwnakrzepicze.

Nadfioletowa część promieniowania słonecznego, a przede wszystkim UV-A (o długości fali 0,281-0,315 μm) i UV-B (0,316-0,400 μm), jest najbardziej aktywna biologicznie działając bakteriobójczo i hartująco. Pobudza ono także czynności krwiotwórcze, zwiększa odporność organizmu na zakażenia, wywołuje zmiany czynnościowe układu

nerwowego, pobudza gruczoły wydzielania wewnętrznego oraz działa odczulająco. Ponadto wywołuje rumień słoneczny i pigmentację skóry, w której wytwarza się też witamina D₃, przez co promieniowanie UV ma działanie przeciwrzywiczne. Zbyt wielkie dawki promieniowania UV mogą natomiast powodować ujemne skutki w postaci oparzeń i gorączki, przyspieszonego starzenia się skóry, a także zaburzeń immunologicznych prowadzących między innymi do rozwoju nowotworów skóry i oczu (Błażejczyk 2004).

Widzialna część promieniowania słonecznego (0,401-0,760 μm) działa przede wszystkim na światłoczułe komórki oka, a co za tym idzie, na odbieranie wrażeń wizualnych (optyczno-psychicznych) oraz pośrednio na aktywność procesów biologicznych organizmu.

Promieniowanie podczerwone (0,761-4,0 μm) ma właściwości cieplne (jest w znacznej części pochłaniane przez odzież i powierzchnię ciała). Ciepło uzyskane tą drogą przez człowieka przyspiesza reakcje chemiczne organizmu (wzrost przemiany materii, zwiększenie zapotrzebowania na tlen), a ponadto ma właściwości łagodzenia bólu różnego pochodzenia (bóle reumatyczne, pourazowe kości i stawów, z odmrożeń itp.) oraz ułatwia zachowanie równowagi cieplnej organizmu (homeotermii).

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

Podczas wysokiej temperatury następuje rozszerzenie naczyń krwionośnych i wzrost skórno przepływu krwi, przy jednoczesnym obniżeniu ciśnienia tętniczego i zwiększeniu tętna. Podwyższeniu ulega temperatura skóry, czego bezpośrednim skutkiem jest uaktywnienie gruczołów potowych. Parujący pot obniża natomiast temperaturę skóry zwiększając w ten sposób różnicę temperatury pomiędzy wnętrzem ciała a jego powłoką.

Psychofizycznymi reakcjami organizmu na wysoką temperaturę otoczenia są: złe samopoczucie, zmniejszenie wydolności fizycznej i psychicznej oraz przyspieszenie oddechu.

Reakcje człowieka na wysoką temperaturę uzależnione są również od wilgotności powietrza. Przy dużej wilgotności otoczenia pojawia się uczucie parności, szczególnie uciążliwe dla osób z chorobami układów oddechowego i krążenia. Stan taki może także prowadzić do powstania tzw. wyczerpania cieplnego.

Odczuwalne warunki termiczne są wynikiem łącznego wpływu na człowieka temperatury i wilgotności powietrza, a także promieniowania słonecznego i prędkości wiatru. Wiatr współdziała w kształtowaniu się odczuwalnych warunków termicznych przez przyspieszenie oddawania ciepła do otoczenia. Silny wiatr zwiększa uciążliwość pogody mroźnej w zimie i łagodzi odczucie ciepła w gorące dni letnie.

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).

Pod pojęciem **elektryczności atmosferycznej** rozumiemy: pole elektryczne i magnetyczne atmosfery, jonizację, przewodnictwo elektryczne, prądy elektryczne w atmosferze, ładunki elektryczne chmur i opadów oraz elektryczność burzową. Elektryczność atmosferyczna pochodzi zarówno ze źródeł naturalnych jak i sztucznych, skutki fizjologiczne tego oddziaływania zależą od czasu ekspozycji i budowy człowieka. Szybkie zmiany natężenia pola elektrycznego mogą być przyczyną ostrych reakcji meteorotropowych, szczególnie u osób cierpiących na choroby układu krążenia. Podkreśla się także, że nawet słabe pola elektromagnetyczne mogą oddziaływać na procesy przemiany materii w komórkach i błonach komórkowych (Kiełczewski, Bogucki 1972; Borisenkov i in. 2000; Hessmann-Kosaris 1998).

W przypadku jonizacji przewaga jonów ujemnych w powietrzu (np. w czasie pogody słonecznej), w lesie lub też w pobliżu tężni, wodospadów, strumieni górskich i na brzegu morza sprzyja dobremu samopoczuciu człowieka, wzmacnia sprawność psychiczną i fizyczną, wpływa korzystnie na czynność serca i płuc, a także stymuluje procesy oksydacyjne w organizmie i zwiększa odporność na infekcje. Duża koncentracja jonów dodatnich, cechująca m.in. zanieczyszczone miejskie powietrze wpływa natomiast niekorzystnie na układ krążenia i układ nerwowy człowieka, powoduje podrażnienie błon śluzowych górnych dróg oddechowych, a także wywołuje uczucie zmęczenia.. Duże zmiany koncentracji jonów, ich biegunowości i wielkości poprzedzające zmianę pogody, zwłaszcza w czasie przemieszczania się frontów atmosferycznych, są prawdopodobnie jedną z przyczyn dolegliwości meteorotropowych (Sulman 1982; Bogucki 1988).

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

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

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

Szczególne znaczenie w uzdrowiskach, w których duże tereny zajmują lasy, mają lotne substancje wydzielane przez rośliny (fitoncydy). Tę mieszaninę związków organicznych powstających w czasie przemiany materii roślin (terpeny, olejki aromatyczne i inne substancje), liczną w borach sosnowych, lasach liściastych czy różnych typach łąk, charakteryzuje silne działanie bakteriobójcze, bakteriostatyczne i grzybobójcze. Właściwości terapeutyczne szaty roślinnej są w Polsce stosunkowo mało poznane. Na podstawie nielicznych prac można podać, że bór sosnowy wydziela substancje lotne sprzyjające uspokojeniu, działające leczniczo na drogi oddechowe, a także na obniżenie ciśnienia krwi. Grądy (las 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 wchodząc w reakcje z tlenkami azotu emitowanymi przez pojazdy na drogach przyczyniają się do powstania niekorzystnego dla człowieka smogu fotochemicznego (Chameides i in. 1988, Kuttler, Strassburger 1999).

Tabela 1. Właściwości farmakologiczne niektórych zbiorowisk roślinnych
(wg: Krzymowska – Kostrowicka 1997)

Oddziaływanie farmakologiczne	Zbiorowisko roślinne:								
	bór suchy	bór świeży	bór mieszany świerkowy	bór mieszany sosnowy	dąbrowa świetlista	grąd typowy	buczyna trawista	murawa kserotermiczna	łąka rajgrasowa
rozszerzające naczynia krwionośne i obniżające ciśnienie krwi	xxx	xxx	x	x	o	ooo	oo		
zwężające naczynia krwionośne i podwyższające ciśnienie krwi	ooo	ooo			x	xx	xx		
przeciwastmatyczne	xx	xxx	x	xx			oo		
przeciwgruźlicze	xxx	xxx	xx	xx	x	x		x	
przeciwbronchitowe	xxx	xxx	xx	xx	xx	x	o	xx	
odkaszające	xxx	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	x	xxx	
uspokajające	xxx	xxx	x	x	o	oo	oo		
pobudzające	ooo	ooo	o		xxx	xxx	xx	xxx	
wzmagające odporność organizmu	x	xx	xx	xx	xxx	xxx	xx	xxx	xx

działanie pozytywne: xxx – znaczące (po 1 godz. ekspozycji), xx – umiarkowane (po 2 godz. ekspozycji), x – słabe (po 4 godz. ekspozycji)

działanie negatywne: ooo – znaczące (po 1 godz. ekspozycji), oo – umiarkowane (po 2 godz. ekspozycji), o – słabe (po 4 godz. ekspozycji)

2. Ogólna ocena warunków klimatycznych

2.1. Warunki solarne

Warunki solarne zajmują ważne miejsce w ocenie stosunków bioklimatycznych terenów uzdrowiskowych z uwagi na ich dużą rolę w kształtowaniu odczuwalnych warunków termicznych. Promieniowanie słoneczne działa ponadto stymulująco na skórę, narządy wewnętrzne i układ nerwowy człowieka. Nie można również pominąć roli promieniowania słonecznego w tzw. psychicznym odczuciu pogody. Nawet krótkotrwałe okresy pogody słonecznej oddziałują korzystnie na samopoczucie człowieka (Kozłowska-Szczęsna i in. 2002, 2004). Działanie biologiczne promieniowania wykorzystywane jest w helioterapii (kąpielach słonecznych), która jest przydatna zwłaszcza w leczeniu chorób reumatycznych oraz stanów pourazowych. Do charakterystyki warunków solarnych wykorzystano informacje o usłonecznieniu i zachmurzeniu.

Okolice Krynicy Morskiej cechują się wybitnie korzystnymi warunkami solarnymi. Według informacji zawartych w *Atlasie Klimatu Polski* (Lorenc red., 2005), w którym usłonecznienie rzeczywiste przedstawiono za okres 1971-2000, miasto to znajduje się w regionie o średniej rocznej sumie około 1600 godzin ze słońcem, czyli znacznie powyżej normy dla uzdrowisk (1500 godzin). Podobną wartość usłonecznienia na tym obszarze, 1600-1630 godzin, stwierdzono w przypadku danych z lat 1951-2000 (Woś 2010).

Na uprzywilejowanie solarne okolic Krynicy Morskiej wskazują również wyniki krótkiej serii pomiarowej usłonecznienia przedstawione przez Marciniaka (1975, za Knapik, Marcinkowska 2001, tab. 2). Według nich Krynica Morska może być w sezonie letnim najbardziej usłonecznioną miejscowością na polskim wybrzeżu. Liczba godzin ze słońcem w Krynicy Morskiej w okresie od kwietnia do lipca jest większa o około 80 w porównaniu z innymi miejscowościami polskiego wybrzeża i aż o około 300 względem miejscowości uzdrowiskowych w Karpatach i Sudetach.

Tabela 2. Średnie dzienne usłonecznienie rzeczywiste (godziny) w miesiącach i roku (maj 1971-kwiecień 1973) (Marciniak, 1975 za Knapik, Marcinkowska 2001)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Krynica Morska	1,4	1,8	4,3	4,8	7,5	7,3	10,0	7,2	4,3	3,0	1,3	0,8	4,5
Gdynia	1,1	1,3	4,2	4,2	6,7	6,6	9,2	6,5	4,1	3,4	1,3	1,3	4,2
Kołobrzeg	0,9	1,8	3,8	4,6	6,2	6,1	9,6	7,0	4,6	3,5	0,6	0,8	4,1
Świnoujście	0,7	1,8	3,9	4,3	5,9	5,9	8,7	7,6	4,8	3,5	0,8	0,9	4,1

Ze względu na brak wieloletnich pomiarów usłonecznienia w Krynicy Morskiej, w charakterystyce warunków solarnych posłużono się danymi z Elbląga, oddalonego o około 25 km na południe od Krynicy. Średnie roczne usłonecznienie rzeczywiste w Elblągu w latach 1976-2000 wyniosło 1534 godzin (Koźmiński, Michalska 2005). Wielkość usłonecznienia w poszczególnych latach może dość znacznie różnić się od wartości średniej wieloletniej. W Elblągu największa roczna suma godzin ze słońcem w latach 1976-2000 wyniosła 1826, natomiast najmniejsza 1278, co stanowi odpowiednio 119 i 83% średniej wieloletniej.

Średnie dzienne usłonecznienie rzeczywiste w Elblągu w latach 1976-2000 wyniosło 4,2 godziny (tab. 3). W Krynicy Morskiej usłonecznienie jest prawdopodobnie wyższe i może osiągać wartość około 4,5 godziny (tab. 1). W przebiegu rocznym największe usłonecznienie w Krynicy Morskiej występuje od maja do sierpnia, kiedy to średnia dzienna liczba godzin ze słońcem wynosi od 7,2 do 10,0 (w Elblągu od 6,8 do 7,9), natomiast najmniejsze w grudniu (0,8 godziny, w Elblągu 0,9 godziny). Maksimum usłonecznienia w przypadku na lipiec (w Elblągu na maj).

Tabela 3. Średnie dzienne, maksymalne i minimalne usłonecznienie rzeczywiste (godziny) w miesiącach i w roku w Elblągu (1976-2000) (Koźmiński, Michalska, 2005)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Śr. dzienne	1,2	2,0	3,3	5,3	7,9	7,2	7,0	6,8	4,4	3,2	1,4	0,9	4,2
Śr. maks.	2,3	3,8	4,5	7,4	10,3	11,1	13,3	10,1	7,2	5,1	2,9	1,6	5,0
Śr. min.	0,3	0,9	1,4	3,2	4,9	4,0	3,3	4,5	2,4	2,0	0,5	0,3	3,5

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że **w Krynicy Morskiej norma usłonecznienia jest zachowana.**

Roczny przebieg usłonecznienia (maksimum latem, minimum zimą) jest uwarunkowany długością dnia i stopniem pokrycia nieba przez chmury, dlatego też analiza zachmurzenia jest naturalnym uzupełnieniem charakterystyki warunków solarnych. Obecność chmur dozuje dopływ energii słonecznej do ziemi w ciągu dnia, a wypromieniowania ciepła nocą do atmosfery. Dopływ promieniowania słonecznego ma istotny wpływ na stan psychofizyczny człowieka. Pogoda bezchmurna i słoneczna wpływa pobudzająco, a pogoda pochmurna nie tylko osłabia procesy biologiczne, ale wpływa także depresyjnie na człowieka.

Z mapy rozkładu zachmurzenia w Polsce opracowanej dla lat 1951-2000 przez Wosia (2010) wynika, że średnie zachmurzenie ogólne w Krynicy Morskiej wynosi około 65%. Wartość tego wskaźnika w Helu w tym okresie wyniosła 64% (tyle samo w latach 2000-2013, tab. 4), w Elblągu 67%. W latach 1966-1975 w Krynicy Morskiej wyniosło 62% (Knapik,

Marcinkowska 2001). Rozpatrując tę ostatnią wartość można stwierdzić, że wielkość zachmurzenia ogólnego w Krynicy Morskiej należy do najniższych w Polsce. Średnie roczne zachmurzenie poniżej 62% jest notowane poza tym obszarem jedynie w okolicy Świnoujścia, w Kotlinie Sandomierskiej oraz na Roztoczu (Woś 2010).

Tabela 4. Zachmurzenie ogólne w Helu (2000-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Śr. zachmurzenie (%) 1951-2000*	78	76	64	59	53	53	55	51	57	64	77	80	64
Śr. zachmurzenie (%)	77	74	61	55	55	57	58	59	57	65	76	79	64
Śr. zachmurzenie (%) 06 UTC	78	76	63	56	55	56	60	58	58	67	76	79	65
Śr. zachmurzenie (%) 12 UTC	77	74	61	52	55	58	58	58	57	66	78	80	64
Śr. zachmurzenie (%) 18 UTC	75	72	60	58	56	56	57	60	57	62	75	78	64

* Woś 2010

W Helu, podobnie jak na większości obszaru Polski, średnie zachmurzenie w półroczu chłodnym jest większe niż w półroczu ciepłym. Maksimum w przebiegu rocznym występuje w grudniu (80%). Dużym zachmurzeniem cechuje się również styczeń, listopad i luty (odpowiednio 78, 77 i 76%). Najmniejsze zachmurzenie występuje od maja do sierpnia (51-55%), z minimum w sierpniu. Porównując średnie zachmurzenie w latach 1951-2000 i 2000-2013 można dostrzec niewielkie, sięgające maksymalnie 8%, zróżnicowanie wartości w poszczególnych miesiącach, oraz przesunięcie się minimum rocznego na kwiecień i maj. Przyczyną tego jest duża zmienność zachmurzenia w kolejnych latach.

Zachmurzenie w Helu cechuje się małym zróżnicowaniem w przebiegu dobowym. W południowym i wieczornym terminie obserwacyjnym, odpowiednio o godzinie 12 i 18 czasu uniwersalnego (UTC), średnie roczne zachmurzenie jest takie samo (64%), w terminie porannym (6 UTC) jest ono niewiele większe (65%). Najmniejsze różnice średniego zachmurzenia w przebiegu dobowym występują w maju i wrześniu, największe w kwietniu.

Jednym ze wskaźników informujących o zachmurzeniu danego obszaru jest częstość przypadków bezchmurnego nieba oraz przypadków z zachmurzeniem całkowitym (zachmurzenie ogólne odpowiednio 0 i 100%). Równie ważna jest znajomość liczby dni pogodnych i pochmurnych. Za dzień pogodny przyjmuje się taki, w którym średnia dobową wielkość zachmurzenia ogólnego nieba wynosi nie więcej niż 20%. Gdy średnie dobowe zachmurzenie ogólne nieba wynosi co najmniej 80%, dzień określa się mianem pochmurnego.

Średnia roczna liczba dni z bezchmurnym niebem o godzinie 6, 12 i 18 UTC w Helu w latach 2000-2013 wyniosła 5,5 (tab. 5). Dni te najczęściej występują w kwietniu (średnio 1,1), nie odnotowano ich wystąpienia w grudniu. Bezchmurne niebo częściej notuje się rano niż w południe i wieczór.

Średnia roczna liczba dni z zachmurzeniem całkowitym o godzinie 6, 12 i 18 UTC w Helu w latach 2000-2013 była około 4-krotnie większa niż liczba analogicznych dni z bezchmurnym niebem. Dni te występują wyraźnie częściej w półroczu chłodnym niż w ciepłym. Maksimum w przebiegu rocznym przypada na grudzień (średnio około 5 dni), minimum od maja do września (średnio nie więcej niż 0,4 dnia w miesiącu). Całkowite zachmurzenie częściej występuje rano niż w południe i wieczór.

Z mapy rozkładu dni pogodnych w Polsce opracowanej dla lat 1951-2000 przez Wosia (2010) wynika, że na Mierzei Wiślanej średnia roczna liczba tych dni wynosi około 35 i jest niewiele niższa niż na większości obszaru Polski. Średnia liczba dni pogodnych w Helu w tym okresie wyniosła około 40, natomiast w Elblągu około 32. W latach 2000-2013 dni tych było jednak wyraźnie mniej (w Helu średnio około 25).

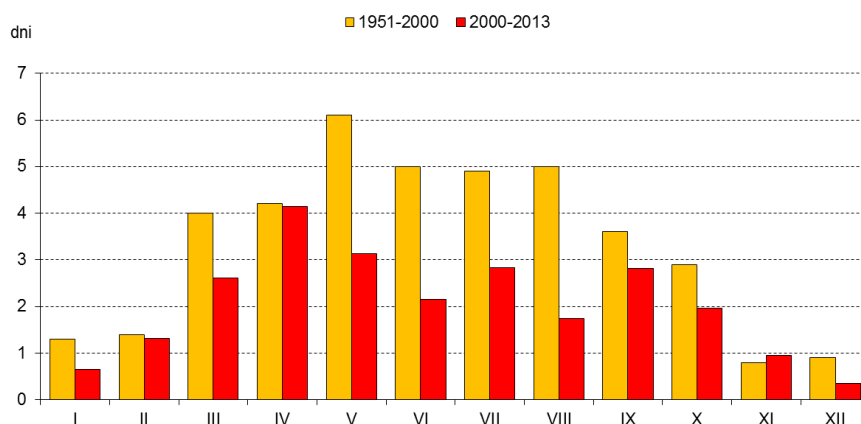
Tabela 5. Liczba dni z bezchmurnym niebem i dni z zachmurzeniem całkowitym w Helu (2000-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Śr. liczba dni z N = 0% o 6, 12 i 18 UTC	0,1	0,7	0,8	1,1	0,8	0,4	0,3	0,3	0,5	0,4	0,1	0,0	5,5
Śr. liczba dni z N = 0% 06 UTC	1,4	1,9	3,7	4,9	3,5	2,4	2,4	2,3	2,1	1,7	1,2	1,2	28,5
Śr. liczba dni z N = 0% 12 UTC	0,6	1,2	2,5	4,1	2,4	1,4	1,4	1,4	2,0	1,8	0,7	0,4	19,8
Śr. liczba dni z N = 0% 18 UTC	1,1	1,4	2,2	2,3	2,1	1,9	2,2	1,3	1,6	1,9	1,2	0,9	20,1
Śr. liczba dni z N = 100% o 6, 12 i 18 UTC	3,9	3,2	1,2	1,1	0,4	0,2	0,0	0,0	0,3	0,9	4,4	4,9	20,6
Śr. liczba dni z N = 100% 06 UTC	10,1	9,0	5,3	4,2	2,2	1,3	1,8	1,3	1,0	3,5	9,7	11,2	60,6
Śr. liczba dni z N = 100% 12 UTC	8,7	7,0	4,2	2,8	1,9	0,9	1,1	0,9	1,3	3,3	8,7	9,9	50,8
Śr. liczba dni z N = 100% 18 UTC	8,8	7,4	4,7	3,9	1,6	0,6	0,9	0,6	0,9	2,6	9,7	10,4	52,1

W przebiegu rocznym średniej liczby dni pogodnych w Helu występuje jedno maksimum i jedno minimum (ryc. 1). Maksimum częstości tych dni przypada na maj, kiedy to średnia liczba dni pogodnych wynosi około 6. Minimum występuje w listopadzie i grudniu, kiedy to średnia liczba dni pogodnych wynosi około 1 w miesiącu.

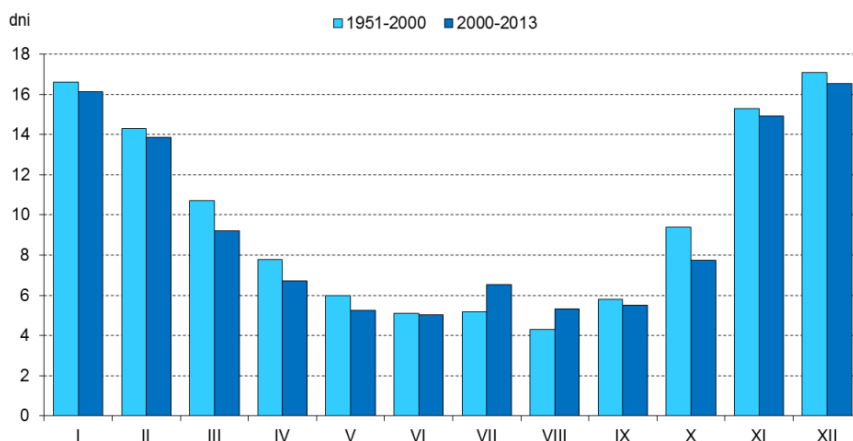
Zgodnie z kryteriami oceny właściwości leczniczych klimatu przedstawionymi przez IGiPZ PAN (Kuchcik i in. 2013) na obszarach uzdrowiskowych nie powinno występować w ciągu roku więcej niż 140 dni pochmurnych. Z mapy rozkładu tych dni w Polsce opracowanej

dla lat 1951-2000 przez Woś (2010) wynika, że na Mierzei Wiślanej średnia roczna liczba dni pochmurnych wynosi około 130, czyli mniej niż norma. Średnia liczba dni pochmurnych w Helu w tym okresie wyniosła około 118, natomiast w Elblągu około 136. W latach 1966-1975 w Krynicy Morskiej wystąpiło w roku średnio około 120 dni pochmurnych (Knapik, Marcinkowska 2001).



