

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



**WŁAŚCIWOŚCI LECZNICZE KLIMATU  
UNIEJOWA**

AUTORZY:

Prof. dr hab. Krzysztof Błażejczyk

Dr Jarosław Baranowski

Dr Anna Beata Adamczyk

Mgr Jakub Szmyd

Warszawa, 2008

## Spis treści

	Str.
1. Wprowadzenie	3
1.1. Ogólna charakterystyka środowiska geograficznego Uniejowa	3
1.2. Materiały podstawowe	3
1.3. Bodźcowość warunków klimatycznych – uwagi ogólne	4
2. Ogólna ocena warunków klimatycznych	11
2.1. Warunki solarne	11
2.2. Warunki termiczno-wilgotnościowe	12
2.3. Opady i zjawiska atmosferyczne	17
2.4. Warunki wietrzne i ciśnienie atmosferyczne	19
3. Warunki biotermiczne	22
3.1. Temperatura odczuwalna	23
3.2. Stres termofizjologiczny	24
3.3. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej	26
4. Kompleksowa ocena warunków pogodowych	29
4.1. Ocena pogody z punktu widzenia klimatoterapii	33
5. Ocena warunków bioklimatycznych w skali lokalnej	35
6. Stan sanitarny powietrza	42
7. Klimat akustyczny	45
8. Pola elektromagnetyczne	52
9. Podsumowanie	54
10. Zalecenia	57
Literatura	58

Załącznik 1 - Raport z badań pól elektromagnetycznych.

## **1. Wprowadzenie**

### **1.1. Ogólna charakterystyka środowiska geograficznego Uniejowa**

Uniejów położony jest w makroregionie Nizina Południowowielkopolska. Środkowa i północna część gminy należy do mezoregionu Kotlina Kolska, zaś niewielka południowa jej część do mezoregionu Wysoczyzna Łaska (Kondracki 2002). Miasto od obszaru przyszłego uzdrowiska oddziela rzeka Warta. Badany obszar posiada wartościowe zasoby przyrodnicze, walory krajobrazowe, a w pobliżu ciekawe obiekty historyczne. Uniejów usytuowany jest w zachodniej części województwa łódzkiego w powiecie poddębickim. Biegnie tędy droga krajowa nr 72 łącząca Łódź z Koninem oraz drogi wojewódzkie nr 473 i 469.

Uniejów należy do najstarszych miejscowości w tym regionie. Najdawniejsze jego dzieje łączą się z kasztelanią spicymierską, jedną z najstarszych w Polsce. Już w XII wieku należał do arcybiskupów gnieźnieńskich i pełnił funkcje miejskie. Do najwspanialszych zachowanych budowli należą: murowana gotycka kolegiata pod wezwaniem Wniebowzięcia NMP, wzniesiona w 1349 r. na miejscu spalonej przez Krzyżaków, oraz monumentalny zamek – jedna z najlepiej zachowanych budowli obronnych na terenie województwa łódzkiego.

Celem opracowania jest ocena miejscowych warunków klimatycznych i bioklimatycznych dla potrzeb lecznictwa uzdrowiskowego (a także zwrócenie uwagi na walory i zasoby środowiska przyrodniczego tej miejscowości). Studium wykonane jest na zlecenie Gminy Uniejów, która w oparciu o zasoby miejscowych wód leczniczych zamierza prowadzić tu lecznictwo uzdrowiskowe. Zasoby wód geotermalnych występują na obszarze całej gminy Uniejów. Są to wody mineralne chlorkowo-sodowe, bromkowo-borowe i hypertermalne.

### **1.2. Materiały podstawowe**

Informacje o stanie atmosfery w Uniejowie w latach 1988-2007 pochodzą z posterunków meteorologicznych IMGW w Kole i Kaliszu. Dysponowano wartościami średnimi dobowymi podstawowych elementów meteorologicznych oraz codziennymi informacjami o opadach i innych zjawiskach meteorologicznych.

W przypadku niektórych charakterystyk wykorzystano także codzienne wartości terminowe ze stacji w Łodzi-Lublinku za lata 1993-2002.

Z obecnym stanem zagospodarowania Uniejowa zapoznano się podczas 2 wizji terenowych: 22-23 września oraz 19 listopada 2008 roku. Przeanalizowano także plany zagospodarowania przestrzennego miejscowości, mapy terenu oraz obrazy satelitarne.

Badania terenowe lokalnego zróżnicowanie warunków klimatycznych w Uniejowie przeprowadzono od 23 września do 18 listopada 2008 roku.

Badanie poziomu pól elektromagnetycznych na terenie Uniejowa wykonało Laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Łodzi. Pomiary wykonano w dniu 14.10.2008 roku. Obszar badań obejmował strefę A planowanego uzdrowiska miejscowości Uniejów.

Oceny poziomu zanieczyszczenia powietrza w Uniejowie dokonano na podstawie danych WIOŚ obliczonych dla powiatu poddębickiego.

### **1.3. Bodźcowość warunków klimatycznych - uwagi ogólne**

Przy ocenie leczniczych zasobów klimatu należy dokonać analizy rodzaju i natężenia różnych bodźców pogodowych, które oddziałują na organizm człowieka pozytywnie lub negatywnie.

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 zanieczyszczenie 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. Różnorakie 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 dni pochmurne (lub w miejscu zacienionym) w odzieży dostosowanej do temperatury otoczenia,
- kinezyterapia, czyli terapia ruchowa, podczas której pacjenci korzystają z bodźców klimatycznych będąc w ruchu; działanie 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-Szczęsna, Błażejczyk 1998). 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 przeciwkrywicze.

**Nadfioletowa** część promieniowania słonecznego, a przede wszystkim UV-A (o długości fali 0,281-0,315  $\mu\text{m}$ ) i UV-B (0,316-0,400  $\mu\text{m}$ ), 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 D<sub>3</sub>, przez co promieniowanie UV ma działanie przeciwkrywicze. 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  $\mu\text{m}$ ) 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  $\mu\text{m}$ ) 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 jest 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 skórny 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, wzmacnia sprawność psychiczną i fizyczną, wpływa korzystnie na czynność serca i płuc, a także stymuluje procesy oksydacyjne w organizmie i zwiększa odporność na infekcje. Duża koncentracja jonów dodatnich, cechująca m.in. zanieczyszczone miejskie powietrze wpływa natomiast niekorzystnie na układ krążenia i układ nerwowy człowieka, powoduje podrażnienie błon śluzowych górnych dróg oddechowych, a także wywołuje uczucie zmęczenia. Duże zmiany koncentracji jonów, ich biegunowości i wielkości poprzedzające zmianę pogody, zwłaszcza w czasie przemieszczania się frontów atmosferycznych, są prawdopodobnie jedną z przyczyn dolegliwości meteorotropowych (Sulman 1982; Bogucki 1988).

Bodźce **akustyczne** ze względu na uciążliwość dla narządu słuchu są brane pod uwagę w opracowaniach z zakresu biometeorologii. Szkodliwość tych bodźców zależy od ich natężenia, częstotliwości fal akustycznych, czasu działania i charakteru zmian w czasie. Długotrwały hałas działa uciążliwie na układ nerwowy, powoduje rozdrażnienie i bezsenność, zmęczenie i bóle głowy, a nawet trwałe uszkodzenie słuchu. Za próg szkodliwości hałasu przyjmuje się natężenie dźwięku 35 dB, zaś powyżej 85 dB określany jest jako hałas niezdolny 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 alergię (grzyby, pleśnie, pyłki) (Krzymowska-Kostrowicka 1997).

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 trawiasta	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	
odkażające	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)

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

charakteryzuje silne działanie bakteriobójcze, bakteriostatyczne i grzybobójcze. Właściwości 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 terapeutyczne szaty roślinnej są w Polsce stosunkowo mało poznane. Na podstawie nielicznych prac można podać, że bór sosnowy wydziela substancje lotne, typy lasów czy łąk także mają specyficzne, im tylko właściwe oddziaływanie na organizm ludzki, np. fitoncydy działają także 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) (tab. 1).

## 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-Szczęśna i in. 2002, 2004). Działanie biologiczne promieniowania wykorzystywane jest w helioterapii (kąpielach słonecznych), która jest jedną z podstawowych form leczenia klimatycznego. Do charakterystyki warunków solarnych w Uniejowie wykorzystano informacje o usłonecznieniu i zachmurzeniu na sąsiednich stacjach meteorologicznych.

Według informacji zawartych w *Atlasie klimatu Polski* (Lorenc red., 2005), w którym usłonecznienie przedstawiono za okres 1971-2000, Uniejów leży w regionie o średniej rocznej sumie 1650-1700 godzin ze słońcem, czyli znacznie powyżej normy dla uzdrowisk (1500 godzin).

Jak do tej pory (2008 r.) pomiary usłonecznienia w Uniejowie nie były prowadzone. W związku z tym do dalszej charakterystyki warunków solarnych posłużono się danymi z Kalisza, Koła i Łodzi z lat 1976-2000 (tab. 2) (za Koźmiński, Michalska, 2005).

Tabela 2. Średnie dzienne, maksymalne i minimalne usłonecznienie rzeczywiste (godziny) w Kaliszu, Kole i w Łodzi w latach 1976-2000 (za Koźmiński, Michalska, 2005).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok	Rok ( $\Sigma$ )
<b>Średnie dzienne</b>														
Kalisz	1,4	2,2	3,3	5,3	7,6	7,4	7,6	7,0	4,2	3,3	1,5	1,0	4,3	1571
Koło	1,5	2,2	3,5	5,4	7,8	7,2	7,5	7,3	4,5	3,5	1,5	1,1	4,4	1607
Łódź	1,5	2,3	3,5	5,2	7,7	7,3	7,4	7,1	4,4	3,6	1,5	1,1	4,2	1534
<b>Średnie maksymalne</b>														
Kalisz	2,5	3,6	5,1	7,5	10,6	9,9	11,8	9,1	5,9	5,9	2,3	1,6	5,2	1899
Koło	2,7	3,3	5,0	8,3	10,6	10,7	12,5	9,5	7,5	5,9	2,9	1,8	5,2	1899
Łódź	2,7	4,6	5,0	8,1	9,9	10,1	12,4	9,5	6,8	6,0	2,6	1,8	5,2	1899
<b>Średnie minimalne</b>														
Kalisz	0,5	0,9	1,4	3,6	3,5	4,7	3,2	4,1	1,8	0,4	0,4	0,4	3,5	1278
Koło	0,3	1,1	1,6	2,8	3,5	3,0	2,6	4,5	2,3	2,1	0,6	0,4	3,2	1169
Łódź	0,6	1,1	1,5	3,6	4,4	3,5	3,2	4,8	2,2	1,9	0,3	0,4	1,3	475

W okolicach Uniejowa największe usłonecznienie występuje od maja do sierpnia, średnio 7,0-7,8 godzin ze słońcem dziennie. Maksimum w przebiegu rocznym usłonecznienia przypada na maj (7,6-7,8 godzin), zaś minimum na grudzień (1,0-1,1 godziny). Oznacza to, że

suma miesięczna usłonecznienia w maju wynosi 240 godzin, zaś w grudniu 33 godziny. Średnie roczne usłonecznienie zarówno w Kaliszu, Kole, jak i w Łodzi, jest większe niż 1500 godzin. Maksymalna roczna suma godzin ze słońcem w tych miastach wyniosła 1900, zaś minimalna 1200-1300 (Kalisz, Koło) i ok. 500 (Łódź).

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że w Uniejowie norma usłonecznienia wynosząca 1500 godzin rocznie 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 Uniejowa wykorzystano dane dotyczące wielkości zachmurzenia w Łodzi w latach 1993-2002 (tab. 3). Średnie zachmurzenie wynosi 67%, największe występuje od listopada do lutego (73-77%), a najmniejsze w sierpniu (57%). Na podstawie tych wartości można stwierdzić, że w okolicach Uniejowa występują przeciętne warunki do helioterapii.

Tabela 3. Charakterystyka zachmurzenia w okolicach Uniejowa (Łódź, 1993-2002).

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Śr. dob. zachmurzenie (%)	73	73	69	65	60	64	62	57	68	68	77	75	67

## 2.2. Warunki termiczno-wilgotnościowe

W analizie warunków termicznych Uniejowa wykorzystano dane z Koła i Kalisza z lat 1988-2007. Okolice Uniejowa to jeden z najcieplejszych regionów w Polsce. Wyraża się to średnią roczną temperaturą powietrza, która w Kole wynosi 8,9°C, zaś w Kaliszu 9,1°C (tab. 4). W obu tych miastach najcieplejszym miesiącem jest lipiec ze średnią dobową temperaturą powietrza odpowiednio 19,0 i 19,1°C, zaś najzimniejszym – styczeń (-0,4 i 0,2°C).

Zakres wahań temperatury powietrza charakteryzuje amplituda temperatur skrajnych. W latach 1988-2007 w Kole wyniosła ona 66,3°C, zaś w Kaliszu 63,5°C. Za tak dużą wartość rozpatrywanej charakterystyki warunków termicznych w obu tych miastach odpowiada przede wszystkim bardzo duża wartości temperatury maksymalnej. Najwyższą temperaturę powietrza w Kole zanotowano w lipcu 1998 r. (38,4°C), zaś w Kaliszu – w sierpniu 1992 r.

(38,0°C). Największa miesięczna amplituda temperatury powietrza zarówno w Kole, jak i w Kaliszu, wystąpiła w styczniu (odpowiednio 41,0 i 41,6°C), najmniejsza zaś – we wrześniu (odpowiednio 28,5 i 28,2°C).

Temperaturę powietrza powyżej 30°C w Kole notowano od maja do września, zaś w Kaliszu od maja do sierpnia. Ujemna minimalna temperatura powietrza zarówno w Kole, jak i Kaliszu, występowała od października do maja, w tym poniżej -10°C od listopada do marca.

Tabela 4. Charakterystyka warunków termicznych w okolicach Uniejowa w latach 1988-2007.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
<b>Koło</b>													
Temp. śr. dob. (°C)	-0,4	0,5	3,4	8,7	14,0	16,7	19,0	18,6	13,8	8,9	3,3	0,0	8,9
Abs. max .temp (°C)	13,1	17,1	21,5	28,9	31,9	36,9	38,4	36,4	30,1	25,0	17,5	13,6	38,4
Rok	1993	1990	1990	2000	2005	2000	1998	1992	2003 2005	2001	1996	1989	1998
Abs. min. temp (°C)	-27,9	-19,9	-14,4	-6,8	-2,7	3,6	5,9	4,9	1,6	-7,3	-16,9	-19,1	-27,9
Rok	2006	1996	2006	1989	2007	1991	1996	1993	2001	2003	1998	1995	2006
Liczba dni letnich ( $t_{\text{śr}} \geq 15^{\circ}\text{C}$ )	.	.	.	2,5	12,7	20,3	27,7	26,9	10,2	1,9	.	.	102,0
Liczba dni gorących ( $t_{\text{max}} \geq 25^{\circ}\text{C}$ )	.	.	.	0,9	4,3	7,1	13,3	13,5	2,5	0,1	.	.	41,6
Liczba dni upalnych ( $t_{\text{max}} \geq 30^{\circ}\text{C}$ )	.	.	.	.	0,1	1,3	3,8	2,5	0,1	.	.	.	7,8
Liczba dni mroźnych ( $t_{\text{min}} \leq -10^{\circ}\text{C}$ )	4,0	2,7	0,4	.	.	.	.	.	.	.	0,6	2,8	10,4
Liczba dni b. mroźnych ( $t_{\text{max}} \leq -10^{\circ}\text{C}$ )	0,7	0,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,6	1,4

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
<b>Kalisz</b>													
Temp. śr. dob. (°C)	-0,2	0,7	3,6	9,0	14,2	16,8	19,1	18,9	14,0	9,2	3,5	0,1	9,1
Abs. max .temp (°C)	16,1	17,1	21,0	27,3	31,6	34,4	36,5	38,0	29,5	25,4	17,7	13,5	38,0
Rok	1998	1990	1994	2000	1989	2000	1988	1992	2003 2005	2001	1996	1989	1992
Abs. min. temp (°C)	-25,5	-18,8	-12,7	-6,5	-4,6	1,6	6,8	5,7	1,3	-7,1	-15,5	-18,7	-25,5
Rok	2006	1996	1993	1989	1991	1988	1990	1993	1991	2003	1998	1996	2006
Liczba dni letnich ( $t_{\text{śr}} \geq 15^{\circ}\text{C}$ )	.	.	.	2,6	13,0	19,7	27,5	27,1	10,8	2,3	.	.	102,8
Liczba dni gorących ( $t_{\text{max}} \geq 25^{\circ}\text{C}$ )	.	.	.	0,9	4,1	7,6	14,2	14,1	2,6	0,2	.	.	43,5
Liczba dni upalnych ( $t_{\text{max}} \geq 30^{\circ}\text{C}$ )	.	.	.	.	0,2	1,1	3,7	3,1	.	.	.	.	8,0
Liczba dni mroźnych ( $t_{\text{min}} \leq -10^{\circ}\text{C}$ )	3,5	2,3	0,3	.	.	.	.	.	.	.	0,5	2,3	8,8
Liczba dni b. mroźnych ( $t_{\text{max}} \leq -10^{\circ}\text{C}$ )	0,6	0,1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0,4	1,0

