

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
Z A K Ł A D O C H R O N Y P R Z Y R O D Y

JAN KLEIN

MEZO- I MIKROKLIMAT
OJCOWSKIEGO PARKU
NARODOWEGO

MESO- AND MICROCLIMATE OF THE OJCÓW NATIONAL PARK



PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

WARSZAWA — KRAKÓW 1974

Jan Klein

MEZO- I MIKROKLIMAT OJCOWSKIEGO PARKU NARODOWEGO

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
Z A K Ł A D O C H R O N Y P R Z Y R O D Y

S T U D I A N A T U R A E
SERIA A — WYDAWNICTWA NAUKOWE

KOMITET REDAKCYJNY

Zdzisław Czeppe, Jerzy Fabijanowski, Kazimierz Kowalski

Nr 8

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
Z A K Ł A D O C H R O N Y P R Z Y R O D Y

JAN KLEIN

MEZO- I MIKROKLIMAT
OJCOWSKIEGO PARKU
NARODOWEGO

MESO- AND MICROCLIMATE OF THE OJCÓW NATIONAL PARK



PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE

WARSZAWA — KRAKÓW 1974

Redaktor: *Kazimierz Zabierowski*
Zastępca Redaktora: *Anna Medwecka-Kornaś*
Sekretarz Redakcji: *Alina Kwiatkowska*

Wszystkie brakujące w tekście ryciny i tabele umieszczone są na końcu książki
pod opaską

Adres Redakcji: 31-505 Kraków, ul. Ariańska 1

Redaktor techniczny
Wilhelmina Urzędowska
Korektor
Władysława Bulszowa

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE — ODDZIAŁ W KRAKOWIE

Nakład 390 + 90 egzemplarzy.	Oddano do składania 20. VIII. 1973 r.
Ark. wyd. 12. Ark. druk. 6 ¹⁰ / ₁₆ + 13 wkł.	Podpisano do druku 7. III. 1974 r.
Papier ilustr. kl. III 70 × 100 80 g.	Druk ukończono w marcu 1974 r.
Zam. 834/73. S-67-1031.	Cena zł 40,—

DRUKARNIA UNIwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie

TREŚĆ

Synopsis	7
I. Wstęp	7
1. Zarys problemu	7
2. Uwagi metodyczne	8
3. Tło fizjograficzne	10
II. Mezklimat Ojcowskiego Parku Narodowego	11
1. Położenie klimatyczne (tło)	11
2. Stosunki radiacyjne i usłonecznienie	12
3. Czynniki cyrkulacyjne	14
4. Stosunki termiczne	18
a. Średnie roczne i miesięczne temperatury powietrza	18
b. Temperatury ekstremalne	22
c. Amplitudy temperatur	22
d. Inwersje termiczne	22
e. Termiczne pory roku	27
f. Sumy temperatur	32
g. Liczby stopniodni	32
h. Liczba dni z silnym mrozem, mrozem, mrozem i przymrozkiem oraz gorących	33
i. Przymrozki	34
j. Stosunki termiczne gleby i najniższej warstwy powietrza w dnach dolin	35
5. Opady atmosferyczne	37
6. Pokrywa śnieżna	43
7. Stosunki anemologiczne	45
8. Wilgotność powietrza	45
9. Zachmurzenie	50
10. Porównanie klimatu lokalnego dolin Saspówki i Prądnika	52
III. Stosunki mikroklimatyczne	55
1. Opis stanowisk pomiarowych na tle rzeźby i szaty roślinnej	55
2. Charakterystyka typów pogody	55
3. Stosunki mikroklimatyczne w różnych porach roku	57
a. Wiosna	57
b. Lato	64
c. Jesień	71
d. Zima	75
4. Niektóre zależności kształtowania się stosunków termicznych w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN	80
IV. Regionalizacja klimatyczna	84
1. Regiony mezklimatyczne	85
2. Rejonizacja mikroklimatyczna	88
V. Zakończenie	97
Piśmiennictwo	98
Summary	102

Synopsis

Praca niniejsza jest monografią klimatu Ojcowskiego Parku Narodowego, który choć jest najmniejszym parkiem narodowym w Polsce, posiada bardzo urozmaicone stosunki mezo- i mikroklimatyczne. Silne urzeźbienie terenu, powodujące duże urozmaicenie form i ekspozycji, a także znaczne deniwaluacje, sprawiają, że na niewielkiej przestrzeni występuje wyraźna zmienność mikroklimatów. W krajobrazie Parku zaznacza się to m. in. dużą mozaikowością zespołów roślinnych, często o zupełnie odmiennych wymogach siedliskowych.

Charakterystykę stosunków mezoklimatycznych przeprowadził autor w oparciu o materiał uzyskany ze specjalnie do tego celu założonych stacji prowadzących pomiary stacjonarne w latach 1964—1968 oraz stacji PIHM w Białym Kościele. Dane dla zboczy o ekspozycji południowej wyliczono metodą Hessa (1968), który stwierdził istnienie ścisłych związków funkcyjnych w kształtowaniu się elementów i wskaźników klimatu na zboczach północnych i południowych.

Stosunki mikroklimatyczne badano sposobem patrolowym we wszystkich porach roku i typach pogody wyróżnionych przez Michałczewskiego (1969). W wyniku analizy zebranego w ten sposób materiału dokonano regionalizacji mezo- i mikroklimatycznej OPN. Wyróżniono i scharakteryzowano 4 regiony mezoklimatyczne i 20 regionów mikroklimatycznych.

I. Wstęp

1. Zarys problemu

Ojcowski Park Narodowy (OPN) ma na celu nie tylko zachowanie przyrody w stanie naturalnym, lecz również (ze względu na bliskość dużego ośrodka naukowego, jakim jest Kraków) spełnia ważną rolę naukową i naukowo-dydaktyczną. Olbrzymie bogactwo elementów i form wchodzących w zakres przyrody nieożywionej i ożywionej spowodowało, że od dawna budził on zainteresowania naukowców wielu dyscyplin nauki.

Niezwykłe malowniczy krajobraz i bogata historia tego terenu sprawiają, że OPN jest również miejscem chętnie odwiedzanym przez turystów z kraju i z zagranicy, którzy zawsze pozostają pod wrażeniem piękna tego zakątka.

W licznych opracowaniach wchodzących w zakres botaniki, zoologii i innych nauk spotyka się ustawiczne podkreślanie roli klimatu, jaką on odgrywa poprzez specyficzne dla tego obszaru stosunki mikroklimatyczne. Mimo to brak było do tej pory opracowania dotyczącego tego elementu środowiska geograficznego. Fragmentaryczne obserwacje klimatologiczne pro-

wadzili botanicy, szukający uzasadnienia dla interesującego rozmieszczenia zbiorowisk roślinnych o bardzo zróżnicowanym składzie florystycznym (Jelenkin 1901, Szymkiewicz 1923). Kilka serii pomiarów mikroklimatycznych przeprowadziło też Koło Geografów UJ (Klein, Niedźwiedz, Szytyler 1966).

Na tak małym obszarze (1570 ha) spotkać można rośliny o krańcowo odmiennych wymogach ekologicznych. Obok kserotermicznych muraw naskalnych i ciepłolubnych zarośli, wśród których rosną rośliny mające swoje centra rozprzestrzenienia na południe od Karpat (np. wiśnia karłowata), występują tutaj także reliktowe górskie zespoły cieniolubne, w których znalazły odpowiednie dla siebie warunki rośliny żyjące w Karpatach w klimacie odpowiadającym wyróżnionym przez Hessa (1965a) piętom klimatycznym umiarkowanie chłodnym, chłodnym, a nawet bardzo chłodnym. Do nich należy m. in. miesięcznica trwała, paprotnik kolczysty, przetacznik górski (Michalik, rkps).

Podobne przykłady przytaczać można również z dziedziny zoologii (Szczepczycki 1967). Wiele gatunków skoczogonek przetrwało na terenie OPN jako formy reliktowe pochodzące z różnych okresów wahań klimatycznych zarówno ciepłych, jak i zimnych. Tak więc obok gatunków żyjących dziś w Skandynawii, na Grenlandii czy Jan Mayenie spotyka się tu gatunki występujące w Jugosławii, Portugalii, a nawet w Maroku.

Uważam, że niniejsza praca przynajmniej częściowo da podstawę interpretacji rozmieszczenia roślin i zwierząt w OPN. Celem jej było również zbadanie stosunków mezo- i mikroklimatycznych oraz przedstawienie ich na tle takich elementów środowiska jak rzeźba i szata roślinna. Podjęto próbę powiązania warunków mikroklimatycznych z rozmieszczeniem różnych zbiorowisk roślinnych a także scharakteryzowania stosunków fitoklimatycznych panujących w wybranych zbiorowiskach. Sądzę również, że opracowanie to wypełni w pewnym stopniu dotkliwą lukę w poznaniu klimatu tego interesującego zakątka Polski.

2. Uwagi metodyczne

Badania nad mezo- i mikroklimatem Ojcowskiego Parku Narodowego prowadziłem w Zakładzie Ochrony Przyrody PAN w Krakowie w latach 1964—1968, początkowo w ramach kompleksowych badań Zakładu nad ekologią i produkcją lasu bukowego i łąki pod kierunkiem prof. dr A. Medweckiej-Kornaś (1967), a następnie rozszerzyłem je na obszar obejmujący centralną część Parku.

W celu scharakteryzowania stosunków mezoklimatycznych założono na terenie OPN 2 stacje prowadzące pomiary stacjonarne — na łące w dolinie Sąspówki (200 m od wylotu) oraz na polanie zbocza o ekspozycji północnej, 40 m nad dnem doliny.

Stacja w dolinie Sąspówki pełniła rolę stacji podstawowej i zaopatrzona była w 2 klatki meteorologiczne (2 m i 20 cm nad gruntem) z termo-hygrografami dobowymi. W okresie bezprzymrozkowym wyposażenie klatek uzupełniano ewaporometrami Piche'a. Temperatury skrajne i aktualne powietrza mierzono na wysokości 5 cm nad gruntem przy nie zaburzonej strukturze roślinności. Termometry glebowe umieszczono na 5 poziomach: 0, 5, 10, 20 i 50 cm. W ogródku znajdował się również deszczomierz Hellmanna.

Stacja zboczowa posiadała tylko klatkę na wysokości 2 m z termo-hygrografem i deszczomierz. Na obydwu stacjach pomiary temperatury i wilgotności powietrza wykonywano psychrometrem aspiracyjnym Assmanna w terminach porannym i południowym (6.40 i 12.40). Dane z terminu wieczornego (20.40) oraz wartości skrajne uzyskiwano z termo-hygrografów. Na dachu pobliskiej willi „Berlo” umieszczony był heliograf Campbella-Stokesa, a sezonowo również integrator do pomiaru światła fotosyntetycznie czynnego.

W okresie zimowym mierzono grubość pokrywy śnieżnej.

Dane charakteryzujące stosunki klimatyczne wierzchowiny wzięto ze stacji PIHM w Białym Kościele, oddalonej o 3,5 km od Ojcowa. Wartości charakteryzujące reżim klimatyczny zboczy o wystawie południowej wyliczyłem posługując się metodą Hessa (1968).

W celu określenia zróżnicowania klimatu lokalnego dolin Prądnika i Sąspówki założono w lipcu 1966 r. stację klimatologiczną w dolinie Prądnika, wyposażoną podobnie jak stacja w dolinie Sąspówki.

Stosunki mikroklimatyczne badano na wybranej powierzchni obejmującej centralną część OPN, najbardziej urozmaiconą pod względem rzeźby i szaty roślinnej, i stanowiącej około 30% całej powierzchni Parku. Obszar ten obejmował ujście Sąspówki do Prądnika, najwyższy punkt Parku — Górę Chelmową (475 m n.p.m.) oraz najniższe partie doliny Prądnika (300 m n.p.m.). W obrębie tego obszaru znajdują się wszystkie typowe dla całości Parku formy geomorfologiczne i zbiorowiska roślinne.

Skoncentrowanie badań na stosunkowo niewielkiej powierzchni było konieczne zarówno ze względu na metodykę prowadzenia pomiarów, jak i możliwość kontroli nad sprzętem pozostawionym w terenie.

Ogółem pomiarami objęto 54 dni, z czego na okres wiosny przypadło 9, lata — 23, jesieni — 16 i zimy — 6 dni.

Na 14 stanowiskach pomiarowych reprezentujących 10 zbiorowisk roślinnych prowadzono na transektach N — S i E — W pomiary mikroklimatyczne sposobem patrolowym, przy pomocy 2—3 osób. Odchylenia czasowe nie przekraczały 25 minut, a zmiany temperatury i wilgotności w tym czasie korygowano z zapisu termo-hygrografów zainstalowanych na czas pomiarów dodatkowo na 5 stanowiskach. Opis stanowisk pomiarowych podaję w rozdziale III, 1.

Pomiary wykonywano 5 razy dziennie, w terminach podstawowych oraz o 9.40 i 16.40. Stanowiska wyposażone były w termometry glebowe i eks-

tremalne (5 cm nad gruntem). Pomiary temperatury i wilgotności powietrza wykonywano psychrometrem aspiracyjnym Assmanna, na wysokości 150, 20 i 1 cm. Ponadto notowano kierunek i prędkość wiatru (anemometrem Robinsona), stan gruntu i zjawiska pogodowe.

W okresie zimowym kartowano zaleganie i zanikanie pokrywy śnieżnej. Sporządzono szereg kolejnych map topnienia pokrywy śnieżnej i pojawów fenologicznych wybranych gatunków roślin (Klein 1967a).

3. Tło fizjograficzne

Utworzony w 1956 r. Ojcowski Park Narodowy jest najmniejszym Parkiem Narodowym w Polsce. Leży on w południowo-wschodniej części Wyżyny Krakowskiej, około 20 km na północny zachód od Krakowa. Swoim zasięgiem obejmuje najpiękniejszy fragment malowniczej doliny Prądnika oraz znaczną część doliny Sąsypówki (ryc. 1).

Wyraźne kulminacje stanowią: Góra Chelmowa (475 m n.p.m.), Złota Góra (455 m n.p.m.) oraz Góra Smardzewska (435 m n.p.m.). Dno doliny Prądnika jest wcięte do głębokości 300 m n.p.m. i wraz z doliną Sąsypówki oraz licznymi bocznymi dolinkami wciosowymi powoduje bardzo silne rozczłonkowanie i urzeźbienie terenu. Wywiera to duże piętno na inne elementy środowiska geograficznego, głównie na szatę roślinną (mozaikowość zespołów) i stosunki mikroklimatyczne.

Strome, skaliste zbocza dolin zbudowane są z wapieni jurajskich tworzących charakterystyczne kompleksy skalne odcinające się wyraźnie swą bielą od tła ciemnych lasów. Skały przybierają często fantastyczne kształty, a ich wnętrza kryje niezmiernie interesujący świat jaskiń (Kowalski 1951). Miejsca między wychodniami skalnymi pokrywa zwietrzelina, którą porastają rozmaite zespoły leśne i zaroślowe.

Głównym ciekim OPN jest Prądnik, który wraz z Sąsypówką tworzy zasadniczą sieć wód powierzchniowych. Na terenie Parku znajduje się 47 źródeł (Alexandrowicz, Wilk 1962), głównie o wydajności 1—5 l/sek. Niewielką ilość cieków stałych uzupełnia gęsta sieć cieków okresowych, które w okresie burzowych ulew zamieniają się często w potoki odgrywające niepoślednią rolę w zaopatrywaniu roślin w wodę i nawilżaniu powietrza (Kondracki 1937). Boczne wciosa tworzą też dogodne „rynny” spływu chłodnego powietrza, wywierając niemały wpływ na występowanie charakterystycznych dla OPN inwersji termicznych.

Duże powiązania z warunkami klimatycznymi kształtującymi się pod wpływem rzeźby wykazuje szata roślinna (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963). Zimne dna dolin o stosunkowo dużych dobowych amplitudach temperatury i dużej wilgotności powietrza (częste mgły radiacyjne) zajmują łąki rajgrasowe z dużą domieszką górskich gatunków roślin, a w miejscach bardziej podmokłych z ostrożeniem. Gdzieniegdzie nad potokami zachowały się resztki lasów łęgowych (ryc. 2).

Zbocza północne, o klimacie chłodnym i wilgotnym, wykazują duże zróżnicowanie szaty roślinnej. Głównie porasta je buczyna karpacka, a wystające ponad nią skały zespół cieniolubnych muraw i mszaków naskalnych. Najbardziej osłonięte miejsca pod skałami zajmuje cienisty las jaworowy z języcznikiem.

Zbocza południowe, wschodnie i zachodnie odznaczają się olbrzymią mozaikowością zespołów, spowodowanych głównie rzeźbą i związanymi z nią stosunkami mikroklimatycznymi. Dobrze nasłonecznione kompleksy skalne zajęte są przez zespół muraw naskalnych, w szczególności korzystnych przypadkach wykształconych jako murawy kserotermiczne. Płytkie gleby rędzinne między kompleksami skalnymi porastają w wyższych partiach ciepłolubne zarośla, w niższych — grądy.

Wierzchowinę charakteryzują niewielkie amplitudy temperatur; w znacznej części porośnięta jest ona przez bory mieszane. Duże połacie wierzchowiny zajęte są przez pola uprawne.

Pracę wykonywałem pod kierunkiem Pana Profesora dra Mieczysława Hessa, któremu pragnę w tym miejscu złożyć serdeczne podziękowania za opiekę i cenne rady zarówno podczas wykonywania pomiarów jak i opracowywania wyników. Dziękuję również Pani Profesor dr Annie Medweckiej-Kornaś za konsultacje dotyczące zagadnień fitosocjologicznych i ekologicznych. Koledze mgrowi Stefanowi Michalikowi dziękuję za pomoc w interpretacji wymogów ekologicznych roślin względem siedliska i udostępnienie nie publikowanych materiałów dotyczących flory OPN.

II. Mezoklimat Ojcowskiego Parku Narodowego

1. Położenie klimatyczne (tło)

W rejonizacji klimatycznej Polski (Romer 1949a), sporządzonej metodą izogradentów, OPN zaliczony został do krainy śląsko-krakowskiej regionu klimatów wyżyn środkowych. Kraina ta odznacza się zdaniem Romera jedną doniosłą osobliwością, którą jest skrócenie obu pośrednich pór roku, tzw. szarugi jesiennej i wiosennej, znamiennej temperaturą średnią od 5—0°C i od 0—5°C. O ile te szarugi nad Bałtykiem trwają 85 dni, a w Krainie Wielkich Dolin 67 dni, to na Wyżynie Krakowskiej ich liczba spada do 55 dni. Średnia temperatura roku wynosi 6,9°C, a duża amplituda roczna (21,4°C) pozwalała Romerowi sądzić o znacznym stopniu kontynentalizmu.

Dla celów agroklimatologii Gumiński (1948) dokonał podziału Polski na dzielnice rolniczo-klimatyczne. Według tego podziału obszar OPN należy do dzielnicy częstochowsko-kieleckiej, którą cechuje duże zalesienie. Opady atmosferyczne są dość wysokie (550—800 mm). Występuje tu stosunkowo dużo opadów gradowych. Liczba dni z przymrozkiem waha się od 112 do 130, mroźnych od 20 do 40. Długość okresu wegetacyjnego wynosi 210—220 dni.

Hess (1965b) dokonując rejonizacji klimatycznej województwa krakow-

skiego zaliczył ten obszar do regionu klimatu umiarkowanie ciepłego. On też pierwszy wskazał na liczne odmiany klimatu w obrębie tego regionu, uwarunkowane rzeźbą i ekspozycją terenu, zaznaczając, że formy wklęsłe (a taką właśnie reprezentują doliny Prądnika i Sąsypówki) posiadają o wiele gorsze warunki klimatyczne niż formy wypukłe.