Rycina 1. Średnia liczba dni pogodnych w Helu w latach 1951-2000 (Woś 2010) i 2000-2013

W przebiegu rocznym średniej liczby dni pochmurnych maksimum przypada na zimę, a minimum na lato (ryc. 2). W najbardziej pochmurnym miesiącu, w grudniu, średnia liczba tych dni wynosi około 17, natomiast w najmniej pochmurnym miesiącu, w sierpniu, dni tych jest średnio jedynie około 4.



Rycina 2. Średnia liczba dni pochmurnych w Helu w latach 1951-2000 (Woś 2010) i 2000-2013

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że w Krynicy Morskiej występują korzystne warunki nefologiczne dla leczenia klimatycznego.

2.2. Warunki termiczno-wilgotnościowe

Krynica Morska położona jest na obszarze cechującym się łagodnymi na tle Polski warunkami termicznymi, wynikającymi z położenia na mierzei, między dwoma dużymi zbiornikami wodnymi. Średnia roczna temperatura powietrza w Krynicy w latach 1966-1975 wyniosła 7,8°C. W Helu w latach 1951-2000 wyniosła ona 7,9°C, natomiast w Elblągu 7,7°C (tab. 6). W najchłodniejszym i najcieplejszym roku w tym wieloleciu średnia temperatura powietrza w Helu wyniosła odpowiednio 5,0 i 10,9°C (w Elblągu 4,2 i 11,3°C).

W Polsce w ostatnich latach zauważalny jest wzrost średniej rocznej temperatury powietrza. Widoczne jest to również w Helu, gdzie lata 2000-2013 były cieplejsze średnio o 0,7°C w porównaniu z drugą połową XX wieku.

Największe zróżnicowanie średniej temperatury powietrza wśród pór roku występuje latem. Różnica między najcieplejszym i najchłodniejszym latem w latach 1951-2000 wyniosła 7,8°C w Helu i 9,4°C w Elblągu. W zimie, dla której charakterystyczna jest najmniejsza zmienność średniej temperatury powietrza, różnica ta wyniosła odpowiednio 3,1 i 4,4°C.

Tabela 6. Temperatura powietrza (°C) w Helu i w Elblągu (1951-2000) (Woś 2010)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII	Wiosna III-V	Lato VI-VIII	Jesień IX-XI	Zima XII-II
Hel																	
Średnia	-0,4	-0,5	1,7	5,4	10,2	14,7	17,1	17,1	13,8	9,5	4,7	1,5	7,9	5,8	16,3	9,3	0,2
Średnia 2000-2013	0,0	0,0	2,0	6,3	11,6	15,3	18,2	18,0	14,2	9,6	5,6	1,9	8,6	6,6	17,2	9,8	0,6
Średnia maksymalna	1,3	1,4	4,7	9,7	15,0	19,0	21,3	21,2	17,3	12,1	6,4	1,3	10,9	9,8	20,5	11,9	1,4
Średnia minimalna	-2,4	-2,6	-0,9	1,9	6,1	11,2	13,4	13,6	10,8	7,1	2,9	-0,2	5,0	2,4	12,7	6,9	-1,7
Elbląg																	
Średnia	-2,1	-1,7	1,8	7,0	12,2	15,8	17,3	17,0	13,1	8,6	3,3	-0,3	7,7	7,0	16,7	8,3	-1,4
Średnia maksymalna	0,2	1,0	5,3	11,5	17,2	20,7	22,1	21,9	17,5	12,1	5,6	0,2	11,3	11,4	21,5	11,7	0,5
Średnia minimalna	-4,6	-4,4	-1,4	3,0	7,5	11,1	12,7	12,5	9,2	5,5	1,1	-2,5	4,2	3,1	12,1	5,3	-3,9

W przebiegu rocznym najcieplejszymi miesiącami są lipiec i sierpień (średnio 17,1°C w obu tych miesiącach w Helu i odpowiednio 17,3 i 17,0°C w Elblągu), zaś najzimniejszymi – styczeń i luty (średnio -0,4 i -0,5°C w Helu oraz -2,1 i -1,7°C w Elblągu). W Helu w dwóch miesiącach roku – w styczniu i lutym – średnia temperatura powietrza jest mniejsza od 0°C, w Elblągu w trzech (w styczniu, lutym i grudniu).

Najwyższa temperatura powietrza w Helu w latach 1951-2013 wystąpiła 10 lipca 1959 r. (35,0°C), natomiast najniższa 1 lutego 1956 r. (-19,7°C), w Elblągu w latach 1951-2000

odpowiednio 31 lipca 1994 r. (36,5°C) oraz 4 stycznia 1979 r. (-30,1°C). W związku z tym absolutna amplituda temperatury powietrza w tym okresie wyniosła w Helu 54,7°C, a w Elblągu 66,6°C.

Średnia roczna amplituda temperatury powietrza, rozumiana jako różnica między temperaturą średnią najcieplejszego i najchłodniejszego miesiąca w roku, w latach 1951-2000 w Helu wyniosła 17,5°C (w Elblągu 19,4°C) i rozpatrując pierwszą z tych wartości jako bliższą warunkom panującym w Krynicy Morskiej, należała do najmniejszych w Polsce (Woś 2010). Mała wartość średniej rocznej amplitudy temperatury powietrza świadczy o cechach morskich klimatu. W latach 2000-2013 w Helu największa amplituda absolutna wśród miesięcy wystąpiła w kwietniu (31,2°C), natomiast najmniejsza w sierpniu (19,8°C) (tab. 7).

Średnia dobową amplitudę temperatury powietrza, czyli różnicę między dobową temperaturą maksymalną i minimalną, w Helu w latach 2000-2013 wyniosła 5,8°C. Największe kontrasty termiczne w ciągu doby występują od kwietnia do sierpnia, kiedy to dobową amplitudę wynosi średnio 7-9°C, maksymalnie około 18°C. Najłagodniejszymi warunkami cechuje się natomiast okres od listopada do lutego, ze średnią i maksymalną dobową amplitudą odpowiednio 3-4 i 10-12°C.

Tabela 7. Absolutne maksima i minima oraz amplituda temperatury powietrza w Helu (2000-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Abs. maksimum temp. pow. (°C)	11,3	9,6	16,4	26,2	27,2	30,7	32,3	28,8	26,0	20,3	12,9	11,7	32,3
Rok	2007	2002	2010	2000	2007	2000	2010	2002	2002	2006	2008	2006	2010
Abs. minimum temp. pow. (°C)	-17,6	-14,7	-9,3	-5,0	-2,5	1,4	9,1	9,0	4,2	-1,0	-7,0	-11,5	-17,6
Rok	2003	2011	2011	2013	2007	2001	2008	2005	2001	2009	2010	2009	2003
Abs. amp. temp. pow. (°C)	28,9	24,4	25,7	31,2	29,7	29,4	23,2	19,8	21,8	21,3	19,9	23,2	49,9
Śr. dob. amp. temp. pow. (°C)	3,5	3,8	5,5	8,2	8,8	7,9	7,3	6,9	5,9	4,7	3,5	3,4	5,8
Maks. dob. amp. temp. pow. (°C)	12,1	12,0	14,5	18,2	17,4	17,2	14,1	14,0	12,5	12,2	9,8	12,3	18,2

W opisie warunków termicznych istotne znaczenie ma informacja na temat dni o charakterystycznym reżimie termicznym. Częstość tych dni jest wskaźnikiem o dużym znaczeniu praktycznym, pomagającym ocenić stopień uciążliwości warunków termicznych dla człowieka. Do dni tych zalicza się:

- ♦ dni ciepłe – $t_{\min} > 0^{\circ}\text{C}$
- ♦ dni gorące – $t_{\max} \geq 25^{\circ}\text{C}$
- ♦ dni upalne – $t_{\max} \geq 30^{\circ}\text{C}$

- ♦ dni z przymrozkiem – $t_{\max} > 0^{\circ}\text{C}$ i $t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$
- ♦ dni mroźne – $t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$

Zgodnie z kryteriami oceny właściwości leczniczych klimatu przedstawionymi przez IGiPZ PAN (Kuchcik i in., 2013) na obszarach uzdrowiskowych nie powinno występować w ciągu roku więcej niż 35 dni gorących i nie więcej niż 7 dni upalnych. W latach 2000-2013 w Helu średnia roczna liczba dni gorących wyniosła około 12, a dni upalnych około 1, czyli wyraźnie mniej niż norma (tab. 8). Dni gorące występują od kwietnia do września, natomiast dni upalne jedynie w czerwcu i lipcu. Najwięcej dni gorących i upalnych jest w lipcu, średnio 5,6 i 0,5.

Średnia roczna liczba dni ciepłych w latach 1951-2000 w Helu wyniosła 279 (w Elblągu 262) i należała do największych w Polsce. W latach 2000-2013 dni ciepłych było nieco więcej (w Helu średnio 290 w roku).

Średnia roczna liczba dni z przymrozkiem w latach 1951-2000 wyniosła w Helu około 58 (w Elblągu około 65) i w porównaniu z wartościami notowanymi na obszarze Polski była bardzo mała. W latach 2000-2013 dni z przymrozkiem w Helu było nieco mniej niż w drugiej połowie XX wieku (średnio około 50 w roku). Dni te występują od września do kwietnia, sporadycznie również w maju i październiku.

Tabela 8. Dni o charakterystycznym reżimie termicznym w Helu (2000-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Liczba dni ciepłych ($t_{\min} > 0^{\circ}\text{C}$) 1951-2000*	11	9	14	23	30	30	31	31	30	30	24	16	279
Liczba dni ciepłych ($t_{\min} > 0^{\circ}\text{C}$)	12	10	14	24	31	30	31	31	30	31	28	18	290
Liczba dni gorących ($t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	0,1	0,6	1,7	5,6	3,7	0,2	.	.	.	11,9
Liczba dni upalnych ($t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	.	.	0,1	0,5	.	.	.	.	.	0,6
Liczba dni z przymrozkiem ($t_{\max} > 0^{\circ}\text{C}$, $t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$) 1951-2000*	10,3	10,0	15,0	6,8	0,8	.	.	.	.	0,6	4,7	9,8	58,1
Liczba dni z przymrozkiem ($t_{\max} > 0^{\circ}\text{C}$, $t_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)	8,8	11,6	13,4	5,6	0,4	.	.	.	.	0,3	1,9	8,1	50,1
Liczba dni mroźnych ($t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$) 1951-2000*	10,0	9,2	2,4	.	.	.	.	.	.	.	1,1	4,9	27,7
Liczba dni mroźnych ($t_{\max} < 0^{\circ}\text{C}$)	9,2	6,6	2,5	.	.	.	.	.	.	.	0,1	4,3	22,7

* Woś 2010

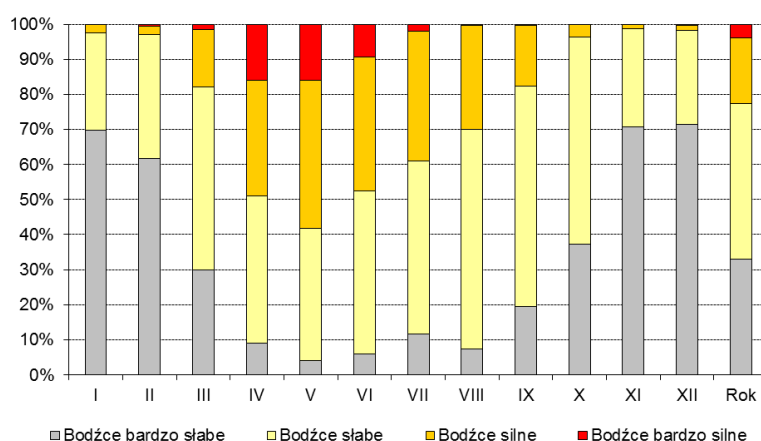
Średnia roczna liczba dni mroźnych w latach 1951-2000 wyniosła w Helu około 28 (w Elblągu około 38) i w porównaniu z wartościami notowanymi na obszarze Polski była bardzo mała. W latach 2000-2013 dni mroźne w Helu było nieco mniej niż w drugiej połowie XX

wieku (średnio około 23 w roku). Dni te występują od listopada do marca, najczęściej w styczniu, kiedy to średnio co trzeci dzień jest mroźny.

Jedną z miar bodźcowości warunków termicznych jest wartość dobowej amplitudy temperatury powietrza, tzn. różnicy między temperaturą maksymalną i minimalną ($dt = t_{max} - t_{min}$). Wartość dt odzwierciedla dobowe kontrasty termiczne i w istotny sposób wpływa na samopoczucie człowieka podczas rekreacji związanej z długotrwałym przebywaniem w terenie otwartym. Poszczególnych wartościom dt jest przypisane następujące natężenie bodźców termicznych:

dt (°C)	Bodźce termiczne:
poniżej 4	- obojętne
od 4 do mniej niż 8	- słabo odczuwalne
od 8 do mniej niż 12	- silnie odczuwalne
≥ 12	- ostre.

Bodźcowość termiczna okolic Krynicy Morskiej jest bardzo mała na tle Polski. W Helu w latach 2000-2013 najczęściej (44,2%) występowały dni, w których bodźce termiczne były słabe (ryc. 3). Niewiele rzadziej występowały dni z bodźcami termicznymi bardzo słabymi (33,1%). Suma częstości dni o bodźcach termicznych słabych i bardzo słabych jest blisko 3,5-krotnie większa niż suma częstości dni o bodźcach silnych i bardzo silnych (odpowiednio 77,3 i 22,7%).



Rycina 3. Częstość (%) dni o różnym natężeniu bodźców termicznych w Helu (2000-2013)

Bardzo silne bodźce termiczne najczęściej występowały od marca do lipca. Maksimum w przebiegu rocznym przypada na kwiecień i maj (odpowiednio 16,0 i 15,9% dni). Od sierpnia do lutego dni z bardzo silnymi bodźcami występowały sporadycznie (w listopadzie nie było ich wcale). Zimą bodźcowość klimatyczna wynikająca z dobowych

kontrastów termicznych jest mniejsza niż latem, jednak w okresie tym niska temperatura powietrza jest sama w sobie bodźcem termicznym, przed którym bronić się musi organizm człowieka.

Na rodzaj odczucia termicznego, obok temperatury powietrza, duży wpływ ma też wilgotność powietrza. Szczególnie ważna jest częstość tzw. sytuacji parności, w których bardzo duża wilgotność powietrza, towarzysząca zazwyczaj wysokiej temperaturze powietrza, utrudnia parowanie potu i oddawanie tą drogą ciepła z organizmu człowieka, a co za tym idzie możliwość doprowadzenia do przegrzania organizmu.

Średnia roczna wilgotność względna powietrza w Helu w latach 1951-1980 wyniosła 84% (w Elblągu 80%). Przyjmując pierwszą z tych wartości jako bliższą warunkom na Mierzei Wiślanej można stwierdzić, że średnia ta była nieco większa w porównaniu z wartościami notowanymi na większości obszaru Polski. W latach 2000-2013 wartość średniej rocznej wilgotności względnej powietrza w Helu była taka sama jak w latach 1951-1980 (tab. 9).

Tabela 9. Wilgotność względna powietrza w Helu (2000-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Śr. wilgotność wzg. (%) 1951-1980*	87	86	83	83	81	79	82	82	83	85	87	88	84
Śr. wilgotność wzg. (%)	87	86	83	81	79	79	82	83	83	85	88	89	84
Śr. wilgotność wzg. (%) 06 UTC	88	89	88	88	85	85	88	90	89	89	90	90	88
Śr. wilgotność wzg. (%) 12 UTC	85	81	73	67	66	68	72	71	72	78	85	87	75
Śr. wilgotność wzg. (%) 18 UTC	87	86	83	81	78	79	81	82	83	85	88	88	84

* Woś 2010

Przebieg roczny średniej wilgotności względnej powietrza jest prosty z maksimum w zimie i minimum na przełomie wiosny i lata. W najbardziej wilgotnym miesiącu, w grudniu, średnia wilgotność względna wynosi 88%, natomiast w najmniej wilgotnym miesiącu, w czerwcu, 79%. W przebiegu dobowym mniejszą wilgotnością powietrza cechuje się termin południowy niż ranny i wieczorny. Najmniejsze zróżnicowanie wilgotności względnej powietrza w ciągu doby występuje w styczniu i grudniu, największe w kwietniu.

Stany parności, rozumiane jako przypadki, w których ciśnienie pary wodnej wynosi co najmniej 18,8 hPa, występują w Helu rzadko (tab. 10). Średnia roczna liczba dni ze stanem parności przynajmniej w jednym z trzech terminów obserwacyjnych w ciągu doby (6, 12, lub 18 UTC) w latach 2000-2013 wyniosła 31 i jest nieco większa niż norma (≤ 25 dni) proponowana przez IGiPZ PAN (Kuchcik i in., 2013) dla obszarów uzdrowiskowych. Średnio

co trzeci dzień parny w Helu to dzień uciążliwy, ze stanem parności we wszystkich trzech terminach obserwacyjnych. Stany parności występują od maja do września, najczęściej w lipcu i sierpniu. Najmniej stanów parności występuje wieczorem, najwięcej w południe.

Tabela 10. Stany parności w Helu (2000-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Liczba dni ze stanem parności o 06, 12 lub 18 UTC	.	.	.	.	0,5	2,2	13,7	13,6	1,4	.	.	.	31,3
Liczba dni ze stanem parności o 06, 12 i 18 UTC	.	.	.	.	0,1	0,5	5,8	5,5	0,1	.	.	.	12,1
Liczba dni ze stanem parności 06 UTC	.	.	.	.	0,4	1,2	9,9	10,0	0,4	.	.	.	21,9
Liczba dni ze stanem parności 12 UTC	.	.	.	.	0,4	1,5	10,0	9,9	1,3	.	.	.	23,1
Liczba dni ze stanem parności 18 UTC	.	.	.	.	0,1	1,1	9,4	9,0	0,6	.	.	.	20,2

Wskaźnikiem natężenia uciążliwości bodźców termiczno-wilgotnościowych jest wskaźnik stresu cieplnego (*HSI*, %) (Belding, Hatch 1955; Błażejczyk 2004). Poszczególnym wartościom *HSI* są przypisane następujące efekty fizjologiczne:

<i>HSI</i> (%)	efekt fizjologiczny
równe lub mniejsze od 10	- brak obciążenia termiczno-wilgotnościowego,
więcej od 10 aż do 30	- łagodny lub umiarkowany stres termiczno-wilgotnościowy (możliwe słabe uczucie parności u osób z chorobami krążenia),
więcej od 30 aż do 70	- silny stres termiczno-wilgotnościowy (umiarkowane uczucie parności u większości osób),
więcej od 70 aż do 90	- bardzo silny stres termiczno-wilgotnościowy (silne uczucie parności u większości osób),
więcej od 90 aż do 100	- maksymalny stres termiczno-wilgotnościowy, tolerowany jedynie przez młode, zaaklimatyzowane osoby (bardzo silne uczucie parności),
więcej od 100	- niebezpieczeństwo przegrzania organizmu.

Od maja do października średnio przez około 70% dni warunki termiczno-wilgotnościowe w Helu nie powodują żadnych obciążeń cieplnych i uczucia parności (tab. 11). W przypadku osób starszych i z chorobami układu krążenia niewielkie obciążenie termiczno-wilgotnościowe występuje średnio w około 28% dni w półroczu, z czego najczęściej w lipcu i w sierpniu (odpowiednio około 47 i 52% dni). W odniesieniu do pozostałych grup kuracjuszy niewielkiego uczucia parności można się spodziewać w zaledwie około 1% dni półrocza ciepłego, z czego najczęściej w lipcu i sierpniu (około 4% dni). Silne uczucie parności oraz niebezpieczeństwo przegrzania organizmu, które występuje przy wysokiej temperaturze i wilgotności powietrza oraz przy braku ruchu powietrza, nie wystąpiło w rozpatrywanym okresie ani raz.

Tabela 11. Częstość (%) dni o różnym natężeniu uczucia parności w półroczu ciepłym w Helu (2000-2013)

Natężenie uczucia parności	V	VI	VII	VIII	IX	X	Półrocze
Brak uczucia parności	86,8	70,0	48,6	44,8	75,2	96,0	70,2
Możliwe słabe uczucie parności u osób z chorobami krążenia	13,0	29,5	47,4	51,7	24,3	4,0	28,3
Umiarkowane uczucie parności u większości osób	0,2	0,5	4,0	3,5	0,5	.	1,4

Po analizie charakterystyk temperatury i wilgotności powietrza można stwierdzić, że stosunki termiczno-wilgotnościowe w Krynicy Morskiej są korzystne do prowadzenia klimatoterapii.

Rozpatrując warunki klimatyczne Krynicy Morskiej o istotnym znaczeniu dla lecznictwa należy podkreślić bardzo małą bodźcowość termiczną klimatu. Warunki klimatyczne Krynicy cechują łagodne warunki termiczne przejawiające się m.in. w występowaniu krótkiej i dość ciepłej zimy oraz krótkiego i dość chłodnego lata. Jesień, w porównaniu do większości obszaru Polski, jest długa, natomiast wiosna rozpoczyna się wyraźnie później. Przejawem uprzywilejowania termicznego jest bardzo mała wartość rocznej amplitudy temperatury powietrza. W Krynicy średnia liczba dni ciepłych należy do największych w Polsce, zaś dni gorących, upalnych, z przymrozkiem i mroźnych – do najmniejszych. Stany parności w Krynicy występują rzadko, a silne uczucie parności nie występuje wcale.

2.3. Opady i zjawiska atmosferyczne

Opady atmosferyczne są jednym z najbardziej zmiennych elementów meteorologicznych, zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. Wystąpienie opadów jest czynnikiem ograniczającym możliwości leczenia klimatycznego, wypoczynku i uprawiania turystyki.

Z mapy rozkładu opadów atmosferycznych w Polsce opracowanej dla lat 1951-2000 przez Wosia (2010) wynika, że w Krynicy Morskiej średnia roczna suma opadów wynosi 600-650 mm. Średnia roczna suma opadów atmosferycznych w tym okresie w Helu wyniosła 570 mm, natomiast w Elblągu 658 mm (tab. 12). W latach 1966-1975 suma opadów na Mierzei Wiślanej wyniosła około 600 mm i była nieco większa w jej części wschodniej. W Stegnie odnotowano 556 mm opadów, w Piaskach 611 mm (Knapik, Marcinkowska 2001).

Wielkość opadów atmosferycznych w okolicy Krynicy Morskiej jest przeciętna w porównaniu z wartościami notowanymi na obszarze Polski. Mniejsze średnie roczne sumy opadów, poniżej 550 mm, notowane są na dużym obszarze środkowej Polski (m.in. na Nizinie Wielkopolskiej i Nizinie Mazowieckiej). Większe wartości, powyżej 700 mm, występują

w środkowej części Pobrzeża Słowińskiego oraz na Wyżynie Śląskiej, w Karpatach i w Sudetach (Woś 2010).

