

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



**WŁAŚCIWOŚCI LECZNICZE KLIMATU
LIDZBARKA WARMIŃSKIEGO**

AUTORZY:

prof. dr hab. Krzysztof Błażejczyk,
dr Magdalena Kuchcik, dr Jarosław Baranowski,
mgr Jakub Szmyd, mgr Paweł Milewski

Warszawa 2013

Spis treści

	Str.
1. Wprowadzenie	3
1.1. Ogólna charakterystyka Lidzbarka Warmińskiego	3
1.2. Materiały podstawowe	3
1.3. Bodźcowość warunków klimatycznych	4
2. Ogólna ocena warunków klimatycznych	11
2.1. Warunki solarne	11
2.2. Warunki termiczno-wilgotnościowe	14
2.3. Opady i zjawiska atmosferyczne	19
2.4. Warunki wietrzne i ciśnienie atmosferyczne	20
3. Warunki biotermiczne	24
3.1. Temperatura odczuwalna	25
3.2. Uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych	27
3.3. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej	30
4. Kompleksowa ocena warunków pogodowych	32
4.1. Ocena pogody z punktu widzenia klimatoterapii	36
5. Ocena warunków bioklimatycznych w skali lokalnej	38
6. Stan sanitarny powietrza	44
7. Klimat akustyczny	49
8. Pola elektromagnetyczne	57
9. Podsumowanie	59
10. Zalecenia	63
Literatura	64

Załącznik 1 - Raport z badań pól elektromagnetycznych.

1. Wprowadzenie

1.1. Ogólna charakterystyka

Gmina Miejska Lidzbark Warmiński położona jest w północno-zachodniej części Województwa Warmińsko-Mazurskiego, w powiecie lidzbarskim. Samo miasto leży na wysokości od około 57 m n.p.m. w dolinie Łyny po 135,1 m n.p.m. (Góra Krzyżowa), u ujścia rzeki Symsarny do Łyny, w odległości 40 km od miasta wojewódzkiego Olsztyna i około 30 km od północnej granicy państwa. Dolina Łyny, w której leży miasto, przecina wysoczyzny morenowe: pagórkowatą, z Górą Krzyżową na południu i płaską w północnej części miasta. Wokół wąwozu rzeki Symsarny, znajduje się stary park miejski miejscami przypominający naturalny las liściasty.

W podziale regionalnym Polski, Lidzbark Warmiński leży w prowincji Niż Wschodniobałtycko-Białoruski, na granicy dwóch podprowincji Pojezierza Wschodniobałtyckiego i Pobrzeża Wschodniobałtyckiego, w związku z tym na granicy dwóch makroregionów: Pojezierza Mazurskiego i Niziny Staropruskiej, i trzech mezoregionów: Pojezierza Olsztyńskiego, Niziny Sępolskiej i Wzniesień Górskich (Kondracki 2002). Jednakże planowana w południowej części miasta strefa ochrony uzdrowskiej A leży w całości w granicach makroregionu Pojezierza Mazurskie, a mezoregionu – Pojezierze Olsztyńskie.

Lidzbark Warmiński przez stulecia był stolicą Warmii, a dzięki malowniczo położeniu oraz unikalnemu zespołowi zabytków, w tym głównie malowniczo położonemu zamkowi biskupów warmińskich z XIV w., zwany był perłą Warmii. Pomimo wielkiego znaczenia historycznego miasta, jego środowisko przyrodnicze, w tym klimat, nie doczekały się naukowego opracowania.

Lidzbark Warmiński znajduje się we wschodniej części bioklimatycznego Regionu Pojeziernego, o cechach bardziej kontynentalnych, ostrych, bodźcowych (Błażejczyk, Kunert 2011; Kozłowska-Szczęśna i in. 2002).

1.2. Materiały podstawowe

W Lidzbarku Warmińskim nie prowadzi się żadnych pomiarów meteorologicznych, dlatego też podstawą opracowania są dane ze stacji meteorologicznej w Olsztynie, zlokalizowanej w dzielnicy Dątki, przy ul. Sielskiej 34 (φ - 53°76' N, λ - 20°41' E, wys. 137 m n.p.m.), na zachodnich przedmieściach Olsztyna. Okolice stacji stanowi zabudowa jednorodzinna, otoczona lasami, oddzielona od centrum miasta dwoma jeziorami.

Podmiejskie położenie stacji sprawia, że dobrze reprezentuje ona warunki klimatyczne Pojezierza Olsztyńskiego, a z pewnym przybliżeniem może także obrazować klimat jego północnych krańców. Opracowanie obejmuje lata 2000-2012.

Informacje o klimacie okolic Lidzbarka Warmińskiego uzupełniono usłonecznieniem rzeczywistym w Kętrzynie i Elblągu z lat 1976-2000 (Kozłowski, Michalska 2005).

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 Lidzbarka Warmińskiego zapoznano się podczas 3 wizji terenowych: 9-10 maja, 4-5 lipca oraz 22 sierpnia 2013 roku. Przeanalizowano także mapy terenu oraz obrazy satelitarne.

Badania terenowe lokalnego zróżnicowania warunków klimatycznych w Lidzbarku Warmińskim przeprowadzono od 10 maja do 21 sierpnia 2013 roku. Pomiarów warunków termiczno-wilgotnościowych wykonywano w miejscach reprezentujących najważniejsze formy rzeźby i pokrycia terenu, a także jego zagospodarowania.

Badania natężenia hałasu wykonano w dniach 9-10 maja oraz 4-5 lipca 2013 roku w 8 charakterystycznych miejscach badanego terenu. Pomiarów nocne natężenia hałasu przeprowadzono z 9 na 10 maja 2013 r.

Oceny stanu sanitarnego powietrza za lata 2009-2012 dokonano na podstawie informacji pozyskanych ze strony internetowej Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Olsztynie (Raporty WIOŚ) i innych materiałów dostępnych na stronie internetowej WIOŚ w Olsztynie.

Badania pól elektromagnetycznych na granicy obszaru, na którym planowana jest działalność uzdrowiskowa wykonane zostały w dniu 2 października 2013 r. przez Laboratorium Badań Środowiskowych i Żywności, Oddział Badań Radiacyjnych Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej w Olsztynie.

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

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

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

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

- helioterapia, która polega na kąpielach słonecznych (leżakowaniu lub siedzeniu), w bardzo lekkiej odzieży (szorty lub krótka spódnica, koszulka z krótkim rękawem, sandały i nakrycie głowy) w miejscu eksponowanym na promienie słoneczne,
- aeroterapia, polegająca na leżakowaniu lub siedzeniu w miejscu zacienionym (lub w dni pochmurne) w odzieży dostosowanej do temperatury otoczenia,

- kinezyterapia, czyli terapia ruchowa, podczas której pacjenci korzystają z bodźców klimatycznych będąc w ruchu; działania bodźców atmosferycznych jest wspomagane zwiększoną wentylacją płuc, a konieczność dostosowania się organizmu do zmieniających się warunków otoczenia usprawnia pracę układu oddechowego, krwionośnego i termoregulacyjnego, prowadząc do poprawy kondycji i odporności organizmu.

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

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 przeciwkrzywicze. 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 skórniego 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 (Kielczewski, Bogucki 1972; Borisenkov i inni 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, wzmaga 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 trwale uszkodzenie słuchu. Za próg uszkodzenia 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 (fitonocydy). Tę mieszaninę związków organicznych powstających w czasie przemiany materii roślin (terpeny, olejki aromatyczne i inne substancje), liczną w borach sosnowych, lasach liściastych czy różnych typach łąk, charakteryzuje silne działanie bakteriobójcze, bakteriostatyczne i grzybobójcze. Właściwości terapeutyczne szaty roślinnej są w Polsce stosunkowo mało poznane. Na podstawie nielicznych prac można podać, że bór sosnowy wydziela substancje lotne sprzyjające uspokojeniu, działające leczniczo na drogi oddechowe, a także na obniżenie ciśnienia krwi.

Grądy (lasy liściaste) wpływają natomiast na pobudzenie układu nerwowego, wzmacniają aktywność, usuwają zmęczenie oraz podnoszą ciśnienie krwi. Inne typy lasów czy łąk mają także specyficzne, im tylko właściwe, oddziaływanie na organizm ludzki: np. fitoncydy działają na zmysł smaku i powonienia, przyczyniając się do odczuwania świeżości powietrza. Substancje lotne lub ciekłe o działaniu bakteriobójczym wydzielają przede wszystkim drzewa iglaste, w tym szczególnie sosna, świerk, modrzew, tuja i jałowiec (Krzymowska-Kostrowicka 1997; Kostrowicki 1999). Należy jednak zaznaczyć, że nie zawsze oddziaływanie drzew na klimat jest jednoznacznie pozytywne. Niektóre gatunki np. wierzba płacząca emitują duże ilości węglowodorów, które 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.

Według informacji zawartych w *Atlasie klimatu Polski* (Lorenc red. 2005), w którym usłonecznienie przedstawiono za okres 1971-2000, Lidzbark Warmiński znajduje się w regionie o średniej rocznej sumie 1550-1600 godzin ze słońcem, czyli znacznie powyżej normy dla uzdrowisk (1500 godzin). Ten sam przedział wartości średniej rocznej sumy godzin usłonecznienia stwierdzono w przypadku danych z lat 1951-2000 (Woś 2010).

Ze względu na brak pomiarów usłonecznienia w Lidzbarku Warmińskim, w charakterystyce warunków solarnych posłużono się danymi z Kętrzyna (około 50 km na wschód od Lidzbarka) oraz Elblągu (około 75 km na zachód od Lidzbarka).

Średnie roczne usłonecznienie w Kętrzynie i w Elblągu w latach 1976-2000 wyniosło 1534 godzin (Kozłowski, Michalska, 2005). Największa roczna suma godzin ze słońcem w Kętrzynie wyniosła 1790, w Elblągu – 1826, natomiast najmniejsza w Kętrzynie – 1096, w Elblągu – 1278.

Największe usłonecznienie w okolicach Lidzbarka Warmińskiego występuje od maja do sierpnia, średnio 6,6-7,9 godzin ze słońcem dziennie (tab. 2). Maksimum w przebiegu rocznym przypada na maj (Kętrzyn – 7,5 godziny, Elbląg – 7,9 godziny), zaś minimum na grudzień (Kętrzyn – 1,0 godziny, Elbląg – 0,9 godziny).

Przebieg roczny usłonecznienia w okolicy Lidzbarka Warmińskiego charakteryzuje się występowaniem większej liczby godzin ze słońcem późną wiosną niż w lecie. W Elblągu, gdzie cecha ta jest wyraźniej widoczna niż w Kętrzynie, średnia liczba tych godzin w maju wynosi 7,9 a w czerwcu, lipcu i sierpniu od 6,8 do 7,2.

Tabela 2. Średnie dzienne, maksymalne i minimalne usłonecznienie rzeczywiste (godziny) w miesiącach i w roku w Kętrzynie i w Elblągu (1976-2000) (Koźmiński, Michalska 2005)

		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Kętrzyn	Śr. dzienne	1,3	2,2	3,4	5,1	7,5	7,0	7,0	6,6	4,4	3,2	1,4	1,0	4,2
	Śr. maks.	2,0	4,0	5,2	7,7	10,4	10,0	12,5	10,4	6,7	5,0	3,0	2,0	4,9
	Śr. min.	0,2	0,8	1,2	2,7	5,4	3,9	3,2	3,5	3,0	2,0	0,5	0,4	3,0
Elbląg	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 **Lidzbarku Warmińskim 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.

Do scharakteryzowania warunków nefologicznych Lidzbarka Warmińskiego wykorzystano dane o zachmurzeniu w Olsztynie (tab. 3). Średnie roczne zachmurzenie ogólne w latach 2000-2012 wyniosło tam 69% i było ono nieco wyższe niż w latach 1951-2000 (65%). Ogólnie okolice Lidzbarka Warmińskiego charakteryzują się większym średnim zachmurzeniem w porównaniu z zachmurzeniem na większości obszaru Polski (Woś, 2010). Największe średnie miesięczne zachmurzenie wystąpiło w listopadzie i w grudniu (83%), a najmniejsze w maju i we wrześniu (60%). Zróżnicowanie zachmurzenia w przebiegu dobowym było niewielkie i charakteryzowało się większym zachmurzeniem w terminie południowym (72%) niż porannym (69%) i wieczornym (65%).

W Olsztynie, w porównaniu z większością obszaru Polski, średnia liczba dni w roku z bezchmurnym niebem o godzinie 12 UTC jest mała (14,0). Średnia liczba dni pogodnych w roku jest tam natomiast zbliżona do liczby tych dni na większości obszaru Polski. W latach 1951-2000 dni pogodnych było średnio około 39 (Woś 2010), jednak w latach 2000-2012 wystąpiło ich wyraźnie mniej (średnio 26). Dni te najczęściej występują we wrześniu (3,7), najrzadziej w styczniu i w listopadzie (0,9).

W Olsztynie występuje stosunkowo dużo dni z całkowitym zachmurzeniem nieba o godzinie 12 UTC (średnio około 110 w roku). Średnia liczba dni pochmurnych w roku jest tam także dość duża w porównaniu z liczbą tych dni na większości obszaru Polski. W latach 1951-2000 dni pochmurnych było średnio około 132 (Woś 2010), natomiast w latach 2000-2012 wystąpiło ich wyraźnie więcej (średnio około 155). Dni te najczęściej występują w grudniu (21,4), natomiast najrzadziej w lipcu (7,5).

Tabela 3. Charakterystyka zachmurzenia w Olsztynie (2000-2012)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Śr. zachmurzenie (%)	80	76	67	61	60	63	63	62	60	68	83	83	69
Śr. zachmurzenie (%) 06 UTC	81	78	69	59	56	60	60	60	60	72	85	85	69
Śr. zachmurzenie (%) 12 UTC	82	78	70	64	65	69	69	67	64	72	83	85	72
Śr. zachmurzenie (%) 18 UTC	77	71	62	60	60	60	59	60	55	59	80	80	65
Średnia liczba dni z $N_{12\text{ UTC}} = 0\%$	1,2	2,2	1,5	2,1	1,1	0,4	0,2	0,5	1,6	1,7	0,9	0,6	14,0
Średnia liczba dni z $N_{12\text{ UTC}} = 100\%$	16,6	13,3	10,4	6,3	5,2	4,1	3,3	4,4	3,9	9,0	15,4	18,3	110,2
Średnia liczba dni pogodnych $N_{\text{sr. dob.}} \leq 20\%$	0,9	2,0	3,3	3,5	2,7	1,6	1,8	1,6	3,7	3,0	0,9	1,1	26,0
Średnia liczba dni pochmurnych $N_{\text{sr. dob.}} \geq 80\%$	19,8	16,7	13,6	9,2	8,4	8,1	7,5	7,9	8,8	12,8	20,6	21,4	154,9

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że w Lidzbarku Warmińskim występują umiarkowanie korzystne warunki nefologiczne dla lecznictwa klimatycznego.

Kolejnym elementem charakterystyki warunków solarnych jest ocena natężenia bodźców radiacyjnych. Bodźce te są słabe wtedy, gdy ilość energii słonecznej pochłoniętej przez człowieka nie przekracza $75 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$. Wtedy, gdy ilość pochłoniętej energii wynosi $75\text{-}150 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, bodźce określamy jako umiarkowane, a gdy przekracza $150 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ – jako silne. W warunkach klimatycznych Polski bodźce umiarkowane w okresie zimowym występują przy niebie bezchmurnym lub o małym zachmurzeniu, natomiast latem – przy zachmurzeniu umiarkowanym. Bodźce silne związane są natomiast z niebem bezchmurnym lub z zachmurzeniem małym.