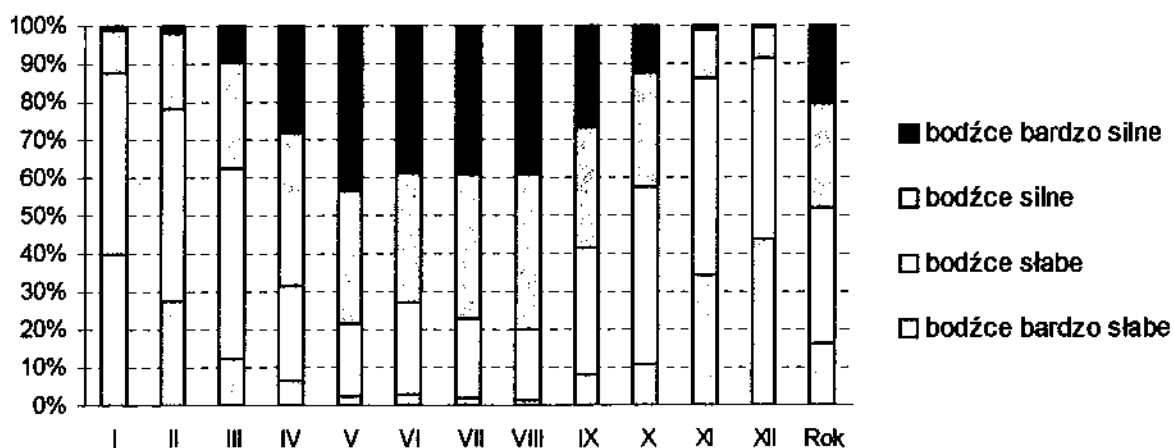
Dni charakterystyczne, które są wskaźnikiem różnych bodźców termicznych, pomagają ocenić stopień uciążliwości warunków termicznych dla człowieka. Takim dniem jest dzień gorący (temperatura maksymalna  $\geq 25^{\circ}\text{C}$ ), upalny (temperatura maksymalna  $\geq 30^{\circ}\text{C}$ ), letni (temperatura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

W Kole i w Kaliszu w latach 1988-2007 notowano średnio w roku ok. 102 dni letnie. Występowały one od kwietnia do października, najczęściej w lipcu (średnio ok. 28 dni). Średnia liczba dni gorących w roku w Kole wyniosła 41,6, zaś w Kaliszu 43,5. Dni te występowały od kwietnia do października, najczęściej w lipcu i w sierpniu. Średnio w roku notowano w obu tych miastach około 8 dni upalnych, głównie w lipcu i w sierpniu.

W latach 1988-2007 w Kole wystąpiło średnio w roku około 10 dni mroźnych i 1 dzień bardzo mroźny. W Kaliszu średnia liczba takich dni w roku była niewiele mniejsza. W obu rozpatrywanych miastach dni mroźne występowały od listopada do marca, zaś dni bardzo mroźne w grudniu, styczniu i lutym.

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

<b><math>dt</math> (°C)</b>	<b>bodźce termiczne</b>
poniżej 4	- obojętne
od 4 do mniej niż 8	- słabo odczuwalne
od 8 do mniej niż 12	- silnie odczuwalne
równe lub większe 12	- ostre.

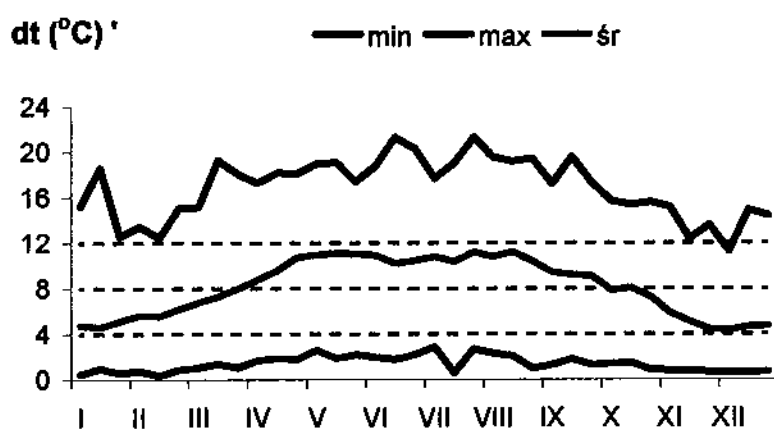


Rycina 1. Częstość (%) dni o różnym natężeniu bodźców termicznych w okolicach Uniejowa (Koło, 1988-2007).

W latach 1988-2007 średnio w roku w okolicach Uniejowa (w Kole) najczęściej (36,1%) występowały dni, w których bodźce termiczne były słabe (ryc. 1). Suma częstości dni o bodźcach termicznych słabych i bardzo słabych (52,1%) jest nieznacznie większa niż suma częstości dni o bodźcach termicznych silnych i bardzo silnych (47,9%). Silne bodźce

termiczne pojawiały się średnio w 27,6% dni w roku, najczęściej od kwietnia do sierpnia. Częstość dni o bardzo silnych bodźcach termicznych, rozumianych jako dni z dobową amplitudą temperatury powietrza  $\geq 12^{\circ}\text{C}$ , była największa od maja do sierpnia. Maksimum w przebiegu rocznym występowania bardzo silnych bodźców termicznych przypada na maj (43,6% dni), zaś minimum na grudzień (0,5% 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 organizm człowieka musi się bronić.

W okolicach Uniejowa (w Kole) we wszystkich dekadach w roku wystąpił choć jeden dzień, w którym dobowa amplituda temperatury powietrza przekroczyła  $11,2^{\circ}\text{C}$  (ryc. 2). Największa dobowa amplituda temperatury powietrza ( $21,3^{\circ}\text{C}$ ) wystąpiła w jednym z dni drugiej dekady czerwca i w jednym dniu trzeciej dekady lipca. Średnia dekadowa dobowej amplitudy temperatury powietrza wyniosła od  $4,3^{\circ}\text{C}$  (pierwsza dekada grudnia) do  $11,2^{\circ}\text{C}$  (druga dekada sierpnia). Minimalna dobowa amplituda temperatury powietrza ( $0,4^{\circ}\text{C}$ ) wystąpiła w drugiej dekadzie lutego.



Rycina 2. Średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości dobowej amplitudy temperatury powietrza w okolicach Uniejowa (Kolo, 1988-2007).

Na rodzaj odczucia termicznego, obok temperatury powietrza, duży wpływ ma też jego wilgotność. W latach 1988-2007 średnia roczna wilgotność względna powietrza w Kole i w Kaliszu wyniosła 79% (tab. 5). Maksimum wilgotności względnej powietrza w przebiegu rocznym przypada na okres październik-luty (83-90%). Czynnikiem, który w silnym stopniu decyduje o tak dużej wartości wilgotności jest położenie rozpatrywanych miast w dolinach rzecznych, w których często występuje stagnacja mas powietrza zawierających dużą ilość pary wodnej. Ważne jest również to, że przedstawione wartości wilgotności względnej powietrza mają charakter średnich dobowych, uwzględniających wartości mierzone rano

i wieczorem, tj. porach dnia, w których wilgotność względna powietrza jest zwykle większa niż w południe. Wartościami wilgotności względnej powietrza poniżej średniej rocznej charakteryzuje się okres kwiecień-sierpień. Minimum wilgotności względnej powietrza w Kole przypada na maj (69%), zaś w Kaliszu na maj i sierpień (70%).

Tabela 5. Charakterystyka warunków wilgotnościowych w okolicach Uniejowa w latach 1988-2007.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
<b>Koło</b>													
Średnia . dobowa. wilg. wzgl. powietrza (%)	87	84	79	71	69	72	71	70	78	84	90	89	79
<b>Kalisz</b>													
Średnia . dobowa. wilg. wzgl. powietrza (%)	87	85	79	71	70	73	71	70	78	83	89	89	79

Innym wskaźnikiem natężenia uciążliwości bodźców termiczno-wilgotnościowych jest wskaźnik stresu cieplnego (*HSI*, w %) (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 prawie 53% dni, warunki termiczno-wilgotnościowe w okolicach Uniejowa (w Kole) nie powodują żadnych obciążeń cieplnych i uczucia parności (tab. 6). W przypadku osób starszych i z chorobami układu krążenia niewielkie obciążenie termiczno-wilgotnościowe występuje średnio w 39% dni w półroczu, z czego najczęściej w lipcu (59% dni).

Tabela 6. Częstość (%) dni o różnym natężeniu uczucia parności w półroczu ciepłym w okolicach Uniejowa (Kole, 1988-2007).

Natężenie uczucia parności	V	VI	VII	VIII	IX	X	Półrocze
Brak uczucia parności	63,2	41,6	22,2	25,8	69,5	92,6	52,5
Możliwe słabe uczucie parności u osób z chorobami krążenia	34,0	49,8	59,2	56,3	29,3	7,4	39,3
Nieznaczne uczucie parności u większości osób	2,8	8,4	18,1	17,6	1,2	.	8,0
Silne uczucie parności u większości osób	.	0,2	0,5	0,3	.	.	0,2



W odniesieniu do pozostałych grup kuracjuszy niewielkiego uczucia parności można się spodziewać tylko w 15 dniach półrocza ciepłego, z czego 6 w lipcu i 5 w sierpniu. Silne uczucie parności, które występuje przy wysokiej temperaturze i wilgotności powietrza oraz przy braku ruchu powietrza, wystąpiło zaledwie w 6 dniach w latach 1988-2007.

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

Rozpatrując właściwości klimatu Uniejowa mające znaczenie dla lecznictwa pozytywnymi cechami warunków termiczno-wilgotnościowych są: bardzo mała liczba dni mroźnych i bardzo mroźnych, bardzo rzadkie stany parności, a także duże dobowe kontrasty termiczne, zwłaszcza w półroczu ciepłym, mające istotne znaczenie dla klimatoterapii (charakter hartujący).

### 2.3. Opady i zjawiska atmosferyczne

Opady atmosferyczne są czynnikiem ograniczającym możliwości leczenia klimatycznego, wypoczynku i uprawiania turystyki. Średnia roczna suma opadów w latach 1988-2007 w okolicach Uniejowa wyniosła około 500 mm (Koło – 512 mm, Kalisz – 491 mm) (tab. 7). Wartość ta w porównaniu do pozostałej części Polski jest mała. W przebiegu rocznym maksimum opadów przypada na lipiec (średnia suma miesięczna około 80 mm), zaś minimum na styczeń i luty (poniżej 30 mm). Suma opadów w półroczu ciepłym przewyższa sumę opadów półrocza chłodnego. Na lato przypada 38% sumy rocznej opadów, podczas gdy na zimę tylko około 17%.

Tabela 7. Opady atmosferyczne w okolicach Uniejowa w latach 1988-2007

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
<b>Koło</b>													
Suma opadów (mm)	26	28	34	33	45	57	81	56	50	31	34	38	512
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	13,0	12,5	12,1	10,7	10,8	12,8	13,1	11,1	11,1	10,9	12,4	14,2	144,6
<b>Kalisz</b>													
Suma opadów (mm)	23	26	38	30	47	55	77	53	46	31	32	33	491
Liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm	12,7	12,7	12,1	10,7	11,3	12,7	13,0	11,2	10,3	10,9	12,5	14,7	144,5

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. Średnia roczna liczba dni z opadem w okolicach Uniejowa (Koło, Kalisz) wynosi około 145 i jest znacznie niższa od dopuszczonej normy, co oznacza, że rozpatrywany obszar

spełnia wymagane w tym zakresie kryterium. Liczba dni z opadem jest mało zróżnicowana w roku. Najwięcej takich dni występuje w grudniu (14-15), najmniej (11) w kwietniu (Kole) i we wrześniu (Kalisz).

Opady, zwłaszcza letnie, są często związane z występowaniem burz, które poprzez zmiany pola elektrycznego w czasie wyładowań oddziałują na człowieka, zwykle pogarszając jego samopoczucie. Okolice Uniejowa charakteryzują się dość dużym zróżnicowaniem częstości występowania burz (tab. 8). W latach 1988-2007 średnia roczna liczba dni z burzą w Kole wyniosła 12,5, zaś w Kaliszu 20,5. Na podstawie położenia Uniejowa i Kole w dolinie tej samej rzeki, a także mniejszej odległości między tymi miastami w porównaniu z odległością Uniejów-Kalisz, można stwierdzić, że w Uniejowie występuje średnio w roku mniej niż 15 dni z burzą. Burze są obserwowane na tym obszarze w ciągu całego roku, z wyjątkiem listopada. Najczęściej występują one od maja do września, a maksimum przypada w sierpniu.

Tabela 8. Burze, mgły i opady śniegu w okolicach Uniejowa w latach 1988-2007.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
<b>Kole</b>													
Liczba dni z burzą	.	.	0,3	0,5	2,3	2,5	3,3	2,7	0,9	0,1	.	.	12,5
Liczba dni z mgłą	5,4	1,7	3,4	1,6	1,1	1,1	1,5	1,5	3,5	6,5	6,5	6,9	39,5
Liczba dni z opadem śniegu	15,6	14,5	7,0	0,9	.	.	.	.	.	0,3	5,9	7,4	49,7
<b>Kalisz</b>													
Liczba dni z burzą	0,1	0,1	0,2	1,0	4,4	4,0	5,5	4,1	1,2	0,1	.	0,1	20,5
Liczba dni z mgłą	5,0	3,0	1,8	1,2	1,1	1,2	0,9	1,3	2,4	4,4	6,9	5,0	34,0
Liczba dni z opadem śniegu	7,9	9,7	6,9	1,5	0,1	.	.	.	.	0,4	4,4	9,2	39,9

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 latach 1988-2007 w okolicach Uniejowa średnio w roku wystąpiło mniej niż 40 dni z mgłą (tab. 8). Zgodnie z przyjętą normą dla uzdrowisk Europy Środkowej 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 okolicach Uniejowa (Kole, Kalisz) jest ich odpowiednio 8-10 i 26-30 dni, więc znacznie poniżej w/w normy. Mgły na tym obszarze występowały w ciągu całego roku, najczęściej od października do stycznia, kiedy to były obserwowane średnio w 4-7 dniach w miesiącu. **Zarówno w ciągu całego roku, jak i półrocza ciepłego, liczba dni z mgłą w Uniejowie jest bardzo mała, znacznie poniżej normy przyjętej dla uzdrowisk.**

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. Charakterystyka warunków śnieżnych Uniejowa zostanie przedstawiona w oparciu o dane liczby dni z opadem śniegu (tab. 8). W Kole średnia roczna liczba takich dni wynosi 50, zaś w Kaliszu 40. Opady śniegu w okolicach Uniejowa występują od października do kwietnia. W latach 1988-2007 tylko jeden raz zjawisko to wystąpiło w maju (w Kaliszu). W Kole opady śniegu występowały najczęściej w styczniu i lutym (średnio co drugi dzień), zaś w Kaliszu w lutym i w grudniu (średnio co trzeci dzień). Z roku na rok zakres zmian liczby dni z opadem śniegu w Kole i w Kaliszu był dość duży. Najmniejsza liczba tych dni wystąpiła w 1989 r. (Kole – 14, Kalisz – 15), natomiast największa w 2001 r. (Kole – 62, Kalisz – 66).

#### **2.4. Warunki wietrzne i ciśnienie atmosferyczne**

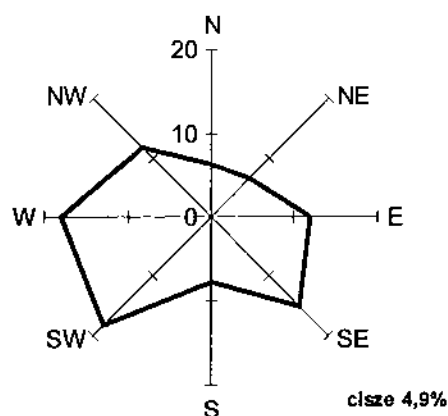
Ruch powietrza jest ważnym czynnikiem kształtującym subiektywne odczucia komfortu lub dyskomfortu termicznego. Odgrywa on istotną rolę w procesie wymiany ciepła między organizmem człowieka a otoczeniem (Błażejczyk 2004, Kozłowska-Szczęśna i in. 2002) oraz oddziałuje na stan psychofizyczny osób, wzmagając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

Kierunki wiatru w środkowej części Polski uwarunkowane są głównie warunkami cyrkulacyjnymi, a w mniejszym stopniu lokalnym pokryciem terenu. Do przedstawienia rozkładu kierunków wiatru w Uniejowie wykorzystano dane z Łodzi z lat 1993-2002.

