

POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

POLISH ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF GEOGRAPHY AND SPATIAL ORGANIZATION

WARUNKI BIOKLIMATYCZNE SUPRAŚLA

**Teresa Kozłowska-Szczęsna,
Barbara Krawczyk, Krzysztof Błażejczyk**

Nr 33

1995



ZESZYTY

INSTYTUTU GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

PAN

POLSKA AKADEMIA NAUK
INSTYTUT GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA
POLISH ACADEMY OF SCIENCES
INSTITUTE OF GEOGRAPHY AND SPATIAL ORGANIZATION

WARUNKI BIOKLIMATYCZNE SUPRAŚLA

**Teresa Kozłowska-Szczęsna,
Barbara Krawczyk, Krzysztof Błażejczyk**

Nr 33

1995

BIOCLIMATIC CONDITIONS OF SUPRAŚL



Z E S Z Y T Y

INSTYTUTU GEOGRAFII I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

P A N

<http://rcin.org.pl>

Redaguje zespół w składzie:

Teresa Kozłowska-Szczęsna (redaktor),

Jerzy Grzeszczak (zastępca redaktora),

Marek Degórski

Bronisław Czyż (sekretarz)

Opiniował do druku:

prof. dr Janusz Paszyński

Praca dofinansowana przez KBN

za pośrednictwem projektu badawczego nr 6 P202 032 06 pt:

"Bioklimatologia człowieka - metody badań i ich zastosowanie w poznaniu bioklimatu Polski"

Adres redakcji:

00-927 Warszawa, Krakowskie Przedmieście 30,

tel. 26 19 31, 26 83 29; telefax 48 22 267 267

Opracowanie redakcyjne i techniczne:

Krzysztof Błażejczyk, Barbara Jaworska

Abstract. This study contains the evaluation of bioclimatic conditions of Supraśl (north-east Poland) for the needs of climatotherapy, rest and recreation. The basis of this evaluation were the multiannual data from meteorological stations as well as the results of detail field investigations carried out in June and July 1994.

Key words. Supraśl, bioclimate, health resort, human heat balance

Spis treści:

1. Wprowadzenie	5
2. Środowisko geograficzne Supraśla	6
3. Materiały podstawowe	10
4. Zróżnicowanie warunków bioklimatycznych w przebiegu rocznym	14
4.1. Warunki solarne	14
4.2. Warunki termiczne	17
4.3. Warunki wilgotnościowe	19
4.4. Warunki wietrzne	23
4.5. Kompleksowe wskaźniki bioklimatyczne	25
4.6. Ocena warunków pogodowych	27
5. Rozkład przestrzenny głównych elementów meteorologicznych	30
5.1. Charakterystyka stanowisk pomiarowych	30
5.2. Promieniowanie słoneczne	34
5.3. Temperatura powietrza	37
5.4. Wilgotność powietrza	42
5.5. Prędkość wiatru	43
6. Klimat odczuwalny	44
7. Zanieczyszczenie powietrza	53
8. Walory zdrowotne lasów	57
9. Ocena bioklimatyczna Supraśla	60
10. Podsumowanie	63
11. Wnioski końcowe	64
12. Literatura	65
<i>Bioclimatic conditions of Supraśl (Summary)</i>	68

2	1. Wprowadzenie
6	2. Główny kierunek rozwoju
10	3. Metody badawcze
14	4. Znaczenie wyników badań naukowych w praktyce
14	4.1. Wzrost
19	4.2. Wzrost fizyczny
19	4.3. Wzrost psychiczny
20	4.4. Wzrost społeczny
20	4.5. Kompleksowe wskaźniki
20	4.6. Ocena warunków
30	5. Rodzaje zaburzeń
30	5.1. Charakterystyka
34	5.2. Przyczyny
37	5.3. Objawy
41	5.4. Leczenie
43	5.5. Prognoza
47	6. Klasyfikacja
50	7. Znaczenie
50	8. Wskazywanie
50	9. Ocena
53	10. Podsumowanie
54	11. Wskazywanie
55	12. Literatura
58	Bibliografia

Wydawnictwo Naukowe PWN

Wszystkie prawa zastrzeżone. Wszelkie prawa zastrzeżone. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Wydawnictwo Naukowe PWN

1. Wprowadzenie

Supraśl, stara osada powstała w XVI w. przy klasztorze Bazylianów, położony jest nad rzeką Supraślą, prawym dopływem Narwi, w Puszczy Knyszyńskiej, 15 km na północny-wschód od Białegostoku. Prawa miejskie uzyskał w 1824 r. W latach 1834-1856 w Supraślu powstawały fabryki włókiennicze i do roku 1939 był on ważnym ośrodkiem tego przemysłu w regionie białostockim. Obecnie w Supraślu zlokalizowany jest przemysł drzewny (mało uciążliwy tartak) i niewielkie zakłady rzemieślnicze (wyroby garncarskie). Liczba mieszkańców na dzień 1 stycznia 1993 r. wynosiła 4522.

W mieście znajduje się siedziba dyrekcji Parku Krajobrazowego Puszczy Knyszyńskiej i Muzeum Parku. Należy dodać, że jest to jeden z największych parków krajobrazowych w Polsce. Zasoby środowiska geograficznego i walory krajobrazowe, związane z położeniem w Puszczy Knyszyńskiej, spowodowały, że Supraśl stał się ośrodkiem turystyczno-wypoczynkowym. Dzięki występowaniu w odległej o 5 km Podsokołdzie wysokiej jakości borowin, Supraśl ma szansę stać się w przyszłości uzdrowiskiem klimatyczno-balneologicznym.

Celem opracowania jest ocena warunków bioklimatycznych Supraśla dla potrzeb lecznictwa klimatycznego (klimatoterapii), wypoczynku i turystyki. Należy podkreślić, że jest to pierwsze studium klimatu wykonane dla Supraśla, obejmujące charakterystykę poszczególnych elementów meteorologicznych i wskaźników bioklimatycznych, tak w przebiegu rocznym, jak i w rozkładzie przestrzennym.

Literatura klimatologiczna dotycząca interesującego nas obszaru jest bardzo skromna. Pewne ogólne informacje na temat warunków klimatycznych okolic Supraśla można znaleźć w opracowaniach odnoszących się do Polski północno-wschodniej (Olszewski 1973) lub województwa białostockiego (Kaczorowska 1958; Pióro 1973), a także w *Atlasie Województwa Białostockiego* (1968) zawierającym mapy klimatyczne wykonane na podstawie wspomnianego opracowania Z. Kaczorowskiej.

Należy zwrócić uwagę, że Supraśl leży w obrębie tzw. "Zielonych Płuc Polski", co stwarza dobre warunki dla ekologicznego zagospodarowania miasta i gminy. Idea zagospodarowania ekologicznego 4 województw w Polsce północno-wschodniej (białostockie, łomżyńskie, olsztyńskie i suwalskie) powstała ponad 10 lat temu, a patronowała jej Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska. W dniu 15 czerwca 1991 r., z okazji Światowego Dnia Ochrony Środowiska, podpisana została deklaracja o przystąpieniu Ministerstwa Ochrony Środowiska do realizacji programu "Zielone Płuca Polski" (*Założenia...* 1991).

Opracowanie zostało dofinansowane przez Komitet Badań Naukowych, za pośrednictwem projektu badawczego nr 6 P202 032 06 pt. "Bioklimatologia człowieka - metody badań i ich zastosowanie w poznaniu bioklimatu Polski" oraz przez Zarząd Miasta i Gminy Supraśl.

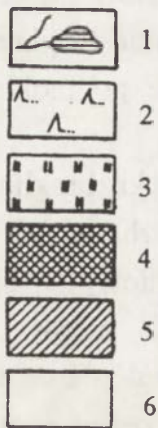
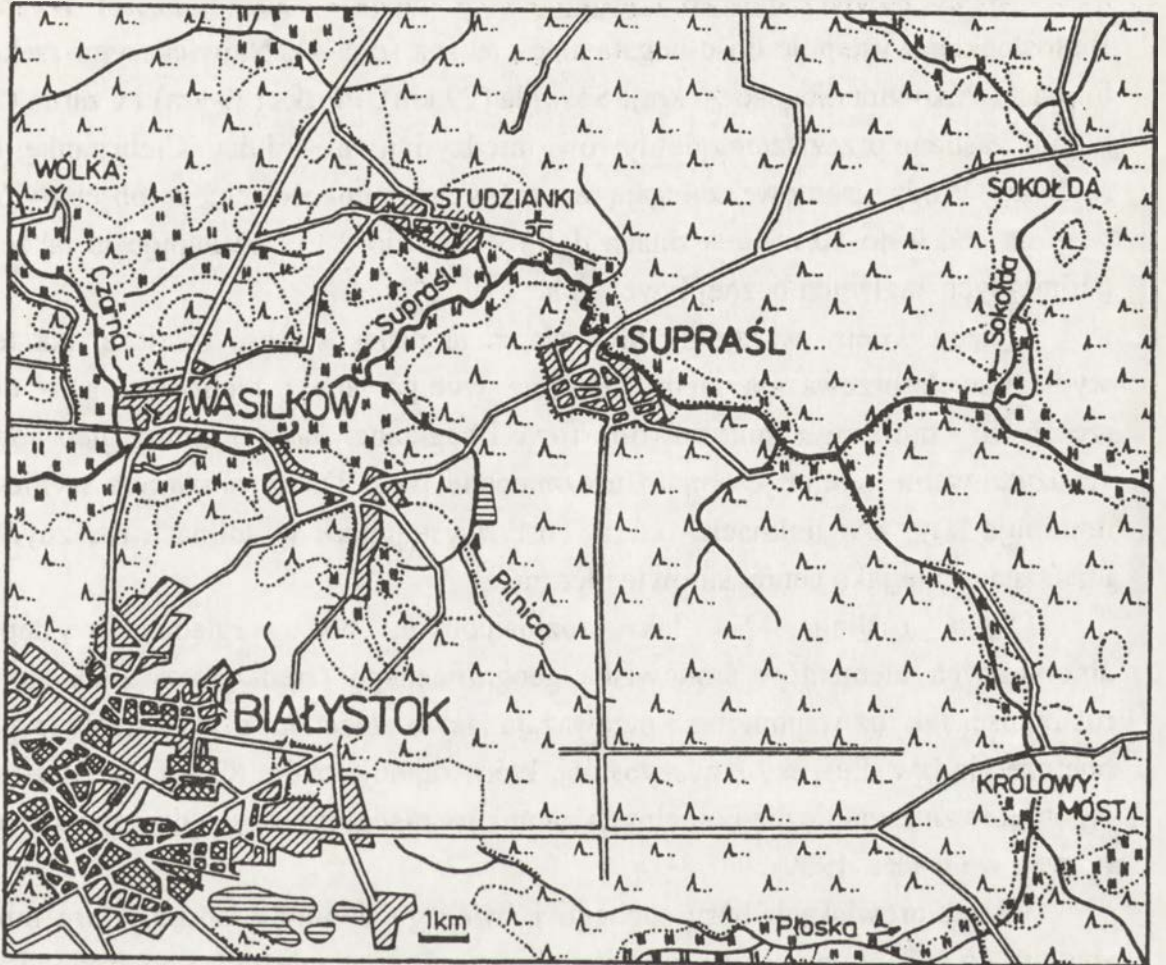
2. Środowisko geograficzne Supraśla

Według regionalizacji fizycznogeograficznej Polski J. Kondrackiego (1978) Supraśl leży w środkowej części mezoregionu Wysoczyzny Białostockiej, która jest częścią makroregionu Niziny Północnopodlaskiej, w podprowincji Wysoczyzn Podlasko-Białoruskich. Wysoczyzna Białostocka rozpościera się pomiędzy Kotliną Biebrzańską a Doliną Górnej Narwi. Od wschodu ograniczona jest Wzgórzami Sokólskimi. Na krajobraz wysoczyzny składają się równiny peryglacjalne i wodnolodowcowe urozmaicone wysokimi wałami moren i kemów. Wysoczyznę rozcinają szerokie doliny Supraśli, Sokołdy i Brzozówki (K o n d r a c k i 1972).

Środowisko geograficzne tego obszaru kształtowało się w wyniku plejstocenijskich procesów lodowcowych i peryglacjalnych, holocenijskich procesów denudacyjnych i akumulacyjno-erozyjnych oraz w następstwie współczesnej działalności człowieka. Poszczególne elementy środowiska geograficznego są dość silnie zróżnicowane (M i o d u s z e w s k i 1979; S z n a j d e r s k a 1976).

Rzeźba terenu. Główne wzniesienia zostały ukształtowane w czasie zlodowacenia środkowopolskiego. W okresie późniejszym, podczas zlodowacenia północnopolskiego, podlegały one działaniu denudacyjnych procesów peryglacjalnych. W rejonie Supraśla zaznaczają się wyraźne pasy wzniesień i pojedyncze pagóry morenowe. Najwyższy pas wzgórz morenowych biegnie wzdłuż rzeki Supraśl z północo-zachodu na południo-wschód. Najwyższe wzniesienie, góra św. Jana leżąca w pobliżu wsi Kołodno, ma wysokość 210 m n.p.m. Na południe od doliny Supraśli dominują dwie formy rzeźby terenu: zdenudowana równina peryglacjalna z licznymi, pojedynczymi pagórami morenowymi oraz rozległa równina sandrowa.

Doliny rzeczne, z których największa jest dolina Supraśli, rozwinęły się podczas zlodowacenia północnopolskiego. Rozcinają one wysoczyznę do poziomu 115-130 m n.p.m. Różnica wysokości wynosi więc na badanym terenie około 100 m. W rejonie miasta Supraśl deniwelacje osiągają 60 m, a wysokość względna niektórych wzniesień, mierzona od ich podstawy do szczytu, wynosi 30 m.



Ryc. 1. Użytkowanie terenu

1 - rzeki i jeziora, 2 - lasy, 3 - łąki, 4 - zwarta zabudowa miejska, 5 - luźna zabudowa miejska,
6 - pola i nieużytki

Land use sketch:

1 - rivers and lakes, 2 - forests, 3 - meadows, 4 - dense town settlement, 5 - dispersed town settlement,
6 - agriculture area

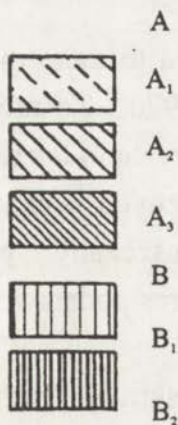
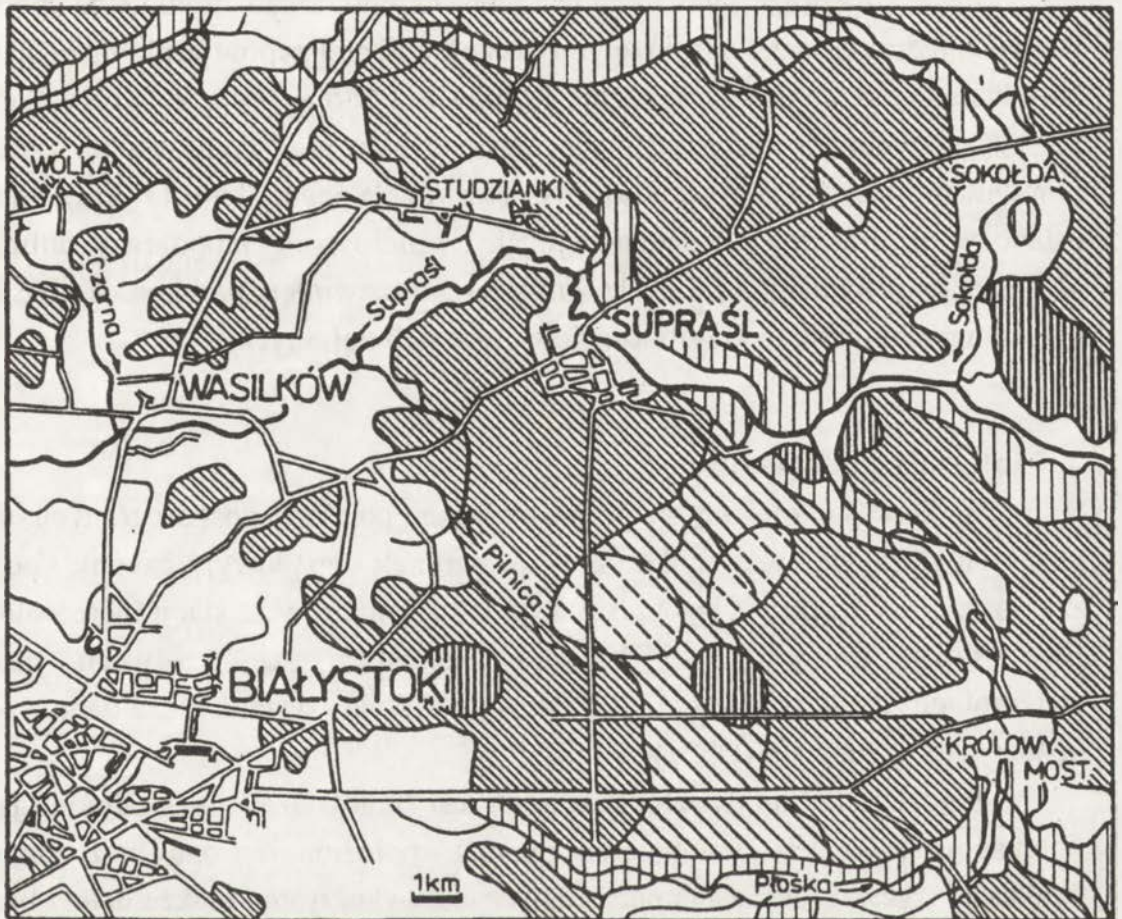
Wody powierzchniowe i gruntowe. W obrębie badanej części Wysoczyzny Białostockiej występuje dość bogata sieć rzeczna (ryc. 1). Największymi rzekami są: Supraśl (całkowita długość 96 km), Sokołda (79 km), Płoska (29 km) i Czarna (27 km). Są one zasilane przez szereg dopływów, między innymi Pilnicę, Cieliczankę, Langę i Jałówkę. Wody gruntowe zalegają na różnych głębokościach: w obrębie równin i wzgórz - od 4 do 10 m, a w dnach dolin - od 0 do 2 m. Występuje tu także szereg podmokłych zagłębień bezodpływowych.

Gleby. Gleby w rejonie Supraśla mają niską wartość rolniczą. Na terenach wyniesionych przeważają gleby brunatne wylugowane i bielcowe, a w dolinach rzecznych - murszowe, murszowo-torfowe i bagienne. Taka struktura gleb powoduje, że użytkowanie terenu jest mało urozmaicone (ryc. 1): na obszarach wyniesionych dominują lasy, a w dolinach - łąki. Torfy występujące w dolinach rzecznych mogą mieć znaczenie jako cenny surowiec leczniczy.

Szata roślinna. Na tak urozmaiconym, pod względem występowania abiotycznych elementów środowiska geograficznego terenie, rozwinęła się bogata roślinność. Jak już wspomniano przeważają lasy o złożonym drzewostanie (ryc. 2). Są one częścią tzw. Puszczy Knyszyńskiej, która zajmuje około 83 tys. ha. Występuje w jej obrębie znaczna liczba borealnych gatunków roślin, typowych dla tajgi syberyjskiej (C z e r w i ń s k i 1980).

W zbiorowiskach boru suchego i świeżego dominuje sosna, która miejscami stanowi do 90% drzewostanu; udział świerka osiąga w zależności od środowiska od 8 do 40%. W borach mieszanych spotyka się, poza sosną i świerkiem, dąb, grab i brzozę. Lasy liściaste mają charakter grądu dębowo-grabowego z domieszką brzozy. W dnach dolin i zagłębień bezodpływowych rozwinęły się głównie podmokłe olsy i bory bagienne.

Ogólnie można stwierdzić, że lasy łagodzą warunki bioklimatyczne oraz odznaczają się dużą czystością powietrza. Jest ono wzbogacone substancjami eterycznymi (fitoncydy) oddziałującymi na układ oddechowy i układ krążenia człowieka. Bogaty skład florystyczny lasów stanowi zatem cenny walor bioklimatyczny. Badania prowadzone przez A. Krzymowską-Kostrowicką (1991) wskazują na rolę jaką w leczeniu oraz w profilaktyce licznych chorób odgrywają poszczególne zbiorowiska leśne. Lasy mają także korzystny wpływ na psychikę człowieka. Daje to podstawę do ich wykorzystania, poza klimatem i borowinami, w zabiegach terapeutycznych planowanego uzdrowiska.



Ryc. 2. Typy lasu (wg *Atlasu województwa białostockiego*, 1968):

A - lasy na glebach mineralnych: A₁ - las liściasty, A₂ - bór mieszany, A₃ - bór świeży i suchy;

B - lasy na glebach organicznych: B₁ - ols, B₂ - bór bagienny

Types of forests

A - forests on mineral soils: A₁ - deciduous forest, A₂ - mixed forest, A₃ - coniferous forest;

B - forests on humic soils: B₁ - alder swamp, B₂ - pinus swamp

Typy krajobrazu naturalnego. Rzeźba terenu, skład litologiczny podłoża oraz warunki hydrograficzne są głównymi wyznacznikami typów krajobrazu naturalnego. Na badanym terenie można wyróżnić 6 typów krajobrazu, połączonych w 2 grupy (ryc. 3). Typy krajobrazu staroglacjalnego nawiązują do głównych struktur rzeźby terenu powstałych podczas zlodowacenia środkowopolskiego. Jest to krajobraz wzgórz ostańcowych oraz równin denudacyjnych i sandrowych. Krajobrazy dolin i równin akumulacyjnych obejmują wklęsłe formy terenu rozwinięte pod koniec plejstocenu i w holocenie. Dominuje tu krajobraz zalewanych den dolinnych.

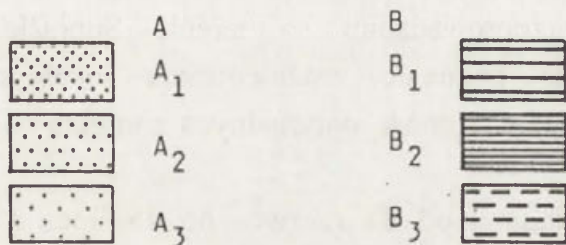
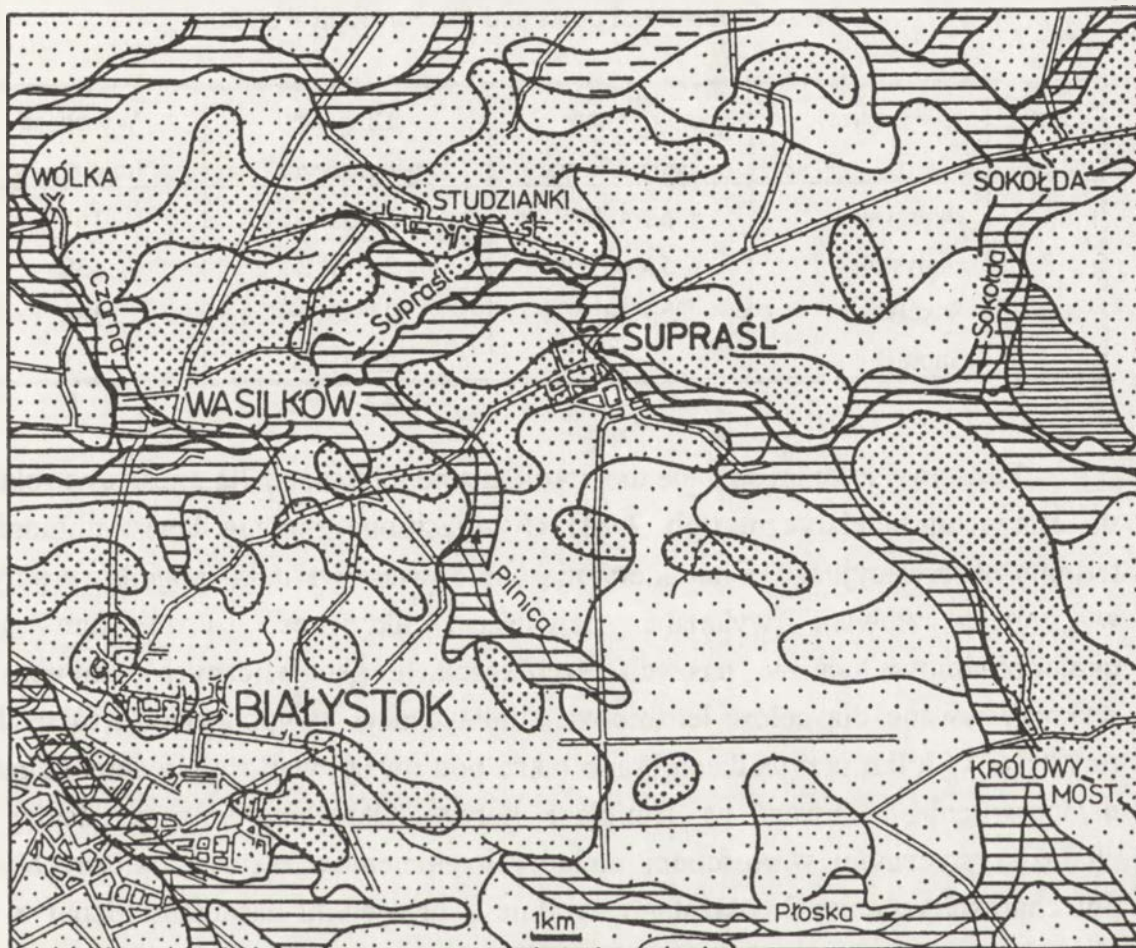
3. Materiały podstawowe

W Supraślu nie ma stacji prowadzącej pomiary poszczególnych elementów meteorologicznych, jest tylko tzw. posterunek opadowy, czynny od 1949 r. Z konieczności zatem posłużono się wynikami pomiarów ze stacji meteorologicznej w Białymstoku, położonej 16 km od Supraśla, oraz z dwóch posterunków meteorologicznych: w Sokółce i w Białowieży. Wykorzystano także dane z posterunku opadowego w Supraślu (tab. 1).