2. Stosunki radiacyjne i usłonecznienie

Promieniowanie słoneczne odgrywa decydującą rolę w kształtowaniu procesów klimatotwórczych. Niestety nie dysponuję danymi dotyczącymi tego zagadnienia z terenu OPN. Orientacyjnie można jednak przytoczyć wartości wyliczone przez Mackiewicz (1953) dla szerokości geograficznej 50°N i długości 20°E , co mniej więcej odpowiada położeniu Krakowa (tab. I). W roku 1966 na terenie OPN prowadzone były pomiary światła fotosyntetycznie czynnego. Na podstawie tych danych, opierając się na badaniach Czopka (1971), obliczyłem wartości promieniowania całkowitego, przyjmując za autorem, że promieniowanie całkowite zawiera przy bezchmurnym niebie 38% PhAR, przy chmurach średnich 44%, a przy niskich 58% PhAR (tab. I).

Pewne odchylenia wyliczonych w ten sposób wartości w stosunku do danych Mackiewicz można wytłumaczyć m. in. odmiennym przebiegiem zachmurzenia w 1966 r., wpływem współczynnika przezroczystości atmosfery itd.

Powyższe dane dotyczą ilości energii padającej na powierzchnię poziomą. W terenie silnie urzeźbionym wartości te ulegają znacznym odchyleniom w zależności od nachylenia i ekspozycji zboczy. Ilustracją tego mogą być dane uzyskane przez Zacharową (1959), przytoczone w tabeli II.

Przestrzenne zróżnicowanie nasłonecznienia względne na badanym terenie i w otoczeniu ilustruje mapa (ryc. 3) sporządzona metodą Strużki (1959). Rozkład nasłonecznienia terenu wykazuje silny związek z rozmieszczeniem zbiorowisk roślinnych (por. ryc. 2). Miejsca o najkorzystniejszej insolacji zajmują murawy kserotermiczne lub ciepłolubne zarośla (zależnie od podłoża), natomiast zbocza o niewielkim nasłonecznieniu porastają głównie buczyny i zespoły cieniolutnych mszaków naskalnych. Najbardziej upośledzone pod względem nasłonecznienia miejsca zajmuje cienisty las jaworowy.

Stopień nasłonecznienia zboczy wywiera również bardzo silny wpływ na topnienie pokrywy śnieżnej i początki wegetacji (Klein 1967a).

Usłonecznienie (liczba godzin ze słońcem) wykazuje dużą zmienność z roku na rok i ścisły związek z zachmurzeniem. Charakterystyczna jest zmienność tego elementu w ciągu roku (tab. I). Najwięcej godzin ze słońcem obserwuje się w czerwcu (średnio 180), najmniej w grudniu (9,0). Należy jednak zaznaczyć, że mimo usytuowania heliografu na dachu budynku w okresie zimowym od godziny 14 przyrząd był zacieniany przez Górę Chelmową.

Olbrzymia część usłonecznienia rocznego przypada na miesiące letnie

Tabela I

Miesięczne rzeczywiste sumy insolacji (Kcal·cm⁻²·mies.⁻¹) na płaszczyznę poziomą wg Mackiewicz, 1954, dla $\varphi = 50^{\circ}N$ i $\lambda = 20^{\circ}E$, oraz dla Ojcowa (w okresie I V — 31 XII 1966) i ustonecznienie (liczba godzin ze słońcem) w okresie 1964—1967

Monthly real sums of insolation (Kcal·cm⁻²·month⁻¹) at a horizontal surface, after Mackiewicz, 1954, and for Ojców (in the period from May I, to December 31, 1966), and the number of hours with sun in the years 1964—1967

Element	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Yearly
Promieniowanie całkowite wg Mackiewicz Full radiation after Mackiewicz	0,7	1,5	3,8	5,9	8,2	9,0	9,8	8,4	5,0	2,7	1,2	0,5	56,7
Promieniowanie całkowite w Ojcowie Full radiation at Ojców	—	—	—	—	8,61	11,40	8,97	5,34	5,80	4,88	2,19	1,32	—
Promieniowanie fotosyntetycznie czynne — Ojców Photosynthetically active radiation at Ojców	—	—	—	—	4,05	5,36	4,22	2,51	2,73	2,26	1,03	0,62	—
Ustonecznienie Number of hours with sun	16,3	36,3	58,6	81,0	157,3	180,7	170,3	141,8	114,4	76,3	20,4	9,0	1062,4

Tabela II

Sumy dzienne ciepła bezpośredniego promieniowania słonecznego (w cal·cm⁻²) w różnych porach roku na stokach o ekspozycji północnej i południowej (wg Zacharowej, 1959) dla $\varphi = 50^{\circ}$ N
Daily totals of heat of direct solar radiation (cal·cm⁻²) in various seasons on slopes of northern and southern exposure (after Zacharova, 1959) for $\varphi = 50^{\circ}$ N

Deklinacja słońca Solar declination	Ekspozycja północna Northern exposure				Powierzchnia pozioma Horizontal surface	Ekspozycja południowa Southern exposure			
	Nachylenie Inclination of slope					Nachylenie Inclination of slope			
	40°	30°	20°	10°		10°	20°	30°	40°
+23° (22 VI)	441	551	630	686	727	745	739	721	678
+18°	341	441	527	594	651	684	703	698	671
+13°	224	326	425	507	569	624	655	663	656
+8°	130	236	333	422	501	564	600	624	634
+4°	59	163	263	353	437	499	556	588	605
0° (21 III 23 IX)	0	101	197	289	376	443	505	547	577
-4°	0	50	143	236	321	397	457	506	539
-8°	0	8	91	180	262	341	405	464	501
-13°	0	0	38	118	194	266	330	384	418
-18°	0	0	5	65	137	201	263	326	361
-23°	0	0	0	27	88	136	193	235	281

(46,3%), wiosna i jesień zajmują miejsca pośrednie (27,9 i 20,1%), natomiast zima posiada zdecydowanie najmniejszą liczbę godzin ze słońcem — zaledwie 5,7% w skali rocznej.

3. Czynniki cyrkulacyjne

Cyrkulacja atmosferyczna jest obok radiacji podstawowym czynnikiem wpływającym na kształtowanie warunków pogodowych i klimatycznych. Układy wyżowe np. nacechowane są mniejszym zachmurzeniem, małym prawdopodobieństwem wystąpienia opadów, wyższymi od normy temperaturami lata i niższymi zimy, itp.

Zagadnienie cyrkulacji atmosferycznej i jej wpływu na kształtowanie się pogody w Polsce południowej zostało opracowane przez Niedźwiedzia (1969).

Duży wpływ wywierają głównie układy wysokiego ciśnienia (52%), szczególnie pod koniec lata i jesienią (tab. III) oraz w styczniu, lutym i w marcu. Układy niżowe przeważają tylko w kwietniu, listopadzie i grudniu. W październiku sytuacje wyżowe zdarzają się dwukrotnie częściej od niżowych („złota jesień”), w listopadzie natomiast 1,3 raza częściej występują układy cyklonalne („szaruga jesienna”).

W ciągu roku układy cyklonalne napływają głównie z NW, SE i SW, wywierając decydujący wpływ na częstotliwość występowania różnych mas

Tabela III

Częstość występowania różnych sytuacji barycznych nad Polską południową w okresie 1956—1965 (w % liczby dni) wg Niedźwiedzia, 1969
 Frequency of occurrence of various synoptic weather situations over southern Poland in the years 1956—1965 (in % of the number of days),
 after Niedźwiedź, 1969

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Yearly
Sytuacje baryczne Weather situations													
Sytuacje wyżowe Anticyclonic situations	53	53	52	42	53	49	54	58	60	61	43	46	52
Sytuacje niżowe Cyclonic situations	46	45	47	57	44	49	46	41	39	38	55	53	47
Siodło Neutral col	1	2	1	1	3	2	0,3	0,5	1	0,5	2	1	1

Tabela IV

Średnia częstotliwość występowania różnych mas powietrza nad Polską południową (w %) w okresie 1956—1965, wg Niedźwiedzia, 1968
 Mean frequency of occurrence of various air masses over southern Poland (%) in the years 1956—1965, after Niedźwiedź, 1968

Masa powietrza Air mass	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Yearly
Polarno-morska Polar-maritime	57,9	52,8	42,8	46,8	56,0	63,7	76,3	71,1	62,0	63,5	65,7	63,7	60,2
Polarno-kontynentalna Polar-continental	28,4	32,9	45,9	27,9	25,1	19,3	13,7	15,0	25,9	20,6	19,8	24,8	24,9
Arktyczna Arctic	9,7	11,1	8,1	12,0	10,0	7,2	1,1	1,3	4,8	7,2	5,3	6,3	7,0
Zwrotnikowa Tropical	4,0	3,2	3,2	13,3	8,9	9,8	8,9	12,6	7,3	8,7	9,2	5,2	7,9

Tabela V

Średnia liczba dni z frontami (w % ogólnej liczby dni) oraz udział poszczególnych rodzajów frontów w ogólnej liczbie dni frontalnych (%),
wg Niedźwiedzia, 1968

Mean number of frontal days (% of total number of days) and the share of particular kinds of fronts in the total number of frontal days (in %),
after Niedźwiedź, 1968

Element	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Yearly
Liczba dni frontalnych Number of frontal days	44,5	45,2	38,7	44,0	41,3	44,7	44,5	43,2	37,0	38,1	40,7	38,1	41,6
Fronty ciepłe Warm fronts	38,0	38,6	35,6	39,0	33,9	26,7	29,8	34,0	25,9	33,1	40,4	39,9	34,8
Fronty zimne Cold fronts	42,3	41,8	34,2	34,8	50,0	52,0	47,2	49,7	58,8	45,6	43,6	39,9	44,8
Fronty okluzji Occlusion fronts	15,4	17,7	26,2	21,9	12,3	17,3	21,1	13,9	12,2	19,1	12,3	16,9	17,2
Fronty stacjonarne Stationary fronts	4,3	1,9	4,0	4,3	3,8	4,0	1,9	2,4	3,1	2,2	3,7	3,3	3,2

powietrza nad badanym terenem (tab. IV). Najczęściej nad Polskę południową napływa powietrze polarno-morskie (60,2%), zwłaszcza w lipcu i sierpniu, najrzadziej w marcu. Przynosi ono zazwyczaj wzrost zachmurzenia i opady, latem powoduje spadki temperatur, zimą — ich wzrost a często odwilże.

Powietrze polarno-kontynentalne stanowi około 1/4 wszystkich mas, jest suche, kształtuje niewielkie zachmurzenie i spadki temperatur. Najczęściej napływa ono w marcu oraz w miesiącach zimowych. W tym okresie występują też najczęściej masy powietrza arktycznego (chłodnego i wilgotnego), lecz 3-krotnie rzadziej (rocznie 7,0%). Powietrze zwrotnikowe (7,9%) może napływać nad obszar OPN w ciągu całego roku, najczęściej jednak w kwietniu i sierpniu.

W związku z przemieszczaniem się różnorodnych mas powietrza występują fronty atmosferyczne, obserwowane w ilości 42% dni w roku; najczęściej jednak dni z frontami występują w dwóch okresach (tab. V). Wyróżnia się tzw. maksimum zimowe (styczeń, luty) i letnie (czerwiec, lipiec, sierpień). Najmniej dni frontalnych obserwuje się w okresach o dużej stabilności pogody (wrzesień, październik). Zdecydowaną przewagę stanowią fronty chłodne (45% ogółu) z maksimum występowania w lecie. Fronty ciepłe najczęściej zdarzają się w porze zimowej i stanowią 34,8% frontów. W 17,2% obserwuje się dni z frontami okluzji i zaledwie 3,2% z frontami stacjonarnymi (Niedźwiedz 1969).

4. Stosunki termiczne

Znana jest powszechnie zależność reżimu termicznego od wysokości nad poziom morza, rzeźby i ekspozycji terenu. Obszerna literatura na ten temat dotyczy jednak obszarów górskich, gdzie wysokości i deniwelacje sięgają wartości od kilkuset do kilku tysięcy metrów, a „różnice w bilansie promieniowania między górami a wolną atmosferą, jak i między różnymi elementami rzeźby prowadzą do (...) wielkiego zróżnicowania przestrzennego i czasowego stosunków termicznych” (Hess 1965a).

Ojcowski Park Narodowy, o deniwelacjach zaledwie 100 m, posiada jednak duże zróżnicowanie rzeźby biorąc pod uwagę niewielki obszar i występowanie stromych ścian skalnych, powodujących gwałtowne zmiany wysokości, morfologii i ekspozycji, czyli tzw. geograficznych czynników klimatu (Chromow 1964).

Dzięki temu możemy na tym obszarze stwierdzić dość duże zróżnicowanie przestrzenne a nawet czasowe poszczególnych elementów i wskaźników klimatu.

a. Średnie roczne i miesięczne temperatury powietrza

Znane jest zjawisko spadku temperatury wraz z wysokością, wynikające z adiabatyicznego gradientu temperatury. W przypadku OPN, gdzie mamy do czynienia z przeważającym wpływem rzeźby nad rolą, jaką odgrywa

Tabela VI

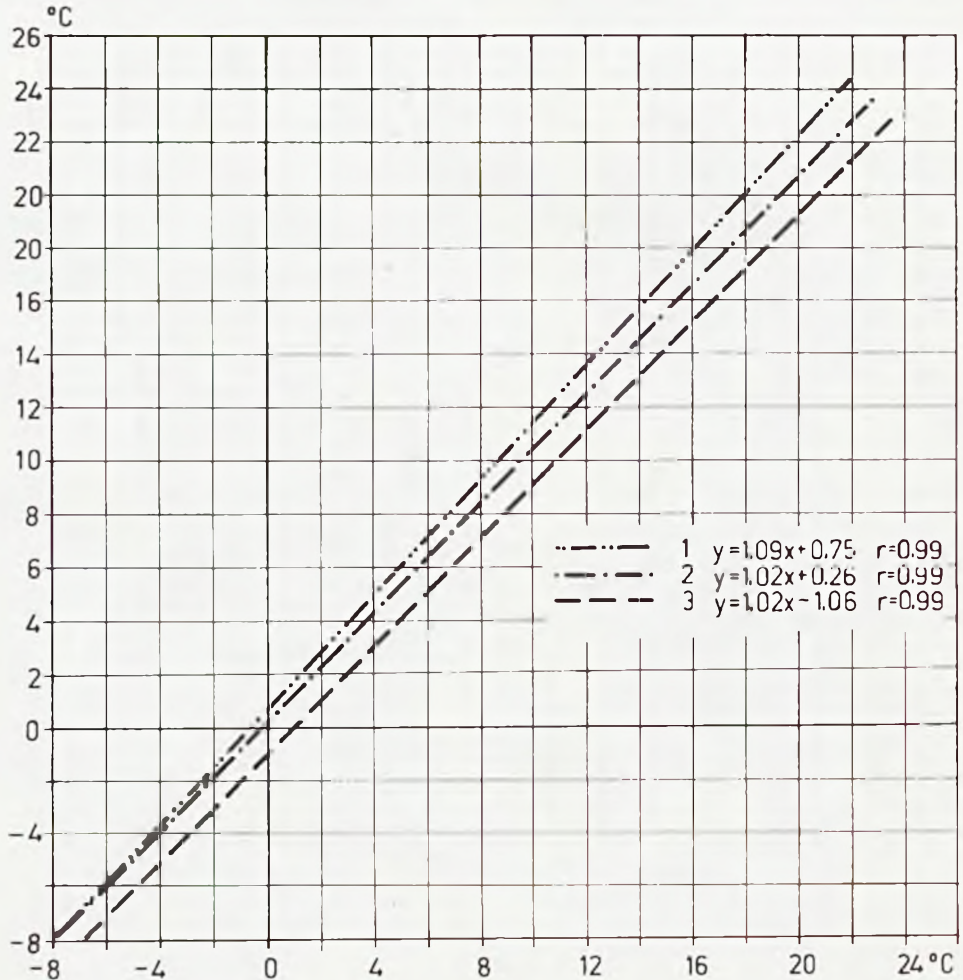
Średnie miesięczne i roczne temperatury powietrza w Ojcowskim Parku Narodowym (1964—1967)
 Mean monthly and annual air temperatures in the Ojców National Park (1964—1967)

Forma terenu Elements of relief	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Yearly
Wierzchowina Top surface of upland	-4,2	-2,0	1,2	7,4	12,2	16,6	17,6	16,2	14,0	9,9	2,2	-0,9	7,5
Zbocze o ekspozycji północnej North-facing slope	-4,5	-2,5	0,6	6,8	11,3	15,4	16,3	14,6	12,2	8,5	1,6	-1,0	6,6
Dolina Sąspowska Sąspowska Valley	-4,6	-2,7	0,6	6,4	11,0	15,0	15,8	14,0	11,8	7,7	1,3	-1,3	6,2
Dolina Sąspowska 20 cm Sąspowska Valley, 20 cm above ground	-5,6	-3,7	-0,4	5,7	10,2	14,0	15,3	13,7	11,2	6,8	0,3	-2,4	5,4

wysokość, obserwujemy inwersyjny rozkład tego elementu. O ile średnia roczna temperatura w badanym okresie na wierzchowinie wynosiła $7,5^{\circ}\text{C}$, na zboczu o ekspozycji północnej $6,6^{\circ}\text{C}$, to w dnie doliny zaledwie $5,4^{\circ}\text{C}$.

Znając wagę średniej rocznej temperatury powietrza (Romer 1950) i jej związek z prawie wszystkimi elementami klimatu (Hess 1965a, 1966b), możemy sobie uświadomić, jakie są tego konsekwencje (różnica 2°C w średniej rocznej temperaturze powoduje w Karpatach zmianę pięter klimatycznych).

Wpływ formy terenu na kształtowanie średnich miesięcznych i rocznych temperatur powietrza można prześledzić na podstawie danych zawartych



Ryc. 4. Zależność między średnią dobową temperaturą powietrza w Dolinie Saspowskiej (oś x) a średnią dobową temperaturą na wierzchowinie, zboczu północnym i wysokości 20 cm w dolinie Saspówki (oś y). 1 — wierzchowina, 2 — zbocze północne, 3 — Dolina Saspowska 20 cm

Fig. 4. Correlation between the mean daily air temperature in the Saspowska Valley (axis x) and that on the top surface, north facing slope, and at the height of 20 cm above ground in the Saspowska stream valley (axis y). 1 — top surface of upland, 2 — north facing slope, 3 — Saspowska stream valley, 20 cm above ground

Tabela VII

Średnie wartości temperatur skrajnych i amplitudy temperatur w Ojcowskim Parku Narodowym (1964—1967)
 Mean values of extreme temperatures and amplitudes of temperature in the Ojców National Park (1964—1967)

Forma terenu Elements of relief	Element	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Yearly
Wierzchowina Top surface of upland	t max.	-1,8	1,0	4,2	11,4	16,5	21,0	22,2	20,9	18,7	14,3	4,7	1,0	11,2
	t min.	-7,0	-5,2	-1,8	3,7	7,8	11,9	13,0	12,0	10,0	6,4	-0,5	-3,4	3,9
	amplit.	5,2	6,2	6,0	7,7	8,7	9,1	9,2	8,9	8,7	7,9	5,2	4,4	7,3
Zbocze północne North-facing slope	t max.	-2,0	0,6	4,2	11,4	16,1	20,8	21,8	20,1	17,7	13,3	4,2	1,0	10,8
	t min.	-7,4	-5,6	-2,4	2,5	5,4	9,4	10,5	9,7	7,5	4,4	-1,0	-3,4	2,4
	amplit.	5,4	6,2	6,6	8,9	10,7	11,4	11,3	10,4	10,2	8,9	5,2	4,4	8,4
Dolina Saspowska Saspowska Valley	t max.	-1,8	0,6	4,6	12,1	17,2	22,0	22,6	20,8	18,7	13,6	4,3	0,8	11,3
	t min.	-8,0	-6,0	-3,0	1,5	5,0	8,6	9,6	8,7	6,4	3,0	-2,0	-4,4	1,6
	amplit.	6,2	6,6	7,6	10,6	12,2	13,4	13,0	12,1	12,3	10,6	6,3	5,2	9,7
Dolina Saspowska 20 cm Saspowska Valley 20 cm above ground	t max.	-2,8	-0,5	3,8	11,7	16,8	21,4	22,2	20,6	18,1	12,4	3,4	-0,1	10,6
	t min.	-8,8	-7,0	-5,8	0,2	4,4	8,0	9,3	8,4	6,2	2,5	-2,7	-5,2	1,0
	amplit.	6,0	6,5	9,6	11,5	12,4	13,4	12,9	12,2	11,9	9,9	6,1	5,1	9,6

w tabeli VI. Najwyższe średnie miesięczne temperatury w ciągu całego roku posiada wierzchowina, przy czym różnice między dnem a wierzchowiną zaczynają wzrastać w miarę podnoszenia się temperatury w okresie letnim. Spowodowane to jest głównie silnym wychładzaniem den w wyniku nocnych inwersji. W okresie zimowym różnice maleją.