W okolicach Uniejowa najczęściej występuje wiatr południowo-zachodni i zachodni (łącznie 36,1%) (ryc. 3). Duże znaczenie ma także wiatr południowo-wschodni (15%). Najrzadziej występuje wiatr północny i północno-wschodni (łącznie 12,7%). Cisze stanowią prawie 5% przypadków. Ważnym elementem oddziałującym na rozkład kierunków wiatru w Uniejowie jest jego położenie w dolinie rzecznej. Stanowi ona naturalny kanał, wzdłuż którego masy powietrza mają warunki do przemieszczania się. W związku z tym można się spodziewać, że w Uniejowie ze zwiększoną częstością występują wiatry północno-zachodnie i południowo-wschodnie.

Średnia dobową prędkość wiatru w okolicach Uniejowa wynosi ok.  $4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (Kole –  $4,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , Kalisz –  $3,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) (tab. 9). Największe średnie prędkości wiatru występują w miesiącach zimowych ( $4,2\text{-}4,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), najmniejsze zaś w miesiącach letnich ( $3,2\text{-}3,6 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Liczba dni ze średnią dobową prędkością wiatru mniejszą od  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  w okolicach Uniejowa

jest bardzo mała (7-9% dni w roku). Zarówno w Kole, jak i w Kaliszu, najmniej takich dni występuje od lutego do kwietnia (średnio 1-2 dni w miesiącu), natomiast najwięcej (3-4 dni) w sierpniu (Kolo) i w czerwcu (Kalisz).



Rycina 3. Rozkład kierunków wiatru (%) w Łodzi (1993-2002)

Ważną charakterystyką warunków wiatrowych jest także częstość występowania wiatru silnego. W latach 1988-2007 średnia roczna liczba dni z maksymalną prędkością wiatru  $\geq 8 \text{ m s}^{-1}$  w Kole wyniosła 47, zaś w Kaliszu 41. Wiatry silne w tych miastach pojawiają się głównie zimą i wczesną wiosną (średnio 5-7 dni w miesiącu), najrzadziej latem (1-2 dni).

Tabela 9. Charakterystyki prędkości wiatru na wysokości 10 m nad gruntem w okolicach Uniejowa w latach 1988-2007.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
<b>Kolo</b>													
Średnia dobową prędkość wiatru ( $\text{m s}^{-1}$ )	4,6	4,6	4,6	4,2	3,8	3,6	3,6	3,4	3,8	4,0	4,1	4,4	4,1
Liczba dni ze średnią dobową prędkością wiatru $< 2 \text{ (m s}^{-1})$	2,4	1,4	1,1	1,3	1,7	1,7	2,2	2,9	2,6	2,7	2,0	2,7	24,5
Liczba dni z maksymalną prędkością wiatru $\geq 8 \text{ (m s}^{-1})$	6,9	5,8	7,2	5,0	3,0	1,6	1,5	1,5	2,0	3,8	3,7	5,3	47,1
<b>Kalisz</b>													
Średnia dobową prędkość wiatru ( $\text{m s}^{-1}$ )	4,4	4,3	4,3	3,8	3,5	3,3	3,3	3,2	3,5	3,7	3,9	4,2	3,8
Liczba dni ze średnią dobową prędkością wiatru $< 2 \text{ (m s}^{-1})$	3,2	1,9	2,0	1,9	2,5	4,0	2,9	3,9	3,2	3,9	2,3	2,5	33,9
Liczba dni z maksymalną prędkością wiatru $\geq 8 \text{ (m s}^{-1})$	5,9	5,2	6,5	3,8	2,2	1,2	1,5	2,2	2,0	2,9	3,3	4,5	41,0

Na podstawie przedstawionych informacji można stwierdzić, że warunki wiatrowe w Uniejowie są umiarkowanie korzystne dla klimatoterapii. Średnia prędkość wiatru w Uniejowie jest dość duża, zaś dni z małą prędkością wiatru są rzadkie. Wiatr o prędkości większej niż  $8 \text{ m s}^{-1}$  pojawia się z umiarkowaną częstością. Korzystne jest

jednak to, że wiatr silny w okresie od późnej wiosny do wczesnej jesieni występuje sporadycznie.

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

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

W okolicach Uniejowa dominują małe ( $\leq 4$  hPa) zmiany ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień (tab. 10). Zarówno w Kole, jak i w Kaliszu, średnio w roku stanowią one ok. 58% przypadków. Międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego odczuwane jako słabe występują częściej w miesiącach letnich niż zimowych (odpowiednio 71-77 i 42-52% przypadków). Zmiany ciśnienia atmosferycznego odczuwane jako silne stanowią średnio w roku około 10% przypadków, zaś jako bardzo silne – 4%. Bardzo silne bodźce mechaniczne związane ze zmianami ciśnienia atmosferycznego mają wyraźne minimum w okresie od czerwca do sierpnia (średnia miesięczna częstość ich występowania  $\leq 0,2\%$ ) oraz maksimum zimowe. Zarówno w Kole, jak i w Kaliszu, międzydobowe zmiany ciśnienia atmosferycznego odczuwane jako bardzo silne najczęściej występują w grudniu (odpowiednio 11,0 i 10,5%). Oznacza to, że w miesiącu tym występują średnio ok. 3 przypadki bardzo dużej zmiany ciśnienia atmosferycznego z dnia na dzień.

Tabela 10. Częstość międzydobowych zmian ciśnienia atmosferycznego ( $dp$ , hPa) w okolicach Uniejowa w latach 1988-2007 (Kolo i Kalisz).

Kolo													
$dp$ (hPa)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
$<4,0$	49,8	41,6	49,9	59,3	65,9	71,2	75,2	76,8	61,5	55,0	49,0	41,6	58,2
4,1-8,0	29,0	30,1	30,4	27,6	26,8	25,2	23,2	20,2	30,4	29,3	27,5	30,2	27,5
8,1-12,0	13,6	17,8	12,3	10,6	6,2	3,4	1,4	2,8	7,3	10,7	16,2	17,2	9,9
$>12,0$	7,6	10,5	7,4	2,5	1,1	0,2	0,2	0,2	0,8	5,0	7,3	11,0	4,4
Kalisz													
$dp$ (hPa)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
$<4,0$	51,6	41,8	50,3	57,5	66,3	70,7	75,9	77,2	61,1	55,2	48,6	43,6	58,4
4,1-8,0	27,0	29,7	30,4	29,2	27,2	25,7	21,7	20,0	31,5	29,0	28,1	28,7	27,3
8,1-12,0	14,3	18,4	12,3	10,7	5,4	3,4	2,4	2,6	5,7	11,6	16,6	17,2	10,0
$>12,0$	7,1	10,1	7,0	2,6	1,1	0,2	0,0	0,2	1,7	4,2	6,7	10,5	4,3

### 3. Warunki biotermiczne

Na człowieka oddziałują nie pojedyncze elementy, ale cały ich zespół. Wywołują one w organizmie określone reakcje, które mają doprowadzić do stanu względnej równowagi bilansu cieplnego, czyli przychodów i strat ciepła. Natężenie tych reakcji zależy od aktualnego stanu atmosfery oraz stanu organizmu (zwłaszcza jego aktywności fizycznej). Do kompleksowej oceny warunków bioklimatycznych zastosowano kilka wskaźników biotermicznych, będących wynikiem analizy bilansu cieplnego człowieka. Są to: temperatura odczuwalna (*STI*), wskaźnik stresu termofizjologicznego (intensywności procesów regulujących temperaturę ciała - *PhS*) oraz wskaźnik dopuszczalnego poziomu aktywności fizycznej (*MHR*) (Błażejczyk 2003, 2004).

Człowiek jest istotą stałocieplną. Podstawą prawidłowego funkcjonowania takich organizmów jest utrzymanie temperatury wewnętrznej na stałym poziomie. U człowieka poziom ten wynosi około 37°C. Dlatego też procesy termoregulacyjne istot stałocieplnych dążą do zrównoważenia przychodów i strat ciepła, aby stan równowagi cieplnej był zachowany. Wszelkie odchylenia od tego stanu powodują niebezpieczeństwo dla organizmu (przegrzania lub wychłodzenia) oraz stanowią duże jego obciążenie. 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,

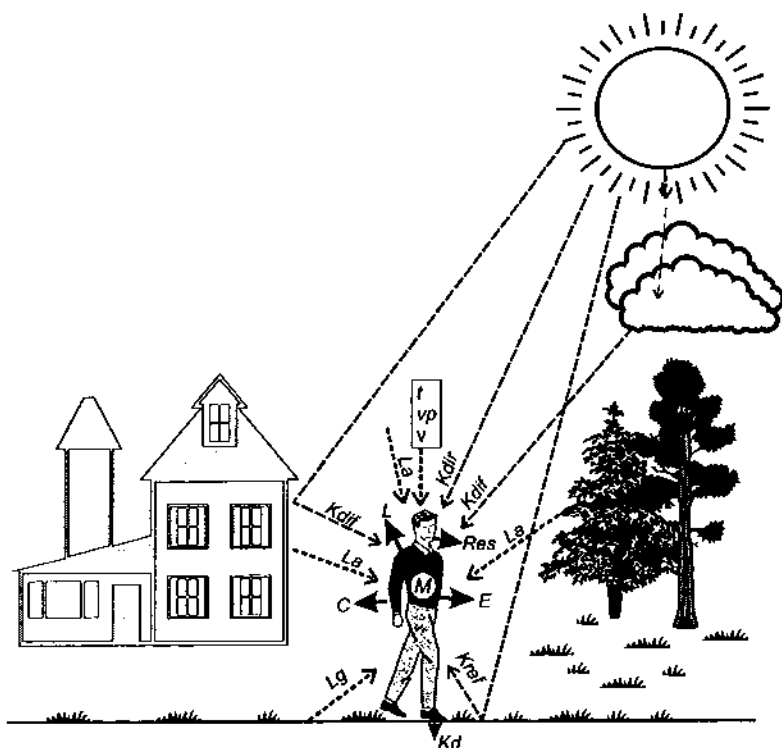
*C* – wymiana ciepła przez unoszenie, czyli poprzez turbulencyjną wymianę ciepła jawnego,

*Res* – straty ciepła w wyniku oddychania,

*Kd* – wymiana ciepła poprzez przewodzenie.

Wynikiem wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem jest saldo wymiany ciepła (*S*). W warunkach chwilowych obserwuje się bowiem bądź to przewagę zysków, bądź

też – strat ciepła z organizmu, co prowadzi do zmian ilości ciepła, którym organizm dysponuje (ryc. 4). Wspomniane wyżej wskaźniki biotermiczne uwzględniają wszystkie procesy wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem oraz intensywność procesów termoregulacyjnych.



Rycina 4. Człowiek i jego środowisko termiczne:  
**elementy meteorologiczne:**  
 $t$  – temperatura powietrza,  
 $e$  – ciśnienie pary wodnej,  
 $v$  – prędkość wiatru,  
**promieniowanie słoneczne:**  
 $K_{dir}$  – bezpośrednie,  
 $K_{dif}$  – rozproszone,  
 $K_{ref}$  – odbite,  
**promieniowanie ciepłe:**  
 $L_a$  – promieniowanie zwrotne atmosfery i emitowane przez obiekty otoczenia,  
 $L_g$  – emisja ciepła podłoża,  
**strumienie ciepła:**  
 $M$  – metaboliczny,  
 $E$  – ewaporacyjny,  
 $C$  – konwekcyjny,  
 $K_d$  – kondukcyjny,  
 $L$  – radiacyjny,  
 $Res$  – respiracyjny

Warunki biotermiczne w Uniejowie zostały opracowane na podstawie średnich dobowych wartości zmierzonych na stacji meteorologicznej w Kole. Jest to najbliższy położony punkt pomiaru danych dobrze oddający warunki klimatyczne Uniejowa i jego okolic.

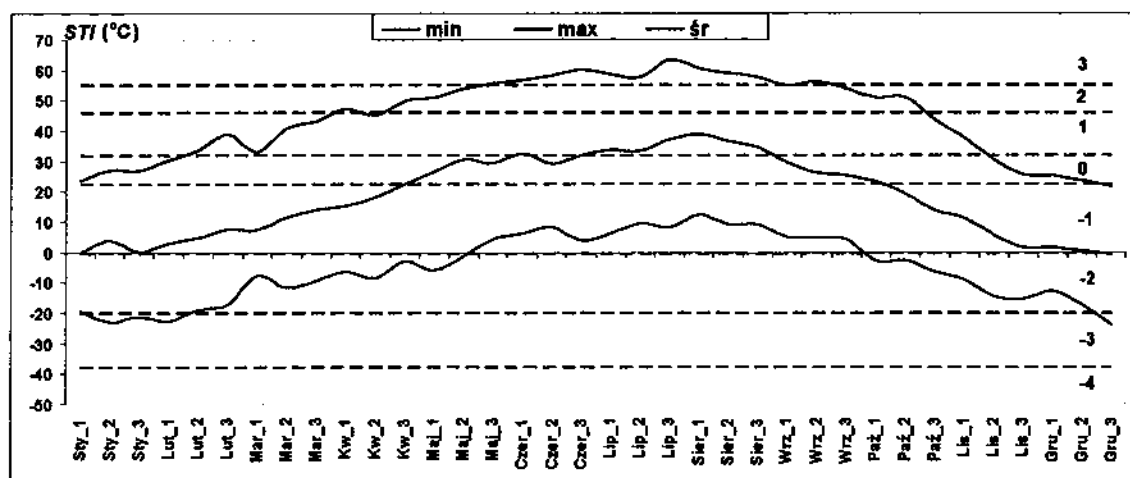
### 3.1. Temperatura odczuwalna

Temperatura odczuwalna ( $STI$ , w  $^{\circ}C$ ) jest wskaźnikiem odczuć cieplnych człowieka. Powstają one w wyniku reakcji receptorów ciepła i zimna rozmieszczonych w skórze na bodźce termiczne otoczenia. Wskaźnik  $STI$  odzwierciedla natężenia tych bodźców poprzez następującą skalę subiektywnie odbieranych odczuć cieplnych:

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

od 32,1 do 46,0 - ciepło  
 od 46,1 do 55,0 - gorąco  
 od 55,1 do 70,0 - bardzo gorąco  
 więcej niż 70,0 - upalnie.

Szacowane średnie wartości *STI* w Uniejowie wahają się od około  $-0,5^{\circ}\text{C}$  w ostatniej dekadzie grudnia do  $39^{\circ}\text{C}$  na początku sierpnia, co odpowiada aż czterem przedziałom skali odczuć cieplnych od „zimno” do „ciepło” (ryc. 5). Maksymalna wartość *STI* rozszerza ten zakres aż do odczucia „bardzo gorąco” latem (max wartość  $63^{\circ}\text{C}$ ), które to odczucie może pojawiać się aż do końca września. Zimą skala ta zostaje rozszerzona o klasę „bardzo zimno” (koniec grudnia – połowa lutego). W poszczególnych miesiącach rozpiętość odczuć cieplnych obejmuje zazwyczaj 4-5 klas. Od połowy listopada do stycznia skala odczuć ogranicza się do 3 klas: „bardzo zimno” – „chłodno”. Od maja do września, a czasami w październiku obejmuje 5 klas odczuć.



Rycina 5. Szacowane średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości temperatury odczuwalnej (*STI*), Koło, 1988-2007  
 odczucia cieplne: -4 – mroźnie, -3 – bardzo zimno, -2 – zimno, -1 – chłodno, 0 – komfortowo, 1 – ciepło, 2 – gorąco, 3 – bardzo gorąco, 4 - upalnie.