Najdalej od Supraśla zlokalizowana jest Białowieża. Uwzględniono ją jednakże w opracowaniu, gdyż - podobnie jak Supraśl - położona jest ona na rozległej polanie śródleśnej (ryc. 4). W celach porównawczych wykorzystano także dane obserwacyjne dla Warszawy.

Materiały podstawowe do niniejszego opracowania to dane meteorologiczne z wymienionych wyżej stacji pochodzące z okresu 1961-1970. Zostały one częściowo opublikowane w Rocznikach Meteorologicznych. Wykorzystano także dane zawarte w tabulogramach IMGW oraz dane codzienne z miesięcznych wykazów spostrzeżeń meteorologicznych. Okres dziesięcioletni jest dopuszczany przez Światową Organizację Meteorologiczną (WMO), jako najkrótszy okres podstawowy w badaniach klimatologicznych.

Przyjęte do badań dziesięciolecie obejmowało skrajne warunki pogodowe. Charakteryzowało się gorącym latem w 1963 r., chłodnym latem w roku 1962 i 1965, mroźnymi zimami 1962/1963 i 1969/1970 oraz łagodną zimą 1960/1961. W wybranym dziesięcioleciu występowały także: zimy bardzo śnieżne (1962/1963, 1964/1965 i 1969/1970) i bezśnieżne (1960/1961) oraz lata mokre (1966 i 1970) i suche (1964 i 1969). Z tego względu przyjęte dziesięciolecie 1961-1970 można uznać za reprezentatywne przy ocenie bioklimatu Polski. Poza tym dane z tego okresu są porównywalne z danymi dla szeregu miejscowości uzdrowiskowych, zamieszczonymi w dotychczas opublikowanych monografiach wykonanych w Zakładzie Klimatologii IGiPZ PAN (K o z ł o w s k a - S z c z ę s n a 1984).



Ryc. 3. Typy krajobrazu naturalnego (wg *Atlasu województwa białostockiego*, 1968):

A - krajobraz staroglacjalny: A₁ - peryglacjalnych wzgórz ostańcowych, A₂ - peryglacjalnych równin denudacyjnych, A₃ - równin sandrowych; B - krajobraz dolin i równin akumulacyjnych:

B₁ - zalewanych den dolin, B₂ - tarasowy, B₃ - bagienny

Types of natural landscape

A - glacial landscape: A₁ - periglacial residual hills, A₂ - periglacial denudation plains,

A₃ - sandr plains; B - aluvial plains landscape: B₁ - valley floors, B₂ - upper terraces,

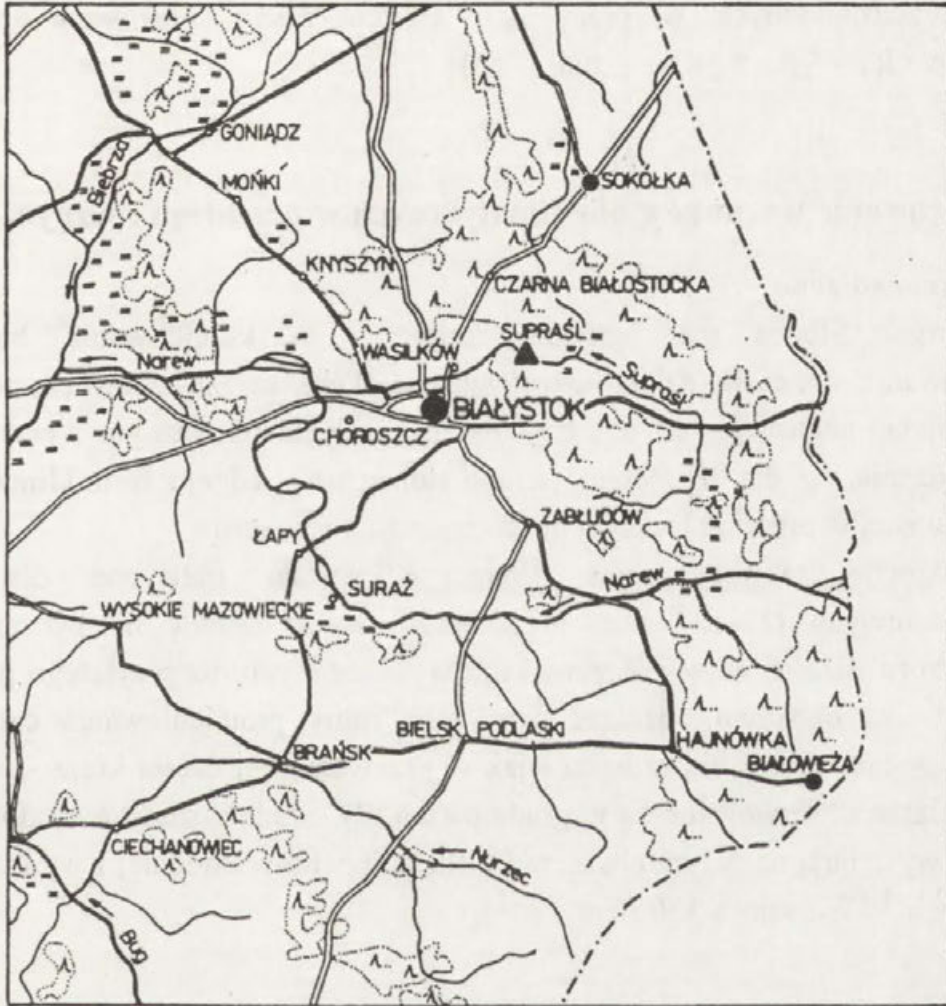
B₃ - swamplands

Stacje i posterunki meteorologiczne uwzględnione w opracowaniu
List of considered posts and meteorological stations

L.p.	Nazwa	Szerokość geograficzna	Długość geograficzna	Wysokość (m n.p.m.)
1	Białowieża	52°42' N	23°51' E	164
2	Białystok	53°07' N	23°11' E	139
3	Sokołka	53°24' N	23°30' E	180
4	Supraśl	53°13' N	23°21' E	135

Podstawą studium są dane meteorologiczne, obliczone dla miesięcy i roku, ujęte w zestawienia tabelaryczne (tab. 2-23). Uwzględniono głównie dane z południowego terminu obserwacyjnego. Charakteryzują one bowiem warunki pogodowe pory dnia, w której człowiek wykazuje największą aktywność. Poza tym godziny okołopołudniowe są w naszych szerokościach geograficznych najintensywniej wykorzystywane dla celów lecznictwa klimatycznego, wypoczynku i różnych form turystyki. W kilku przypadkach brano także pod uwagę wartości średnie dzienne, np. usłonecznienia, z uwagi na istniejące normy. Określono również liczbę dni z charakterystycznymi wartościami niektórych elementów meteorologicznych. Liczbę dni charakterystycznych określano zgodnie z przyjętymi zasadami (dzień z danym zjawiskiem to taki, w którym wystąpiło ono przynajmniej w jednym terminie obserwacyjnym). Ponadto przeprowadzono na terenie Supraśla szczegółowe badania, których celem było poznanie zróżnicowania lokalnych warunków bioklimatycznych oraz wyznaczenie terenów optymalnych z punktu widzenia potrzeb przyszłego uzdrowiska.

Badania odbyły się w dniach od 27 czerwca do 15 lipca 1994 r. Punkty pomiarowe zostały wybrane w ten sposób, aby jak najlepiej charakteryzowały główne jednostki rzeźby wybranego terenu i jego zagospodarowanie przestrzenne, a ponadto uwzględniały różny stopień pokrycia roślinnością. W 5 punktach Supraśla przeprowadzono pomiary wszystkich elementów meteorologicznych i niektórych wskaźników bioklimatycznych. Ponadto, w celu poznania stosunków termicznych panujących w przygruntowej warstwie powietrza, w 16 miejscach różniących się typem rzeźby, rodzajem podłoża i szatą roślinną mierzono temperatury ekstremalne (maksymalne i minimalne) na wysokości 5 cm nad gruntem (ryc. 8, tab. 24). Charakterystykę stanowisk pomiarowych zamieszczono w rozdziale 5.1.



- stacja meteorologiczna (meteorological station)
- posterunek meteorologiczny (meteorological post)
- ▲ posterunek opadowy (precipitation post)

Ryc. 4 . Rozmieszczenie stacji i posterunków obserwacyjnych IMGW

Location of meteorological station and posts

stacja meteorologiczna (meteorological station)

posterunek meteorologiczny (meteorological post)

posterunek opadowy (precipitation post)

Zastosowana metodyka została krótko przedstawiona przy omawianiu poszczególnych zagadnień. Oparto się przy tym na doświadczeniach metodycznych zespołu przedstawionych w pracy pt. "Metody badań bioklimatu człowieka" (K o z ł o w s k a - S z c z ę s n a , red. 1985).

4. Zróżnicowanie warunków bioklimatycznych w przebiegu rocznym

4.1. Warunki solarne

Energia Słońca ma ogromne znaczenie w kształtowaniu bioklimatu. Promieniowanie słoneczne działa intensywnie na skórę, narządy wewnętrzne oraz na centralny układ nerwowy. Jest ono czynnikiem niesłychanie ważnym z praktycznego punktu widzenia, np. dla helioterapii (terapii słonecznej), jednej z form klimatoterapii, wykorzystującej w procesie leczenia promieniowanie słoneczne.

Całkowite promieniowanie słoneczne zostało obliczone dla godzin okołopołudniowych (12-13 czasu urzędowego) na podstawie usłonecznienia, za pomocą wzoru Blacka, ze współczynnikami wyznaczonymi dla przyjętego przedziału czasowego. Na badanym obszarze najwyższe sumy promieniowania całkowitego występują w czerwcu, a nie w lipcu - jak w przeważającej części kraju -, natomiast sumy najniższe obserwowane są w grudniu (tab. 2). Średnie sumy nie odbiegają od sum jakie występują na całym obszarze Polski północno-wschodniej i wynoszą około $120 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$ (Warszawa $130 \text{ J}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$).

Tabela 2

Całkowite promieniowanie słoneczne (w $\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$), średnie sumy z godzin 12-13,
1961-1970

Global solar radiation (in $\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}\cdot\text{h}^{-1}$), mean hourly sums of 12-13 h, 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	44	64	113	156	171	203	199	179	160	95	42	32	122
Białystok	41	67	118	155	166	202	194	178	159	94	41	30	120

Podobne tendencje wykazuje usłonecznienie rzeczywiste (tzn. czas trwania bezpośredniego promieniowania słonecznego w godzinach) i usłonecznienie względne (tzn. stosunek procentowy usłonecznienia rzeczywistego do astronomicznie możliwego). Zarówno średnie sumy dzienne jak i sumy miesięczne usłonecznienia wskazują na uprzywilejowanie miesiąca czerwca (tab. 3 i 4). Sumy roczne usłonecz-

nienia wynoszą na badanym obszarze około 1500 godzin (Warszawa 1590). Kwalifikuje to Supraśl do prowadzenia leczenia klimatycznego, jako że norma usłonecznienia dla Europy środkowej wynosi 1500 godzin ze słońcem - w odniesieniu do uzdrowisk oraz 1350 godzin - dla miejscowości wypoczynkowych.

Tabela 3

Średnie sumy dzienne usłonecznienia rzeczywistego (w godz.), 1961-1970

Mean diurnal sums of sunshine duration (in hours), 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	1,4	1,7	3,4	4,9	6,1	8,1	7,8	6,6	5,5	3,0	0,9	0,7	4,2
Białystok	1,1	1,7	3,6	4,8	5,8	8,2	7,4	6,3	5,4	3,0	0,9	0,6	4,1

Innym wskaźnikiem bioklimatycznym jest liczba dni z usłonecznieniem większym niż 4 godziny dziennie (tab. 5). Podczas tych dni, przy wysokości Słońca > 20° nad horyzontem, ma miejsce działanie bakteriobójcze promieni słonecznych. Przy wysokości Słońca > 30° występują także dogodne warunki dla helioterapii. W Polsce północno-wschodniej opisane wyżej warunki obserwuje się od kwietnia do września (K u c z m a r s k i 1977, 1990).

Tabela 4

Średnie sumy miesięczne i roczne usłonecznienia rzeczywistego (w godz.), 1961-1970

Mean monthly and annual sums of sunshine duration (in hours), 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	43	48	105	146	190	244	243	204	165	93	28	23	1532
Białystok	34	47	111	143	181	247	230	196	162	92	27	20	1490

Tabela 5

Średnia liczba dni z usłonecznieniem > 4 godziny dziennie, 1961-1970

Average number of days with sunshine duration exceeded 4 hours daily, 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	5,5	5,7	12,0	14,7	19,8	22,5	23,7	21,4	18,6	11,0	3,1	2,4	160,4
Białystok	3,7	5,0	12,9	14,1	18,7	22,0	23,2	21,0	18,3	10,6	2,7	2,2	154,4

Usłonecznienie względne jest wskaźnikiem stosowanym w ocenie warunków dla terapii słonecznej. Przyjmuje się następujące wartości progowe:

≤ 20% - żadna lub mała możliwość stosowania helioterapii,

20,1 - 40,0 - niewielka możliwość stosowania helioterapii,

40,1 - 60,0 - umiarkowana możliwość stosowania helioterapii,

≥ 60,1% - duża możliwość stosowania helioterapii.

Na podstawie tego wskaźnika można stwierdzić, że w okolicy Supraśla umiarkowane możliwości stosowania helioterapii występują w okresie od maja do września (tab. 6).

Tabela 6

Średnie usłonecznienie względne (w %), 1961-1970
Average relative sunshine duration (in %), 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	17	17	28	35	40	48	48	45	43	28	11	10	31
Białystok	14	17	30	34	37	49	45	43	43	28	10	8	30

Zachmurzenie stanowi uzupełnienie charakterystyki warunków solarnych. Od stopnia pokrycia nieba przez chmury zależy bowiem dopływ do powierzchni ziemi energii słonecznej w ciągu dnia i wypromieniowanie ciepła do atmosfery nocą. Wielkość i rodzaj zachmurzenia określa również oddziaływanie na człowieka różnych typów pogody; dodatkowo wpływa na samopoczucie pogoda jasna i słoneczna, a ujemnie pogoda pochmurna, zwłaszcza o zachmurzeniu całkowitym. Na badanym obszarze najmniejsze zachmurzenie (55-70%) występuje od czerwca do września (przy czym najpogodniejszym miesiącem jest wrzesień), a największe (powyżej 80%) - w listopadzie i grudniu (tab. 7).

Tabela 7

Średnie zachmurzenie (w %) o godzinie 13⁰⁰, 1961-1970
Average cloudiness (in %) at 1 p.m., 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	75	81	69	65	70	59	61	61	54	68	88	84	70
Białystok	76	78	70	71	76	68	70	71	66	75	88	83	74
Sokółka	71	73	64	65	66	57	59	60	56	65	84	79	67

Dłuższe okresy o zachmurzeniu całkowitym (100%) są bardzo uciążliwe biologicznie i negatywnie wpływają na psychikę człowieka. W rejonie Supraśla dni takich jest średnio w roku około 135. W przebiegu rocznym dni z zachmurzeniem całkowitym jest najwięcej na przełomie jesieni i zimy (około 20 dni w miesiącu w listopadzie i grudniu). Latem tylko przez 4-7 dni w miesiącu należy się liczyć z występowaniem zachmurzenia całkowitego (tab. 8). Dni pogodnych (tzn. z zachmurzeniem <50% o godzinie 13⁰⁰) jest w tej części Polski około 120 w roku (Warszawa około 140). Latem występuje 10-15 dni pogodnych w miesiącu.

Tabela 8

Średnia liczba dni z zachmurzeniem 100% (o godz. 13⁰⁰), 1961-1970
Average number of days when cloudiness reached 100% at 1 p.m., 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	19	18	16	13	11	7	7	7	7	14	23	23	165
Białystok	17	15	12	10	8	6	4	5	6	12	20	19	134
Sokółka	16	15	13	11	9	6	5	6	7	11	20	20	139

4.2. Warunki termiczne

Supraśl leży w najchłodniejszym - poza górami - obszarze Polski. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi około 6,5°C. W styczniu, który jest miesiącem najchłodniejszym, przekracza -6,0°C, a w lipcu - miesiącu najcieplejszym - kształtuje się około 17,5°C. Średnia temperatura powietrza w rejonie Supraśla jest o 1-1,5°C niższa niż w Polsce środkowej. Średnia roczna amplituda temperatury powietrza (obliczona jako różnica między średnią temperaturą miesiąca najcieplejszego i najzimniejszego) wynosi około 24°C i jest najwyższa w porównaniu z pozostałymi obszarami kraju, co świadczy o dużych kontrastach termicznych występujących w tej części Polski. Temperatura powietrza w godzinach okołopołudniowych jest także niższa aniżeli w innych obszarach Polski nizinnej. Jej wartość średnia roczna wynosi około 9°C (Warszawa około 10°C). Najwyższa średnia temperatura powietrza dla godzin południowych występuje w lipcu (ponad 21°C), a najniższa - w styczniu - około -5°C (tab. 9).

Obliczono także częstość pojawiania się dni charakterystycznych, a więc dni: gorących, upalnych, mroźnych i bardzo mroźnych, które pozwalają wnioskować o stopniu uciążliwości dla człowieka warunków termicznych (tab. 10).

Tabela 9

Średnia temperatura powietrza (w °C), o godz. 13⁰⁰, 1961-1970

Average air temperature (in °C) at 1 p.m., 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	-5,0	-3,3	2,0	10,5	16,2	20,3	21,2	20,4	17,2	11,0	3,8	-2,8	9,3
Białystok	-4,8	-2,8	2,3	10,9	16,6	21,0	21,8	20,9	17,6	11,2	3,8	-2,7	9,6
Sokółka	-5,5	-3,7	1,3	10,0	15,9	20,3	21,1	20,1	17,0	10,9	3,2	-3,2	9,0

Liczba dni mroźnych w okolicy Supraśla zbliża się do 40 (Warszawa około 30), a dni bardzo mroźnych - do 8 w ciągu roku (Warszawa około 4). Są to wartości najwyższe w Polsce (poza obszarami górskimi). Najwięcej dni mroźnych i bardzo mroźnych obserwuje się w styczniu, odpowiednio około 14 i 4 w miesiącu.

Tabela 10

Średnia liczba dni z charakterystycznymi wartościami temperatury powietrza, 1961-1970

Average number of days with characteristic air temperature values, 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Liczba dni bardzo mroźnych (z temperaturą maksymalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$)													
Białowieża	4,6	0,9	0,1	.	.	.	.	.	.	.	0,2	1,7	7,5
Białystok	4,1	0,9	.	.	.	.	.	.	.	.	0,1	1,8	6,9
Sokółka	4,6	1,7	0,1	.	.	.	.	.	.	.	0,1	2,3	8,8
Liczba dni mroźnych (z temperaturą minimalną $\leq -10^{\circ}\text{C}$)													
Białowieża	14,2	11,2	6,3	.	.	.	.	.	.	.	0,5	7,5	39,7
Białystok	12,9	10,3	5,1	.	.	.	.	.	.	.	0,8	7,0	36,1
Sokółka	14,3	11,7	5,7	.	.	.	.	.	.	.	0,7	8,4	40,8
Liczba dni gorących (z temperaturą maksymalną $\geq 25^{\circ}\text{C}$)													
Białowieża	.	.	.	0,6	2,0	7,2	8,7	6,9	2,8	0,2	.	.	28,4
Białystok	.	.	.	0,6	3,1	10,0	9,7	7,5	3,6	0,1	.	.	34,6
Sokółka	.	.	.	0,3	2,1	7,4	8,5	5,9	2,3	.	.	.	26,5
Liczba dni upalnych (z temperaturą maksymalną $\geq 30^{\circ}\text{C}$)													
Białowieża	.	.	.	.	.	1,2	0,7	0,9	.	.	.	.	2,8
Białystok	.	.	.	.	.	1,2	1,2	1,2	.	.	.	.	3,6
Sokółka	.	.	.	.	.	1,0	0,7	0,8	.	.	.	.	2,5

Dni gorące występują na badanym obszarze od kwietnia do września. Średnio w roku jest ich około 30 (Warszawa 39). Najwięcej dni gorących notowano w czerwcu i lipcu, po około 10 w miesiącu. Zdarzają się one również w październiku 1-2 razy na 10 lat. Na pozostałym obszarze Polski nizinnej dni gorące mogą występować nawet od marca do października.

Występowanie dni upalnych ogranicza się na Wysoczyźnie Białostockiej tylko do miesięcy letnich, a i wtedy jest ich bardzo niewiele, średnio 2-3 dni w roku. Dla porównania można podać, że w Warszawie ich liczba wynosi około 6 w roku.

Stopień uciążliwości warunków biotermicznych w okolicy Supraśla, scharakteryzowany na podstawie liczby dni bardzo mroźnych, mroźnych, gorących i upalnych, można określić jako mały (w półroczu ciepłym) i umiarkowany (w półroczu chłodnym) (K o z ł o w s k a - S z c z ę s n a , K r a w c z y k 1990).

Zima (temperatura powietrza - $t_p < 0^\circ\text{C}$) zaczyna się w okolicy Supraśla około 30 listopada (w Warszawie 10 grudnia) i trwa przez około 105 dni (Warszawa 87), a lato termiczne ($t_p \geq 15^\circ\text{C}$) - przez 80 dni (Warszawa 95). Okres wegetacyjny ($t_p > 5^\circ\text{C}$) jest w okolicy Supraśla średnio krótszy o około 17 dni w porównaniu z Warszawą (N i e d ź w i e d ź , L i m a n ó w k a 1992).

4.3. Warunki wilgotnościowe

Zbyt wysoka lub zbyt niska wilgotność powietrza może być czynnikiem powodującym zakłócenia w procesie oddawania ciepła z organizmu człowieka do otoczenia. W przebiegu rocznym najwyższe wartości w południowym terminie obserwacyjnym osiąga wilgotność względna powietrza w okresie zimowym, a najniższe w lecie (tab. 11).

Tabela 11

Średnia wilgotność względna powietrza (w %) o godz. 13⁰⁰, 1961-1970

Average relative humidity of air (in %) at 1 p.m., 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	84	81	71	62	58	57	56	61	63	72	85	87	70
Białystok	84	82	72	62	54	58	57	61	63	73	86	88	70
Sokółka	87	85	75	64	61	59	58	63	64	75	88	90	72

Opady atmosferyczne są czynnikiem ograniczającym możliwości leczenia klimatycznego (klimatoterapii), wypoczynku oraz uprawiania turystyki. Średnie sumy opadów na badanym obszarze wynoszą około 610 mm. Najwyższe opady obserwuje się od maja do sierpnia (65-70 mm miesięcznie). W grudniu i styczniu średnia suma opadów nie przekracza 40 mm (tab. 12).

Z punktu widzenia potrzeb klimatoterapii i wypoczynku o wiele istotniejsza niż suma opadu jest liczba dni z opadem. W bioklimatologii przyjmuje się, że na obszarach wypoczynkowo-uzdrowiskowych nie powinno występować więcej niż 183 dni z opadem w ciągu roku. Pod tym względem Supraśl spełnia wymagania stawiane uzdrowiskom; liczba dni z opadem wynosi w tej miejscowości 169 średnio w roku (tab. 13). W przebiegu rocznym najwięcej dni z opadem ma miejsce w okresie od listopada do marca oraz w maju.

Tabela 12

Średnie sumy miesięczne i roczne opadów (w mm), 1961-1970
Mean monthly and annual sums of precipitations (in mm), 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	37	38	36	55	69	65	54	71	48	44	62	39	618
Białystok	42	38	38	44	70	68	56	76	45	41	59	39	616
Sokółka	34	30	34	41	68	66	75	88	49	40	58	36	619
Supraśl	37	34	36	41	70	67	65	70	51	40	62	38	611

Tabela 13

Średnia liczba dni z opadem $\geq 0,1$ mm, 1961-1970
Average number of days with precipitation ≥ 0.1 mm daily, 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	16	16	15	13	15	12	12	12	12	12	19	18	172
Białystok	18	17	15	12	15	11	11	12	12	11	17	17	168
Sokółka	19	17	16	12	16	11	11	13	11	12	18	18	174
Supraśl	17	17	16	12	16	11	11	12	12	11	16	18	169

Przy planowaniu klimatoterapii i wypoczynku na wolnym powietrzu należy zwrócić uwagę na przypadki z opadem atmosferycznym trwającym przez cały dzień. Warunki takie uniemożliwiają przebywanie poza budynkami. Jako dzień z opadem całodziennym uważano taki, w którym opad trwał przez co najmniej 5 godzin i obejmował przy tym godziny od 10 do 15. Średnio w roku można w Supraślu oczekiwać około 25 takich dni (Warszawa 30). Najwięcej ich przypada na okres od listopada do lutego (tab. 14).