Natężenie bodźców radiacyjnych w Lidzbarku Warmińskim scharakteryzowano na podstawie danych z godziny 12 UTC z Olsztyna. W latach 2000-2012 dominowały bodźce radiacyjne słabe, które stanowiły około 56% przypadków w roku (tab. 4). Największa częstość tych bodźców przypada na okres od listopada do lutego (68-95%), co wynika zarówno z niskiego położenia tarczy słonecznej nad horyzontem, jak i występowania dużego lub umiarkowanego zachmurzenia w tych miesiącach. Bodźce umiarkowane i silne stanowiły

odpowiednio około 30 i 14% przypadków w roku. Maksimum częstości pierwszych z tych bodźców przypada na wrzesień i październik, zaś drugich – na maj i sierpień. Bodźce silne nie wystąpiły późną jesienią i w zimie.

Tabela 4. Częstość (%) bodźców radiacyjnych o różnym natężeniu w Olsztynie (2000-2012)

Bodźce	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Słabe	86,6	67,6	52,6	40,8	36,9	42,3	40,0	37,8	38,7	52,0	80,6	95,3	55,9
Umiarkowane	13,4	32,4	38,5	33,8	28,1	30,0	30,8	29,8	50,5	46,7	19,4	4,7	29,8
Silne	.	.	8,9	25,4	34,9	27,7	29,3	32,3	10,8	1,3	.	.	14,3

2.2. Warunki termiczno-wilgotnościowe

Do analizy warunków termicznych Lidzbarka Warmińskiego wykorzystano dane z Olsztyna. Średnia roczna temperatura powietrza w latach 2000-2012 wyniosła tam 7,8°C i w porównaniu z temperaturą na większości obszaru Polski była ona przeciętna (tab. 5).

W Polsce w ostatnich latach zauważalny jest wzrost średniej rocznej temperatury powietrza. Widoczne jest to również w Olsztynie, gdzie lata 2000-2012 były cieplejsze średnio o około 0,7°C w porównaniu z drugą połową XX wieku. W latach 1951-2000 średnia temperatura powietrza w Olsztynie w najcieplejszym roku wyniosła 11,0°C, natomiast w roku najchłodniejszym 3,1°C (Woś 2010).

W przebiegu rocznym najcieplejszym miesiącem w Olsztynie jest lipiec (średnio 18,8°C), zaś najzimniejszym – styczeń (średnio -2,6°C). W trzech miesiącach roku, w styczniu, lutym i w grudniu, średnia temperatura powietrza jest mniejsza od 0°C.

Zakres wahań temperatury charakteryzuje absolutna amplituda temperatury powietrza. W latach 2000-2012 w Olsztynie wyniosła ona 63,5°C, natomiast w latach 1951-2000 66,8°C. Najwyższą temperaturę powietrza w latach 2000-2012 zanotowano 17 lipca 2007 r. (35,0°C), natomiast najniższą 23 stycznia 2006 r. (-28,5°C).

Istotnym wskaźnikiem charakteryzującym stosunki termiczne danego obszaru jest także średnia roczna amplituda temperatury powietrza, rozumiana jako różnica między temperaturą średnią najcieplejszego i najchłodniejszego miesiąca w roku. W latach 1951-2000 w Olsztynie wyniosła ona 20,3°C i była ona wyraźnie większa niż w zachodniej części Polski (17-19°C), oraz niewiele mniejsza niż w części wschodniej (około 21°C, Woś 2010).

Tabela 5. Charakterystyka warunków termicznych w Olsztynie (2000-2012)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Śr. temperatura pow. (°C)	-2,6	-2,3	1,6	7,8	13,0	15,9	18,8	17,6	12,7	7,6	3,6	-1,1	7,8
Śr. temperatura pow. 06 UTC (°C)	-3,2	-3,5	-0,2	5,9	11,9	15,0	17,6	16,2	11,0	6,0	3,0	-1,6	6,6
Śr. temperatura pow. 12 UTC (°C)	-1,3	-0,1	4,9	12,4	17,2	19,5	22,3	21,7	17,1	10,9	5,2	0,0	10,9
Śr. temperatura pow. 18 UTC (°C)	-2,3	-1,6	2,6	9,5	14,7	17,5	20,3	18,7	13,3	8,0	3,8	-0,8	8,7
Abs. maks. temp. pow. (°C)	12,1	12,6	19,8	30,2	31,3	33,0	35,0	32,3	29,4	22,7	15,8	12,5	35,0
Rok	2007	2001	2010	2012	2005	2000	2007	2002	2012	2011	2010	2006	2007
Abs. min. temp. pow. (°C)	-28,5	-27,0	-15,8	-8,0	-3,8	0,5	4,7	4,7	-3,5	-6,9	-14,5	-20,5	-28,5
Rok	2006	2012	2006	2002	2007	2001	2000	2001	2000	2001	2010	2002	2006
Liczba dni letnich ($t_{sr} \geq 15^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	1,8	8,4	18,1	27,9	25,7	7,0	0,4	.	.	88,9
Liczba dni gorących ($t_{max} \geq 25^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	0,9	3,9	6,5	12,1	9,7	1,4	.	.	.	34,4
Liczba dni upalnych ($t_{max} \geq 30^{\circ}\text{C}$)	.	.	.	0,1	0,2	0,8	2,8	1,1	.	.	.	.	4,9
Liczba dni mroźnych ($t_{min} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	7,2	6,3	2,3	.	.	.	.	.	.	.	0,2	4,3	20,2
Liczba dni b. mroźnych ($t_{max} \leq -10^{\circ}\text{C}$)	1,0	0,5	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	0,5	2,2

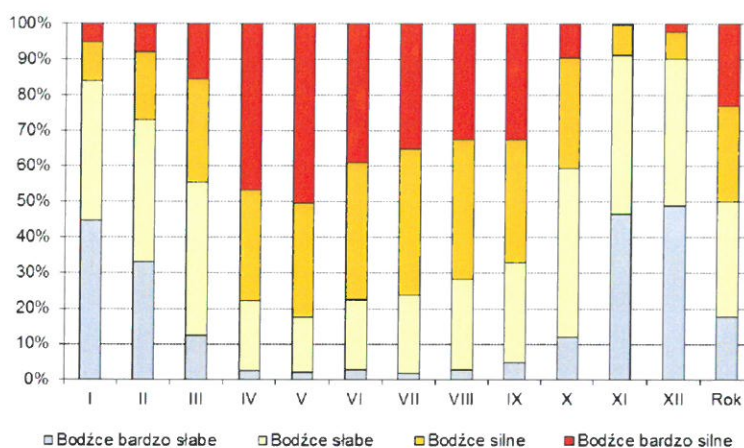
Dni charakterystyczne, które są wskaźnikiem silnych bodźców termicznych, pomagają ocenić stopień uciążliwości warunków termicznych dla człowieka. Takim dniem jest dzień gorący (temperatura maksymalna $\geq 25^{\circ}\text{C}$), upalny (temperatura maksymalna $\geq 30^{\circ}\text{C}$), letni (temperatura średnia dobowa $\geq 15^{\circ}\text{C}$), mroźny (temperatura minimalna $\leq -10^{\circ}\text{C}$) i bardzo mroźny (temperatura maksymalna $\leq -10^{\circ}\text{C}$).

W Olsztynie w latach 2000-2012 notowano średnio w roku około 89 dni letnich (tab. 5). Występowały one od kwietnia do października, najczęściej w lipcu (średnio około 28 dni). Średnia liczba dni gorących w roku w porównaniu z liczbą tych dni na większości obszaru Polski była dość mała i wyniosła około 34. Dni te notowano od kwietnia do września, najczęściej w lipcu. Liczba dni upalnych w roku w Olsztynie była natomiast bardzo mała (średnio około 5, w tym w lipcu około 3). Dość mała była także liczba dni mroźnych (średnio około 20 w roku) i bardzo mroźnych (średnio około 2 w roku).

Jedną z miar bodźcowości warunków termicznych jest wartość dobowej amplitudy temperatury powietrza, tzn. różnicy między dobową 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. Poszczególne wartości 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
równe lub większe 12	- ostre.

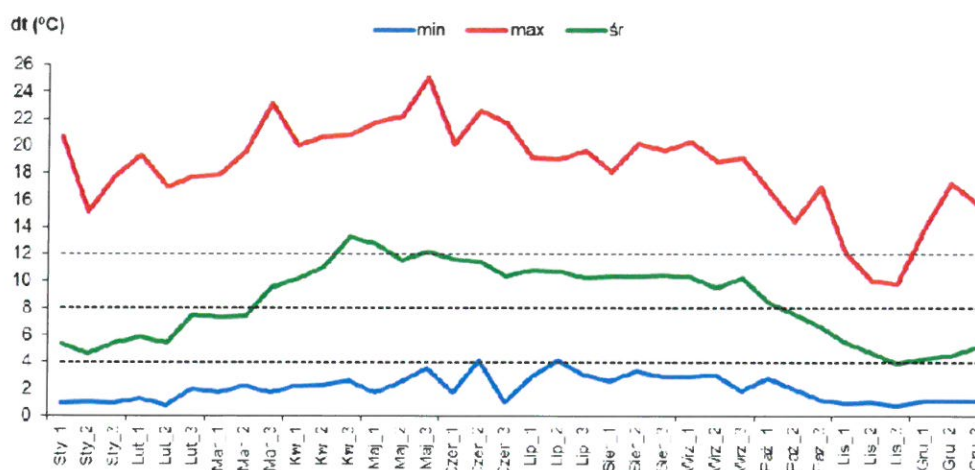
W Olsztynie w latach 2000-2012 najczęściej (32,2%) występowały dni, w których bodźce termiczne były słabe (ryc. 1). Niewiele rzadziej występowały dni z bodźcami termicznymi silnymi (26,9%). Suma częstości dni o bodźcach termicznych silnych i bardzo silnych jest nieznacznie większa niż suma częstości dni o bodźcach słabych i bardzo słabych (odpowiednio 50,1 i 49,9%).



Rycina 1. Częstość (%) dni o różnym natężeniu bodźców termicznych w Olsztynie (2000-2012)

Bardzo silne bodźce termiczne najczęściej występowały od kwietnia do września. Maksimum w przebiegu rocznym przypada na maj (50,4% dni), zaś minimum na listopad (0,3% dni). Zimą bodźcowość klimatyczna wynikająca z dobowych kontrastów termicznych jest bardzo mała, jednak w okresie tym niska temperatura powietrza jest sama w sobie silnym bodźcem termicznym, przed którym bronić się musi organizm człowieka.

Średnia dekadowa wartość dobowej amplitudy temperatury powietrza w Olsztynie wynosi w ciągu roku od około 4 do około 13°C (ryc. 2). Najmniejsze wartości występują w styczniu, listopadzie i w grudniu, natomiast największe w kwietniu i w maju. Na wiosnę, od trzeciej dekady marca, następuje wyraźny wzrost średniej dekadowej wartości dobowej amplitudy temperatury powietrza. Jesienią spadek tej średniej rozpoczyna się od pierwszej dekady października. Największa dobową amplitudą temperatury powietrza (25,1°C) wystąpiła w jednym z dni trzeciej dekady maja (27.05.2000 r.). Najmniejsza dobową amplitudą temperatury powietrza (0,8°C) wystąpiła w jednym z dni drugiej dekady lutego (12.02.2009 r.) oraz trzeciej dekady listopada (28.11.2001 r.).



Rycina 2. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości dobowej amplitudy temperatury powietrza w Olsztynie (2000-2012)

Na rodzaj odczucia termicznego, obok temperatury powietrza, duży wpływ ma też jego wilgotność. Średnia roczna wilgotność względna powietrza w Olsztynie w latach 2000-2012 wyniosła 80% (tab. 6) i była ona niewiele mniejsza niż w latach 1951-2000 (81%, Woś 2010). Ogólnie wartości te są przeciętne w porównaniu z wilgotnością na większości obszaru Polski (Woś 2010). Maksimum w przebiegu rocznym przypada na okres od października do lutego (86-91%), zaś minimum na kwiecień i maj (odpowiednio 68 i 67%). Średnia roczna wilgotność względna powietrza o godzinie 12 UTC (68%) jest wyraźnie mniejsza od średniej wilgotności o godzinie 6 i 18 UTC (odpowiednio 86 i 78%).

Tabela 6. Charakterystyka warunków wilgotnościowych w Olsztynie (2000-2012).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Śr. wilgotność względna (%)	89	86	79	68	67	70	73	76	82	86	90	91	80
Śr. wilgotność względna 06 UTC (%)	91	90	87	79	76	78	82	86	91	92	93	92	86
Śr. wilgotność względna 12 UTC (%)	85	78	65	51	53	57	60	60	64	72	85	87	68
Śr. wilgotność względna 18 UTC (%)	89	85	76	63	63	66	69	74	81	86	91	91	78
Śr. l. dni parnych ($e_{12\text{UTC}} > 18,8\text{ hPa}$)	.	.	.	.	0,1	1,3	6,2	5,2	0,5	.	.	.	13,2

W latach 2000-2012 w Olsztynie wystąpiło średnio w roku około 13 dni parnych, rozumianych jako dni, w których ciśnienie pary wodnej o godzinie 12 UTC wynosi co najmniej 18,8 hPa. Dni parne są dość częste jedynie w lipcu i sierpniu (średnio około 6 i 5). Mogą one także być notowane w czerwcu oraz sporadycznie w maju i wrześniu.

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 59% dni, warunki termiczno-wilgotnościowe w Olsztynie nie powodują żadnych obciążeń cieplnych i uczucia parności (tab. 7). W przypadku osób starszych i z chorobami układu krążenia niewielkie obciążenie termiczno-wilgotnościowe występuje średnio w około 36% dni w półroczu, z czego najczęściej w sierpniu (około 56% dni). W odniesieniu do pozostałych grup kuracjuszy niewielkiego uczucia parności można się spodziewać tylko w 5,5% dni półrocza ciepłego, z czego najczęściej w lipcu i w sierpniu (odpowiednio około 16 i 9% dni). W żadnym dniu w latach 2000-2012 nie wystąpiło silne i bardzo silne uczucie parności.

Tabela 7. Częstość (%) dni o różnym natężeniu uczucia parności w półroczu ciepłym w Olsztynie (2000-2012)

Natężenie uczucia parności	V	VI	VII	VIII	IX	X	Półrocze
Brak uczucia parności	68,8	56,7	35,0	34,8	64,9	92,5	58,7
Możliwe słabe uczucie parności u osób z chorobami krążenia	29,6	38,7	49,3	56,4	33,0	7,5	35,8
Umiarkowane uczucie parności u większości osób	1,5	4,6	15,8	8,8	2,1	.	5,5

Po analizie charakterystyk temperatury i wilgotności powietrza można stwierdzić, że pod względem stosunków termiczno-wilgotnościowych Lidzbark Warmiński spełnia warunki stawiane miejscowościom uzdrowiskowym.

Rozpatrując warunki termiczno-wilgotnościowe Lidzbarka Warmińskiego o istotnym znaczeniu dla lecznictwa pozytywnymi cechami są mała liczba dni gorących i upalnych oraz rzadkie stany parności.

2.3. Opady i zjawiska atmosferyczne

Opady atmosferyczne są czynnikiem ograniczającym możliwości leczenia klimatycznego, wypoczynku i uprawiania turystyki. Średnia roczna suma opadów w Olsztynie w latach 1951-2000 wyniosła 623 mm (Woś 2010), natomiast w latach 2000-2012 660 mm (tab. 8). Średnia suma opadów jest tam porównywalna z wysokością opadów na większości obszaru Polski. Największa roczna suma opadów w latach 1951-2000 wyniosła 905 mm, natomiast najmniejsza 367 mm (Woś 2010).