### 3.2. Stres termofizjologiczny

Wskaźnik stresu termofizjologicznego (*PhS*, bez wymiaru) pozwala na określenie, jakie termoregulacyjne reakcje dostosowawcze organizmu – mające na celu zrównoważenie zysków i strat ciepła – występują w danych warunkach otoczenia i jaka jest ich intensywność. Wtedy, gdy występuje względna równowaga konwekcyjnych i ewaporacyjnych strat ciepła (*PhS* od 0,75 do 1,5) reakcje termoregulacyjne organizmu są mało intensywne, a stan taki



nazywany jest warunkami termoneutralnymi. Wtedy, gdy przeważają konwekcyjne straty ciepła ( $PhS$  równe lub wyższe od 1,5) występuje fizjologiczny stres zimna. Przejawia się on następującymi reakcjami organizmu:

- obniżeniem temperatury skóry,
- osłabieniem przepływu krwi w obrębie mięśni i skóry oraz zwiększeniem jej właściwości termoizolacyjnych,
- zwiększeniem ciśnienia krwi,
- drżeniem mięśniowym (w warunkach silnego stresu zimna).

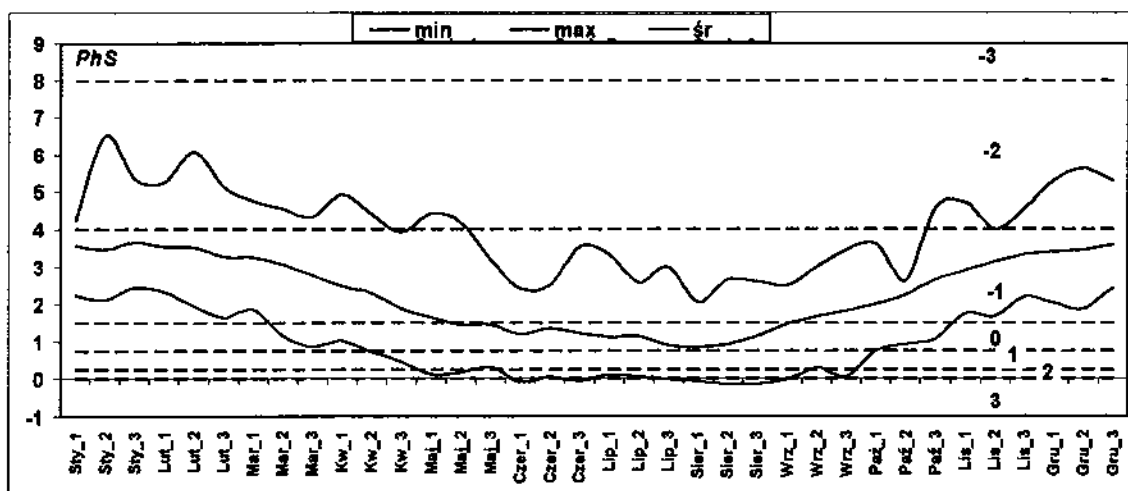
Im wyższa jest wartość  $PhS$ , tym większe jest nasilenie stresu zimna i tym intensywniejsze są dostosowawcze reakcje organizmu do warunków otoczenia.

Stres gorąca występuje wtedy, gdy w wymianie ciepła z otoczeniem dominuje ewaporacja ( $PhS$  równe lub mniejsze od 0,75). Stan taki prowadzi do:

- zwiększenia przepływu krwi w obrębie skóry,
- zmniejszenia ciśnienia krwi,
- zwiększenia częstotliwości tętna,
- intensywnego pocenia się, którego skutkiem może być odwodnienie organizmu.

Stres gorąca przejawia się także okresowymi zmianami temperatury skóry, od bardzo wysokiej podczas nagrzewania się suchej skóry, do niskiej podczas fazy pocenia się. Im mniejsza jest wartość  $PhS$  tym większe jest natężenie stresu gorąca, a reakcje dostosowawcze organizmu stają się coraz intensywniejsze. Natężenia stresu termofizjologicznego przedstawia następująca skala:

$PhS$	Rodzaj i natężenie stresu:
poniżej 0,0	- bardzo silne natężenie stresu gorąca
od 0,0 do 0,25	- silne natężenie stresu gorąca
od ponad 0,25 do 0,75	- umiarkowane natężenie stresu gorąca
od ponad 0,75 do 1,50	- warunki termoneutralne
od ponad 1,50 do 4,00	- umiarkowane natężenie stresu zimna
od ponad 4,00 do 8,00	- silne natężenie stresu zimna
ponad 8,00	- bardzo silne natężenie stresu zimna.



Rycina 6. Szacowane średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości wskaźnika stresu termofizjologicznego (*PhS*), Koło, 1988-2007  
 rodzaj stresu: -3 – bardzo silny stres zimna, -2 – silny stres zimna, -1 – umiarkowany stres zimna, 0 – warunki termoneutralne, 1 – umiarkowany stres gorąca, 2 – silny stres gorąca, 3 – bardzo silny stres gorąca.

W projektowanym uzdrowisku Uniejów szacowane średnie wartości *PhS* wskazują na dominację przez większość roku warunków z umiarkowanym natężeniem stresu zimna. Od połowy maja do końca sierpnia przeważają warunki termoneutralne. Skrajne wartości tego wskaźnika pokazują, że zimą warunki biotermiczne wahają się pomiędzy umiarkowanym a silnym stresem zimna. W cieplej połowie roku dominują cztery przedziały natężenia stresu termofizjologicznego: od umiarkowanego stresu zimna do silnego stresu gorąca (ryc. 6). W czerwcu oraz w sierpniu może pojawić się bardzo silny stres gorąca.

Opisane wyżej warunki temperatury odczuwalnej i stresu termofizjologicznego wymagają od kuracjuszy sprawnego układu termoregulacyjnego, który „poradzi sobie” z częstymi zmianami warunków biotermicznych. Sytuacje takie sprzyjają także hartowaniu organizmu. Należy także pamiętać, że podczas kuracji przydatna będzie odzież o różnej termoizolacyjności, która ułatwi dostosowanie się do panujących warunków otoczenia.

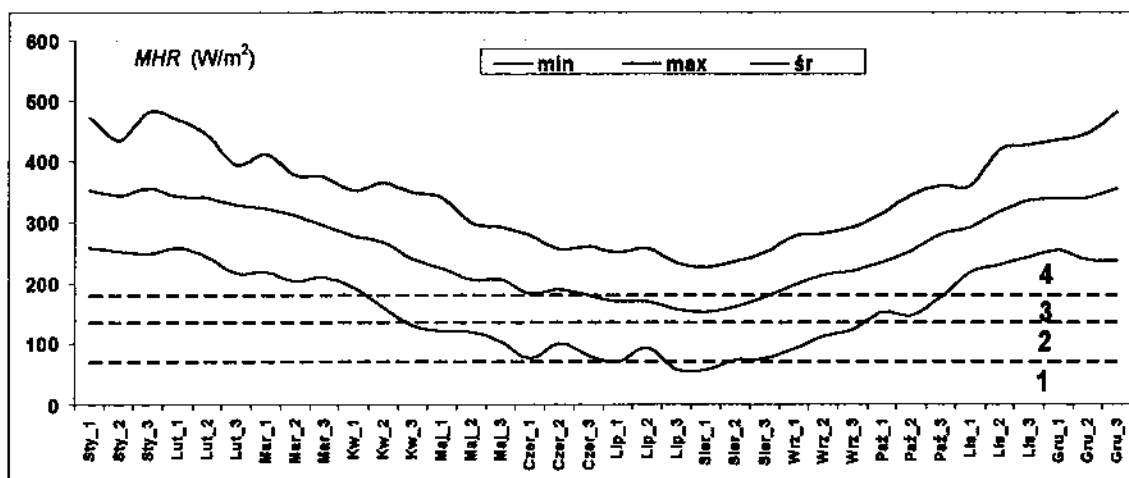
### 3.3. Dopuszczalny poziom aktywności fizycznej

Jedną z ważniejszych charakterystyk fizjologicznych jest częstotliwość tętna (*HR*). Określa ona ilość uderzeń serca w ciągu minuty. Na wartość *HR* mają wpływ zarówno aktywność fizyczna człowieka, jak i niektóre parametry meteorologiczne. Częstotliwość tętna wzrasta wraz ze wzrostem temperatury powietrza i ciśnienia pary wodnej oraz ze wzrostem wysiłku fizycznego. Prawidłowe tętno wynosi u mężczyzny 70-72 uderzenia na minutę,

a u kobiet 78-82 uderzenia na minutę. Wraz ze wzrostem *HR* powyżej 90 uderzeń na minutę wzrasta obciążenie serca oraz całego układu krwionośnego. Znając aktualne warunki meteorologiczne można określić dopuszczalny poziom aktywności fizycznej (*MHR*, w  $W \cdot m^{-2}$ ) nie powodujący nadmiernego obciążenia serca podczas klimatycznej terapii ruchowej. Tabela 11 zawiera informacje o ilości ciepła metabolicznego wytwarzanego podczas różnych form aktywności fizycznej.

Tabela 11. Metaboliczna produkcja ciepła przy różnej aktywności fizycznej człowieka.

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
Kinezyterapia:		
Marsz bez obciążenia:		
po równinie (km/godz)		
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/godz		
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 z obciążeniem po równinie (4 km/godz)		
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



Rycina 7. Szacowane średnie dekadowe (śr), maksymalne (max) i minimalne (min) wartości dopuszczalnej aktywności fizycznej (*MHR*), Koło, 1988-2007  
 poziomy aktywności fizycznej podczas: 1 – helio- i aeroterapii, 2 – łagodnych spacerów, 3 – łagodnej gimnastyki i gier, 4 – intensywnych spacerów i gier.

Warunki bioklimatyczne planowanego uzdrowiska Uniejów pozwalają na stosowanie zabiegów klimatoterapeutycznych o zróżnicowanej intensywności (ryc. 7). W okresie od listopada do połowy kwietnia warunki termiczno-wilgotnościowe umożliwiają wprowadzanie różnorodnych form terapii ruchowej (np. gimnastyka, spacer, jazda rowerem, gry sportowe) bez nadmiernego obciążenia serca. Od czerwca do września warunki meteorologiczne bywają bardzo zróżnicowane. Występują zarówno dni, podczas których można korzystać ze wszystkich form klimatoterapii, ale występują także takie, gdy zbyt wysoka temperatura i wilgotność powietrza umożliwiają jedynie stosowanie helio- i aeroterapii. Stosowanie terapii ruchowej może wtedy prowadzić do nadmiernego obciążenia serca.

#### 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©2.5

([www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/bioklima.htm](http://www.igipz.pan.pl/geoekoklimat/blaz/bioklima.htm)).

### Typy pogody

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

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

Oznaczenie typu pogody znajduje się na pierwszej pozycji zapisu cyfrowego.

### Podtypy pogody

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

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

Drugi znak zapisu:	$R'$ ( $W\ m^{-2}$ )	Bodźce radiacyjne:
1	poniżej 75	- słabe
2	od 75 do 150	- umiarkowane
3	ponad 150	- silne.

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

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

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

Czwarty znak zapisu	<i>HSI</i> (%)	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. 12). 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 12. 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
ślabe	1C0	1C1	1C2	1T0	1T1	1T2	1H0	1H1	1H2
umiarkowane	2C0	2C1	2C2	2T0	2T1	2T2	2H0	2H1	2H2
silne	3C0	3C1	3C2	3T0	3T1	3T2	3H0	3H1	3H2

### Klasy pogody

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

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

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

Ważnym elementem meteorologicznym, bardzo silnie oddziałującym na możliwość i przebieg klimatoterapii i rekreacji w terenie otwartym, są opady atmosferyczne. Do oceny

tego elementu pogody zastosowano dobową sumę opadu (*RR*). Przyjęto, że opad o sumie dobowej wynoszącej co najmniej 1 mm ma istotne znaczenie dla efektywności klimatoterapii i rekreacji w terenie otwartym:

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

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

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

Tak więc, w każdym z podtypów pogody można wyróżnić osiem jej klas, związanych z występowaniem wymienionych wyżej cech warunków meteorologicznych (tab. 13).

Tabela. 13. 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

Ponieważ dla stacji w Kole nie dysponowano danymi dotyczącymi grubości pokrywy śnieżnej siódmy znak zapisu zastąpiono symbolem x. Pełny cyfrowy zapis warunków pogodowych składa się z siedmiu znaków, a pełne rozwinięcie charakterystyki pogody wymaga „rozszyfrowania” znaczenia poszczególnych znaków zapisu. Na przykład:

- zapis -2\_2C0\_01x oznacza pogodę zimną, z umiarkowanymi bodźcami radiacyjnymi i termofizjologicznym stresem zimna i brakiem uczucia parności, a także z małymi dobowymi kontrastami termicznymi, wystąpieniem opadu oraz braku informacji o pokrywie śnieżnej,
- zapis 2\_3H1\_10x oznacza pogodę gorącą, z silnymi bodźcami radiacyjnymi i termofizjologicznym stresem gorąca oraz umiarkowanym uczuciem parności, a także z dużymi dobowymi kontrastami termicznymi, bez opadu i przy braku informacji o pokrywie śnieżnej.



#### 4.1. Ocena pogody z punktu widzenia klimatoterapii

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

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

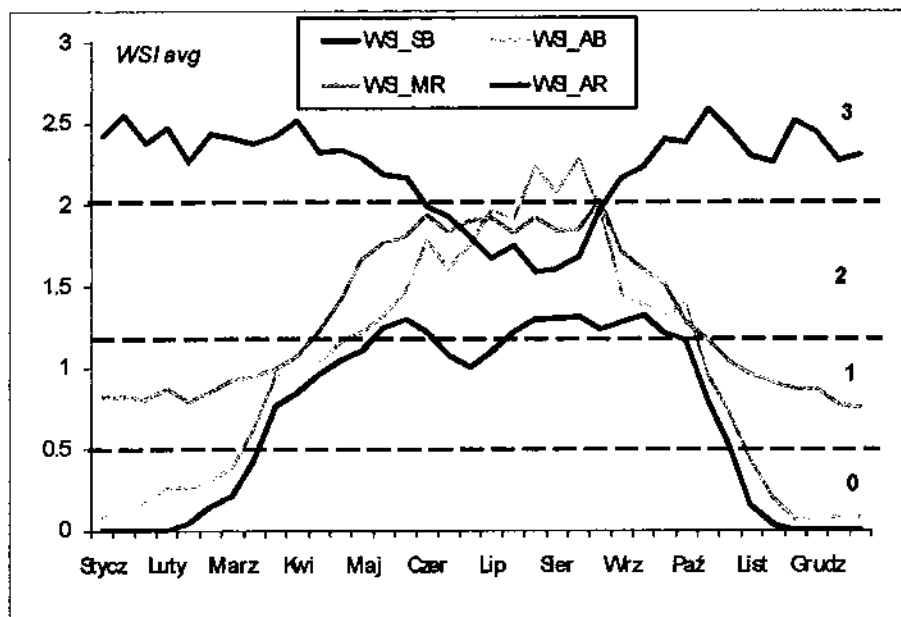
Zastosowano trzystopniowy wskaźnik oceny pogody (*WSI*): pogoda przydatna bez ograniczeń (*WSI* = 3), pogoda przydatna z ograniczeniami (*WSI* = 1), pogoda nieprzydatna (*WSI* = 0).

Kolejnym etapem oceny było określenie średnich wartości wskaźników oceny (*WSI<sub>avg</sub>*) dla poszczególnych dekad kolejnych miesięcy i uśrednienie tych wartości dla całego badanego okresu. Na podstawie średnich wartości wskaźników oceny przyjęto następującą klasyfikację przydatności poszczególnych okresów dekadowych:

<i>WSI<sub>avg</sub></i>	Przydatność pogody w badanym okresie do poszczególnych form aktywności człowieka (SB, AB, MR, AR):
poniżej 0,5	- pogoda niekorzystna,
od 0,5 do mniej niż 1,2	- pogoda umiarkowanie korzystna,
od 1,2 do mniej niż 2,0	- pogoda korzystna,
od 2,0	- pogoda bardzo korzystna.

Jako przydatne dla wybranych form klimatoterapii można traktować te dekady, w których wartość *WSI<sub>avg</sub>* przekracza wartość 1,2. Na rycinie 8 zestawiono informacje o przydatności pogody, podczas kolejnych dekad, do helioterapii, aeroterapii i kinezyterapii.

Z zabiegów helioterapeutycznych, w odzieży dostosowanej do aktualnej temperatury powietrza, można w Uniejowie korzystać od połowy maja do pierwszej dekady października. Nieco dłużej, bo od trzeciej dekady kwietnia do połowy października można skutecznie korzystać z aeroterapii, czyli kąpieli powietrznych w miejscach zacienionych w stroju dostosowanym do panującej temperatury powietrza. Łagodne formy kinezyterapii, czyli leczenia ruchem w terenie otwartym, mogą być bez większych ograniczeń praktykowane od początku kwietnia do końca października. Z intensywnych form terapii ruchowej można w Uniejowie korzystać przez cały roku. Latem występują jednak ograniczenia dla intensywnej kinezyterapii z uwagi na pojawiające się wtedy obciążające warunki termiczno-wilgotnościowe.