Tabela 14

Średnia liczba dni z opadem całodziennym, 1961-1970
Average number of all day's precipitation, 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	4,9	4,5	1,8	1,7	2,0	1,3	1,7	1,5	1,2	1,2	3,8	2,6	28,2
Sokółka	3,3	3,6	2,2	0,9	1,1	0,8	0,9	1,0	0,5	1,1	3,1	2,9	21,4

Z opadem atmosferycznym często związane są burze, które oddziałują na człowieka poprzez zmiany pola elektrycznego atmosfery podczas wyładowań atmosferycznych. Może to być przyczyną złego samopoczucia u wielu osób. W ciągu roku najwięcej dni z burzą występuje od maja do sierpnia (3-4 dni w miesiącu). Średnio w roku obserwuje się w Supraślu 15 dni z burzą, znacznie mniej niż w pobliskich miejscowościach (tab. 15).

Tabela 15

Średnia liczba dni z burzą, 1961-1970
Average number of days with thunderstorm, 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	.	.	.	1,6	5,9	5,0	4,9	4,4	1,9	.	.	.	23,7
Białystok	.	.	0,2	0,8	5,0	4,7	4,4	5,2	2,2	0,1	.	.	22,6
Sokółka	.	.	0,1	1,0	4,5	4,1	4,2	4,7	1,9	0,1	.	.	20,8
Supraśl	.	.	0,2	0,7	4,0	3,1	2,8	2,9	1,2	0,1	.	.	15,0

Dla potrzeb turystyki i wypoczynku zimą ważne jest określenie liczby dni z pokrywą śnieżną. Pokrywa śnieżna wytłumia hałas i silnie odbija promieniowanie słoneczne, przez co wzrasta udział czynnych biologicznie promieni nadfioletowych. Czynniki te korzystnie oddziałują na samopoczucie człowieka. W Supraślu pokrywa śnieżna zalega od listopada do kwietnia łącznie przez około 100 dni. W innych częściach Polski średnia roczna liczba dni z pokrywą śnieżną waha się od 60 na zachodzie do 80 w Warszawie. W okresie od grudnia do marca w rejonie Supraśla pokrywa śnieżna utrzymuje się przez 20-30 dni w miesiącu (tab. 16).

Tabela 16

Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną, 1961-1970

Average number of snow cover days, 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	28	26	21	3	.	.	.	.	.	.	3	23	104
Białystok	30	26	20	2	.	.	.	.	.	.	4	22	104
Sokółka	30	26	21	2	.	.	.	.	.	.	5	25	109
Supraśl	29	26	20	2	.	.	.	.	.	.	4	20	101

Pokrywa śnieżna o grubości powyżej 10 cm, wystarczająca do uprawiania turystyki narciarskiej (wycieczki, wędrowki, biegi płaskie), występuje w Supraślu przez ponad 50 dni w roku (Warszawa około 30). Klasyfikacja terenu dla narciarstwa nizinnego przyjmuje, że dla korzystania z różnych form nizinnej turystyki narciarskiej niezbędne jest występowanie w ciągu roku conajmniej 30 dni z pokrywą śnieżną o grubości > 10 cm (Łobożewicz 1979). Należy dodać, że czas trwania pokrywy śnieżnej o grubości > 20 cm, przydatnej dla uprawiania narciarstwa zjazdowego, wynosi w rejonie Supraśla około 30 dni w roku (Warszawa około 15).

Z bioklimatycznego punktu widzenia negatywnie oceniane są mgły. Sprzyjają one bowiem utrzymywaniu się zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w powietrzu, ograniczają dopływ bezpośredniego promieniowania słonecznego i pogarszają samopoczucie człowieka. W przebiegu rocznym mgły występują najczęściej jesienią; średnio w roku można na tym obszarze spodziewać się około 60 dni z mgłą (tab. 17). Zgodnie z istniejącymi normami liczba dni z mgłą w uzdrowiskach klimatycznych nie powinna przekraczać 50 - w okresie od października do marca - i 15 - od kwietnia do września. Sądząc na podstawie danych ze stacji sąsiednich Supraśl spełnia w tym zakresie wymagania stawiane uzdrowiskom.

Tabela 17

Średnia liczba dni z mgłą, 1961-1970
Average number of days with fog, 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	3,7	4,3	4,4	4,0	2,5	1,3	1,4	3,5	5,6	9,7	7,0	4,7	52,1
Białystok	8,0	8,0	3,2	3,5	1,9	0,9	1,1	2,3	4,6	10,5	8,9	8,0	60,9
Sokółka	3,4	4,3	5,2	3,9	2,0	0,1	1,1	2,3	4,3	9,9	7,2	3,5	47,2

Liczba dni z mgłą całodzienną, to znaczy trwającą przez co najmniej 5 godzin w ciągu dnia i obejmującą przy tym okres od godziny 10 do 15, jest największa w listopadzie. Średnio w roku można oczekiwać w Supraślu około 8 dni z mgłą całodzienną (tab. 18).

Tabela 18

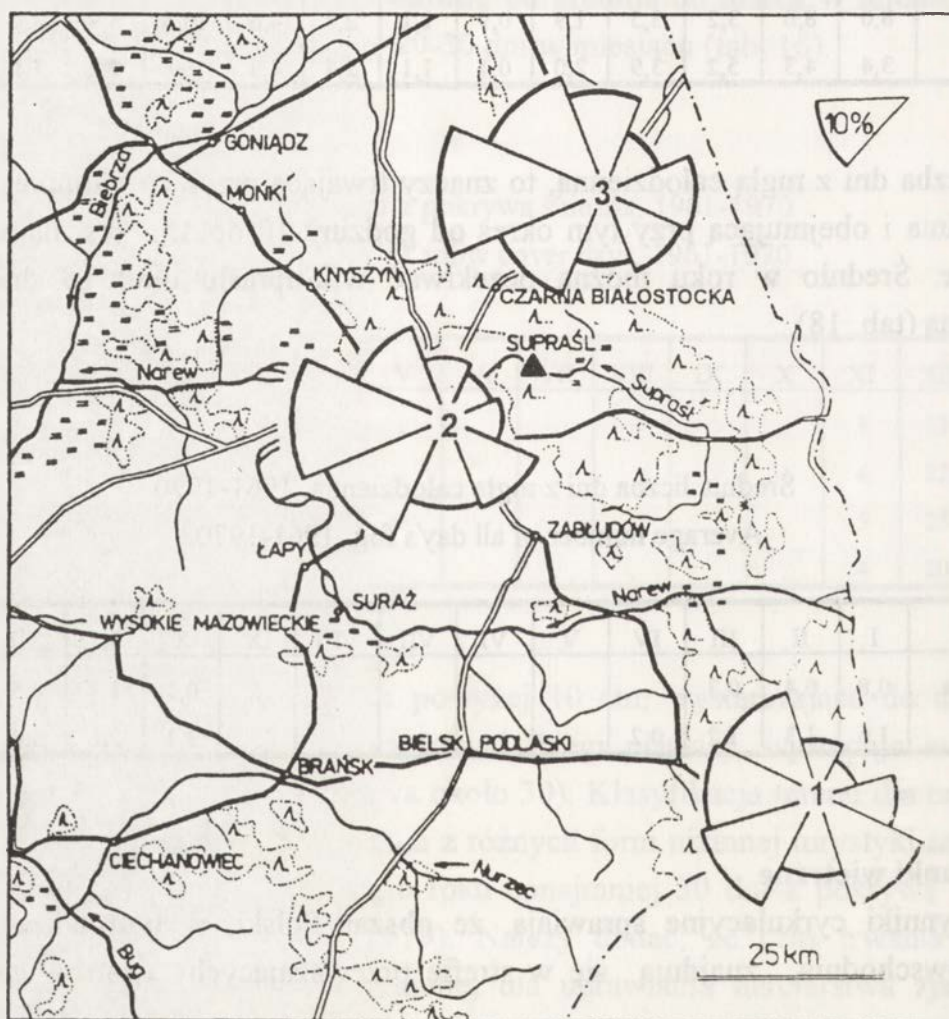
Średnia liczba dni z mgłą całodzienną, 1961-1970
Average number of all day's fog, 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	0,8	0,4	0,3	.	.	.	.	.	.	0,1	1,7	0,5	3,8
Sokółka	1,6	1,3	1,2	0,2	.	.	.	.	.	1,1	2,6	1,4	9,4

4.4. Warunki wietrzne

Czynniki cyrkulacyjne sprawiają, że obszar Polski, w tym także jej część północno-wschodnia, znajdują się w strefie przeważających wiatrów zachodnich (ryc. 5).

Ważna, z uwagi na oddziaływanie na organizm człowieka, jest prędkość wiatru. Wiatr jest czynnikiem wpływającym na odczuwalność cieplną człowieka. Na badanym obszarze największe prędkości wiatru występują, podobnie jak w całej Polsce, na przełomie zimy i wiosny oraz późną jesienią (tab. 19). Z punktu widzenia bioklimatologii ważne są wiatry silne o prędkości $> 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. W okolicy Supraśla dni z wiatrem silnym jest średnio 60 w roku, z maksimum w marcu i listopadzie, a minimum w miesiącach letnich.



- 1. Białowieża, cisze - 16,6% (calm)
- 2. Białystok cisze - 13,1% (calm)
- 3. Sokółka cisze - 3,8% (calm)

Ryc. 5. Częstość występowania kierunków wiatrów, 1951-1965;
 (dane Zakładu Klimatologii Instytutu Geografii Fizycznej WGiSR UW)
 Frequency of wind direction, 1951-1965

Średnia prędkość wiatru (w $m \cdot s^{-1}$) o godz. 13⁰⁰, 1961-1970Mean wind speed (in $m \cdot s^{-1}$) at 1 p.m., 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	3,7	4,5	5,4	4,7	4,1	4,1	4,0	4,1	4,3	4,0	4,3	3,2	4,2
Białystok	3,2	3,7	3,9	3,7	3,6	3,6	3,7	3,5	3,7	3,6	4,2	3,1	3,6
Sokołka	4,5	5,0	5,4	4,9	4,3	4,2	4,4	4,1	4,7	4,6	5,2	3,9	4,6

Silne wiatry w Polsce północno-wschodniej występujące w lecie (lipiec) są związane najczęściej z cyrkulacją północno-zachodnią i północno-wschodnią. Zimą (styczeń) znaczny udział ma także zachodnia cyrkulacja antycyklonalna (Paszyński, Niedźwiedź 1991).

4.5. Kompleksowe wskaźniki bioklimatyczne

Analizując warunki bioklimatyczne należy pamiętać, że na człowieka nie oddziałują pojedyncze elementy meteorologiczne, ale cały ich kompleks. Dlatego też w bioklimatologii stosuje się różnego rodzaju kompleksowe wskaźniki odczuwalności cieplnej oraz typologie pogody.

Jednym z podstawowych wskaźników bioklimatycznych jest wielkość ochładzająca powietrza (H). Określa ona straty ciepła z powierzchni ciała człowieka, następujące w wyniku oddziaływania temperatury powietrza i prędkości wiatru. Na jej podstawie można scharakteryzować odczuwalność cieplną osoby będącej w ruchu i ubranej stosownie do pory roku, a więc ocenić warunki dla uprawiania kinezyterapii (leczenia ruchem). Najkorzystniejsze są warunki komfortu, niekorzystnie natomiast wpływają na samopoczucie człowieka i mogą prowadzić do przegrzania lub przechłodzenia organizmu warunki dyskomfortu gorącego i dyskomfortu zimnego.

W okolicy Supraśla średnia roczna liczba dni komfortowych dla kinezyterapii i czynnego wypoczynku wynosi około 120, podczas gdy w innych częściach Polski nizinnej dni takich jest przeciętnie około 140 (Warszawa 127). Od maja do września można oczekiwać w Supraślu 15-20 dni w miesiącu z warunkami komfortowymi. Liczba dni z dyskomfortem gorącym jest niewielka i wynosi około 2 w roku (Warszawa 5), natomiast dni z dyskomfortem zimnym jest na badanym obszarze około 120 w roku, co jest liczbą znacznie wyższą niż w innych częściach Polski środkowej i północnej (75-100 dni w roku). Najwięcej dni z dyskomfortem zimnym przypada na styczeń i luty - po około 20 w miesiącu - (tab. 20).

Tabela 20

Średnia liczba dni z różnymi waunkami odczuwalnymi o godz. 13⁰⁰, 1961-1970

Average number of days with different thermal sensations at 1 p.m., 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Liczba dni komfortowych ($H = 420,1-840,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$)													
Białowieża	2,7	3,0	3,4	10,3	19,3	16,7	17,5	18,8	18,6	14,2	6,0	3,9	134,4
Sokółka	2,4	1,6	1,9	8,2	18,2	17,3	17,8	16,0	16,1	10,7	4,3	2,6	117,1
Liczba dni z dyskomfortem gorącym ($H \leq 210,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$)													
Białowieża	.	.	.	.	.	0,7	0,8	0,9	.	.	.	.	2,4
Sokółka	.	.	.	.	0,1	0,6	0,7	0,9	0,1	.	.	.	2,4
Liczba dni z dyskomfortem zimnym ($H \geq 1260,1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$)													
Białowieża	15,3	16,7	16,7	6,3	1,7	0,5	0,1	0,2	1,2	4,1	11,4	13,7	87,9
Sokółka	22,2	21,0	21,5	7,3	2,0	0,8	0,2	0,4	1,2	6,6	15,8	21,2	120,2

Przy wysokich wartościach temperatury i wilgotności powietrza występują niekorzystne dla człowieka stany parności. Ich niekorzystne oddziaływanie na układ oddechowy i układ krążenia nasila się w miarę przedłużania się okresu ich występowania. Stan parności występuje wtedy, gdy ciśnienie pary wodnej przekracza 18,8 hPa. Na badanym obszarze stany parności występują głównie latem średnio przez 3-6 dni w miesiącu (tab. 21).

Tabela 21

Średnia liczba dni parnych, 1961-1970

Average number of sultry days, 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Białowieża	0,4	3,0	5,6	4,6	0,4	.	.	.	14,0
Białystok	0,4	3,5	6,6	5,6	1,4	0,1	.	.	17,6
Sokółka	3,4	5,0	4,6	0,9	.	.	.	13,9

Uwzględniając łączny wpływ na organizm temperatury i wilgotności powietrza, prędkości wiatru i całkowitego promieniowania słonecznego można wyznaczyć inny wskaźnik kompleksowy, tzw. temperaturę radiacyjno-efektywną (TRE). Temperatura ta jest wskaźnikiem odczuwalności cieplnej człowieka stojącego, ubranego w zwykłą

odzież letnią. Jest ona stosowana do charakterystyki warunków bioklimatycznych z punktu widzenia helioterapii i aeroterapii (terapii powietrznej) oraz biernego wypoczynku (K r a w c z y k 1991). Średnia roczna wartość temperatury radiacyjno-efektywnej w okolicy Supraśla wynosi około 4°C i jest wyższa o około 2°C aniżeli w okolicy Suwałk, a niższa o około 2°C w porównaniu z pozostałymi obszarami nizinnymi Polski. Najwyższa TRE jest obserwowana w lipcu, a najniższa - w styczniu. Średnia temperatura radiacyjno-efektywna przyjmuje wartości dodatnie w okresie od kwietnia do października (tab. 22).

Tabela 22

Średnia temperatura radiacyjno-efektywna (w °C) o godz. 13⁰⁰, 1961-1970

Mean effective-radiative temperature (in °C) at 1 p.m., 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Ro k
Białowieża	-15,0	-13,3	-5,7	7,1	13,5	18,7	19,6	18,5	14,4	6,8	-5,2	-11,8	4,0
Białystok	-14,7	-12,4	-4,1	6,8	13,1	18,2	18,9	17,9	14,2	5,9	-5,0	-13,0	3,8

Do charakterystyki warunków bioklimatycznych okresu zimowego (listopad-marzec) stosuje się wskaźnik ostrości klimatu Bodmana, uwzględniający temperaturę powietrza i prędkość wiatru. W obrębie nizinnego obszaru kraju wartości tego wskaźnika są najniższe w Polsce północno-wschodniej, a panujące tam podczas zim warunki klimatu odczuwalnego można sklasyfikować jako umiarkowanie ostre.

4.6. Ocena warunków pogodowych

Według badań częstości występowania różnych typów pogody - wyróżnionych przez A. Wosia (1993) na podstawie temperatury powietrza, zachmurzenia i opadów - Supraśl leży w regionie Mazursko-Podlaskim. W porównaniu z innymi regionami kraju występuje tu największa częstość pogód najmroźniejszych, tzn. dni z pogodą bardzo mroźną i dość mroźną. Obserwuje się tu także maksymalne na obszarze kraju liczby dni z pogodą przymrozkową. Stosunkowo rzadko pojawiają się natomiast w rejonie Supraśla dni z pogodą chłodną i pochmurną (bez opadu i z opadem) oraz dni z pogodą umiarkowanie ciepłą, słoneczną, bez opadu.

Do analizy kompleksowego wpływu warunków meteorologicznych na organizm ludzki stosuje się bioklimatyczne klasyfikacje pogody. W opracowaniu wykorzystano

klasyfikację pogody opracowaną w Zakładzie Klimatologii IGiPZ PAN (Błażejczyk 1983, 1992).

Za główny element różnicujący warunki pogodowe klasyfikacja ta przyjmuje odczuwalność cieplną człowieka. Do oceny odczuwalności cieplnej zastosowano wielkość ochładzającą powietrza i wydzielono na tej podstawie 6 głównych typów pogody: gorącą, ciepłą, komfortową, chłodną, zimną i bardzo zimną.

W każdym z typów pogody określono jej klasy na podstawie występowania następujących, aktywnych biologicznie zjawisk i elementów meteorologicznych:

- zachmurzenia - w trzech przedziałach wartości: $\leq 50\%$, 51-80% i $\geq 81\%$,
- czasu trwania opadu - w trzech klasach: dzień bez opadu, dzień z opadem krótkotrwałym, dzień z opadem całodziennym,
- czasu trwania mgły - w trzech klasach: dzień bez mgły, dzień z mgłą poranną lub/i wieczorną, dzień z mgłą całodzienną,
- występowania lub nie występowania stanów parności.

Pojedyncze klasy pogody zostały pogrupowane w zależności od ich przydatności dla potrzeb klimatoterapii uzdrowiskowej, rekreacji i pracy na wolnym powietrzu. Wyodrębniono 5 grup pogody:

- 1 - bardzo przydatnej, podczas której można bez ograniczeń korzystać ze wszystkich form klimatoterapii: kąpiele słoneczne (helioterapia), kąpiele powietrzne (aeroterapia), terapia ruchowa (kinezyterapia) oraz rekreacji, a także bez przeszkód pracować na wolnym powietrzu,
- 2 - przydatnej, podczas której można korzystać jedynie z wybranych form klimatoterapii i rekreacji (kąpiele powietrzne, terapia ruchowa) oraz bezpiecznie pracować na wolnym powietrzu,
- 3 - mało przydatnej, podczas której można korzystać wyłącznie z terapii ruchowej i intensywnych form rekreacji oraz bez większych zagrożeń wykonywać pracę na wolnym powietrzu,
- 4 - obojętnej, podczas której przebywanie na wolnym powietrzu nie oddziałuje pozytywnie na organizm, ale nie wywołuje reakcji szkodliwych lub niebezpiecznych dla zdrowia,
- 5 - nieprzydatnej, podczas której przebywanie na wolnym powietrzu może powodować zagrożenia dla zdrowia człowieka.

Analizę warunków pogodowych przeprowadzono dla dwóch stacji meteorologicznych położonych w pobliżu Supraśla: Sokółki i Białowieży. Stacja w Białowieży położona jest w podobnych jak Supraśl warunkach fizjograficznych (rozległa polana śródleśna), podczas gdy stacja w Sokółce reprezentuje warunki pogodowe rozległej, odkrytej, wyniesionej równiny (tab. 23).

Tabela 23

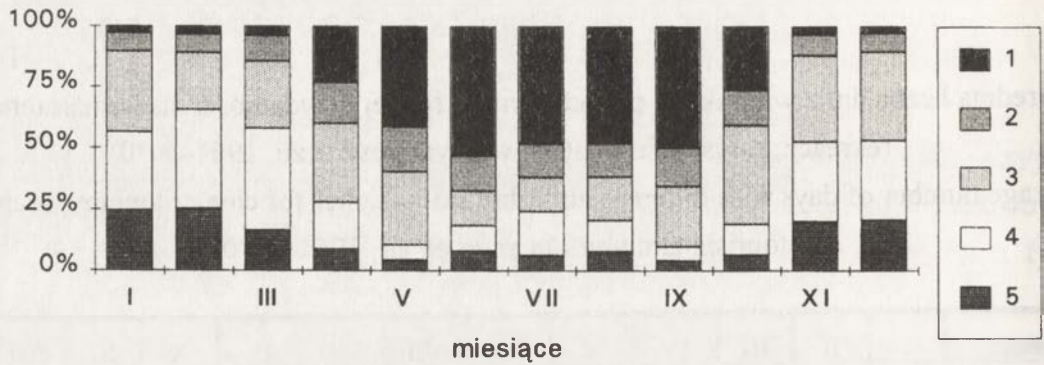
Średnia liczba dni z warunkami pogodowymi o różnej przydatności dla klimatoterapii, rekreacji, turystyki i pracy na wolnym powietrzu, 1961-1970

Average number of days with different usefulness of weather for climatotherapy, recreation, tourism and work in an open air, 1961-1970

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Warunki pogodowe bardzo przydatne													
Białowieża	0,9	1,0	1,2	6,9	12,8	15,9	15,0	14,9	15,0	8,1	1,0	0,9	93,6
Sokołka	0,7	0,3	1,3	6,3	13,0	16,0	16,5	14,6	13,7	5,9	1,4	0,6	90,3
Warunki pogodowe nieprzydatne													
Białowieża	7,6	7,1	5,1	2,6	1,3	2,4	1,9	2,4	1,2	2,0	6,0	6,4	46,0
Sokołka	8,4	8,5	4,2	1,2	1,1	1,3	1,2	1,4	0,6	2,2	5,9	5,5	41,5

Porównując przydatność pogody dla klimatoterapii i rekreacji w Białowieży i w Sokółce można stwierdzić, że na polanie śródleśnej liczba dni z pogodą bardzo przydatną jest średnio w roku nieco większa niż w terenie otwartym - odpowiednio 94 i 90 dni (Warszawa 102). Przewaga dni z pogodą bardzo przydatną zaznacza się szczególnie jesienią. Pogoda nieprzydatna jest obserwowana średnio przez około 43 dni w roku (Warszawa 35). Wiosną i latem należy w rejonie Supraśla częściej niż w Sokółce oczekiwać pojawiania się pogody nieprzydatnej bioklimatologicznie (ryc. 6 i 7).

Jest to spowodowane zmniejszeniem prędkości wiatru i niewielkim podwyższeniem wilgotności powietrza na polanach śródleśnych. Przy wysokiej temperaturze powietrza powoduje to stosunkowo częste występowanie niekorzystnych stanów parności. W Supraślu liczba dni niekorzystnych latem może być mniejsza niż w Białowieży, a to z uwagi na większe rozmiary polany, na której położone jest miasto. Jedynie w dnie doliny rzecznej - w związku z jej głębokim wcięciem i osłonięciem od wiatru przez okoliczne wzniesienia i lasy - niekorzystne, parne warunki pogodowe mogą pojawiać się częściej.