W przebiegu rocznym maksimum opadów przypada na lipiec (średnio 101 mm), zaś minimum na kwiecień (średnio 33 mm). Suma opadów w półroczu ciepłym jest prawie o połowę większa niż suma opadów w półroczu chłodnym. Na lato przypada około 38% sumy rocznej opadów, podczas gdy na zimę tylko około 19%.

Tabela 8. Opady atmosferyczne w Olsztynie (2000-2012)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Suma opadów (mm)	48	37	40	33	59	71	101	81	45	54	51	39	660
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	18,2	15,9	13,3	11,2	12,9	15,1	16,3	14,2	11,1	13,2	15,2	15,5	172,0
Liczba dni z opadem $\geq 1,0$ mm	11,8	9,8	9,0	8,7	9,2	11,2	12,1	10,8	7,5	9,6	10,6	10,1	120,3
Liczba dni z opadem $\geq 10,0$ mm	0,6	0,2	0,7	0,3	1,5	2,0	2,8	2,4	1,2	1,5	0,9	0,4	14,5
Największa suma dob. opadów (mm)	23	15	19	13	30	37	61	36	41	37	20	14	61

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 Olsztynie w latach 1951-2000 wyniosła 173 (Woś, 2010), natomiast w latach 2000-2012 172, co oznacza, że jest ona niższa od dopuszczonej normy. Liczba dni z opadem jest mało zróżnicowana w przebiegu rocznym. Najwięcej takich dni występuje w styczniu (około 18), najmniej w kwietniu i we wrześniu (około 11).

Opady, zwłaszcza letnie, są często związane z występowaniem burz, które przez zmiany pola elektrycznego w czasie wyladowań oddziałują na człowieka, zwykle pogarszając jego samopoczucie. Średnia roczna liczba dni z burzą w Olsztynie w latach 1951-2000 wyniosła 21 (Woś 2010), natomiast w latach 2000-2012 około 22 (tab. 9). Burze występowały w ciągu całego roku, najczęściej w lipcu (średnio w 6,5 dniach).

Tabela 9. Burze, mgły i pokrywa śnieżna w Olsztynie (2000-2012)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Liczba dni z burzą	0,4	0,2	0,3	0,6	3,3	3,7	6,5	4,9	1,4	0,5	0,1	0,1	21,9
Liczba dni z mgłą	5,4	3,4	2,7	3,6	2,3	0,8	2,9	2,9	4,5	6,2	6,8	4,5	46,3
Liczba dni z pokrywą śnieżną	20,7	18,8	9,2	0,6	.	.	.	.	.	0,5	3,5	13,1	66,2

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. W Olsztynie w latach 2000-2012 średnio w roku wystąpiło około 46 dni z mgłą (tab. 9). Mgły powstawały w ciągu całego roku, najczęściej od września do stycznia, kiedy to były obserwowane średnio w 5-7 dniach w miesiącu.

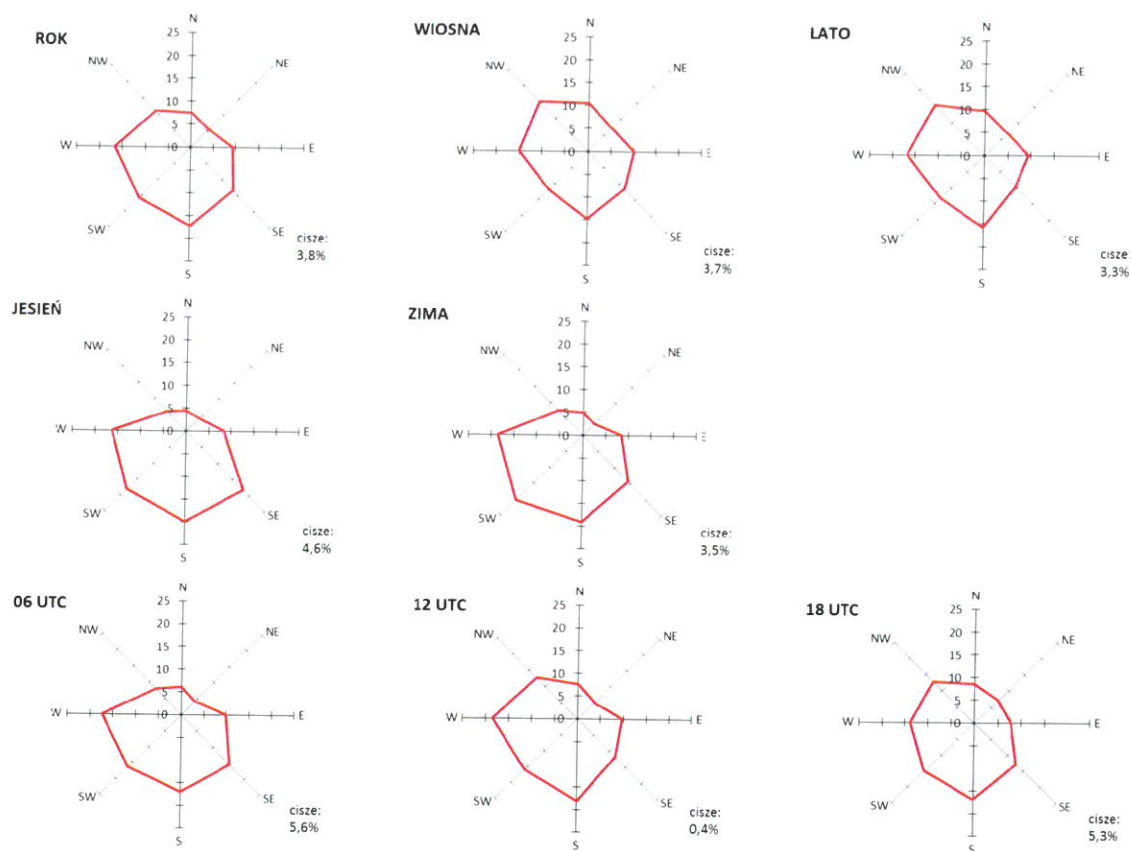
Zgodnie z obowiązującą normą liczba dni z mgłą nie może przekraczać w uzdrowisku 50 w okresie od października do marca oraz 15 w okresie od kwietnia do września. W Olsztynie w latach 2000-2012 było ich średnio w tych półroczach około 29 i 17 dni. **Na tej podstawie można stwierdzić, że w Lidzbarku Warmińskim liczba dni z mgłą w półroczu chłodnym jest wyraźnie mniejsza niż podana dla uzdrowisk, natomiast w półroczu ciepłym jest niewiele większa niż norma.**

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. W Olsztynie w latach 2000-2012 średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną wyniosła około 66 i jest ona większa w porównaniu z liczbą tych dni na większości obszaru Polski (tab. 9). Dni z pokrywą śnieżną mogą występować od października do kwietnia, najczęściej w styczniu (średnio około 21 dni).

2.4. Warunki wietrzne i ciśnienie atmosferyczne

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 Lidzbarku Warmińskim są uwarunkowane głównie czynnikami cyrkulacyjnymi, przy niewielkim udziale lokalnego ukształtowania powierzchni terenu. Do przedstawienia rozkładu kierunków wiatru w Lidzbarku wykorzystano dane z Olsztyna z lat 2000-2012.



Rycina 3. Rozkład kierunków wiatrów (%) w Olsztynie (2000-2012)

Rozkład kierunków wiatru w roku w Olsztynie charakteryzuje się małym zróżnicowaniem. Najczęściej występuje tam wiatr południowy (17,3%) (ryc. 3). Duże znaczenie ma także wiatr zachodni (16,7%) oraz południowo-zachodni (15,8%). Napływ powietrza z tych dwóch ostatnich kierunków jest uwarunkowany głównie czynnikami cyrkulacyjnymi (dominacja w Polsce adwekcji powietrza z zachodu). Najrzadziej występuje wiatr północno-wschodni i północny (odpowiednio 5,4 i 7,4%). Cisze stanowią około 4% przypadków. Zróżnicowanie rozkładu kierunków wiatru między porami roku jest niewielkie. Wiosną i latem częściej występuje wiatr północny i północno-zachodni. Dla jesieni i zimy charakterystyczny jest natomiast wzrost udziału wiatru południowego i południowo-zachodniego. Niewielkie różnice w rozkładzie kierunku wiatru występują także między

porami dnia. Rano częściej niż w południe i wieczór występuje wiatr południowo-wschodni, rzadziej natomiast północno-zachodni. Cisze są notowane zdecydowanie rzadziej w południe niż rano i wieczorem.

Średnia roczna prędkość wiatru w Olsztynie w latach 2000-2012 wyniosła $3,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (tab. 10). Największe średnie prędkości wiatru występują w styczniu, lutym i w marcu ($3,4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$), najmniejsze natomiast od lipca do września ($2,6\text{-}2,9 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Średnia prędkość wiatru rano i wieczorem ($2,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) jest wyraźnie mniejsza niż w godzinach okołopołudniowych ($3,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$).

Tabela 10. Charakterystyki prędkości wiatru w Olsztynie (2000-2012).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Śr. prędkość wiatru ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	3,4	3,4	3,4	3,0	3,2	3,2	2,9	2,7	2,6	3,0	3,3	3,2	3,1
Śr. prędkość wiatru 06 UTC ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	3,3	3,0	3,0	2,5	2,8	2,8	2,5	2,3	2,2	2,6	3,2	3,1	2,8
Śr. prędkość wiatru 12 UTC ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	3,7	4,0	4,4	4,0	4,0	3,9	3,6	3,6	3,6	3,7	3,6	3,5	3,8
Śr. prędkość wiatru 18 UTC ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	3,4	3,3	3,0	2,7	2,8	2,9	2,6	2,2	2,1	2,7	3,1	3,2	2,8
Liczba dni z ciszą atmosferyczną ($v = 0$ w min. 1 term. obs.)	2,1	3,0	3,3	4,1	2,1	1,9	2,0	4,6	5,8	3,9	1,3	2,7	36,8
Liczba dni ze śr. dob. prędkością wiatru <2 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	4,5	4,3	4,0	5,0	3,1	3,2	4,5	6,7	7,8	6,1	3,5	5,0	57,6
Liczba dni z maks. prędkością wiatru ≥ 8 ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$)	1,8	1,4	2,9	1,2	1,0	0,8	0,5	0,9	0,2	0,3	0,7	0,5	12,1

W Olsztynie liczba dni z wiatrem słabym, rozumianych jako dni ze średnią dobową prędkością wiatru mniejszą od $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, jest mała (średnio około 58 w roku). Najmniej takich dni występuje w maju i w czerwcu (średnio około 3), natomiast najwięcej w sierpniu, wrześniu i w październiku (średnio 6-8). Mało jest także dni z wiatrem silnym (maksymalna prędkość wiatru co najmniej $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Średnia liczba takich dni w roku wynosi około 12. Wiatr silny występuje najczęściej w marcu, najrzadziej we wrześniu i w październiku.

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że warunki wiatrowe w Lidzbarku Warmińskim są korzystne dla klimatoterapii. Średnia prędkość wiatru w Lidzbarku jest dość mała, a dni z wiatrem silnym są rzadkie.

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):

<i>dp</i> (hPa)	odczucie zmian ciśnienia atmosferycznego:
≤4,0	- słabe,
4,1-8,0	- umiarkowane,
8,1-12,0	- silne,
>12,0	- bardzo silne.

W Olsztynie dominują małe (≤ 4 hPa) zmiany ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień (tab. 11). Średnio w roku stanowią one około 53% przypadków. Międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego odczuwane jako słabe występują najczęściej w styczniu (58% przypadków), natomiast najrzadziej w grudniu (50% przypadków). Zmiany ciśnienia atmosferycznego odczuwane jako silne stanowią średnio w roku około 12% przypadków, zaś jako bardzo silne około 7%. Bardzo silne bodźce związane ze zmianami ciśnienia atmosferycznego mają minimum w jesieni oraz maksimum na wiosnę. Międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego odczuwane jako bardzo silne najczęściej występują w marcu (7,6%). Oznacza to, że w miesiącu tym występują średnio ok. 2 przypadki bardzo dużej zmiany ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień.

Tabela 11. Częstość (%) międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego (*dp*, hPa) w Olsztynie (2000-2012)

<i>dp</i> (hPa)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
≤4,0	58,0	52,0	51,2	50,0	51,6	54,9	52,9	54,6	52,1	53,6	54,6	49,9	52,9
4,1-8,0	27,3	30,6	31,0	27,9	31,2	29,0	26,2	26,7	31,0	29,8	29,0	27,4	28,9
8,1-12,0	8,8	11,2	10,2	14,8	10,0	10,1	14,4	11,5	11,2	11,2	10,0	15,2	11,6
>12,0	5,9	6,2	7,6	7,3	7,2	6,0	6,5	7,2	5,7	5,4	6,4	7,5	6,6

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 zrównowżenia 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)

$$Q = R + L,$$

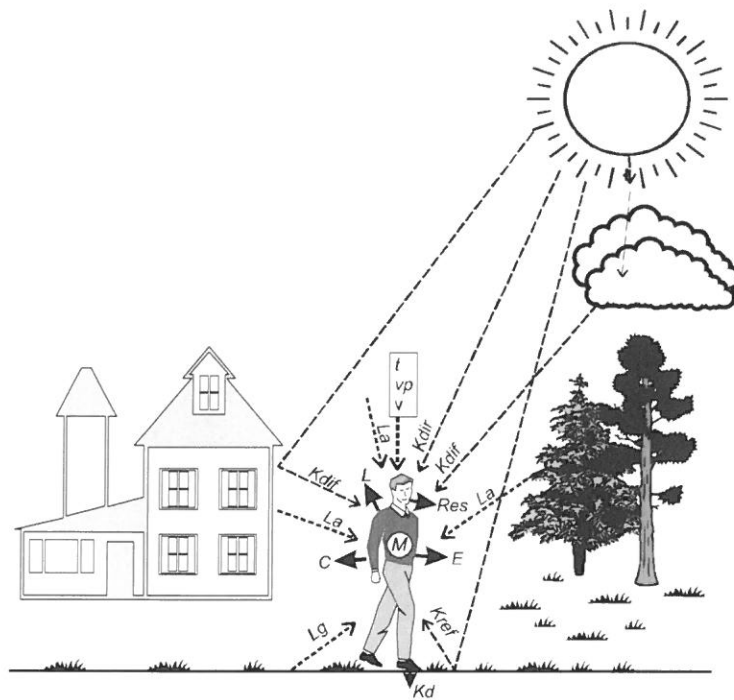
E – straty ciepła w wyniku parowania, czyli turbulencyjnego unoszenia ciepła utajonego,

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

Res – straty ciepła w wyniku oddychania,

Kd – wymiana ciepła poprzez przewodzenie.

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. 4).



Rycina 4. 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*), uniwersalny wskaźnik obciążeń cieplnych (*UTCI*) oraz wskaźnik dopuszczalnego poziomu aktywności fizycznej (*MHR*) (Błażejczyk 2003, 2004, Błażejczyk, Kunert 2011). Wskaźniki te uwzględniają wszystkie procesy wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem oraz intensywność procesów termoregulacyjnych. Wartości wskaźników obliczono na podstawie danych z południowego terminu obserwacyjnego (godzina 12 UTC).