Rycina 8. Ocena przydatności pogody dla różnych form klimatoterapii (*WSIavg*) w Uniejowie (Kolo, 1978-2007)

0 – warunki niekorzystne, 1 – warunki umiarkowanie korzystne, 2 – warunki korzystne, 3 – warunki bardzo korzystne

Z różnorodnych form leczenia klimatycznego można w Uniejowie korzystać przez cały rok. **Warunki pogodowe najdogodniejsze dla klimatoterapii występują od początku maja do połowy października**, kiedy to, zależnie od aktualnych warunków solarnych, termicznych, wietrznych i opadowych można stosować jedną lub kilka form leczenia klimatycznego. Należy pamiętać, że w miesiącach letnich dość często pojawiają się sytuacje pogodowe znacznie ograniczające większość form klimatycznej klimatoterapii, a zwłaszcza intensywnej terapii ruchowej.

## 5. Ocena warunków bioklimatycznych w skali lokalnej

Dla miejscowości kuracyjnych i wypoczynkowych duże znaczenie ma znajomość odrębnych cech klimatu lokalnego występujących na tym obszarze, które kształtują się z jednej strony w powiązaniu z ogólnymi warunkami klimatycznymi regionu, z drugiej zaś pod wpływem charakteru podłoża i zagospodarowania przestrzennego terenu. Warunki klimatyczne Uniejowa są w niewielkim stopniu zróżnicowane. Przyczyną tego są zarówno nieduże deniwelacje terenu, jak i mała powierzchnia badanego obszaru. Czynnikiem decydującym o zaobserwowanym zróżnicowaniu warunków topoklimatycznych jest pokrycie terenu. Znaczną część stanowią pola uprawne, łąki i nieużytki na terasie zalewowej Warty. Znaczącą rolę w modelowaniu lokalnego klimatu odgrywa zabytkowy park zamkowy położony po lewej stronie Warty, na terenie terasy zalewowej, z bardzo starym drzewostanem. Przecinająca teren Uniejowa rzeka Warta zdecydowanie dominuje w krajobrazie, ponadto wpływa nie tylko na warunki wodne ale i klimatyczne w skali lokalnej. Dolina rzeki na badanym terenie ma zmienną szerokość i wraz ze swą skarpią na prawym brzegu, sięgającą kilku metrów, ma wpływ na klimat lokalny.

Dotychczas na terenie Uniejowa nie były prowadzone badania terenowe klimatu. W celu zobrazowania zróżnicowania topoklimatycznego, w okresie od 23 września do 19 listopada 2008 roku przeprowadzono serię pomiarów mikroklimatycznych w punktach reprezentujących różne warunki środowiska geograficznego w planowanej strefie A ochrony uzdrowskiej, oraz główne formy zagospodarowania terenu:

- I – stanowisko znajdowało się na terenie zabytkowego parku zamkowego położonego na terasie zalewowej Warty, składającego się ze starodrzewu o mieszanym składzie gatunków (stanowisko „*park*”),
- II – stanowisko położone w dnie doliny u podnóża skarpy, w odległości 5 m od koryta rzeki, na terenie przydomowego ogródka (stanowisko „*rzeka*”), (z uwagi na uszkodzenie rejestratora pomiar na tym stanowisku trwał tylko do 29 września),
- III – teren otwarty porośnięty trawą (stanowisko „*łąka*”), na nadzalewowej terasie Warty.

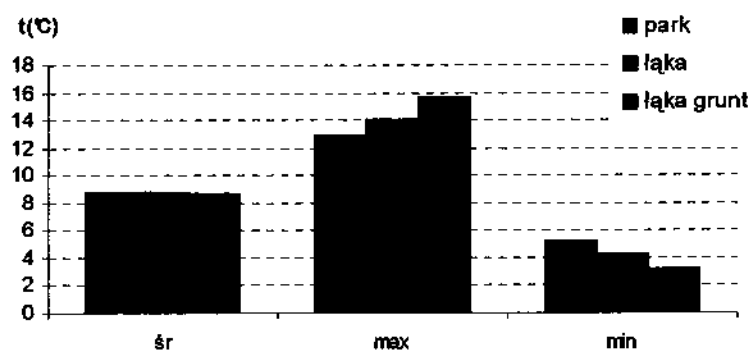
Rozmieszczenie punktów pomiarowych przedstawiono na rycinie 9.

Pomiary obejmowały: temperaturę powietrza na wysokości 1,5 m nad gruntem (na wszystkich stanowiskach), temperaturę powietrza na wysokości 0,10 m nad gruntem (*łąka*) oraz wilgotność powietrza (na stanowisku *rzeka*) oraz temperaturę odczuwalną (na stanowiskach: *park* i *łąka*). Pomiary prowadzono za pomocą minirejestratorów HOBO Pro firmy Onset Computers.



Rycina 9. Lokalizacja punktów pomiarów mikroklimatycznych (II), natężenia pól elektromagnetycznych oraz natężenia hałasu (4) w Uniejowie.

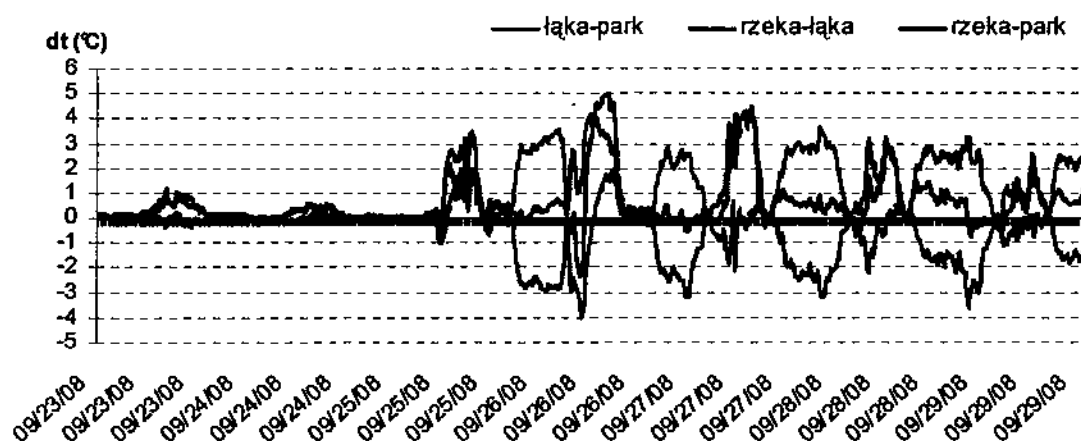
Średnia dobowa temperatura powietrza w okresie pomiarów (od 23 września do 18 listopada) wahała się od  $-0,4^{\circ}\text{C}$  do  $12,8^{\circ}\text{C}$  na stanowisku *park* i od  $-0,7$  do  $12,5$  na stanowisku *łąka*, przy czym na obu stanowiskach średnia jej wartość była taka sama ( $8,8^{\circ}\text{C}$ ) (ryc. 10).



Rycina 10. Średnia maksymalna, minimalna i dobowa temperatura powietrza ( $t$ ) na poziomie 1,5 m i 0,1 m

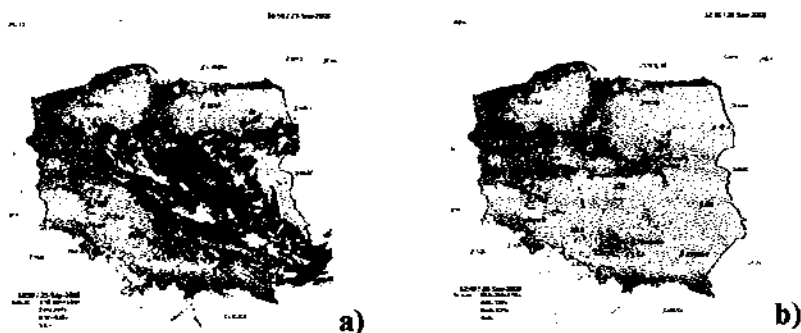
Jej przebieg w całym okresie pomiarów nie wykazywał znaczących różnic pomiędzy stanowiskami, co świadczy o w miarę jednorodnych warunkach termicznych na terenie

przysłego uzdrowiska. Obliczone różnice pomiędzy wartościami temperatury powietrza na stanowiskach *park* i *łąka* tylko w 7% przekraczają 2°C, natomiast w 80% są niższe niż 1°C. Znacznie częściej obserwowano wyższą temperaturę powietrza na stanowisku *łąka*, dotyczy to nieco ponad 60% przypadków. Podobne wyniki uzyskano rozpatrując krótszy okres od 23 do 29 września. Nieco inne zależności uzyskano porównując przebieg temperatury na stanowisku *rzeka* i *park*. Różnice pomiędzy tymi stanowiskami przekraczające 2°C zanotowano w 10% przypadków, a wyższe niż 1°C w 18%. Temperatura powietrza notowana na stanowisku *rzeka* była również częściej wyższa aniżeli na stanowisku *łąka*. Dotyczy to 61% czasu pomiaru.



Rycina 11. Przebieg różnic temperatury powietrza (dt) na wys. 1,5 m n.p.m. pomiędzy stanowiskami w okresie od 23 do 29 września 2008 r.

Analizując różnice temperatury powietrza na tych trzech stanowiskach (ryc. 11), wyraźnie zaznaczają się dwa okresy: pierwszy od 23 do 25 września i drugi od 26 do 29 września. W pierwszym okresie różnice temperatury powietrza na wszystkich stanowiskach nie przekraczają 1°C, dotyczy to zarówno pory dziennej jak i nocnej. Sytuacja taka miała miejsce wówczas, gdy nad Polską zalegał układ niżowy oraz związane z nim warstwy chmur, ograniczające dopływ promieniowania słonecznego. Gruba warstwa chmur ograniczała bezpośrednią insolację słoneczną nie dopuszczając do nagrzewania podłoża w ciągu dnia oraz utrudniała wypromieniowanie ciepła w nocy. W porze nocnej obserwowane różnice były rzędu 0,1°C (ryc. 12a).



Źródło: IMGW

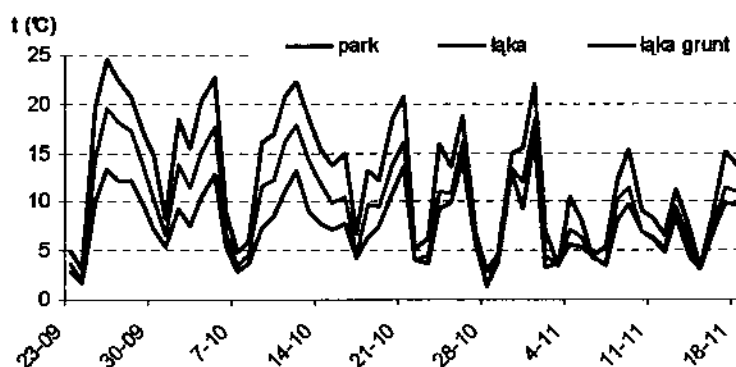
Rycina 12. Sytuacja atmosferyczna nad Polską: a) 23.IX.2008 r, b) 26.IX.2008 r.

Zróżnicowanie termiczne stanowisk pomiarowych jest bardziej widoczne w przypadku pogody bezchmurnej (ryc. 12b) lub z niewielkim zachmurzeniem (okres od 26 do 29 września). Dochodzi wówczas do silnego nagrzewania się powierzchni w ciągu dnia i silnego jej wychłodzenia w nocy. Duże znaczenie ma rodzaj powierzchni. Łąka nagrzewa się znacznie bardziej w ciągu dnia niż park (różnica wynosi nawet 4°C), natomiast w nocy wychładza się mocniej i temperatura tam notowana jest z reguły niższa nawet o 2°C. Skutkiem tego są większe amplitudy dobowe temperatury powietrza na stanowisku *łąka* niż w *parku*. Podobne zależności wynikają z porównania temperatury powietrza rejestrowanej na stanowisku *rzeka* i *łąka*.

Uśrednione dobowe wartości temperatury są mało zróżnicowane. Wyraźne różnice lokalne są jednak obserwowane w przypadku temperatur skrajnych. W ciągu dnia przygruntowa warstwa powietrza najsilniej nagrzewała się na stanowiskach *rzeka* i *łąka*. W pierwszym przypadku jest to spowodowane położeniem w dnie doliny, w otoczeniu wysokich drzew, a więc w warunkach ograniczonej wentylacji, co decydowało o wytworzeniu się tam w ciągu dnia i stagnacji tzw. „soczewki ciepłego powietrza” (dotyczy to szczególnie dni z niewielkim zachmurzeniem), a w drugim – rodzajem podłoża i specyfiką odkrytego terenu. Zarówno na łące jak i nad rzeką w dnie doliny temperatura maksymalna była wyższa niż w parku o 2 – 2,5 °C. Złagodzenie warunków termicznych w parku było spowodowane obecnością drzew, ograniczających dopływ promieniowania słonecznego i nagrzewanie się podłoża oraz powietrza.

W godzinach nocnych najsilniej wychładzało się powietrze na otwartym terenie (stanowisko *łąka*). W parku i na stanowisku *rzeka* temperatura minimalna była wyższa o 2°C aniżeli na stanowisku *łąka*. W pierwszym przypadku obecność koron drzew zabezpieczała przed dużym wypromieniowaniem ciepła w ciągu nocy, w drugim zaś ciepło zakumulowane w wodzie w ciągu dnia było oddawane w nocy.

Można zatem stwierdzić, że nieco łagodniejszymi warunkami termicznymi cechuje się obszar Parku Zamkowego i dolina rzeki Warty, natomiast warunki bardziej kontrastowe występują na terenach łąk i nieużytków.

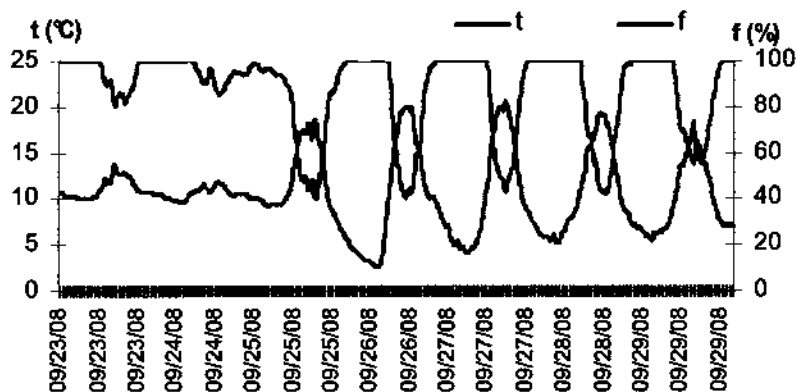


Rycina 13. Amplituda dobowa temperatury powietrza na poziomie 1,5 m oraz 0,10 m nad gruntem w różnych miejscach Uniejowa.

Średnia wartość amplitudy dobowej temperatury powietrza na stanowisku łąka w badanym okresie wyniosła  $9,7^{\circ}\text{C}$  natomiast w parku była o  $2^{\circ}\text{C}$  niższa. Najwyższa wartość amplitudy dobowej temperatury powietrza została zanotowana 26 września i wyniosła  $19,5^{\circ}\text{C}$  na stanowisku łąka, natomiast w parku była o  $3^{\circ}\text{C}$  niższa (ryc. 13).

Taki rozkład temperatury jest bardzo istotny z punktu widzenia przyszłego leczenia uzdrowiskowego, gdyż właśnie w porze południowej największa liczba kuracjuszy przebywa na świeżym powietrzu, a mając do dyspozycji zieleń parkową posiada naturalną ochronę przed termicznym obciążeniem organizmu. Należy jeszcze raz podkreślić ochronną rolę parków, w których dochodzi do znacznie mniejszego nagrzania przygruntowej warstwy powietrza w ciągu dnia, ale też do słabszego wychłodzenia w nocy – jest tu relatywnie ciepło w nocy. Obecność drzew wyraźnie łagodzi warunki termiczne, ograniczając dopływ promieniowania słonecznego i nagrzewanie się podłoża oraz powietrza w ciągu dnia, ale także zabezpieczając przed dużym wypromieniowaniem ciepła w nocy.

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, przemiany zanieczyszczeń w przygruntowej warstwie powietrza) jest wilgotność powietrza. Jej wielkość obserwowano w punkcie pomiarowym *rzeka* znajdującym się w dolinie Warty, w okresie od 23 do 29 września (ryc. 14).