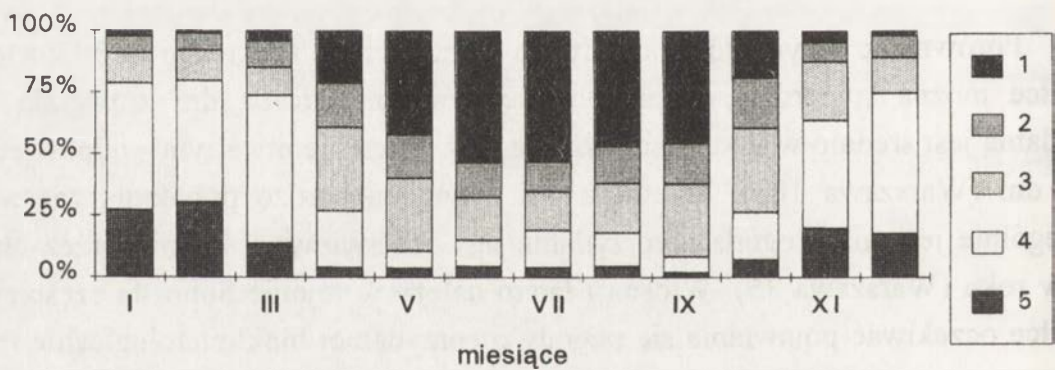


Ryc. 6. Białowieża - częstość występowania warunków pogodowych o różnej przydatności dla klimatoterapii i rekreacji:

1 - bardzo przydatne, 2 - przydatne, 3 - mało przydatne, 4 - obojętne, 5 - nieprzydatne

Białowieża - frequency of weather conditions favourable for climatotherapy and recreation:

1 - very favourable, 2 - favourable, 3 - slightly favourable, 4 - neutral, 5 - unfavourable



Ryc. 7. Sokółka - częstość występowania warunków pogodowych o różnej przydatności dla klimatoterapii i rekreacji (objaśnienia na ryc. 6)

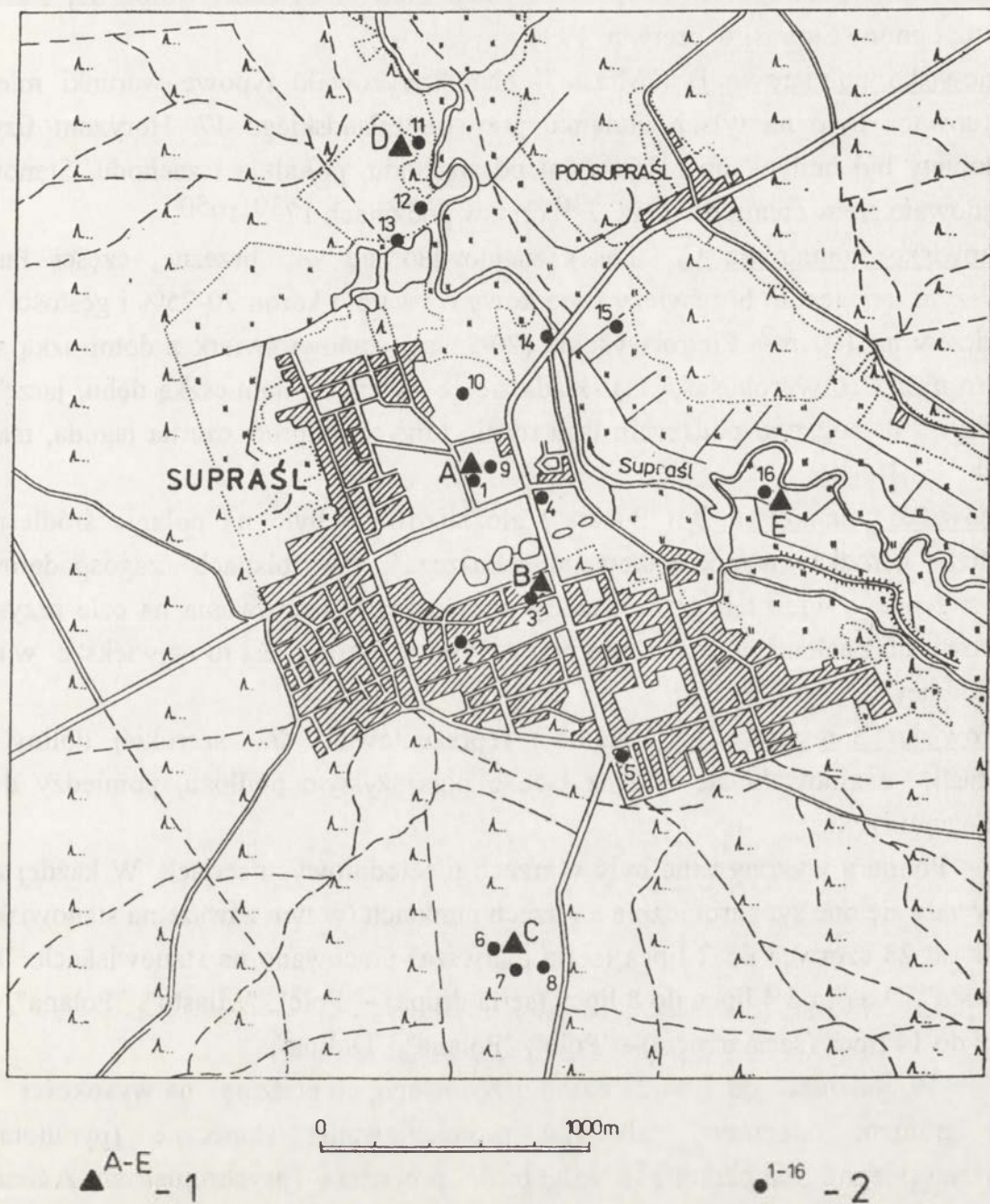
Sokółka - frequency of weather conditions favourable for climatotherapy and recreation: (explanations on Fig. 6)

5. Rozkład przestrzenny głównych elementów meteorologicznych

5.1. Charakterystyka stanowisk pomiarowych

W czasie badań terenowych w czerwcu i w lipcu 1994 r. pomiary wszystkich elementów meteorologicznych i wskaźników bioklimatycznych wykonywane były na 5 stanowiskach, a pomiary temperatur ekstremalnych w 16 punktach badanego terenu (ryc. 8, tab. 24).

Stanowiska, na których prowadzony był pełny zakres pomiarów zlokalizowano w następujących miejscach Supraśla:



Ryc. 8. Rozmieszczenie stanowisk pomiarowych IGiPZ PAN

1- stanowiska pomiarów biotopoklimatycznych, 2 - punkty pomiarowe temperatur ekstremalnych

Location of measurements sites of IGiPZ PAN

1- sites of biotopoclimatic measurements, 2 - sites of measurements of maximum and minimum air temperature

Stanowisko pomiarowe A ("Pole"), traktowane w dalszej części opracowania jako punkt odniesienia, usytuowane było na terenie otwartym na lekko nachylonym zboczu o ekspozycji południowej, w pobliżu stacji meteorologicznej, założonej staraniem miasta i gminy Supraśl w czerwcu 1994 r.

Stanowisko pomiarowe B ("Miasto") charakteryzowało typowe warunki miejskie; usytuowane było na tyłach budynku przy ul. Piłsudskiego 17. Horyzont fizyczny zasłonięty był budynkami i drzewami od wschodu, południa i zachodu. Stanowisko znajdowało się w cieniu do godz. 7³⁰ oraz w godzinach 17³⁰-19⁵⁰.

Stanowisko pomiarowe C ("Las") znajdowało się w brzeżnej części Puszczy Knyszyńskiej. Jest to bór świeży świerkowy o zwarcie koron 70-75% i gęstości około 40 drzew na 100 m². Piętro wysokie (20-25 m) stanowi świerk z domieszką sosny. Piętro niższe (o wysokości 5 m) składa się ze świerka z domieszką dębu, jarzębiny i brzozy. W bogatym podszyciu lasu rośnie turzyca, paproć, czarna jagoda, malina i mech.

Stanowisko pomiarowe D ("Polana") zlokalizowane było na polanie śródleśnej w pobliżu ośrodka wypoczynkowego "Puszcza". W planach zagospodarowania przestrzennego teren ten przeznaczony jest do zagospodarowania na cele przyszłego uzdrowiska. Zasłonięcie horyzontu przez wysokie drzewa jest tu największe w części zachodniej.

Stanowisko pomiarowe E ("Dolina") reprezentowało dno szerokiej doliny rzeki Supraśli; znajdowało się ono na łące o piaszczystym podłożu, pomiędzy dwoma ramionami rzeki.

Pomiary wykonywane były w trzech pięciodniowych seriach. W każdej z nich odbywały się one synchronicznie na trzech punktach (w tym zawsze na stanowisku A). I tak: od 28 czerwca do 2 lipca (seria pierwsza) pracowano na stanowiskach: "Pole", "Miasto", "Las", od 4 lipca do 8 lipca (seria druga) - "Pole", "Miasto", "Polana", od 10 lipca do 14 lipca (seria trzecia) - "Pole", "Polana", "Dolina".

W godzinach od 7 do 21 czasu urzędowego, co godzinę, na wysokości 1,5 m nad gruntem mierzono: całkowite promieniowanie słoneczne (pyranometrem Janiszewskiego), temperaturę i wilgotność powietrza (psychrometrem Assmanna), prędkość wiatru (anemometrem Robinsona). Używano również przyrządu analogowego w kształcie metalowego cylindra, którego temperatura wnętrza jest wskaźnikiem obciążenia cieplnego człowieka. W każdej serii wykonano 75 cogodzinnych pomiarów wyżej wymienionych elementów meteorologicznych i wskaźników bioklimatycznych.

Mierzono także temperaturę skóry człowieka w 5 punktach ciała (dłoń, czoło, klatka piersiowa, udo, łydka). Obserwatorzy ubrani byli w odzież o izolacji termicznej

1 clo. Przeprowadzone w trakcie badań pomiary porównawcze temperatury skóry wszystkich obserwatorów przebywających w jednakowym ubraniu w identycznych warunkach otoczenia gwarantowały porównywalność uzyskanych wyników.

Tabela 24

Punkty pomiarowe temperatur ekstremalnych
Measurement sites of maximum and minimum air temperature

Lp.	Położenie punktu	Wysokość (m n.p.m.)
1	Teren otwarty - lekko nachylone zbocze o ekspozycji południowej	137
2	Obszar zabudowany - część górna miasta	140
3	Obszar zabudowany - część dolna miasta	128
4	Obniżenie terenu na południe od zespołu klasztornego	128
5	Zabudowa miejska na skraju lasu	145
6	Bór świeży z dużym zwarcie koron	155
7	Młode nasadzenia leśne w obrębie boru świeżego	155
8	Bór świeży z małym zwarcie koron	155
9	Zbocze o ekspozycji wschodniej	135
10	Zbocze o ekspozycji północnej	138
11	Polana leśna obok ośrodka MSW "Puszcza"	136
12	Wysoki taras Brzozówki o ekspozycji południowej	130
13	Grobla przy stawach w dolinie Brzozówki	128
14	Dolina Supraśli - taras nadzalewowy	125
15	Dolina Supraśli - taras zalewowy o podłożu torfowym	123
16	Dolina Supraśli - taras zalewowy o podłożu piaszczystym	123

Pogodę w czasie badań terenowych kształtował wyż atmosferyczny z centrum nad Skandynawią i Bałtykiem. Charakteryzowała się ona małym zachmurzeniem szczególnie w godzinach porannych oraz popołudniowych i wieczornych, w godzinach okołopołudniowych obserwowano rozwój chmur kłębiastych. Temperatura powietrza nie przekraczała 25°C w pierwszej połowie okresu pomiarowego, zaś w drugiej - była znacznie wyższa i dochodziła nawet do 31°C. Przelotne opady typu burzowego wystąpiły dwukrotnie: 30 czerwca i 8 lipca.

W pomiarach terenowych poza pracownikami Zakładu Klimatologii I GiPZ PAN (K. Błażejczyk, B. Krawczyk, P. Rojan, J. Skoczek) brali również udział stażyści z Zakładu Klimatologii Instytutu Geografii UJ w Krakowie: mgr Katarzyna Piotrowicz i

mgr Robert Twardosz oraz mgr Alena Dąbrowska - pracownik naukowy Katedry Ekologii Człowieka WSWF w Poznaniu.

5.2. Promieniowanie słoneczne

Energia słoneczna oddziałuje na organizm człowieka w sposób bezpośredni i wszechstronny, wywołując wiele korzystnych reakcji fotochemicznych, termicznych, bakteriobójczych. Widzialne części widma słonecznego decydują o psychicznym odczuwaniu pogody.

Istotne z punktu widzenia bioklimatologii jest promieniowanie całkowite. Jak wynika z danych uzyskanych w drugiej i trzeciej serii pomiarowej (tab. 25) większe średnie wartości natężenia promieniowania całkowitego zanotowano na polanie śródlęsnej (stanowisko D) niż w terenie otwartym (stanowisko A). Taki wynik spowodowany był specyficznym typem zachmurzenia występującym w czasie badań terenowych. Było to przeważnie zachmurzenie typu konwekcyjnego, które sprawiało, że na niewielkim obszarze objętym badaniami, w tym samym terminie obserwacyjnym występowały istotne różnice w dopływie do powierzchni czynnej promieniowania całkowitego, przede wszystkim zaś - bezpośredniego (ryc. 9c). Zaobserwowane różnice zależały natomiast od stopnia zachmurzenia. Większe różnice zanotowano w drugiej serii pomiarowej, charakteryzującej się znacznie większym zachmurzeniem niż seria trzecia.

Na ograniczenie dopływu całkowitego promieniowania słonecznego na obszarze miasta wpływa zasłonięcie horyzontu przez budynki i drzewa, a także zanieczyszczenie przygruntowej warstwy powietrza. Pomiary wykazały, że w okresie letnim miasto (stanowisko B) otrzymuje około 80% energii słonecznej w stosunku do terenu otwartego.

Natomiast natężenie promieniowania całkowitego w dnie doliny rzeki Supraśli (stanowisko E) było o około 15% mniejsze niż w terenie otwartym w pobliżu stacji meteorologicznej i na polanie śródlęsnej. Osłabienie dopływu promieniowania słonecznego było tu spowodowane większą zawartością pary wodnej w powietrzu niż w terenie otwartym i na polanie.

Najniższe na badanym terenie wartości natężenia promieniowania słonecznego zaobserwowano wewnątrz boru świerkowego świeżego, w warstwie podokapowej (stanowisko C). Tutaj do podłoża docierało tylko 26% energii słonecznej, w porównaniu z terenem otwartym, i 32% - w odniesieniu do miasta.

Dzienne przebiegi natężenia promieniowania całkowitego w wybranych dniach (ryc. 9 a,b,c) ilustrują charakterystyczne cechy warunków solarnych panujących na badanym terenie. Największe różnice w natężeniu promieniowania całkowitego

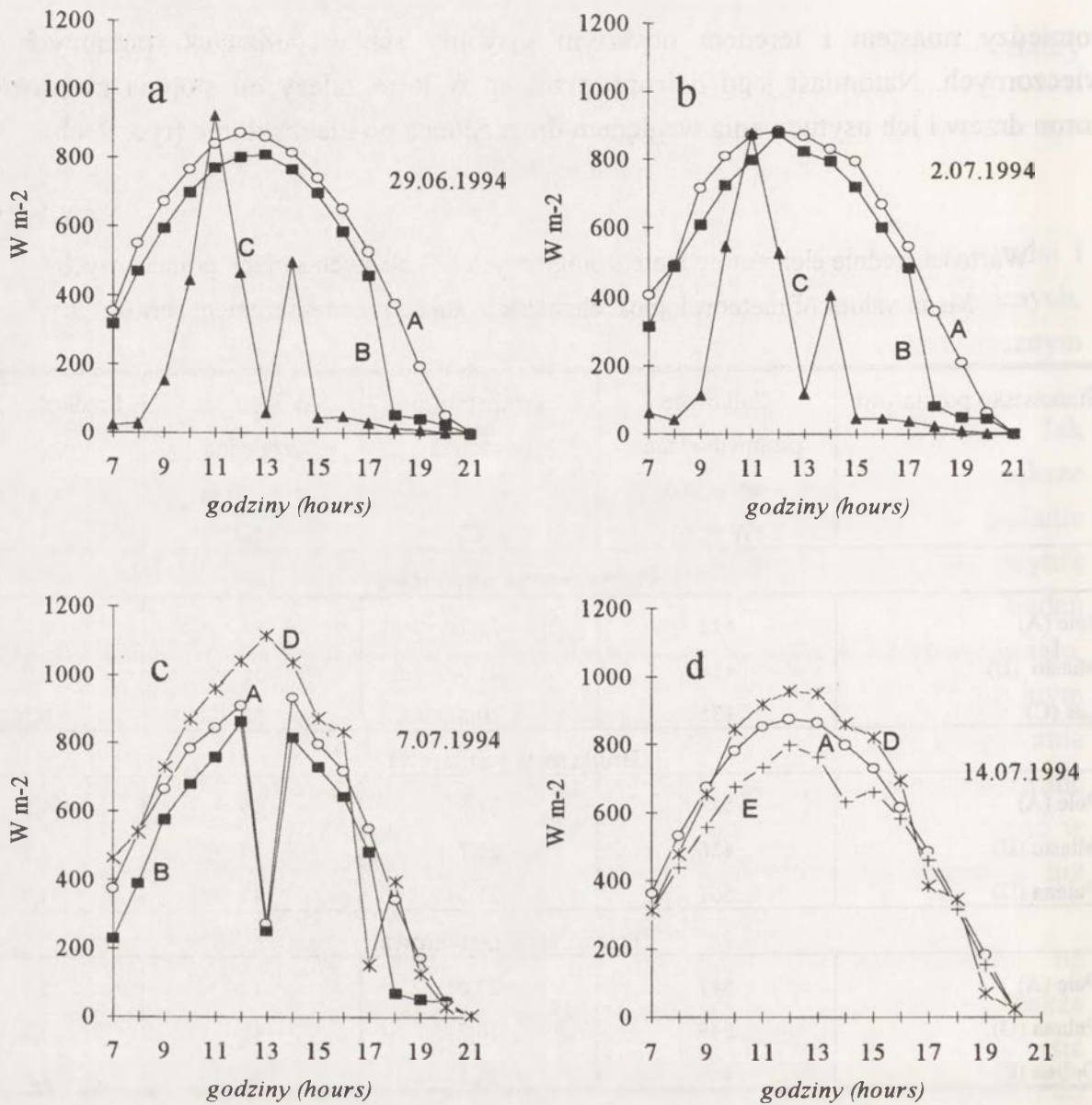
między miastem i terenem otwartym ujawniły się w godzinach porannych i wieczornych. Natomiast jego dzienny przebieg w lesie zależy od stopnia zwartości koron drzew i ich usytuowania względem drogi Słońca po nieboskłonie (ryc. 9 a,b).

Tabela 25

Wartości średnie elementów meteorologicznych w kolejnych seriach pomiarowych
Mean values of meteorological elements in successive measurement series

Stanowisko pomiarowe	Całkowite promieniowanie słoneczne ($W m^{-2}$)	Temperatura powietrza ($^{\circ}C$)	Wilgotność względna powietrza (%)	Prędkość wiatru ($m s^{-1}$)
Pierwsza seria pomiarowa				
Pole (A)	511	21,7	54	2,0
Miasto (B)	428	21,3	56	1,9
Las (C)	135	20,2	60	0,5
Druga seria pomiarowa				
Pole (A)	523	21,5	45	1,5
Miasto (B)	426	21,1	47	1,3
Polana (D)	561	21,3	47	1,3
Trzecia seria pomiarowa				
Pole (A)	547	27,0	42	1,5
Polana (D)	549	26,7	42	1,3
Dolina (E)	468	26,1	47	2,2

Na podstawie przedstawionych wyników badań można stwierdzić, że tereny przewidziane pod przyszłą zabudowę uzdrowiskową w Supraślu (stanowisko A) mają najlepsze warunki solarne.



Ryc. 9. Przebieg dzienny całkowitego promieniowania słonecznego w wybranych dniach;

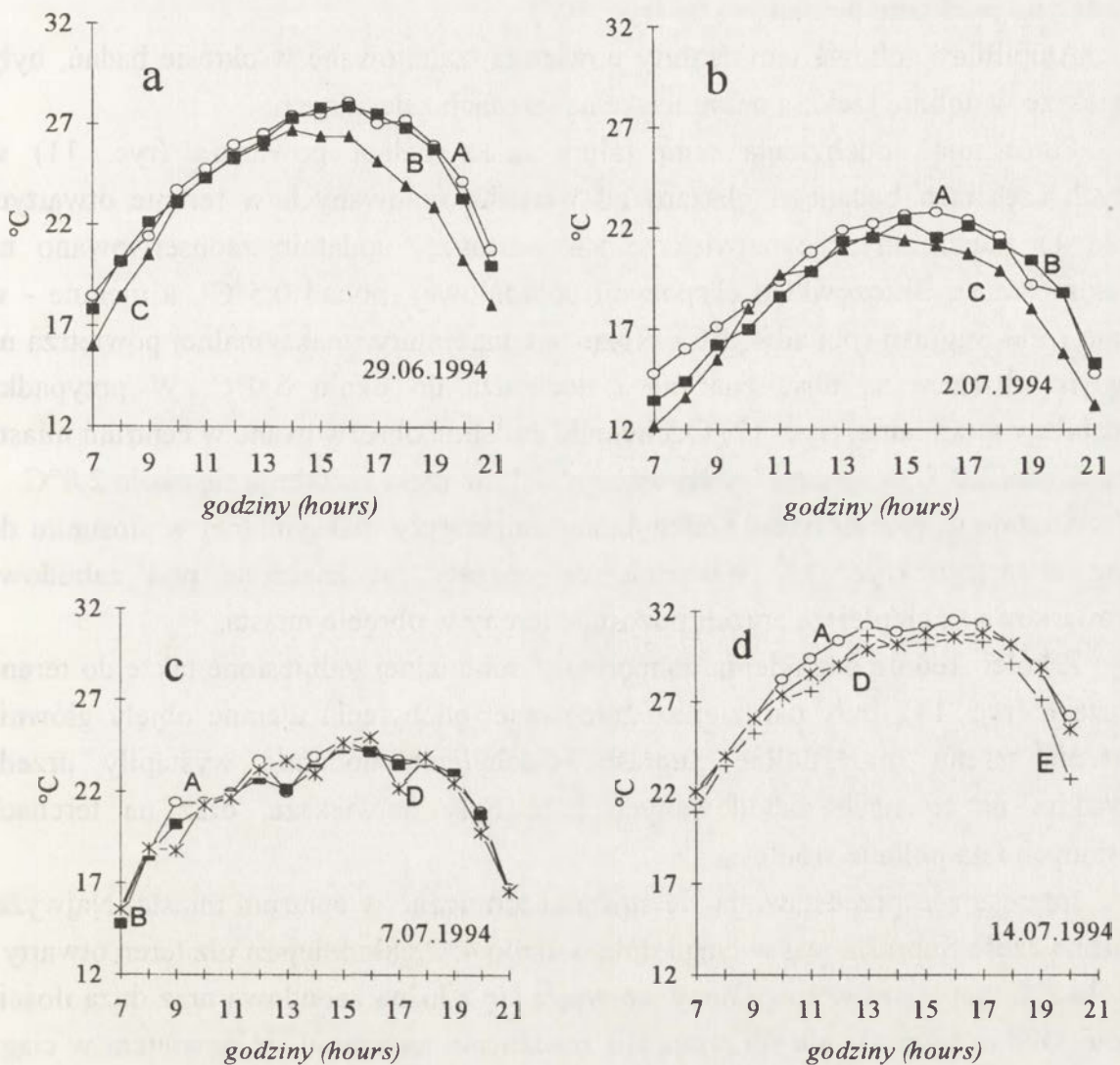
A-E - stanowiska pomiarowe: A - Pole, B - Miasto, C - Las, D - Polana, E - Dolina

Daily course of global solar radiation in selected days;

A-E - measurement sites: A - Open area, B - Town, C - Forest, D - Glade, E - Valley bottom

5.3. Temperatura powietrza

Największe zróżnicowanie temperatury powietrza, jako następstwo niejednolitego podłoża, ma miejsce przy pogodzie typu insolacyjno-radiacyjnego, kiedy skutek małego i umiarkowanego zachmurzenia typu konwekcyjnego oraz słabej turbulencji dynamicznej (średnia prędkość wiatru wahała się od 1 do 2 m s⁻¹) dochodzi do silnego nagrzania powietrza w ciągu dnia i znacznego ochłodzenia w nocy. Taki typ pogody przeważał w czasie badań terenowych w Supraślu.



Ryc. 10. Przebieg dzienny temperatury powietrza; A-E - stanowiska pomiarowe
Daily course of air temperature; A-E - measurement sites

Polana śródleśna oraz tereny o ekspozycji południowej w obrębie miasta (stanowiska A i D) wyróżniają się w stosunku do otoczenia wyższą temperaturą powietrza (tab. 25, ryc. 10 a,b,c). Wyraźnie niższą temperaturę powietrza obserwowano natomiast na terenach zalesionych oraz na tarasie zalewowym rzeki Supraśli (stanowiska C i E).

Stosunkowo niska temperatura powietrza obserwowana rano w dolinie rzeki (stanowisko E) wskazuje na gromadzenie się tam chłodnego powietrza. Spływ chłodnego powietrza rozpoczyna się już w godzinach wieczornych i zaznacza się o godzinie 21 wyraźnie niższą temperaturą powietrza na stanowisku E w porównaniu z pozostałymi punktami pomiarowymi (ryc. 10d).