Tabela 12. Sumy opadów atmosferycznych w Helu i Elblągu (1951-2000) (Woś 2010)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII	Wiosna III-V	Lato VI-VIII	Jesień IX-XI	Zima XII-II
Hel																	
Średnie	38	30	28	32	44	55	70	67	61	51	48	47	570	103	192	160	114
Średnie 2000-2013	42	35	33	33	48	54	91	77	62	51	52	43	621	114	222	166	120
Największe	90	93	62	72	95	123	166	136	156	167	134	114	837	175	342	300	209
Najmniejsze	8	3	6	2	15	2	5	4	11	5	11	2	335	41	74	45	27
Elbląg																	
Średnie	37	32	29	37	52	72	85	80	76	57	52	49	658	118	237	185	118
Największe	82	82	63	86	155	147	253	181	214	169	110	116	940	217	512	343	191
Najmniejsze	6	2	5	6	6	1	15	11	13	2	13	4	354	52	81	64	22

Sumy opadów atmosferycznych w poszczególnych latach mogą znacznie różnić się od wartości średniej wieloletniej. W Helu największa roczna suma opadów w latach 1951-2000 wyniosła 837 mm, natomiast najmniejsza 335, co stanowi odpowiednio 147 i 59% średniej wieloletniej. W Elblągu największa suma wyniosła 940 mm, najmniejsza 354 mm, co stanowi odpowiednio 143 i 54% średniej wieloletniej.

58% średniej rocznej sumy opadów w Helu przypada na półrocze ciepłe, 42% na półrocze chłodne. Wśród pór roku największy udział w średniej rocznej sumie opadów ma lato (34%), następnie jesień (28%). Wielkość opadów przypadająca na zimę wynosi około 20% średniej sumy rocznej, natomiast na wiosnę około 18% tej średniej.

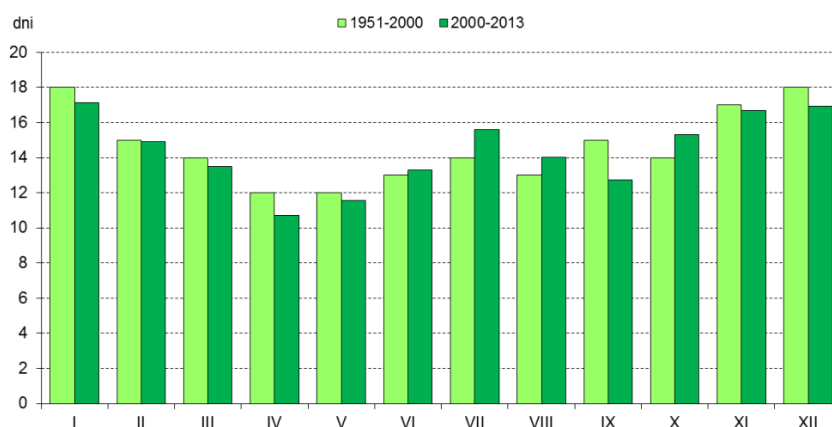
W przebiegu rocznym największa średnia suma opadów występuje od czerwca do października, kiedy to na każdy z miesięcy przypada co najmniej 50 mm opadu. Najmniejsza średnia suma opadów przypada na luty, marzec i kwiecień (28-32 mm).

Miesięczne sumy opadów w poszczególnych latach cechują się dużym zróżnicowaniem. Wartości te w porównaniu ze średnią wieloletnią mogą być większe nawet 3,5-krotnie (w październiku). Z drugiej strony, w większości miesięcy suma opadów może wynieść zaledwie kilka mm. Szczególnie dużym zróżnicowaniem cechuje się lipiec i październik.

Z punktu widzenia potrzeb klimatoterapii, turystyki i wypoczynku istotna jest liczba dni z opadem. Zgodnie z normami stosowanymi w bioklimatologii na terenach uzdrowiskowych i wypoczynkowych nie powinno występować więcej niż 183 dni z opadem w roku (czyli nie częściej niż co drugi dzień roku). Średnia roczna liczba dni z opadem

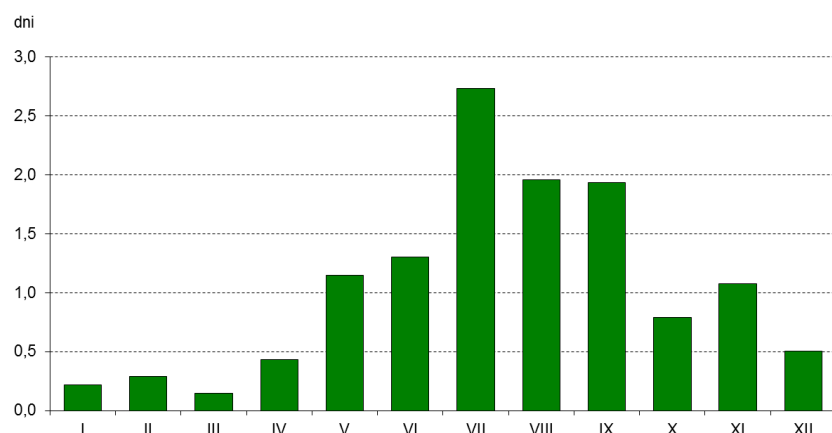
w latach 1951-2000 w Helu wyniosła 174, w Elblągu 170, natomiast w latach 2000-2013 w Helu około 173 dni. Według Knapika i Marcinkowskiej (2001) w Krynicy Morskiej w latach 1966-1975 średnia roczna liczba dni z opadem wyniosła 146. Na podstawie tych danych można stwierdzić, że w Krynicy Morskiej liczba dni z opadem w roku jest wyraźnie niższa od dopuszczanej normy.

Średnia liczba dni z opadem jest mało zróżnicowana w ciągu roku (ryc. 4). W większości miesięcy występuje średnio około 14 takich dni. Najmniej dni z opadem notowanych jest w kwietniu i maju (średnio około 12 w miesiącu), najwięcej w styczniu i grudniu (średnio około 18 w miesiącu).



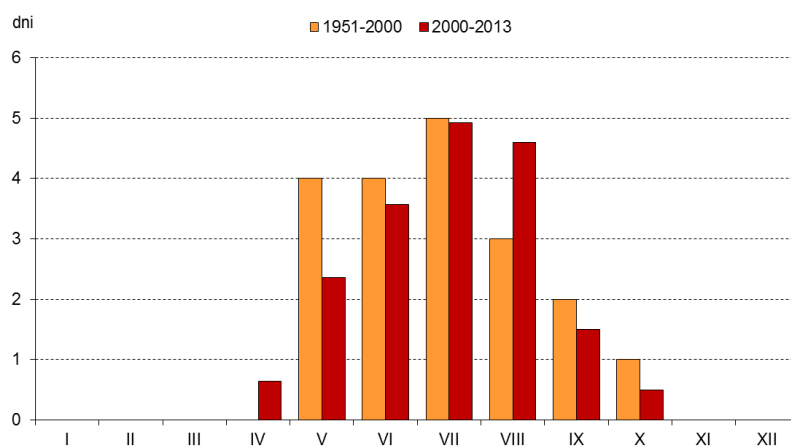
Rycina 4. Średnia liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm w Helu w latach 1951-2000 (Woś 2010) i 2000-2013

Średnia roczna liczba dni z opadem ≥ 10 mm w Helu w latach 2000-2013 wyniosła 12,5 (ryc. 5). Oznacza to, że tak duża suma opadu przypada średnio na co czternasty dzień z opadem. Maksimum w przebiegu rocznym dni z opadem ≥ 10 mm występuje w lipcu, minimum w marcu.



Rycina 5. Średnia liczba dni z opadem ≥ 10 mm w Helu (2000-2013)

Opady, zwłaszcza letnie, są często związane z występowaniem burz, które przez zmiany pola elektrycznego w czasie wyładowań oddziałują na człowieka, zwykle pogarszając jego samopoczucie. Średnia roczna liczba dni z burzą w latach 1951-2000 w Helu wyniosła 19, w Elblągu 23, i była dość mała w porównaniu z wartościami notowanymi na obszarze Polski. W latach 2000-2013 liczba tych dni w Helu była nieco mniejsza niż w drugiej połowie XX wieku i wyniosła 18. Burze najczęściej występują od maja do września, sporadycznie też w kwietniu i październiku (ryc. 6). W związku z tym, że burze są zjawiskami lokalnymi, dane z Helu mogą jedynie w przybliżony sposób prezentować warunki panujące w Krynicy Morskiej. W latach 1966-1975 w Krynicy Morskiej wystąpiło średnio w roku około 11 dni z burzą (Knapik, Marcinkowska 2001).



Rycina 6. Średnia liczba dni z burzą w Helu w latach 1951-2000 (Woś 2010) i 2000-2013

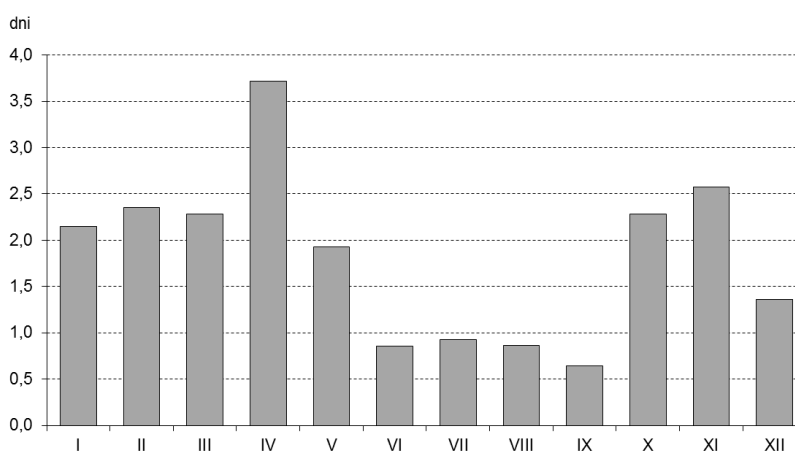
Mgła to zawiesina bardzo drobnych kropelek wody w powietrzu tworząca się bezpośrednio nad powierzchnią gruntu. Mgły są niekorzystnym zjawiskiem atmosferycznym dla klimatoterapii. Sprzyjają one utrzymywaniu się zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w powietrzu, ograniczają dopływ promieniowania słonecznego, zmniejszają widzialność, co razem powoduje pogorszenie samopoczucia człowieka i sprzyja zaostrzeniu wielu chorób.

Według informacji zawartych w *Atlasie klimatu Polski* (Lorenc red. 2005), w którym charakterystykę mgły wykonano na podstawie danych z lat 1971-2000, Krynica Morska znajduje się w regionie o średniej rocznej liczbie dni z mgłą w przedziale 40-50. W porównaniu z wartościami notowanymi na obszarze Polski wartość ta jest dość mała. Więcej dni z mgłą, powyżej 70, występuje w okolicy Chojnic i Zielonej Góry, na Wyżynie Małopolskiej oraz w górach. Mniej tych dni, poniżej 40, tworzy się na Nizinie Mazowieckiej, na Polesiu oraz w okolicy Władysławowa. Średnia roczna liczba dni z mgłą w Helu w latach

2000-2013 wyniosła około 22. W Krynicy Morskiej w latach 1966-1975 wystąpiło średnio w roku około 27 dni z mgłą (Knapik, Marcinkowska 2001).

Dni z mgłą częściej występują w półroczu chłodnym niż ciepłym (ryc. 7). Najwięcej dni z mgłą przypada jednak na kwiecień (średnio 3,5). Mgła od czerwca do września występuje średnio nie więcej niż w jednym dniu w miesiącu.

Zgodnie z obowiązującą normą liczba dni z mgłą nie może przekraczać w uzdrowisku 50 w okresie od października do marca oraz 15 w okresie od kwietnia do września. W Helu w latach 2000-2013 było ich średnio w tych okresach odpowiednio około 13 i 9. Na tej podstawie można stwierdzić, że w Krynicy Morskiej **norma liczby dni z mgłą zarówno w półroczu chłodnym, jak i w półroczu ciepłym jest zachowana.**



Rycina 7. Średnia liczba dni z mgłą w Helu (2000-2013)

Pokrywa śnieżna jest ważnym elementem klimatu z uwagi na możliwość terapii ruchowej zimą. Dodatkowym jej atutem jest to, że tłumi hałas i silnie odbija promieniowanie słoneczne wzmagając udział czynnych biologicznie promieni nadfioletowych w helioterapii, a także korzystnie oddziałuje na stan psychiczny człowieka.

Średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną w Helu w latach 1951-1990 zawierała się w przedziale 60-70 i była przeciętna na tle obszaru Polski (Woś 2010). W latach 2000-2013 liczba tych dni w Helu była mniejsza (około 48). W Krynicy Morskiej w latach 1966-1975 pokrywa śnieżna zalegała średnio przez około 58 dni w roku.

W latach 1951-1990 pierwsza pokrywa śnieżna w Helu pojawiała się średnio 8 grudnia, najwcześniej 9 listopada, najpóźniej 26 stycznia (w Elblągu odpowiednio 24 listopada, 24 października i 12 stycznia). Ostatnie wystąpienie pokrywy śnieżnej w Helu przypadało średnio 22 marca, najwcześniej 18 grudnia, najpóźniej 26 kwietnia (w Elblągu odpowiednio 1 kwietnia, 24 grudnia i 9 maja; Woś 2010). Przyjmując dane z Helu jako bardziej

reprezentatywne dla Krynicy Morskiej można stwierdzić, że pokrywa śnieżna w stosunku do większości obszaru Polski pojawia się w Krynicy późno, zanika zaś dość wcześnie.

Pokrywa śnieżna w latach 2000-2013 w Helu występowała od listopada do kwietnia (tab. 13). W przybliżeniu w co trzeci dzień z pokrywą śnieżną jej grubość była większa od 10 cm.

Tabela 13. Pokrywa śnieżna w Helu (2000-2013)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Liczba dni z pokrywą śnieżną	13,4	15,3	9,3	0,7	.	.	.	.	.	.	0,6	8,4	47,6
Liczba dni z pokrywą śnieżną > 10 cm	4,1	6,1	3,5	0,2	.	.	.	.	.	.	.	2,6	16,6

2.4. Warunki wietrzne

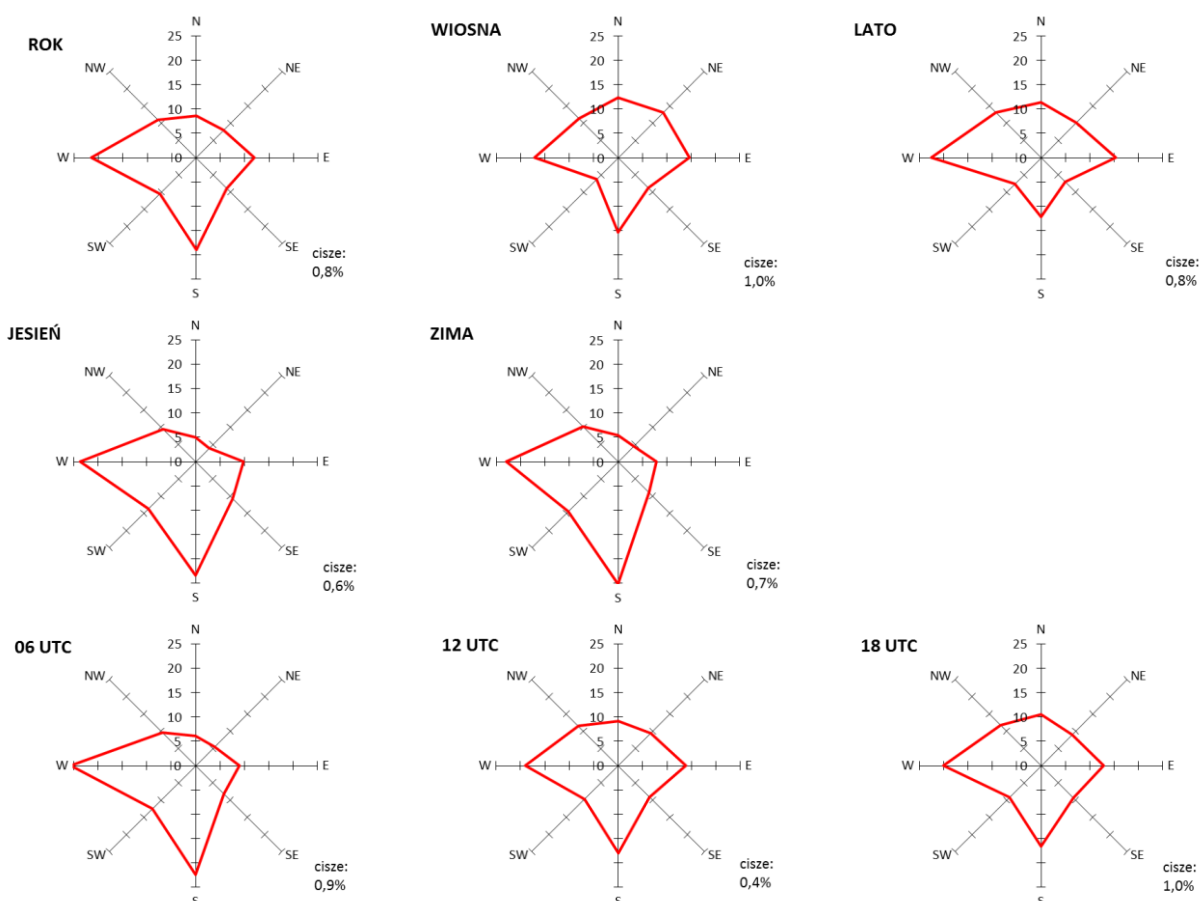
Ruch powietrza jest ważnym czynnikiem kształtującym subiektywne odczucia komfortu lub dyskomfortu termicznego. Ruch powietrza odgrywa istotną rolę w procesie wymiany ciepła między organizmem człowieka a otoczeniem (Błażejczyk 2004; Kozłowska-Szczęśna i in. 2002) oraz oddziałuje na stan psychofizyczny osób, wzmagając pobudliwość i stany depresyjne, czy powodując niepokój (Kozłowska-Szczęśna i in. 2004).

Kierunki wiatru w Krynicy Morskiej są uwarunkowane głównie czynnikami cyrkulacyjnymi, przy niewielkim udziale lokalnego ukształtowania powierzchni terenu. Do przedstawienia rozkładu kierunków wiatru w Krynicy wykorzystano dane z Helu z lat 2000-2013.

Rozkład kierunków wiatru w roku w Helu charakteryzuje się dość małym zróżnicowaniem. Najczęściej występuje tam wiatr zachodni (21,5%) i południowy (18,9%) (ryc. 8). Napływ powietrza z tego pierwszego kierunku jest uwarunkowany czynnikami cyrkulacyjnymi (dominacja w Polsce adwekcji powietrza z zachodu). Najrzadziej występuje wiatr północno-wschodni, północny i południowo-wschodni (odpowiednio 7,9, 8,5 i 8,9%). Wiatr z każdego z pozostałych kierunków notowany jest z częstością od 10 do 12%. Cisze są rzadkie, stanowią 0,8% przypadków w roku.

Na Mierzei Wiślanej w latach 1966-1975 w ciągu roku dominował wiatr południowo-zachodni (25% obserwacji), a więc wiejący generalnie wzdłuż jej brzegów, oraz wiatr zachodni (16% obserwacji) (Knapik, Marcinkowska 2001).

Między porami roku występują dość duże różnice w rozkładzie kierunków wiatru w Helu. Wiosną i latem częściej, w porównaniu do jesieni i zimy, występuje wiatr północny, północno-wschodni i wschodni. Dla jesieni i zimy charakterystyczny jest natomiast wzrost udziału wiatru południowego i południowo-zachodniego. Cisze najczęściej występują wiosną (1,0%).



Rycina 8. Rozkład kierunków wiatrów (%) w Helu (2000-2013)

Dość duże różnice w rozkładzie kierunku wiatru występują również między porami dnia. Rano częściej niż w południe i wieczorem występuje wiatr zachodni i południowy. W południe i wieczorem rozkład kierunku wiatru jest wyraźnie mniej zróżnicowany. Cisze są notowane rzadziej w południe (0,4%) niż rano (0,9%) i wieczorem (1,0%).

Średnia roczna prędkość wiatru w latach 1951-1980 w Helu wyniosła $4,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ i była wyraźnie większa w porównaniu z wartościami notowanymi na obszarze Polski (z wyjątkiem gór, tab. 14). Taka sama średnia prędkość wiatru wystąpiła w Krynicy Morskiej w latach 1966-1975 (Knapik, Marcinkowska 2001). Wielkość tego wskaźnika w latach 2000-2013 w Helu była mniejsza i wyniosła $3,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Występowanie dużej prędkości wiatru na Mierzei Helskiej i Wiślanej jest uwarunkowane ich położeniem między dwoma rozległymi zbiornikami wodnymi, gdzie powietrze nie napotykając przeszkód terenowych przemieszcza się szybciej niż nad lądem. Zróżnicowanie prędkości wiatru w przebiegu rocznym w Helu jest niewielkie. Większa średnia prędkość wiatru, powyżej $5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, występuje w półroczu chłodnym. Latem wartość tego wskaźnika jest mniejsza i wynosi około $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Średnia prędkość wiatru w południe ($4,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) jest nieco większa niż rano i wieczorem ($3,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Tabela 14. Prędkość wiatru w Helu (2000-2013)

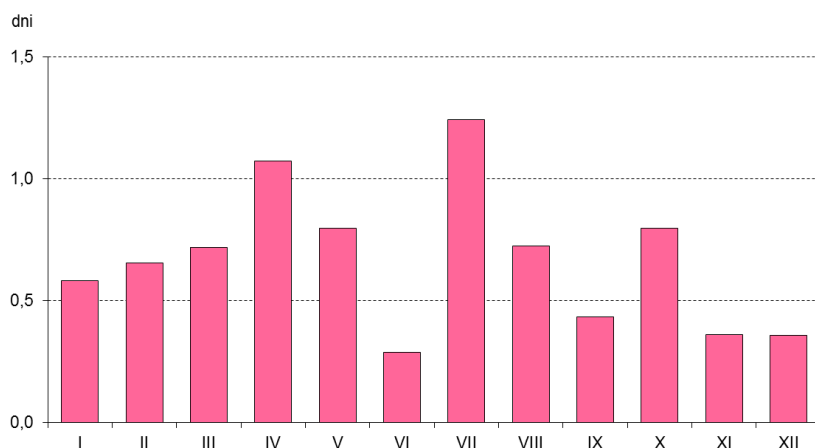
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
Śr. prędkość wiatru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) 1951-1980*	5,5	5,0	4,8	3,9	3,8	3,6	3,8	3,8	4,4	4,9	5,7	5,7	4,6
Śr. prędkość wiatru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	4,6	4,3	4,1	3,4	3,4	3,5	3,3	3,4	3,7	4,0	4,4	4,4	3,9
Śr. prędkość wiatru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) 06 UTC	4,5	4,2	3,9	3,1	3,2	3,4	3,2	3,3	3,7	3,9	4,4	4,3	3,8
Śr. prędkość wiatru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) 12 UTC	4,6	4,3	4,4	3,8	3,7	4,0	3,7	3,8	3,9	4,1	4,4	4,4	4,1
Śr. prędkość wiatru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) 18 UTC	4,6	4,3	3,9	3,3	3,2	3,3	3,1	3,3	3,6	4,0	4,5	4,4	3,8

* Woś 2010

Cisze atmosferyczne oraz wiatr o małej prędkości sprzyjają utrzymywaniu się w atmosferze wszelkich zanieczyszczeń, pogarszając okresowo lokalne warunki aerosanitarnie.