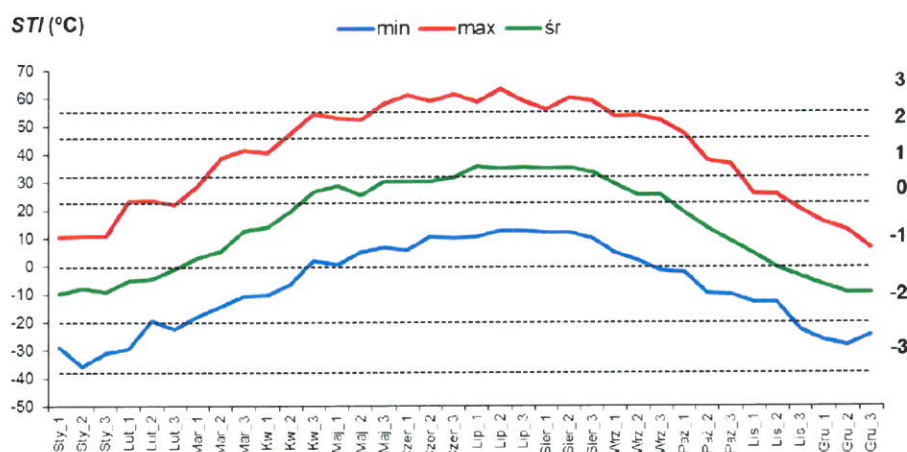
3.1. Temperatura odczuwalna

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* [°C]):

<i>STI</i> [°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.

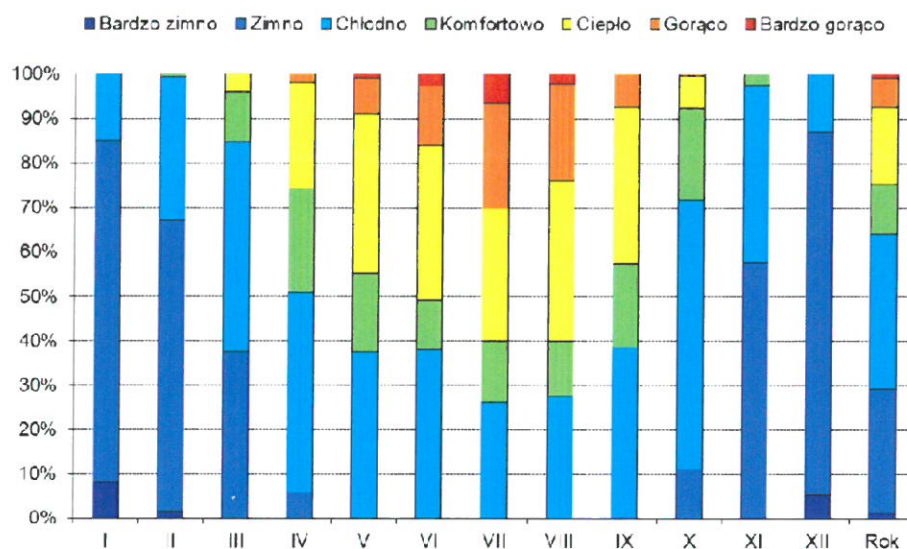
W analizowanym okresie (2000-2012) zakres kategorii odczuć cieplnych objął klasy od „bardzo zimno” (od końca listopada do końca lutego) do „bardzo gorąco” (od połowy maja do początku września). Średnio, odczucia ciepłe kształtują się w zakresie od „zimno” (od połowy listopada do końca lutego) do „ciepło” (od końca czerwca do początku września). Warunki komfortu termicznego opisywane przez średnią wartość *STI* występują pod koniec kwietnia, w maju i w czerwcu oraz we wrześniu (ryc. 5). Wartość maksymalna *STI* (63,3°C) występuje w drugiej dekadzie lipca, minimalna zaś (-35,6°C) – w drugiej dekadzie stycznia. Zakres zmienności wartości *STI* w ciągu roku osiąga w Olsztynie 98,9°C i jest to wartość stosunkowo wysoka. Można jednak spodziewać się, że w położonym bliżej morza Lidzbarku Warmińskim roczna amplituda *STI* będzie niższa.



Rycina 5. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości temperatury odczuwalnej (*STI*) w Olsztynie (2000-2012)
 Odczucia ciepłne: -3 – bardzo zimno, -2 – zimno, -1 – chłodno, 0 – komfortowo, 1 – ciepło, 2 – gorąco, 3 – bardzo gorąco.

W rejonie Lidzbarka Warmińskiego dominują odczucia ciepłne związane z chłodem. Stanowią one niemal 65% dni w roku (ryc. 6). Największą częstością występowania charakteryzuje się odczucie „chłodno”. Pojawia się ono w ciągu 35% dni w roku i jest obserwowane w każdym miesiącu – najczęściej jesienią i wiosną. Częstość skrajnego odczucia związanego z chłodem – „bardzo zimno”, jest największa w styczniu (ponad 8%). Odczucia ciepłne związane z warunkami zimna są jedynymi, które występują w styczniu i w grudniu. Niemal 25% wszystkich dni przypada na odczucia związane z ciepłem. Występują

one od marca do października z największą częstością w lipcu i sierpniu. Skrajne odczucie obserwowane w rejonie Lidzbarka – „bardzo gorąco” występuje najczęściej w lipcu (6,5%). Odczucie komfortu termicznego stanowi 11% przypadków w ciągu roku. Występuje ono od lutego do listopada z największą częstością w kwietniu (24%).



Rycina 6. Częstość odczuć cieplnych (wg STI) w Olsztynie (2000-2012)

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 ciepłego, 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 $4 \text{ km}\cdot\text{godz.}^{-1}$.

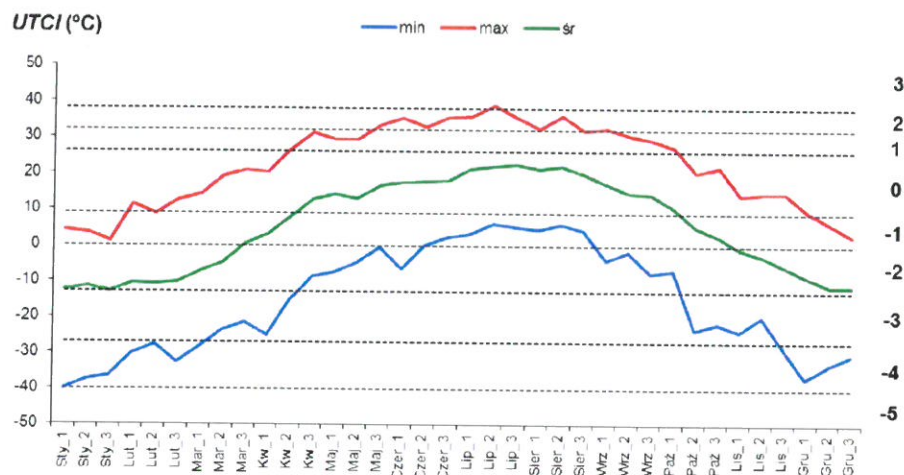
Skala oceny obciążeń cieplnych według wskaźnika *UTCI* opiera się na obiektywnych zmianach parametrów fizjologicznych organizmu, zachodzących pod wpływem warunków środowiskowych, a wartości wskaźnika są miarą obciążeń cieplnych organizmu (tab. 12).

Tabela 12. 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 ciągu roku średnie wartości *UTCI* utrzymują się w Lidzbarku Warmińskim w zakresie od „umiarkowany stres zimna” (od początku listopada do końca marca) do „brak obciążeń cieplnych” (od końca kwietnia do połowy października) (ryc. 7). Najsilniejsze obciążenia cieplne związane z warunkami chłodu występują na początku stycznia. Wartość *UTCI* wynosi wtedy -40,1°C i oznacza „nieznosny stres zimna”. Największe natężenie obciążeń cieplnych związanych z wysoką temperaturą występuje w drugiej dekadzie lipca. Wartość *UTCI* osiąga 39,0°C (kategoria „bardzo silny stres ciepła”). Ta dekada jest jedyną, kiedy występują tak silne obciążenia cieplne, związane z warunkami gorąca. W takich warunkach 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 0,5 l·godz.⁻¹ oraz ograniczenie czasu przebywania w terenie otwartym, zwłaszcza w miejscach nasłonecznionych. Osoby

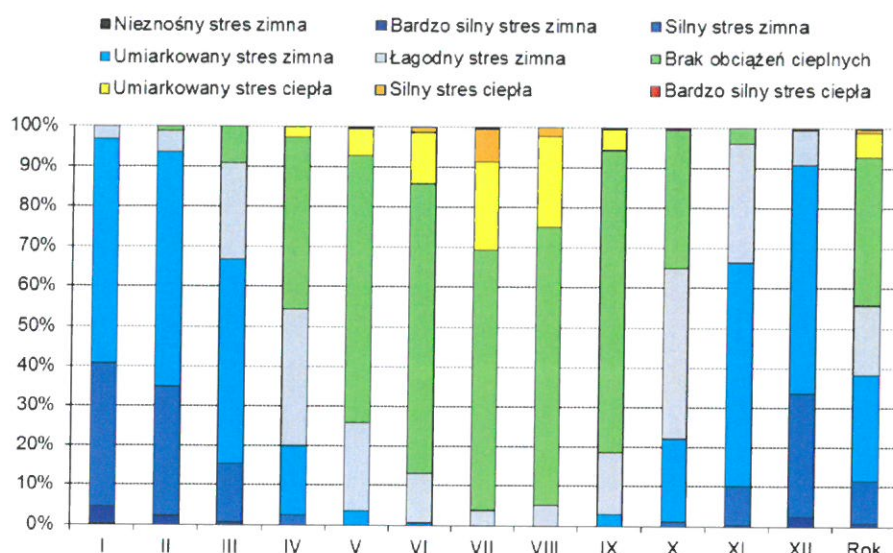
zdrowe i w sile wieku powinny ograniczyć wysiłek fizyczny, a osoby osłabione, starsze i dzieci powinny go unikać.



Rycina 7. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości uniwersalnego wskaźnika obciążeń cieplnych (UTCI) w Olsztynie (2000-2012)

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 Lidzbarka Warmińskiego przeważają dni charakteryzujące się obciążeniami cieplnymi związanymi z zimą. Największa częstość takich dni obserwowana jest w styczniu (ryc. 8). Są to wszystkie dni tego miesiąca. Średnio w roku notuje się niemal 56% dni z obciążeniami cieplnymi powodowanymi przez warunki chłodu. Najsilniejsze obciążenia cieplne takimi warunkami („nieznosny stres zimna”) występują w styczniu, jednak w badanym wieloleciu zanotowano zaledwie jeden taki dzień. Warunki związane ze stresem ciepła występują od kwietnia do września. Stanowią one 7,2% wszystkich dni w ciągu roku. Dni ze stresem ciepła występują najczęściej w lipcu (30,8%). Wtedy też nasilenie stresu ciepła jest największe. W badanym wieloleciu zanotowano w lipcu jeden dzień z bardzo silnym stresem ciepła. Pogoda cechująca się brakiem obciążeń cieplnych dominuje w okresie od maja do września (ponad 65%). Największych ich udział obserwowany jest we wrześniu (75,8%) oraz w czerwcu (72,6%). Średnio w roku w rejonie Lidzbarka obserwuje się 37% takich dni.



Rycina 8. Częstość dni o różnym natężeniu stresu cieplnego (wg *UTCI*) w Olsztynie (2000-2012)

3.3. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej

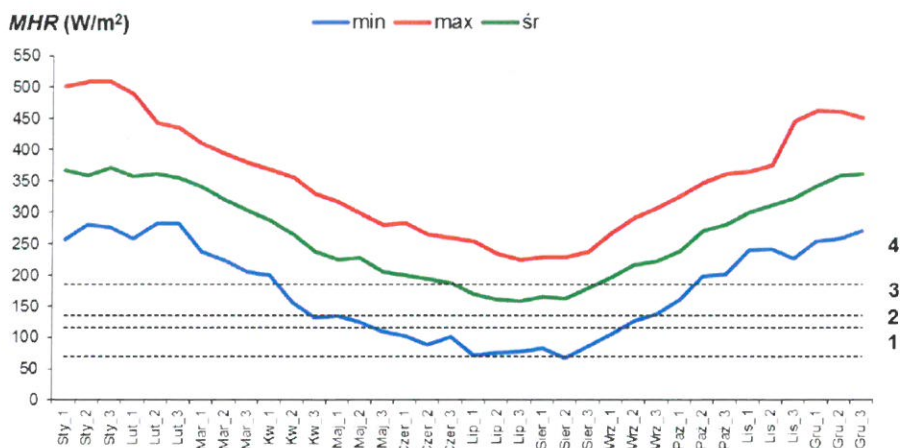
Bardzo ważną charakterystyką fizjologiczną jest częstotliwość tętna (*HR*). Charakterystyka ta określa liczbę uderzeń serca w ciągu jednej minuty. Na wartość *HR* wpływa zarówno aktywność fizyczna człowieka (tab. X), jak i niektóre parametry meteorologiczne (temperatura powietrza, ciśnienie pary wodnej). 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 13. 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·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·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 Lidzbarka Warmińskiego pozwalają na stosowanie zabiegów klimatoterapeutycznych o zróżnicowanej aktywności (ryc. 9). W okresie od połowy października do początku kwietnia warunki termiczno-wilgotnościowe umożliwiają prowadzenie aktywnej terenoterapii (gimnastyka, intensywne spacerowanie, marsze, jazda rowerem, gry sportowe), która nie będzie nadmiernym obciążeniem dla układu krwionośnego. W kwietniu oraz na przełomie września i października aktywna terenoterapia może powodować zagrożenie dla osób z chorobami układu krążenia. W okresie od końca czerwca do końca sierpnia można korzystać zwykle ze wszystkich form klimatoterapii z wyjątkiem intensywnych sportów i gier. Mogą jednak zdarzać się sytuacje pogodowe (wysoka temperatura i wilgotność powietrza), które ograniczą możliwość leczenia klimatycznego do helioterapii i aeroterapii. W badanym wieloleciu zaobserwowano niewiele dni, które całkowicie wykluczałyby możliwość klimatoterapii. Dni takie występowały w pierwszej dekadzie lipca oraz w połowie sierpnia. Przebywanie kuracjuszy powinno ograniczyć się wtedy do obszarów zadrzewionych i klimatyzowanych pomieszczeń.



Rycina 9. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości dopuszczalnej aktywności fizycznej (MHR) w Olsztynie (2000-2012).

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/geoekoklimat/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	PhS	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 (HSI):

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

Bodźce radiacyjne	Termofizjologiczny stres zimna			Warunki termoneutralne			Termofizjologiczny stres gorąca		
	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*):

<u>Piąty znak zapisu</u>	<u><i>dt</i> (°C)</u>	<u>Dobowe kontrasty termiczne:</u>
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:

<u>Szósty znak zapisu</u>	<u><i>RR</i> (mm)</u>	<u>Dzień:</u>
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:

<u>Siódmy znak zapisu</u>	<u><i>SC</i> (cm)</u>	<u>Dzień:</u>
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. 15).

Tabela 15. Klasy pogody występujące w każdym z podtypów pogody

Dobowe	Dzień bez opadu		Dzień z opadem	
	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_3HI_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),
- lagodnej terenoterapii (spacerów i spokojnych zajęć terenowych, MR),
- intensywnej terenoterapii (gier terenowych i intensywnych zajęć w terenie otwartym, AR),
- rekreacji narciarskiej (ST).