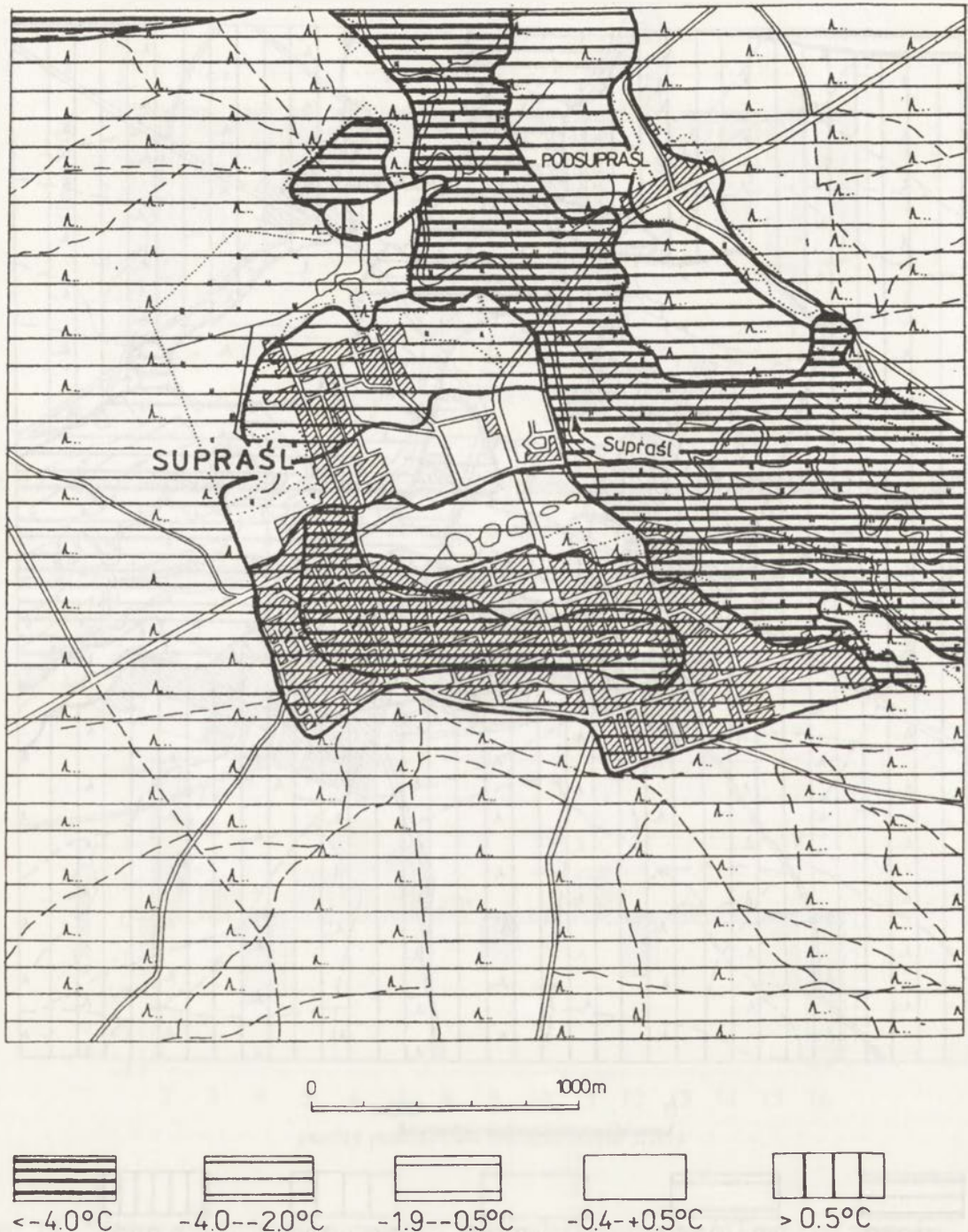
Amplitudy dobowe temperatury powietrza, zanotowane w okresie badań, były największe w dolinie rzeki, a najmniejsze na terenach zalesionych.

Porównując odchylenia temperatury maksymalnej powietrza (ryc. 11) w różnych częściach badanego obszaru od wartości notowanych w terenie otwartym (punkt 1) zauważamy, że największe ich wartości dodatnie zaobserwowano na wysokim tarasie Brzozówki o ekspozycji południowej (ponad $0,5^{\circ}\text{C}$), a ujemne - w dolinie rzeki Supraśli (ponad $4,0^{\circ}\text{C}$). Różnice temperatury maksymalnej powietrza na badanym obszarze są dość znaczne i dochodzą do około $5,0^{\circ}\text{C}$. W przypadku temperatury minimalnej (ryc. 12) odchylenia dodatnie obserwowane w centrum miasta przekraczają $2,0^{\circ}\text{C}$, a ujemne występujące w dolinie rzeki kształtują się około $2,0^{\circ}\text{C}$.

Średnie (z okresu badań) odchylenia temperatury maksymalnej w stosunku do terenu otwartego (ryc. 13) wskazują, że obszary przeznaczone pod zabudowę uzdrowską są cieplejsze aniżeli pozostałe tereny w obrębie miasta.

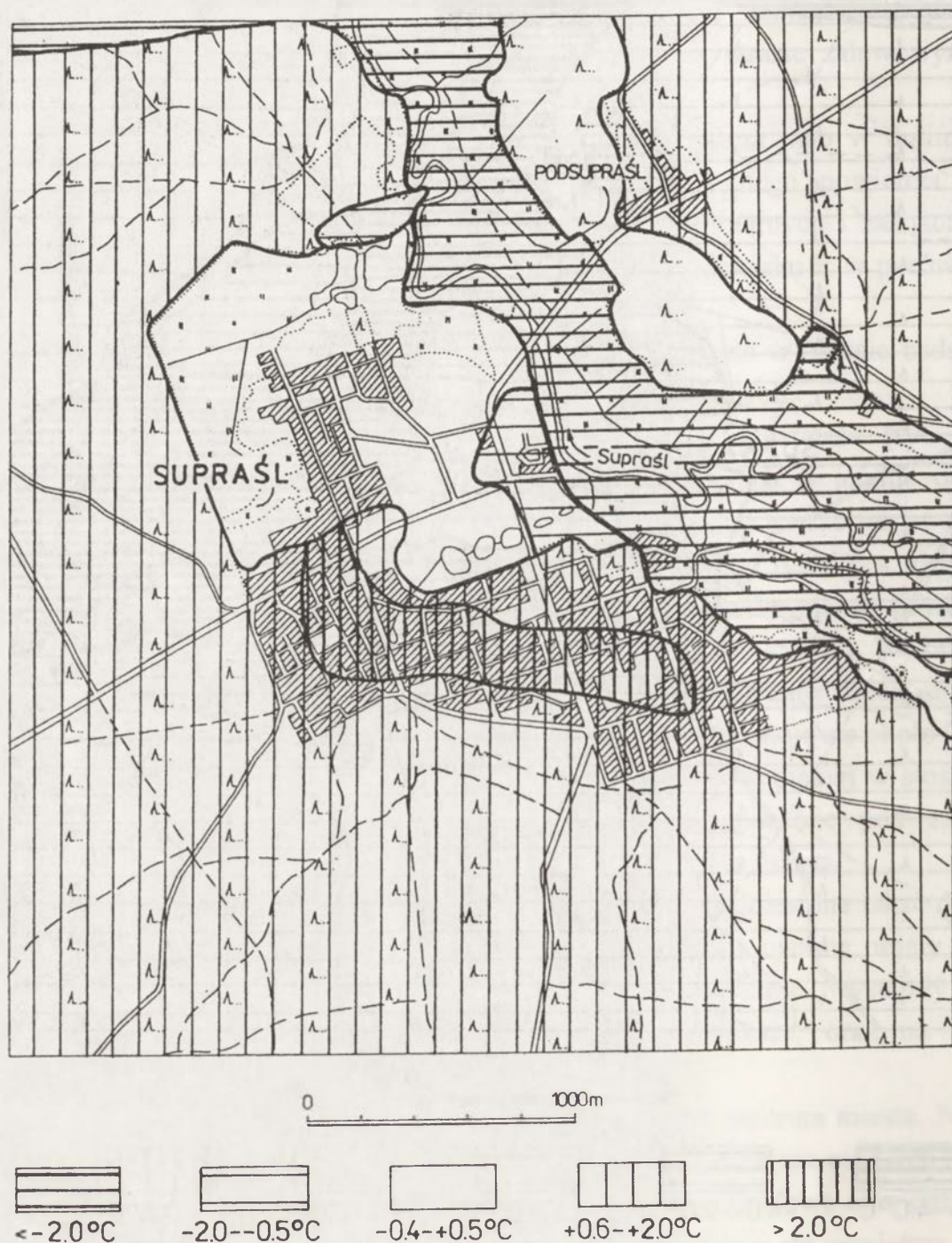
Z kolei średnie odchylenia temperatury minimalnej, odniesione także do terenu otwartego (ryc. 14), były bardziej zróżnicowane; odchylenia ujemne objęły głównie obniżenia terenu oraz dolinę Supraśli. Odchylenia dodatnie wystąpiły przede wszystkim na terenach zabudowanych i tu były największe, oraz na terenach zalesionych i na polanie śródleśnej.

Interesująco przedstawiają się stosunki termiczne w centrum miasta. Najwyżej położona część Supraśla jest w ciągu dnia o około 4°C chłodniejsza niż teren otwarty i o około 2°C cieplejsza w ciągu nocy, co wiąże się z luźną zabudową oraz dużą ilością zieleni. Oba te czynniki nie sprzyjają ani znacznemu nagrzaniu się powietrza w ciągu dnia, ani jego ochłodzeniu w ciągu nocy.

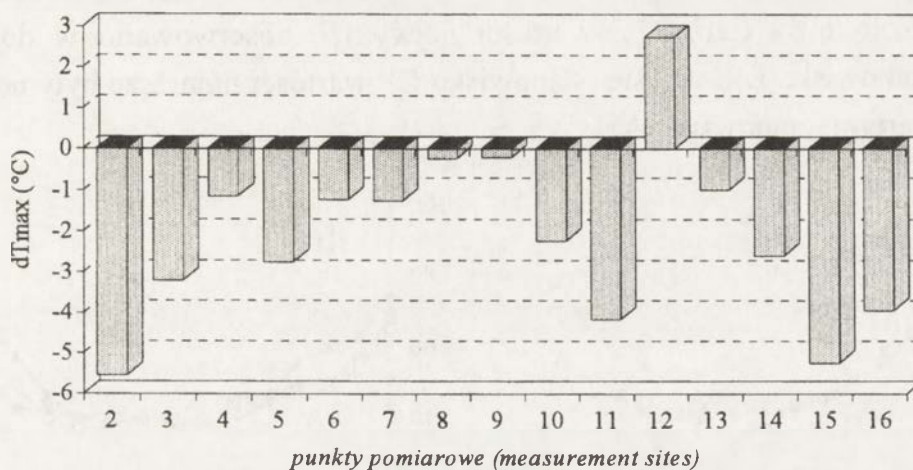


Ryc. 11. Średnie odchylenia temperatury maksymalnej powietrza
od obserwowanej w punkcie 1

Mean deviations of maximum air temperature (from the values observed at site 1)

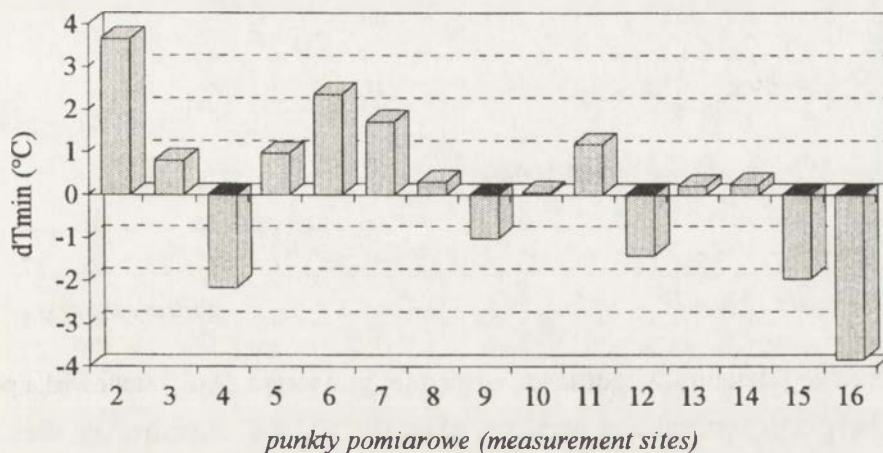


Ryc. 12. Średnie odchylenia temperatury minimalnej powietrza od obserwowanej w punkcie 1
 Mean deviations of minimum air temperature (from the values observed at site 1)



Ryc. 13. Średnie odchylenia temperatury maksymalnej powietrza (dT_{max}) od wartości zmierzonej w punkcie 1

Mean deviations of maximum air temperature (dT_{max}) from the values observed at site 1

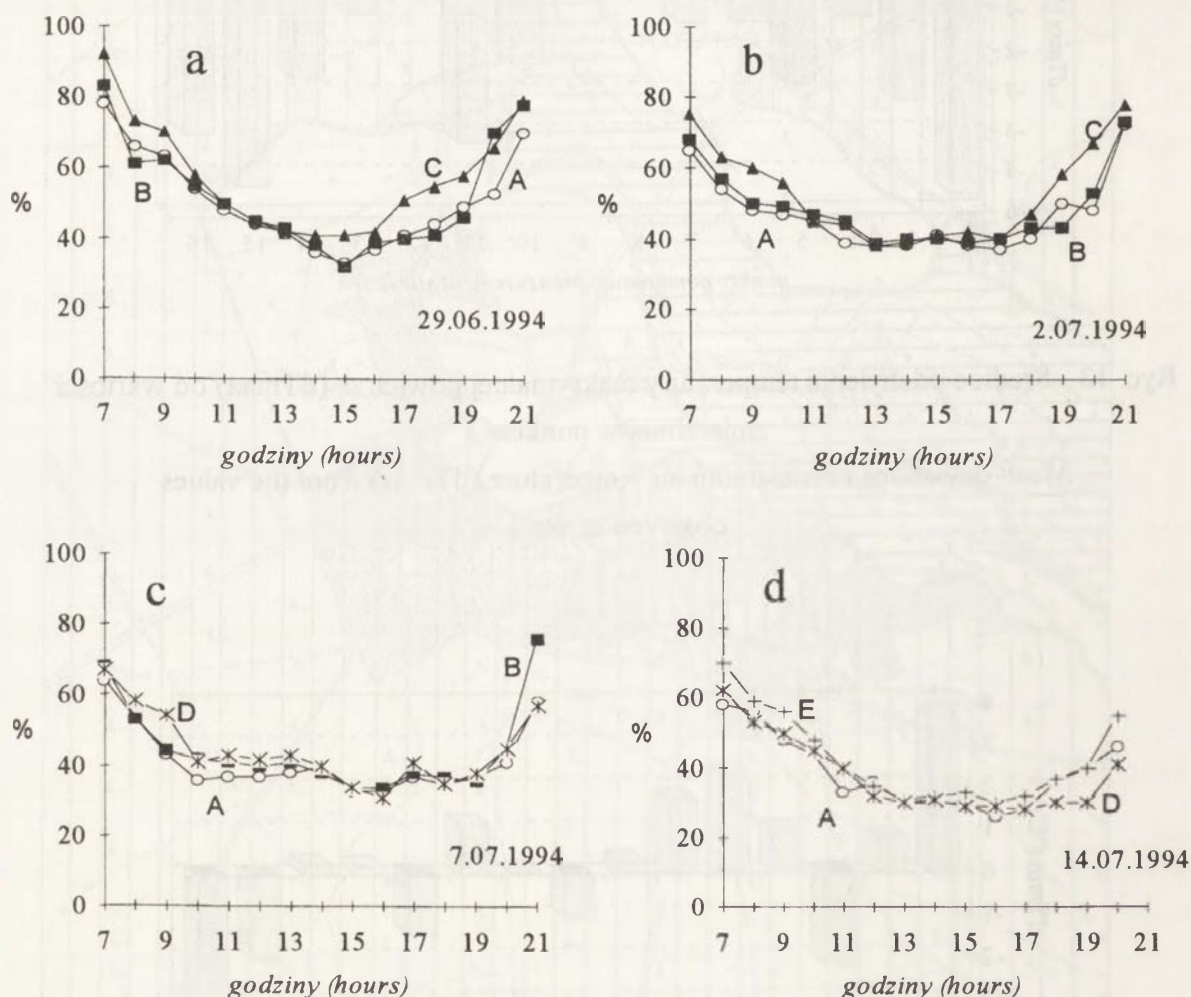


Ryc. 14. Średnie odchylenia temperatury minimalnej powietrza (dT_{min}) od wartości zmierzonej w punkcie 1

Mean deviations of minimum air temperature (dT_{min}) from the values observed at site 1

5.4. Wilgotność powietrza

Wilgotność względna powietrza w badanym terenie wahała się średnio od około 40% do około 60% (tab. 25); wartości najwyższe obserwowano w dolinie rzeki Supraśli (stanowisko E) i w lesie (stanowisko C), wartości najniższe były notowane na terenie otwartym (stanowisko A).



Ryc. 15. Przebieg dzienny wilgotności względnej powietrza; A-E - stanowiska pomiarowe
Daily course of relative humidity of air (in %); A-E- measurement sites

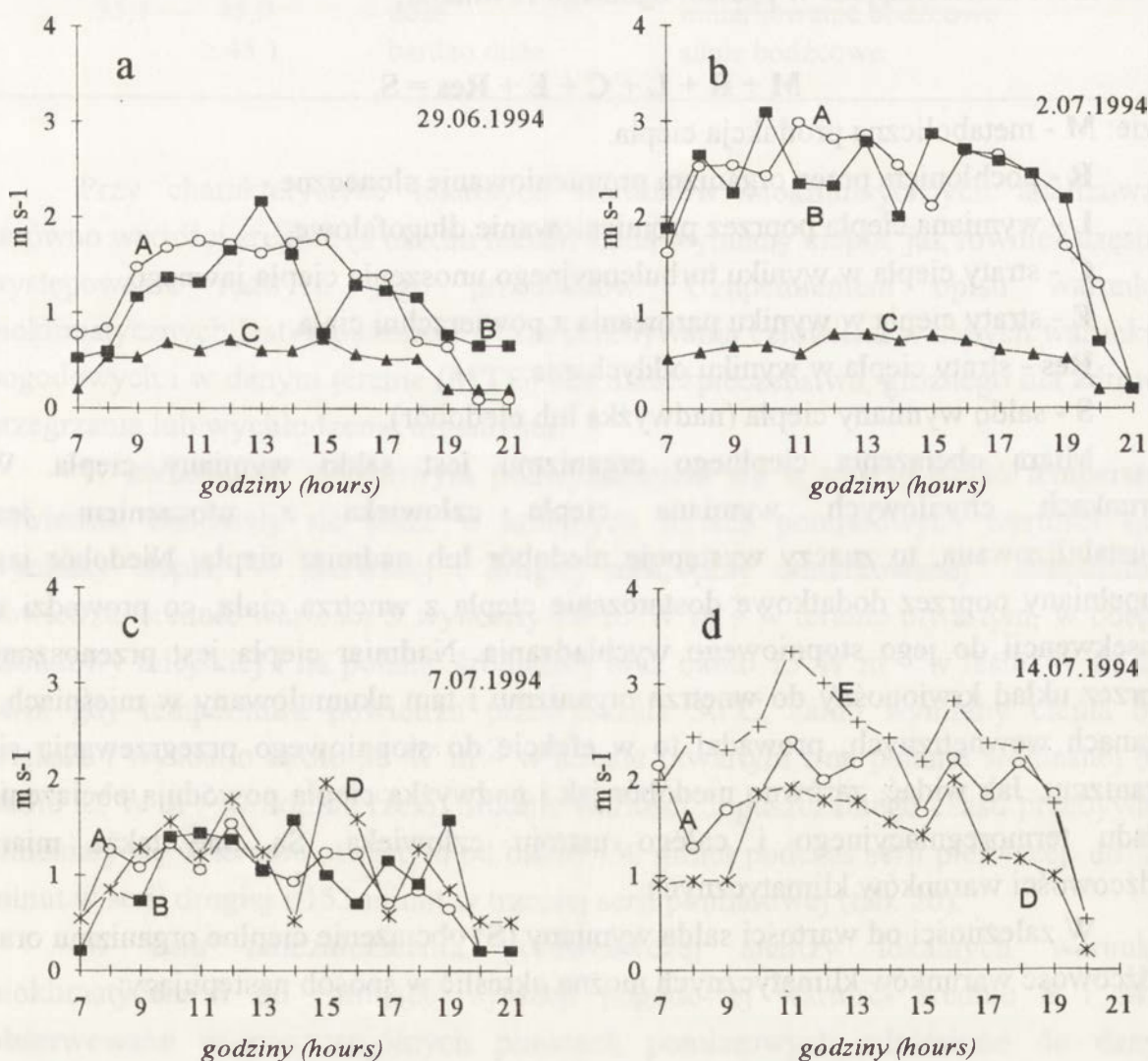
Przebieg dzienny wilgotności powietrza (ryc. 15) na badanym obszarze wskazuje na wzrost wilgotności w miarę zbliżania się do doliny rzeki Supraśli; także w lesie wilgotność jest wyższa aniżeli na terenie otwartym i na polanie śródleśnej, w tym przypadku transpiracja roślin jest czynnikiem, który działa w sposób wyraźny na wzrost wilgotności powietrza. W przebiegu dziennym najwyższe wartości wilgotności powietrza występują rano i wieczorem, a najniższe - w godzinach okołopołudniowych.

Tereny przewidziane pod zabudowę uzdrowską charakteryzują się stosunkowo niską wilgotnością powietrza.

5.5. Prędkość wiatru

Rzeźba terenu oraz różne rodzaje pokrycia terenu (lasy, zadrzewienia, zabudowa itp.) wpływają modyfikująco na kierunek i prędkość wiatru w przyziemnej warstwie powietrza. Podczas najczęściej wiejących tu wiatrów z sektora zachodniego, największe prędkości obserwowano w dnie doliny Supraśli oraz na otwartych wyniesieniach, a najmniejsze w lesie i wśród zabudowy miejskiej (tab. 25).

W przebiegu dziennym najwyższe prędkości wiatru notowano w godzinach okołopołudniowych (ryc. 16) a najmniejsze rano i wieczorem.



Ryc. 16. Przebieg dzienny prędkości wiatru; A-E - stanowiska pomiarowe
Daily course of wind speed; A-E- measurement sites

W obrębie przyszłej dzielnicy uzdrowiskowej obserwuje się wiatry silniejsze aniżeli na pozostałym obszarze miasta; mogą one być jednak osłabione przez odpowiednie zagospodarowanie przestrzenne terenu.

6. Klimat odczuwalny

Warunki bioklimatyczne Supraśla (w skali lokalnej) opisano za pomocą dwóch podstawowych charakterystyk: obciążenia cieplnego organizmu człowieka oraz dominujących odczuć ciepłych.

Obciążenie cieplne organizmu zostało określone przy użyciu modelu wymiany ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem (**MENEX**), opracowanego w Zakładzie Klimatologii IGiPZ PAN (Błażejczyk 1993, 1994). Wymianę ciepła człowieka z otoczeniem można zapisać w postaci ogólnego równania:

$$M + R + L + C + E + Res = S,$$

gdzie: **M** - metaboliczna produkcja ciepła,

R - pochłonięte przez organizm promieniowanie słoneczne,

L - wymiana ciepła poprzez promieniowanie długofalowe,

C - straty ciepła w wyniku turbulencyjnego unoszenia ciepła jawnego,

E - straty ciepła w wyniku parowania z powierzchni ciała,

Res - straty ciepła w wyniku oddychania,

S - saldo wymiany ciepła (nadwyżka lub niedobór).

Miarą obciążenia cieplnego organizmu jest saldo wymiany ciepła. W warunkach chwilowych wymiana ciepła człowieka z otoczeniem jest nieustabilizowana, to znaczy występuje niedobór lub nadmiar ciepła. Niedobór jest uzupełniany poprzez dodatkowe dostarczanie ciepła z wnętrza ciała, co prowadzi w konsekwencji do jego stopniowego wychładzania. Nadmiar ciepła jest przenoszony poprzez układ krwionośny do wnętrza organizmu i tam akumulowany w mięśniach i organach wewnętrznych; prowadzi to w efekcie do stopniowego przegrzewania się organizmu. Jak widać, zarówno niedobór jak i nadwyżka ciepła powodują obciążenie układu termoregulacyjnego i całego ustroju człowieka. Są one także miarą bodźcowości warunków klimatycznych.

W zależności od wartości salda wymiany (**S**) obciążenie cieplne organizmu oraz bodźcowość warunków klimatycznych można określić w sposób następujący:

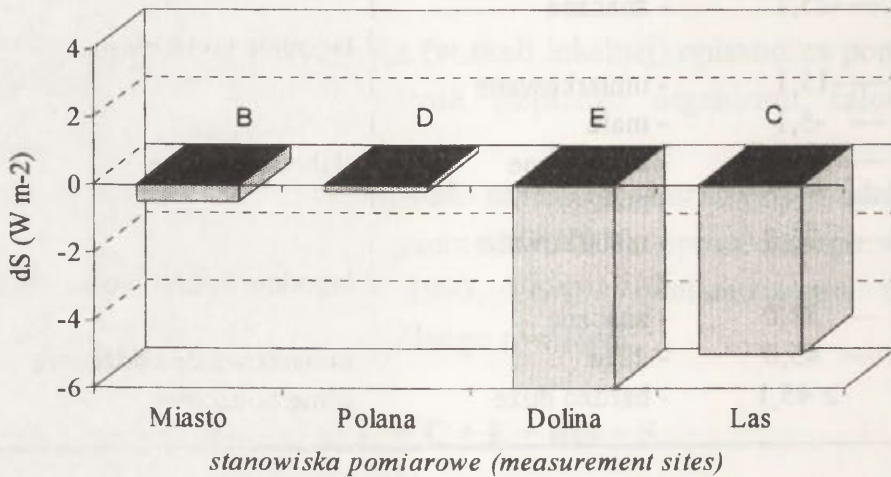
Saldo wymiany ciepła (W m ⁻²)	Obciążenie cieplne	Warunki bioklimatyczne
≤ -45,1	- bardzo duże	silnie bodźcowe
-45,0 — -35,1	- duże	umiarkowanie bodźcowe
-35,0 — -25,1	- znaczne	} łagodnie bodźcowe
-25,0 — -15,1	- umiarkowane	
-15,0 — -5,1	- małe	} słabo bodźcowe
-5,0 — 5,0	- nieznaczne	
5,1 — 15,0	- małe	} łagodnie bodźcowe
15,1 — 25,0	- umiarkowane	
25,1 — 35,0	- znaczne	} umiarkowanie bodźcowe
35,1 — 45,0	- duże	
≥ 45,1	- bardzo duże	silnie bodźcowe

Przy charakterystyce lokalnych warunków bioklimatycznych analizowano zarówno wartości średnie (z okresu badań) salda wymiany ciepła, jak również częstość występowania różnych jego przedziałów. Uzupełnieniem opisu warunków bioklimatycznych jest dopuszczalny czas przebywania człowieka w danych warunkach pogodowych i w danym terenie (MTE) bez niebezpieczeństwa, groźnego dla zdrowia, przegrzania lub wychłodzenia organizmu.