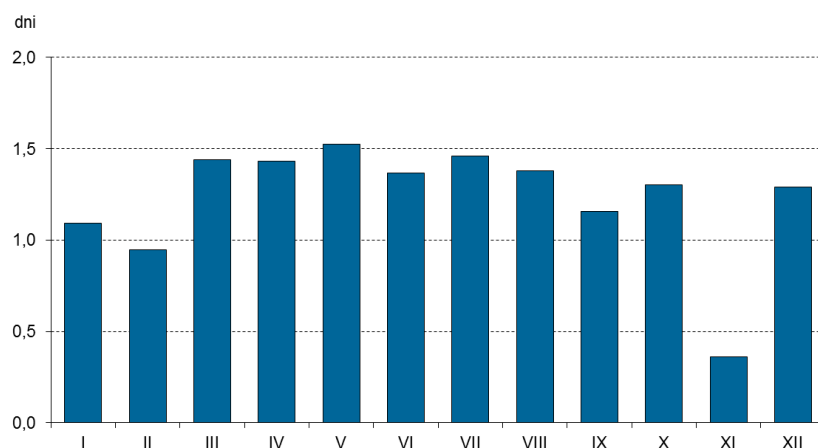
Według informacji zawartych na mapie rozkładu cisz atmosferycznych w Polsce, opracowanej na podstawie danych z lat 1951-1980 (Niedźwiedź i in., 1994), Krynica Morska znajduje się na obszarze ze średnią roczną liczbą dni z ciszą około 40. W porównaniu z liczbą dni z ciszą notowanych na obszarze Polski wartość ta jest przeciętna.

W latach 2000-2013 w Helu średnia roczna liczba dni z ciszą w choć jednym z trzech terminów obserwacyjnych w ciągu doby (6, 12 lub 18 UTC) wyniosła 8. Cisze najczęściej występują w kwietniu i lipcu (średnio w około 1 dniu) (ryc. 9). W latach 2000-2013 nie wystąpił ani jeden dzień z ciszą we wszystkich trzech terminach obserwacyjnych w ciągu doby.



Rycina 9. Średnia liczba dni z ciszą atmosferyczną w Helu (2000-2013)

Dni z małą średnią dobową prędkością wiatru, poniżej $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, w latach 2000-2013 w Helu wystąpiły średnio w około 15 dniach w roku (ryc. 10). Przebieg roczny tych dni jest mało zróżnicowany, jedynie w listopadzie dni te występują wyraźnie rzadziej.



Rycina 10. Średnia liczba dni z średnią dobową prędkością wiatru poniżej $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ w Helu (2000-2013)

Według informacji zawartych na mapie rozkładu w Polsce dni z wiatrem silnym, powyżej $10 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, opracowanej na podstawie danych z lat 1951-1980 (Niedźwiedz i in., 1994), Krynica Morska znajduje się na obszarze ze średnią roczną liczbą tych dni około 40. W porównaniu do liczby dni z wiatrem silnym notowanych na obszarze Polski wartość ta jest duża. Według Knapika i Marcinkowskiej (2001) przez około 90 dni w roku na Mierzei Wiślanej wieją wiatry z prędkością co najmniej $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Największe prędkości osiągają wiatry północno-zachodnie i północne jesienią, zimą i wiosną.

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że warunki wietrzne w Krynicy Morskiej są mało korzystne dla nieaktywnych form klimatoterapii (np. helioterapii). Średnia prędkość wiatru w Krynicy należy do największych w Polsce (poza górami). Cisze atmosferyczne notowane są dość rzadko, długie okresy bezwietrzne prawie nie występują. Wiatry silne występują często, jednak w okresie letnim jest ich wyraźnie mniej.

Oprócz ruchu powietrza ważnym bodźcem mechanicznym jest także ciśnienie atmosferyczne, a właściwie jego zmiany z dnia na dzień. Stopień odczucia wahań ciśnienia atmosferycznego zależy od ich wielkości. Zmiany średniej dobowej wartości ciśnienia (dp) są odczuwane następująco (Bokša, Boguckij, 1966):

dp (hPa)	odczucie zmian ciśnienia atmosferycznego:
$\leq 4,0$	- słabe,
4,1-8,0	- umiarkowane,
8,1-12,0	- silne,
$>12,0$	- bardzo silne.

W Helu dominują małe ($\leq 4 \text{ hPa}$) zmiany ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień (tab. 15). Średnio w roku stanowią one około 51% przypadków. Międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego odczuwane jako słabe występują najczęściej w lipcu i sierpniu

(około 67% przypadków), natomiast najrzadziej w grudniu (około 37% przypadków). Zmiany ciśnienia atmosferycznego odczuwane jako silne stanowią średnio w roku około 13% przypadków, zaś jako bardzo silne niespełna 8%. Bardzo silne bodźce związane ze zmianami ciśnienia atmosferycznego mają minimum od maja do sierpnia oraz maksimum w miesiącach zimowych. Międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego odczuwane jako bardzo silne najczęściej występują w grudniu (około 17%). Oznacza to, że w miesiącu tym występują średnio około 5 przypadków bardzo dużej zmiany ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień.

Tabela 15. Częstość (%) międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego w Helu (2000-2013)

<i>dp</i> (hPa)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	I-XII
≤4,0	38,7	39,0	42,1	50,5	56,3	62,0	66,7	67,5	56,4	47,4	45,0	37,3	50,8
4,1-8,0	29,8	28,8	29,3	28,3	33,4	30,6	28,5	25,2	30,2	26,2	25,6	30,0	28,8
8,1-12,0	16,2	17,1	17,2	15,5	9,3	5,5	3,8	6,3	9,2	16,7	18,2	15,9	12,6
>12,0	15,3	15,1	11,4	5,7	0,9	1,9	0,9	0,9	4,1	9,7	11,2	16,8	7,8

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.

Człowiek jest istotą stałocieplną. Podstawą prawidłowego funkcjonowania takich organizmów jest utrzymanie temperatury wewnętrznej na stałym poziomie (u człowieka – około 37°C), dlatego też procesy termoregulacyjne istot stałocieplnych dążą do zrównoważenia przychodów i strat ciepła. Wszelkie odchylenia od tego stanu powodują niebezpieczeństwo dla organizmu (przegrzanie lub wychłodzenie) i są dla niego dużym obciążeniem. Różnorodne procesy aklimatyzacyjne mają na celu zminimalizowanie różnic pomiędzy ilością ciepła docierającego do skóry i tkanki podskórnej (w wyniku przemian metabolicznych i pochłaniania promieniowania słonecznego) a ilością ciepła odprowadzanego do otoczenia (na drodze parowania, oddychania, przewodzenia, unoszenia i wypromieniowania długofalowego). Ogólne równanie bilansu cieplnego człowieka ma postać:

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

gdzie: M oznacza metaboliczną produkcję ciepła,

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

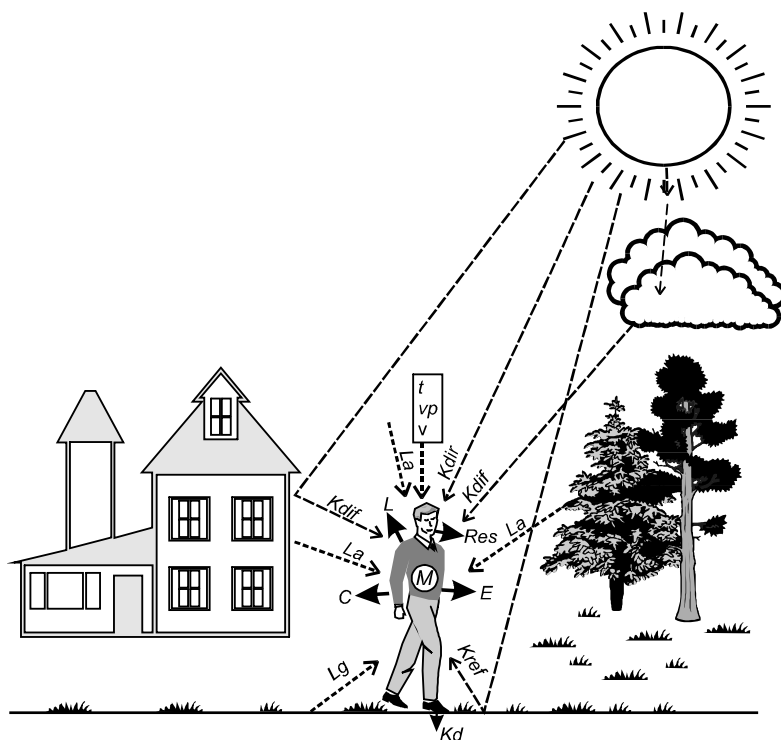
E – straty ciepła w wyniku parowania, czyli turbulentnego unoszenia ciepła utajonego,

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

Res – straty ciepła w wyniku oddychania,

Kd – wymiana ciepła poprzez przewodzenie.

Wymianę ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem określa jej saldo (S). W warunkach chwilowych obserwuje się bądź to przewagę zysków, bądź strat ciepła z organizmu, co prowadzi do zmian ilości ciepła, którym organizm dysponuje (ryc. 11).



Rycina 11. Człowiek i jego środowisko termiczne:

elementy meteorologiczne:

t – temperatura powietrza,
e – ciśnienie pary wodnej,
v – prędkość wiatru,

promieniowanie słoneczne:

Kdir – bezpośrednie,
Kdif – rozproszone,
Kref – odbite,

promieniowanie ciepłe:

La – promieniowanie zwrotne atmosfery i emitowane przez obiekty otoczenia,

Lg – emisja ciepła podłoża,

strumienie ciepła:

M – metaboliczny,

E – ewaporacyjny,

C – konwekcyjny,

Kd – kondukcyjny,

L – radiacyjny,

Res - respiracyjny

Do kompleksowej oceny warunków bioklimatycznych wykorzystano kilka wskaźników biotermicznych, będących wynikiem analizy bilansu cieplnego człowieka. Są to: temperatura odczuwalna (STI), wskaźnik stresu termofizjologicznego (PhS) 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 z południowego terminu obserwacyjnego (godzina 12 UTC).

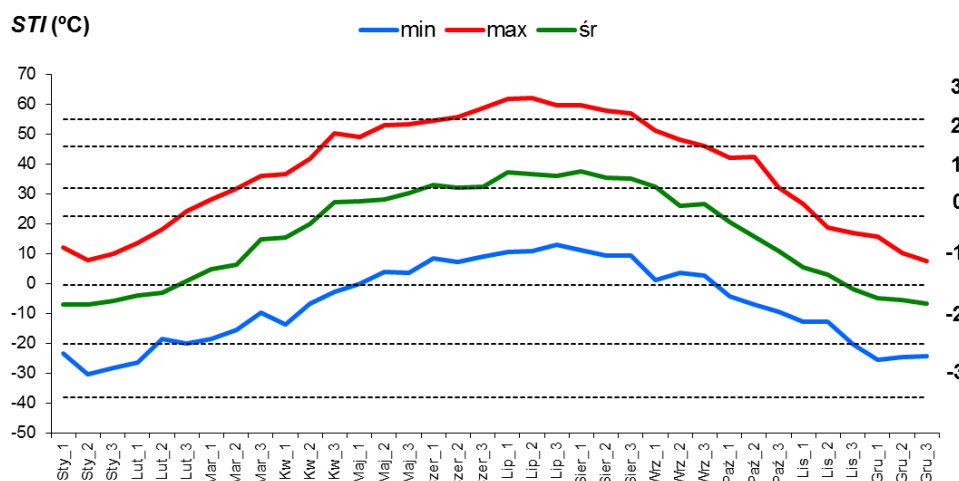
3.1. Temperatura odczuwalna

Odczucia cieplne powstają w wyniku oddziaływania bodźców termicznych atmosfery na receptory ciepła i zimna rozmieszczone w skórze. Intensywność bodźców termicznych jest ilustrowana przez wartości temperatury odczuwalnej ($STI [^{\circ}C]$):

$STI [^{\circ}C]$	Subiektywne odczucie cieplne:
poniżej -38,0	- mroźnie
od -38,0 do -20,0	- bardzo zimno
od -20,0 do -0,5	- zimno
od -0,4 do 22,5	- chłodno
od 22,6 do 32,0	- komfortowo
od 32,1 do 46,0	- ciepło

od 46,1 do 55,0 - gorąco
 od 55,1 do 70,0 - bardzo gorąco
 więcej niż 70,0 - upalnie.

Zakres kategorii odczuć cieplnych objął w analizowanym okresie (2000-2013) klasy od „bardzo zimno” (od końca listopada do połowy lutego) do „bardzo gorąco” (od połowy czerwca do początku września). Średnio, odczucia cieplne kształtują się w zakresie od „zimno” (od końca listopada do końca lutego) do „ciepło” (od początku czerwca do początku września). Warunki komfortu termicznego opisywane przez średnią wartość *STI* występują od połowy kwietnia do końca maja i od połowy września do początku października (ryc. 11). Wartość maksymalna *STI* (62,2°C) występuje w drugiej dekadzie lipca, zaś minimalna (-30,1°C) – w połowie stycznia. Zakres zmienności *STI* w ciągu roku osiąga wartość 92,3°C – podobną do notowanej w innych uzdrowiskach Regionu Nadmorskiego bioklimatycznej regionalizacji Polski (Błazejczyk 2004).

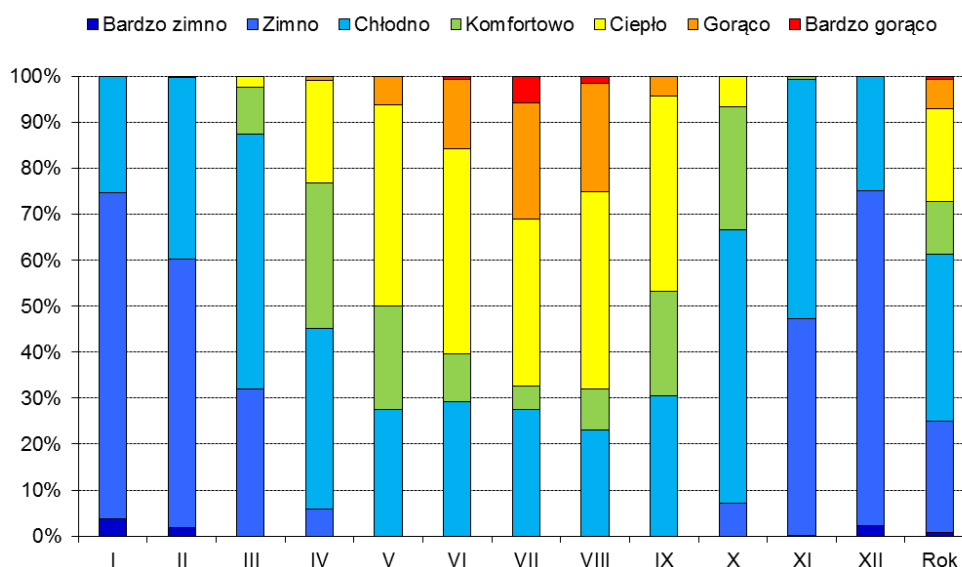


Rycina 11. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości temperatury odczuwalnej (*STI*) w Helu (2000-2013)

Odczucia cieplne: -3 – bardzo zimno, -2 – zimno, -1 – chłodno, 0 – komfortowo, 1 – ciepło, 2 – gorąco, 3 – bardzo gorąco.

W rejonie Krynicy Morskiej dominują odczucia cieplne związane z chłodem. Stanowią one ponad 60% dni w roku (ryc. 12). Największą częstością występowania charakteryzują się odczucia „chłodno” oraz „zimno”. Występują one odpowiednio w ponad 36% i 24% dni w roku. Odczucie „chłodno” jest obserwowane w każdym miesiącu – najczęściej jesienią i wiosną. Częstość skrajnego odczucia związanego z chłodem – „bardzo zimno”, jest największa w styczniu (około 4%). Ponad 27% wszystkich dni przypada na odczucia związane z ciepłem. Występują one od marca do października z największą

częstością w lipcu i w sierpniu (po 21 dni tych miesięcy). Skrajne odczucie związane z ciepłem – „bardzo gorąco” występuje najczęściej w lipcu (6%). Jest ono obserwowane w okresie od czerwca do sierpnia. Ten okres jest też najbardziej zróżnicowany pod względem możliwych kategorii odczuć cieplnych – każdego miesiąca obserwowanych jest 5 kategorii. Odczucia cieplne notowane o godzinie 12 UTC zawierają się w zakresie od „chłodno” do „bardzo gorąco”, a dominującym jest odczucie „ciepło”. Odczucie komfortu termicznego stanowi niemal 12% przypadków w ciągu roku. Występuje ono od lutego do listopada z największą częstością w kwietniu (32%).



Rycina 12. Częstość odczuć cieplnych (wg *STI*) w Helu (2000-2013)

3.2. Uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych

Do oceny obciążeń cieplnych organizmu wywołanych warunkami atmosferycznymi wykorzystano 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 $4 \text{ km} \cdot \text{godz.}^{-1}$.

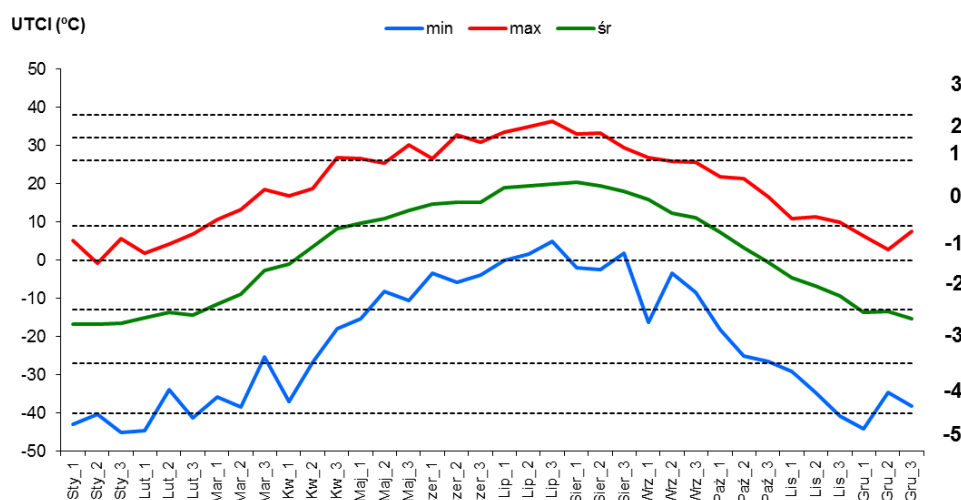
Skala oceny obciążeń cieplnych według wskaźnika *UTCI* opiera się na obiektywnych zmianach parametrów fizjologicznych organizmu, zachodzących pod wpływem warunków środowiskowych, a wartości wskaźnika są miarą obciążeń cieplnych organizmu (tab. 16).

Tabela 16. 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 do +46	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 do +38	Silny stres ciepła	Niezbędne uzupełnianie płynów 0,25 l/godz., pożądane korzystanie z miejsc zacienionych i okresowe zmniejszanie wysiłku fizycznego.
+26 do +32	Umiarkowany stres ciepła	Niezbędne uzupełnianie płynów 0,25 l/godz.
+9 do +26	Brak obciążeń cieplnych	Fizjologiczne procesy termoregulacji są wystarczające do zachowania komfortu cieplnego.
0 do +9	Łagodny stres zimna	Pożądane używanie rękawiczek i nakrycia głowy.
-13 do 0	Umiarkowany stres zimna	Należy zwiększyć wysiłek fizyczny oraz chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem.
-27 do -13	Silny stres zimna	Należy zwiększyć wysiłek fizyczny oraz chronić kończyny i twarz przed wychłodzeniem. Pożądane zwiększenie termoizolacyjności odzieży.
-40 do -27	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 Krynicy Morskiej średnie wartości *UTCI* utrzymują się w ciągu roku w zakresie od „silny stres zimna” (od początku grudnia do końca lutego) do „brak obciążeń cieplnych” (od początku maja do początku października) (ryc. 13). Najsilniejsze obciążenia cieplne związane z warunkami chłodu występują w trzeciej dekadzie stycznia. Wartość *UTCI* wynosi wtedy -45,2°C i oznacza „nieznosny stres zimna”. Największe natężenie obciążeń cieplnych związanych z wysoką temperaturą występuje pod koniec lipca. Wartość *UTCI* osiąga 36,4°C (kategoria „silny stres ciepła”) i wskazuje na występowanie latem warunków stosunkowo łagodnych. Podobne warunki występują również w czerwcu i w sierpniu, choć wartości *UTCI*, a zatem i natężenie stresu ciepła są w tym czasie nieco mniejsze. Należy

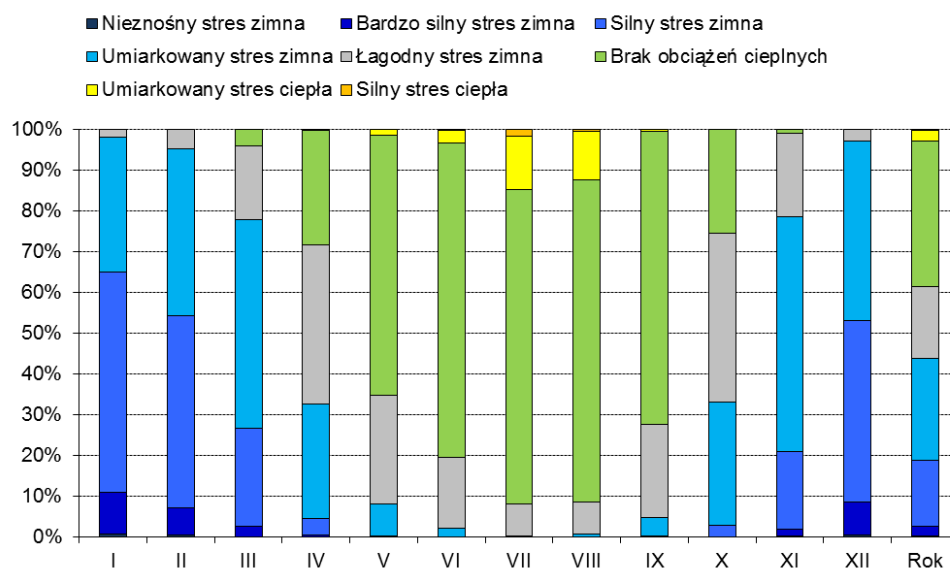
jednak pamiętać, że nawet wtedy organizm nie jest w stanie sam zbilansować przychodów ciepła i niezbędne są dodatkowe działania, mające na celu usunięcie ciepła z organizmu (zmiana stroju na lżejszy, kąpiel w chłodnej wodzie, okresowe korzystanie z pomieszczeń klimatyzowanych). Konieczne jest uzupełnianie płynów w ilości większej niż $0,25 \text{ l} \cdot \text{godz.}^{-1}$ oraz ograniczenie czasu przebywania w terenie otwartym, zwłaszcza w miejscach nasłonecznionych. Osoby zdrowe i w sile wieku powinny ograniczyć wysiłek fizyczny, a osoby osłabione, starsze i dzieci powinny go unikać.



Rycina 13. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych (*UTCI*) w Helu (2000-2013)

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.

W okolicach Krynicy Morskiej przeważają dni charakteryzujące się obciążeniami cieplnymi związanymi z zimnem. Największa częstość takich dni obserwowana jest w grudniu, w styczniu i w lutym (ryc. 14). Występują one, jako jedyne w tych miesiącach. Średnio w roku notuje się ponad 61% dni z obciążeniami cieplnymi powodowanymi przez warunki chłodu. Najsilniejsze obciążenia cieplne takimi warunkami („nieznosny stres zimna”) występują od listopada do lutego z największą częstością w styczniu (1%). W badanym wieloleciu zanotowano w sumie 8 takich dni. Warunki związane ze stresem ciepła występują od kwietnia do września. Stanowią one 2,7% wszystkich dni w roku. Dni ze stresem ciepła występują najczęściej w lipcu (15%). W badanym wieloleciu zanotowano w lipcu 7 dni z silnym stresem ciepła. W sumie zanotowano 10 takich dni. Pogoda cechująca się brakiem obciążeń cieplnych dominuje w okresie od maja do września – średnio 74% wszystkich dni tego okresu. Największy ich udział obserwowany jest sierpniu (ponad 79%).