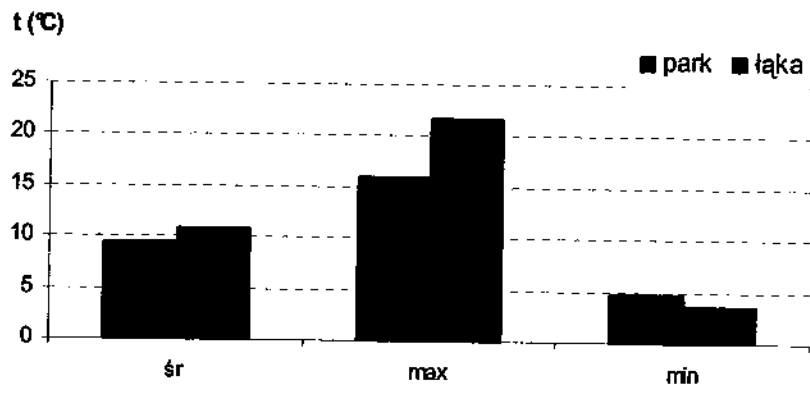


Rycina 14. Przebieg dobowy wilgotności powietrza ( $f$ ) i temperatury powietrza ( $t$ ) w okresie obserwacji od 23 do 29 września 2008 r. na stanowisku *rzeka* w Uniejowie.

W okresie badań średnia dobowa wilgotność względna powietrza ( $f$ ) na stanowisku *rzeka* wahała się od 79 do 96%. Najmniejsze jej wartości obserwowano w dni pogodne w godzinach od 14 do 16 i wynosiła ona około 40-45%. W godzinach późniejszych następował stopniowy wzrost jej wartości aż do osiągnięcia stanu nasycenia. 100% wilgotność powietrza w tym miejscu utrzymywała się z reguły od godziny 20 – 22 do 9 – 10 dnia następnego. Było to związane jak już wcześniej wspomniano z oddawaniem ciepła przez rzekę poprzez parowanie.

Na człowieka działa cały zespół bodźców atmosferycznych: promieniowanie słoneczne, temperatura i wilgotność powietrza oraz wiatr. Do oceny oddziaływania tych bodźców w różnych typach terenu w Uniejowie wykorzystano pomiary tzw. miernika odczuć cieplnych (Błażejczyk 2004). Dostarcza on informacji o poziomie temperatury odczuwalnej przez człowieka ( $t_c$ ). Pomiary przeprowadzono w typach terenu o skrajnych, w skali lokalnej, warunkach termicznych, insolacyjnych i wietrznych, a mianowicie na terenie niezabudowanym i całkowicie odsłoniętym (*łąka*) oraz w Parku Zamkowym (*park*). Wartości  $t_c$  są słabo zróżnicowane podczas pogody pochmurnej i w sytuacjach z ograniczonym dopływem promieniowania słonecznego oraz w godzinach nocnych (ryc. 15). Przy czym w pierwszym przypadku wyższe wartości  $t_c$  notowane były na stanowisku *łąka*, w drugim zaś - w *parku*. W ciągu dnia słonecznego temperatura odczuwalna na stanowisku *łąka* była nawet o blisko 12°C wyższa niż w Parku Zamkowym. Tak duże różnice są spowodowane odmiernością warunków meteorologicznych w parku w porównaniu z terenami odsłoniętymi: obniżoną temperaturą maksymalną powietrza (o 2°C), osłabionym dopływem promieniowania słonecznego (o 70-90%) oraz zmniejszoną prędkością wiatru (o 80-90%) (Kozłowska-Szczęśna i inni 1997). Przyczynia się to do tego, że latem, podczas słonecznych dni środowisko parku łagodzi warunki klimatu odczuwalnego.





Rycina. 15. Temperatura odczuwana ( $t_c$ ) w różnych miejscach Uniejowa.

## 6. Stan sanitarny powietrza

Ważnym czynnikiem wpływającym na proces leczenia klimatycznego jest stan sanitarny powietrza. Stężenia niektórych zanieczyszczeń w istotny sposób wpływają na zdrowie i samopoczucie człowieka. Badania Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska wskazują, że **pyły** zawieszane w powietrzu obniżają wydolność i odporność układu oddechowego na choroby takie jak astma, bronchit czy inne infekcje. Dodatkowym niebezpieczeństwem są **metale ciężkie** czy substancje rakotwórcze zawarte w pyłach. Czynnikiem silnie drażniącym jest **dwutlenek siarki**, który wywołuje kaszel i osłabia funkcje płuc. Długotrwałe wystawienie organizmu na działanie dwutlenku siarki powoduje między innymi istotne osłabienie układu odpornościowego człowieka. Zwiększona zawartość **dwutlenku azotu** wpływa niekorzystnie na astmatyków uczulonych na kurz i pyłki. Ponadto zwiększa podatność ludzi zdrowych na infekcje wirusowe. Wysokie stężenia tego gazu powodują obrzęki, zapalenia oskrzeli oraz płuc. Obniżenie zdolności przenoszenia tlenu przez krew w wyniku dużego stężenia **tlenku węgla** w powietrzu osłabia koncentrację, powoduje senność, omdlenia a nawet śmierć. Razem z innymi zanieczyszczeniami atakuje układ oddechowy i krążenia, co zwiększa śmiertelność. **Benzen** ma silne właściwości rakotwórcze, wpływa także na centralny układ nerwowy powodując depresję, pobudzenie, a także niewydolność układu oddechowego a nawet zgon. Stężenia **ozonu** w przyziemnej warstwie atmosfery działają toksycznie na organizm. Przy dużych dawkach podrażnione zostają oczy i system oddechowy powodując kaszel, duszenie, a także osłabienie funkcji płuc. Długotrwały kontakt z tym gazem przyspiesza starzenie organizmu, osłabia system odpornościowy.

Poziom zanieczyszczenia powietrza na terenie Uniejowa, z uwagi na brak punktów pomiarowych, został opracowany na podstawie metod modelowania matematycznego oraz innych obiektywnych metod szacowania czy analogii do innych obszarów przy wykorzystaniu informacji o emisji zanieczyszczenia powietrza i ich rozprzestrzenianiu się w atmosferze. Materiały te służą do oceny jakości powietrza w obrębie istniejących jednostek administracyjnych województwa łódzkiego. Jednakże Uniejów ma być miejscowością o statusie uzdrowiska, w której obowiązywać będą zaostrzone dopuszczalne poziomy niektórych substancji w powietrzu i z tego powodu wymagane będzie prowadzenie na tym terenie przynajmniej pomiarów wskaźnikowych.

Stan sanitarny powietrza zależy od wielkości emisji zanieczyszczeń gazowych i pyłowych wprowadzanych do atmosfery oraz gęstości rozmieszczenia jej źródeł. Na terenie Uniejowa nie ma większych zakładów przemysłowych, a potencjalnym źródłem

zanieczyszczenia są indywidualne systemy grzewcze wykorzystujące węgiel jako paliwo oraz przechodząca przez teren planowanego uzdrowiska droga o intensywnym ruchu pojazdów. Jednakże ponieważ w atmosferze nie ma granic dlatego zanieczyszczenia emitowane w miejscach odległych mogą, przy sprzyjających warunkach meteorologicznych, zwiększać stężenie gazów występujące nad Uniejowem. Przykładem tego zjawiska jest wpływ emitorów z Konina na województwo łódzkie opisany, na podstawie danych WIOŚ, w Programie Ochrony Środowiska dla Miasta i Gminy Poddębice. Realność tego zagrożenia dla czystości powietrza nad planowanym uzdrowiskiem należałoby potwierdzić badaniami monitoringu powietrza w Uniejowie.

Zgodnie z ustawą Prawo Ochrony Środowiska do 31 maja każdego roku, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska dokonuje oceny poziomu substancji w powietrzu w danej strefie. Na terenie województwa łódzkiego znajduje się 24 stref. W 2007 roku utworzono nowy układ stref zmniejszając ich liczbę do 7. Strefę stanowi:

- aglomeracja o liczbie mieszkańców powyżej 250 tys.
- obszar jednego lub więcej powiatów nie wchodzących w skład powyższej aglomeracji.

Tabela 14. Klasy stref w zależności od poziomów stężeń zanieczyszczenia.

Poziom stężenie	Klasa strefy
Nie przekraczający wartości dopuszczalnej	A
Powyżej wartości dopuszczalnej lecz nie przekraczający tej wartości powiększonej o margines tolerancji	B
Powyżej wartości dopuszczalnej powiększonej o margines tolerancji	C

Uniejów znajduje się w strefie powiatu poddębickiego (obecnie, od 2007 roku strefa łączycycko-zgierska). Klasyfikacja stref wykonywana jest na podstawie kryteriów przedstawionych w tabeli 14 bez uwzględnienia surowszych kryteriów dotyczących obszarów ochrony uzdrowiskowej. W porównaniu z wartościami normatywnymi dla danego zanieczyszczenia określonymi dla terenu kraju, w uzdrowiskach obowiązują niższe poziomy dopuszczalne, bez możliwości ich przekroczeń, bez marginesów tolerancji (z wyłączeniem ozonu i pyłu zawieszonego).

Zaliczenie strefy do określonej klasy zależy od stężeń zanieczyszczeń występujących na jej obszarze. Nakłada to równocześnie obowiązek podjęcia określonych działań w celu

poprawy jakości powietrza (w przypadku jeśli nie są dotrzymane dopuszczalne poziomy) lub utrzymania tej jakości ( jeśli spełnia ona przyjęte normy).

Tabela 15. Klasyfikacja strefy powiatu poddębickiego (2007 rok strefa łęczycko-zgierska) dla poszczególnych zanieczyszczeń.

	Dwutlenek siarki	Dwutlenek azotu	Pył	Ołów	Benzen	Tlenek węgla	Ozon
2003	A	A	A	A	A	A	A
2004	A	A	A	A	A	A	A
2005	A	A	A	A	A	A	C
2006	A	A	A	A	A	A	C
2007	A	A	C <sup>1</sup>	A	A	A	C

<sup>1</sup> przekroczenia normy dobowej w centrum miasta Kutno

Jak wynika z tabeli 15 stan sanitarny powietrza powiatu poddębickiego jest dobry. Z uwagi na brak stacji mierzących rzeczywisty stan stężenia zanieczyszczeń w powietrzu w powiecie poddębickim dane w tabeli 7 opierają się na obiektywnych szacunkach oraz modelowaniu matematycznym wykorzystującym informacje o źródłach emisji i dane meteorologiczne.

W roku 2007 rozszerzono omawianą strefę klasyfikacji zanieczyszczeń. Obecnie w strefie łęczycko-zgierskiej znajduje się także Kutno, w którym w 2007 roku wystąpiło przekroczenie norm dobowych stężeń pyłu. W latach 2005-2007 ze względu na znaczne przekroczenia poziomu dopuszczalnego dla ozonu we wszystkich stacjach pomiarowych zarówno miejskich jak i pozamiejskich cały obszar województwa łódzkiego zaklasyfikowano do klasy C wskazującej na potrzebę opracowania programu ochrony powietrza. Ponieważ zanieczyszczenia powietrza mogą docierać wszędzie bez względu na granice administracyjne należy w planowanym uzdrowisku Uniejów na bieżąco monitorować rzeczywisty stan sanitarny powietrza.

Podsumowując należy stwierdzić, że wartości szacunkowe sugerują dobrą jakość powietrza dla planowanego obszaru uzdrowiskowego w Uniejowie. Jednakże do potwierdzenia takiego stanu potrzeba wyników uzyskanych z pomiarów w samym uzdrowisku. Ze względu na okresowe zwiększone emisje do atmosfery pyłów i gazów, jak również innych substancji należy bezwzględnie prowadzić pomiary jakości powietrza.

## 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.

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

W opracowaniu skoncentrowano się głównie na pomiarach w planowanej strefie A i B ze szczególnym uwzględnieniem warunków klimatu akustycznego panującego w bliskim sąsiedztwie drogi krajowej nr 72, która dzieli planowaną strefę A ochrony uzdrowiskowej na dwie części.

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  $L_{Aeq}$ . Dla poszczególnych poziomów  $L_{Aeq}$  określono  $L_{Amax}$  oraz  $L_{Amin}$ . Do badań wykorzystano metodę bezpośrednich ciągłych pomiarów w ograniczonym czasie.

Pomiary przeprowadzono w dniu 22 i 23 września oraz 19 listopada 2008 r. w ośmiu charakterystycznych miejscach planowanej strefy A i B ochrony uzdrowiskowej w Uniejowie. Oprócz pomiarów dziennych przeprowadzono cztery serie pomiarów nocnych.

Stanowisko pomiarowe nr 1 usytuowano przy drodze żwirowej prowadzącej z Uniejowa do Spycimierza, na granicy planowanej strefy A i B ochrony uzdrowiskowej, w odległości 500 m od drogi krajowej nr 72, która dzieli strefę uzdrowiska na dwie części. W otoczeniu punktu pomiarowego znajdowały się pola uprawne i łąki. Głównym źródłem hałasu są samochody przejeżdżające drogą z Uniejowa do Konina.

Stanowisko pomiarowe nr 2 znajdowało się 5 m od krawędzi jezdni drogi krajowej nr 72, przy skrzyżowaniu z drogą żwirową biegnącą wzdłuż granicy planowanej strefy A i B w kierunku Spycimierza. Z uwagi na to, iż jest to dosyć obciążony ruchem szlak komunikacyjny prowadzący z Łodzi przez Turek do Konina, przejeżdżają tędy zarówno

pojazdy osobowe jak i ciężarowe. W okresie pomiarów przejeżdżało średnio w ciągu godziny około 250-300 pojazdów, przy czym pojazdy ciężarowe stanowiły od 15 do 25 %.

Stanowisko pomiarowe nr 3 usytuowano tuż za mostem przy skrzyżowaniu drogi nr 72 oraz drogi prowadzącej do Zamku. W odróżnieniu od punktu pomiarowego nr 2 czynnikiem generującym dodatkowy hałas są pojazdy, które wjeżdżają i wyjeżdżają z terenu przyszłego uzdrowiska. Większy udział w tworzeniu hałasu mają pojazdy wyjeżdżające, ponieważ ruch odbywa się pod górę. Średnio w okresie pomiarów w ciągu godziny przejeżdżało około 250 pojazdów. Blisko 20% stanowiły samochody ciężarowe i autobusy. Tak znaczne natężenie ruchu samochodów ciężarowych oddziałuje akustycznie nie tylko na tereny bezpośrednio przylegające, ale również część planowanej strefy A ochrony uzdrowskiej. W punkcie tym prowadzono również pomiary w najmniej korzystnej porze nocnej. Obserwowano wówczas mniejsze natężenie ruchu pojazdów, ale większy odsetek stanowiły samochody ciężarowe (około 40%).

Stanowisko pomiarowe nr 4 znajdowało się w centralnej części parku zamkowego przy krawędzi alejki parkowej. Klimat akustyczny tego miejsca w małym stopniu uzależniony jest od hałasu komunikacyjnego, a zależy głównie od natężenia ruchu spacerowiczów na terenie parku, jak również od warunków naturalnych.

Stanowisko pomiarowe nr 5 charakteryzowało również klimat akustyczny parku ale w jego części brzeżnej. Punkt pomiarowy znajdował się w odległości 20 m od bramy wjazdowej na teren parku, przy krawędzi alejki prowadzącej do zamku. Wybór tego stanowiska pomiarowego był podyktowany tym, że odbywa się tędy ruch zarówno do zamku jak i do dalszej części parku. Ponadto jest on w bliskim sąsiedztwie basenów termalnych.

Stanowisko pomiarowe nr 6 usytuowano na parkingu znajdującym się przy basenie i parku zamkowym. Głównym źródłem hałasu w tym miejscu są pojazdy wjeżdżające na parking oraz odgłosy związane z funkcjonowaniem obiektów rekreacyjnych.

Stanowisko pomiarowe nr 7 znajdowało się na krawędzi parku od strony południowo-zachodniej, przy drodze prowadzącej wzdłuż wału przeciwpowodziowego. W punkcie tym obserwowano niewielki wpływ hałasu komunikacyjnego generowanego na drodze krajowej nr 72 na klimat akustyczny tego miejsca.

Stanowisko pomiarowe nr 8 charakteryzowało klimat akustyczny miejsc w bezpośrednim sąsiedztwie drogi nr 72. Punkt pomiarowy znajdował się na wale przeciwpowodziowym w odległości około 40 m od południowej krawędzi drogi. Pomiary w tym miejscu wykonywano w porze nocnej.

Pomiary nocne były również wykonywane na stanowiskach nr 3, 5, 6.