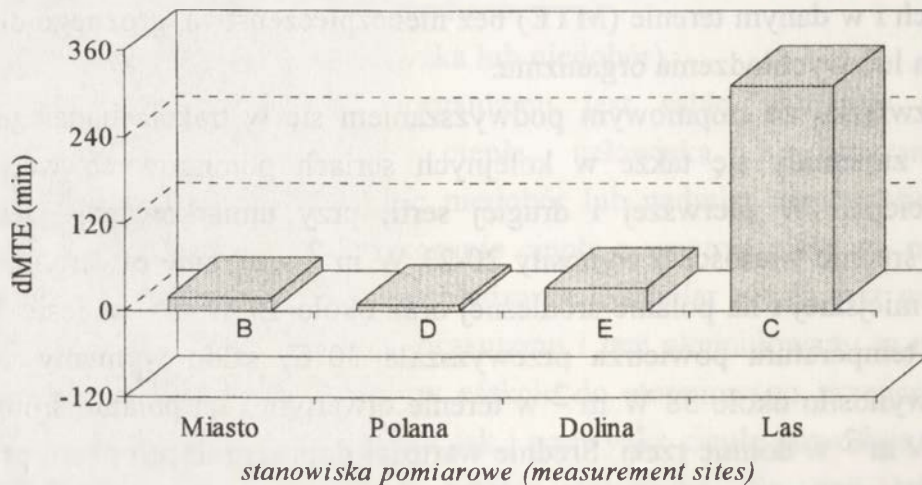
W związku ze stopniowym podwyższaniem się w trakcie badań temperatury powietrza, zmieniały się także w kolejnych seriach pomiarowych wartości salda wymiany ciepła. W pierwszej i drugiej serii, przy umiarkowanej temperaturze powietrza, średnie wartości S wynosiły 20-23 W m⁻² w terenie otwartym, w obrębie zabudowy miejskiej i na polanie śródleśnej oraz około 15 W m⁻² w lesie. W trzeciej serii, gdy temperatura powietrza przewyższała 30°C, saldo wymiany ciepła było większe i wynosiło około 38 W m⁻² w terenie otwartym i na polanie śródleśnej oraz około 32 W m⁻² w dolinie rzeki. Średnie wartości dopuszczalnego czasu przebywania zmieniały się w terenie otwartym od około 450 minut podczas serii pierwszej do 274 minut w serii drugiej i 153 minut w trzeciej serii pomiarowej (tab. 26).

W celu uniezależnienia porównawczej analizy lokalnych warunków bioklimatycznych od panującej sytuacji pogodowej wartości średnie S i MTE obserwowane w poszczególnych punktach pomiarowych odniesiono do danych występujących w terenie otwartym, w pobliżu stacji meteorologicznej (punkt A). O ile w mieście i na polanie śródleśnej wartości salda wymiany ciepła były zbliżone do

panujących w terenie otwartym, to w dolinie i w lesie były one średnio o 5-6 $W m^{-2}$ niższe (ryc. 17). Średni, dopuszczalny czas przebywania był w terenie otwartym i na polanie śródlęsnej zbliżony do siebie. W dolinie był natomiast dłuższy średnio o 32 minuty, a w lesie - o około 300 minut (ryc. 18).



Ryc. 17. Średnie odchylenia salda wymiany ciepła (dS) od obserwowanych na stanowisku A
Mean deviations of net heat storage (dS) from the values observed at site A;
B-E - measurement sites



Ryc. 18. Średnie odchylenia dopuszczalnego czasu przebywania (dMTE) od obserwowanych na stanowisku A
Mean deviations of maximal time of exposure (dMTE) from the values observed at site A; B-E - measurement sites

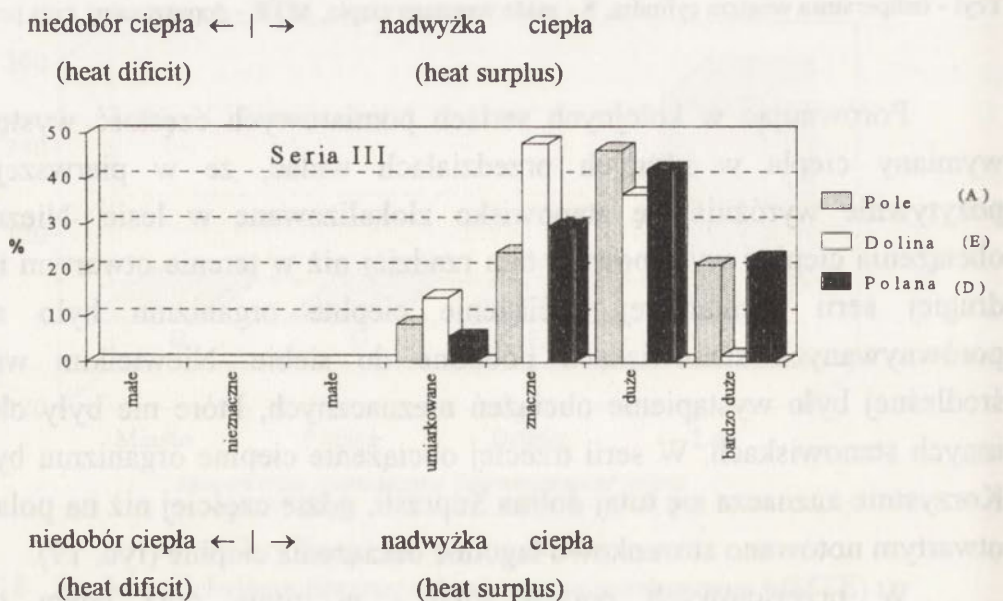
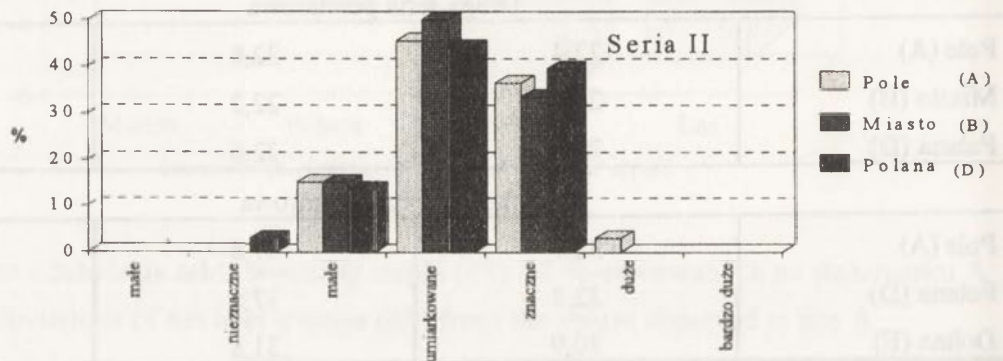
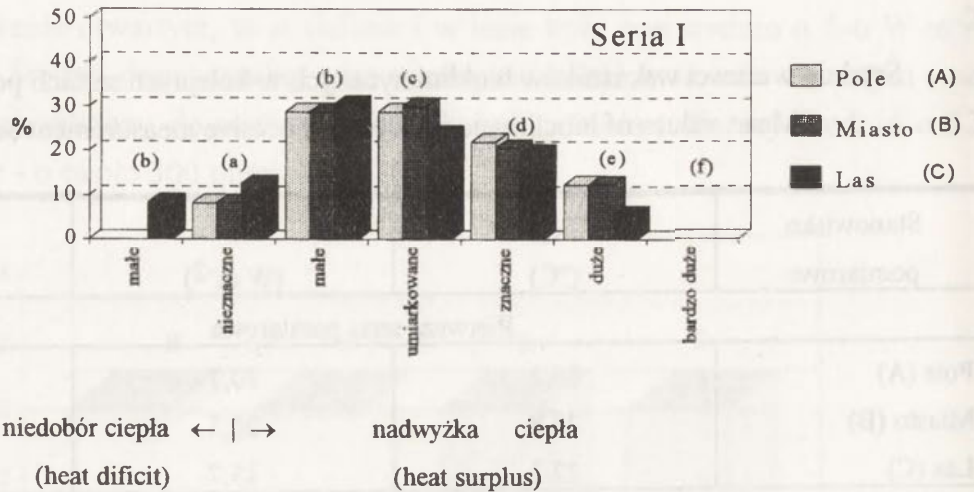
Srednie wartości wskaźników bioklimatycznych w kolejnych seriach pomiarowych
 Mean values of bioclimatic indices in successive measurement series

Stanowisko pomiarowe	T _{cyl} (°C)	S (W m ⁻²)	MTE (min)
Pierwsza seria pomiarowa			
Pole (A)	26,2	20,7	452
Miasto (B)	25,8	20,3	476
Las (C)	22,1	15,7	764
Druga seria pomiarowa			
Pole (A)	27,4	22,8	274
Miasto (B)	26,6	22,2	287
Polana (D)	27,6	22,6	290
Trzecia seria pomiarowa			
Pole (A)	32,7	37,8	153
Polana (D)	32,8	37,6	151
Dolina (E)	30,9	31,8	185

T_{cyl} - temperatura wnętrza cylindra, S - saldo wymiany ciepła, MTE - dopuszczalny czas przebywania

Porównując w kolejnych seriach pomiarowych częstość występowania salda wymiany ciepła w różnych przedziałach widać, że w pierwszej serii bardzo pozytywnie wyróżnia się stanowisko zlokalizowane w lesie. Nieznaczne i małe obciążenia cieplne występowały tam rzadziej niż w terenie otwartym i w mieście. W drugiej serii pomiarowej obciążenie cieplne organizmu było na wszystkich porównywanych stanowiskach podobne do siebie. Niewielkim walorem polany śródleśnej było wystąpienie obciążeń nieznacznych, które nie były obserwowane na innych stanowiskach. W serii trzeciej obciążenie cieplne organizmu było największe. Korzystnie zaznacza się tutaj dolina Supraśli, gdzie częściej niż na polanie i w terenie otwartym notowano stosunkowo łagodne obciążenia cieplne (ryc. 19).

W przejściowych porach roku i w zimie oraz latem przy pogodzie charakteryzującej się niską temperaturą powietrza i dużą prędkością wiatru należy się liczyć, że w dolinie i w lesie częściej niż w terenie otwartym pojawiają się ujemne obciążenia cieplne organizmu.

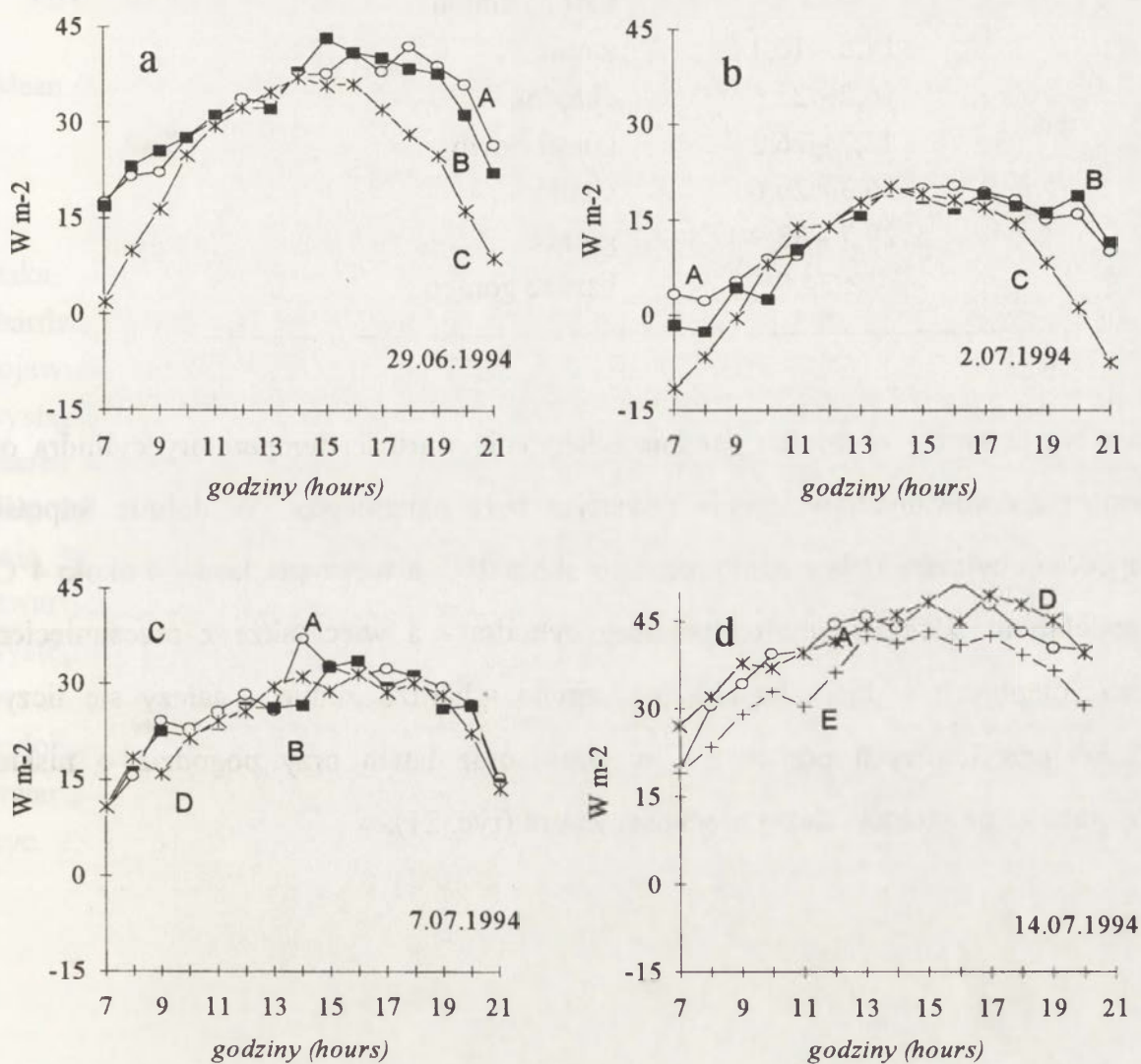


Ryc. 19. Częstość występowania różnych obciążeń cieplnych organizmu w kolejnych seriach pomiarowych

Frequency of different heat load on man in succesive measurement series;

A-E - measurement sites, a-f - heat load: a - slight, b - small, c - average, d - considerable, e - strong, f - very strong

Przykłady przebiegu salda wymiany ciepła ilustruje rycina 20. W lesie, w porównaniu z terenem otwartym, zaznacza się wyraźnie małe obciążenie cieplne organizmu, zwłaszcza w godzinach przedpołudniowych i popołudniowych. W południe, gdy słońce przeświecało przez korony drzew wartości S były takie same, lub niekiedy nawet większe niż na polu i w mieście. Różnice wartości salda wymiany ciepła pomiędzy lasem i terenem pozaleśnym były większe w dniu gorącym (ryc. 20a) niż w dniu umiarkowanie ciepłym (ryc. 20b). W dolinie Supraśli obciążenie cieplne organizmu było przez cały dzień wyraźnie mniejsze niż na polanie leśnej i w terenie otwartym (ryc. 20d).

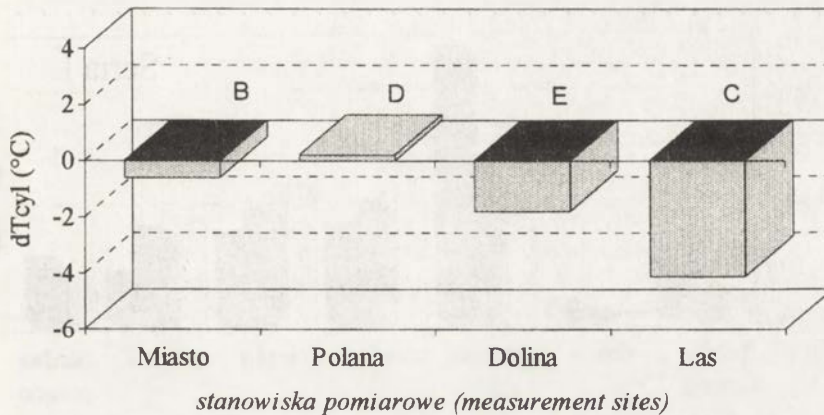


Ryc. 20. Przebieg dzienny salda wymiany ciepła; A-E - stanowiska pomiarowe
Daily course of net heat storage; A-E - measurement sites

Odczucia cieplne człowieka przeważające w różnych warunkach pogodowych i terenowych określono na podstawie wskaźnika bioklimatycznego, opartego na pomiarach temperatury wnętrza specjalnego przyrządu, analogu ciała człowieka, mającego kształt pionowo usytuowanego cylindra (Błażejczyk 1990). Poszczególnym wartościom temperatury cylindra (T_{cyl}) odpowiadają następujące odczucia cieplne człowieka:

T_{cyl} ($^{\circ}C$)	Odczucie cieplne
$\leq 14,5$	bardzo zimno
14,6 - 16,1	zimno
16,2 - 22,6	chłodno
22,7 - 26,2	komfortowo
26,3 - 29,6	ciepło
29,7 - 33,9	gorąco
$\geq 34,0$	bardzo gorąco

Na polanie i w mieście średnie odchylenia wartości temperatury cylindra od wartości zanotowanych w terenie otwartym były najmniejsze. W dolinie Supraśli temperatura cylindra była średnio niższa o około $2^{\circ}C$, a wewnątrz lasu - o około $4^{\circ}C$. Z podobnymi odchyleniami temperatury cylindra - a więc także z przesunięciem odczuć cieplnych w kierunku chłodno, zimno i bardzo zimno - należy się liczyć podczas przejściowych pór roku i w zimie oraz latem przy pogodzie o niskiej temperaturze powietrza i dużej prędkości wiatru (ryc. 21).

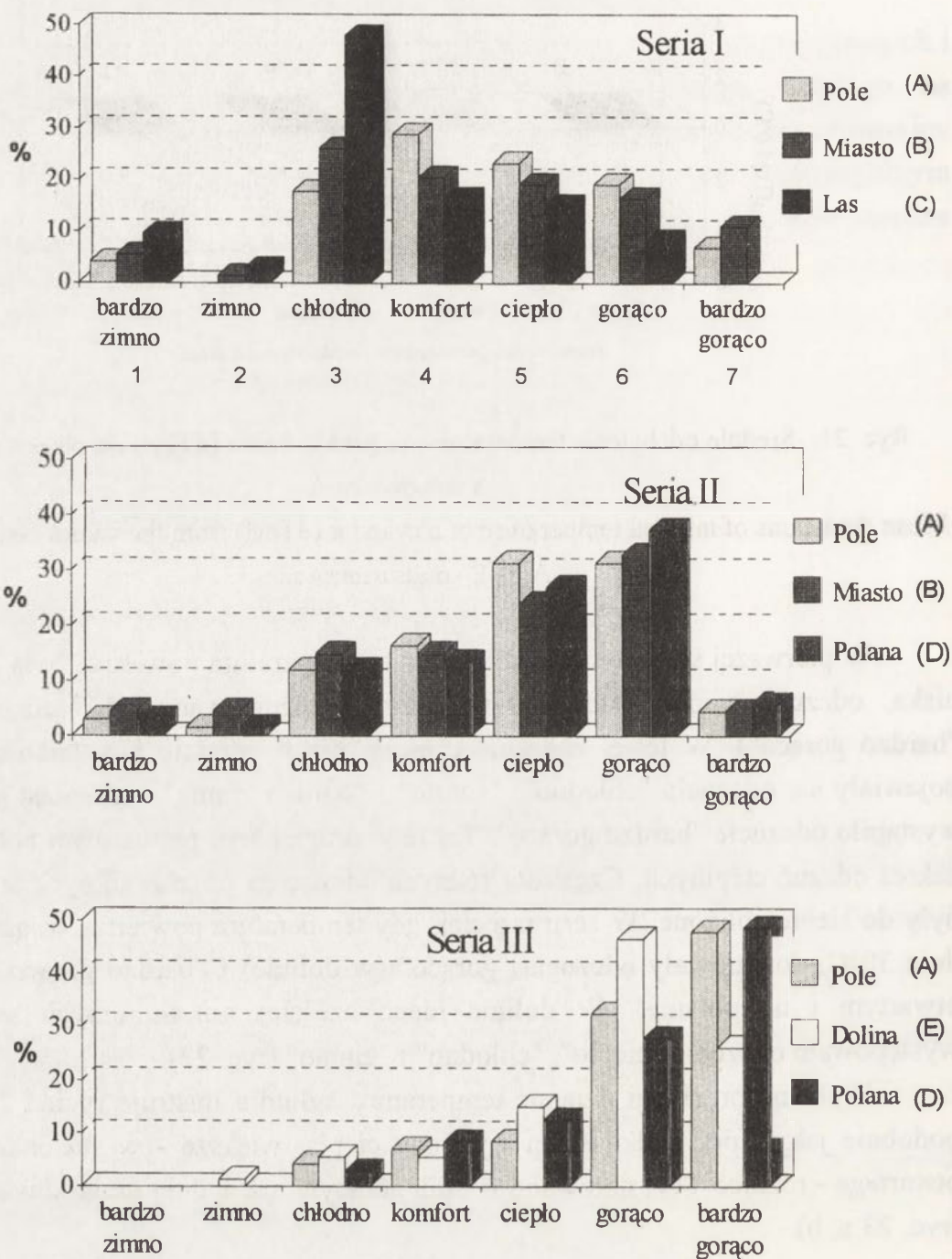


Ryc. 21. Średnie odchylenia temperatury wnętrza cylindra (dT_{cyl}) od obserwowanych na stanowisku A

Mean deviations of internal temperature of a cylinder (dT_{cyl}) from the values observed at site A; B-E - measurement sites

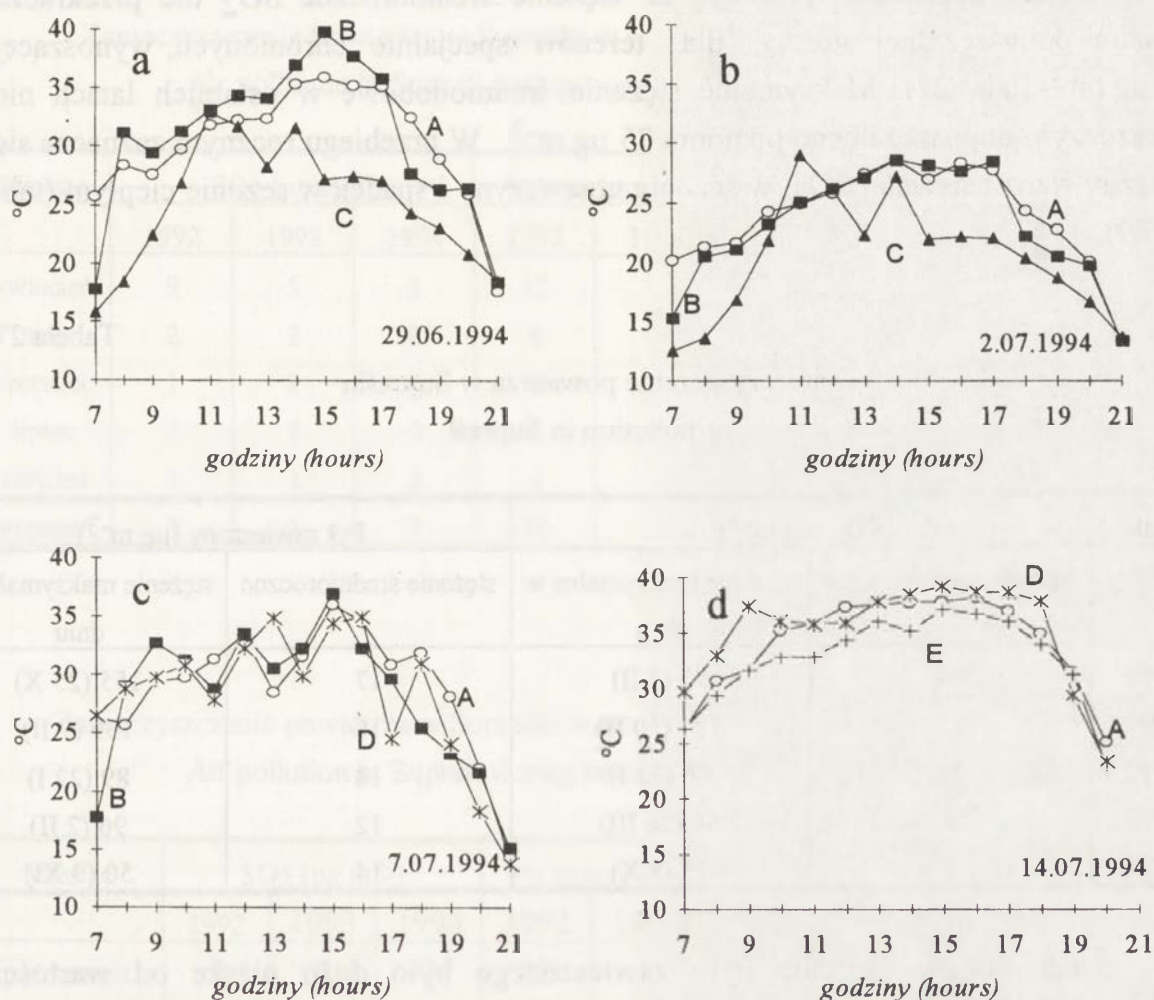
W pierwszej serii pomiarowej, kiedy to temperatura powietrza była stosunkowo niska, odczucia ciepłe człowieka były bardzo zróżnicowane (od "bardzo zimno" do "bardzo gorąco"). W lesie, znacznie częściej niż w mieście i w terenie otwartym, pojawiały się odczucia "chłodno", "zimno" i "bardzo zimno", natomiast ani razu nie wystąpiło odczucie "bardzo gorąco". Także w drugiej serii pomiarowej notowano cały zakres odczuć ciepłych. Częstości różnych odczuć na poszczególnych stanowiskach były do siebie zbliżone. W serii trzeciej, gdy temperatura powietrza osiągała w ciągu dnia 30°C , dominowały odczucia "gorąco" (w dolinie) i "bardzo gorąco" (w terenie otwartym i na polanie). W dolinie nieco częściej niż na innych stanowiskach występowało odczucie "ciepło", "chłodno" i "zimno" (ryc. 22).