Rycina 14. Częstość dni o różnym natężeniu stresu cieplnego (wg *UTCI*) w Helu (2000-2013)

Zgodnie z kryteriami oceny właściwości leczniczych klimatu przedstawionymi przez IGiPZ PAN (Kuchcik i in. 2013) na obszarach uzdrowiskowych w półroczu ciepłym (IV-IX) nie powinno występować więcej niż 15 dni z silnym i bardzo silnym stresem ciepła, zaś w półroczu chłodnym (X-III) nie więcej niż 45 dni z silnym i bardzo silnym stresem zimna.

W Krynicy Morskiej dni z silnym stresem ciepła wystąpiły 10 razy w okresie 14 lat (średnio 0,7 dnia w roku), zatem stres ciepła nie stanowi tu żadnego problemu i normy są dotrzymane. Z kolei silny i bardzo silny stres zimna występuje średnio przez 68 dni w roku, zatem znacznie przewyższa proponowaną normę, potwierdzając silnie bodźcowe i obciążające organizm człowieka oddziaływanie klimatu morskiego w okresie zimy.

3.3. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej

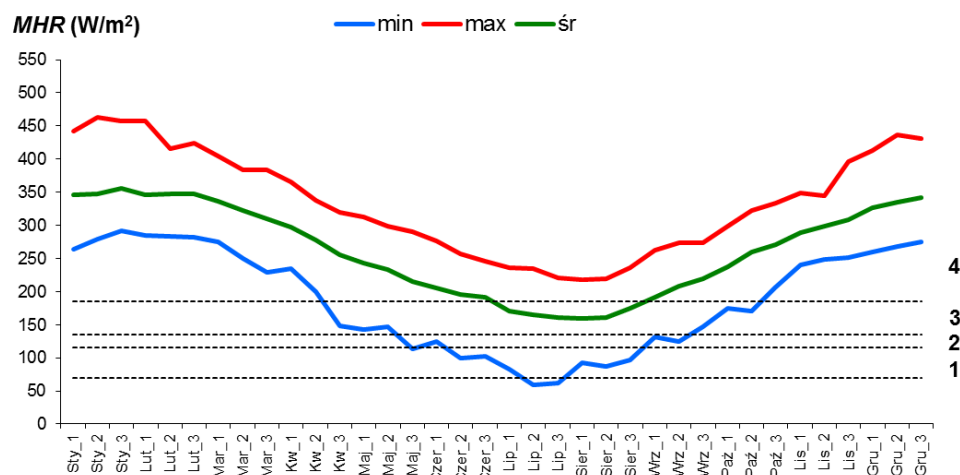
Bardzo ważną charakterystyką fizjologiczną jest częstotliwość tętna (*HR*). Charakterystyka ta określa liczbę uderzeń serca w ciągu jednej minuty. Na wartość *HR* wpływa zarówno aktywność fizyczna człowieka (tab. 17), jak i niektóre parametry meteorologiczne (temperatura powietrza, ciśnienie pary wodnej). 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.

Tabela 17. 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
zapasy	500	0,2-0,3

Warunki bioklimatyczne w okolicach Krynicy Morskiej pozwalają na stosowanie zabiegów klimatoterapeutycznych o zróżnicowanej aktywności (ryc. VI). W okresie od połowy października do końca kwietnia warunki termiczno-wilgotnościowe umożliwiają prowadzenie przede wszystkim aktywnej terenoterapii (gimnastyka, intensywne spacer, marsze, jazda rowerem, gry sportowe), która nie będzie nadmiernym obciążeniem dla układu krążenia. W lipcu aktywna terenoterapia może być uciążliwa dla osób z chorobami układu krążenia. Latem zwykle można korzystać ze wszystkich form klimatoterapii, jednak mogą pojawiać się dni, gdy sytuacja pogodowa (wysoka temperatura i wilgotność powietrza), ograniczy możliwość leczenia klimatycznego do helioterapii i aeroterapii.



Rycina 15. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości dopuszczalnej aktywności fizycznej (*MHR*) w Helu (2000-2013).

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

4. Kompleksowa ocena warunków pogodowych

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.

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

Do uwzględnionych biotermicznych cech warunków pogodowych należą:

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

Cechy biotermiczne pogody są określane na podstawie analizy bilansu cieplnego człowieka. Do obliczenia poszczególnych składników i charakterystyk bilansu cieplnego używa się modelu wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem, MENEX_2005 (Błażejczyk 2004).

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

W zastosowanej klasyfikacji pogody posłużono się cyfrowym zapisem analizowanych składników pogody. Kolejne cyfry zapisu określają kolejno: typ, podtyp i klasę pogody. Przy określaniu cech pogody korzystano z programu BioKlima©2.6 (www.igipz.pan.pl/geoeoklimat/blaz/bioklima.htm).

Typy pogody

Podstawową cechą warunków pogodowych są subiektywne odczucia cieplne człowieka, związane z przebywaniem w konkretnych warunkach otoczenia. Do oceny odczuć cieplnych zastosowano wskaźnik temperatury odczuwalnej (*STI*). Wartości tego wskaźnika są podstawą zaliczenia danych warunków pogodowych do jednego z poniższych typów:

Typ pogody	<i>STI</i> (°C)	Charakterystyka opisowa pogody:
-3	poniżej -38,0	- pogoda bardzo zimna
-2	od -38,0 aż do -0,5	- pogoda zimna
-1	od ponad -0,5 aż do 22,5	- pogoda chłodna
0	od ponad 22,5 aż do 32,0	- pogoda komfortowa
1	od ponad 32,0 aż do 46,0	- pogoda ciepła
2	od ponad 46,0 aż do 55,0	- pogoda gorąca
3	ponad 55,0	- pogoda bardzo gorąca.

Oznaczenie typu pogody znajduje się na pierwszej pozycji zapisu cyfrowego.

Podtypy pogody

W każdym z typów pogody wydziela się szereg jej podtypów, na podstawie intensywności: bodźców radiacyjnych, stresu termofizjologicznego oraz uczucia parności. Każdej z tych charakterystyk pogody przypisano odpowiednio: drugi, trzeci i czwarty znak zapisu cyfrowego.

Do oceny intensywności bodźców radiacyjnych zastosowano wartość promieniowania pochłoniętego przez człowieka (R'). Przyjęto następujące przedziały R' :

Drugi znak zapisu:	R' (W m ⁻²)	Bodźce radiacyjne:
1	poniżej 75	– słabe
2	od 75 do 150	– umiarkowane
3	ponad 150	– silne.

Trzeci znak zapisu informuje o rodzaju stresu termofizjologicznego, związanego z przebywaniem w terenie otwartym. Dokonuje się tego na podstawie wartości wskaźnika *PhS*:

Trzeci znak zapisu	<i>PhS</i>	Rodzaj stresu termofizjologicznego:
H	< 0,75	- stres gorąca
T	od 0,75 do 1,5	- warunki termoneutralne
C	ponad 1,5	- stres zimna

Czwarty znak zapisu cyfrowego oznacza natężenie uczucia parności, związanego z aktualnymi warunkami termiczno-wilgotnościowymi. Posłużono się w tym celu wartościami wskaźnika stresu cieplnego (*HST*):

Czwarty znak zapisu	HSI (%)	Intensywność parności:
0	do 30	- brak
1	od ponad 30 aż do 70	- umiarkowana
2	ponad 70	- duża.

Ostatecznie więc, w każdym typie pogody może potencjalnie wystąpić 18 jej podtypów (tab. 18). W praktyce jednak, pewne kombinacje elementów pogody wykluczają się (np. silne odczucie parności nie współwystępuje z fizjologicznym stresem zimna) lub też w pewnych typach pogody nie mogą pojawić się określone jej podtypy (np. w typie pogody zimnej i bardzo zimnej nie występują podtypy związane z fizjologicznym stresem gorąca i odczuciem parności).

Tabela 18. Podtypy pogody wyróżniane w obrębie każdego z siedmiu typów pogody i ich zapis cyfrowy. Schemat ogólny

	Termofizjologiczny stres zimna			Warunki termoneutralne			Termofizjologiczny stres gorąca		
Bodźce radiacyjne	Intensywność parności			Intensywność parności			Intensywność parności		
	brak	umiarkowana	duża	brak	umiarkowana	duża	brak	umiarkowana	duża
słabe	1C0	1C1	1C2	1T0	1T1	1T2	1H0	1H1	1H2
umiarkowane	2C0	2C1	2C2	2T0	2T1	2T2	2H0	2H1	2H2
silne	3C0	3C1	3C2	3T0	3T1	3T2	3H0	3H1	3H2

Klasy pogody

Poza wymienionymi wyżej charakterystykami biotermicznymi na możliwość pobytu w terenie otwartym i efektywność klimatoterapii wpływają bowiem bezpośrednio także niektóre elementy i zjawiska meteorologiczne.

Dla tych form aktywności człowieka, które wiążą się z całodobowym lub długotrwałym przebywaniem w terenie otwartym, ważna jest informacja o kontrastach termicznych w ciągu dnia, określonych poprzez dobową amplitudę temperatury (dt):

Piąty znak zapisu	dt (°C)	Dobowe kontrasty termiczne:
0	8 i mniej	- małe
1	ponad 8	- duże.

Ważnym elementem meteorologicznym, bardzo silnie oddziałującym na możliwość i przebieg klimatoterapii i rekreacji w terenie otwartym, są opady atmosferyczne. Do oceny tego elementu pogody zastosowano dobową sumę opadu (RR). Przyjęto, że opad o sumie dobowej wynoszącej co najmniej 1 mm ma istotne znaczenie dla efektywności klimatoterapii i rekreacji w terenie otwartym:

Szósty znak zapisu	RR (mm)	Dzień:
0	poniżej 1	- bez opadu
1	1 i więcej	- z opadem.

Kolejnym elementem pogody jest pokrywa śnieżna (SC). Przyjęto, że warunki przydatne dla uprawiania narciarstwa występują dopiero wtedy, gdy grubość pokrywy śnieżnej wynosi co najmniej 10 cm:

Siódmy znak zapisu	SC (cm)	Dzień:
0	poniżej 10	- bez śniegu
1	10 i więcej	- ze śniegiem.

Tak więc, w każdym z podtypów pogody można wyróżnić osiem jej klas, związanych z występowaniem wymienionych wyżej cech warunków meteorologicznych (tab. 19).

Tabela 19. Klasy pogody występujące w każdym z podtypów pogody

Dobowe	Dzień bez opadu		Dzień z opadem	
kontrasty termiczne	Dzień bez pokrywy śnieżnej	Dzień z pokrywą śnieżną	Dzień bez pokrywy śnieżnej	Dzień z pokrywą śnieżną
małe	000	001	010	011
duże	100	101	110	111

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

- zapis -2_2C0_011 oznacza pogodę zimną, z umiarkowanymi bodźcami radiacyjnymi i termofizjologicznym stresem zimna i brakiem uczucia parności, a także z małymi dobowymi kontrastami termicznymi, wystąpieniem opadu i pokrywy śnieżnej,
- zapis 2_3H1_100 oznacza pogodę gorącą, z silnymi bodźcami radiacyjnymi i termofizjologicznym stresem gorąca oraz umiarkowanym uczuciem parności, a także z dużymi dobowymi kontrastami termicznymi, bez opadu i pokrywy śnieżnej.

4.1. Ocena pogody z punktu widzenia klimatoterapii

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

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

- rekreacji narciarskiej (ST).

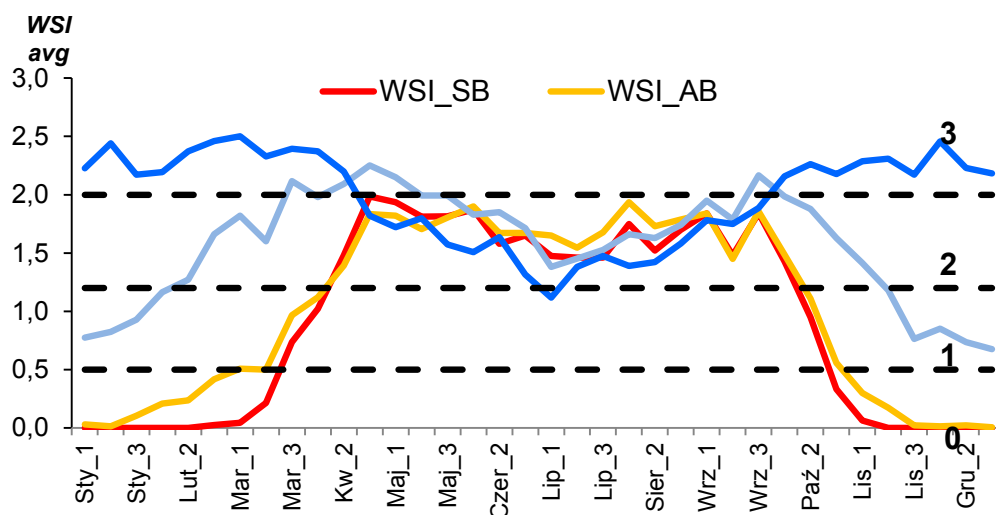
Zastosowano trzystopniowy wskaźnik oceny pogody (WSI): pogoda przydatna bez ograniczeń ($WSI=3$), pogoda przydatna z ograniczeniami ($WSI=1$), pogoda nieprzydatna ($WSI=0$).

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 16 zestawiono informacje o przydatności pogody, podczas kolejnych miesięcy, do helioterapii, aeroterapii i terenoterapii. Pominięto przebieg roczny wskaźnika oceny dla rekreacji narciarskiej z uwagi na bardzo małe jego wartości, które w żadnej z dekad nie przekroczyły 0,5 (pogoda niekorzystna). Do oceny warunków pogodowych w Krynicy Morskiej wykorzystano codzienne obserwacje meteorologiczne z okresu 2000-2013 ze stacji meteorologicznej w Sandomierzu.

Pogoda przydatna do stosowania zabiegów helioterapeutycznych, w odzieży dostosowanej do aktualnej temperatury powietrza, panuje od drugiej dekady kwietnia do końca września. W okresie tym można także z powodzeniem korzystać z aeroterapii, czyli przebywania w miejscach zacienionych w stroju dostosowanym do panującej temperatury powietrza. Łagodne formy terenoterapii, czyli leczenia ruchem w terenie otwartym, mogą być stosowane od lutego do połowy listopada. Warunki najkorzystniejsze panują na przełomie kwietnia i maja oraz we wrześniu i na początku października. Także z intensywnych form terenoterapii można korzystać przez cały rok. Jednakże latem dość często obserwuje się pogodę nieprzydatną dla tych form leczenia klimatycznego, z uwagi na pojawiające się wtedy obciążające warunki termiczno-wilgotnościowe.

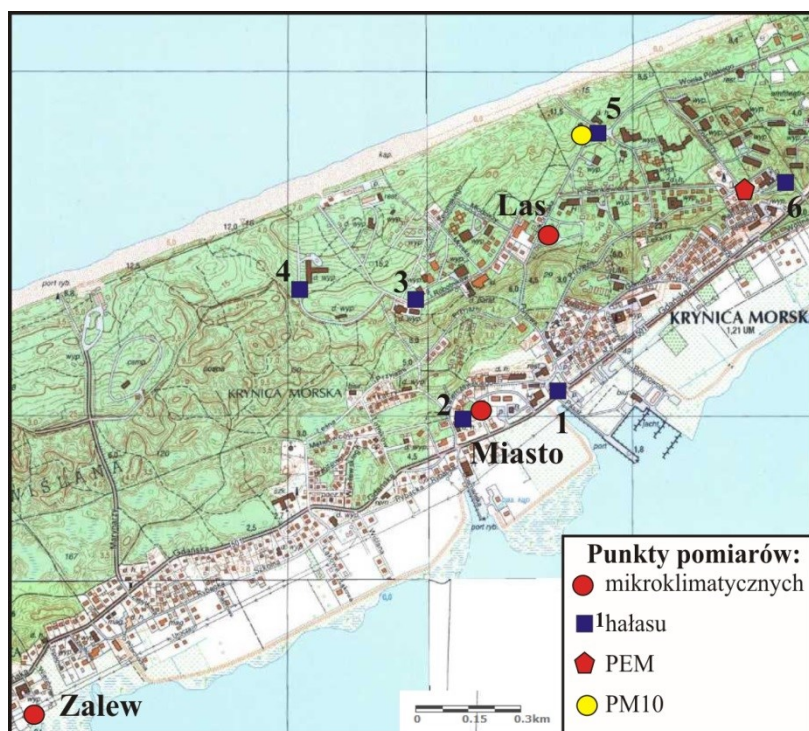


Rycina 16. Ocena przydatności pogody dla różnych form klimatoterapii (WSI_{avg}) w rejonie Krynicy Morskiej;
 0 – warunki niekorzystne, 1 – warunki mało korzystne, 2 – warunki korzystne, 3 – warunki bardzo korzystne.

Tak więc, z różnorodnych form leczenia klimatycznego można w Krynicy Morskiej korzystać przez cały rok. **Okres najdogodniejszy dla klimatoterapii trwa od końca marca do początku października**, kiedy to, zależnie od aktualnych warunków solarnych, termicznych, wietrznych i opadowych można stosować jedną lub kilka form leczenia klimatycznego przez większość kuracjuszy. W lipcu uciążliwość warunków pogodowych mogą okresowo odczuwać osoby cierpiące na astmę oraz zaburzenia kardiologiczne. W pozostałej części roku warunki bioklimatyczne mogą być wykorzystywane do leczenia, rehabilitacji i profilaktyki zdrowotnej większości osób. Jednakże zimą z leczenia klimatycznego mogą bezpiecznie korzystać osoby w sile wieku, o sprawnie działającym układzie termoregulacyjnym i krwionośnym.

5. Ocena warunków klimatycznych w skali lokalnej

W celu oceny zróżnicowania klimatu lokalnego Krynicy Morskiej przeprowadzono serię pomiarów mikroklimatycznych w okresie od 2 października do 27 listopada 2015 roku w 3 punktach. Badania prowadzono w miejscach reprezentujących najważniejsze formy rzeźby i pokrycia terenu, a także jego zagospodarowania (ryc. 17).



Rycina 17. Lokalizacja punktów pomiarów mikroklimatycznych IGiPZ PAN, natężenia hałasu oraz natężenia pól elektromagnetycznych w Krynicy Morskiej

Stanowiska pomiarowe zlokalizowano w następujących punktach:

Zalew – w odległości ok. 10 m od wód Zalewu Wiślanego, w strefie zbiorowisk szuwarowych, na tyłach Hotelu Krynica, przy ul. Orzechowej 4, wysokość ok. 0 m n.p.m.;

Miasto – w ogródku na tyłach Pensjonatu Polonia, ul. Świerczewskiego 19, wysokość ok. 5 m n.p.m.;

Las – las wokół Sanatorium Albatros, ul. Korczaka 2, łagodny stok o ekspozycji południowej, jedna z najwyżej położonych części miasta, stanowisko najlepiej prezentujące planowaną strefę A ochrony uzdrowiskowej, wysokość ok. 22 m n.p.m.

Pomiary obejmowały: temperaturę i wilgotność powietrza na wysokości 1,5 m nad gruntem. Pomiary prowadzono za pomocą minirejestratorów HOB0 Pro firmy Onset Computers. Rejestrowały one średnie 10-minutowe wartości temperatury i wilgotności

względnej powietrza, z których następnie obliczono wartości średnie dobowe, minimalne oraz maksymalne (ryc. 18).



Rycina 18. Zdjęcia stanowisk pomiarowych warunków termiczno-wilgotnościowych: Miasto, Las (zdjęcia górne) oraz Zalew (zdjęcie dolne)

Pomiary topoklimatyczne wykonywano jesienią, pod koniec okresu wegetacyjnego, kiedy zróżnicowanie termiczne pomiędzy różnymi formami zagospodarowania terenu się zmniejsza. Jednak o ile w pełni okresu wegetacyjnego, zwłaszcza podczas pogody bezchmurnej i słonecznej, różnice między tymi typami pokrycia terenu byłyby znacznie większe, to tendencja lub kierunek różnic – ten sam.

Średnia dobowa temperatura powietrza w okresie badań terenowych wahała się od $1,5^{\circ}\text{C}$ do $15,1^{\circ}\text{C}$. Średnie warunki termiczne w analizowanych miejscach różniły się od siebie zaledwie o $0,1^{\circ}\text{C}$, dlatego na rycinie 19 przedstawiono temperatury ekstremalne, minimalna (najniższą w ciągu dnia) oraz maksymalną (najwyższą), które wykazują nieco większe różnice pomiędzy różnymi miejscami.

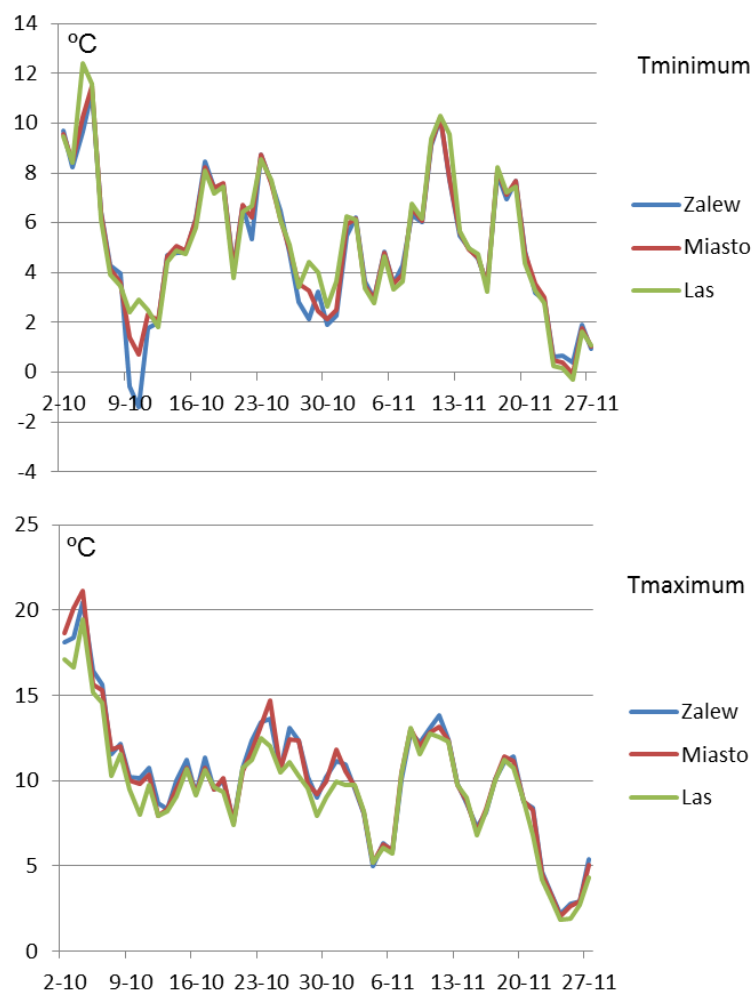
W przypadku temperatury minimalnej widoczny jest jeden okres, w którym wyraźnie różnicuje ona stanowiska. W dniach 9 i 10 października temperatura minimalna nad **Zalewem**

spadła do $-1,4^{\circ}\text{C}$ i była o 2°C niższa w porównaniu z **Miastem** i o $4,3^{\circ}\text{C}$ w porównaniu z **Lasem** (ryc. 19). W pozostałych dniach, z niewielkimi wyjątkami, temperatura minimalna na poszczególnych stanowiskach była podobna do siebie. Na przebiegu temperatury maksymalnej widać, że najczęściej w ciągu dnia najcieplejsze jest **miasto**, choć bywało, że najbardziej nagrzewało się stanowisko nad **Zalewem**. Najchłodniejszy było prawie zawsze stanowisko usytuowane w **lesie**, chronione przed bezpośrednią insolacją. Największa różnica temperatury maksymalnej pomiędzy miastem a lasem wyniosła $3,5^{\circ}\text{C}$ (3.10).