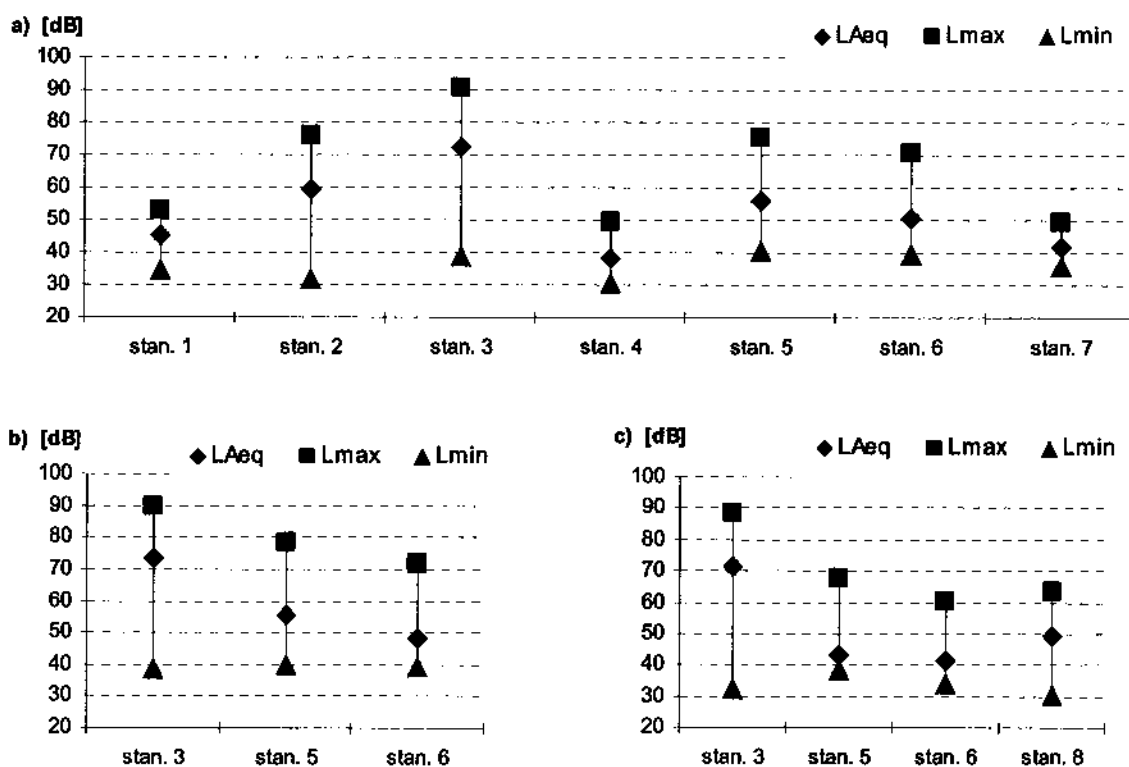
Wartości dopuszczalnych poziomów hałasu są zależne od funkcji urbanistycznej, jaką spełnia dany teren. Dla terenów wymagających intensywnej ochrony przed hałasem określone są najniższe poziomy dopuszczalne (tab. 16).

Tabela 16. Dopuszczalne poziomy hałasu wyrażone równoważnym poziomem dźwięku A w dB

L.p.	Przeznaczenie terenu	Dopuszczalny poziom hałasu w dB wyrażony równoważnym poziomem dźwięku (A)			
		Drogi lub linie kolejowe		Pozostałe źródła hałasu	
		Dzień 16 godzin	Noc 8 godzin	Dzień <sup>1</sup>	Noc <sup>2</sup>
1.	Obszar ochrony uzdrowiskowej A, szpitale poza miastem	50	45	45	40

<sup>1</sup> przedział czasu obejmujący 8 najbardziej niekorzystnych godzin dnia

<sup>2</sup> przedział czasu obejmujący 1 najmniej korzystną godzinę nocy



Rycina 16. Wartości równoważnego poziomu dźwięku w różnych miejscach projektowanego uzdrowiska Uniejów a) w porze dziennej 22 i 23 września, b) w porze dziennej 19 listopada c) w ciągu nocy

Na rycinie 16 przedstawiono wartości równoważnego poziomu dźwięku A w różnych miejscach projektowanego uzdrowiska Uniejów, jak również jego wartości maksymalne i minimalne. W wyniku przeprowadzonych badań można stwierdzić, że warunki akustyczne przyszłego uzdrowiska Uniejów są korzystne dla leczenia klimatycznego. W Większości punktów pomiarowych znajdujących się na terenie planowanej strefy A ochrony

uzdrowiskowej nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych norm wartości poziomu hałasu (stanowisko: 1, 4, 7). Odnotowano tylko chwilowe przekroczenia dopuszczalnych jego wartości, które kształtowały się na poziomie 49-53 dB(A). Jedynie na stanowisku 5 znajdującym się w odległości 20 m od bramy wjazdowej na teren parku, przy krawędzi alejki prowadzącej do zamku, średni poziom dźwięku wyniósł 56 dB(A). Na pozostałych stanowiskach pomiarowych, znajdujących się na obszarze planowanej strefy ochrony uzdrowiskowej, wartość równoważnego poziomu dźwięku A wahała się od 38 dB(A) w środku parku (stan. 4), 42 dB(A) na stanowisku 7 do 45 dB(A) w południowej części planowanej strefy uzdrowiskowej (stan. 1), gdzie przewidywany jest nowy kompleks sanatoryjno-wypoczynkowy. Nieco wyższe wartości średniego poziomu dźwięku zostały zarejestrowane w pozostałych punktach pomiarowych znajdujących się w planowanej strefie B. Na parkingu znajdującym się w sąsiedztwie zabudowań rekreacyjnych i parkowych równoważny poziom dźwięku osiągnął wartość 51 dB(A) w czasie pierwszej serii pomiarowej oraz 48 dB(A) podczas pomiarów przeprowadzonych 19 listopada. Niższa jego wartość w czasie drugiej serii pomiarów wynika z mniejszego natężenia ruchu turystyczno-wypoczynkowego o tej porze roku. Natomiast wysokie wartości średniego poziomu dźwięku zanotowano na stanowiskach pomiarowych usytuowanych w pobliżu krawędzi drogi krajowej nr 72 (stan. 2 i 3). Średni poziom dźwięku na tym obszarze wynosił od 60 do 75 dB(A). Jego natężenie było na tyle duże, że w istotny sposób oddziaływało na tereny przyległe, na których jednak nie powodowało przekroczenia dopuszczalnych norm. Z uwagi na odległość pomiędzy tą drogą a strefą A jest on odbierany w postaci jednostajnego, odległego szumu. 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 parkowa, która występuje na analizowanym terenie dodatkowo sprzyja redukcji hałasu.

Przeprowadzone na terenie strefy A ochrony uzdrowiskowej pomiary w porze nocnej wskazują na niewielkie przekroczenia dopuszczalnych norm w strefie przylegającej do zabudowań rekreacyjnych i basenu. Poziom przekroczenia jest niewielki i zależy głównie od natężenia ruchu związanego z funkcjonowaniem w/w obiektów. Jedynie wzdłuż drogi krajowej nr 72 średni poziom dźwięku przekracza 70 dB(A). Jest to wynikiem między innymi lepszego rozprzestrzeniania się dźwięku w nocy aniżeli w ciągu dnia. Z tego też względu normy dla pory nocnej są bardziej rygorystyczne.

Ciągły wzrost natężenia ruchu pociąga za sobą pogorszenie stanu technicznego dróg, co powoduje wtórną emisję hałasu komunikacyjnego, pochodzącego od drgań elementów pojazdów. Maksymalne zmierzone wartości pochodzą głównie od samochodów, których stan



techniczny nie jest zbyt dobry. Notowane na stanowisku 3 chwilowe wartości hałasu przekraczają nawet 90 dB(A). W porze nocnej jego maksymalne wartości również zbliżały się do 90 dB(A). Z tego też względu konieczne jest wybudowanie wzdłuż tej drogi na odcinku przylegającym do planowanego uzdrowiska ekranów dźwiękochłonnych.

Na analizowanym terenie dominujący jest hałas komunikacyjny. Pozostałe czynniki w postaci hałasu komunalnego, przemysłowego są niezauważalne.

Badania przeprowadzone na terenie planowanego uzdrowiska Uniejów wykazały, że w punktach pomiarowych 1, 5, 6 i 8 tylko przez kilka – kilkanaście procent czasu pomiaru rejestrowane wartości poziomu hałasu przekraczały 50 dB(A) a w punkcie 4 i 7 poziom ten w ogóle nie był przekroczony. Poziom 60 dB(A) w tych punktach nie był stwierdzony, natomiast utrzymywał się przez ponad 50% czasu pomiaru na stanowisku 3 i około 30% na stanowisku 2. **Średni równoważny poziom dźwięku obliczony dla strefy A ochrony uzdrowiskowej nie przekraczał dopuszczalnych w tym zakresie norm.**

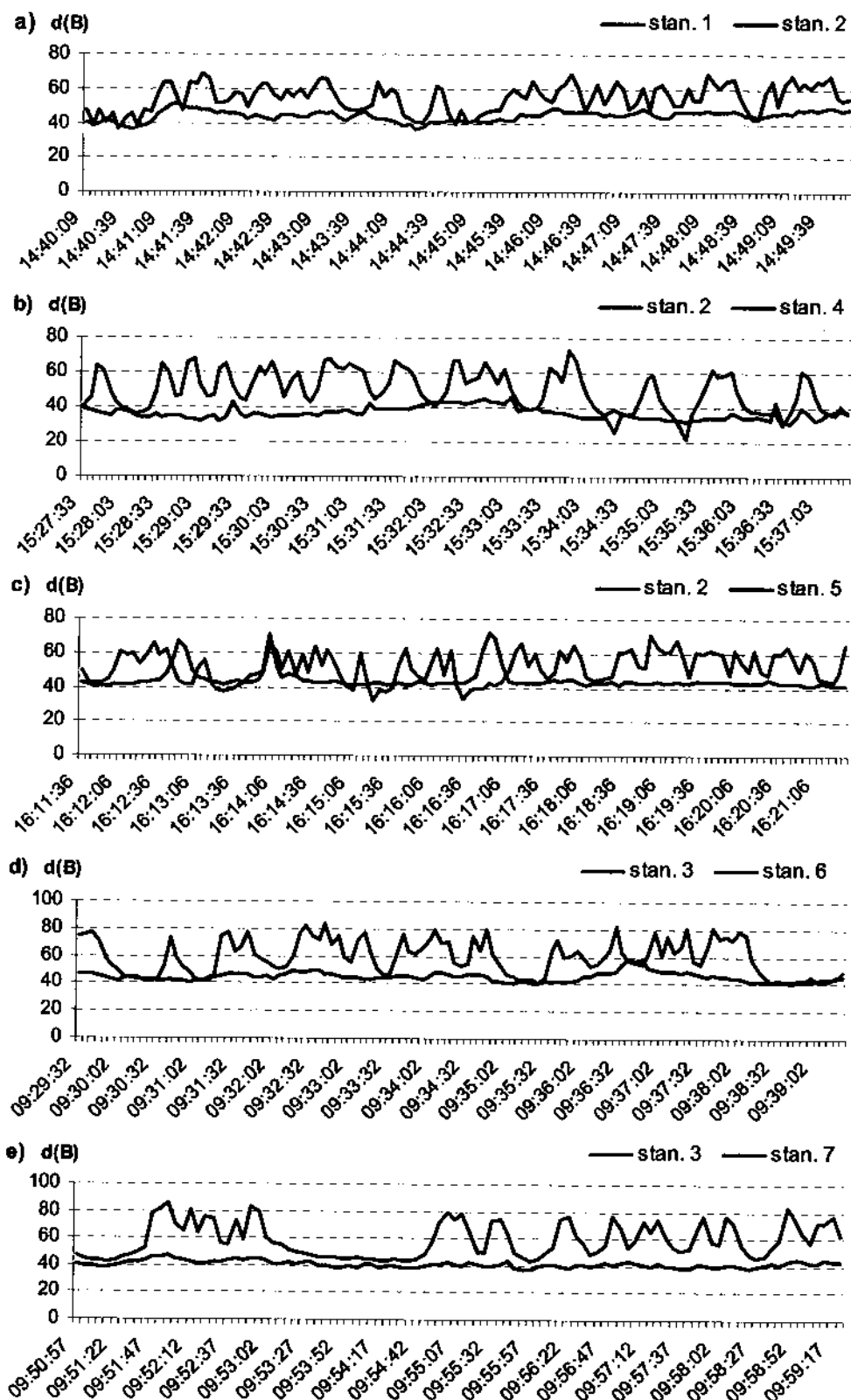
Najwyższe wartości natężenia hałasu - około 80 dB(A) są związane z pojazdami, które przejeżdżały przez badany teren z nadmierną prędkością. Podobny hałas emitowały autobusy i samochody ciężarowe. Pojazdy w dobrym stanie technicznym, których kierowcy dostosowali ich prędkość do obowiązujących na tym terenie przepisów, wytwarzały hałas, mierzony przy krawędzi ulicy, o natężeniu 60-70 dB.

W celu uzyskania informacji w jakim stopniu natężenie ruchu pojazdów na drodze krajowej nr 72 wpływa na klimat akustyczny planowanej strefy uzdrowiskowej porównano przebieg średniego natężenia dźwięku na stanowiskach nr 2 i 3 przy krawędzi drogi z wybranymi stanowiskami na terenie strefy A i B (ryc. 17).

Na rycinie 17a obserwuje się pewną zależność pomiędzy przebiegiem natężenia dźwięku obserwowanego przy krawędzi drogi (stan. 2, 3) a stanowiskiem 1 zlokalizowanym w południowej części strefy uzdrowiskowej. Każdy przejazd samochodu tą drogą jest odnotowany również na stan. 1, jednak przebieg jest znacznie bardziej łagodny. Różnica w średnim natężeniu dźwięku pomiędzy tymi stanowiskami pomiarowymi wynosi średnio około 26 dB(A). Na wykresie zaznaczają się okresy, w których krzywe zbliżają się i osiągają wartość około 40-42dB(A). Jest to czas w którym nie przejeżdżał żaden pojazd mechaniczny.

Podobny wpływ natężenia ruchu pojazdów na drodze nr 72, ale w znacznie mniejszym stopniu, obserwowany był na stanowisku 6 i 7 (ryc. 17d i 17e). Tylko pojazdy emitujące hałas o najwyższych wartościach, przekraczających 70 dB, znajdowały wyraźny zapis na ww. stanowiskach. W przypadku wyników pomiarów na stanowisku 6, istotniejszy wpływ na

klimat akustyczny tego miejsca mają dźwięki emitowane w najbliższym otoczeniu punktu pomiarowego.



Rycina 17. Przebieg natężenia dźwięku w przedziale czasu na wybranych stanowiskach.

Nie obserwowano natomiast wyraźnego wpływu natężenia ruchu na drodze krajowej nr 72 na obszar planowanej strefy A ochrony uzdrowskiej, znajdującej się wewnątrz parku zamkowego (ryc. 17b i 17c).

Zgodnie ze skalą zagrożenia hałasem komunikacyjnym opracowaną przez Państwowy Zakład Higieny, która wykorzystuje również oceny subiektywne, teren projektowanej strefy A ochrony uzdrowskiej cechuje się małą uciążliwością hałasu ( $L_{Aeq} < 52$  dB). Natomiast jeśli chodzi o tereny leżące przy drodze nr 72 należy przeprowadzić działania zmniejszające emisję hałasu i jego rozprzestrzenianie:

- zastosowanie ekranów akustycznych, które będą tłumić hałas,
- ograniczenie prędkości ruchu pojazdów na odcinku przebiegającym przez teren planowanego uzdrowska,
- podjąć działania zmierzające do budowy obwodnicy miasta i uzdrowska,

Należy również zaznaczyć, że doprowadzenie stanu klimatu akustycznego do granic wyznaczonych normami poziomów dopuszczalnych jest możliwe na tych obszarach, które są na etapie planowania. Z tego powodu należy podjąć wszelkie możliwe działania, aby dopuszczalne wartości poziomów hałasu spełniały obowiązujące normy sanitarne.

## 8. Pola elektromagnetyczne

Zaledwie ponad 100 lat temu pojawiły się sztuczne pola elektromagnetyczne, związane z działalnością człowieka. Intensywny rozwój i wprowadzanie do użytku codziennego nowych technologii wykorzystujących prąd elektryczny (telefon, stacje telewizyjne, lodówka, linie przesyłowe energii elektrycznej) powodują, że pola te występują wszędzie tam gdzie pojawia się człowiek. Źródłem promieniowania jest każda instalacja elektryczna czy urządzenie, w którym następuje przepływ prądu, począwszy od urządzeń elektrycznych wykorzystywanych w gospodarstwach domowych, a na stacjach bazowych telefonii komórkowej skończywszy.