Wybrane przebiegi dzienne temperatury cylindra ilustruje rycina 23. W lesie, podobnie jak w przypadku salda wymiany ciepła, większe - w stosunku do terenu otwartego - różnice T_{cyl} notowano w dniu gorącym niż w dniu umiarkowanie ciepłym (ryc. 23 a, b).



Ryc. 22. Częstość występowania różnych odczuć ciepłych człowieka w kolejnych seriach pomiarowych

Frequency of different thermal sensations of man in successive measurement series;
 A-E - measurement sites, 1-7 - thermal sensations: 1 - very cold, 2 - cold, 3 - cool, 4 - neutral,
 5 - warm, 6 - hot, 7 - very hot



Ryc. 23. Przebieg dzienny temperatury wnętrza cylindra; A-E - stanowiska pomiarowe
Daily course of an internal temperature of a cylinder; A-E - measurement sites

7. Zanieczyszczenie powietrza

Pomiary zanieczyszczeń powietrza prowadzone są w Supraślu od 1990 r. przez Wojewódzką Stację Sanitarno-Epidemiologiczną w Białymstoku. Stacja pomiarowa znajduje się w centrum miasta przy ul. Piłsudskiego 3. Od 1990 r. pomiarami objęto dwutlenek siarki (SO_2) i pył zawieszony, a od 1993 r. - dwutlenek azotu (NO_2). Badania wykonywane są metodami aspiracyjnymi za pomocą aparatów AK ZA-1 i AGP-24. Stężenia SO_2 i NO_2 oznaczano metodami kolorymetrycznymi, zgodnie z metodyką stosowaną w PZH, a pył zawieszony - metodą reflektometryczną. Ponadto w latach 1991 i 1992 prowadzono pomiary opadu pyłu na 5 stanowiskach zlokalizowanych w różnych częściach miasta.

Wyniki pomiarów wskazują, że stężenie średnioroczne SO_2 nie przekracza obecnie dopuszczalnej normy dla terenów specjalnie chronionych, wynoszącej $11 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (tab. 27). Maksymalne stężenie średniodobowe w ostatnich latach nie przekroczyło dopuszczalnego poziomu $75 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. W przebiegu rocznym zaznacza się wyraźny wzrost stężenia SO_2 w sezonie grzewczym i spadek w sezonie ciepłym (tab. 28, 29).

Tabela 27

Zanieczyszczenie powietrza w Supraślu
Air pollution in Supraśl

Rok	SO_2 ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)		Pył zawieszony ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)	
	stężenie średnioroczne	stężenie maksymalne w dniu	stężenie średnioroczne	stężenie maksymalne w dniu
1990	14	92 (7 II)	17	155 (25 X)
1991	25	124 (20 II)	16	139 (7 II)
1992	11	66 (22 I)	18	89 (22 I)
1993	7	66 (16 III)	12	96 (2 II)
1994	4	15 (8 X)	14	50 (9 XI)

Średnioroczne stężenie pyłu zawieszonego było dużo niższe od wartości dopuszczalnej określonej na $40 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (tab. 27). Stężenia maksymalne średniodobowe kształtowały się od około 90 do ponad $150 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ i przekraczały dopuszczalną normę wynoszącą $60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Także i w tym przypadku zaznacza się wyraźny podział na sezon grzewczy i sezon ciepły (tab. 28, 29).

Stężenie średnioroczne (SSR) dwutlenku azotu (NO_2) wynosiło w 1993 r. $17 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, a w 1994 r. $15 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ i było znacznie niższe od dopuszczalnej normy (SSR= $30 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Zanotowane w dniu 1 kwietnia 1993 r. maksymalne stężenie średniodobowe (SSD) $35 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ było niższe od normy SSD wynoszącej $50 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$.

Należy zwrócić uwagę na wyraźny spadek średniodobowych stężeń i stężeń maksymalnych poszczególnych zanieczyszczeń (dwutlenku siarki, pyłu zawieszonego, dwutlenku azotu) pod koniec 1993 r. Pozostaje to w związku z uruchomieniem sieci gazowej w Supraślu jesienią 1993 r.

Tabela 28

Zanieczyszczenie powietrza w Supraślu w sezonie ciepłym (kwiecień-wrzesień)
Air pollution in Supraśl during warm season (April-September)

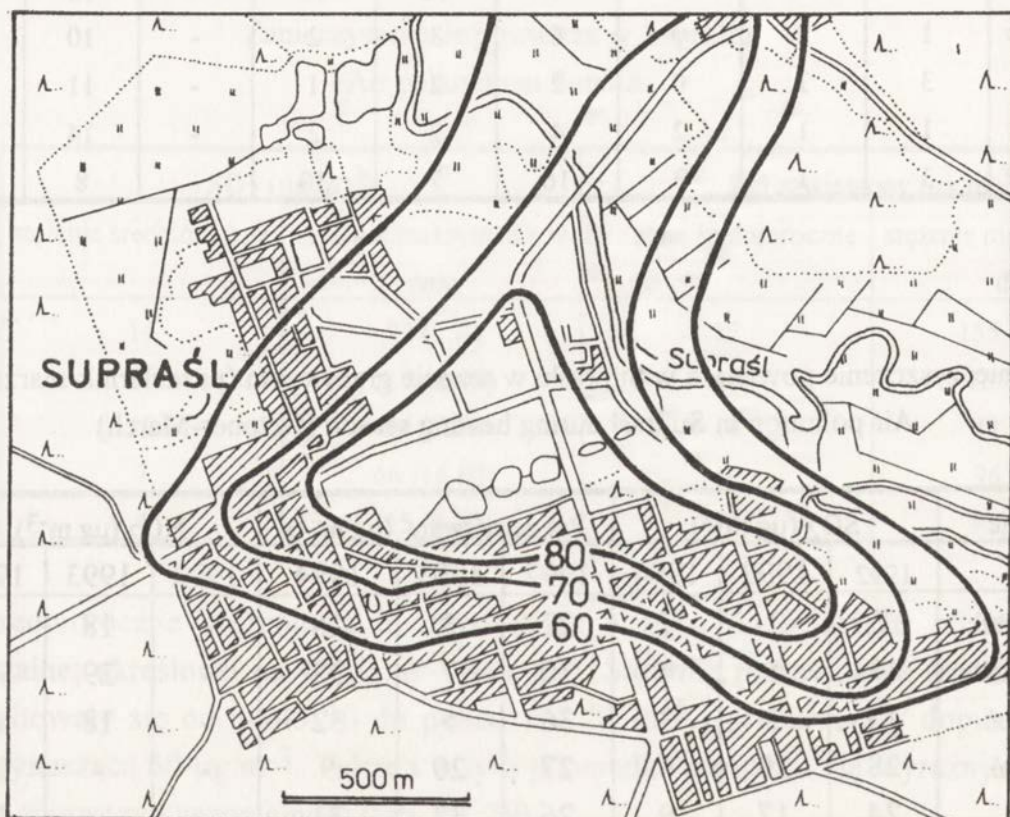
Miesiąc	SO ₂ (µg m ⁻³)			Pył zawieszony (µg m ⁻³)			NO ₂ (µg m ⁻³)		
	1992	1993	1994	1992	1993	1994	1992	1993	1994
kwiecień	9	5	3	12	12	20	-	24	14
maj	2	2	2	8	12	10	-	18	12
czerwiec	1	2	0	6	3	2	-	10	9
lipiec	3	1	0	2	2	1	-	11	14
sierpień	1	1	2	4	2	2	-	14	16
wrzesień	3	1	3	16	7	10	-	8	13

Tabela 29

Zanieczyszczenie powietrza w Supraślu w sezonie grzewczym (październik-marzec)
Air pollution in Supraśl during heating season (October-March)

Miesiąc	SO ₂ (µg m ⁻³)			Pył zawieszony (µg m ⁻³)			NO ₂ (µg m ⁻³)		
	1992	1993	1994	1992	1993	1994	1992	1993	1994
październik	7	2	7	22	3	18	-	18	8
listopad	18	5	4	30	7	33	-	29	21
grudzień	15	2	3	36	5	32	-	18	12
styczeń	28	20	6	27	20	9	-	-	23
luty	24	17	9	26	32	21	-	-	21
marzec	15	21	4	27	36	7	-	-	17

Badania pyłu opadającego wykazały, że na całym obszarze Supraśla występuje przekroczenie normy dla obszarów specjalnie chronionych (40 g.m⁻².rok⁻¹). Natomiast w stosunku do normy dla obszarów innych (200 g.m⁻².rok⁻¹) zapylenie jest tu znacznie niższe (ryc. 24).



Ryc. 24. Średni roczny opad pyłu na terenie Supraśla ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$), 1991-1992;
 (na podstawie danych Wojewódzkiej Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej w Białymstoku)
 Mean annual dust fall in Supraśl ($\text{g}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{rok}^{-1}$), 1991-1992

Przedstawione wyniki badań aerosanitarnych pozwalają na stwierdzenie, że stężenia zanieczyszczeń powietrza w Supraślu utrzymują się znacznie poniżej norm obowiązujących dla terenów szczególnie chronionych (uzdrowiska, obszary ochrony uzdrowskiej, parki narodowe, rezerваты przyrody, parki krajobrazowe). Tylko sumy roczne pyłu opadającego i stężenie maksymalne średniodobowe pyłu

zawieszonoego przekraczają dopuszczalne normy, co jest zapewne spowodowane dużym ruchem komunikacyjnym. Należałoby zatem, w interesie miasta, ograniczyć ruch samochodowy w jego centrum, co przyniosłoby poprawę stanu sanitarnego powietrza.

8. Walory zdrowotne lasów

Bardzo ważnym z bioklimatycznego punktu widzenia elementem środowiska przyrodniczego są otaczające Supraśl lasy, stanowiące fragment Puszczy Knyszyńskiej (ryc. 25). Są to przeważnie świeże bory świerkowe; wśród nich niewielkie obszary zajmują bory świeże sosnowe oraz bory mieszane lipowo-świerkowe lub dębowo-świerkowe. Na zachodnim skraju miasta znajduje się niewielki kompleks lasów turzycowo-olchowych. W dolinie Supraśli, oprócz boru mieszanego, występuje zbiorowisko wilgotnego boru świerkowego.

Walory i zasoby biologiczne tych zbiorowisk leśnych są znaczne i powinny być wykorzystane w procesie lecznictwa uzdrowiskowego. Jak podaje A. Krzymowska-Kostrowicka (1991) bory świerkowe odznaczają się dużą produkcją tlenu (około $10 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$), dość znaczną koncentracją ozonu (około $0,012 \text{ mg m}^{-3}$). Charakteryzują się one obecnością w powietrzu fitoaerozoli, tzn. lotnych związków chemicznych w postaci terpenów i terpenoidów oraz kwasów organicznych wydzielanych w znacznych ilościach przez świerki. Największa koncentracja tych substancji obserwowana jest w godzinach południowych. Liczebność pyłków roślin w powietrzu jest na ogół niezbyt duża (wiosną większa niż w innych porach roku), mało jest również bakterii (średnio $300\text{-}500 \text{ w m}^3$ powietrza), więcej jest natomiast zarodników grzybów (około 800 spor m^{-3}). Pewną uciążliwością tego typu lasu może być występowanie licznych gatunków owadów. Zdolność oczyszczania powietrza przez bory świerkowe jest duża; to zbiorowisko leśne resorbuje około 70% pyłów, słabo natomiast absorbuje metale ciężkie.

Tak więc korzystne warunki fitosanitarne oraz estetyczne i zdrowotne (wzmaganie odporności organizmu, pobudzenie układu nerwowego, stabilizacja ciśnienia tętniczego krwi) panujące w borach świerkowych sprawiają, że mogą być one wykorzystywane jako tereny spacerowe, tereny intensywnej terapii ruchowej oraz dla przyrodniczej turystyki wyspecjalizowanej.

Widne wysokopiennie lasy sosnowe charakteryzują się mniejszą niż w przypadku borów świerkowych produkcją tlenu (około $5 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$), w młodnikach jest go nieco więcej, bo około $10\text{-}12 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$. Zawartość ozonu (O_3) jest dość znaczna (około $0,015 \text{ mg m}^{-3}$), zwłaszcza w godzinach porannych. Wydzielanie

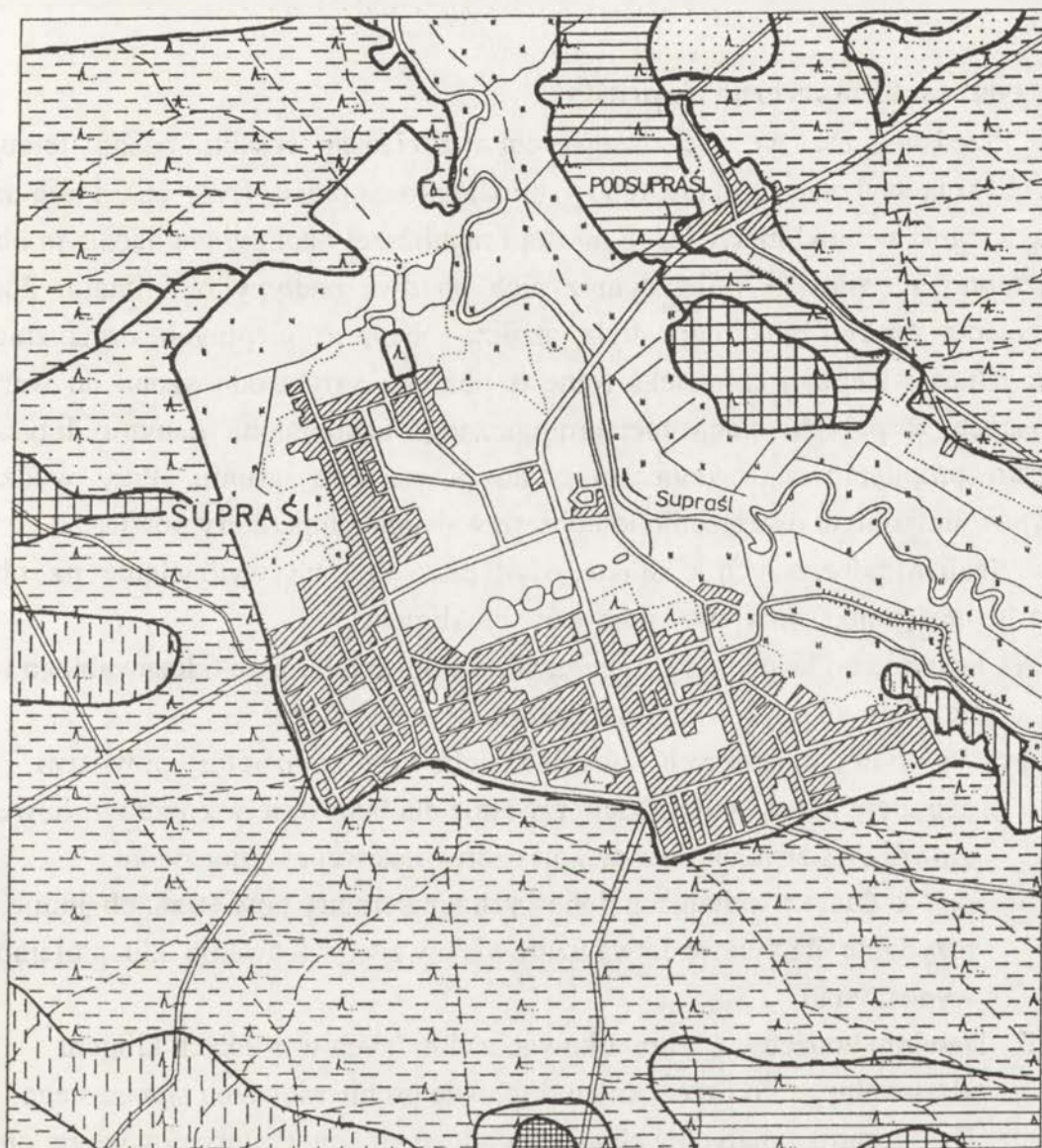
substancji lotnych przez rośliny zwłaszcza wiosną i wczesnym latem jest bardzo duże. Zawartość bakterii (około 200 m^{-3}) i zarodników grzybów (600 spor m^{-3}) w powietrzu jest niska, co wiąże się z bakteriobójczym i grzybobójczym oddziaływaniem fitoerozoli i ozonu. Zbiorowisko boru sosnowego charakteryzuje się małą zdolnością oczyszczania powietrza z zanieczyszczeń pyłowych (20-30% wnoszonych doń pyłów) i chemicznych, zwłaszcza związków metali ciężkich.

Jest to według A. Krzymowskiej-Kostrowickiej (1991) typ lasu oddziałujący leczniczo na choroby układu oddechowego (aromatoterapia). Substancje lotne zawarte w powietrzu poza działaniem dezynfekcyjnym obniżają ciśnienie krwi i wpływają tonizująco na układ nerwowy. Nie mniej jednak istnieją pewne przeciwwskazania do dłuższego przebywania w borach sosnowych i dotyczą one osób starszych z niskim ciśnieniem tętniczym i skłonnością do migren. Bory świeże sosnowe z uwagi na ich walory estetyczne i zdrowotne należy traktować z jednej strony jako dobre miejsce dla lokalizacji sanatoriów (na polanach śródleśnych), z drugiej zaś, z uwagi na małą odporność runa leśnego - należy ograniczać ich wykorzystanie rekreacyjne.

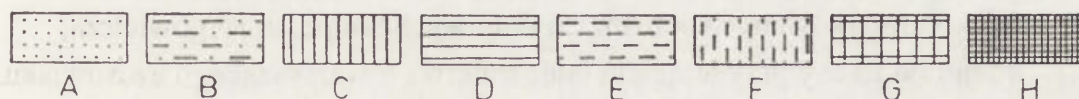
Bory mieszane dębowo-świerkowe charakteryzują się wysoką produkcją tlenu ($20\text{-}25 \text{ t ha}^{-1} \text{ rok}^{-1}$) oraz ozonu. Wydzielanie substancji lotnych przez rośliny jest tu również duże, zaś liczebność bakterii jest w mieszanych borach świerkowych raczej niska 150-200 bakterii i 600-800 spor grzybów w metrze sześciennym powietrza. Niewielkie jest również zatrzymywanie pyłów. Zbiorowiska leśne borów mieszanych są pod względem bioterapeutycznym uniwersalne, nadają się bowiem do wypoczynku osób w różnym wieku i stanie zdrowia. Warunki panujące w tego typu lasach są optymalne dla lokalizowania (szczególnie na ich obrzeżu), domów wypoczynkowych i sanatoriów.

Lasy turzycowo-olchowe (olsy) charakteryzują się niekorzystnym warunkami zdrowotnymi, pomimo, że drzewostany te posiadają znaczną (około 80%) zdolność oczyszczającą, zarówno jeśli chodzi o pyły, jak i związki chemiczne. Są to lasy o minimalnej przydatności rekreacyjnej, nie nadające się do dłuższego w nich przebywania. Stanowią one jednak dość istotny element wzbogacający krajobraz.

Niewielkie zbiorowisko boru bagiennego znajdujące się na południe od miasta, w pobliżu drogi Supraśl-Krasy Las stanowi atrakcję przyrodniczą tego terenu.



0 100m



Ryc. 25. Typy siedliskowe lasu (na podstawie *Inwentaryzacji przyrodniczej gminy Supraśl*, 1993)
 A - las świeży, grabowy i lipowo-grabowy, B - las turzycowo-olchowy, C - las wilgotny, wiązowy,
 D - bór mieszany, lipowo-świerkowy lub dębowo-świerkowy, E - bór świeży, świerkowy,
 F - bór świeży, sosnowy, G - bór wilgotny, świerkowy, H - bór bagienny, sosnowy.

Types of forests communities:

A - *Tilio-Carpinetum*, B - *Carici elongatae-Alnetum*, C - *Ficario-Ulnetum*, D - *Tilio-Picetum*,
 E - *Carici digitatae-Picetum*, F - *Peucedano-Pinetum*, G - *Sphagno-Picetum*, H - *Vaccinio ulginosi-Pinetum*

9. Ocena bioklimatyczna Supraśla

Przedstawione we wcześniejszych rozdziałach wyniki badań terenowych pozwoliły na wykonanie mapy typów bioklimatu Supraśla (ryc. 26), która zawiera ocenę warunków bioklimatycznych miasta i najbliższej okolicy. Na badanym obszarze wyróżniono 5 typów, a w każdym z nich po dwa podtypy bioklimatu. Podstawą wydzielenia typów bioklimatu była analiza obciążeń cieplnych organizmu oraz odczuwalności cieplnej człowieka (obie te charakterystyki odnoszono do warunków panujących w pobliżu stacji meteorologicznej), uzupełniona danymi dotyczącymi dopływu promieniowania słonecznego do powierzchni gruntu. Przy wydzieleniu podtypów bioklimatu uwzględniono dobowe wahania temperatury powietrza.

Analiza powyższych charakterystyk pozwoliła na wydzielenie na obszarze Supraśla następujących typów i podtypów bioklimatu:

Typ A - łagodnie bodźcowy, o przeciętnych warunkach klimatu odczuwalnego i o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego:

podtypy: **A₁** - o umiarkowanych wahaniami dobowych temperatury powietrza; obejmuje tereny najbardziej przydatne dla budownictwa uzdrowiskowego oraz dla wszystkich form terapii uzdrowiskowej i wypoczynku,

A₂ - o dużych wahaniami dobowych temperatury powietrza; obejmuje tereny przydatne dla budownictwa uzdrowiskowego, stosowania klimatoterapii oraz wypoczynku.

Typ B - łagodnie bodźcowy, o umiarkowanie chłodnych warunkach klimatu odczuwalnego i o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego:

podtypy: **B₁** - o bardzo małych wahaniami dobowych temperatury powietrza; obejmuje tereny przydatne dla budownictwa uzdrowiskowego oraz lokalizacji baz turystycznych (np. pola biwakowe),

B₂ - o umiarkowanych wahaniami dobowych temperatury powietrza; obejmuje tereny przydatne dla budownictwa towarzyszącego uzdrowisku.

Typ C - łagodnie bodźcowy, o chłodnych warunkach klimatu odczuwalnego i o przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego:

podtypy: **C₁** - o umiarkowanych wahaniami dobowych temperatury powietrza; obejmuje tereny przydatne dla terapii ruchowej i czynnego wypoczynku,
C₂ - o dużych wahaniami dobowych temperatury powietrza; obejmuje tereny przydatne dla terapii ruchowej i czynnego wypoczynku oraz kąpieli słonecznych.

Typ D - łagodnie bodźcowy, o przeciętnych warunkach klimatu odczuwalnego i o stosunkowo małym dopływie promieniowania słonecznego:

podtypy: **D₁** - o umiarkowanych wahaniach dobowych temperatury powietrza;

obejmuje tereny przydatne dla budownictwa towarzyszącego uzdrowisku,

D₂ - o dużych wahaniach dobowych temperatury powietrza; obejmuje tereny nieprzydatne dla działalności uzdrowskowej.