Różnice między zboczem a wierzchowiną są odpowiednio mniejsze i wynoszą około 1/3 wartości w porównaniu z wierzchowiną. Zależności funkcyjne rozkładu średnich miesięcznych temperatur w dnie doliny i na pozostałych formach terenu przedstawia rycina 4.

b. Temperatury ekstremalne

Wpływ formy terenu na temperatury skrajne zaznacza się w większym stopniu przy temperaturach minimalnych (tab. VII), które w ciągu całego roku są najniższe w dnach dolin (inwersje), zwłaszcza w ciepłym półroczu. Średnia roczna temperatura minimalna na wierzchowinie jest przeszło 2-krotnie wyższa niż w dolinach (gradient wynosi $2,3^{\circ}/100$ m). Równania regresji temperatur minimalnych na wierzchowinie i zboczu w stosunku do dna doliny ilustruje rycina 5.

W przebiegu temperatur maksymalnych (tab. VII) istnieje znacznie mniejsza rozpiętość niż przy temperaturach minimalnych. Najwyższe wartości średnich rocznych temperatur maksymalnych obserwuje się w dnach dolin, na co wpływają głównie wysokie maksima letnie (formy wklęsłe ogrzewają się silniej od wypukłych). Zależność między temperaturą maksymalną w dolinie a pozostałych formach terenu obrazuje rycina 6.

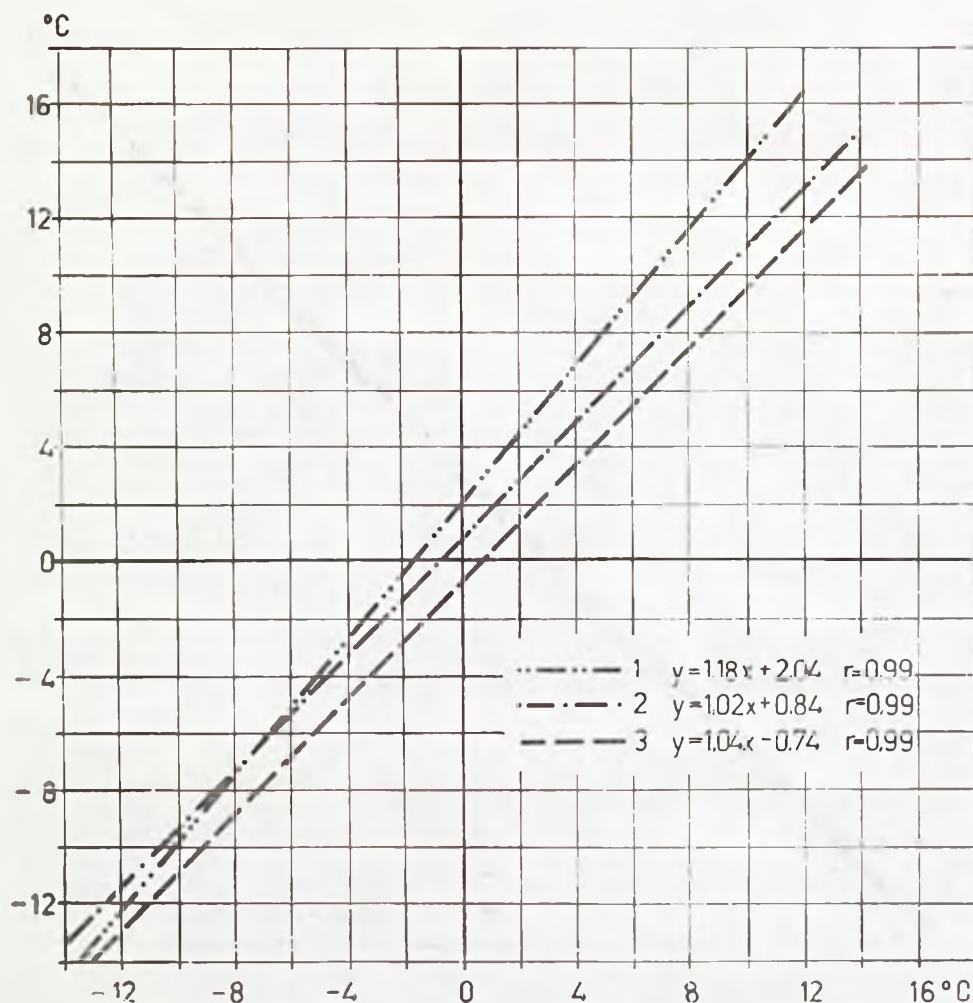
c. Amplitudy temperatur

Wykazują one silne powiązania z rzeźbą i porą roku (tab. VII). W dnach dolin amplitudy są znacznie wyższe niż gdzie indziej, a w okresie lata wyższe niż w zimie. Różnice amplitud między wierzchowiną a dnem doliny w czerwcu wynoszą $4,2^{\circ}\text{C}$; w lutym zaledwie $0,8^{\circ}\text{C}$.

Amplitudy temperatur świadczące o stopniu kontynentalizmu (Romer 1949a) i będące swego rodzaju wskaźnikiem kompleksowym (Okołowicz 1968) zwiększają się w miarę zbliżania ku dnom, co przemawia za surowszym reżimem tych ostatnich i znajduje m. in. odzwierciedlenie w szacie roślinnej.

d. Inwersje termiczne

Cechą charakterystyczną terenów silnie urzeźbionych jest występowanie (zwłaszcza w okresie ujemnego bilansu promieniowania) inwersji termicznych (Geiger 1961, Baumgartner 1968a, b). We wklęsłych formach terenu wieczorny spadek temperatury następuje szybciej niż na wypukłych wskutek krótszego oświetlenia promieniami słońca. Nieco później (po zachodzie) spadek zaznacza się również na wierzchowinie, a oziębione powietrze w przy-

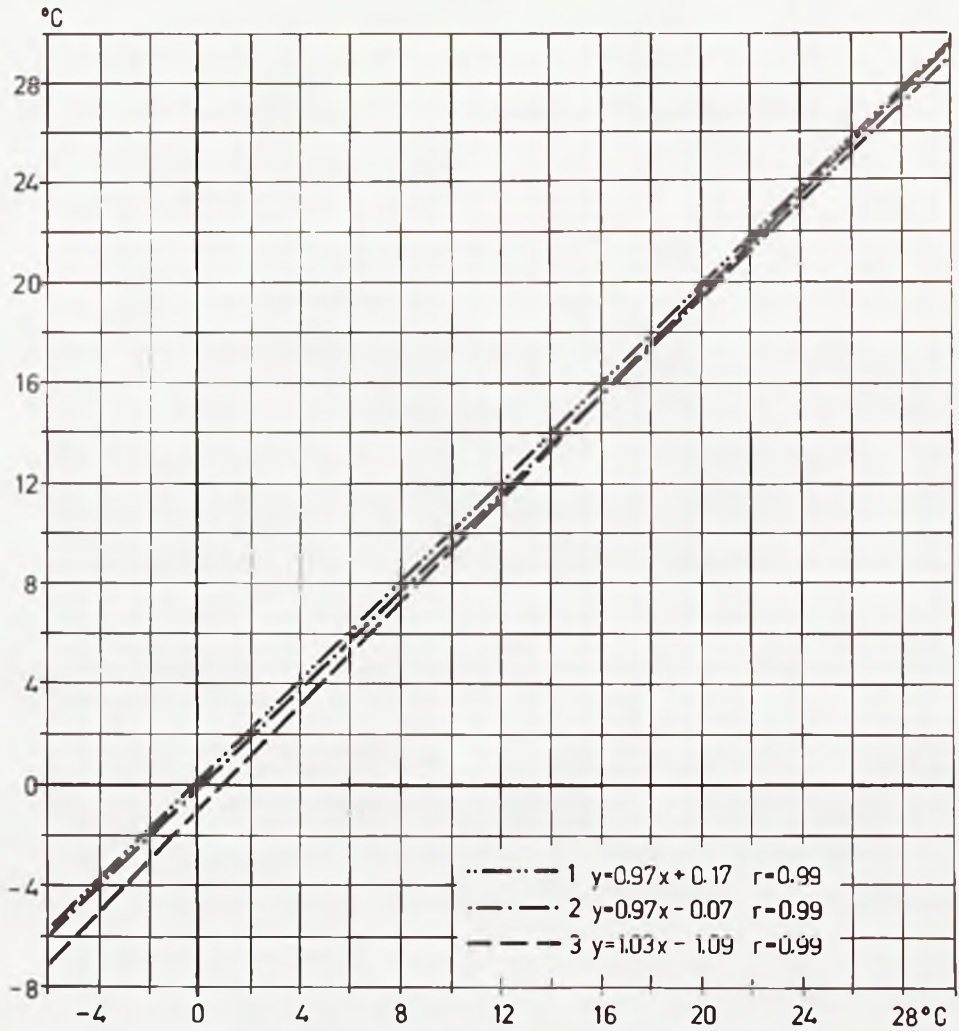


Ryc. 5. Zależność między temperaturą minimalną w Dolinie Śląskiej (x) a temperaturą minimalną na pozostałych stanowiskach (y). 1 — wierzchołowa, 2 — zbocze północne, 3 — dolina Śląska wysokość 20 cm

Fig. 5. Correlation between the minimum temperature in Śląska Valley (x) and that in other localities (y). 1 — top surface, 2 — north-facing slope, 3 — Śląska Valley, 20 cm above ground

ziemnej warstwie atmosfery jako cięższe wykazuje tendencje splotu ku dolinom i wykorzystując doskonale liczne wąwozy i wcioty gromadzi się w dnach dolin. Na terenie OPN zazwyczaj w ciągu następnego dnia inwersje ustępują (formy wklęsłe ogrzewają się silniej), często jednak przy sprzyjających warunkach (np. wzroście zachmurzenia lub zacieleniu den dolin w okresie, kiedy słońce świeci nisko nad horyzontem) mogą utrzymywać się kilka dni.

Z występowaniem inwersji silnie wiąże się wzrost wilgotności powietrza w dolinach, gdyż spadek temperatury często prowadzi do kondensacji pary wodnej w postaci rosy lub mgły.



Ryc. 6. Zależność między temperaturą maksymalną w dolinie Saspowskiej (x) a temperaturą maksymalną na pozostałych stanowiskach (y). 1 — wierzchowina, 2 — zbocze północne, 3 — Dolina Saspowska wysokość 20 cm

Fig. 6. Correlation between the maximum temperature in the Saspówka stream valley (x) and that in other localities (y). 1 — top surface, 2 — north-facing slope, 3 — Saspówka stream valley, 20 cm above ground

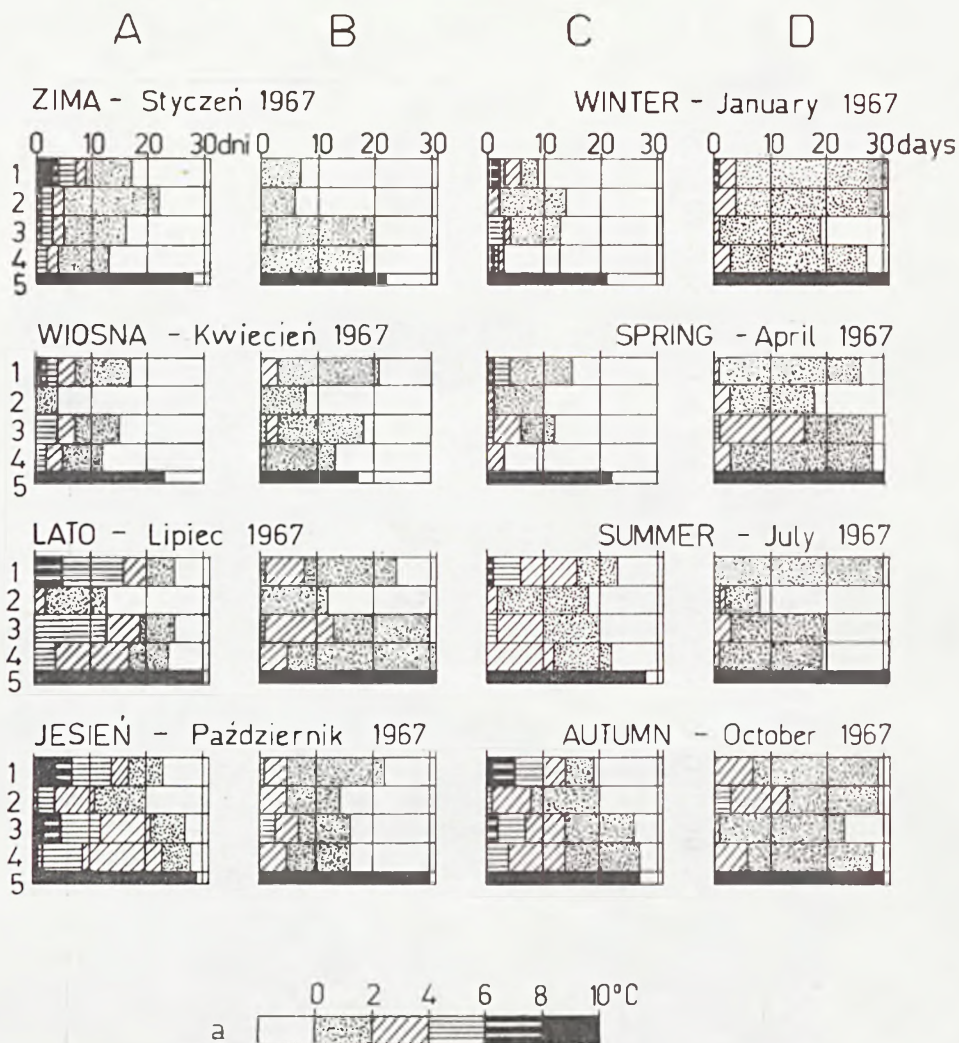
Duża częstotliwość występowania inwersji w OPN rzutuje na temperatury średnie miesięczne a nawet roczne (średnie roczne temperatury wierzchowiny i den dolin wykazują inwersję wartości $1,3^{\circ}\text{C}$). Jak widać z tabeli VIII, inwersje wyliczone z temperatur średnich miesięcznych osiągają najwyższe wartości pod koniec lata i jesienią, kiedy to dzięki sprzyjającym warunkom pogodowym najsilniej wychładzają się dna dolin.

Wielkość i częstość inwersji termicznych w przebiegu dobowym na terenie OPN w wybranych miesiącach charakteryzujących poszczególne pory roku

Tabela VIII

Wielkość inwersji średnich miesięcznych temperatur powietrza w Ojcowskim Parku Narodowym (1964—1967)
Inversion of mean monthly air temperatures in the Ojców National Park (1964—1967)

Różnice temperatur Differences in air temperature	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Yearly
Wierzchovina — Dolina Sąspowska Top surface of upland — Sąspowska Valley	0,4	0,7	0,6	1,0	1,2	1,6	1,8	2,2	2,2	2,2	0,9	0,4	1,3
Zbocze północne — Dolina Sąspowska North-facing slope — Sąspowska Valley	0,1	0,2	0,0	0,4	0,3	0,4	0,5	1,6	0,4	0,8	0,3	0,3	0,4
Wierzchovina — Zbocze północne Top surface of upland — North-facing slope	0,3	0,5	0,6	0,6	0,9	1,2	1,3	0,6	1,8	1,4	0,6	0,1	0,9
Dolina Sąspowska — Dolina Sąspowska 20 cm Sąspowska Valley — Sąspowska Valley 20 cm above ground	1,0	1,0	1,0	0,7	0,8	1,0	0,5	0,3	0,6	0,9	1,0	1,1	0,8



Ryc. 7. Wielkość i częstość inwersji temperatur w OPN w wybranych miesiącach roku (charakteryzujących poszczególne pory roku) w przebiegu dobowym oraz liczba dni z inwersją. A — inwersje między Doliną Sąspowską a wierzchołową, B — między Doliną Sąspowską a zboczem północnym, C — między zboczem północnym a wierzchołową, D — w Dolinie Sąspowskiej między wysokościami 2 m i 20 cm, 1 — o godzinie 7 rano, 2 — o godzinie 13 w południe, 3 — o godzinie 21 wieczorem, 4 — inwersje wartości średnich dobowych, 5 — liczba dni z inwersją, a — wielkość inwersji

Fig. 7. Value and frequency of temperature inversion in the Ojców National Park in some selected months (characteristic of the seasons of the year) in their daily course, and the number of days with inversion. A — inversion between the Sąspowska Valley and top surface, B — Sąspowska Valley and north-facing slope, C — north-facing slope and top surface, D — Sąspowska Valley, between the heights of 2 m and 20 cm, 1 — at 7 a.m., 2 — at 1 p.m., 3 — at 9 p.m., 4 — inversions of the mean daily values, 5 — number of days with inversions, a — value of inversion

ilustruje rycina 7. Najsilniejsze, a zarazem najczęstsze inwersje obserwujemy między wierzchowiną a dnem doliny — inwersje między stacją zboczną a dnem doliny są częstsze i większe niż między wierzchowiną a zboczem. Wyraźnie zaznacza się też najmniejsza ilość inwersji wiosną (50% przypadków inwersji jesiennych).

Najczęściej zdarzają się inwersje słabe, choć możliwe jest również występowanie inwersji sięgających 10°C i więcej. Zdecydowanie najsilniejsze inwersje obserwuje się rano; wyjątek stanowi zima, kiedy dno doliny Saspówki jest całkowicie pozbawione bezpośredniego promieniowania, a wierzchowina w południe może się ogrzewać. Inwersje wieczorne są z reguły rzadsze i słabsze od rannych.

e. Termiczne pory roku

Termiczne pory roku wyrażone liczbą dni, zawartą między przejściem średniej dobowej temperatury powietrza przez określone progi termiczne, należycie odzwierciedlają dynamikę ciepła na danym obszarze (Hess 1965a). Poszczególne pory roku mają swoje wyraźne odbicie w agroklimatologii, np. okres ze średnimi dobowymi temperaturami powietrza niższymi od 0°C tworzy porę zimową, w której olbrzymia większość roślin znajduje się w stanie spoczynku. Pozostałą część roku, tzw. bezzimie (Romer 1949b) można podzielić na okres wegetacyjny (temperatury średnie wyższe od 5°C), który wyznaczają momenty rozpoczęcia i końca wegetacji, dalej okres aktywnych procesów rozwoju roślin, o średniej temperaturze wyższej od 10°C (wg Wiencikiewicza 1952 próg ten stanowi minimum potrzebne do wytworzenia organów generatywnych u większości roślin uprawnych), oraz okres dojrzewania ze średnimi dobowymi temperaturami wyższymi od 15°C .