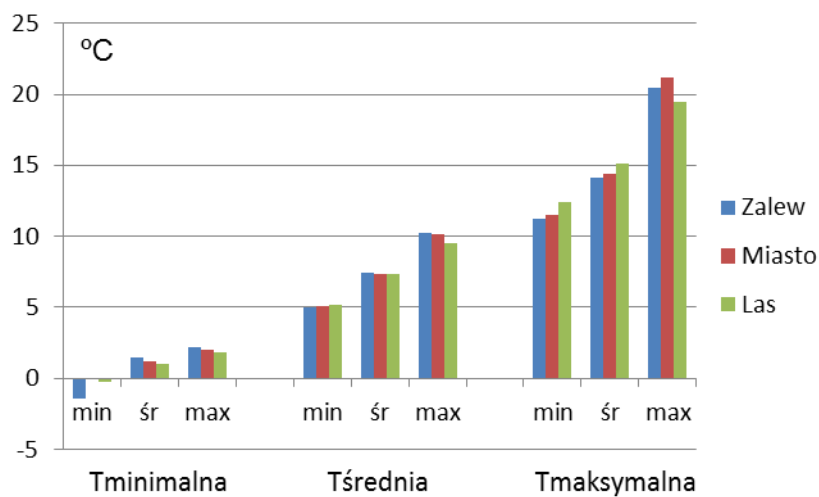
W ogóle największe zróżnicowanie pomiędzy stanowiskami zanotowano na początku okresu pomiarowego, kiedy temperatura powietrza była dość wysoka i drzewa były ulistnione. Można przypuszczać, że w pełni sezonu wegetacyjnego różnice termiczne w Krynicy Morskiej są znacznie większe.

Zestawienie najwyższych, średnich i najniższych wartości średniej dobowej oraz minimalnej i maksymalnej temperatury powietrza w różnych miejscach Krynicy Morskiej pokazuje, że najsilniej zróżnicowana jest w Krynicy Morskiej temperatura maksymalna i wynika to głównie z ograniczenia dopływu promieniowania do wnętrza lasu, w którym zlokalizowanych jest wiele ośrodków wypoczynkowych i sanatoriów (ryc. 20). Jest to cecha lasu, który zapobiega silnemu nagrzaniu powietrza w ciągu dnia, zaś nocą powierzchnia koron drzew chroni przygruntową warstwę powietrza przed wychłodzeniem.

Średnia minimalna temperatura powietrza (notowana zazwyczaj nad ranem) wyniosła: $1,5^{\circ}\text{C}$ nad **Zalewem**, $1,2^{\circ}\text{C}$ w **mieście** oraz $1,0^{\circ}\text{C}$ w **lesie**, zaś średnia maksymalna (notowana w godzinach wczesnopopołudniowych) wyniosła odpowiednio: $14,1^{\circ}\text{C}$, $14,4^{\circ}\text{C}$ i $15,1^{\circ}\text{C}$. Zatem jesienią w Krynicy Morskiej średnio najcieplej było w lesie, ale było to wynikiem osłabionego wychładzania w tym obszarze. Biorąc pod uwagę absolutne, najniższe i najwyższe wartości temperatury zanotowane w badanym okresie – sytuacja wygląda odmiennie. Najniższe zanotowane wartości temperatury powietrza wyniosły: $-1,4^{\circ}\text{C}$ nad **Zalewem**, $-0,1^{\circ}\text{C}$ w **mieście** i $-0,3^{\circ}\text{C}$ w **lesie**, najwyższe odpowiednio: $20,5^{\circ}\text{C}$, $21,2^{\circ}\text{C}$ i $19,5^{\circ}\text{C}$. Zatem powietrze najsilniej wychładzało się nad **Zalewem**, zaś najmocniej nagrzewało w **mieście** (ryc. 20, tab. 20). Obszary odsłonięte wychładzają się w nocy bardzo szybko, te położone nad terenami podmokłymi – nieco wolniej, ale także wychładzają się istotnie. Powierzchnie sztuczne, cechujące się odmiennymi od naturalnych właściwościami cieplnymi, łatwo się nagrzewają gromadząc w ciągu dnia znacznie ilości ciepła, które powoli oddawane nocą do atmosfery powoduje podwyższenie temperatury powietrza w stosunku do obszarów otaczających. Dlatego też nad ranem, w okresie najniższej temperatury powietrza w ciągu doby, obszary zabudowane są cieplejsze od terenów odsłoniętych.

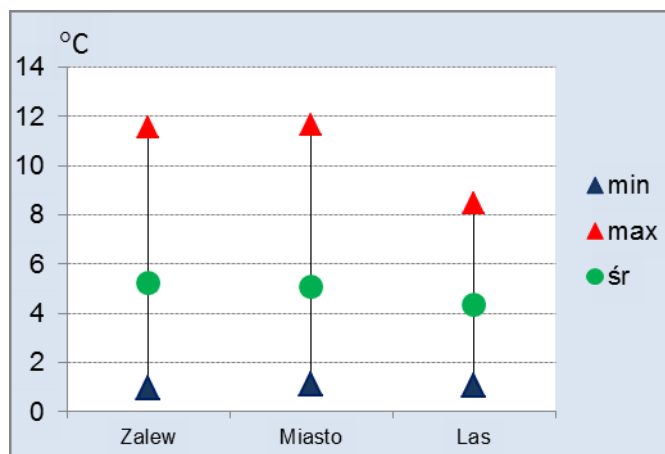


Rycina 19. Średnia minimalna oraz maksymalna temperatura powietrza w Krynicy Morskiej w okresie 2.10-27.11.2015 r.



Rycina 20. Najwyższe, średnie i najniższe wartości średniej dobowej temperatury powietrza oraz minimalnej i maksymalnej w okresie badań w różnych miejscach Krynicy Morskiej

Konsekwencją pomiarów prowadzonych jesienią są małe różnice dobowej amplitudy temperatury powietrza (różnicy między najwyższą i najniższą temperaturą powietrza w ciągu doby). Średnia amplituda dobowa temperatury waha się od 4,3°C na stanowisku **Las**, przez 5,0°C w **Mieście**, po 5,2°C nad **Zalewem** (ryc. 21, tab. 20). Mała amplituda temperatury powietrza na stanowisku **Las** jest cechą charakterystyczną obszarów zadrzewionych, sprzyjająca wykorzystywaniu ich do celów terenoterapii.



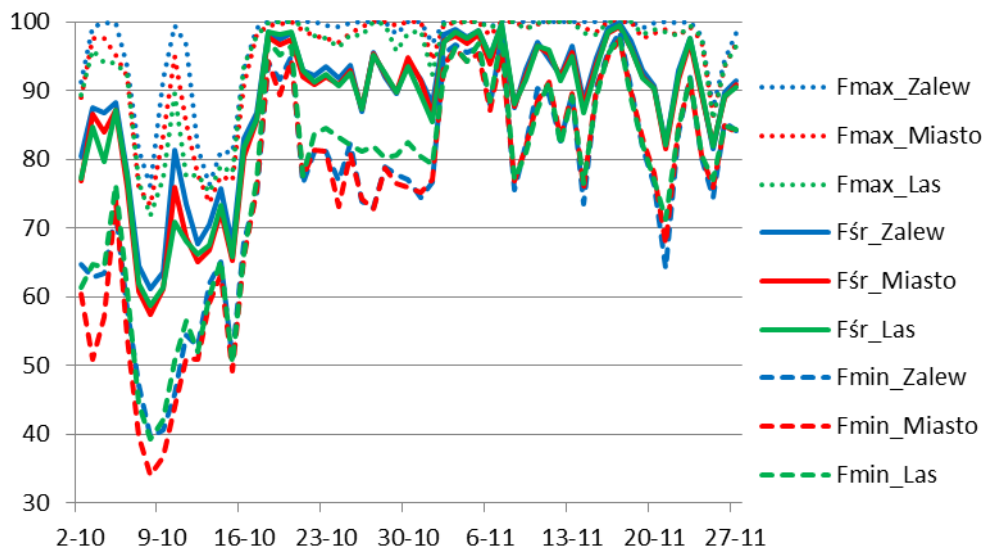
Rycina 21. Amplituda temperatury powietrza w Krynicy Morskiej w okresie 2.10-27.11.2015 r.

Zakres temperatury powietrza zanotowany w okresie pomiarów topoklimatycznych w Krynicy Morskiej był niewielki i wahał się od 19,7°C w **Lesie** do 21,9°C nad **Zalewem** (tab. 20).

Tabela 20. Średnia minimalna, dobowa i maksymalna temperatura powietrza oraz zakres wahań temperatury w okresie badań w różnych miejscach Krynicy Morskiej

Stanowisko		Zalew	Miasto	Las
MIN	min	-1,4	-0,1	-0,3
	śr	5,0	5,1	5,2
	max	11,2	11,5	12,4
ŚREDNIA	min	1,5	1,2	1,0
	śr	7,4	7,4	7,3
	max	14,1	14,4	15,1
MAX	min	2,2	2,0	1,8
	śr	10,2	10,1	9,6
	max	20,5	21,2	19,5
Amplituda temperatury w okresie badań		21,9	21,2	19,7

Ważnym elementem klimatu, wpływającym nie tylko na odczuwanie bodźców termiczno-wilgotnościowych, ale także na tworzenie się niekorzystnych zjawisk pogodowych i aerosanitarnych (mgły radiacyjne, inwersje temperatury powietrza, stagnacja zanieczyszczeń w przygruntowej warstwie powietrza) jest wilgotność powietrza (ryc. 22).



Rycina 22. Przebieg wilgotności powietrza (%) w Krynicy Morskiej w okresie 2.10-27.11.2015 r.

Średnia wilgotność względna z okresu pomiarów była wysoka i nie wykazywała zróżnicowania między stanowiskami: wyniosła 87% (**Las**, **Miasto**) i 89% (**Zalew**). Podobnie jak w przypadku temperatury powietrza, różnice wilgotności powietrza były wyraźniejsze w analizie jej najwyższych i najniższych wartości, a zależały głównie od odległości od linii brzegowej Zatoki Gdańskiej i Zalewu Wiślanego, ale także, w mniejszym stopniu, od wilgotności podłoża. Dlatego też najniższą wilgotność względną w okresie pomiarów (34%) zanotowano na stanowisku **Miasto**. Najwyższą z kolei, 100%, zgodnie z oczekiwaniem, notowano przez połowę dni obserwacyjnych nad **Zalewem**. Maksymalną wilgotność względną zanotowano w 24,5% dni pomiarowych w **Lesie** i 26% na stanowisku **Miasto**, położonym zaledwie ok. 300 m od brzegu Zalewu Wiślanego. Wskazuje to, że o wilgotności powietrza w Krynicy Morskiej decyduje nie zagospodarowanie terenu, a odległość od oblewających mierzeję akwenów (ryc. 22).

Położenie Krynicy Morskiej na mierzei, jej zróżnicowania topografia oraz znaczny udział lasów (które są oszczędnie wycinane przy kolejnych inwestycjach tak, że wiele ośrodków wypoczynkowych jest otoczona lasem) powoduje spore zróżnicowanie klimatu lokalnego. Zależy ono głównie od odległości od Zatoki Gdańskiej i Zalewu Wiślanego oraz od stopnia zalesienia. Pomiarzy prowadzone jesienią wskazują znaczne zróżnicowanie klimatu

lokalnego, które staje się wyraźniejsze wiosną i latem, w pełni sezonu wegetacyjnego. **Ogólnie zróżnicowanie termiczno-wilgotnościowe Krynicy Morskiej jest duże i stanowi duży bodziec dla organizmu człowieka.** Całe miasto, z racji na położenie na mierzei, narażone jest na silne wiatry, które odgrywają pozytywną rolę w dyspersji zanieczyszczeń, ale przede wszystkim w dostarczaniu aerozolu morskiego. Wyjątek stanowią wnętrza lasu w centralnej części mierzei. Linia brzegowa zarówno Zalewu Wiślanego, jak i Zatoki Gdańskiej jest szczególnie narażona na duże wahania temperatury powietrza, zwłaszcza znaczne spadki nad ranem. Te same obszary cechują się wysoką wilgotnością powietrza, ale z drugiej strony są dobrze przewietrzane. Łagodniejsze warunki panują w lesie w centralnej części Krynicy, gdzie zlokalizowanych jest także większość ośrodków wypoczynkowych i sanatoryjnych.

Krynica Morska oferuje szeroki zakres bodźcowości klimatu lokalnego: od bardzo dużej w przybrzeżnej strefie Zatoki Gdańskiej i Zalewu Wiślanego, przez dużą w szczytowych partiach zalesionych wydmy po umiarkowaną na południowych, zacisznych, zalesionych stokach wydmy i w położonym w sąsiedztwie obszarze zabudowanym.

6. Stan sanitarny powietrza

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

Pyły zawieszone stanowią poważny czynnik chorobotwórczy – osiadają na ściankach pęcherzyków płucnych utrudniając wymianę gazową. 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. 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 mutageny 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 drażniąco 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. Niezwykle groźny dla organizmu jest **tlenek węgla (czad)**, który może powodować ciężkie zatrucia, a nawet śmierć organizmu. Tlenek węgla pochłaniany jest przez płuca, skąd przenika do krwi i łączy się trwale z hemoglobina zawartą w czerwonych krwinkach. Wytworzona w ten sposób karboksyhemoglobina jest niezdolna do przenoszenia tlenu. Objawami zatrucia tlenkiem węgla są bóle i zawroty głowy, oszołomienie, duszności, nudności wymioty, przyspieszony oddech, kołatanie serca, a w końcu utrata przytomności. Po zatruciach możliwe są powikłania – nerwobóle, uszkodzenie ośrodkowego układu nerwowego, zmiany w czynnościach płuc i serca.

Substancją wysoce rakotwórczą i toksyczną jest **benzen**. Działa toksycznie przez drogi oddechowe, w kontakcie ze skórą i po połykaniu. Benzen uszkadza układ krwiotwórczy szpiku kostnego: powoduje skazę krwotoczną, zmniejszenie liczby białych krwinek (leukopenię), niedokrwistość. Benzen może powodować krwawienie dziąseł, krwawienie z nosa, siniaczenie skóry, długotrwałe krwawienia po skaleczeniach, usunięciu zęba, przedłużone miesiączki. 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 (CIOP 2013).

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. 21).

Tabela 21. 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	
Nazwa substancji	Okres uśredniania wyników pomiarów	Docelowy poziom substancji w powietrzu ($\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$)	Termin osiągnięcia poziomu docelowego substancji
Arsen	rok kalendarzowy	6	2013
Benzo(a)piren	rok kalendarzowy	1	2013
Kadm	rok kalendarzowy	5	2013
Nikiel	rok kalendarzowy	20	2013

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.

Ocena stanu sanitarnego powietrza w analizowanym obszarze została opracowana na podstawie: (1) informacji o aktualnym stanie zanieczyszczenia powietrza w Krynicy Morskiej, przekazanych przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Gdańsku (pismo WM.7016.1.285.2015.jj z 15 października 2015 r. – Załącznik 1), (2) raportów rocznych Wydziału Monitoringu Środowiska WIOŚ w Gdańsku za lata 2011-2014 (WIOŚ 2012, 2013, 2014, 2015) oraz (3) pomiarów stężenia pyłu zawieszonego PM10 prowadzonych w dniu 28 listopada 2015 r.

W Krynicy Morskiej (1,5 tys. mieszkańców) nie prowadzi się stałych pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza. Najbliższe stacje prowadzące takie pomiary znajdują się: (1) w Elblągu (25 km od Krynicy Morskiej, 122 tys. mieszkańców) na terenie województwa warmińsko-mazurskiego oraz w (2) Malborku (47 km od Krynicy Morskiej, 39 tys. mieszkańców), (3) Gdańsku-Stogach (50 km od Krynicy Morskiej, 461 tys. mieszkańców) i (4) Tczewie (54 km od Krynicy Morskiej, 61 tys. mieszkańców) na terenie województwa pomorskiego. Stacje te są dość znacznie oddalone od analizowanego obszaru lub położone są w dużo większych miejscowościach o innej fizjonomii. Z tego względu mogą być one niereprezentatywne dla sytuacji w rozpatrywanej miejscowości.

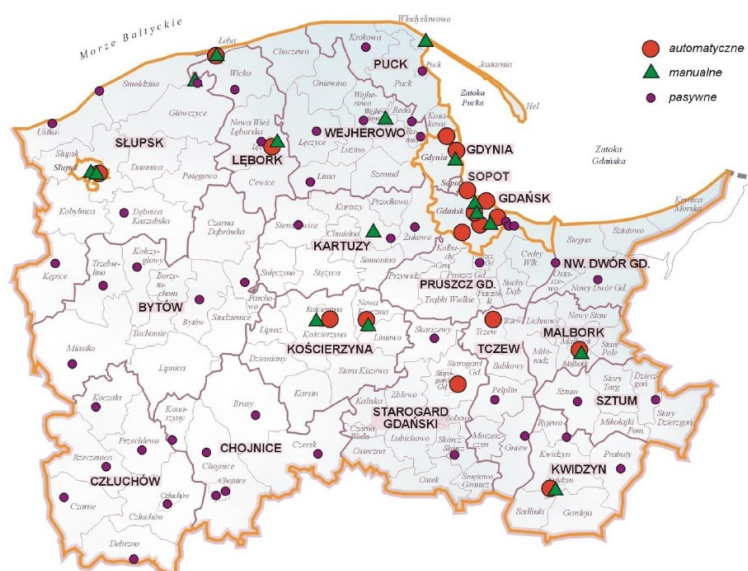
Ogólnej oceny stanu sanitarnego powietrza w Krynicy Morskiej dokonano na podstawie informacji o poziomie substancji zawartych w powietrzu w wyznaczonych na terenie województwa strefach. Do oceny szczegółowej wykorzystano wyniki modelowania udostępnione przez WIOŚ w Gdańsku oraz wyniki przeprowadzonych pomiarów stężenia pyłu PM10.

Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska każdego roku dokonuje oceny poziomu substancji zawartych w powietrzu w wyznaczonych strefach. Od 2010 r. teren województwa pomorskiego podzielony jest na dwie strefy – aglomerację trójmiejską oraz strefę pomorską, w której leży Krynica Morska, a która obejmuje pozostały obszar województwa.

Tabela 22. Klasyfikacja stref w zależności od poziomów stężeń zanieczyszczenia

Poziom stężenie	Klasa strefy
Nie przekraczają poziomów dopuszczalnych, docelowych i celów długoterminowych	A
Przekraczają poziomy dopuszczalne, lecz nie przekraczają poziomów powiększonych o margines tolerancji	B
Przekraczają poziomy dopuszczalne powiększone o margines tolerancji, a w przypadku, gdy margines tolerancji nie jest określony – poziomy dopuszczalne, docelowe lub celów długoterminowych	C

Klasyfikacja strefy, w której leży Krynica Morska wykonywana jest na podstawie kryteriów przedstawionych w tabeli 22, z uwzględnieniem wymagań aerosanitarnych dotyczących ochrony zdrowia ludzi. Poziom zanieczyszczenia powietrza na terenie strefy pomorskiej został określony na podstawie pomiarów ze stacji monitoringu zanieczyszczeń powietrza WIOŚ, których rozmieszczenie przedstawiono na ryc. 23. Wyniki klasyfikacji stref dla poszczególnych zanieczyszczeń powietrza przedstawiono w tabeli 23.



Rycina 23. Stacje pomiaru zanieczyszczeń powietrza na terenie województwa pomorskiego (WIOŚ 2015)

Tabela 23. Klasyfikacja strefy, w której położona jest Krynica Morska (strefa pomorska) ze względu na ochronę zdrowia ludzi w odniesieniu do poszczególnych zanieczyszczeń powietrza

	2011	2012	2013	2014
Pył (PM10)	C ₁	C ₃	C ₆	C ₈
Pył (PM2,5)	A	B ₄	C ₄	C ₄
Ozon	A	A	A	A
Dwutlenek siarki	A	A	A	A
Dwutlenek azotu	A	A	A	A
Tlenek węgla	A	A	A	A
Ołów	A	A	A	A
Arsen	A	A	A	A
Kadm	A	A	A	A
Nikiel	A	A	A	A
Benzen	A	A	A	A
Benzo(a)piren	C ₂	C ₅	C ₇	C ₉

Przekroczenia poziomu dopuszczalnego stężeń w:

¹ – Kościerzynie, Wejherowie, Starogardzie Gdańskim, Słupsku, Kwidzynie;

² – Słupsku, Kościerzynie, Kwidzynie, Wejherowie;

³ – Kościerzynie, Wejherowie, Starogardzie Gdańskim, Lęborku;

⁴ – Kościerzynie;

⁵ – Słupsku, Liniewkowie Kościerskim, Kościerzynie, Kwidzynie, Lęborku, Malborku, Władysławowie, Wejherowie;

⁶ – Kościerzynie, Starogardzie Gdańskim, Wejherowie;

⁷ – Słupsku, Liniewkowie Kościerskim, Kościerzynie, Kwidzynie, Lęborku, Malborku, Wejherowie;

⁸ – Kościerzynie, Starogardzie Gdańskim, Lęborku, Malborku, Wejherowie;

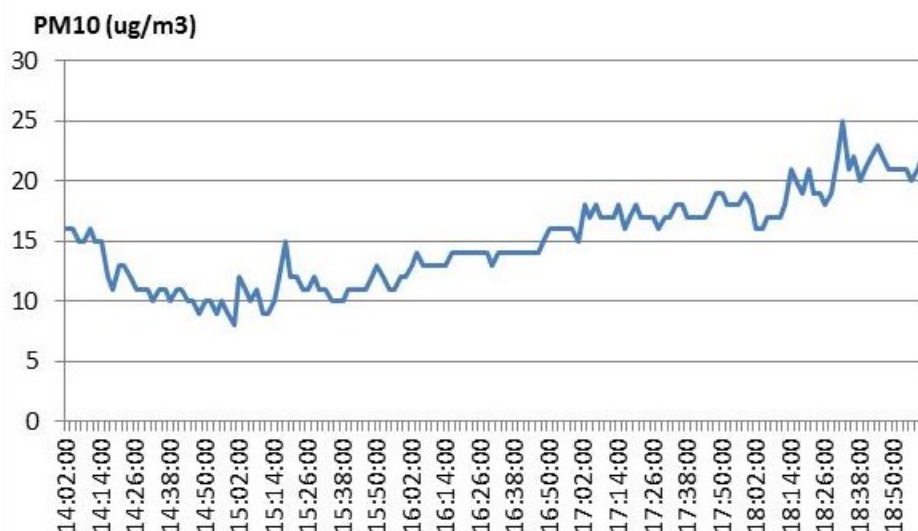
⁹ – Kościerzynie, Kwidzynie, Lęborku, Malborku, Władysławowie, Wejherowie.