Od ponad 20-tu lat prowadzone są intensywne badania wpływu promieniowania niejonizującego na zdrowie człowieka. Międzynarodowa Organizacja Zdrowia (WHO) w swoich raportach ogłasza rezultaty tego typu badań. W zakresie wartości dopuszczalnych natężeń należy stwierdzić, że w naturalnych warunkach na terenie naszego kraju nie należy obawiać się zagrożenia dla ludzi i środowiska ze strony pól elektromagnetycznych wytwarzanych przez układy elektroenergetyczne wysokiego napięcia budowane zgodnie z normami krajowymi (Mosiński, Wira 2002).

Podstawową ochroną prawną przed polami elektromagnetycznymi jest rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 30.10.2003 r. o dopuszczalnych poziomach pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobach sprawdzania dotrzymania tych poziomów (tab. 18).

Tabela 18. Dopuszczalne poziomy pól elektromagnetycznych.

Zakres częstotliwości pola elektromagnetycznego	Składowa elektryczna	Składowa magnetyczna	Gęstość mocy
dla terenów przeznaczonych pod zabudowę mieszkaniową			
50 Hz	1 kV/m	60 A/m	-
dla miejsc dostępnych dla ludności			
od 0,001 do 3 MHz	20 V/m	3 A/m	-
od 3 do 300 MHz	7 V/m	-	-
od 300 MHz do 300GHz	7 V/m	-	0,1 W/m <sup>2</sup>

Badanie poziomu pól elektromagnetycznych na terenie Uniejowa wykonało Laboratorium Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska w Łodzi. Laboratorium to posiada Certyfikat Akredytacji Laboratorium Badawczego AB 590 Polskiego Centrum

Akredytacji w zakresie pomiarów pól elektromagnetycznych dla celów ochrony środowiska oraz bezpieczeństwa i higieny pracy w paśmie do 40 GHz.

Zakres pracy zawierał:

- pomiar składowej elektrycznej promieniowania elektromagnetycznego dla częstotliwości 50 Hz
- pomiar składowej magnetycznej promieniowania elektromagnetycznego dla częstotliwości 50 Hz
- pomiar składowej elektrycznej promieniowania elektromagnetycznego dla wysokiej częstotliwości
- pomiar gęstości mocy promieniowania o wysokiej częstotliwości

Pomiary wykonano w dniu 14.10.2008 roku. Obszar badań obejmował strefę A planowanego uzdrowiska miejscowości Uniejów. Do badań zastosowano miernik oraz sondy zapewniające odpowiednie parametry pomiaru dla wybranych wcześniej częstotliwości. Urządzenia te posiadają odpowiednie świadectwa pozwalające na wykonywanie tego rodzaju badań.

Badania natężenia pola elektromagnetycznego zostały wykonane według odpowiednich procedur badawczych oraz rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów z dnia 30.10.2003. Dodatkowe szczegóły techniczne pomiaru pola znajdują się w załączniku nr 1 do niniejszej ekspertyzy.

Na badanym obszarze nie występują sieci energetyczne wysokiego napięcia powyżej 100 kV. Poza terenem planowanych stref ochrony uzdrowiskowej (na prawym brzegu Warty) znajduje się maszt z antenami sektorowymi i czasowymi (szczegóły w załączniku nr 1). Stwierdzono, że poza komunalnymi źródłami pola elektromagnetycznego mogą występować także źródła PEM związane z działalnością rekreacyjną (np. sprzęt medyczny stosowany do fizykoterapii oraz infrastruktura basenów termalnych) jednakże ich oddziaływanie nie sięga poza budynki do tego celu przeznaczone.

Z badań natężenia promieniowania elektromagnetycznego przeprowadzonych na planowanym obszarze uzdrowiskowym Uniejowa wynika, że nie występują wartości promieniowania elektromagnetycznego większe od dopuszczalnych (załącznik nr 1), a tym samym **spełnione są normy dotyczące poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku** określone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 2003 r. w sprawie dopuszczalnych poziomów pól elektromagnetycznych w środowisku oraz sposobów sprawdzania dotrzymania tych poziomów.

## 9. Podsumowanie

Po przeanalizowaniu wieloletnich danych meteorologicznych, po analizie stanu sanitarnego powietrza oraz po przeprowadzeniu badań zróżnicowania mikroklimatycznego, klimatu akustycznego i pól elektromagnetycznych można stwierdzić, że: klimat i **bioklimat Uniejowa cechuje się właściwościami profilaktycznymi**, które mogą być wykorzystywane w leczeniu klimatycznym chorób narządów ruchu i reumatologicznych, a także chorób układu oddechowego i zaburzeń neurologicznych. Bioklimat Uniejowa ze względu na zróżnicowaną bodźcowość termiczną posiada także walory hartujące układ termoregulacyjny.

**Norma usłonecznienia**, wynosząca dla uzdrowisk środkowej Europy 1500 godzin ze słońcem w roku, jest w Uniejowie zachowana.

Po analizie różnych charakterystyk temperatury i wilgotności powietrza można stwierdzić, że pod względem stosunków termiczno-wilgotnościowych Uniejów spełnia warunki stawiane miejscowościom uzdrowskiom. Mało jest dni o skrajnych warunkach termicznych oraz dni parnych, a znaczne dobowe kontrasty termiczne w okresie letnim są nie tylko cechą o charakterze hartującym układ termoregulacyjny, ale także pozwalają organizmowi na „termiczny odpoczynek” w godzinach nocnych.

Średnia liczba dni z opadem w okolicy Uniejowa jest niższa od dopuszczonej normą, co oznacza, że badany obszar spełnia wymagane w tym zakresie kryterium.

Zarówno w ciągu całego roku, jak i ciepłego półrocza, liczba dni z mgłą jest znacznie mniejsza niż przewiduje norma przyjęta dla uzdrowisk.

Na podstawie przeanalizowanych informacji można stwierdzić, że warunki wiatrowe w Uniejowie są umiarkowanie korzystne dla klimatoterapii. Średnia prędkość wiatru jest dość duża, zaś dni z małą prędkością wiatru są rzadkie. Wiatr o prędkości większej niż  $8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  pojawia się z umiarkowaną częstością.

Biorąc pod uwagę oddziaływanie warunków atmosferycznych na organizm człowieka najdogodniejsze dla klimatoterapii sytuacje pogodowe obserwuje się w Uniejowie od początku maja do połowy 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 latem mogą 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 osób w sile wieku, o sprawnie działającym układzie termoregulacyjnym i krwionośnym.

Analiza ogólnych informacji o stanie czystości powietrza w województwie łódzkim i w powiecie poddębickim pozwoliła na uzyskanie informacji **szacunkowych, które sugerują dobrą jakość powietrza dla planowanego obszaru uzdrowiskowego w Uniejowie. Jednakże do potwierdzenia takiego stanu potrzeba wyników uzyskanych z pomiarów w samym uzdrowisku.** Ze względu na okresowe zwiększone emisje do atmosfery pyłów i gazów, jak również innych substancji należy bezwzględnie prowadzić pomiary jakości powietrza.

W wyniku przeprowadzonych badań można stwierdzić, że **warunki akustyczne przyszłego uzdrowiska Uniejów są korzystne dla leczenia klimatycznego.** W Większości punktów pomiarowych znajdujących się na terenie planowanej strefy A ochrony uzdrowiskowej nie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych norm wartości poziomu hałasu. Natomiast wysokie wartości średniego poziomu dźwięku zanotowano wzdłuż drogi krajowej nr 72 (stan. 2 i 3). Średni poziom dźwięku na tym obszarze wynosił od 60 do 75 dB(A), a okresowo przekraczał nawet 90 dB(A).

**Na obszarze projektowanej strefy uzdrowiskowej A w Uniejowie spełnione są normy dotyczące poziomu pól elektromagnetycznych w środowisku.**

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

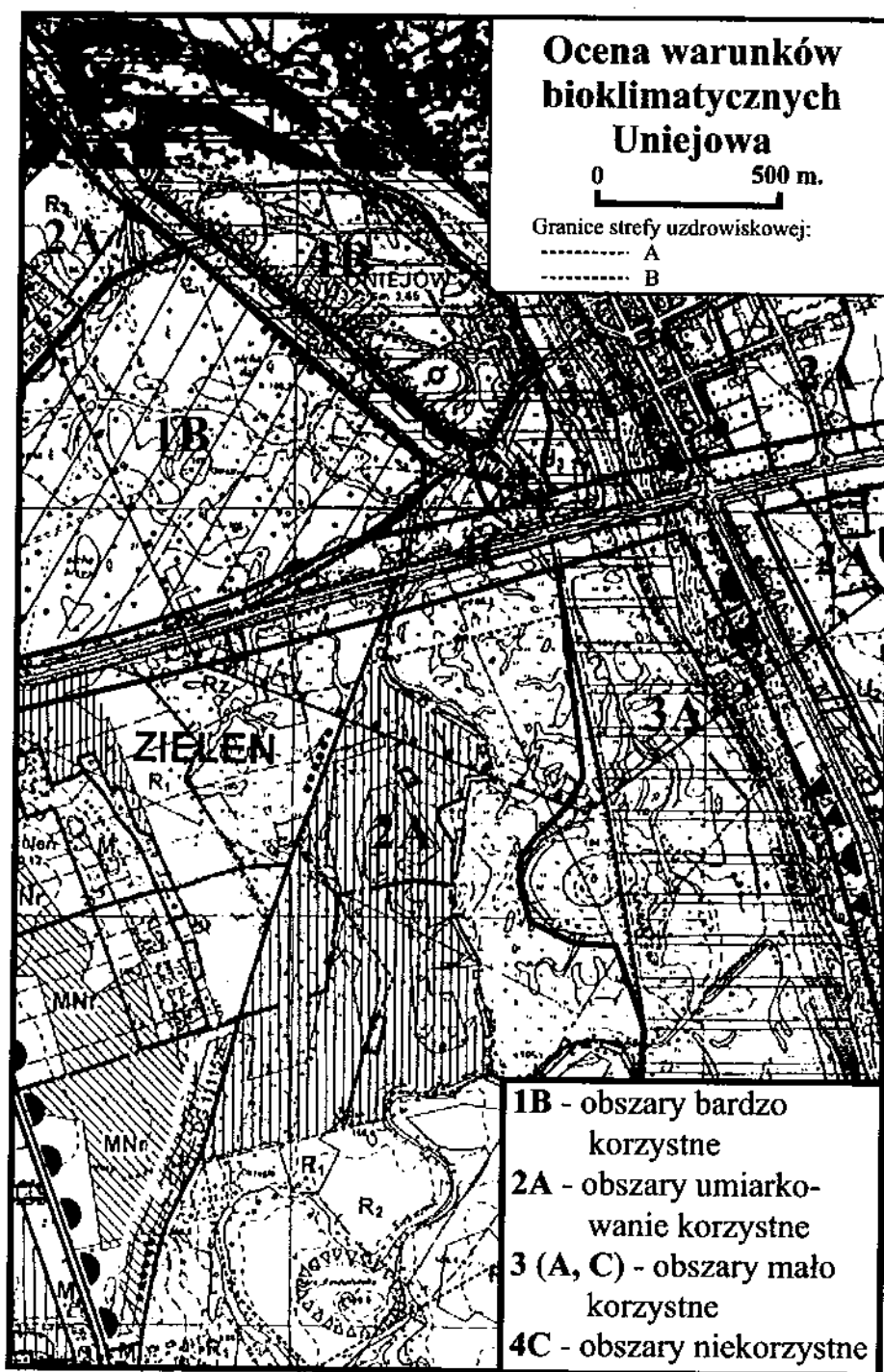
**Obszary bardzo korzystne.** – Warunki najkorzystniejsze dla leczenia klimatycznego występują w obrębie lasów i parku zamkowego (1B), które łagodzą warunki odczuwalne w ekstremalnych sytuacjach pogodowych (np. gorących, zimnych i wietrznych), a dzięki obecności w powietrzu specyficznych substancji wydzielanych przez drzewa (tzw. fitoncydy) mogą być wykorzystywane w leczeniu i profilaktyce wielu schorzeń.

**Obszary umiarkowanie korzystne (2A).** – 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. Obszary te mogą być jednak skutecznie wykorzystywane 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, 3C).** – Mało korzystne z punktu widzenia leczenia klimatycznego jest strefa przykorytowa Warty (3A) – z uwagi na stale podwyższoną wilgotność powietrza, sprzyjającą latem pojawianiu się stanów parności; przez cały rok dna dolin są predysponowane do powstawania inwersji temperatury i przygruntowych mgieł radiacyjnych. Warunki mało korzystne występują także w obrębie zabudowy miejskiej

Uniejowa (3C) - z uwagi na znacznie podwyższony poziom hałasu oraz zanieczyszczeń komunalnych i komunikacyjnych.

Niekorzystny dla leczenia klimatycznego jest (4C) pas wzdłuż drogi Nr 72, na której obserwuje się całodobowy ruch tranzytowy samochodów osobowych, ciężarowych i autobusów - z uwagi na znacznie i stale podwyższony poziom hałasu i komunikacyjnych zanieczyszczeń powietrza.



Rycina 18. Strefy o różnej przydatności dla leczenia klimatycznego w Uniejowie (objaśnienia w tekście)



## 10. Zalecenia

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

- wprowadzenie zabezpieczeń akustycznych na odcinku drogi nr 72, przebiegającej przez teren planowanego uzdrowiska, a docelowo dążyć do zbudowania obwodnicy uzdrowiska,
- prowadzenie systematycznych kontroli klimatu akustycznego,
- założenie stacji pomiaru zanieczyszczeń prowadzącej stały monitoring stanu sanitarnego powietrza,
- założenie na terenie uzdrowiskowym stacji meteorologicznej zbierającej informacje o miejscowych warunkach klimatycznych; codzienne informacje meteorologiczne ze stacji powinny być na bieżąco stosowane do optymalnego planowania zabiegów klimatoterapeutycznych oraz pełnego 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, *Biotermiczne cechy klimatu Polski*. Przegł. Geogr. IGiPZ PAN, 75, 4, s. 525-543.
- Błażejczyk K., 2004, *Bioklimatyczne uwarunkowania rekreacji i turystyki w Polsce*. Prace Geograficzne IGiPZ PAN, 192.
- 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 Zdrorove, Kiev.
- Borisenkov E.P., Kobzareva E. N., Krushatina I.A., Nikoforova L. N., Uspenskaya V. G., Shiarts Ya. M., 2000, *Relation of meteorotropic reactions in cardiac patients to atmospheric electric factors*. [w]: Human Biometeorology, Material of Congress, St Petersburg 18-22 Sep. Gidrometeoizdat, St. Petersburg, s. 146-147.
- Hessmann-Kosaris A., 1998, *Wpływ pogody na samopoczucie*, Diogenes, Warszawa.
- Jankowiak J. (red.), 1976, *Biometeorologia człowiek*, PZWL, Warszawa.
- Kalinowski M., 1969, *Cisza w uzdrowiskach jako czynnik leczniczy i rehabilitacyjny*, Baln. Pol., 14, ¾, 395-147.
- 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 lądów*, Wyd. Nauk PWN, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., 1998, *Promieniowanie słoneczne i jego wpływ na organizm człowieka*. Balneologia Polska, 1998, 40, 1-2, s. 130-141.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., 1997, *Bioklimatologia człowieka. Metody ich zastosowania w badaniach bioklimatu Polski*. IGiPZ PAN, Monografie 1.
- Kozłowska-Szczęśna T., Błażejczyk K., Krawczyk B., Limanówka D., 2002, *Bioklimat uzdrowisk polskich i możliwości jego wykorzystania w lecznictwie*. IGiPZ PAN, Monografie 3.
- Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., Kuchcik M., 2004, *Wpływ środowiska atmosferycznego na zdrowie i samopoczucie człowieka*, IGiPZ PAN, Monografie 4.
- Koźmiński Cz., Michalska B., 2005, *Uśłonecznienie w Polsce*, Akademia Rolnicza w Szczecinie, Szczecin, s. 110.
- Krzymowska-Kostrowicka A., 1997, *Geoekologia turystyki i wypoczynku*. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- 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.
- WIOŚ, 2008, *Ocena jakości powietrza w województwie łódzkim w 2007 roku*. Łódź.
- WIOŚ, 2004, 2005, 2006, 2007, *Raport o stanie środowiska w województwie łódzkim w roku 2003, 2004, 2005, 2006*. Łódź.