Najwyższą liczbę dni z średnimi temperaturami niższymi od -10°C posiada dolina Saspówki, najmniejszą wierzchowina. Podobnie przedstawia się liczba dni z temperaturą niższą od -5°C , które występują w OPN w tym samym czasie, jednak około 6-krotnie częściej. Dni z temperaturą średnią niższą od 0°C mogą występować na wierzchowinie od października do marca, a w dolinach do kwietnia. Dni z temperaturami średnimi wyższymi od 0°C występują w ciągu całego roku, nawet w styczniu notuje się ich średnio około 4. Dni o średnich temperaturach wyższych od 5°C notuje się również we wszystkich miesiącach roku z wyjątkiem stycznia. W skali rocznej o 9 więcej takich dni niż dolina posiada wierzchowina. Jeszcze bardziej zwiększa się na korzyść tej ostatniej liczba dni z temperaturą średnią wyższą od 10°C (o 20 więcej), które mogą się tam pojawiać już w lutym i trwać do listopada, podczas gdy w dolinach ich występowanie możliwe jest tylko od kwietnia do października.

Dni z średnią temperaturą wyższą od 15°C jest na wierzchowinie więcej o 32 niż w dnach dolin. Na wierzchowinie występują one od kwietnia do października (a więc w czasie, kiedy w dolinach rozpoczyna się i kończy

okres występowania temperatur wyższych od 10°C), w dnach dolin obserwuje się je tylko od maja do września.

Z liczbą dni o określonych progach termicznych związane są termiczne pory roku (czas nieprzerwanego trwania), przedstawione na rycinie 8.

Zima, odznaczająca się ujemnymi temperaturami średnimi, najdłużej trwa w dolinie Sąspówki (102 dni), gdzie pojawia się już 29 listopada i trwa do 10 marca. O 4 dni krócej zima utrzymuje się na zboczach o ekspozycji północnej (od 2 XII do 9 III), natomiast o 2 tygodnie krótsza pora zimowa panuje na wierzchowic (od 5 XII do 4 III).

Zupełnie odwrotnie przedstawia się sytuacja z porą letnią (średnia dobową temperatura wyższa od 15°C). Na wierzchowic lato trwa przeszło dwukrotnie dłużej (o półtora miesiąca!) niż w dnach dolin. O ile na wierzchowic trwanie termicznego lata wyznaczają daty 5 VI — 29 VIII = 86 dni, na zboczu 13 VI — 6 VIII = 55 dni, to w dnach dolin zaledwie 16 VI — 26 VII = 41 dni.

Podobnie jak przy temperaturach ekstremalnych, obserwujemy w termicznych porach roku wyraźne zwiększanie się surowości klimatu w miarę zbliżania się ku dnom dolin, co się przejawia w skróceniu pory letniej, a wydłużeniu zimowej.

Przedwiośnie najdłużej, bo 32 dni trwa na wierzchowic, w dnach dolin 29 dni i na zboczach północnych 28 dni. Początek tej pory roku w dolinach jest spóźniony o 6 dni w porównaniu z partiami wierzchowinowymi.

Wiosna pojawia się na wierzchowic 4 IV i trwa przez 27 dni, natomiast w dolinach rozpoczyna się 5 dni później i trwa 2 dni dłużej.

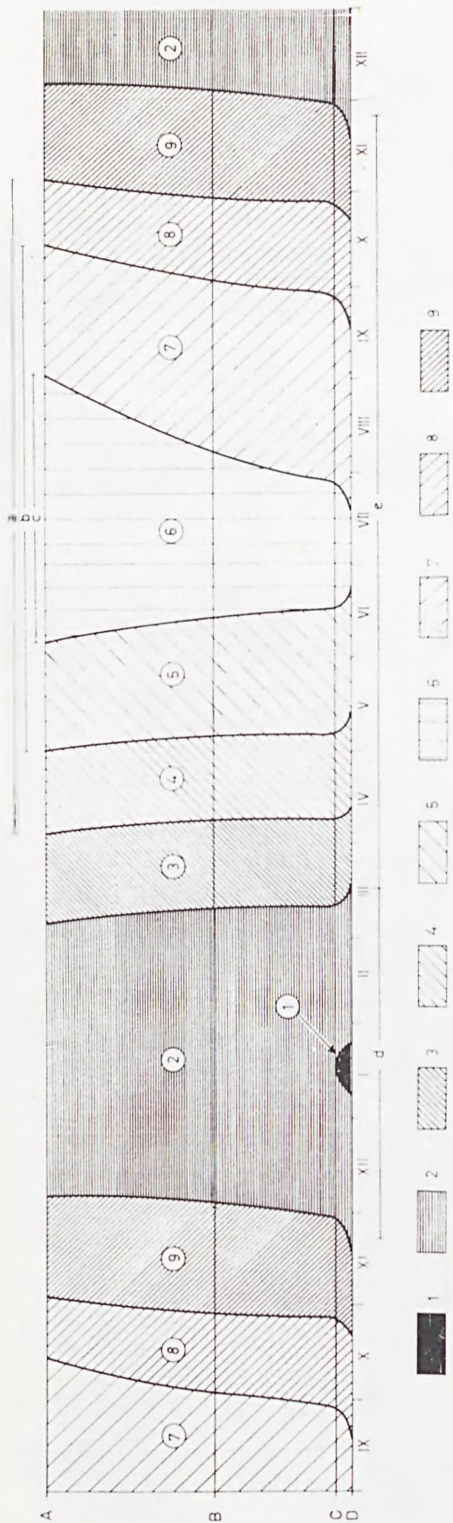
Przedlecie również najkrócej utrzymuje się na wierzchowic, gdzie bardzo szybko po 34 dniach trwania przechodzi w lato. Na zboczu przedlecie trwa już 38 dni, a w dnach dolin 39 dni.

Spóźnienie pory letniej w porównaniu z wierzchowiną wynosi w dolinach 11 dni, a koniec tej pory w dolinie przyspieszony jest aż o przeszło miesiąc (34 dni). W wyniku skrócenia pory letniej w dnach dolin bardzo długo, bo 63 dni trwa polecie, chociaż kończy się o 2 tygodnie wcześniej niż na wierzchowic.

Jesień rozpoczyna się w dolinach już 29 IX, podczas gdy na zboczu północnym 3 X, a w partiach wierzchowinowych dopiero 14 X. W dolinach jest ona dłuższa o 3 dni, a na zboczu o 9 niż na wierzchowic.

Przedzime pojawia się w dzień doliny 27 X, tj. o tydzień wcześniej niż w partiach wierzchowinowych; kończy natomiast już 28 XI, odkąd zaczyna już tutaj swoje panowanie zima. Na zboczu rozpocznie się ona 3 dni później, a na wierzchowic dopiero 5 XII.

Na rycinie 8 uwzględniłem również występowanie termicznych pór roku na wysokości 20 cm w dolinie. W porównaniu z wysokością 2 m obserwujemy na tej wysokości wystąpienie jeszcze jednej pory, jaką jest surowa zima o średnich dobowych temperaturach niższych od -5°C. Zaznacza się również spóźnienie początku przedwiośnia, wiosny i przedlecia (o 3—9 dni), skrócenie



Ryc. 8. Termiczne pory roku w OPN (1964—1967). 1 — surowa zima, 2 — umiarkowana zima, 3 — przedwiośnie, 4 — wiosna, 5 — przedlecie, 6 — lato, 7 — polecie, 8 — jesień, 9 — przedzimie; a — okres wegetacyjny, b — okres aktywnych procesów rozwoju roślin, c — okres dojrzewania, d — okres zimy, c — okres bezzimia

Fig. 8. Thermal seasons of the year in the Ojców National Park (1964—1967). 1 — severe winter, 2 — temperate winter, 3 — early spring, 4 — spring, 5 — early summer, 6 — summer, 7 — late summer, 8 — autumn, 9 — early winter: a — vegetational period, b — period of active developmental processes in plants, c — period of maturation, d — winter period, e — periods other than winter

Tablica IX

Sumy temperatur w Ojcowskim Parku Narodowym (1964---1967)
Totals of temperature in the Ojców National Park (1964---1967)

t°	Forma terenu Elements of relief	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Yearly
0	Wierzchowina Top surface of upland	130	56	1	.	.	.	.	.	.	.	.	28	215
	Zbocze północne North-facing slope	140	70	6	.	.	.	.	.	.	.	.	31	247
	Dolina Sąspowska Sąspowska Valley	143	76	7	.	.	.	.	.	.	.	.	40	266
	Dolina Sąspowska 20 cm Sąspowska Valley 20 cm above ground	174	104	12	.	.	.	.	.	.	.	6	74	370
> 0	Wierzchowina Top surface of upland	.	.	37	222	378	498	546	502	420	307	66	2	2978
	Zbocze północne North-facing slope	.	.	19	204	350	462	505	453	366	264	48	1	2672
	Dolina Sąspowska Sąspowska Valley	.	.	19	192	341	450	490	434	354	239	39	.	2558
	Dolina Sąspowska 20 cm Sąspowska Valley 20 cm above ground	.	.	6	171	316	420	474	425	336	211	9	.	2368

	Wierchowina Top surface of upland	72	223	348	391	347	270	152	2	1805
	Zbocze północne North-facing slope	54	195	312	350	298	216	108		1533
> 5	Dolina Saspowska Saspowska Valley	42	186	300	335	279	204	84		1430
	Dolina Saspowska 20 cm Saspowska Valley 20 cm above ground	21	161	270	319	270	186	56		1283
	Wierchowina Top surface of upland		68	198	236	192	120	10		824
	Zbocze północne North-facing slope		40	162	195	143	66	1		607
> 10	Dolina Saspowska Saspowska Valley		31	150	180	124	54			539
	Dolina Saspowska 20 cm Saspowska Valley 20 cm above ground		6	120	164	115	36			441
	Wierchowina Top surface of upland			48	81	37				166
	Zbocze północne North-facing slope			12	40	2				54
> 15	Dolina Saspowska Saspowska Valley			4	25					29
	Dolina Saspowska 20 cm Saspowska Valley 20 cm above ground				9					9

pory letniej o dalsze 2 tygodnie, a także wcześniej rozpoczynające się polecie (o 7 dni), jesień (8 dni), przedzimie (5 dni) i zimę aż o 12 dni.

f. Sumy temperatur

Sposób charakteryzowania stosunków termicznych przy pomocy sum temperatur stosowano od 1735 r. (Reaumire) w agroklimatologii. Nawet obecnie jest on często używany do określenia termicznych warunków wzrostu roślin. Wprawdzie wielu autorów podważa słuszność stosowania tej metody, niemniej jednak dobrze informuje ona o kontrastach termicznych jakiegoś obszaru.

Dla OPN wyliczyłem sumy temperatur powyżej lub poniżej określonych progów termicznych metodą Gumińskiego (1951) i zestawilem w tabeli IX. W sumach temperatur dodatnich wierzchowina wyraźnie przewyższa zbocza północne i doliny, sumy temperatur ujemnych są natomiast na wierzchowinie najniższe. Różnice między omawianymi punktami rosną w miarę podwyższania progu termicznego i o ile sumy temperatur wyższych od 0° mają się na wierzchowinie i w dolinach jak 1 : 1,16, to przy $\Sigma t > 5^\circ$ — 1 : 1,26, przy $\Sigma t > 10^\circ$ — 1 : 1,53, a przy $\Sigma t > 15^\circ$ — 1 : 5,72.

Interesującym wskaźnikiem jest stosunek sum temperatur dodatnich do sum temperatur ujemnych. Dla wierzchowiny wynosi on 13,8, dla zbocza o ekspozycji północnej 10,8 i dla den dolin 9,6. Jak widać, również i ten wskaźnik przemawia za znacznie surowszym reżimem termicznym partii dolinnych.

g. Liczby stopniodni

O wspomnianej surowości den dolin świadczy również inny wskaźnik — liczby stopniodni Schmucka. Metoda stopniodni posiada wiele zalet, m. in. tę, że wykazuje nawet niewielkie różnice temperatur (Schmuck 1961). Polega ona na sumowaniu liczby dni przekraczającej lub równej wartości progowej 10°C, według wzoru:

$$\Sigma S_n = \Sigma (t_n - 9) d_n,$$

gdzie S oznacza liczbę stopniodni, t — każdorazową temperaturę równą lub wyższą od 10°C, d — liczbę dni z temperaturą t .

Podobnie jak przy sumach temperatur, również liczba stopniodni wykazuje na badanym terenie znaczne zróżnicowanie (tab. X). W najkorzystniejszych warunkach termicznych znajduje się wierzchowina, gdzie w okresie od maja do października nagromadzi się 3324 S . Tak wysoką wartość tego wskaźnika posiadają — zdaniem autora metody — najcieplejsze regiony Polski. O 1136 S mniej notuje się na zboczu północnym, a w dolinie Sąpówki jest ich zaledwie 1744 S .

Wyliczyłem też liczby stopniodni dla wartości progowej 5°C, co ma również swoje uzasadnienie ze względu na związek tej wartości z początkiem

Tabela X

Liczba stopniodni dla progów 10° i 5°C w Ojcowskim Parku Narodowym (1964—1967)
 Number of degree days starting from a basis of 10° and 5°C in the Ojców National Park (1964—1967)

Forma terenu Elements of relief	Liczba stopniodni dla progów 10° Number of degree days, 10°	Liczba stopniodni dla progów 5° Number of degree days, 5°	Region termiczny wg Schmucka Thermal region after Schmuck
Wierzchowina Top surface of upland	3324	10650	A — najcieplejszy A — warmest
Zbocze północne North-facing slope	2186	8283	B — ciepły B — warm
Dolina Sąspowska Sąspowska Valley	1744	7328	E — umiark. chłodny E — temperate cool
Dolina Sąspowska 20 cm Sąspowska Valley 20 cm above ground	1436	6458	E — umiark. chłodny E — temperate cool

i końcem okresu wegetacyjnego. Uzyskane wartości S wykazują sumy wyższe od wyliczonych dla progów 10°C od 3,2 raza na wierzchowinie do 4,2 raza w dolinie.

h. Liczba dni z silnym mrozem, mrozem, przymrozkiem, mrozem i przymrozkiem oraz gorących

Dzięki bogatemu urzeźbieniu na terenie OPN obserwujemy dość znaczne różnice w liczbie i trwaniu tych dni (ryc. 9).

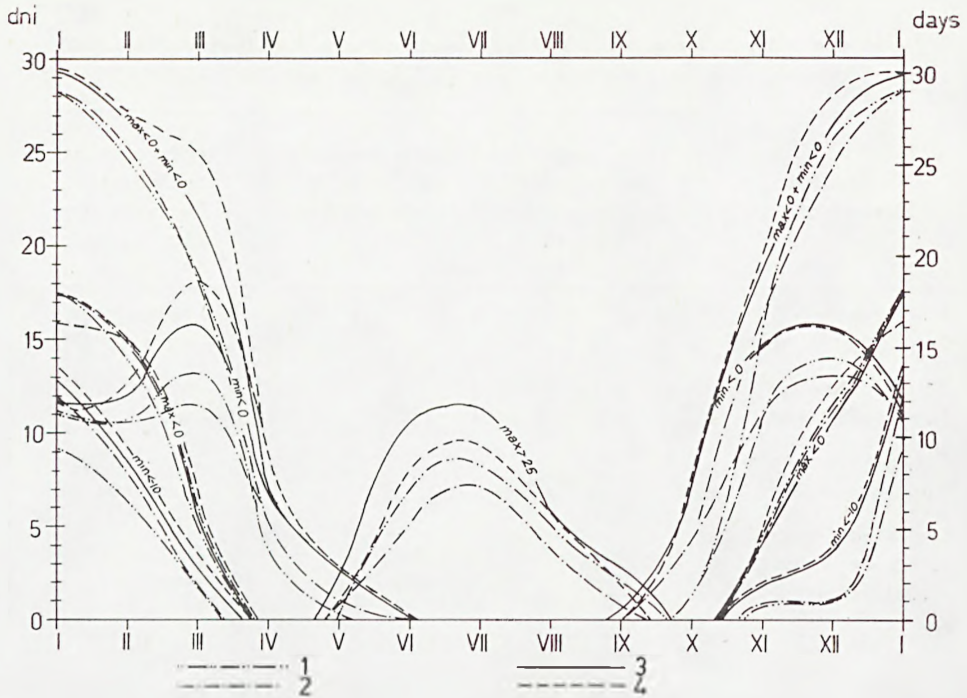
Dni bardzo mroźne ($t_{\text{min.}} < -10^{\circ}\text{C}$) pojawiają się w dnach dolin razem z dniami mroźnymi; na pozostałych stanowiskach nieco później. Rocznie w dolinach obserwujemy średnio 30 dni bardzo mroźnych, podczas gdy na zboczu 23, a na wierzchowinie tylko 19 dni.

Dni mroźne ($t_{\text{max.}} < 0^{\circ}\text{C}$) nie wykazują silnego zróżnicowania na omawianym profilu, a ich liczba w ciągu roku waha się od 52 w dolinie do 53 na wierzchowinie. Przyczyny tego stanu dopatrywać się można w tym, że w dolinach, jako formach wklęsłych, częściej temperatury maksymalne przekraczają w godzinach południowych próg 0°C , co powoduje zaklasyfikowanie do dni przymrozkowych.

Z tego też m. in. powodu liczba dni z przymrozkiem ($t_{\text{min.}} < 0^{\circ}\text{C}$) w dnach dolin jest o 22 wyższa w ciągu roku niż na wierzchowinie, gdzie wynosi 65 dni. Również okres występowania dni przymrozkowych w dnach dolin jest znacznie dłuższy niż na pozostałych formach terenu.

Roczne sumy dni z mrozem i przymrozkiem w dnach dolin są naj-





Ryc. 9. Średnia miesięczna liczba dni bardzo mroźnych, mroźnych, z przymrozkiem, z mrozeniem i przymrozkiem oraz upalnych w OPN (1964—1967). 1 — na wierzchowinie, 2 — na zboczu północnym, 3 — w Dolinie Sąspowskiej, 4 — w Dolinie Sąspowskiej na wysokości 20 cm
 Fig. 9. Mean monthly number of days with severe frost, frost, slight frost, frost and slight frost, and of hot days (1964—1967) in the Ojców National Park. 1 — top surface, 2 — north-facing slope, 3 — Sąspowska Valley, 4 — Sąspowska Valley, 20 cm above ground

wyższe i wynoszą 139 dni, podczas gdy na zboczach północnych 122 dni i na wierzchowinie 118 dni.

Bardzo silny związek z rzeźbą wykazują liczby dni gorących z temperaturą maksymalną przekraczającą 25°C. Najwyższą liczbę takich dni notujemy w dolinach (rocznie 33), podczas gdy na wierzchowinie ich liczba spada o 10. Na ocienionych zboczach północnych dni gorące występują najrzadziej — średnio 18 w roku.

i. Przymrozki

Zróznicowanie ilościowe i jakościowe przymrozków w obrębie OPN spowodowane jest głównie rzeźbą, zwłaszcza deniwelacjami. Przymrozki ściśle łączą się z inwersją temperatury i, jak wynika z danych zebranych w latach badań, w dnach dolin jedynie w lipcu i sierpniu nie zanotowano przymrozków.

Daty wystąpienia ostatnich i pierwszych przymrozków (tab. XI) wykazują, że najdłuższy okres bezprzymrozkowy trwa na wierzchowinie (194 dni), podczas gdy na zboczu północnym skraca się do 149 dni, a w dnach dolin nawet do 134 dni. W najniższej warstwie powietrza zalegającego dna dolin

obserwujemy dalsze skrócenia okresu bezprzymrozkowego — na wysokości 20 cm trwa on o 2 dni krócej, a na 5 cm o 7 dni krócej niż na wysokości 2 m.

j. Stosunki termiczne gleby i najniższej warstwy powietrza w dnach dolin

Zagadnienie stosunków termicznych gleby łączę razem z temperaturami powietrza, gdyż obydwa te elementy są od siebie ściśle uzależnione. W dolinie Sąspówki zależności te przyjmują postać funkcji, które ilustruje rycina 10.