Do oceny szczegółowej wykorzystano wyniki modelowania stanu sanitarnego atmosfery w Krynicy Morskiej dla rejonu ul. Janusza Korczaka, wykonanego przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska Gdańsku (tab. 24).

Tabela 24. Modelowany stan sanitarny powietrza w Krynicy Morskiej

Nazwa substancji	Stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] (Sa)	Dopuszczalne stężenie średnioroczne [$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] (Da)	Sa/Da [%]
Dwutlenek siarki	5,0	-	-
Dwutlenek azotu	5,0	40,0	12,5
Tlenek węgla	500,0	-	-
Pył zawieszony PM10	15,0	40,0	37,5
Pył zawieszony PM2,5	12,0	20,0	60,0
Ołów	0,1	0,5	20,0
Benzen	2,0	5,0	40,0
Benzo(α)piren	0,0009	0,001	90,0

W celu sondażowego sprawdzenia poziomu stężeń pyłu PM10 przeprowadzono w Krynicy Morskiej jednorazowy pomiar za pomocą pyłomierza DustTrak 8530. Pyłomierz był umieszczony na wysokości 1,5 m nad podłożem na zapleczu wydmy nadmorskiej w sąsiedztwie hotelu Intercontinental. Rejestrację prowadzono przez 5 godzin (od 14 do 19-tej) w dniu 28 listopada 2015 r. W trakcie prowadzonych pomiarów miał miejsce niewielki ruch pieszy i samochodowy. Chwilowe stężenia pyłu PM10 wahały się od 8 do 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, co wskazuje na bardzo dobry stan czystości powietrza (ryc. 24). Dla potwierdzenia tego wniosku należałoby jednak przeprowadzić w najbliższym czasie co najmniej roczną serię pomiarów stężenia pyłu PM10.



Rycina 24. Stężenie pyłu zawieszonego w powietrzu (PM10) w Krynicy Morskiej w dniu 28 listopada 2015 r.

Przedstawione wyżej wyniki modelowania oraz pomiarów sondażowych wskazują, że stan sanitarny powietrza w Krynicy Morskiej jest, ogólnie biorąc, dobry. W latach 2011-2014 w strefie pomorskiej nie stwierdzano przekroczeń wartości dopuszczalnych i docelowych stężeń zanieczyszczeń określonych normą ze względu na ochronę zdrowia dla dwutlenku azotu, dwutlenku siarki, tlenku węgla, ozonu, benzenu oraz metali ciężkich. W związku z powyższym oraz z wynikami modelowania wykonanego przez WIOŚ Gdańsk można uznać, że także w **Krynicy Morskiej nie dochodzi do przekroczeń wartości dopuszczalnych i docelowych stężeń: NO₂, SO₂, CO, O₃, benzenu oraz ołowiu, arsenu, kadmu i niklu w pyłe PM10.**

Na części stacji pomiarowych strefy pomorskiej rokrocznie dochodzi do przekroczenia poziomu dopuszczalnego stężeń pyłu zawieszonego PM10. Raporty roczne dotyczące oceny jakości powietrza w województwie pomorskim podają, że przekroczenia te mają miejsce zwykle w okresie jesiennym i zimowym ze względu na emisję zanieczyszczeń z sektora komunalno-bytowego (ogrzewanie domów i mieszkań). W okresie letnim przekroczenia stężeń pyłu zawieszonego mogą występować w sąsiedztwie dróg z intensywnym ruchem samochodowym, w obszarach wtórnej emisji z powierzchni odkrytych, np. dróg, chodników, pól uprawnych, plaż, boisk oraz podczas warunków meteorologicznych ze słabym wiatrem. Uwzględniając jednak wyniki modelowania stężenia PM10 i PM2,5 przekazane przez WIOŚ, **w Krynicy Morskiej zachowana jest norma średniego stężenia pyłu zawieszonego PM10 i PM2,5 w roku kalendarzowym** (modelowane stężenie na poziomie – odpowiednio: 15,0

$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, co stanowi 37,5% wartości normatywnej i $12 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, co stanowi 60% wartości normatywnej).

W strefie pomorskiej każdego roku dochodzi do przekroczeń poziomu dopuszczalnego stężenia benzo(a)pirenu. Przyczyny tych przekroczeń są podobne jak w przypadku pyłu zawieszonego. Raporty WIOŚ podają, że *wysokie stężenia benzo(a)pirenu odnotowywane są w okresie grzewczym (latem poziomy spadają praktycznie do zera). Jego głównym źródłem są przestarzałe, niskoenergetyczne paleniska domowe ogrzewane paliwami stałymi, często słabej jakości.* Mając na uwadze strukturę emisji zanieczyszczeń w Krynicy Morskiej – ogrzewanie gospodarstw domowych przez paleniska indywidualne, brak ciepła systemowego i dostępu do przewodowego gazu ziemnego – należy stwierdzić, że **na terenie Krynicy Morskiej może punktowo dochodzić (zwłaszcza zimą) do przekroczeń poziomu dopuszczalnego stężenia benzo(a)pirenu.** Dotyczy to jednak obszarów zabudowanych, a nie projektowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej.

Na terenie Krynicy Morskiej dominuje emisja zanieczyszczeń z pojedynczych źródeł energetycznych z sektora komunalno-bytowego (piece węglowe, drzewne i olejowe). Źródła te są jednak rozproszone, a produkowane zanieczyszczenia są bez problemu usuwane przez wiatry wiejące w strefie wybrzeża.

Nad obszar Krynicy Morskiej mogą docierać zanieczyszczenia komunalne i przemysłowe z Aglomeracji Gdańskiej i Kaliningradu, jednak w transporcie zanieczyszczeń na dalsze odległości należy uwzględniać panujące kierunki wiatrów. Krynica Morska położona jest na wschód od Gdańska. Biorąc to pod uwagę trzeba stwierdzić, że wiatry, które potencjalnie mogą przenosić zanieczyszczenia z aglomeracji gdańskiej, wieją w kierunku Krynicy Morskiej dosyć często (suma dni z wiatrem z sektora zachodniego stanowi 22% wszystkich dni w roku). Problem ten zauważono również w Planie Ochrony Parku Krajobrazowego „Mierzeja Wiślana”. Kaliningrad leży na północny wschód od Krynicy Morskiej. Wiatry z tego kierunku wieją jednak w Krynicy Morskiej rzadko (8%) i nie stanowią zagrożenia. Duże znaczenie dla czystości powietrza w planowanej strefie uzdrowiskowej ma włączenie do niej obszarów leśnych, które są naturalną barierą dla zanieczyszczeń powietrza. Również położenie geograficzne Krynicy Morskiej i prędkość wiatru obserwowana w jej rejonie pozwala stwierdzić, że ewentualne zanieczyszczenia powietrza będą bez problemu usuwane.

Podsumowując należy podkreślić dobrą jakość powietrza na terenie planowanej strefy uzdrowiskowej w Krynicy Morskiej. Ocena jakości powietrza wykazała brak przekroczeń norm zanieczyszczeń powietrza w badanym okresie. Jako, że struktura emisji

zanieczyszczeń na terenie gminy, wskazywać może na przekroczenia poziomu normatywnego bezno(a)pirenu, **zalecane jest prowadzenie systematycznego monitoringu zanieczyszczeń w samej Krynicy Morskiej tak, by uzyskane dane mogły być na bieżąco wykorzystywane w ocenie poziomu zanieczyszczeń powietrza na obszarze uzdrowiska. W celu ochrony zdrowia ludzi zaleca się przeprowadzenie inwestycji umożliwiających ogrzewanie domów ze źródeł niskoemisyjnych, elektrycznie lub za pomocą pomp ciepła.**

7. Klimat akustyczny

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

W otoczeniu człowieka do najważniejszych 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 czasem wolnym (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 komunalnych, społecznych i przemysłowych źródeł hałasu, o tyle hałas komunikacyjny, a zwłaszcza hałas drogowy są powszechne w naszym otoczeniu. Badania przeprowadzone w niektórych krajach wskazują, że odsetek osób dotkniętych w godzinach nocnych nadmiernym hałasem wzrósł w latach 1998-2003 z 20 do 27%. Przy czym najliczniejszą grupę stanowiły osoby narażone na hałas drogowy.

Pomiary hałasu na terenie miejscowości Krynica Morska przeprowadzono głównie na obszarze planowanych stref A i B ochrony uzdrowiskowej.

Do pomiarów hałasu wykorzystano całkujące mierniki poziomu dźwięku SON-50 oraz DSA-50 firmy SONOPAN, a wykonano je w spełniających zasady pomiaru warunkach meteorologicznych.

Z uwagi na specyfikę terenów objętych niniejszymi badaniami, oraz bardziej rygorystycznymi normami dotyczącymi dopuszczalnych poziomów hałasu na terenach przeznaczonych do prowadzenia działalności uzdrowiskowej, w badaniach skoncentrowano się nie tylko na pomiarach wzdłuż głównych ciągów komunikacyjnych, ale również

wykonywano je w pewnym oddaleniu od nich w celu wychwycenia zasięgu oddziaływania hałasu komunikacyjnego, komunalnego oraz innych jego źródeł.

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 LA_{eq} . Dla poszczególnych poziomów LA_{eq} określono LA_{max} oraz LA_{min} . Do badań wykorzystano metodę bezpośrednich ciągłych pomiarów w ograniczonym czasie.

Pomiary przeprowadzono w dniach 30 września oraz 1 października 2015 r. w 6 charakterystycznych miejscach badanego terenu. Oprócz pomiarów dziennych przeprowadzono serię pomiarów nocnych.

Stanowisko pomiarowe nr **1** usytuowane było przy skrzyżowaniu ulicy Gdańskiej (stanowiącej główny ciąg komunikacyjny miejscowości) i ulicy portowej. Ulica Gdańska jest liniowym źródłem hałasu okalającym strefę A od strony południowo-wschodniej, przy czym niewielki jej fragment zbliża się do granicy planowanej strefy A . Punkt pomiarowy umiejscowiony był w odległości 2 m od krawędzi jezdni na wysokości 1,7 m nad powierzchnią terenu. Głównym czynnikiem modelującym klimat akustyczny tego miejsca jest ruch samochodów, a przede wszystkim udział w ruchu pojazdów ciężkich i hałaśliwych (samochody zjeżdżające w stronę portu, autobusy). Natężenie ruchu w czasie pomiarów w zależności od pory dnia wynosiło od 130 do 190 pojazdów na godzinę, przy czym ponad 85% pojazdów stanowiły samochody osobowe (ryc. 25)

Stanowisko pomiarowe nr **2** usytuowano w południowo-wschodniej części miejscowości, w zabudowie wypoczynkowo-gastronomicznej. Punkt pomiarowy znajdował się na tarasie pensjonatu Polonia od strony ulicy Nowej i Gdańskiej. Klimat akustyczny tego miejsca jest zależny od ilości osób odwiedzających pobliskie punkty gastronomiczne, jak również od ruchu pojazdów na ulicy Gdańskiej. Pomiary prowadzono w okresie jesiennym, kiedy większość punktów gastronomiczno-usługowych była już zamknięta z uwagi na zakończony sezon (ryc. 25).

Stanowisko pomiarowe nr **3** znajdowało się w środkowej części Krynicy Morskiej w zabudowie willowej. Punkt pomiarowy usytuowano przy ulicy Teleexpressu na chodniku w pobliżu pensjonatu Hel. Klimat akustyczny tego miejsca ma charakter wybitnie spacerowo-wypoczynkowy nie tylko z uwagi na znikomy ruch pojazdów samochodowych, ale z powodu sąsiedztwa lasu. W miejscu tym warunki akustyczne kształtowane są nie tyle przez ruch samochodowy, ile przez odgłosy dochodzące z pobliskich pensjonatów.

Stanowisko pomiarowe nr 4 charakteryzowało klimat akustyczny kształtowany w dużej mierze przez warunki naturalne. Punkt pomiarowy znajdował się w lesie, przy ul. Teleexpressu, w odległości ok. 300 m od plaży oraz 100 m od ośrodka wczasowo-szkoleniowego Perkoz. W miejscu tym wyraźnie słychać szum morza, natomiast tylko w niewielkim stopniu słyszalny był szum komunikacyjny i komunalny. Głównym czynnikiem kształtującym klimat akustyczny tego miejsca były dźwięki naturalne (szum wiatru, morza i śpiew ptaków), a których to, pomimo znacznych wartości natężenia dźwięku, nie można uznać za hałas.



Rycina 25. Zdjęcia stanowisk pomiaru klimatu akustycznego: 1 i 2 (górne), 5 i 6 (dolne)

Stanowisko pomiarowe nr 5 usytuowano na deptaku przy skrzyżowaniu ul. Janusza Korczaka i Przyjaźni w pobliżu zejścia na plażę, w odległości 100 m od plaży. Punkt pomiarowy znajdował się w odległości 2,5 m od krawędzi jezdni na wysokości 1,7 m. Wybitnie turystyczno-wypoczynkowy charakter tego miejsca różnicuje warunki akustyczne w zależności od sezonu. Pomiary prowadzono już po zakończeniu sezonu wypoczynkowego, kiedy to ruch pojazdów był znikomy a i osób wypoczywających było niewiele. Duża część obiektów usługowych była już zamknięta. Konieczne więc jest powtórzenie pomiarów

w szczycie sezonu wypoczynkowego. W okresie pomiarów średnio w ciągu godziny przejeżdżało wtedy mniej niż 20 samochodów, głównie osobowych (ryc. 25).

Stanowisko pomiarowe nr 6 charakteryzowało klimat akustyczny terenów uzdrowiskowych znajdujących się w północnej części planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej. Punkt pomiarowy znajdował się na terenie Ośrodka Rehabilitacyjnego „Zefir” (ryc. 25).

Na wszystkich stanowiskach wykonano dzienne i nocne pomiary hałasu.

Wartości dopuszczalnych poziomów hałasu są zależne od funkcji urbanistycznej, jaką spełnia dany teren. Dla terenów wymagających intensywnej ochrony przed hałasem, jakim są tereny w strefie A ochrony uzdrowiskowej, określone są najniższe poziomy dopuszczalne (tab. 25).

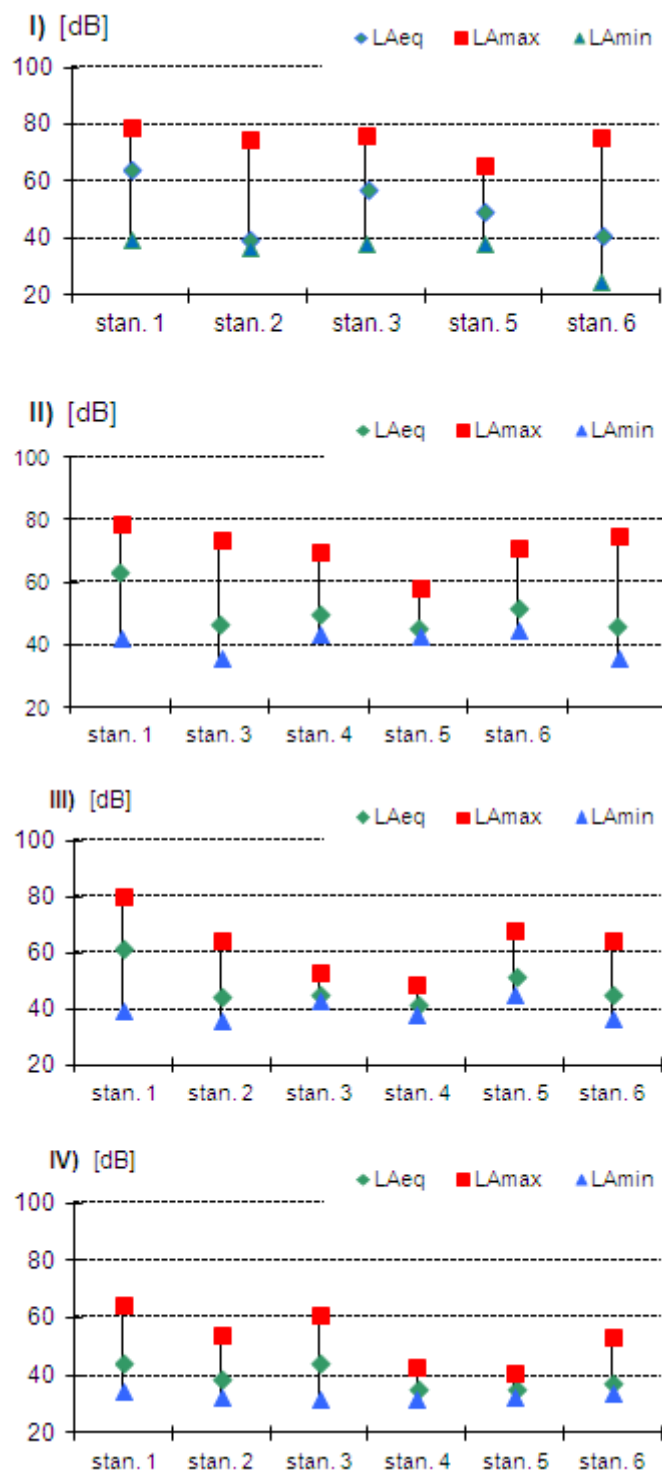
Na rycinie 26 przedstawiono wartości równoważnego poziomu dźwięku A w różnych miejscach planowanej strefy ochrony uzdrowiskowej jak również jego wartości maksymalne i minimalne.

Tabela 25. Wartości 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

Rozpatrując położenie punktów pomiarowych w odniesieniu do uzyskanych wartości poziomu hałasu, wyraźnie zaznaczają się dwie strefy o nieco odmiennych warunkach klimatu akustycznego. Pierwsza - jest to teren przeznaczony pod przyszłe uzdrowisko. Teren z luźną zabudową willową, rekreacyjno-wypoczynkowy z niewielkimi obszarami leśnymi. Bardzo malowniczy i z uwagi na walory przyrodnicze, atrakcyjny również pod względem turystycznym. Ruch samochodowy jest tam niewielki i ogranicza się głównie do dojazdów do

posesji; druga – obejmująca tereny mieszkalne, przy drogach okalających od południa i wschodu teren planowanego uzdrowiska.



Rycina 26. Wartości równoważnego poziomu dźwięku w różnych miejscach planowanej strefy A i B ochrony uzdrowiskowej w Krynicy Morskiej: I) 30 września, II) 1 października (przedpołudnie), III) 1 października (popołudnie), IV) w nocy 30 IX/1 X 2015 r.

Na obszarze przewidzianym pod lecznictwo uzdrowiskowe (stan. 3, 4, 5, 6) równoważny poziom dźwięku osiągnął wartości w przedziale 41,1–57,1 dB(A), przy czym,

tylko na stanowisku 3 (przy pensjonacie Hel) znacząco przekroczył wartość 50 dB(A), gdzie podczas pierwszej serii pomiarowej przeprowadzonej w dniu 30 września zanotowano wartość 57,1 dB(A). Było to spowodowane pracami budowlanymi prowadzonymi w tym dniu na terenie jednego z sąsiadujących obiektów. Nieco niższe wartości równoważnego poziomu dźwięku zanotowano w punkcie 5, przy skrzyżowaniu ul. Janusza Korczaka i Przyjaźni – 52 dB(A). Jednak biorąc pod uwagę charakter rozrywkowo-wypoczynkowy i położenie tego miejsca to w okresie pomiarów obserwowany ruch był niewielki. Na pewno w okresie letnim, znacząco zwiększy się liczba osób odwiedzających plażę, co będzie miało decydujący wpływ na klimat akustyczny badanego obszaru. Konieczne jest zatem powtórzenie badań w okresie wzmożonego ruchu turystyczno-wypoczynkowego. Bardzo korzystne warunki akustyczne panują w pozostałej części planowanego uzdrowiska – stan. 4, 6. W żadnym z tych stanowisk równoważny poziom dźwięku nie przekroczył 50 dB(A). W punkcie czwartym głównym czynnikiem modelującym klimat akustyczny tego miejsca są czynniki naturalne (szum drzew, śpiew ptaków).

W czasie pomiarów nocnych na stanowiskach 2, 4, 5, 6 obserwowano bardzo korzystne warunki akustyczne, wartość równoważnego poziomu dźwięku nie przekroczyła 40 dB(A). W punktach 1 i 3 wartości równoważnego poziomu dźwięku były niższe niż 45 dB(A).

Wartości równoważnego poziomu dźwięku przekraczające 60 dB(A) są charakterystyczne dla dróg o niewielkim natężeniu ruchu samochodowego i prędkości dopuszczalnej 50 km/godz. Na stan. 1 znajdującym się przy skrzyżowaniu ulicy Gdańskiej z ulicą Portową, równoważny poziom dźwięku w czasie pomiarów przeprowadzonych w dniach 30 września i 01 października wahał się od 62 do 64 dB(A). Egzekwowanie ograniczenia prędkości z chwilą rozpoczęcia działalności uzdrowiska spowoduje obniżenie hałasu w tym miejscu. W porze nocnej notowano tam wartości hałasu na poziomie 44 dB(A). Jednak, jak już podkreślano, uciążliwość hałasu znacząco wzrośnie w okresie letnim. Na stan. 2, znajdującym się w strefie B ochrony uzdrowiskowej, usytuowanym w pobliżu pensjonatu „Polonia”, w niewielkiej odległości od ulicy Gdańskiej, wartości równoważnego poziomu dźwięku w ciągu dnia nie przekroczyły 50 dB(A). W porze nocnej zanotowano na tym stanowisku 39 dB(A).

Istotnym czynnikiem decydującym o natężeniu hałasu komunikacyjnego jest stan nawierzchni dróg. Ciągły wzrost natężenia ruchu w ostatnich latach pociąga za sobą pogorszenie ich nawierzchni, co powoduje wtórną emisję hałasu komunikacyjnego pochodzącego od drgań elementów pojazdów. Maksymalne zmierzone wartości pochodzą głównie od samochodów, szczególnie tych, których stan techniczny jest niezadowalający.

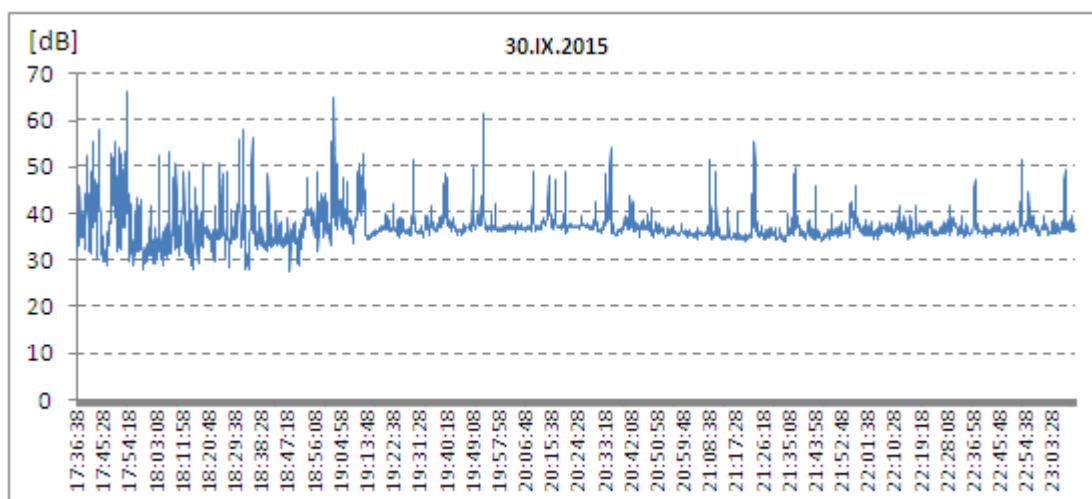
Istotny jest fakt, że chwilowe wartości średniego poziomu dźwięku przekraczały niekiedy 70 a nawet 80 dB(A) tylko na stanowisku usytuowany przy ul. Gdańskiej (stan. 1). Równie wysokie wartości maksymalne średniego poziomu dźwięku zanotowano na stanowisku 2 i 6 (75 dB). W nocy największe chwilowe przekroczenia, mniejsze niż 65 dB, obserwowano jedynie na stanowisku 1.