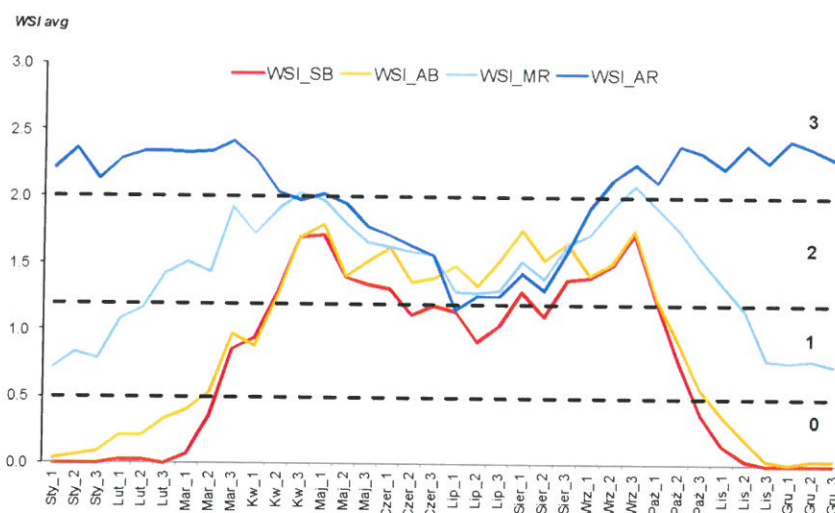
Zastosowano trzystopniowy wskaźnik oceny pogody (*WSI*): pogoda przydatna bez ograniczeń (*WSI* = 3), pogoda przydatna z ograniczeniami (*WSI* = 1), pogoda nieprzydatna (*WSI* = 0).

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:

<i>WSI_{avg}</i>	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 10 zestawiono informacje

o przydatności pogody, podczas kolejnych miesięcy, do helioterapii, aeroterapii i terenoterapii. Pominęto 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 Lidzbarku Warmińskim wykorzystano codzienne obserwacje meteorologiczne z okresu 2000-2012 ze stacji meteorologicznej w Olsztynie, leżącej około 40 km na południe od Lidzbarka i dobrze reprezentującej warunki pogodowe w środkowej części Pojezierza Mazurskiego.



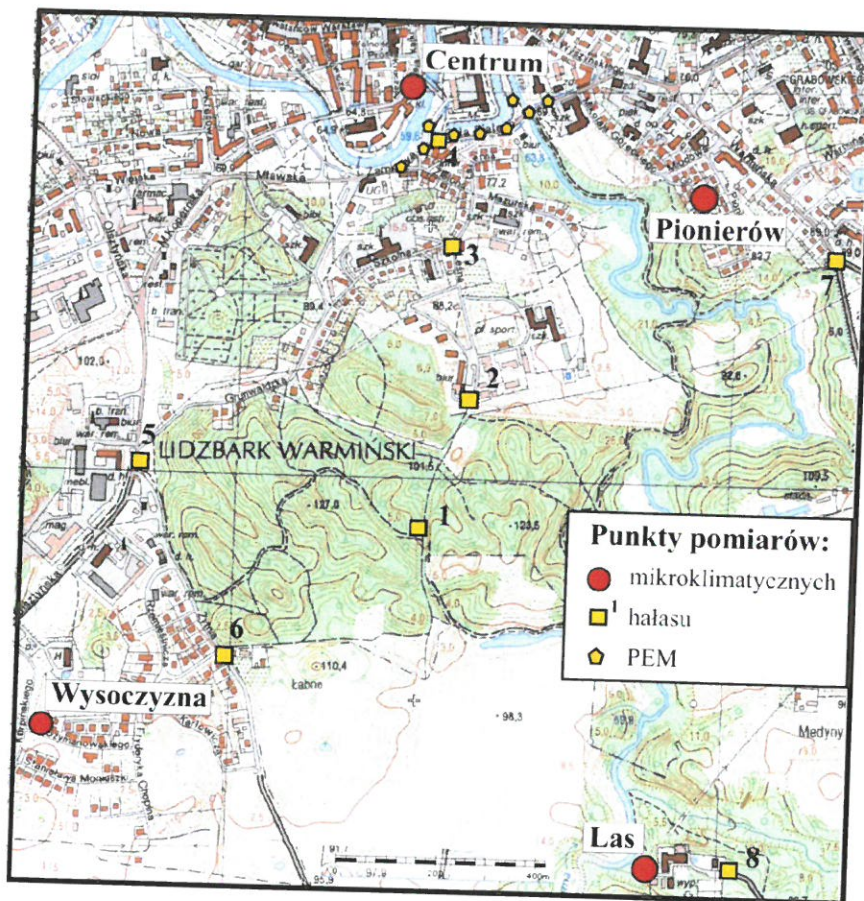
Rycina 10. Ocena przydatności pogody dla różnych form klimatoterapii (*WSI*avg) w okolicach Lidzbarka Warmińskiego;

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

Z różnorodnych form leczenia klimatycznego można w Lidzbarku Warmińskim korzystać przez cały rok. **Okres najdogodniejszy dla klimatoterapii trwa od kwietnia do początku października**, kiedy to, zależnie od aktualnych warunków solarnych, termicznych, wietrznych i opadowych można stosować jedną lub kilka form leczenia klimatycznego przez większość kuracjuszy. Uciążliwość warunków pogodowych mogą wtedy okresowo odczuwać osoby cierpiące na astmę, przewlekłe stany chorobowe górnych dróg oddechowych oraz zaburzenia kardiologiczne. W pozostałej części roku warunki bioklimatyczne mogą być wykorzystywane do leczenia, rehabilitacji i profilaktyki. Jednakże zimą z leczenia klimatycznego mogą bezpiecznie korzystać osoby w sile wieku, o sprawnie działającym układzie termoregulacyjnym i krwionośnym.

5. Ocena warunków bioklimatycznych w skali lokalnej

W celu oceny lokalnego zróżnicowania warunków klimatycznych przeprowadzono serię pomiarów mikroklimatycznych w okresie od 10 maja do 21 sierpnia 2013 roku. Badania prowadzono w miejscach reprezentujących najważniejsze formy rzeźby i pokrycia terenu, a także jego zagospodarowania (ryc. 11).



Rycina 11. Lokalizacja punktów pomiarów mikroklimatycznych, natężenia hałasu oraz natężenia pól elektromagnetycznych w Lidzbarku Warmińskim

Stanowiska pomiarowe zlokalizowano w obrębie planowanej strefy ochrony A ochrony uzdrowskiej, następująco:

Centrum – centrum Lidzbarka Warmińskiego, trawnik na terenie Klasztoru Sióstr Katarzynek przy ul. Reja 2, w dolinie Łyny, wysokość ok. 62 m n.p.m., północna część strefy A;

Pionierów – ogród przydomowy, ul. Pionierów 6, w bliskim sąsiedztwie Parku i wysokiej krawędzi doliny Samsarny, ok. 90 m n.p.m., północno-wschodnia część strefy A;

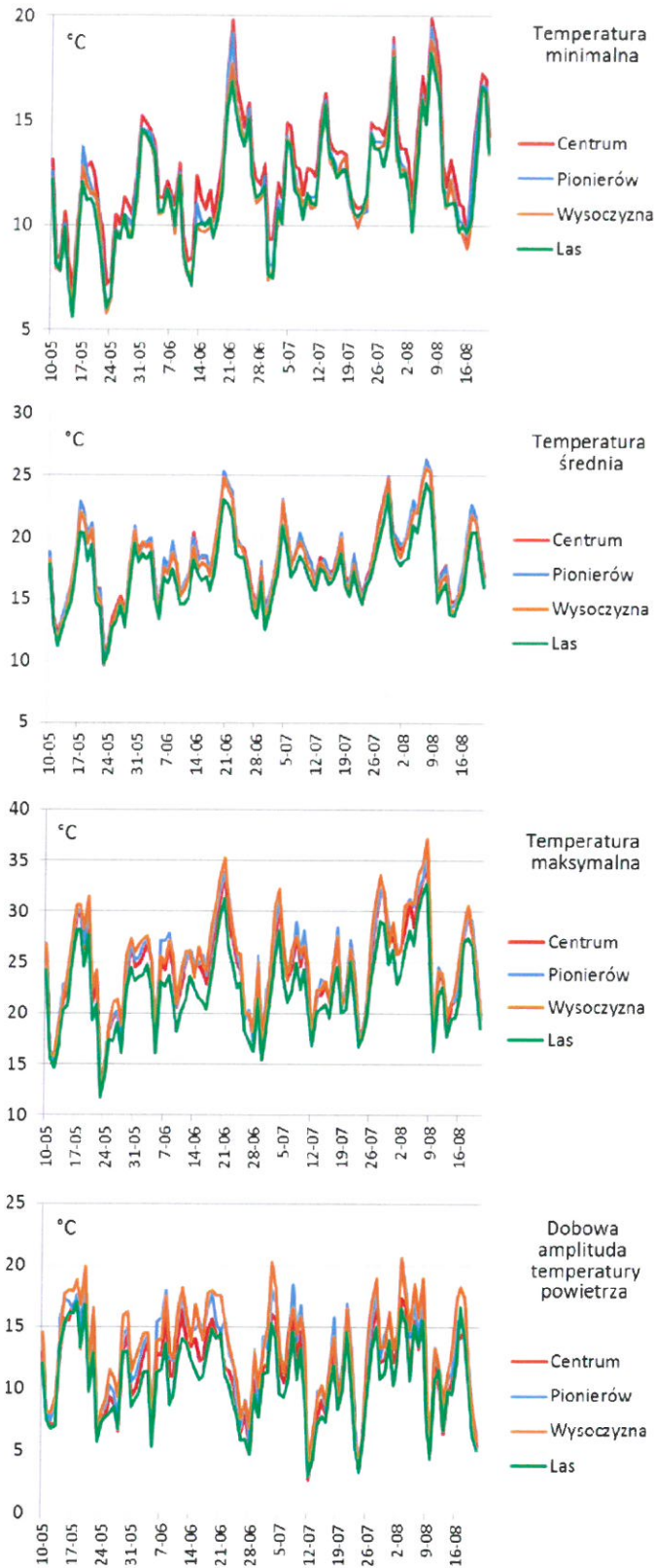
Wysoczyzna – trawnik na terenie prywatnej działki przy ul. Szymanowskiego 20, młode osiedle domów jednorodzinnych w bliskim sąsiedztwie łąk, w południowo-zachodniej części planowanej strefy ochrony uzdrowskiej A, wysokość ok. 95 m n.p.m.

Las – skraj polany w lesie otaczającym ośrodek Zacisze Leśne, wysokość ok. 90 m n.p.m., w pobliżu doliny Samsarny, południowa część strefy A;

Pomiary obejmowały: temperaturę i wilgotność powietrza na wysokości 1,5 m nad gruntem. Pomiary prowadzono za pomocą minirejestratorów HOBO 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.



Rycina 12. Stanowiska pomiarów warunków termiczno-wilgotnościowych: od lewej Pionierów, Wysoczyzna, Las, Centrum



Rycina 13. Minimalna, średnia dobowa oraz maksymalna temperatura powietrza oraz jej dobowa amplituda 1,5 m nad powierzchnią gruntu w Lidzbarku Warmińskim w okresie od 10 maja do 21 sierpnia 2013 r.

Średnia dobową temperaturę powietrza w okresie badań terenowych wahała się od ok. 9,6°C – 23 maja do 26,3°C – 7 sierpnia. Warunki termiczne w różnych miejscach Lidzbarka Warmińskiego nie różniły się od siebie znacząco. Średnio najcieplejsze były stanowiska **Centrum** i **Pionierów**, czyli ściśle centrum miasta oraz pobliskie osiedle domów jednorodzinnych, zatem obszary o dużym udziale powierzchni sztucznych (ryc. 13). Wyższą średnią dobową temperaturę powietrza nie wynika tu z największego nagrzewania w ciągu dnia (stanowisko centrum cechuje się dużym zasłonięciem horyzontu i dużym udziałem cienia w ciągu dnia), ale raczej z najmniejszego wychłodzenia nocnego.

Na wykresie przebiegu najniższej notowanej w ciągu doby temperatury powietrza (minimalnej) wyróżnia się uprzywilejowane termicznie centrum, z kolei na wykresie temperatury najwyższej (maksymalnej) – zaznacza się wyraźnie chłodny **las**. Potwierdza to fakt zmniejszenia nagrzewania dziennego oraz wychłodzenia nocnego powietrza w **lesie** (ryc. 13). Obniżenie temperatury powietrza na obszarach leśnych, zwłaszcza w lasach liściastych, a taki porasta Park Miejski, wzrasta wraz z rozwojem ulistnienia, a wynika z silnie osłabionego dopływu promieniowania słonecznego do wnętrza lasu. Należy dodać, że obniżenie temperatury maksymalnej i podwyższenie minimalnej będzie wyraźniejsze wraz z wkraczaniem w głąb lasu.

W centrum Lidzbarka średnia temperatura powietrza w okresie pomiarów wyniosła 18,3°C i była o 1,3°C wyższa od średniej notowanej w **Lesie**, jednak różnice klimatyczne pomiędzy sąsiadującymi ze sobą obszarami są najlepiej widoczne w przebiegu maksymalnej i minimalnej temperatury powietrza (tab. 16). Najniższe wartości temperatury minimalnej (5,6°C) zanotowano na stanowisku **Las**, na granicy polany śródleśnej, która sprzyja splywom i застоiskom wychłodzonego powietrza. Najwyższą minimalną temperaturę powietrza cechuje punkt **centrum** (6,8°C), co wynika z dużej pojemności cieplnej ścian sąsiednich budynków, które kumulują ciepło w dzień i powoli oddają je w nocy.

Z kolei w ciągu dnia najsilniej nagrzewały się niezalesione okolice stanowiska **Wysoczyzna**, eksponowane na działanie promieni słonecznych tereny położone na pagórkowatej morenie, w południowo zachodniej części planowanej strefy A. Temperatura sięgnęła tutaj 8 sierpnia aż 37,2°C, podczas gdy na ulicy **Pionierów** – 35,6°C, w **centrum** – 34,4°C, zaś w **lesie** – 32,7°C (tab. 16).

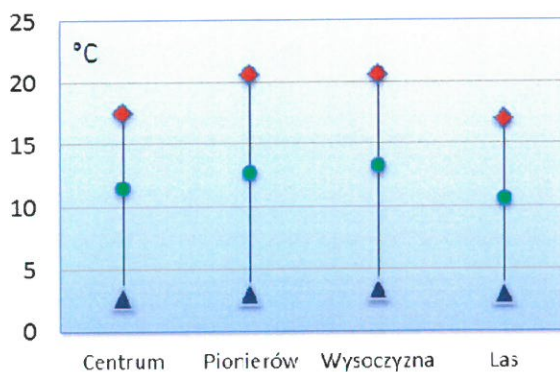
Absolutna amplituda temperatury powietrza, czyli zakres temperatury powietrza notowanej w okresie pomiarów mikroklimatycznych wahała się od 27,1°C w **lesie** otaczającym ośrodek Zacisze Leśne do 31,4°C na niezalesionym wyeksponowanym na

działanie promieni słonecznych osiedli domów jednorodzinnych między ulicami Olsztyńską i Żytnią (tab. 16).

Tabela 16. Średnia minimalna, dobowa i maksymalna temperatura powietrza (t) na poziomie 1,5 m, zakres wahań temperatury w okresie badań w różnych miejscach Lidzbarka Warmińskiego

Stanowisko		Miasto	Pionierów	Wysoczyzna	Las
MIN	min	6,8	5,7	5,8	5,6
	śr	12,7	12,0	11,8	11,7
	max	19,9	19,5	18,8	18,3
ŚREDNIA	min	10,6	10,0	9,6	9,7
	śr	18,3	18,3	17,9	17,0
	max	26,3	26,3	25,7	24,4
MAX	min	13,0	12,2	11,8	11,8
	śr	24,2	24,8	25,0	22,3
	max	34,4	35,6	37,2	32,7
Zakres wahań w okresie badań		27,6	29,9	31,4	27,1

Średnia dobowa amplituda temperatury powietrza na poziomie 1,5 m nad gruntem (różnica między najwyższą i najniższą temperaturą powietrza w ciągu doby) w badanym okresie wahała się od 2,7°C w **centrum** miasta i 3,3°C na **wysoczyźnie** do 20,6°C na stanowiskach **Pionierów** i **Wysoczyzna**, 17,5°C w **mieście** i 17°C w **lesie** (ryc. 14).