Ograniczam się w swych rozważaniach jedynie do godzin rannych i południowych, gdyż tylko takimi danymi dysponuję. Pomiary temperatury powietrza i gleby wykonywane były z zachowaniem naturalnej struktury roślinności łąkowej. Według Szulgina (1967) wpływ roślinności na kształtowanie stosunków termicznych gleby przejawia się w zacienieniu gleby, w wyniku czego otrzymuje ona w ciągu dnia mniej energii słonecznej (wg Baumgart-

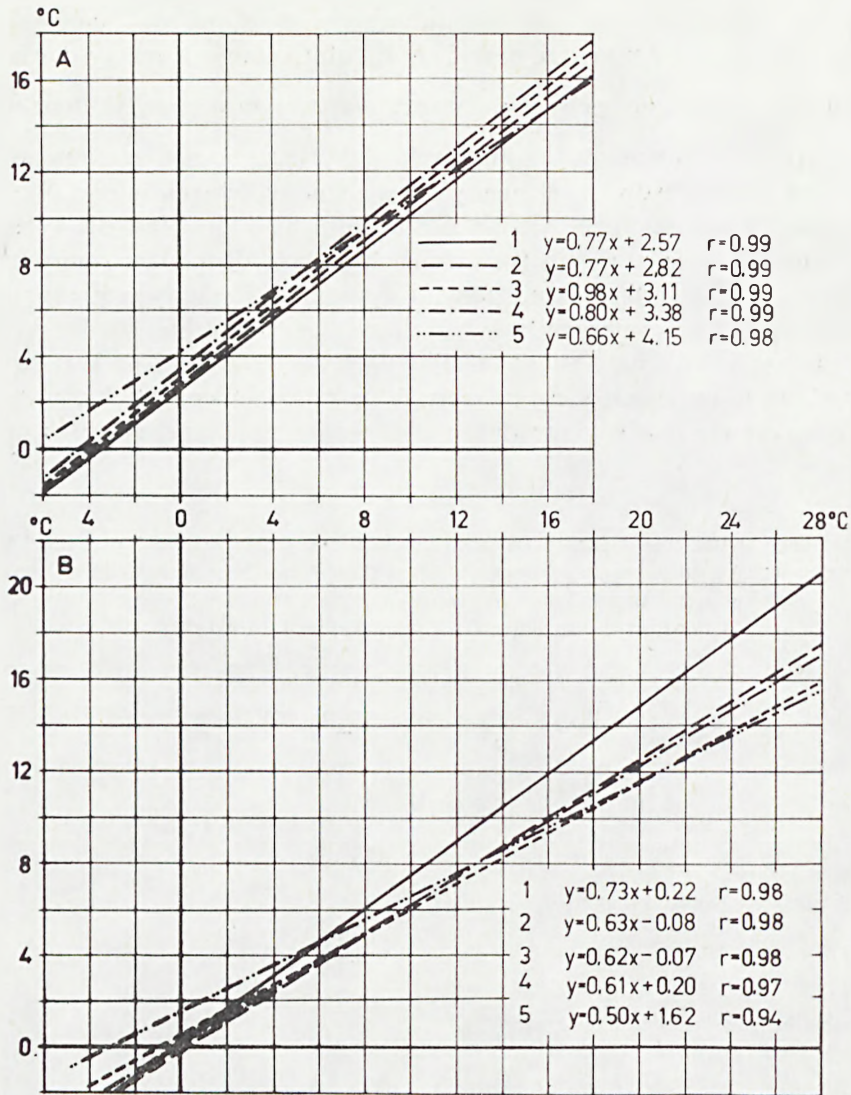
Tabela XI

Średnie daty wystąpienia ostatnich (wiosennych) i pierwszych (jesiennych) przymrozków oraz długość okresu bezprzymrozkowego w Ojcowskim Parku Narodowym (1964—1967)
Average dates of occurrence of the last (vernal) and first (autumnal) slight frosts and length of the frostless period in the Ojców National Park (1964—1967)

Forma terenu Elements of relief	Daty wystąpienia przymrozków Dates of occurrence of slight frosts		Długość okresu bezprzymrozkowego Length of frostless period
	ostatniego last	pierwszego first	
Wierzchowina Top surface of upland	22 IV	2 XI	194
Zbocze północne North-facing slope	19 V	14 X	149
Dolina Sąspowska Sąspowska Valley	21 V	1 X	134
Dolina Sąspowska 20 cm Sąspowska Valley 20 cm above ground	21 V	29 IX	132
Dolina Sąspowska 5 cm Sąspowska Valley 5 cm above ground	30 V	3 X	127

nera 1968a, zaledwie około 15% energii promieniowania padającej na powierzchnię darni jest absorbowane przez glebę), nocą natomiast mniej wypromieniowuje ciepła niż gleba оголоcona z roślinności (Geiger 1961).

W chłodnym okresie roku podobną rolę termoizolatora spełnia pokrywa śnieżna, zwłaszcza że w dolinach zalega ona najdłużej.



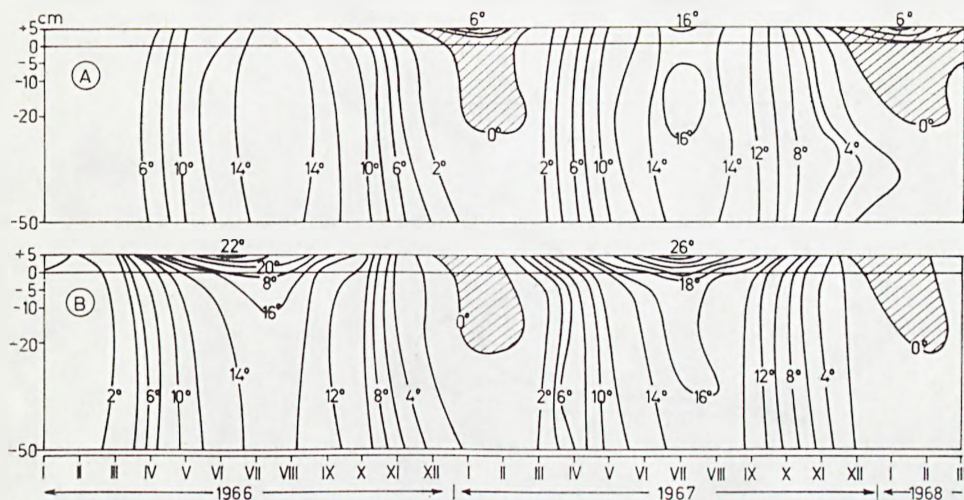
Ryc. 10. Zależność między średnią miesięczną temperaturą powietrza na wysokości 5 cm nad gruntem (x) a temperaturą gleby na różnych głębokościach (y) o godzinie 7 rano (A) i 13 w południe (B). 1 — na powierzchni gruntu, 2 — na głębokości 5 cm, 3 — na głębokości 10 cm, 4 — na głębokości 20 cm, 5 — na głębokości 50 cm

Fig. 10. Correlation between the mean monthly air temperature at the height of 5 cm above ground (x) and soil temperature at various depths (y) at 7 a.m. (A) and 1 p.m. (B). 1 — on soil surface, 2 — at the depth of 5 cm, 3 — at the depth of 10 cm, 4 — at the depth of 20 cm, 5 — at the depth of 50 cm

Rycina 11 przedstawia termozoplety średnich miesięcznych temperatur powietrza i gleby w rozbiu na dwa terminy obserwacyjne. W ciepłym okresie roku najsilniej ogrzewają się przypowierzchniowe warstwy gleby, przy czym zasięg poszczególnych izoterm w różnych latach kształtuje się odmiennie.

Ciekawie przedstawia się kształt izotermy 16°C w roku 1967, kiedy to w lipcu i sierpniu w godzinach południowych sięgała ona głębokości ponad 30 cm, a w godzinach porannych — po nocnym okresie wypromieniowania ciepła — przybierała charakterystyczny kształt „oczka” odciętego od powierzchni wychłodzoną warstwą gleby.

Na podstawie ryciny 11 można też sądzić o głębokości zamarzania gleby w okresie zimowym, jeżeli przyjmiemy za Szulginem (1957), że gleba za-



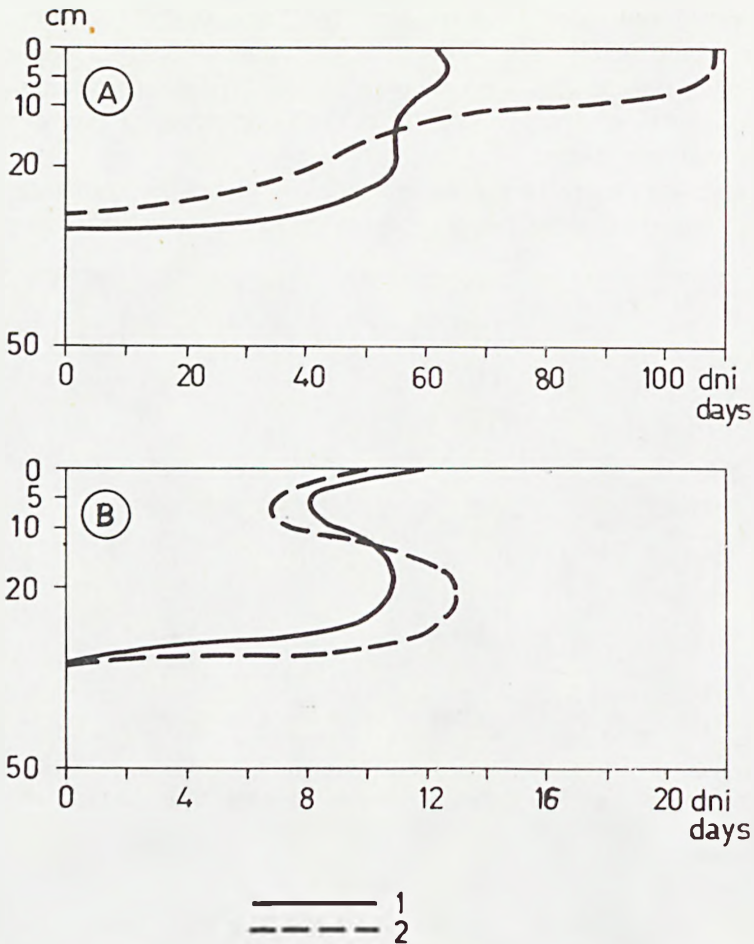
Ryc. 11. Termoizoplethy średnich miesięcznych temperatur powietrza na wysokości 5 cm nad gruntem oraz temperatur gleby w Dolinie Sąpsowskiej o godzinie 7 rano (A) i 13 w południe (B)
Fig. 11. Thermaisopleths of mean monthly air temperatures at the height of 5 cm above ground and of soil temperatures in the Sąpsowska Valley at 7 a.m. (A) and 1 p.m. (B)

marza przy temperaturze 0°C (zdaniem Nerpina i Czudnowskiego 1967 i innych, ze względu na istnienie wody w glebie w postaci roztworów różnych soli, zamarza ona w temperaturze nieco niższej). Porównanie danych z godzin 7 i 13 — uwiadcznia, że w godzinach porannych czas zamarznięcia gleby jest dłuższy o około 3 tygodnie niż w południe.

Z tym wiąże się długość okresu z trwałym zamarznięciem gleby (ryc. 12 A) i liczba dni z przejściem temperatury przez próg 0°C (ryc. 12 B). Jak widać, najdłużej gleba jest zamarznięta na głębokości około 10 cm, najwięcej przejść temperatury gleby przez próg 0°C zaznacza się wyraźnie na dwóch głębokościach: przy powierzchni gleby (co jest wynikiem nocnych przymrozków) i na głębokości 20 cm (czego przyczynę widzę w dostarczaniu pewnych ilości ciepła z głębszych warstw gleby).

5. Opady atmosferyczne

Dokładne określenie reżimu opadowego w terenie silnie urzeźbionym nie jest rzeczą łatwą — wymagana jest do tego celu duża ilość punktów pomia-



Ryc. 12. Długość okresu z trwałym zamrożeniem gleby (A) oraz liczba dni z przejściem temperatury przez próg 0°C (B) w Dolinie Saspowskiej. 1 — zima 1966/67, 2 — zima 1967/68
 Fig. 12. Length of the period with persistently frozen soil (A), and the number of days with the temperature oscillating near 0°C (B) in the Saspowska Valley. 1 — winter 1966/67, 2 — winter 1967/68

rowych, reprezentujących różne ekspozycje, nachylenia, wysokości nad dnem doliny itp. (Brádka 1967).

Kierunek wiatrów, zwłaszcza tzw. deszczonośnych z zachodniego sektora horyzontu, odgrywa znaczną rolę w rozkładzie opadów przy dużym urozmaiceniu rzeźby (Radomski 1962, 1963a, Kostrakiewicz 1967). Nie bez znaczenia jest też tu prędkość wiatru. Jak stwierdził Geiger (1961) na Hohenkarpfenie, stok dowietrzny o nachyleniu 20° otrzymywał przy szybkości wiatru niższej od 4 m/sec. o 3% opadów więcej, przy wietrze 4—5 m/sec. o 11% więcej, a przy wyższej od 5 m/sec. nawet o 27% więcej opadów niż stok odwietrzny.

Sumy opadów w terenie pagórkowatym w zależności od ekspozycji badań Radomski (1963a). W tabeli XII przytaczam wyniki uzyskane przez niego, gdyż pozwalają one zorientować się w zróżnicowaniu tego elementu klimatu również na obszarze OPN.

Tabela XII

Rozkład opadów na wzgórzu w zależności od kierunku wiatru (%), wg Radomskiego (1963a)
Distribution of precipitation on a hill depending on wind direction (%), after Radomski (1963a)

Kierunek wiatru Wind direction	Ekspozycja stoku Exposure of slope				Liczba dni z opadem Number of days with precipitation
	W	E	N	SSW	
W	100	80	90	92	15
E	94	100	96	98	5
N	98	91	100	93	7
S	96	87	93	100	5

W niniejszym opracowaniu wykorzystuję dane z 5 stacji, spośród których 2 reprezentują warunki wierzchowinowe, 2 — dolin i 1 — zbocza o ekspozycji północnej. Zestawione w tabeli XIII dane liczbowe dotyczące miesięcznych sum opadów wykazują, że najwięcej opadów otrzymują zbocza dolin o ekspozycji zbliżonej do północnej (830,1 mm) oraz wierzchowina (Skała 824,9 mm, Smardzowice 813,3 mm). Pomiąłem tu dane dotyczące opadów w Białym Kościele, gdyż wykazują one ponad wszelką wątpliwość wartości błędne, znacznie zaniżone (o ile w dziesięcioleciu 1949—1958 w Białym Kościele notowano opady średnio o 63,6 mm rocznie wyższe niż w Ojcowie, to w okresie 1964—1967 dane wykazują sumy niższe o 75 mm!). Znacznie niższe sumy opadów obserwuje się w dolinie Prądnika (773,7 mm) i zdecydowanie najniższe w dolinie Sąspówki, bo zaledwie 748,7 mm (tzw. „ciąć opadowy”).

Rozkład opadów w ciągu roku wykazuje znaczną przewagę opadów letnich nad zimowymi. Sumy opadów miesięcy letnich (VI—VIII) stanowią 40% wszystkich opadów, jesiennych (IX—XI) 19%, zimowych (XII—II) 20% i wiosennych (III—V) 21%. Stosunek opadów półrocza letniego do zimowego wynosi na tym terenie średnio 1,56.

Wskaźnik opadowy Schmucka (1965) $I = (Pr - 500)Pl/Pz$, gdzie Pr stanowi roczną sumę opadów, Pl — opady lata, Pz — zimy, wskazuje na IV klasę wilgotnego typu reżimu opadowego.

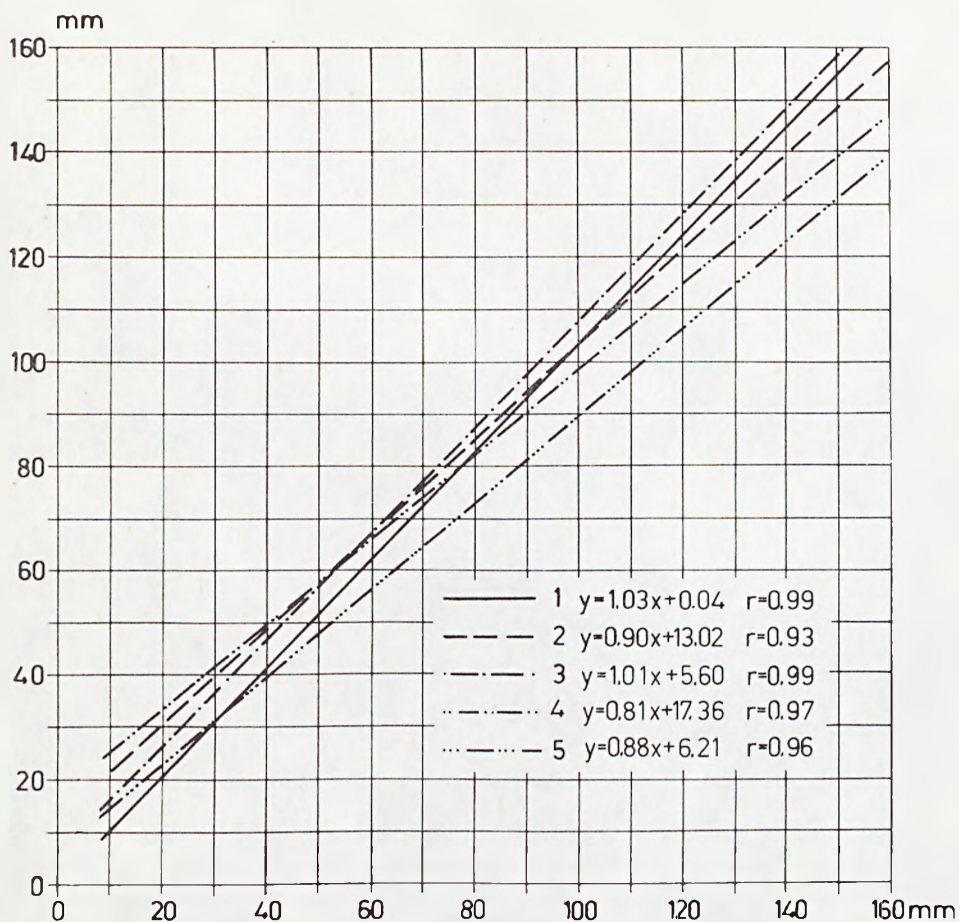
W rozkładzie miesięcznym najniższe sumy obserwuje się w październiku (od 4,5% rocznych sum opadów w dolinie Sąspówki do 5,0% na wierzchowinie), najwyższe natomiast w czerwcu (od 14,5% w Smardzowicach do 17,8% w dolinie Prądnika).