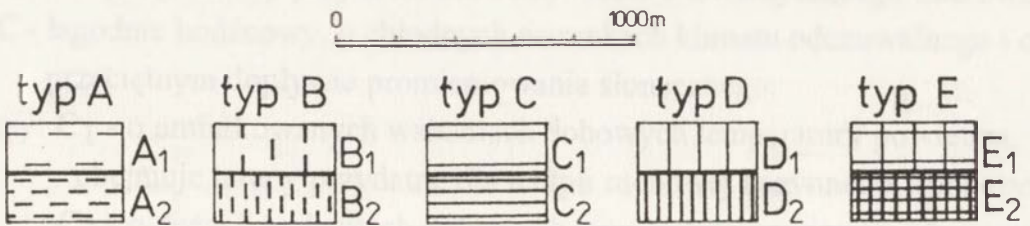
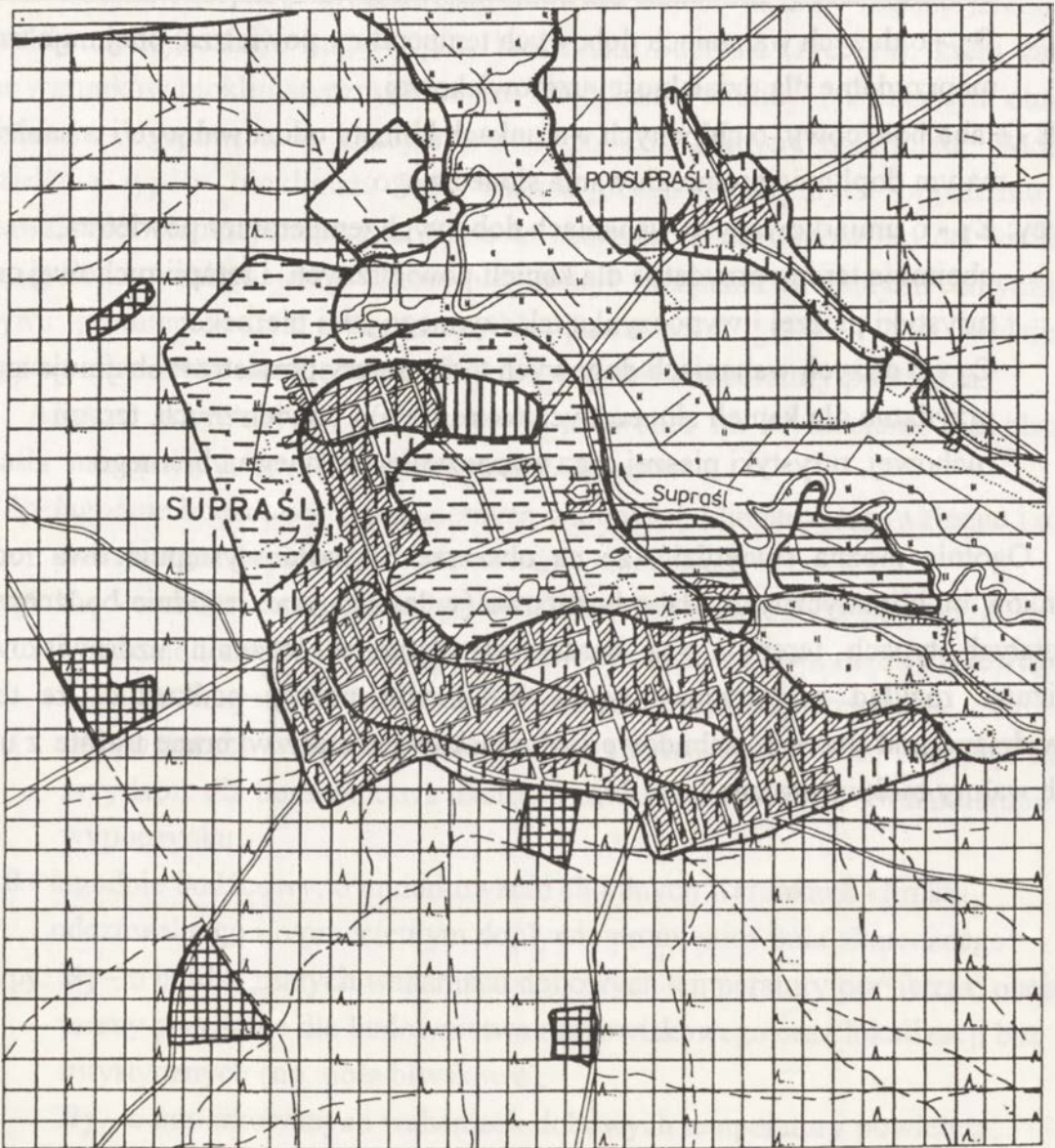
Typ E - słabo bodźcowy, o chłodnych warunkach klimatu odczuwalnego i o bardzo małym dopływie promieniowania słonecznego:

podtypy: **E₁** - o umiarkowanych wahaniach dobowych temperatury powietrza;

obejmuje tereny przydatne dla kąpieli powietrznych i terapii ruchowej oraz turystyki pieszej i wypoczynku tak czynnego jak i biernego,

E₂ - o dużych wahaniach dobowych temperatury powietrza; obejmuje tereny przydatne dla kąpieli słonecznych (okresowo) i powietrznych, terapii ruchowej, turystyki pieszej oraz wypoczynku czynnego i biernego.

Ogólnie można stwierdzić, że na obszarze Supraśla występują dwa rodzaje warunków bioklimatycznych: słabo bodźcowe (w lasach) oraz łagodnie bodźcowe (w pozostałych typach terenu), oba bardzo przydatne w leczeniu uzdrowskowym. Analizując rozkład przestrzenny typów bioklimatu należy podkreślić, że tereny przewidziane pod przyszłą zabudowę uzdrowskową zostały wybrane trafnie z uwagi na ich walory bioklimatyczne (ryc. 26).



Ryc. 26. Typy bioklimatu lokalnego Supraśla (objaśnienia na str. 60-61)

Types of bioclimate of Supraśl (explanations on pages 60-61)

10. Podsumowanie

Supraśl leży w najchłodniejszym w Polsce (poza górami) regionie bioklimatycznym. Lokalizacja miasta w środkowej części regionu sprawia, że warunki bioklimatyczne są tu łagodniejsze aniżeli na jego północy. Panuje tu słabobodźcowy typ bioklimatu, o cechach oszczędzających na terenach zalesionych (K o z ł o w s k a - S z c z ę s n a 1991).

Cechą pozytywną badanego obszaru są dobre warunki solarne, sprzyjające prowadzeniu zabiegów helioterapeutycznych w okresie letnim. Liczba dni z opadem i mgłą kształtuje się poniżej przyjętych w bioklimatologii norm dla miejscowości uzdrowskich. Stosunkowo gruba i długo zalegająca pokrywa śnieżna ma nie tylko znaczenie klimatoterapeutyczne, ale sprzyja także uprawianiu nizinnej turystyki narciarskiej. Okres pogody korzystnej dla klimatoterapii trwa średnio od maja do września, a szczególnie dodatnio wyróżnia się koniec wiosny i początek lata.

Należy dodać, że warunki bioklimatyczne Supraśla mogą ulec pewnym modyfikacjom po zbudowaniu na rzece Supraśli zbiornika wodnego z zaporą zlokalizowaną powyżej wsi Ogrodniczki (K o r e c k i i in. 1991). W II etapie zbiornik ma sięgnąć w pobliże miasta, co może spowodować zmiany nie tylko w poziomie wód gruntowych ale także w środowisku atmosferycznym w najbliższej okolicy zbiornika. Stwierdzenie kierunku i wielkości tych zmian wymagałoby przeprowadzenia badań topoklimatologicznych, zarówno przed, jak i po powstaniem sztucznego jeziora.

Na podkreślenie zasługują dobre warunki sanitarne powietrza. Zanieszyszczenia gazowe i pyłowe kształtują się znacznie poniżej przyjętych w Polsce norm sanitarnych.

Przepływająca przez Supraśl rzeka o takiej samej nazwie niesie wody mieszczące się w II klasie czystości (*Atlas zasobów...* 1994). Rzeka Supraśl jest głównym źródłem wody pitnej dla Białegostoku. Ujęcia wody znajdują się w Wasilkowie i Jurowcach. Rzeka zasila także zbiornik wodny o powierzchni 5 ha, wybudowany dla celów rekreacyjnych w Wasilkowie. Stan czystości rzeki poprawi się w wyniku skanalizowania Supraśla i skierowania zanieczyszczeń do oczyszczalni ścieków w Białymstoku.

11. Wnioski końcowe

1. Przeprowadzone badania wykazały występowania na terenie Supraśla i najbliższej okolicy korzystnych warunków bioklimatycznych do prowadzenia lecznictwa klimatycznego i profilaktyki uzdrowiskowej oraz rekreacji. Wyniki badań potwierdziły słusność wyboru terenów pod przyszłą zabudowę uzdrowiskową. Należy jednak pamiętać, aby przy pracach projektowych i budowlanych zachować wszystkie walory środowiska naturalnego. W przeciwnym razie warunki bioklimatyczne Supraśla mogą stracić swój leczniczy i profilaktyczny charakter.
2. Tereny przewidziane pod zabudowę uzdrowiskową mają, w porównaniu z obszarami otaczającymi, najlepsze warunki solarne, wyższą temperaturę powietrza, stosunkowo niską jego wilgotność. Obserwuje się tam obecnie dość silne wiatry. Mogą one jednak ulec osłabieniu w wyniku odpowiedniej zabudowy i zadrzewienia terenu.
3. Lokalne warunki bioklimatyczne na obszarze Supraśla są wyraźnie zróżnicowane. Można tu wydzielić dwie grupy terenu o cechach słabo bodźcowych (w lasach) oraz łagodnie bodźcowych (w pozostałych typach terenu). Jednak zróżnicowanie przestrzenne innych cech bioklimatu (odczuwalność cieplna, dopływ promieniowania słonecznego, dobowe wahania temperatury powietrza) sprawia, że na obszarze Supraśla różnorodność typów bioklimatu jest znaczna.
4. Stężenia zanieczyszczeń powietrza są znacznie niższe od norm obowiązujących dla terenów specjalnie chronionych. Jedynie sumy roczne pyłu opadającego i maksymalne stężenia średniodobowe pyłu zawieszonego przekraczają dopuszczalne normy. Jest to spowodowane dużym natężeniem ruchu samochodowego w centrum miasta. Stan sanitarny powietrza ulegnie poprawie jeśli ograniczy się ruch samochodowy (zwłaszcza autobusowy). Przeprowadzana jesienią 1993 r. gazyfikacja Supraśla wpłynęła na zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza, zwłaszcza w sezonie grzewczym.
5. Istotnym zagadnieniem z punktu widzenia lecznictwa i wypoczynku jest odpowiednie utrzymanie zieleni. Różnorodność zbiorowisk leśnych oraz bogata flora doliny Supraśli pozwalają na wytyczenie licznych tras spacerowych, umożliwiających kuracjom bezpośredni kontakt ze środowiskiem przyrodniczym. Zbiorowiska leśne Puszczy Knyszyńskiej mają korzystne warunki bioklimatyczne, odznaczają się właściwościami leczniczo-profilaktycznymi oraz mają duże walory estetyczne.
6. Obszary przeznaczone na potrzeby przyszłego uzdrowiska charakteryzują się bioklimatem łagodnie bodźcowym, o przeciętnych warunkach klimatu odczuwalnego i przeciętnym dopływie promieniowania słonecznego. Dobowe wahania temperatury powietrza są umiarkowane, a tylko miejscami dość duże. Po wprowadzeniu na te tereny zabudowy uzdrowiskowej i zadrzewienia wahania te znacznie się zmniejszą.

7. Szczegółowe plany i wytyczne realizacyjne zagospodarowania terenów przewidzianych pod zabudowę uzdrowiskową powinny być opracowane przy współpracy przyrodników (geografowie, biolodzy, leśnicy). Pozwoli to w pełni wykorzystać miejscowe walory środowiska naturalnego oraz ochronić najcenniejsze z nich przed ewentualną degradacją.

8. Walory i zasoby środowiska geograficznego w pełni predysponują Supraśl do prowadzenia leczenia balneologiczno-klimatycznego dla ludzi w wieku podeszłym, rekonwalescentów, osób otyłych oraz dzieci, a więc pacjentów, którzy źle znoszą silne bodźce atmosferyczne. Szczególnie wskazana zdaniem lekarzy (Korecki i in. 1991) będzie tu terapia chorób układu oddechowego, układu krążenia, chorób narządów ruchu, chorób kobiecych i chorób psychicznych. Istnieją tu także dobre warunki do leczenia otyłości.

12. Literatura

Atlas zasobów, walorów i zagrożeń środowiska geograficznego, 1994, Agencja Rekl.-Wyd. A.Grzegorzczak

Atlas województwa białostockiego, 1968. Wyd.Geolog., Warszawa.

Błażejczyk K. 1981, *Wstępne uwagi o klimacie i bioklimacie zbiorowisk leśnych w Augustowie*, [w:] *Problemy bioklimatologii uzdrowiskowej*, cz. IV, Dok.Geogr. 2: 13-36.

— 1982, *Warunki bioklimatyczne planowanej dzielnicy uzdrowiskowej w Augustowie*, Probl.Uzdrowisk. 1-6: 17-45.

— 1983, *Bioklimatyczna ocena i typologia uzdrowisk Polski*, Dok.Geogr. 3.

— 1990, *Nowy wskaźnik bioklimatyczny do określania odczuwalności cieplej człowieka*, Probl.Uzdrowisk. 5-6: 59-71.

— 1992, *Bioklimatyczna analiza warunków pogodowych w Polsce*, Zesz. IGiPZ PAN, 8, Warszawa.

— 1993, *Wymiana ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem w różnych warunkach środowiska geograficznego*, Prace Geogr. 159.

— 1994, *Klimatologiczno-fizjologiczny model wymiany ciepła między człowiekiem a otoczeniem (MENEX)*, Przegl.Geogr. 66, 1-2: 33-55.

Czerwiński A., 1980, *Puszcza Knyszyńska na Wysoczyźnie Białostockiej wokół doliny Supraśli*, [w:] *Nauka i Praktyka*, OBN, Białystok.

Inwentaryzacja przyrodnicza gminy Supraśl, (praca zbiorowa) 1993, Zarząd Parku Krajobrazowego Puszczy Knyszyńskiej, Supraśl, (maszynopis).

- Kaczorowska Z., 1958, *Klimat województwa białostockiego*, Dok.Geogr. 6.
- Kondracki J., 1972, *Polska północno-wschodnia*, PWN, Warszawa.
- 1978, *Geografia fizyczna Polski*, PWN, Warszawa.
- Korecki J., Patejuk M., Róg Z., Wolfram K., 1991, *Gmina ekologiczna Supraśl (studium koncepcyjne)*, Białystok-Supraśl, (maszynopis)
- Kostrowicki A.S., 1963, *Z biogeografii rezerwatu łąkowego w Supraślu. Studium metodyczne*, Przegl.Geogr., 35, 3: 384-415.
- Kozłowska-Szczęśna T., 1984, *Bioklimat polskich uzdrowisk jako podstawowa cecha ich warunków środowiskowych*, Dok.Geogr., 1-2.
- 1988, *Klimat Polski a zdrowie człowieka*, [w:] *Przemiany środowiska geograficznego Polski*, Wszechnica PAN, Warszawa.
- 1991, *Antropoklimat Polski*, Zesz. IGiPZ PAN, 1, Warszawa.
- Kozłowska-Szczęśna T. (red.), 1985, *Metody badań bioklimatu człowieka*, Probl.Uzdrowisk., 1-2.
- Kozłowska-Szczęśna T., Krawczyk B., 1990, *Klimatyczne uwarunkowania zdrowotności w Polsce*, Conf.Papers IGiPZ PAN, 9, Warszawa: 71-86.
- Krawczyk B. 1991, *Próba typologii bioklimatu Polski na podstawie temperatury radiacyjno-efektywnej*, Przegl.Geogr., 63, 1-2.
- Krzymowska-Kostrowicka A., 1991, *Zarys geoekologii rekreacji*, WGiSR UW, t. I, Warszawa.
- Kucharski M., Szymak M., 1993, *Złoża torfów leczniczych (borowina) w Polsce*, Min.Zdrowia i Opieki Społ. oraz BP "Balneoprojekt".
- Kuczmarowski M., 1977, *Charakterystyka usłonecznienia północnych regionów Polski w okresie 1961-1970*, Zesz.Nauk.Akad.Roln-Techn. w Olsztynie, Rolnictwo 21.
- 1990, *Usłonecznienie Polski i jego przydatność dla helioterapii*, Dok.Geogr., 4.
- Łobozewicz T., 1979, *Warunki rozwoju turystyki i sportu narciarskiego w Polsce w świetle badań śniegowych*, Inst.Turyst., Warszawa.
- Mioduszewski P., 1979, *Charakterystyka rzeźby i współczesnych procesów morfodynamicznych na obrzeżeniu projektowanego zbiornika wodnego na rzece Supraśl*, WGiSR UW, Warszawa, (maszynopis).
- Niedźwiedz T., Limanówka D., 1992, *Termiczne pory roku w Polsce*, Zesz.Nauk.UJ, Pr.Geogr., 90, Kraków.
- Olszewski J.L., 1973, *Klimat północno-wschodniej Polski w ujęciu kompleksowym*, Prace i Studia IG UW, 11, Klimatologia 6, Warszawa.

- Papierkowski J., 1976, *Wytyczne balneologiczne do rozwoju lecznictwa uzdrowiskowego w potencjalnych uzdrowiskach byłego województwa białostockiego*, Probl.Uzdrowisk, 1-2: 47-68.
- Paszyński J., Niedźwiedź T., 1991, *Klimat*, [w:] *Geografia Polski - środowisko przyrodnicze*, PWN, Warszawa
- Pióro S.J., 1973, *Klimat województwa białostockiego*, Woj.Biuro Geodezji, Białystok.
- Sokołowski A.W., 1991, *Przyrodnicze obiekty chronione województwa białostockiego*, Woj.Kons.Przyrody, Białystok.
- Sokołowska-Leniec H., 1992, *Park Krajobrazowy Puszczy Knyszyńskiej*. Współczesna Oficyna Supraska.
- Sznajderska A., 1976, *Morfologia doliny Supraśli*, WGiSR UW, Warszawa, (maszynopis).
- Woś A., 1993, *Regiony klimatyczne Polski w świetle częstości występowania różnych typów pogody*, Zesz. IGiPZ PAN, 20, Warszawa.
- Wysocka E., 1976, *Funkcje uzdrowiskowe makroregionu północno-wschodniego w świetle dotychczasowych badań i prognoz*, [w:] *Biuletyn Naukowy - Problemy turystyki, rekreacji i kształtowania środowiska*, Ośr.Bad.Nauk. w Białymstoku: 62-72.
- Wysocka E., Bednarek B., Góra T., Płochniewski Z., 1975, *Wytyczne programowe i przestrzenne wprowadzenia lecznictwa uzdrowiskowego do miejscowości potencjalnie uzdrowiskowych województwa białostockiego*, Probl.Uzdrowisk, 5: 105-124.
- Założenia polityki regionalnej obszaru funkcjonalnego "Zielone Płuca Polski"*, 1991, Narodowa Fundacja Ochrony Środowiska, Warszawa

Bioclimatic conditions of Poland

(Summary)

The aim of this study is the evaluation of bioclimatic conditions of Supraśl for the needs of climatotherapy, rest and recreation. The differentiation of bioclimatic conditions in yearly course has been examined on the basis of meteorological data from the stations: Białowieża, Białystok, Sokółka and Supraśl.

The results of the detail field investigations carried out in June and July 1994 were used for the presentation of the spatial differentiation of the main meteorological elements. The air pollution was analysed as well.

In result of investigations the bioclimatic evaluation of Supraśl has been obtained. The type of bioclimate was distinguished and its spatial distribution was presented as well as the evaluation of the area for the need of the developing health resort.

The following factors were used for the evaluation of bioclimatic conditions in a local scale: heat load in man defined with the use of man-environment heat exchange model (MENEX) worked out in Climatological Department of the Institute of Geography and Spatial Organization as well as thermal sensations of man evaluated by direct measurements of a new man-analogue instrument - a vertical cylinder.

It was found that the resources of geographical environment (i.e. favourable bioclimatic conditions, air cleanness and quality of bilberries) fit Supraśl to grow as a therapeutic treatment resort.

**Wymagania techniczne
stawiane pracom składanym do druku w „Zeszytach IGIPZ PAN”**

Teksty na dyskietkach muszą spełniać następujące warunki:

1. Zapis w kodach ASCII (większość edytorów ma możliwość eksportu do ASCII; wykluczamy edytor Chi-Writer dla tekstów polskich) z rozszerzeniem TXT, np. BAZA.TXT.
2. Pojedyncza interlinia.
3. Bez wcięć akapitowych, przenoszenia wyrazów, wyrównywania prawego marginesu.
4. Paragrafy (akapity) rozdzielone jedną linią wolną.
5. Tekst gładki, bez wyróżnień (tj. pogrubień, podkreśleń, subskryptów itp.).
6. Podanie jedynie podpisów rysunków i tabel.
7. Miejsca, w których występują wzory, zaznaczyć w nawiasach; same wzory osobno na wydruku lub na kartce.
8. Tabele oraz rysunki przygotowane za pomocą innych programów (np. LOTUS) należy umieścić w osobnym pliku o stosownym rozszerzeniu (np. KOŁO.PIC dla rysunków z LOTUSA).

Wydruk dołączony do dyskietki powinien być wydrukowany z podwójną interlinią oraz zawierać wymiary rycin i tabel.

Uwaga!

Do pracy należy dołączyć streszczenie (maksymalnie do 5 stron), spis rycin i tabel oraz abstrakt (3-4 zdania) i słowa kluczowe (3-4) w wersji polskiej i angielskiej.

Informacje dla autorów

"Zeszyty IGIPZ PAN" wychodzą w standardowym nakładzie 120 egzemplarzy (w tym 15 autorskich).

Bieżące numery publikacji IGIPZ PAN rozprowadza ORWN, Pałac Kultury i Nauki, Warszawa.

Numery wcześniejsze są do nabycia w Dziale Wymiany Biblioteki IG i PZ PAN ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa, w godz. od 9 do 15.

1993

12. Z. BABIŃSKI - Stopień wodny Ciechocinek i jego zbiornik Nieszawa - prognoza zmian środowiska geograficznego;
P. GIERSZEWSKI - Denudacja chemiczna w zlewni Rudy.
13. A. GAWRYSZEWSKI - Struktura przestrzenna zatrudnienia i bezrobocia w Polsce, 1990-1992.
14. M. SOBCZYŃSKI - Trwałość dawnych granic państwowych w krajobrazie kulturowym Polski.
15. P. KORCELLI, A. GAWRYSZEWSKI, E. IWANICKA-LYRA, A. MUZIOL-WĘCŁAWOWICZ, A. POTRYKOWSKA, M. POTRYKOWSKI, Z. RYKIEL - Program rozwoju Warszawy - synteza.
16. T. GERLACH, M. KRYSOWSKA-IWASZKIEWICZ, K. SZCZEPANEK, M.F. PAZDUR - Nowe dane o pokrywie karpackiej odmiany lessów w Humniskach koło Brzozowa.
17. R. SZCZĘSNY - Poziom produkcji towarowej rolnictwa indywidualnego w Polsce.
Przestrzenne zróżnicowanie i przemiany w latach 1960 - 1988.
18. T. KOZŁOWSKA-SZCZĘSNA, D. LIMANÓWKA, T. NIEDŹWIEDŹ, Z. USTRNUL, S. PACZOS - Charakterystyka termiczna Polski.
19. R. SZCZĘSNY - Zróżnicowanie produkcji rolnictwa polskiego w aspekcie gospodarki żywnościowej w 1990r.
20. A. WOŚ - Regiony klimatyczne Polski w świetle częstości występowania różnych typów pogody.

1994

21. A. WERWICKI - Sfera usług społeczno-kulturalnych w wybranych krajach środkowoeuropejskich w ostatniej dekadzie istnienia nakazowo-rozdziałowego systemu gospodarczego (1980-1989);
Potencjały naukowe w Polsce w 1990 roku i ich rozmieszczenie.
22. E. NOWOSIELSKA - Sfera usług w badaniach geograficznych. Główne tendencje rozwojowe ostatniego dwudziestolecia i aktualne problemy badawcze.
23. T. LIJEWSKI - Infrastruktura komunikacyjna Polski wobec zmian politycznych i gospodarczych w Europie Środkowej i Wschodniej.
24. A. BOKWA, A. MROCZKA, R. PRZYBYŁA, J. ŚMIAŁKOWSKI, R. TWARDOSZ - Wybrane zagadnienia z klimatologii i bioklimatologii.
25. M. DEGÓRSKI, A. MATUSZKIEWICZ, W. MATUSZKIEWICZ, J.M. MATUSZKIEWICZ - Badania porównawcze ekosystemów leśnych w Finlandii.
26. T.S. KONSTANTINOVA, J. BOLOBAN, J. PASZYŃSKI, J. SKOCZEK, B. KRAWCZYK - Badania topoklimatyczne w Mołdawii.
27. R. SZCZĘSNY - Rolnictwo Finlandii. Przestrzenne zróżnicowanie i przemiany.
28. K. BŁAŻEJCZYK, B. KRAWCZYK - Bioclimatic research of the human heat balance.

1995

29. P. EBERHARDT - Zagadnienia ludnościowe obszaru byłych Prus Wschodnich.
30. Z. BABIŃSKI, M. GRZEŚ - Monografia hydrologiczna zbiornika stopnia wodnego Włocławek.
31. J. GRZESZCZAK - Przestrzenne zróżnicowanie społeczno-gospodarcze "północ-południe" w krajach Unii Europejskiej Wielka Brytania, Niemcy, Francja.
32. A. GAWRYSZEWSKI - Rynek pracy Warszawy i województwa warszawskiego 1990-1993.

PL - ISSN 0867-6836
WYDAWNICTWA IGI PZ PAN, WARSZAWA

<http://rcin.org.pl>