Rycina 14. Amplituda temperatury powietrza 1,5 m nad powierzchnią gruntu w Lidzbarku Warmińskim w okresie od 10 maja do 21 sierpnia 2013 r.

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. 15)

Średnia wilgotność względna z okresu pomiarów wyniosła 74% na stanowisku **Pionierów**, 77% - w **centrum**, 80% na **wysoczyźnie** i 81% na stanowisku **Las** (ryc. 15).

Niska wilgotność względna powietrza na stanowisku **Pionierów** wynika z wyniesienia nad dno doliny i dobrego przewietrzania tego terenu, a zarazem wysokiej temperatury powietrza tam notowanej. Z kolei podwyższona wilgotność względna powietrza w centrum miasta wynika z bliskiego sąsiedztwa Łyny. Różnica średniej dobowej wilgotności powietrza w pełni sezonu wegetacyjnego pomiędzy punktem najbardziej wilgotnym (**Las**) i najsuchszym, najlepiej przewietrzanym (**Pionierów**) wynosiła zazwyczaj ok. 6%, ale sięgała nawet 15%.



Rycina 15. Przebieg dobowy wilgotności powietrza w Lidzbarku Warmińskim w okresie od 10 maja do 21 sierpnia 2013 r.

Wyniki pomiarów mikroklimatycznych wykazują w Lidzbarku Warmińskim niewielkie różnice warunków mikroklimatycznych pomiędzy analizowanymi obszarami. W pobliżu planowanej strefy ochrony uzdrowskiej brak jest dużych obszarów powierzchni sztucznych, czy dużych osiedli mieszkaniowych, a jedynie zabudowa jednorodzinna oraz nieliczne większe budynki. Dlatego też obszary zabudowane w mieście są tylko nieznacznie cieplejsze od Parku Miejskiego. W lesie panują najłagodniejsze warunki termiczne, z najmniejszą zmiennością temperatury powietrza. Większe zróżnicowanie cechuje warunki wilgotnościowe, co bardziej wynika z dobrego przewietrzania niektórych, wyniesionych nad dno dolin miejsc, niż z wpływu bliskości rzek czy obszaru leśnego, choć i on odgrywa tu swą rolę.

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 naskórki 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 mutagenny dla człowieka i innych 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, oszłomienie, 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 połknięciu. 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. 17).

Tabela 17. 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	
Ółów	rok kalendarzowy	0,5	
Pył zawieszony PM10	24 godziny	50+35D	
	rok kalendarzowy	40	
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 w powietrzu
Arsen	rok kalendarzowy	6	2013

Benzo(a)piren	rok kalendarzowy	1	2013
Kadm	rok kalendarzowy	5	2013
Nikiel	rok kalendarzowy	20	2013

Ocena stanu sanitarnego powietrza obejmuje lata 2009-2012. Została opracowana na podstawie raportów rocznych Wydziału Monitoringu Środowiska Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Olsztynie (*WIOS* 2010, 2011, 2012, 2013). W Lidzbarku Warmińskim nie prowadzi się pomiarów stężeń zanieczyszczeń powietrza. Najbliższymi stacjami prowadzącymi takie pomiary są stacje: w Olsztynie przy ul. Puszkina (38 km od Lidzbarka) oraz w Elblągu przy ul. Bażyńskiego (77 km od Lidzbarka), jednak ze względu na ich znaczne oddalenie od Lidzbarka oraz położenie w dużo większych miejscowościach, nie są one reprezentatywne dla sytuacji w analizowanej miejscowości. Oceny stanu sanitarnego powietrza w Lidzbarku dokonano na podstawie informacji o poziomie substancji zawartych w powietrzu w wyznaczonych na terenie województwa strefach.

Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska każdego roku dokonuje oceny poziomu substancji zawartych w powietrzu w wyznaczonych na terenie województwa strefach. Do roku 2010 w województwie warmińsko-mazurskim wydzielonych było 9 stref, a Lidzbark Warmiński leżał w strefie bartoszycko-lidzbarskiej. W 2010 r. liczba stref na terenie województwa zredukowana została do trzech: miasta Olsztyna, miasta Elbląga i strefy warmińsko-mazurskiej, w której leży Lidzbark, a która obejmuje pozostały obszar województwa.

Tabela 18. 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 Lidzbark Warmiński wykonywana jest na podstawie kryteriów przedstawionych w tabeli 18, z uwzględnieniem wymagań aerosanitarnych dotyczących ochrony zdrowia ludzi. Poziom zanieczyszczenia powietrza na terenie strefy warmińsko-mazurskiej został określony na podstawie pomiarów ze stacji monitoringu

zanieczyszczeń powietrza WIOŚ oraz IOŚ PIB, znajdujących się w Goldapi, Mrągowie, Nidzicy, Ostródzie i w Puszczy Boreckiej. Wyniki klasyfikacji stref dla poszczególnych zanieczyszczeń powietrza przedstawiono w tabeli 19.

Tabela 19. Klasyfikacja strefy, w której położony jest Lidzbark Warmiński (w roku 2009 – strefa bartoszycko-lidzbarska, a od 2010 r. strefa warmińsko-mazurska) ze względu na ochronę zdrowia ludzi w odniesieniu do poszczególnych zanieczyszczeń powietrza

	2009	2010	2011	2012
Pył (PM10)	A	C ¹	C ¹	C ¹
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	A	C ¹	C ¹	C ¹

* - ze względu na ozon w 2009 r. Lidzbark Warmiński położony był w strefie „województwo warmińsko-mazurskie”, która obejmowała obszar całego województwa.

¹ – przekroczenia poziomu dopuszczalnego w **Nidzicy**.

Stan sanitarny powietrza w Lidzbarku Warmińskim jest dobry (tab. 19). W latach 2009-2012 w przypadku zanieczyszczeń dwutlenkiem siarki, dwutlenkiem azotu, tlenkiem węgla, ozonem, benzenem oraz metalami ciężkimi w żadnym z monitorowanych miast strefy warmińsko-mazurskiej nie stwierdzono przekroczeń wartości dopuszczalnych i docelowych określonych normą ze względu na ochronę zdrowia. Uwzględniając położenie geograficzne oraz fizjonomię Lidzbarka można uznać, że także w **Lidzbarku nie dochodzi do przekroczeń wartości dopuszczalnych i docelowych stężeń: SO₂, NO₂/NO_x, CO, O₃, benzenu oraz ołowiu, arsenu, kadmu i niklu w pyle PM10.**

Na stacji pomiarowej w Nidzicy każdego roku dochodzi do przekroczenia poziomu dopuszczalnego stężeń pyłu zawieszonego PM10 i benzo(a)pirenu. Przekroczenia te występują zwłaszcza zimą ze względu na emisję zanieczyszczeń z sektora komunalno-bytowego (ogrzewanie domów i mieszkań). Przekroczenia poziomu docelowego benzo(a)pirenu związane są także ze słabej jakości materiałem grzewczym spalany w zbyt niskiej temperaturze. W okresie letnim przekroczenia stężeń pyłu PM10 występują w

sąsiedztwie dróg z intensywnym ruchem samochodowym, w obszarach wtórnej emisji z powierzchni odkrytych, np. dróg, chodników, boisk oraz podczas warunków meteorologicznych ze słabym wiatrem. Uwzględniając, że Nidzica i Lidzbark Warmiński są miastami o podobnej fizjonomii, można przypuszczać, że **w Lidzbarku dochodzi do przekroczeń wartości dopuszczalnych i docelowych stężeń pyłu PM10 i benzo(a)pirenu.**

Na terenie Lidzbarka Warmińskiego dominuje emisja zanieczyszczeń z rozproszonych źródeł energetycznych z sektora komunalno-bytowego. Źródłem zanieczyszczeń w planowanej strefie uzdrowiskowej mogą być również zakłady przemysłowe położone w rejonie ulicy Olsztyńskiej i Wiejskiej: zakład mleczarski POLMLEK, Przedsiębiorstwo Transportowo-Sprzętowe Budownictwa Komunalnego (magazyny, przetwórstwo szkła) oraz zakłady zajmujące się dystrybucją kruszywa. Duże znaczenie dla ochrony czystości powietrza w planowanym uzdrowisku ma włączenie do strefy „A” obszarów leśnych, które stanowią naturalną barierę dla zanieczyszczeń powietrza.

Podsumowując należy podkreślić bardzo dobrą jakość powietrza na terenie planowanej dzielnicy uzdrowiskowej w Lidzbarku Warmińskim. Ocena jakości powietrza wykazała brak przekroczeń norm zanieczyszczeń powietrza w badanym okresie za wyjątkiem pyłu zawieszonego i benzo(a)pirenu w latach 2009-2012. Pomiary te wykonywano w Nidzicy i choć jest ona miastem o wielkości podobnej do Lidzbarka, to dane z tej stacji są nie do końca reprezentatywne dla planowanej strefy „A” ochrony uzdrowiskowej. W związku z powyższym **zalecane jest prowadzenie systematycznego monitoringu zanieczyszczeń w samym Lidzbarku, tak by uzyskane dane mogły być na bieżąco wykorzystywane w ocenie poziomu zanieczyszczeń powietrza na obszarze uzdrowiska.**

7. Klimat akustyczny

Wpływ hałasu na człowieka jest często minimalizowany, gdyż rzadko powoduje on natychmiastowe negatywne skutki zdrowotne. Nadmierny hałas powoduje zmęczenie, drażliwość, podwyższenie ciśnienia krwi, ból i zawroty głowy, a nawet uszkodzenie słuchu (Kalinowski 1969). Stosowana w Polsce definicja hałasu mówi, że są to wszystkie niepożądane, nieprzyjemne, dokuczliwe lub szkodliwe drgania mechaniczne ośrodka sprężystego działające za pośrednictwem powietrza na organ słuchu i inne elementy organizmu człowieka. Według innej definicji za hałas uznaje się wszystkie dźwięki, które są irytujące, rozpraszają uwagę, pogarszają komunikację międzyludzką oraz obniżają subiektywne odczuwanie jakości życia.

Do pomiarów hałasu w Lidzbarku Warmińskim wykorzystano całkujące mierniki poziomu dźwięku SON-50 oraz DSA-50 firmy SONOPAN, pierwszej klasy dokładności. Pomiary wykonano w odpowiednich do tego celu warunkach meteorologicznych.

W opracowaniu skoncentrowano się głównie na pomiarach w planowanej strefie A. Pomiarami objęto również część strefy B, w bezpośrednim sąsiedztwie której znajdują się elementy mogące akustycznie oddziaływać na cały obszar strefy A, ze szczególnym uwzględnieniem warunków klimatu akustycznego panującego w bliskim sąsiedztwie drogi krajowej nr 51 przebiegającej przez środek miasta ulicami: Bartoszycką, Mławską, Kopernika, Olsztyńską a prowadzącej od Bartoszyc w kierunku Olsztyna.

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

Pomiary przeprowadzono w dniach 9 i 10 maja oraz 4 i 5 lipca 2013 r. w ośmiu charakterystycznych miejscach planowanej strefy A i B ochrony uzdrowiskowej w Lidzbarku Warmińskim. Oprócz pomiarów dziennych przeprowadzono w siedmiu punktach pomiary nocne.

Stanowisko pomiarowe nr 1 usytuowane było w środkowej części Parku Miejskiego znajdującego się w południowej części miasta na terenie planowanej strefy A. Punkt pomiarowy znajdował się w odległości 200 m od krawędzi lasu. Panowały tam bardzo korzystne warunki akustyczne. Hałas komunikacyjny jest ledwo słyszalny, a brak zabudowań

gospodarczych eliminuje hałas pochodzenia antropogenicznego. Pewne czynniki naturalne (głośny śpiew ptaków, szum wiatru) w znacznym stopniu decydowały o wartościach natężenia dźwięków. Gęsta zieleń parkowa w znacznym stopniu przyczynia się do tłumienia hałasu pochodzenia antropogenicznego.

Stanowisko pomiarowe nr **2** usytuowano na końcu ulicy Leśnej w pobliżu Parku Miejskiego. Stanowisko to charakteryzuje klimat akustyczny jaki występuje w strefie styku osiedla mieszkaniowego z terenem leśno-parkowym. Głównymi czynnikami kształtującymi klimat akustyczny tego miejsca są czynniki antropogeniczne związane z funkcjonowaniem osiedla.

Stanowisko pomiarowe nr **3** usytuowano przy skrzyżowaniu ul. Leśnej i Szkolnej w otoczeniu domów jednorodzinnych niedaleko parku. Punkt pomiarowy znajdował się na chodniku w odległości 2 m od skrzyżowania. Emitowany hałas pochodził głównie od przejeżdżających samochodów, co w połączeniu z bardzo słabą nawierzchnią ulic w tym miejscu zwiększało jego natężenie. Średnio w ciągu godziny w czasie pomiarów przejeżdżało około 90 samochodów, głównie osobowych.

Stanowisko pomiarowe nr **4** zlokalizowano przy ul. Orla Białego, przy wjeździe na teren parkingu znajdującego się przed zamkiem. Dominującym czynnikiem emitującym hałas były samochody przejeżdżające przez miasto ul. Mławską i Orla Białego stanowiącymi fragment drogi krajowej nr 51. Natężenie ruchu na tych ulicach jest uzależnione od pory dnia. Największy ruch występuje w godzinach szczytu porannego i popołudniowego. Przejeżdża wówczas około 900 samochodów w ciągu godziny, głównie osobowych. Udział samochodów ciężarowych i autobusów stanowi blisko 20%. Poza godzinami szczytu natężenie ruchu kształtuje się na poziomie 600 pojazdów na godzinę.

Stanowisko pomiarowe nr **5** znajdowało się przy skrzyżowaniu ul. Olsztyńskiej, stanowiącej fragment drogi krajowej nr 51, wyprowadzającej ruch z miasta w kierunku Olsztyna, z ul. Żytnią. Klimat akustyczny tego miejsca kształtowany jest przede wszystkim przez ruch samochodowy. Jego natężenie w okresie pomiarów kształtowało się na poziomie 600 samochodów przejeżdżających w ciągu godziny. Udział samochodów ciężarowych stanowił około 20% w ogólnej liczbie przejeżdżających samochodów. W porze nocnej rejestrowany jest również hałas z zakładów przemysłowych znajdujących się u zbiegu tych ulic.

Stanowisko pomiarowe nr **6** usytuowane było przy zachodniej granicy planowanej strefy uzdrowiskowej na ul. Żytniej. Niepożądane dźwięki generowane są przez niewielki lokalny ruch samochodowy, oraz prace w gospodarstwach domowych (ryc. 16).

Stanowisko pomiarowe nr 7 znajdowało się u zbiegu ulicy Wrzosowej z ul. Warmińską okalającej od wschodu planowaną strefę A ochrony uzdrowskiej. Natężenie ruchu pojazdów w tym miejscu na poziomie około 230 pojazdów w ciągu godziny wskazywało na jednoznaczny udział w klimacie akustycznym dźwięków pochodzących z ruchu komunikacyjnego. Przy czym samochody półciężarowe, ciężarowe i autobusy stanowiły do 20% (ryc. 16).