Zależność między wysokością opadów w dolinie Sąspówki i w pozostałych badanych punktach przedstawia rycina 13. Różnice w wysokości opadów

Tabela XIII

Średnie miesięczne sumy opadów (1964—1967)
 Mean monthly sums of precipitation (1964—1967)

Forma terenu Elements of relief	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Yearly
Wierchowina Top surface of upland													
Skala	41,0	46,9	51,1	49,8	91,5	134,8	88,8	101,7	57,6	38,6	61,5	61,6	824,9
Smardzowice	49,4	58,6	56,8	44,6	85,2	118,2	82,1	94,2	42,6	40,5	73,3	67,8	813,3
Zbocze północne North-facing slope kolo willi „Berlo”													
	72,7	58,0	56,2	47,2	87,8	135,6	75,5	97,7	42,7	38,4	65,6	52,7	830,1
Dna dolin Bottom of valleys													
Dolina Prądnika	38,4	51,4	51,4	38,8	85,5	137,6	75,8	92,4	45,4	35,7	66,1	54,7	773,2
Dolina Saspowska	35,6	47,4	45,9	43,2	85,0	130,0	72,6	93,8	46,2	33,7	63,5	51,8	748,7

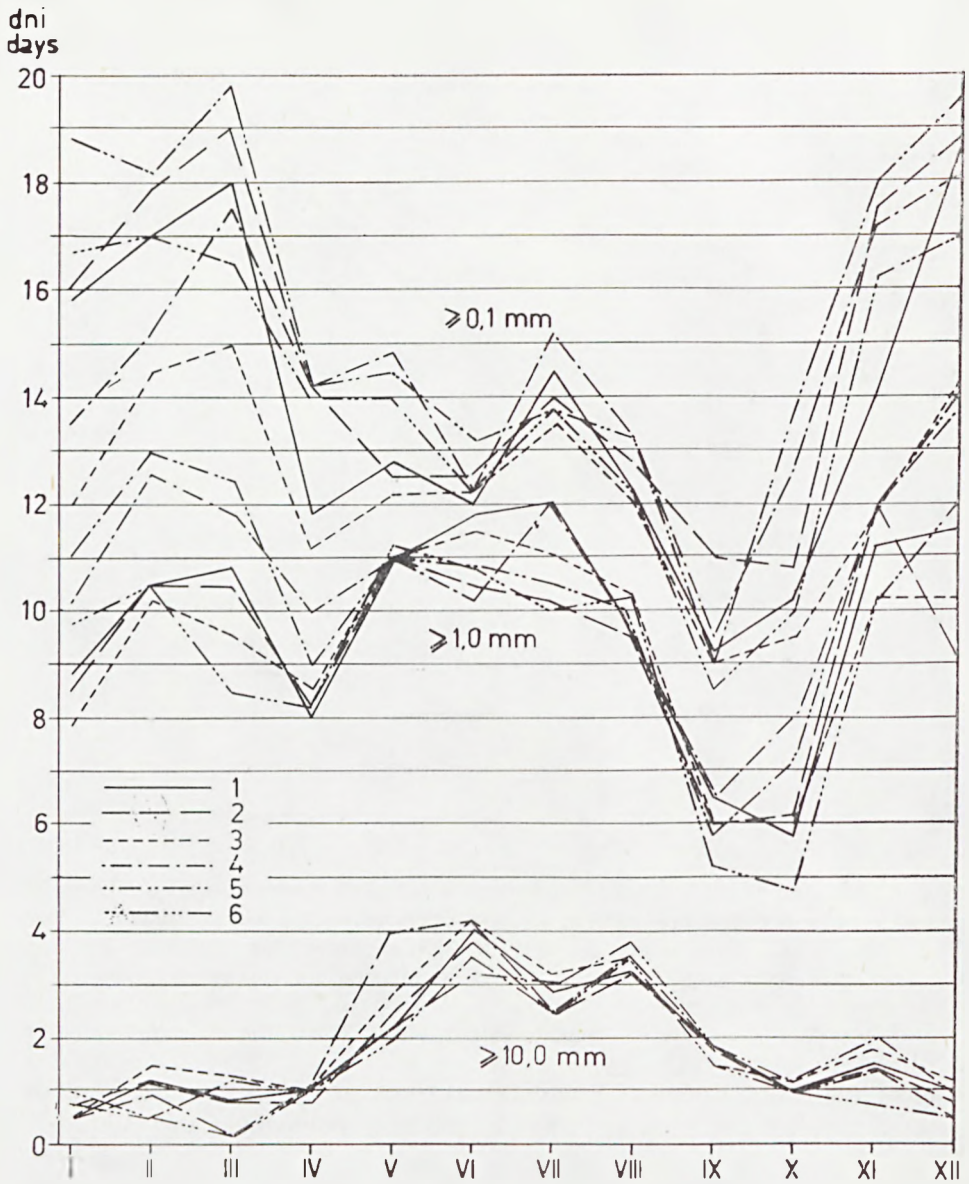


Ryc. 13. Zależność między miesięczną sumą opadów w Dolinie Saspowskiej (x) a miesięcznymi sumami opadów w dolinie Pradnika (1), na zboczu północnym (2) i wierzchołnic (3 — Skala, 4 — Smardzowice, 5 — Bialy Kosciol) w okresie 1964—1967

Fig. 13. Correlation between the monthly total of precipitation in the Saspowska Valley (x) and the monthly totals of precipitation in the Pradnik Valley (1), on the north-facing slope (2), and on the top surface (3 — Skala, 4 — Smardzowice, 5 — Bialy Kosciol) in the period 1964—1967

między dolinami Saspówki i Pradnika wzrastają przy większej ilości opadów, natomiast między doliną Saspówki a zboczem północnym uwypuklają się raczej przy opadach niewielkich. Stacje wierzchołnicowe wykazują różnice w zależności od ich usytuowania. I tak, lekko nachylona ku zachodowi wierzchołnicowa w Smardzowicach wykazuje wyraźny wzrost opadów przy sumach wyższych, natomiast znajdująca się w obrębie wklęsłości wierzchołnicowa stacja w Skale przy wysokich opadach (głównie pochodzenia burzowego, a więc przy silniejszych wiatrach) znajduje się w strefie lokalnego „cienia opadowego”.

Ważnym wskaźnikiem charakteryzującym reżim opadowy jest liczba dni z opadem $\geq 0,1$, $\geq 1,0$ i $\geq 10,0$ mm (ryc. 14). Choć suma opadów półroczna



Ryc. 14. Liczba dni z opadem $\geq 0,1$, $\geq 1,0$ i $\geq 10,0$ mm, 1 — w Dolinie Sąspowskiej, 2 — w dolinie Prądnika, 3 — na zboczu północnym, 4 — w Skale, 5 — w Smardzowicach, 6 — w Białym Kościele

Fig. 14. Number of days with precipitation $\geq 0,1$, $\geq 1,0$, and $\geq 10,0$ mm, 1 — in the Sąspowska Valley, 2 — in the Prądnik Valley, 3 — on north-facing slope, 4, 5, 6 — at the villages of Skala, Smardzowice, and Biały Kościół respectively

letniego znacznie przewyższa sumę półrocza zimowego, jednak liczba dni z opadem jest w tym okresie najmniejsza. Wyraźnie natomiast wzrasta w tym czasie liczba dni z opadami dużymi $\geq 10,0$ mm, głównie pochodzenia burzowego.

Jak wykazały badania Stopy (1965), OPN leży w strefie zwiększonej ilości burz (średnio 22,5 burz rocznie, z czego na lato przypada 15,4), o wysokim wskaźniku ich aktywności (15,7) i średnim czasie trwania 68 minut. 25% burz przynosi opady gradowe, wyrządzając znaczne szkody w rolnictwie. Również Molga (1965) zalicza omawiany teren do regionu częstych gradobić (około 20 w okresie wegetacyjnym).

Prócz opadów, ważną rolę w zaopatrywaniu roślin w wodę odgrywają tzw. opady poziome (Ermich 1957). Badania Radomskiego (1963b) wykazały, że w terenie pagórkowatym zaznacza się wyraźny spadek ilości opadów z rosy od doliny ku szczytom pagórków. Wprawdzie na terenie OPN nie prowadziłem badań nad tym problemem, jednak wydaje się, że taka prawidłowość zachodzi tutaj również. Ilość przypadków wystąpienia rosy w dnach dolin przekracza kilkakrotnie jej powstawanie na wierzcholinie. Podobną rolę jak rosa odgrywa też mgła, która w dolinach towarzyszy prawie codziennie inwersjom termicznym.

6. Pokrywa śnieżna

Śnieg jest jednym z głównych czynników reżimu zimowego, a dzięki „osobliwym właściwościom radiacyjnym i cieplnym pokrywa śnieżna tworzy powierzchnię różniącą się jaskrawo pod względem swoich właściwości od innych powierzchni naturalnych, co wpływa na charakter wszystkich procesów meteorologicznych” (Hess 1962). Zdaniem Kosiby (1949) powierzchnia śniegu znacznie zmniejsza dobowe amplitudy temperatury powietrza, wywiera także wpływ na zmniejszenie zmętnienia atmosfery. Odgrywa ona również ważną rolę w gospodarce wodnej i cieplnej gleby.

Dla roślin spełnia jeszcze inną rolę, a mianowicie chroni rośliny zielne przed zjadaniem przez zwierzęta roślinożerne, a także ogranicza w wielu przypadkach rozwój wegetacyjny w okresie wiosennym. Wyraźne są związki między zanikaniem pokrywy śnieżnej a rozwojem fenologicznym niektórych gatunków roślin w Ojcowskim Parku Narodowym (Klein 1967a).

W obrębie Parku pokrywa śnieżna wykazuje duże zróżnicowanie przestrzenne i czasowe. Wpływają na to: rzeźba i ekspozycja solarna, wpływy coliczne, szata roślinna, itp. (Chomicz 1953).

Liczba dni z pokrywą śnieżną waha się od 136 w dolinie Sąsypówki do 129 na wierzcholinie (Skala). Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli XIV, znacznie bardziej urozmaicona jest liczba dni z trwałą pokrywą (tzn. utrzymującą się nieprzerwanie lub z przerwami nie większymi niż 3 dni na 30 dni jej występowania). O ile trwała pokrywa utrzymuje się w dolinie Sąsypówki przez 107 dni rocznie, to na wierzcholinie okres ten jest skrócony do 50—62

Tabela XIV

Grubość pokrywy śnieżnej, liczba dni z pokrywą śnieżną oraz trwanie okresu z pokrywą śnieżną (1964—1967)
 Thickness of snow cover, number of days with snow cover, and length of period with snow cover (1964—1967)

Forma terenu Elements of relief	Grubość pokrywy śnieżnej* Thickness of snow cover*		Liczba dni z pokrywą śnieżną Number of days with snow cover		Okres z szarą śnieżną Period with snow cover		Trwała pokrywa śnieżna Permanent snow cover		
	XI XII I II III IV	XI XII I II III IV	Liczba dni Number of days	Daty Date	Liczba dni Number of days	Daty Date	Liczba dni Number of days	Daty Date	
				powstania appearance		zaniku disap- pearance		powstania appearance	zaniku disap- pearance
Wierchowina Top surface of upland									
Biały Kosciół	5,2 7,5 13,0 8,5 7,8	5,5 14,5 26,2 15,2 7,8	114,7	23 XI	50,0	18 III	23 XI	11 II	
Skala	8,8 6,5 15,0 13,0 11,5 0,5	8,8 22,5 28,7 17,2 10,8 0,5	129,2	18 XI	62,0	27 III	16 XII	16 II	
Smardzowice	8,8 9,0 21,8 19,2 19,0 0,5	9,2 19,8 29,7 17,0 10,2 0,5	132,2	17 XI	54,7	30 III	25 XII	18 II	
Zbocze północne North-facing slope kolo willi „Berlo”	7,8 13,8 21,5 21,8 15,2 2,0	10,2 29,2 30,5 27,2 16,0 1,2	130,0	17 XI	100,0	1 IV	30 XI	10 III	
Dna dolin Bottom of valleys									
Dolina Prądnika	5,8 8,0 15,8 13,5 10,5 0,5	8,0 22,2 29,2 18,2 9,5 0,2	131,7	17 XI	55,8	29 III	25 XII	19 II	
Dolina Sępowska	8,5 12,5 24,5 26,7 19,0 4,2	10,2 29,7 31,0 26,7 17,5 1,8	136,0	17 XI	106,7	3 IV	26 XI	13 III	

* Wyliczona z sumy grubości pokrywy podzielonej przez ilość dni z pokrywą śnieżną.

* Calculated from the sum of thickness of cover divided by the number of days with snow cover.

dni. Ważną rolę odgrywa tu nasłonecznienie, gdyż w szerokiej i otwartej ku południowi dolinie Prądnika również okres ten jest skrócony w porównaniu z ocienioną doliną Sąspówki.

Daty początku formowania się pokrywy śnieżnej są na całym terenie jednakowe, co wynika z położenia Parku w zasięgu jednego piętra klimatycznego, w którym pierwszy opad śniegu pojawia się w tym samym czasie. Różnice obserwuje się natomiast w datach jej zaniku, na co wpływa m. in. akumulacja śniegu i stopień zacielenia.

Grubość pokrywy śnieżnej jest wyraźnie zróżnicowana. W miejscach o niekorzystnej insolacji obserwujemy stopniowe narastanie miąższości pokrywy (dolina Sąspówki, zbocza o wystawie północnej) oraz równomierne i powolne zmniejszanie grubości wiosną. Przy korzystnej ekspozycji solarnej topnienie następuje gwałtownie, i nawet w pełni zimy możliwe jest całkowite wytopienie śniegu (por. ryc. 33).

7. Stosunki anemologiczne

Charakterystykę tego elementu klimatu przeprowadzam wyłącznie dla warunków wierzchowiny, gdyż jedynie dla tej formy posiadam dane ze stacji w Białym Kościele. W dnach dolin i na zboczach wiatry ulegają pewnym modyfikacjom, ściśle skorelowanym z warunkami geomorfologicznymi (Wierczek 1958).

W rozkładzie kierunków wiatrów na wierzchowinie (ryc. 15) największy udział posiadają wiatry zachodnie (23,7%) i południowo-zachodnie (16,8%). Stosunkowo duża ilość wiatrów wieje z kierunku wschodniego (13,6%). Najrzadziej występują wiatry północne (4,3%) oraz południowe (4,8%). Największe średnie prędkości osiągają wiatry zachodnie (1,8 m/sek.) oraz północno-zachodnie (1,2 m/sek.).

Największy udział wiatrów zachodnich i południowo-zachodnich zaznacza się zwłaszcza w okresie zimowym; w okresie letnim wzrasta częstotliwość wiatrów wschodnich. Wiatry wschodnie przeważają również w okresie „złotej jesieni” w październiku.

OPN leży w regionie największych ilości cisz w Polsce (Schmuck 1959). Najwięcej obserwuje się ich we wrześniu i listopadzie (17,0) oraz w marcu (16,8), najmniej natomiast w czerwcu (5,2) i w maju (5,8).

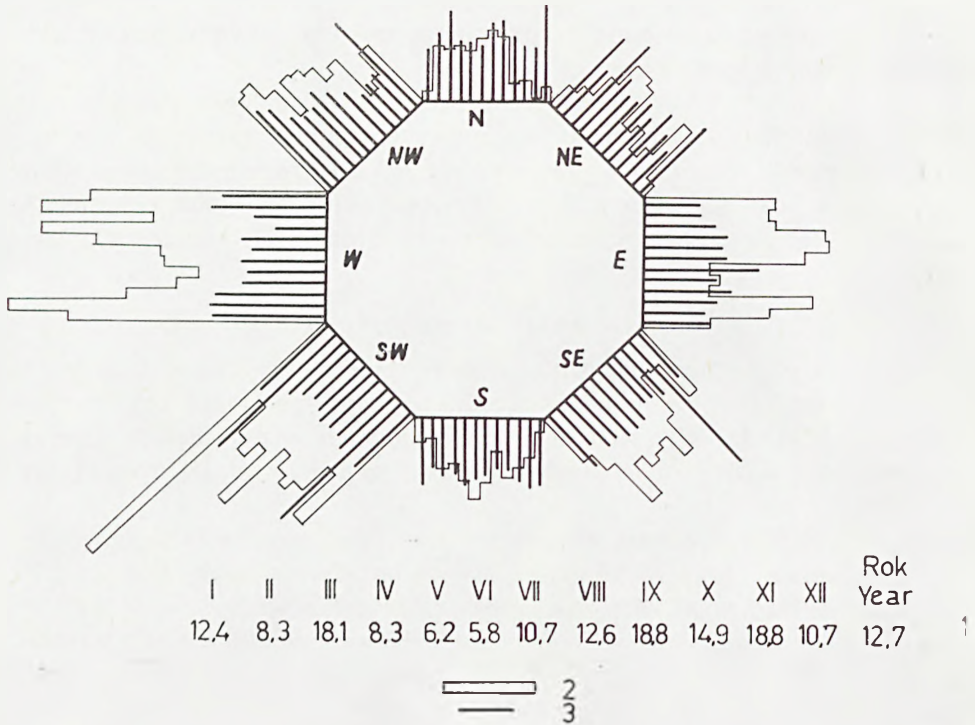
Interesująco przedstawia się rozkład wiatrów w różnych porach dnia (ryc. 16). W godzinach porannych najczęściej obserwujemy wzrost wiatrów z sektora północnego, w południe — z południowego. Najwięcej cisz występuje wieczorem (19,1), znacznie mniej rano (11,7), a najmniej w południe (5,9), co wynika ze wzmożonej konwekcji i turbulencji wywołanej lokalnymi różnicami w nagraniu podłoża.

8. Wilgotność powietrza

Ten element klimatu charakteryzuję poprzez przedstawienie przebiegu średnich miesięcznych wartości wilgotności względnej i niedosytu wilgotności.

Ponieważ z zagadnieniem wilgotności powietrza łączy się parowanie, postanowiłem również i ten element włączyć do niniejszego rozdziału.

Niestety, stacja PIHM w Białym Kościele nie prowadzi obserwacji nad wilgotnością, toteż dane dotyczące tego elementu obejmują jedynie dno doliny i zbocze północne.



Ryc. 15. Rozkład średnich miesięcznych kierunków i prędkości wiatru na wierzchowinie (1964--1967). 1 — rozkład cisz, 2 — miesięczna częstotliwość kierunków wiatru, 3 — średnia miesięczna prędkość wiatru

Fig. 15. Distribution of mean monthly wind directions and velocity on the top surface (1964--1967). 1 — distribution of calms, 2 — monthly frequency of wind directions, 3 — mean monthly wind velocity

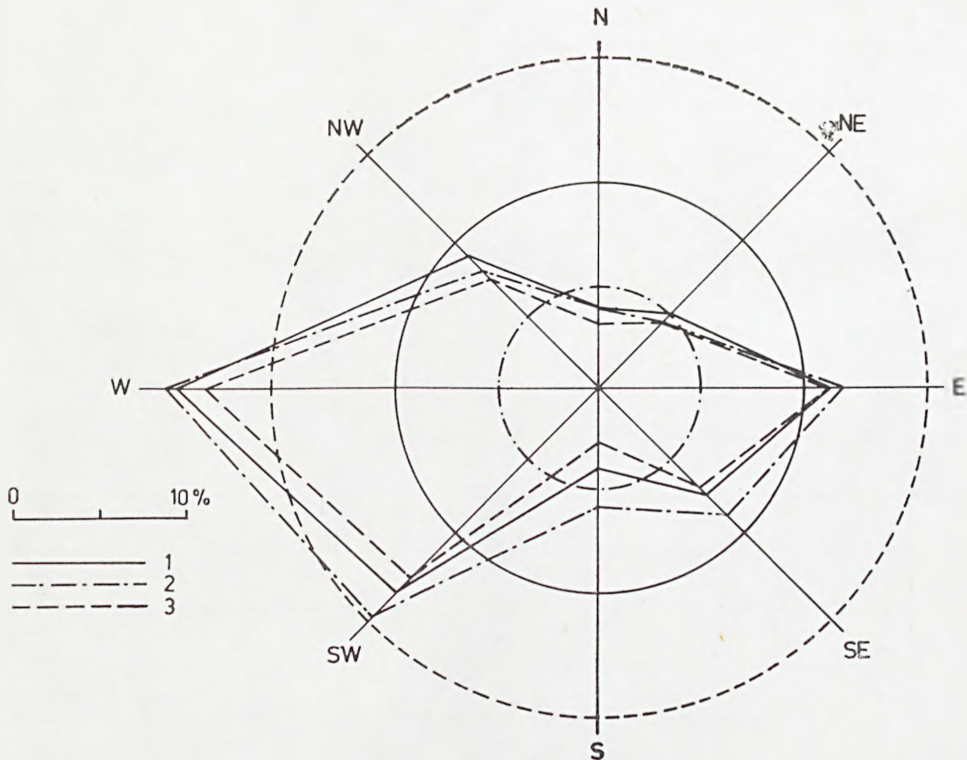
Roczny przebieg wilgotności względnej w OPN wykazuje pewne analogie z terenami położonymi w wyższych partiach gór. Przejawia się to zmniejszeniem wilgotności w okresie letnim, a wzrostem w zimowym (ryc. 17).