W przypadku wartości minimalnych największy ich poziom zanotowano w punkcie 1 i 6 nie przekraczający 35 dB.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że w przypadku badanego terenu na stanowiskach 1, 2 dominujący jest hałas wynikający z ruchu pojazdów samochodowych, natomiast w punktach pomiarowych 3, 4, 5, 6 klimat akustyczny związany jest z etapami funkcjonowania obszaru kurortu nadmorskiego, jakim jest Krynica Morska.

Należy mieć na uwadze fakt, że pomiary na terenie planowanego uzdrowiska prowadzono w okresie, gdy infrastruktura uzdrowiskowa jest w początkowym etapie rozwoju, a obecnie istniejąca jest dedykowana głównie dla osób okresowo wypoczywających w upalne dni letnie. Największym czasowym zagrożeniem dla klimatu akustycznego tego miejsca może być hałas związany z funkcjonowaniem Krynicy Morskiej jako miejscowości turystyczno-wypoczynkowej w okresie letnim, co należy uwzględniać na każdym etapie planowania uzdrowiska i starać się go wyeliminować bądź ograniczyć.

Jak źródło hałasu wpływa na wartość równoważnego poziomu dźwięku obrazuje rycina 27. Wyraźnie zaznacza się pora dzienna do godziny 19, obserwowane są wówczas duże wahania natężenia dźwięku. Rejestrowanych wtedy jest wiele impulsów, które nakładają się na siebie. Po godzinie 19 następuje znaczące zmniejszenie liczby zdarzeń propagujących głośne dźwięki a wyraźnie zaznacza się w miarę stały poziom tła, w którym co jakiś czas pojawia się pojedynczy pik. Ta sytuacja może ulec zmianie w okresie letnim, kiedy do miasta przyjadą tysiące wczasowiczów. Oprócz tego, że zwiększy się liczba emiterów hałasu, zostanie przesunięty czas, w którym będą występować pojedyncze zdarzenia wytwarzające niepożądane dźwięki.



Rycina 27. Zakres zmian wartości równoważnego poziomu dźwięku na stanowisku 6

Istotnym elementem w kształtowaniu klimatu akustycznego jest czas trwania dźwięków o określonym natężeniu (tab. 26). W przypadku terenów uzdrowiskowych poziom 50 dB(A) został przyjęty w ustawie jako poziom dopuszczalny przy ciągach komunikacyjnych dla okresu dnia i 45 dB(A) dla pory nocy. Przeprowadzone badania wykazały, że tylko na stanowisku 1 hałas powyżej 50 dB utrzymywał się istotnie długo, przez około 50% czasu pomiaru. Na pozostałych stanowiskach taki poziom hałasu w ogóle nie był notowany.

Tabela 26. Czas trwania poziomu hałasu pow. 50 dB w ciągu dnia i 45 dB w nocy [%]

Nr stan	Seria I	Seria II	Seria III	Noc 30.09/1.10
1	52,9	53,8	50,4	4,2
2	x	x	x	x
3	17,6	6,7	1,3	5,9
4	x	0,8	0	0
5	12,6	7,6	19,3	0
6	0,2	6,9	7	13,1

x – brak pomiarów

Podsumowując wyniki przeprowadzonych badań można stwierdzić, że **na obszarze przewidzianym pod lecznictwo uzdrowiskowe w Krynicy Morskiej (teren planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej) występują korzystne warunki akustyczne. Zagrożone nadmiernym hałasem są tereny leżące wzdłuż ulicy Gdańskiej. Konieczne jest przeprowadzenie dodatkowej serii pomiarowej w szczycie sezonu letniego.** Przy planowaniu przebiegu granicy strefy A ochrony uzdrowiskowej należy uwzględnić pewien obszar stanowiący bufor oddzielający teren uzdrowiska od źródeł hałasu. Na obszarze strefy

A niezbędne jest ograniczenie ruchu pojazdów jedynie do tych, które będą obsługiwały obiekty uzdrowiskowe.

Zgodnie ze skalą zagrożenia hałasem komunikacyjnym opracowaną przez Państwowy Zakład Higieny, która wykorzystuje również oceny subiektywne, większa część terenu projektowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej cechuje się małą uciążliwością hałasu ($L_{Aeq} \leq 52$). Jedynie wzdłuż pasa przylegającego do ulicy Gdańskiej (stan. 1) odnotowano dużą uciążliwość hałasu ($62 < L_{Aeq} \leq 70$ dB).

W związku z powyższym, w celu ograniczenia oddziaływania ruchu samochodowego na klimat akustyczny planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej, należy stale monitorować stan klimatu akustycznego na każdym etapie rozwoju uzdrowiska. W nowo planowanych uzdrowiskach istotne jest zastosowanie lub utrzymanie ekranów akustycznych składających się z drzew i krzewów. Wpływ zieleni na tłumienie hałasu jest znaczący tylko w przypadku bardzo gęstej zieleni o szerokości pasa przynajmniej 30 m.

8. Pola elektromagnetyczne

Jednym ze składników środowiska naturalnego człowieka jest środowisko elektromagnetyczne. Promieniowanie elektromagnetyczne 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, w zależności od jego aktywności, o różnym natężeniu i częstotliwości. 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 niepożądane 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 PEM znajdzie się obiekt, np. człowiek, energia wnika w głąb niego i jest mu przekazywana, co teoretycznie może doprowadzić do zaburzeń funkcjonowania napromieniowywanego organizmu. 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). Jednakże 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 usytuowanych 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 dnia 30 października 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów definiuje je następująco (tab. 27):

Tabela 27. 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

Badanie poziomu pól elektromagnetycznych wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 12.11.2007 r. ((Dz. U. Nr 221, poz. 1645, 2007 r.), w dniu 30 października 2015 r. przez Laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Gdańsku. Planowana działalność uzdrowiskowa w Krynicy Morskiej ma skupiać się na obszarze położonym na północ od ul. Przyjaźni i obejmować plaże nadzatkowe, główny wał wydmy, obszary leśne porastające wydmy wnętrza Mierzei oraz budynki sanatoryjno-wypoczynkowe znajdujące się na ich obszarze.

Na terenie planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej znajdują się stacje bazowe operatorów telefonii komórkowej i latarnia morska, zaś w pobliżu granicy strefy A znajdują się tereny wojskowe z okresowo lub stale działającymi urządzeniami radiolokacyjnymi.

Dlatego pion pomiarowy zlokalizowano w pobliżu największego zagęszczenia źródeł PEM, przy ul. Żołnierzy 2, w pobliżu Ośrodka Wypoczynkowego Zefir (ryc. 28). Dokładne współrzędne miejsca, wynik pomiarów, opis miernika, opis warunków pogodowych w czasie pomiarów oraz szkic sytuacyjny lokalizacji punktu zawiera Załącznik 1.

Pomiary wykonano za pomocą uniwersalnego, szerokopasmowego miernika natężenia pola elektromagnetycznego o zakresie częstotliwości do 3GHz.

W Krynicy Morskiej zmierzony poziom poziomu pola elektromagnetycznego w środowisku w miejscach dostępnych dla ludności był bardzo niski, pomimo zlokalizowania blisko źródeł emisji. Średnie natężenie pola elektrycznego było niskie i wyniosło 0,58 V/m przy dopuszczalnym poziomie 20 i 7 V/m w zależności od częstotliwości. **W Krynicy Morskiej na terenie planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej spełnione są normy dotyczące poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku.**

9. Podsumowanie

Po przeanalizowaniu wieloletnich danych meteorologicznych oraz po dokonaniu oceny stanu sanitarnego powietrza i po przeprowadzeniu badań zróżnicowania mikroklimatycznego, klimatu akustycznego i pól elektromagnetycznych można stwierdzić, że: klimat i **bioklimat Krynicy Morskiej cechuje się właściwościami leczniczymi i profilaktycznymi**, które mogą być wykorzystywane w leczeniu klimatycznym chorób układu oddechowego (w tym astmy), chorób układu krążenia, chorób narządów ruchu, alergii skórnych. Może także wspomagać leczenie zaburzeń układu trawiennego oraz zaburzeń układu termoregulacyjnego. W miesiącach zimowych istnieją przeciwwskazania do leczenia w uzdrowisku osób starszych i dzieci.

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

Po analizie różnych charakterystyk temperatury i wilgotności powietrza można stwierdzić, że **klimat Krynicy Morskiej cechuje się korzystnymi warunkami termiczno-wilgotnościowymi do prowadzenia klimatoterapii**. Rozpatrując warunki klimatyczne Krynicy Morskiej o istotnym znaczeniu dla lecznictwa należy podkreślić dużą bodźcowość termiczną klimatu.

Średnia roczna liczba dni z opadem w rejonie Krynicy Morskiej **jest niższa** od dopuszczonej normą wynosząca 183 dni.

Na podstawie danych w pobliskich stacji meteorologicznych można stwierdzić, że **norma liczby dni z mgłą zarówno w półroczu chłodnym, jak i w półroczu ciepłym, jest zachowana**.

Warunki wiatrowe są umiarkowanie korzystne dla klimatoterapii. Przeważają tu wiatry silne, o dużym działaniu bodźcowym. Cisze atmosferyczne notowane są rzadko.

Biorąc pod uwagę oddziaływanie warunków atmosferycznych na organizm człowieka można stwierdzić, że **okres najdogodniejszy dla klimatoterapii trwa od końca marca do początku października**, kiedy to, zależnie od aktualnych warunków solarnych, termicznych, wietrznych i opadowych można stosować jedną lub kilka form leczenia klimatycznego przez większość kuracjuszy. W lipcu uciążliwość warunków pogodowych mogą okresowo odczuwać osoby cierpiące na astmę oraz zaburzenia kardiologiczne. W pozostałej części roku warunki bioklimatyczne mogą być wykorzystywane do leczenia, rehabilitacji i profilaktyki zdrowotnej większości osób. Jednakże zimą z leczenia klimatycznego mogą bezpiecznie

korzystać osoby w sile wieku, o sprawnie działającym układzie termoregulacyjnym i krwionośnym.

Oceny stanu sanitarnego powietrza w Krynicy Morskiej dokonano na podstawie modelowania wykonanego przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Gdańsku oraz na podstawie raportów rocznych Wydziału Monitoringu Środowiska WIOŚ za lata 2010-2013. W oparciu o przeanalizowane dane można stwierdzić, że **obszar Krynicy Morskiej, cechuje się dobrą jakością powietrza**. Potencjalne zagrożenie stanowi pył PM10 oraz benzo(a)piren, których stężenie w obszarach zabudowanych może przekraczać dopuszczalne normy. Dla potwierdzenia tego stanu **niezbędne jest przeprowadzenie okresowego monitoringu zanieczyszczeń w rejonie projektowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej**.

Poziom hałasu zmierzony na obszarze planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej w większości **nie powinien przekraczać dopuszczalnych w tym zakresie norm**. Z uwagi na to, że pomiary sondażowe klimatu akustycznego przeprowadzono w okresie jesiennym, po zakończeniu sezonu turystycznego, **niezbędne jest powtórzenie tych badań w okresie letnim, przy maksymalnym obciążeniu Krynicy Morskiej ruchem turystyczno-wczasowym**.

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

Oceniając warunki bioklimatyczne w poszczególnych częściach planowanego uzdrowiska w Krynicy Morskiej można stwierdzić, że różnią się one pod względem walorów klimatoterapeutycznych (ryc. 25).

Obszary bardzo korzystne (1A, 1B) - Warunki najkorzystniejsze dla leczenia klimatycznego występują w strefie plaży nadmorskiej (**1A**) oraz wewnątrz lasów porastających pas wydm nadmorskich (**1B**). Bioklimat w strefie plaży cechuje się silną bodźcowością oraz obecnością leczniczego aerozolu morskiego. Lasy łagodzą warunki odczuwalne w ekstremalnych sytuacjach pogodowych, zmniejszają hałas i eliminują zanieczyszczenia, a dzięki obecności w powietrzu specyficznych substancji wydzielanych przez drzewa (tzw. fitoncydów) mogą być wykorzystywane w leczeniu i profilaktyce wielu schorzeń.

Obszary umiarkowanie korzystne (2B, 2C, 2D) – Tereny te cechują się pewnymi ograniczeniami dla długotrwałego przebywania kuracjuszy:

- z uwagi na osłabione bodźce radiacyjne oraz podwyższony lokalny poziom hałasu i zanieczyszczeń powietrza wśród zabudowy śródleśnej (**2B**),
- z uwagi na znaczne ryzyko podwyższonego poziomu hałasu oraz zanieczyszczeń będących wynikiem ruchu samochodowego (**2C**),

- z uwagi na nadmierny hałas powodowany przez ruch samochodowy (**2D**).

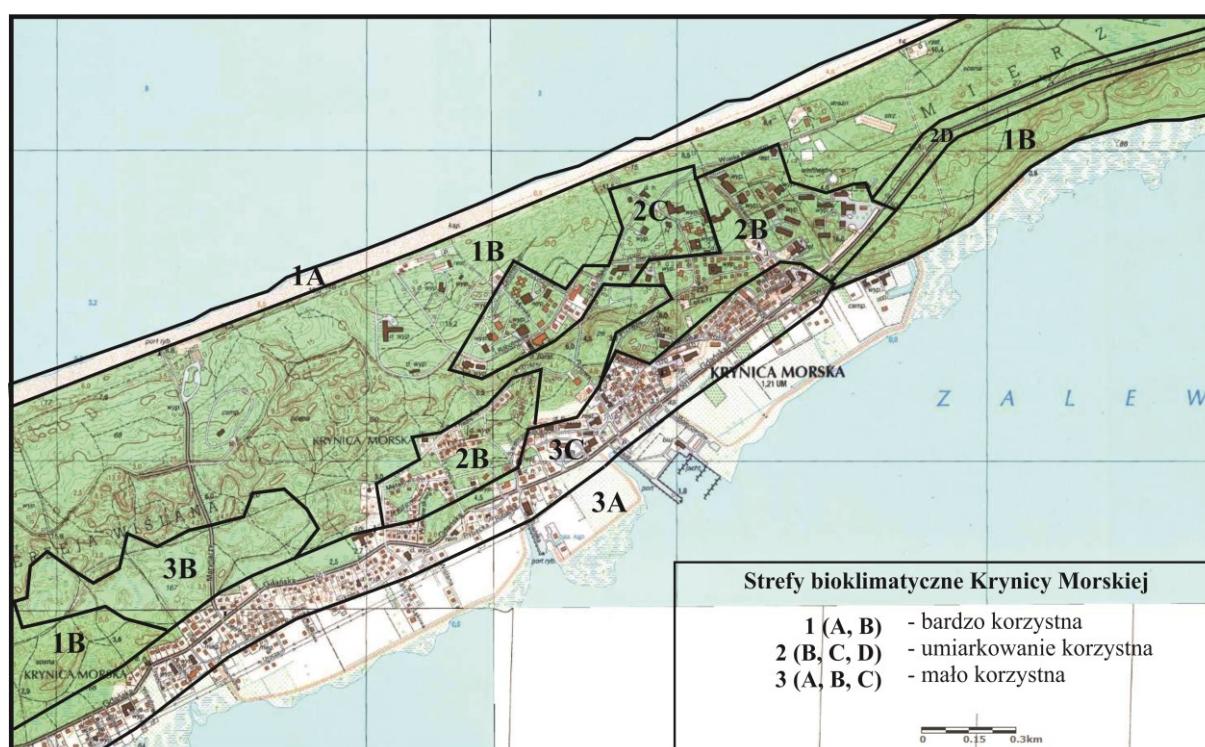
Obszary te mogą być jednak skutecznie wykorzystywane w leczeniu klimatycznym, głównie dla różnych form terapii ruchowej. Należy tu wytyczyć ścieżki spacerowe i trasy rowerowe oraz zorganizować infrastrukturę do korzystania z gimnastyki i gier sportowo-rekreacyjnych.

Obszary mało korzystne (3A, 3B, 3C) – Mało korzystne z punktu widzenia leczenia klimatycznego są:

- strefa brzegowa Zalewu Wiślanego, z uwagi na duże dobowe kontrasty i inwersje temperatury, zagrożenie mgłami oraz stale podwyższoną wilgotność powietrza, sprzyjającą w letnie gorące dni pojawianiu się stanów parności (**3A**),

- obszary podmokłych lasów, z uwagi na stale podwyższoną wilgotność powietrza, obecność uciążliwych owadów oraz trudną dostępność (**3B**),

- tereny położone w obrębie zabudowy miejskiej oraz wzdłuż głównego ciągu komunikacyjnego, z uwagi na znacznie podwyższony poziom hałasu i zanieczyszczeń komunikacyjnych oraz duże kontrasty przestrzenne i czasowe warunków biotermicznych (**3C**).



Rycina 25. Zróżnicowanie bioklimatyczne planowanego uzdrowiska w Krynicy Morskiej

10. Zalecenia

W celu pełnego wykorzystania leczniczych właściwości klimatu Krynicy Morskiej należy podjąć działania sprzyjające utrzymaniu należytego stanu klimatu lokalnego i akustycznego oraz stanu sanitarnego powietrza. W związku z tym niezbędne jest:

- przeprowadzenie w najbliższym sezonie turystyczno-wczasowym badań natężenia hałasu, a w kolejnych latach powadzenie systematycznych kontroli klimatu akustycznego,
- przeprowadzenie w przeciągu 2 lat badań – obejmujących wszystkie sezony roku – stanu sanitarnego powietrza, zwłaszcza stężeń pyłu PM10, a w kolejnych latach prowadzenie systematycznej, okresowej kontroli stanu sanitarnego powietrza,
- uruchomienie stacji meteorologicznej w celu potwierdzenia korzystnych cech klimatu. Codzienne dane obserwacyjne ze stacji pozwolą także w przyszłości na optymalne planowanie zabiegów klimatoterapeutycznych, a dzięki temu na pełne wykorzystanie wszystkich klimatycznych walorów miejscowości.

Literatura

- Augustyńska D., Kaczmarek A., Koton J., 2014, *Hałas*. <http://www.ciop.pl/6466.html>
- Belding H.S., Hatch T.F., 1955, *Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strain*. Heating, Piping and Air Conditioning, 27, 129-136.
- Błażejczyk K., 1998, *Promieniowanie słoneczne a gospodarka cieplna organizmu człowieka*. Zeszyty IGiPZ PAN, Nr 51.
- Błażejczyk K., 2003, *Bioklimatyczne cechy klimatu Polski*. Przegl. Geogr. IGiPZ PAN, 75, 4, s. 525-543.
- Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*. Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 192.
- Błażejczyk K., Kunert A., 2011, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*. Wydanie 2, poprawione i uzupełnione, Monografie IGiPZ PAN, 13.
- Bogucki J., 1988, *Wstęp do użytkowania rekreacyjnego lasu, wybrane zagadnienia z ekologii i zoologii*. Monografie, Podręczniki, Skrypty AWF w Poznaniu, Skrypty, 112.
- Bogucki J. (red.), 1999, *Biometeorologia turystyki i rekreacji*. AWF w Poznaniu, Podręczniki, 48.
- Bokša V.G., Boguckij B.V., 1966, *Klimatoterapija (rukovodstvo dla vračej)*. Izdatelstvo Zdorove, Kiev.
- Borisenkov E.P., Kobzareva E. N., Krushatina I.A., Nikoforova L. N., Uspenskaya V. G., Shiarts Ya. M., 2000, *Relation of meteorotropic reactions in cardiac patients to atmospheric electric factors* [w]: Human Biometeorology, Material of Congress, St Petersburg 18-22 Sep. Gidrometeoizdat, St. Petersburg, s. 146-147.
- 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)
- Gerstmannowa E., 2001, *Charakterystyka fizycznogeograficzna Parku Krajobrazowego „Mierzeja Wiśłana” i jego otuliny oraz wybrane przyrodnicze uwarunkowania rozwoju obszaru* [w:] Gerstmannowa E. (red.), Materiały do monografii przyrodniczej regionu Gdańskiego, tom 7, Wojewódzka Komisja Ochrony Przyrody w Gdańsku, Wydawnictwo Gdańskie, Gdańsk.
- Hessmann-Kosaris A., 1998, *Wpływ pogody na samopoczucie*. Diogenes, Warszawa.
- Jankowiak J. (red.), 1976, *Biometeorologia człowiek*. PZWL, Warszawa.
- Kalinowski M., 1969, *Cisza w uzdrowiskach jako czynnik leczniczy i rehabilitacyjny*. Balneologia Polska, 14, 3/4, 395-147.
- Kielczewski B., Bogucki J., 1972, *Zarys biometeorologii sportu*. Sport i Turystyka, Warszawa.
- Knapik A., Marcinkowska J., 2001, *Warunki klimatyczne i bioklimatyczne Mierzei Wiślanej* [w:] Gerstmannowa E. (red.), Materiały do monografii przyrodniczej regionu Gdańskiego, tom 7, Wojewódzka Komisja Ochrony Przyrody w Gdańsku, Wydawnictwo Gdańskie, Gdańsk.
- Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kostrowicki A.S., 1999, *Geografia biosfery. Biogeografia dynamiczna lądów*. Wyd. Nauk PWN, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., 1998, *Promieniowanie słoneczne i jego wpływ na organizm człowieka*. Balneologia Polska, 1998, 40, 1-2, s. 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.

- Koźmiński Cz., Michalska B., 2005, *Uśłonecznienie w Polsce*. Akademia Rolnicza w Szczecinie, Szczecin, s. 110.
- Krawczyk B., 1993, *Typologia i ocena bioklimatu Polski na podstawie bilansu cieplnego ciała człowieka*. Prace Geograficzne, IGiPZ PAN, 160.
- 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.
- Kuttler W., Strassburger A., 1999, *Air quality measurements in Urban greek areas – a case study*. Atmospheric Environment 33, 4101-4108.
- Lorenc H. (red.) 2005, *Atlas klimatu Polski*. IMGW, Warszawa, ss.116.
- Mosiński F., Wira A., 2002, *Wpływ pola elektromagnetycznego na zdrowie*. ISE.pl, <http://ise.pl/info/index.php?pid=74>
- 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
- Sulman F. G., 1982, *Short and long-term changes in climate*, I, CRC Press, Inc. Boca Raton Florida.
- WIOŚ [Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Gdańsku], 2012, 2013, 2014, 2015 *Roczna ocena jakości powietrza w województwie gdańskim, obejmująca rok 2011, 2012, 2013, 2014*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Gdańsk.
- Woś A., 2010, *Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku*. Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Poznań