Stanowisko pomiarowe nr 8 usytuowane było na terenie ośrodka Leśne Zacisze. Punkt pomiarowy znajdował się w odległości 200 m od ul. Warmińskiej. Panowały tam bardzo korzystne warunki akustyczne. Hałas komunikacyjny jest ledwo słyszalny, a ruch lokalny do ośrodka jest znikomy. Gęsta zieleń parkowa w znacznym stopniu przyczynia się do tłumienia hałasu pochodzenia antropogenicznego.



Rycina 16. Stanowiska pomiaru hałasu nr 6 i 7

Ponadto na stanowiskach nr 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 wykonano nocne pomiary hałasu.

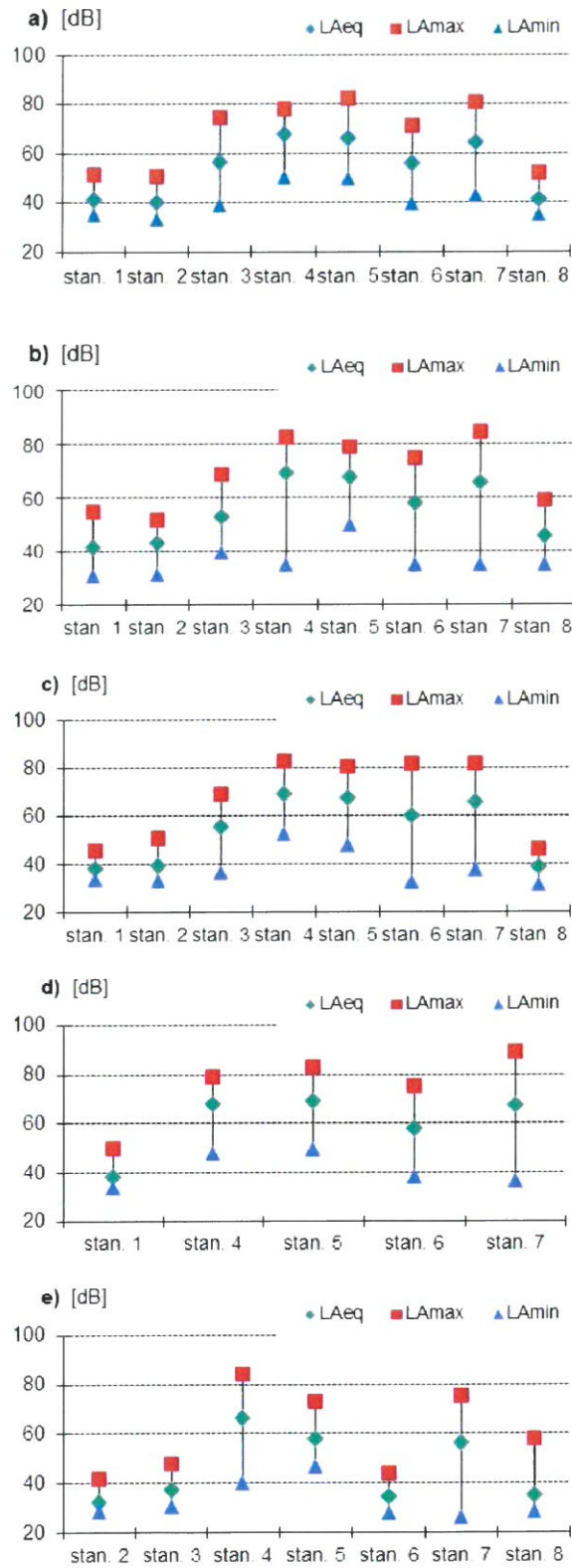
Wartości dopuszczalnych poziomów hałasu są zależne od funkcji urbanistycznej, jaką spełnia dany teren. Dla terenów wymagających intensywnej ochrony przed hałasem, jakim są tereny w strefie A ochrony uzdrowskiej, określone są najniższe poziomy dopuszczalne (tab. 20).

Tabela 20. Dopuszczalne poziomy hałasu w środowisku wyrażone wskaźnikami $L_{Aeq,D}$ i $L_{Aeq,N}$ (wg. Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 1 października 2012 r., Dz.U. z 2012 r. poz. 1109).

L.p.	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	$L_{Aeq,N}$ Przedział czasu odniesienia równy 8 godzinom	$L_{Aeq,D}$ Dzień ¹	$L_{Aeq,N}$ Noc ²
1.	Strefa ochronna „A” uzdrowska, Tereny szpitali poza miastem	50	45	45	40

¹ przedział czasu odniesienia równy 8 najmniej korzystnym godzinom dnia kolejno po sobie następującym

² przedział czasu odniesienia równy 1 najmniej korzystnej godzinie nocy



Rycina 17. Wartości równoważnego poziomu dźwięku w różnych punktach miejscowości Lidzbark Warmiński a) w ciągu dnia 9.05, b) w ciągu dnia 10.05, c) w ciągu dnia 4.07, d) w ciągu dnia 5.07, e) w nocy 9/10.05 2013 r.

Na rycinie 17 przedstawiono wartości równoważnego poziomu dźwięku w różnych miejscach projektowanego uzdrowiska Lidzbark Warmiński, jak również jego wartości maksymalne i minimalne.

Na podstawie uzyskanych wyników pomiaru natężenia hałasu, na badanym terenie można mówić o zróżnicowanych warunkach akustycznych. Wyraźnie zaznacza się strefa przylegająca do drogi krajowej nr 51 na odcinku przebiegającym przez miasto, tam też notowany jest największy ruch samochodowy. W godzinach dziennych, w punktach pomiarowych usytuowanych w bezpośrednim sąsiedztwie tej drogi (stan. 4 i 5) równoważny poziom dźwięku kształtował się na poziomie 66-69 dB(A). Duży udział samochodów ciężarowych w ogólnej liczbie pojazdów znacząco wpływa na wartość uzyskanych wyników natężenia hałasu. Podczas przejazdu niektórych tego typu pojazdów, chwilowa jego wartość przekraczała 80 dB. Równie mało korzystne warunki klimatu akustycznego obserwowane były w punkcie usytuowanym u zbiegu ul. Wrzosowej i Warmińskiej (stan. 7), gdzie przeciętnie równoważny poziom dźwięku kształtował się na poziomie 65 dB(A). Przy czym największy hałas był generowany przez samochody ciężarowe, których udział w ogólnym ruchu pojazdów stanowił niekiedy ponad 30%.

Istotne jest więc podjęcie takich działań, które przyczynią się do zmniejszenia poziomu dźwięku w tych miejscach. W tym przypadku pomocne może być otoczenie najbardziej ruchliwych ulic drzewami parkowymi. Istnieje ścisła zależność pomiędzy źródłem hałasu i odległością, na podstawie której można oszacować jego zmianę (poziom hałasu w odległości 20 od krawędzi jezdni zmniejsza się o około 7 dB), a zieleni leśno-parkowa, która występuje na analizowanym terenie dodatkowo sprzyja tej redukcji hałasu. W przyszłości również ograniczenie prędkości ruchu pojazdów na odcinku przebiegającym przy granicy ze strefą A może znacząco przyczynić się do redukcji hałasu.

Charakterystykę natężenia hałasu w obszarze o zabudowie jednorodzinnej uzyskano na podstawie pomiarów na dwóch różnych osiedlach. Pierwsze stanowisko zlokalizowane u zbiegu ulic Leśnej i Szkolnej (stan. 3) charakteryzowało się równoważnym poziomem dźwięku od 53 do 56 dB(A). Klimat akustyczny tego miejsca uzależniony był w dużej mierze od liczby przejeżdżających samochodów oraz hałasu komunalnego wynikającego z funkcjonowania miasta. Natężenie ruchu pojazdów w tym miejscu w okresie pomiarów wynosiło od 70 pojazdów na godzinę w czasie pozaszczytowym do 115 w okresie powrotu z pracy.

Drugie stanowisko znajdowało się na osiedlu położonym przy drodze wylotowej w kierunku Olsztyna, w pobliżu skrzyżowania ul. Żytniej z ul. Chopina (stan. 6). Natężenie

ruchu pojazdów w okresie pomiarów wynosiło od 66 pojazdów na godzinę w czasie poza szczytem do 132 w godzinach szczytu. Wartości równoważnego poziomu dźwięku były bardzo zbliżone podczas serii pomiarowych przeprowadzonych 10 maja oraz 4 i 5 lipca i osiągały wartość od 58 do 59 dB. W dniu 9 maja zanotowany równoważny poziom dźwięku wyniósł 56 dB(A).

Najkorzystniejsze warunki klimatu akustycznego obserwowane były w Parku Miejskim (stan. 1), w strefie brzeżnej Parku Miejskiego (stan. 2) oraz w otoczeniu ośrodka Leśne Zacisze (stan. 8). W centralnej części Parku Miejskiego równoważny poziom dźwięku kształtował się na poziomie 38-42 dB. Rejestrowane dźwięki były głównie pochodzenia naturalnego (śpiew ptaków, słaby szum liści). Nie są to dźwięki niepożądane, odbierane jako hałas. Wyższe tylko o 1 dB wartości średniego poziomu hałasu notowane były na stanowisku 2, na obrzeżach Parku Miejskiego. W tym miejscu zaznaczało się w niewielkim stopniu oddziaływanie osiedla mieszkaniowego (niewielki ruch pieszych i samochodów oraz brak głośnych źródeł hałasu).

Równie korzystne warunki klimatu akustycznego notowane były w pobliżu ośrodka Leśne Zacisze (stan. 8). Najwyższy zanotowany w tym miejscu średni poziom hałasu wyniósł 46 dB(A) (10 maja), na co miały wpływ prace prowadzone w obrębie ośrodka (pojazdy i urządzenia mechaniczne). Z kolei w czasie pomiarów 9 maja zanotowano 41 dB(A) a 4 lipca blisko 39 dB(A). Tło akustyczne (czyli średni poziom dźwięku A podany w dB, zmierzony po wyłączeniu wszystkich możliwych źródeł hałasu) w tych trzech miejscach wynosił około 38 dB.

Chociaż głównym czynnikiem modelującym klimat akustyczny przyszłej strefy A ochrony uzdrowskiej jest ruch po drodze krajowej nr 51 prowadzącej z Bartoszyc do Olsztyna (droga ta przebiega w niewielkiej odległości od północnej i zachodniej granicy planowanej strefy, to jego oddziaływanie na wewnętrzny obszar planowanej strefy A jest niewielkie z uwagi na odległość. W istotny sposób oddziałuje jedynie na tereny bezpośrednio przyległe, natomiast na stanowiskach 1, 2 i 8 jest odbierany jako odległy, jednostajny szum.

W porze nocnej w centralnej części planowanej strefy uzdrowskiej notowane wartości równoważnego poziomu dźwięku A wynosiły 32 dB na stanowisku 2, 34 dB na terenie ośrodka Leśne Zacisze oraz przy skrzyżowaniu ul. Żytniej i Chopina (stan. 6, 8) i 37 dB przy skrzyżowaniu ul. Leśnej i Szkolnej (stan. 3). Przy głównych ulicach przecinających i okalających planowany teren uzdrowska (ul. Warmińska, Orla Białego, Mławska, Olsztyńska) średni poziom hałasu wynosił od 56 (stan. 7) do 66 dB (stan. 4). Maksymalnie

notowane wartości hałasu przekraczały 70 dB. Wartość tła akustycznego kształtowała się na poziomie 30-40 dB.

Istotnym czynnikiem decydującym o natężeniu hałasu komunikacyjnego jest stan nawierzchni dróg. Utrzymanie należytego stanu nawierzchni dróg znacząco przyczyni się do poprawy jakości klimatu akustycznego na terenie miejscowości Lidzbark Warmiński, jak również terenu planowanej strefy uzdrowskiej. Zły stan techniczny dróg powoduje wtórną emisję hałasu komunikacyjnego pochodzącego od drgań elementów pojazdów. Maksymalne zmierzone wartości pochodzą głównie od samochodów ciężarowych, których udział w ogólnej liczbie pojazdów wynosi około 20% (obserwowano również maszyny rolnicze, ale ich udział był niewielki). Notowane maksymalne chwilowe wartości hałasu na stanowisku 4 wahały się od 77 do 82 dB, na stanowisku 5 przy skrzyżowaniu ul. Olsztyńskiej i Żytniej od 80 do 82 dB. Podobne wartości obserwowane były u zbiegu ulic Warmińskiej i Wrzosowej (od 80 do 84 dB). Przekroczenia rzędu 70 dB obserwowano na stanowiskach 3 i 6. W pozostałych punktach pomiarowych maksymalne natężenie hałasu z reguły nie przekraczało 55 dB.

Istotnym elementem w kształtowaniu klimatu akustycznego jest czas trwania dźwięków o określonym natężeniu. W przypadku terenów uzdrowskich poziom 50 dB(A) został przyjęty w ustawie, jako poziom dopuszczalny przy ciągach komunikacyjnych w ciągu dnia i 45 dB(A) w nocy.

Tabela 21. Czas trwania równoważnego poziomu dźwięku powyżej 50 dB(A) [%]

Nr stanowiska	9. 05	10.05	4.07	5.07	noc 9/10.05
1	.	2,5	.	.	
2	.	.	.		.
3	39,2	20,8	33,3		1,7
4	100	100	100	99,2	55
5	100	100	98,3	99,2	100
6	33,6	18,5	40	28,3	.
7	67,2	59,7	75,9	58,3	29,4
8	.	7,1			.

Przeprowadzone badania wykazały, że tylko w punktach pomiarowych 4 i 5 dźwięk o natężeniu przekraczającym 50 dB (A) utrzymywał się przez blisko 100% czasu pomiaru (tab. 21). Poziom 50 dB również dosyć długo notowany był przy ul. Warmińskiej (stan. 7) 58-76% czasu pomiaru, co było spowodowane ruchem samochodowym. W pozostałych punktach równoważny poziom dźwięku o natężeniu większym niż 50 dB nie był rejestrowany wcale

lub tylko przez kilka procent czasu pomiaru. W porze nocnej poziom 45 dB(A) utrzymywał się przez cały okres pomiaru jedynie na stanowisku 5, natomiast na stanowisku 4 rejestrowany był przez 55 % czasu pomiaru.

Średni równoważny poziom dźwięku zmierzony na terenie planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej w jego części centralnej nie przekracza dopuszczalnych w tym zakresie norm. Zagrożone hałasem komunikacyjnym są tereny leżące wzdłuż drogi krajowej nr 51 oraz część ulicy Warmińskiej do skrzyżowania z ul. Wrzosową. Oddziaływanie hałasu powodowanego przez ruch samochodów na tej drodze, na teren planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej, ogranicza się do pasa kilkudziesięciu metrów od drogi.

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 i średnią uciążliwością hałasu ($L_{Aeq} \leq 52$ i $52 \leq L_{Aeq} \leq 62$ dB), jedynie wzdłuż pasa przylegającego do drogi krajowej nr 51 (stan. 4 i 5) odnotowano dużą uciążliwość hałasu ($60 < L_{Aeq} \leq 70$ dB).

W związku z powyższym, w celu ograniczenia oddziaływania ruchu samochodowego na drodze nr 51 na klimat akustyczny planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej, należy przeprowadzić działania w zakresie:

- ograniczenia emisji akustycznej podstawowych źródeł hałasu, głównie komunikacji samochodowej poprzez ograniczenie prędkości, a docelowo skierowanie ruchu ciężarowego poza obręb strefy A.
- zastosowanie ekranów akustycznych przynajmniej na części trasy przylegającej bezpośrednio do strefy A ochrony uzdrowiskowej oraz tam, gdzie zieleni składająca się z drzew i krzewów jest zbyt rzadka. Wpływ zieleni na tłumienie hałasu jest znaczący tylko w przypadku bardzo gęstej zieleni o szerokości pasa przynajmniej 30 m.
- z uwagi na fakt, że zasięg oddziaływania hałasu obejmuje strefę około 200 m po obu stronach drogi, w strefie tej nie należy lokalizować obiektów podlegających ochronie przed hałasem (sanatoria, zakład przyrodolecznicy).