W ciągu całego roku na zboczu obserwujemy niższe wartości wilgotności względnej niż w dolinach, co jest wynikiem prawie conocnej kondensacji pary wodnej w dnach dolin. Na wysokości 20 cm w dolinie dochodzi jeszcze jeden czynnik — silna transpiracja roślin. Największe dobowe zróżnicowanie wilgotności względnej notuje się w południe, najniższe rano.

Niedosyt wilgotności oznacza „siłę wysuszającą powietrze” (Hess 1965a) i zdaniem Szymkiewicza (1923) najlepiej nadaje się dla celów

fitoklimatycznych ze względu na niewielkie różnice w porównaniu ze wskaźnikiem ewaporacji.

Największe wartości niedosytów wilgotności występują latem — wówczas też obserwujemy największe zróżnicowanie przestrzenne tego elementu. W okresie zimowym zauważa się zmniejszenie wartości niedosytów i zatra-



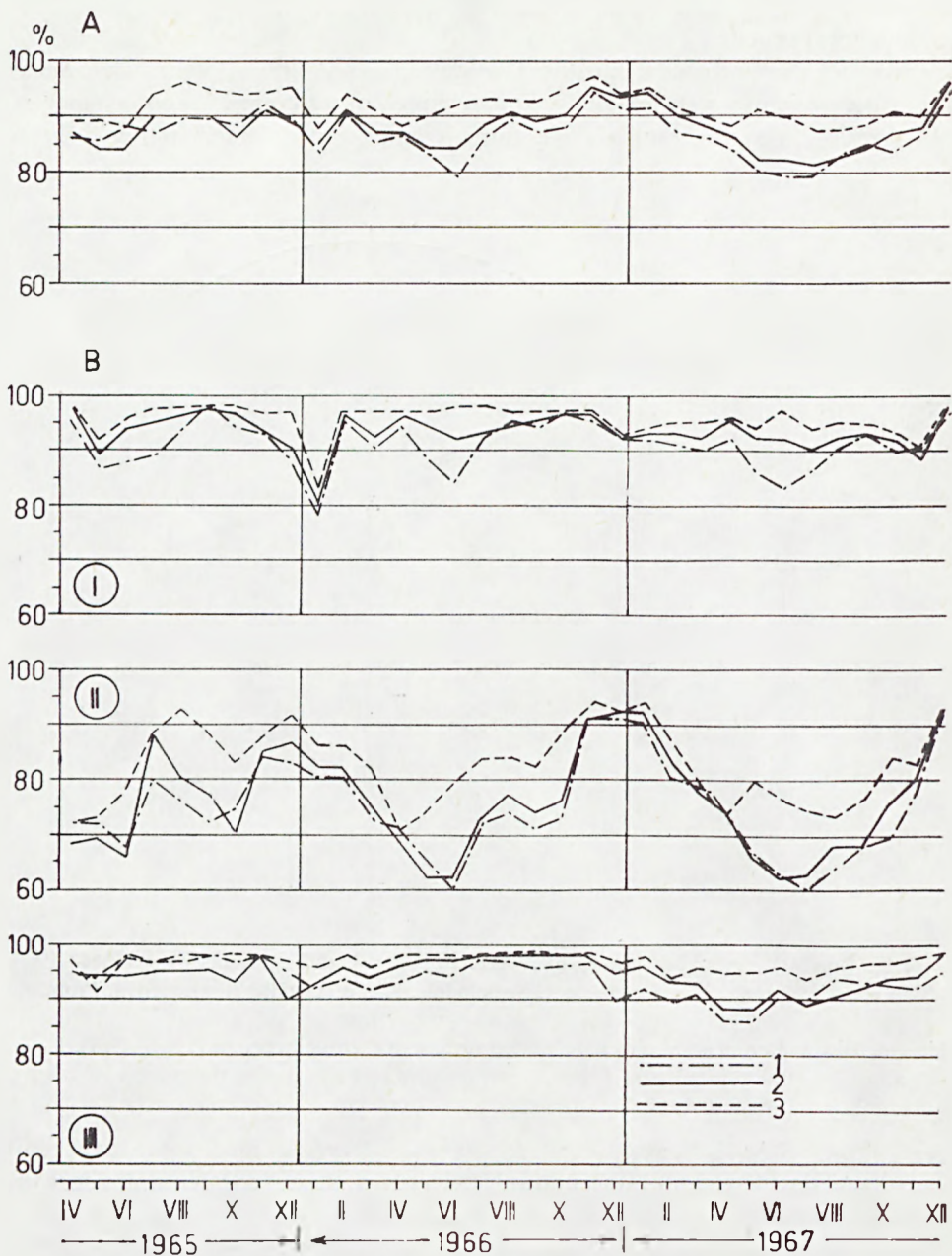
Ryc. 16. Rozkład kierunków wiatru na wierzchowcinie w przebiegu dobowym (1964–1967). 1 — o godzinie 7 rano, 2 — o godzinie 13 w południe, 3 — o godzinie 21 wieczorem. Promienie kół wyznaczają procent ciszy

Fig. 16. Distribution of wind directions on top surface in their daily course (1964–1967). 1 — at 7 a.m., 2 — at 1 p.m., 3 — at 9 p.m. The rays of the circles denote the percent of calms

cenie kontrastów. W przebiegu dobowym najwyższe niedosyty zaznaczają się w godzinach południowych (ryc. 18) osiągając w średnich miesięcznych wartości 10 mb latem i 0,5 mb zimą.

Dokładne studia nad parowaniem w terenie rozczłonkowanym przeprowadził Michna (1961). W okolicy Przemyśla stwierdził on, że parowanie na zboczach o ekspozycji południowej wynosiło 92%, zachodniej — 85,1%, wschodniej — 71,2% i północnej — 72,4% w porównaniu z wierzchowciną (100%). Parowanie w dolinie było najmniejsze i wynosiło 63,8%. Należy przypuszczać, że na terenie OPN istnieje podobny rozkład tego elementu.

W skali rocznej w dolinie Sąsypówki wyparowuje o 31 mm wody mniej

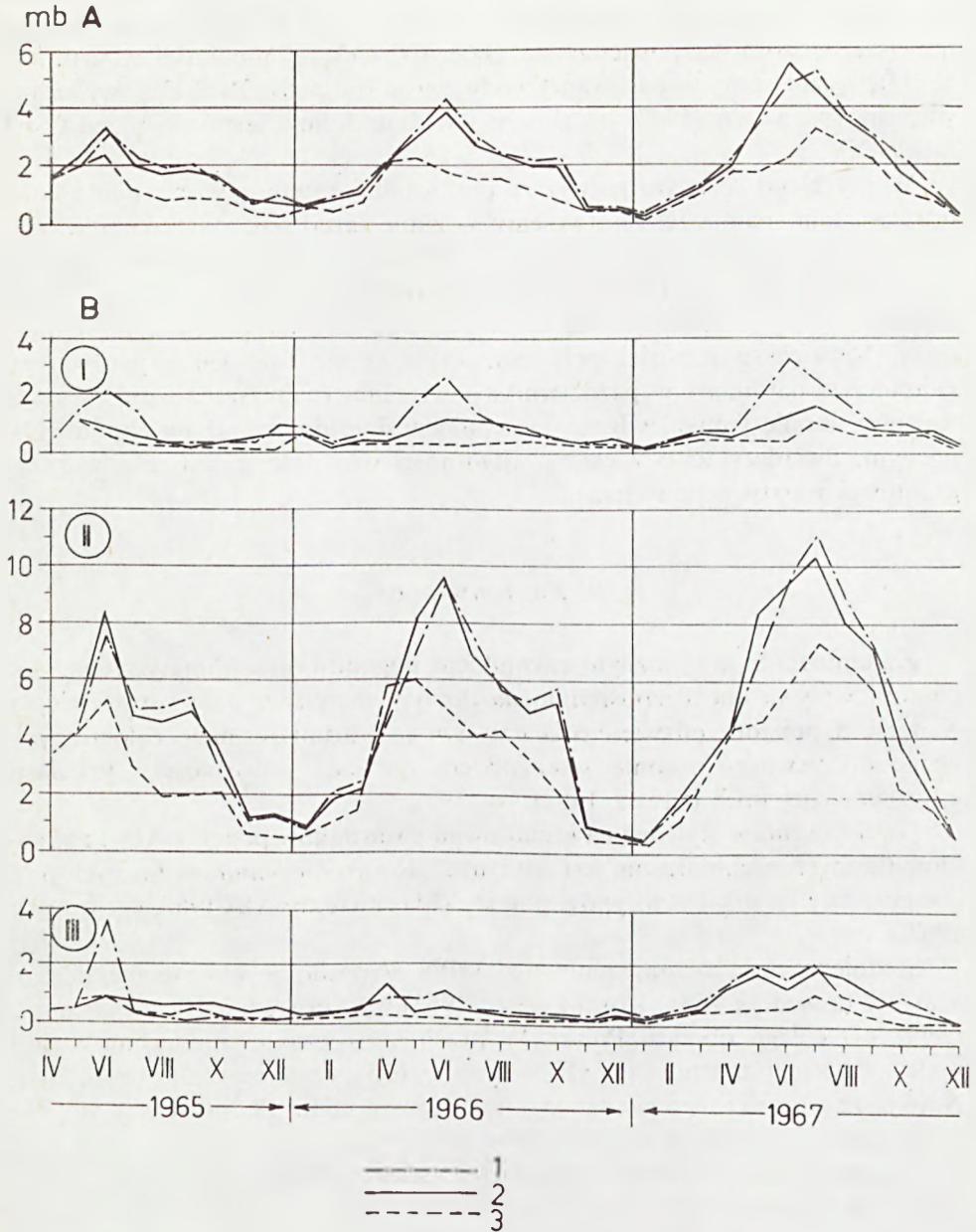


Ryc. 17. Rozkład wilgotności względnej w OPN. A — wartości średnie miesięczne, B — przebieg dobowy; I — o godzinie 7 rano, II — o godzinie 13 w południe, III — o godzinie 21 wieczorem.

1 — zbocze północne, 2 — Dolina Saspowska, 3 — Dolina Saspowska 20 cm

Fig. 17. Distribution of relative humidity in the Ojców National Park. A — mean monthly values, B — daily course; I — at 7 a.m., II — at 1 p.m., III — at 9 p.m. 1 — north-facing slope,

2 — Saspowska Valley, 3 — Saspowska Valley, 20 cm above ground



Ryc. 18. Rozkład niedosytów wilgotności w OPN. A — wartości średnie miesięczne, B — przebieg dobowy; I — o godzinie 7 rano, II — o godzinie 13 w południe, III — o godzinie 21 wieczorem. 1 — zbocze północne, 2 — Dolina Słopowska, 3 — Dolina Słopowska na wysokości 20 cm
 Fig. 18. Distribution of saturation deficit in the Ojców National Park. A — mean monthly values, B — daily course; I — at 7 a.m., II — at 1 p.m., III — at 9 p.m. 1 — north-facing slope, 2 — Słopowska Valley, 3 — Słopowska Valley, 20 cm above ground

niż na zboczu. Na wysokości 20 cm w dolinie ilość wyparowanej wody jest mniejsza o 130 mm (bez uwzględnienia transpiracji). Różnice te są wynikiem mniejszej wilgotności powietrza na zboczu i większej prędkości wiatru.

Miesięczne sumy wyparowanej wody z ewaporometru Piche'a i wyliczone wzorem Iwanowa (1948) na zboczu i w dnie doliny Sąspówki przedstawia tabela XV.

W przebiegu rocznym najwyższe parowanie występuje w czerwcu i lipcu oraz w maju, najniższe obserwujemy w zimie (grudzień, styczeń, luty).

Ważnym wskaźnikiem wilgotności jest tzw. współczynnik wilgoci Schmucka (1953), wyrażony stosunkiem opadów do parowania (tab. XV). Zmienność tego współczynnika w ciągu roku jest na omawianym terenie duża. Największe wartości przyjmuje on w zimie (niewielkie parowanie), najmniejsze natomiast w październiku i wrześniu (najniższe opady). Wyższe wartości współczynnika wilgoci występują w dnie doliny niż na zboczu północnym. Świadczy to o większej wilgotności den dolin (zwłaszcza w przygruntowej warstwie powietrza).

9. Zachmurzenie

Zachmurzenie jest ważnym czynnikiem pogodowym i klimatycznym, ponieważ „wpływa ono bezpośrednio na dopływ energii we dnie i straty ciepła w nocy, a ponadto odzwierciedla cały szereg warunków meteorologicznych będąc do pewnego stopnia wskaźnikiem rozkładu wilgotności, cyrkulacji atmosferycznej itd.” (Stenz 1952).

Dzięki swemu wpływowi na kształtowanie warunków pogodowych i mikroklimatycznych zachmurzenie jest jednym z głównych czynników branych pod uwagę przy klasyfikacjach typów pogody (Michalczewski 1960, Golcberg 1967 i in.).

Średnie roczne zachmurzenie nad OPN wynosiło w okresie badań 6,4. Wartość ta według Warakomskiego (1963) wyraża średnie roczne zachmurzenie dla całego obszaru Polski. W przebiegu rocznym miesiącami o najmniejszym zachmurzeniu są w OPN wrzesień (5,2), czerwiec (5,3) i lipiec (5,4). Najwyższe wartości tego elementu notuje się w grudniu (8,2), listopadzie (7,8) i styczniu (7,3) (dane w 11-stopniowej skali międzynarodowej).

Związek z zachmurzeniem wykazuje liczba dni pogodnych, o sumie dobowego zachmurzenia ≤ 5 i pochmurnych o sumie ≥ 25 (ryc. 19). Średnio w roku notuje się na tym terenie 46 dni pogodnych, przy czym najwięcej w październiku (7,0), czerwcu (6,5) i wrześniu (6,2). Najrzadziej zdarzają się takie dni w grudniu (raz na 5 lat).

Liczby dni pochmurnych wykazują w zasadzie zależność odwrotnie proporcjonalną do liczby dni pogodnych (ryc. 19).

O zmienności rodzaju zachmurzenia można sądzić na podstawie diagramu typów pogody sporządzonego wg Michalczewskiego (ryc. 20). W okresie

Tabela XV

Wielkość parowania i współczynniki wilgoci na zboczu o ekspozycji północnej i w dnie Doliny Sąspowskiej w Ojcowskim Parku Narodowym (1964—1967)
Evaporation and coefficients of humidity on a north-facing slope and at the bottom of the Sąspowska Valley in the Ojców National Park (1964—1967)

Forma terenu Elements of relief	Element	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok Yearly
Zbocze północne North-facing slope	Ep ¹	8,7	13,4	20,2	26,8	40,8	62,7	49,8	37,2	33,0	27,8	11,4	9,0	340,9
	EI ²	6,6	4,5	2,3	2,0	2,5	2,4	1,7	2,6	1,4	1,1	4,7	6,4	2,5
	E/P ³													
Dolina Sąspowska Sąspowska Valley	Ep					49,4	49,1	46,4	39,0	29,1	26,7			
	EI	6,7	12,6	17,0	29,1	45,7	46,9	44,5	34,5	30,5	24,1	10,6	7,7	309,9
	E/P	6,6	4,0	2,3	1,8	2,2	3,1	1,8	2,7	1,8	1,2	4,9	7,4	2,6
Dolina Sąspowska 20 cm Sąspowska Valley 20 cm above ground	Ep					29,5	25,3	20,4	18,8	17,2	11,5			
	EI	5,0	7,2	12,2	20,0	25,9	24,3	24,7	18,3	18,5	12,3	7,4	4,4	180,2
	E/P	8,9	7,0	3,2	2,7	3,9	5,9	3,3	5,1	2,9	2,3	7,0	13,0	4,4

¹ Wartości uzyskane z ewaporometru Piche'a.

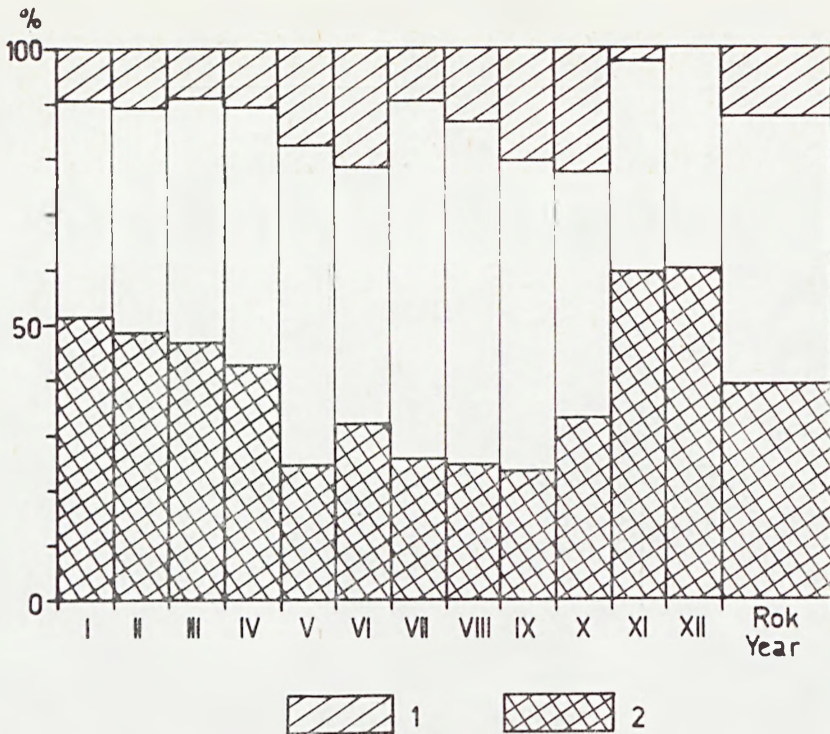
² Values indicated by Piche's evaporimeter.

³ Wartości wyliczone wzorem Iwanowa.

⁴ Values calculated by Ivanov's formula.

⁵ Współczynnik wilgoci Schmuecka (stosunek opadów do parowania).

⁶ Schmueck's coefficient of humidity (ratio of precipitation and evaporation).



Ryc. 19. Procentowy rozkład dni pogodnych (1) i pochmurnych (2) w OPN. (Średnie za okres 1964—1967)

Fig. 19. Distribution (in percent) of days with clear (1) and overcast (2) weather in the Ojców National Park. (Mean values for the period 1964—1967)

ciepłym dominuje raczej pokrycie nieba przez chmury kłębiaste (Cu, Ac, Cc), natomiast w okresie zimowym wzrasta udział chmur warstwowych (St, Ns, As).

Sezonowe zmiany rodzaju zachmurzenia są wynikiem współdziałania czynników radiacyjnych i cyrkulacyjnych klimatu i wywierają decydujący wpływ na kształtowanie się stosunków mikroklimatycznych w Ojcowskim Parku Narodowym.

10. Porównanie klimatu lokalnego dolin Sąspówki i Prądnika

Główna dolina Prądnika o generalnym przebiegu N—S posiada dochodzące do kilkuset metrów szerokości płaskie dno i charakterystyczne strome ściany skalne. Inny nieco charakter posiada dolina Sąspówki — aczkolwiek o równie płaskim dnie i stromych ścianach skalnych, jednak jest węższa, a kierunek przebiegu E—W powoduje, że stosunki klimatyczne i mikroklimatyczne są tu inne.

Pozwalają to stwierdzić dane uzyskane w ciągu lipca 1966 r., kiedy to czynna była stacja prowadząca pomiary stacjonarne w dolinie Prądnika (tab. XVI).

Średnia miesięczna temperatura powietrza na wysokości 2 m jest w dolinie Prądnika wyższa o $0,7^{\circ}\text{C}$ niż w dolinie Sąspówki, przy czym wyraźniejsze różnice występują w południe ($1,3^{\circ}\text{C}$), a najniższe wieczorem ($0,1^{\circ}\text{C}$). Wyższe są tu również temperatury maksymalne (o $0,6^{\circ}\text{C}$) i minimalne (o $1,2^{\circ}\text{C}$), jednak amplitudy absolutne za ten miesiąc w dolinie Sąspówki są wyższe. Pozwala to sądzić o większych kontrastach termicznych zachodzących w dolinie węższej i o przebiegu wschód — zachód.