8. Pola elektromagnetyczne

Promieniowanie elektromagnetyczne towarzyszy człowiekowi od początku jego istnienia i do niedawna pochodziło głównie z naturalnych źródeł. Około 100 lat temu pojawiły się sztuczne pola elektromagnetyczne, związane z działalnością człowieka. Rosnący zasięg ich występowania oraz coraz większe natężenia są konsekwencją rozwoju różnych dziedzin techniki. 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. Linie energetyczne generują pola o niskich częstotliwościach, ok. 50 Hz. Cechą pola elektromagnetycznego jest spadek jego natężenia wraz z odległością od źródła, które je wytwarza.

Badania medyczne dotyczące zwłaszcza oddziaływania linii przesyłowych i urządzeń elektroenergetycznych wysokiego napięcia na środowisko naturalne i zdrowie człowieka prowadzone są intensywnie od ponad 20-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).

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 natężeń pól elektromagnetycznych 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. 22):

Tabela 22. 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	1 kV/m	60 A/m	-
w miejscach dostępnych dla ludności			
0 Hz	10 kV/m	2 500 A/m	
powyżej 0 Hz do 0,5 Hz	-	2 500 A/m	
powyżej 0,5 Hz do 50 Hz	10 kV/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 na terenie Lidzbarka Warmińskiego wykonała Wojewódzka Stacja Sanitarno-Epidemiologiczna w Olsztynie. Dokładne wyniki pomiarów, opis mierników i świadectwa ich wzorcowania, opis warunków pogodowych w czasie pomiarów oraz zdjęcia i szkic sytuacyjny rejonu badań zawiera Załącznik 1.

Zakres pomiarów obejmował natężenie pola elektromagnetycznego w wielu pasmach częstotliwości. Natężenie pola elektrycznego było mierzone w następujących częstotliwościach pola: 12 Hz – 1 kHz, 1,2 kHz – 0,1 MHz, 0,1 MHz – 3 GHz, 1 Mhz – 2,5 GHz, 2,5 Mhz – 18 GHz, 18 MHz – 40 GHz, zaś indukcja magnetyczna w pasmach: 12 Hz – 1 kHz, 1,2 kHz – 0,1 MHz oraz 0,1 MHz – 10 MHz. Badanie pól elektromagnetycznych wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 30.10.2003 r., na granicy planowanej strefy ochrony uzdrowiskowej A, w dniu 2 października 2013 r. na 9 stanowiskach wzdłuż ulicy Orla Białego (mapa stanowisk – w Załączniku 1) (ryc. 11).

Pomiary wykazały pola elektromagnetyczne o następującej maksymalnej wartości:

zakres częstotliwości	składowa elektryczna	składowa magnetyczna
50 Hz	4,2 V/m	0,16 A/m
1,2 KHz – 3 MHz	< 1,0 V/m	< 0,6 A/m
3 MHz – 40 GHz	<1,0 V/m	

W Lidzbarku Warmińskim nie tylko nie stwierdzono przekroczenia norm dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku w miejscach dostępnych dla ludności, ale były one bardzo niskie. **W Lidzbarku Warmińskim 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 Lidzbarka Warmińskiego cechuje się właściwościami leczniczymi i profilaktycznymi**, które mogą być wykorzystywane w leczeniu klimatycznym chorób narządów ruchu, chorób układu krążenia oraz zaburzeń neurologicznych. Może także wspomagać leczenie zaburzeń przemiany materii.

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 **pod względem warunków termiczno-wilgotnościowych klimat Lidzbarka Warmińskiego spełnia kryteria stawiane miejscowościom uzdrowiskowym**. Pozytywnymi cechami są: mała liczba dni upalnych i bardzo mroźnych oraz rzadkie stany parności. Obciążającą cechą klimatu jest natomiast dość częste występowanie dni z dużą dobową amplitudą temperatury powietrza, zwłaszcza w miesiącach wiosennych i letnich.

Średnia roczna **liczba dni z opadem wynosi około 170 i jest niższa od dopuszczonej normą**, co oznacza, że badany obszar spełnia wymagane w tym zakresie kryterium.

Liczba **dni z mgłą w półroczu chłodnym jest wyraźnie mniejsza** niż przewidziana normą dla uzdrowisk, natomiast w **półroczu ciepłym jest nieznacznie większa** niż norma.

Warunki wiatrowe korzystne dla klimatoterapii. Średnia prędkość wiatru jest dość mała. Niewielka jest także częstość cisz oraz dni z wiatrem silnym.

Biorąc pod uwagę oddziaływanie warunków atmosferycznych na organizm człowieka **najdogodniejszy dla klimatoterapii jest okres od kwietnia do początku października**, kiedy to, zależnie od aktualnych warunków solarnych, termicznych, wietrznych i opadowych można stosować jedną lub kilka form leczenia klimatycznego przez większość kuracjuszy. W pozostałej części roku warunki bioklimatyczne mogą być wykorzystywane do leczenia, rehabilitacji i profilaktyki osób w sile wieku, o sprawnie działającym układzie termoregulacyjnym i krwionośnym.

Jakość powietrza w Lidzbarku Warmińskim oceniono na podstawie analizy informacji WIOŚ odnoszących się do strefy Warmińsko-Mazurskiej. Ponieważ w samym Lidzbarku nie prowadzi się monitoringu zanieczyszczeń zestawiono dane z innych miast strefy o podobnym do Lidzbarka położeniu, wielkości i stopniu zagospodarowania. W oparciu o tak

przeanalizowane dane można stwierdzić, że **teren Lidzbarka Warmińskiego, przewidziany jako strefa A ochrony uzdrowiskowej, cechuje się dobrą jakością powietrza**. Natomiast w samym mieście należy się spodziewać przekroczeń stężeń pyłu PM10 i benzo(a)pirenu. Aby jednak mieć całkowitą pewność, że na terenie planowanego uzdrowiska nie ma przekroczeń pyłu PM10 i benzo(a)pirenu **zalecane jest prowadzenie monitoringu zanieczyszczeń w samym Lidzbarku, tak by to one mogły być na bieżąco wykorzystywane w ocenie poziomu zanieczyszczeń powietrza na obszarze uzdrowiska**.

Poziom hałasu zmierzony na obszarze planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej **nie przekracza dopuszczalnych w tym zakresie norm**. Zagrożone nadmiernym hałasem komunikacyjnym są tereny leżące w centrum miasta, a zwłaszcza wzdłuż Drogi Krajowej 51.

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

Oceniając warunki bioklimatyczne w poszczególnych częściach Lidzbarka Warmińskiego można stwierdzić, że różnią się one pod względem walorów klimatoterapeutycznych (ryc. 18).

Obszary bardzo korzystne (1B) - Warunki najkorzystniejsze dla leczenia klimatycznego występują wewnątrz lasów porastających wzniesienia leżące na południe od miasta. Łagodzą one 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 (2A, 2B, 2C) – Tereny te cechują się pewnymi ograniczeniami dla długotrwałego przebywania kuracjuszy:

- z uwagi na duże dobowe kontrasty termiczne oraz okresowo zbyt intensywne straty ciepła z organizmu, które mogą doprowadzić do jego wychładzania (**2A**),
- z uwagi na stosunkowo duże natężenie hałasu w parkach otoczonych zabudową miejską i ulicami (**2B**),
- podwyższony okresowo lokalny poziom hałasu i zanieczyszczeń powietrza wśród zabudowy niskiej (**2C**).

Obszary te mogą być jednak skutecznie wykorzystywane w leczeniu klimatycznym, głównie dla różnych form terapii ruchowej. Należy tu wytyczyć ścieżki spacerowe i trasy

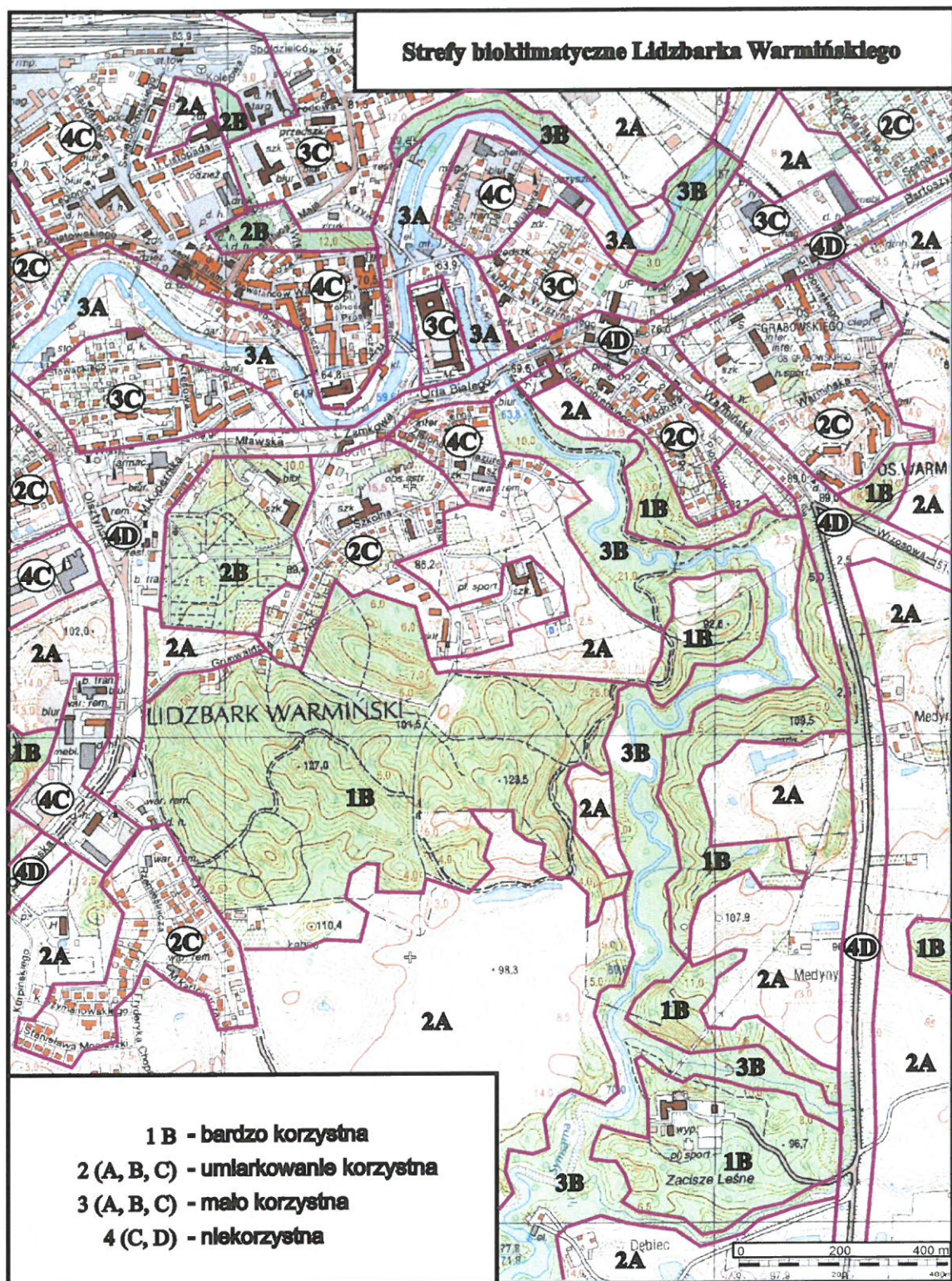
rowerowe oraz zorganizować infrastrukturę do korzystania z gimnastyki i gier sportowo-rekreacyjnych.

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

- tereny otwarte leżące w dolinach, wzdłuż koryt rzecznych, gdzie okresowo mogą występować uciążliwe warunki termiczno-wilgotnościowe (**3A**),
- wilgotne, a częściowo nawet podmokłe lasy rosnące w zagłębieniach terenu oraz wzdłuż koryt rzecznych, z uwagi na uciążliwe warunki termiczno-wilgotnościowe (**3B**),
- obszary ze zwartą zabudową mieszkaniową (**3C**) - z uwagi na znacząco podwyższony poziom hałasu i zanieczyszczeń.

Obszary niekorzystne (4C, 4D)

- obszary z zabudową przemysłowo-magazynową oraz bardzo gęstą zabudową mieszkaniową (**4C**) – z uwagi na znacznie podwyższony poziom hałasu i zanieczyszczeń komunalnych,
- tereny położone wzdłuż głównych ciągów komunikacyjnych Bielskiej (**4D**) – z uwagi na znacznie podwyższony poziom hałasu i zanieczyszczeń komunikacyjnych.



Rycina 18. Zróżnicowanie bioklimatyczne planowanego uzdrowiska w Lidzbarcu Warmińskim

10. Zalecenia

W celu pełnego wykorzystania leczniczych właściwości klimatu Lidzbarka Warmińskiego należy podjąć działania sprzyjające utrzymaniu należytego stanu klimatu lokalnego i akustycznego oraz stanu sanitarnego powietrza, zwłaszcza na obszarze planowanej dzielnicy uzdrowskiej. W związku z tym niezbędne jest:

- ograniczenie prędkości ruchu samochodowego wzdłuż ciągu Drogi Krajowej 51, a docelowo usunąć ruch tranzytowy z centrum miasta i sąsiedztwa terenów uzdrowskich,
- prowadzenie systematycznych kontroli klimatu akustycznego,
- prowadzenie systematycznej kontroli stanu sanitarnego powietrza,
- uruchomienie stacji meteorologicznej i wykorzystanie codziennych obserwacji do optymalnego planowania zabiegów klimatoterapeutycznych, co pozwoli na pełne wykorzystanie wszystkich klimatycznych walorów miejscowości.

Literatura

- 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., Nikofova 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)
- Główny Inspektorat Ochrony Środowiska, 2003, *Wskazówki do pierwszej rocznej oceny jakości powietrza wykonywanej wg zasad określonych w art.89 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo Ochrony Środowiska*, Warszawa.
- Hessmann-Kosaris A., 1998, *Wpływ pogody na samopoczucie*, Diogenes, Warszawa.
- Jankowiak J. (red.), 1976, *Biometeorologia człowiek*, PZWL, Warszawa.
- Kielczewski B., Bogucki J., 1972, *Zarys biometeorologii sportu*, Sport i Turystyka, Warszawa.
- Kondracki J., 2002, *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kostrowicki A.S., 1999, *Geografia biosfery. Biogeografia dynamiczna łądów*, Wyd. Nauk PWN, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., 1998, *Promieniowanie słoneczne i jego wpływ na organizm człowieka*. Balneologia Polska, 1998, 40, 1-2, s. 130-141.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody ich zastosowania w badaniach bioklimatu Polski*. IGiPZ PAN, Monografie 1.
- Kozłowska-Szczęsna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., Limanówka D., 2002, *Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie*. IGiPZ PAN, Monografie 3.
- Kozłowska-Szczęsna 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.
- 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>

Sulman F. G., 1982, *Short and long-term changes in climate*, I, CRC Press, Inc. Boca Raton Florida.
WIOS [Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Olsztynie], 2010, 2011, 2012, 2013, *Ocena roczna jakości powietrza w województwie warmińsko-mazurskim, obejmująca rok 2009, 2010, 2011, 2012*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Olsztyn.

Załącznik nr 1: Sprawozdanie LBŚiŻ-OBR/116Z/PEM/2013 z pomiarów pola elektromagnetycznego dla celów ochrony ludności i środowiska