Stosunki termiczne gleby wykazują również pewne „uprzywilejowanie” doliny głównej (tab. XVII). Kontrasty termiczne w godzinach rannych są

Tabela XVII

Temperatury gleby w Dolinie Sąspowskiej i w Dolinie Prądnika w okresie letnim (lipiec 1966) w godzinach 7 i 13

Soil temperatures in the Sąspowska and Prądnik valleys in summer (July 1966) at the hours of 7 and 13

	5 cm		10 cm		20 cm		50 cm	
	7	13	7	13	7	13	7	13
Dolina Sąspowska Sąspowska Valley	15,1	16,2	15,4	15,9	15,4	15,5	14,5	14,6
Dolina Prądnika Prądnik Valley	15,8	18,5	16,4	17,1	16,5	16,7	16,1	16,4
Różnice Differences	-0,7	-2,3	-1,0	-1,2	-1,1	-1,2	-1,6	-1,8

mniejsze niż w południe i dotyczą zwłaszcza głębszych warstw gleby, natomiast w godzinach południowych większe różnice zaznaczają się w warstwach przypowierzchniowych (na głębokości 5 cm wynoszą $2,3^{\circ}\text{C}$, na 20 cm tylko $1,2^{\circ}\text{C}$).

Wilgotność powietrza na wysokości 2 m jest wyższa w dolinie Prądnika o 3%, natomiast na 20 cm wyższa o 8% w dolinie Sąspówki (dłuższe utrzymywanie się rosy i zamglań).

Obie doliny różnią się również reżimem opadowym. Jak wykazują dane uzyskane w latach 1964—1967 (tab. XVIII), dolina Prądnika otrzymywała rocznie 24,5 mm opadów więcej.

W okresie zimowym (patrz rozdział III 3 d) dłużej i grubszą warstwą zalega pokrywa śnieżna w dolinie Sąspówki, a czas utrzymywania się trwałej pokrywy różni się aż o 51 dni.

Tabela XVIII

Średnie miesięczne i skrajne wartości wilgotności względnej i niedosytów wilgotności w Dolinie Prądnika w okresie letnim (lipiec 1966)
 Mean and extreme monthly values for relative humidity and saturation deficit in the Saspowska and Prądnik valleys in summer (July 1966)

	Wilgotność względna Relative humidity						Niedosyt wilgotności Saturation deficit													
	Wysokość 2 m 2 m above ground			Wysokość 20 cm 20 cm above ground			Wysokość 2 m 2 m above ground			Wysokość 20 cm 20 cm above ground										
	Godziny Hours	Średn. Mean	Min.	Godziny Hours	Średn. Mean	Min.	Godziny Hours	Średn. Mean	Max.	Godziny Hours	Średn. Mean	Max.								
	7	13	21	7	13	21	7	13	21	7	13	21								
Dolina Saspowska Saspowska Valley	93	73	98	88	45	99	84	99	94	65	1,0	6,8	0,3	2,7	16,7	0,2	4,0	0,1	1,5	10,3
Dolina Prądnika Prądnik Valley	95	79	98	91	55	92	70	95	86	44	1,2	7,8	0,8	3,2	16,4	0,9	5,6	0,3	2,3	12,1
Różnice Differences	-2	-6	0	-3	-10	7	14	4	8	11	-0,2	-1,0	-0,5	-0,5	0,3	-0,7	-1,6	-0,2	-0,8	-1,8

III. Stosunki mikroklimatyczne

1. Opis stanowisk pomiarowych na tle rzeźby i szaty roślinnej

Pomiary mikroklimatyczne przeprowadzałem na profilach poprzecznych przez dolinę Sąspówki (profil N — S), gdzie zainstalowanych było 9 stanowisk, i przez dolinę Prądnika (profil E — W), gdzie było 5 stanowisk. Łącznie stanowiska reprezentowały 10 typowych dla OPN zespołów roślinnych.

W obydwu przypadkach starałem się dobierać stanowiska parami na podobnej wysokości nad dnem doliny. Umożliwiło to określenie stosunków mikroklimatycznych w zależności od ekspozycji i szaty roślinnej eliminując wpływ wysokości nad dnem doliny, a równocześnie prześledzenie zmian związanych z wysokością na każdym zboczu. Dla przykładu, na profilu przez dolinę Sąspówki stanowiska reprezentowały warunki wierzchowiny odsłoniętej (118 m nad dnem doliny) i zalesionej (110 m), pasa wychodni skalnych na zboczu o ekspozycji południowej z murawą kserotermiczną (30 m nad dnem) i zboczu przeciwnym z mszakami naskalnymi (38 m nad dnem), itd.

Podobne kryterium zastosowałem przy wyborze stanowisk na zboczach doliny Prądnika. Krótką charakterystykę usytuowania w terenie i zbiorowisku roślinnym poszczególnych stanowisk zawiera tabela XIX.

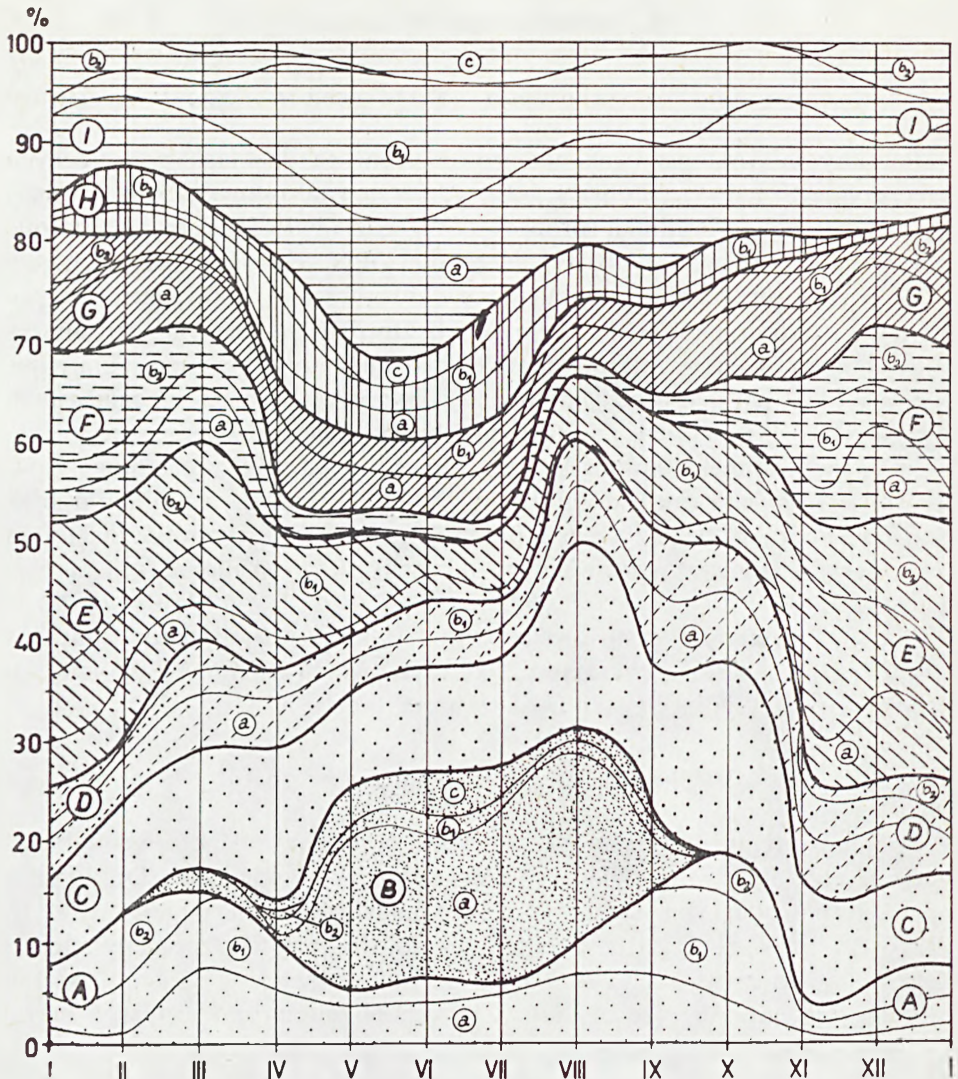
2. Charakterystyka typów pogody

Sporządzony przez Michalczewskiego (1960) kalendarz powtarzalności typów pogody na obszarze Górnego Śląska (oparty na schemacie Diubiuka) można z powodzeniem wykorzystać dla charakterystyki pogody Wyżyny Śląsko-Krakowskiej. Położenie w tej samej jednostce fizyczno-geograficznej i oparcie się na czynnikach cyrkulacyjnych i atmosferycznych klimatu kształtujących się podobnie z reguły na większych obszarach, pozwalają z dużym prawdopodobieństwem przewidzieć powtarzalność tych typów nad obszarem OPN.

Charakterystykę wyróżnionych przez Michalczewskiego typów pogody zawiera rycina 20. Pomiarami mikroklimatycznymi objęto wszystkie typy pogody i 18 podtypów w różnych porach roku.

Pogoda bezchmurna (typ A) najczęściej powtarza się jesienią, kiedy to najliczniej obserwuje się sytuacje wyżowe (ponad 60%), a liczba dni z frontami atmosferycznymi jest najniższa.

Pogoda typu B o konwekcyjnym charakterze zachmurzenia występuje tylko w ciepłej połowie roku, gdy nad rozgrzany kontynent napływa chłodniejsze powietrze polarno-morskie, a sytuacje wyżowe przeważają nad niżowymi. Duży udział w kształtowaniu klimatu OPN posiada pogoda z przejściowym wzrostem zachmurzenia w ciągu dnia, lecz bez opadów (typ C), zwłaszcza pod koniec lata i jesienią.



Ryc. 20. Powtarzalność typów pogody (wg Michalczewskiego 1960). A — pogoda bezchmurna, a) bez zamgleń, b) z zamgleniami lub mgłą (1 — występującymi rano i nocą, zanikającymi w dzień, 2 — nie zanikającymi w ciągu dnia); B — rano piękna pogoda, w ciągu dnia rozwój chmur kłębiastych zanikających wieczorem i nocą, a) bez opadów, b) z przelotnym opadem, lecz bez burzy (1 — deszczu lub deszczu ze śniegiem, 2 — śniegu), c) z przelotnym opadem i burzą (1 — deszczu lub deszczu ze śniegiem, 2 — śniegu); C — pogodnie, z przejściowym wzrostem zachmurzenia (Ci, As, Ac, Sc) bez opadów; D — pogodnie, ze stopniowym wzrostem zachmurzenia, a) bez wystąpienia opadów, b) z wystąpieniem opadów ciągłych (1 — deszczu lub deszczu ze śniegiem, 2 — śniegu); E — pochmurno, chmury Fc, Sc, As, Ns: a) bez opadów, b) z opadami ciągłymi (1 — deszczu lub deszczu ze śniegiem, 2 — śniegu); F — pochmurno (powłoka chmur St lub niebo niewidoczne) a) z mgłą lub zamgleniami bez opadów, b) z mgłą lub zamgleniami i opadami (1 — mżawki lub mżawki z deszczem, 2 — pojedynczych płatków śniegu); G — pochmurno, ze stopniowym rozpogodzeniem a) bez opadów, b) z zanikającymi opadami (1 — deszczu lub śniegu z deszczem, 2 — śniegu); H — pogoda zmienna a) bez opadów, b) z przelotnymi opadami

Charakterystyczny przebieg roczny wykazują typy pogody o dużym zamurzeniu (D, E, F, G), których łączny udział w chłodnej połowie roku jest zdecydowanie wyższy niż w ciepłej. Zupełnie odmienny przebieg roczny wykazuje jednak pogoda pochmurna z pokryciem nieba przez chmury Sc, Cu, Ac, Ci (typ I), której największy udział notujemy od maja do września.

Wreszcie typ pogody zmiennej (H) posiada największą powtarzalność w kwietniu („kwiecień-plecić”) i w okresie od maja do sierpnia.

3. Stosunki mikroklimatyczne w różnych porach roku

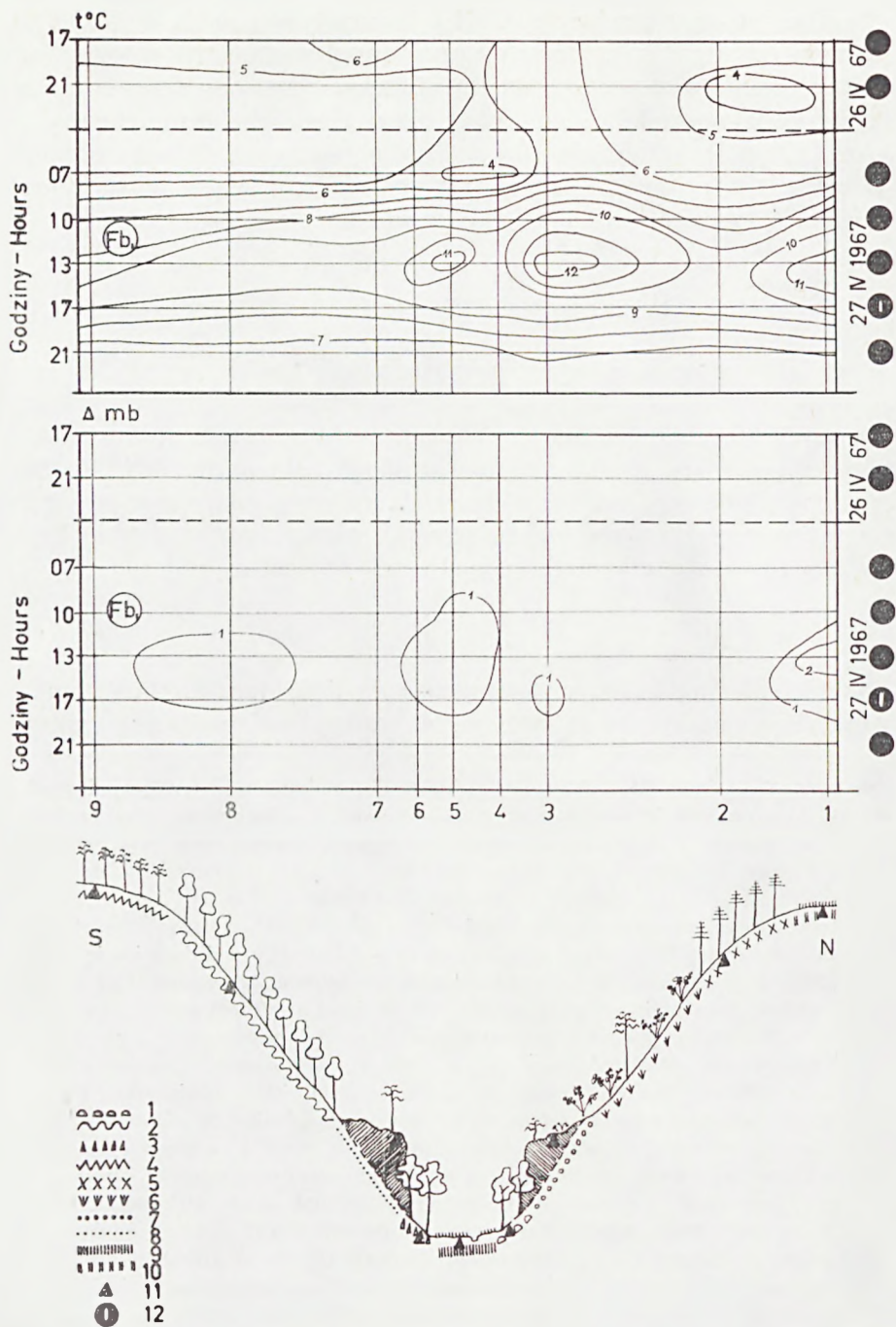
W związku z opisaną wyżej powtarzalnością typów pogody, a także rocznym rytmem rozwoju fenologicznego roślin (zwłaszcza drzew i krzewów decydujących o charakterze powierzchni czynnych) pozostają stosunki mikroklimatyczne panujące w różnych zbiorowiskach roślinnych OPN. Rozbicie całego okresu rocznego na podstawowe cztery pory roku umożliwia prześledzenie zmian reżimu mikroklimatycznego panującego w obrębie Parku zależnie od dynamiki czynników pogodowych i wegetacyjnych.

a. Wiosna

Okres wiosny na badanym terenie cechują dość duże kontrasty mikroklimatyczne. Świadczyć o tym może m. in. bardzo nierównomierne topnienie

lecz bez burzy (1 — deszczu lub deszczu ze śniegiem, 2 — śniegu), c) z przelotnymi opadami i burzą (1 — deszczu lub deszczu ze śniegiem, 2 — śniegu); I — pochmurno, chmury Sc, Cu, Ac, Ci: a) bez opadów, b) z przelotnym opadem lub ciągłym, lecz bez burzy (1 — deszczu lub deszczu ze śniegiem, 2 — śniegu), c) z opadem przelotnym lub ciągłym i burzą (1 — deszczu lub deszczu ze śniegiem, 2 — śniegu)

Fig. 20. Recurrence of weather types (after Michalczewski 1960). A — clear weather, a) without mist, b) with mist or fog (1 — occurring in the morning and at night and declining in daytime, 2 — not declining in daytime); B — clear weather in the morning, development of cumulus clouds in daytime, their declining in the evening and at night; a) without precipitation, b) with temporary precipitation but without thunderstorm (1 — rain or rain with snow, 2 — snow), c) with temporary precipitation and thunderstorm (1 — rain or rain with snow, 2 — snow); C — clear weather with a temporary increase of cloudiness (Ci, As, Ac, Sc) without precipitation; D — clear weather with a gradual increase of cloudiness, a) without precipitation, b) with the occurrence of continuous precipitation (1 — rain or rain with snow, 2 — snow); E — overcast weather, Fc, Sc, As, Ns clouds, a) without precipitation, b) with continuous precipitation (1 — rain or rain with snow, 2 — snow); F — overcast weather (cover of St clouds or sky invisible), a) with fog or mist without precipitation, b) with fog or mist and precipitation (1 — drizzle or drizzle with rain, 2 — single snow flakes); G — overcast weather gradually clearing up a) without precipitation, b) with declining precipitation (1 — rain or snow with rain, 2 — snow); H — variable weather, a) without precipitation, b) with temporary precipitation but without thunderstorm (1 — rain or rain with snow, 2 — snow), c) — with temporary precipitation and thunderstorm (1 — rain or rain with snow, 2 — snow); I — overcast weather, Sc, Cu, Ac and Ci clouds, a) without precipitation, b) with temporary or continuous precipitation but without thunderstorm (1 — rain or rain with snow, 2 — snow), c) — with temporary or continuous precipitation and thunderstorm (1 — rain or rain with snow, 2 — snow)



Ryc. 21. Dobowy rozkład temperatur powietrza i niedosytów wilgotności w przygruntowej warstwie powietrza (na wys. 1 cm) w badanych zbiorowiskach roślinnych na profilu przez Dolinę Sąspowską w okresie wiosny, podczas pogody pochmurnej z mgłą lub zamgleniami i opadami ciągłymi deszczu i mżawki (typ Fb). 1 -- grąd, 2 — buczyna, 3 — las jaworowy, 4 — bór mie-

pokrywy śnieżnej (Klein 1967) i początki wegetacji. W dniu 3 IV 1963 r. podczas słonecznej i bezwietrznej pogody obserwowano na zboczach o ekspozycji północnej pokrywę śnieżną grubości 15—20 cm, podczas gdy na zboczach przeciwnych kwitły już przyłaszczki, a nawet zauważono wygrzewającą się żmiję! (Klein, Niedźwiedź, Sztyler 1966).

Kontrasty termiczne w przygruntowej warstwie powietrza (5 cm) między zboczami wynosiły w południe 30°C, a niedosyty wilgotności różniły się o 36,5 mb.

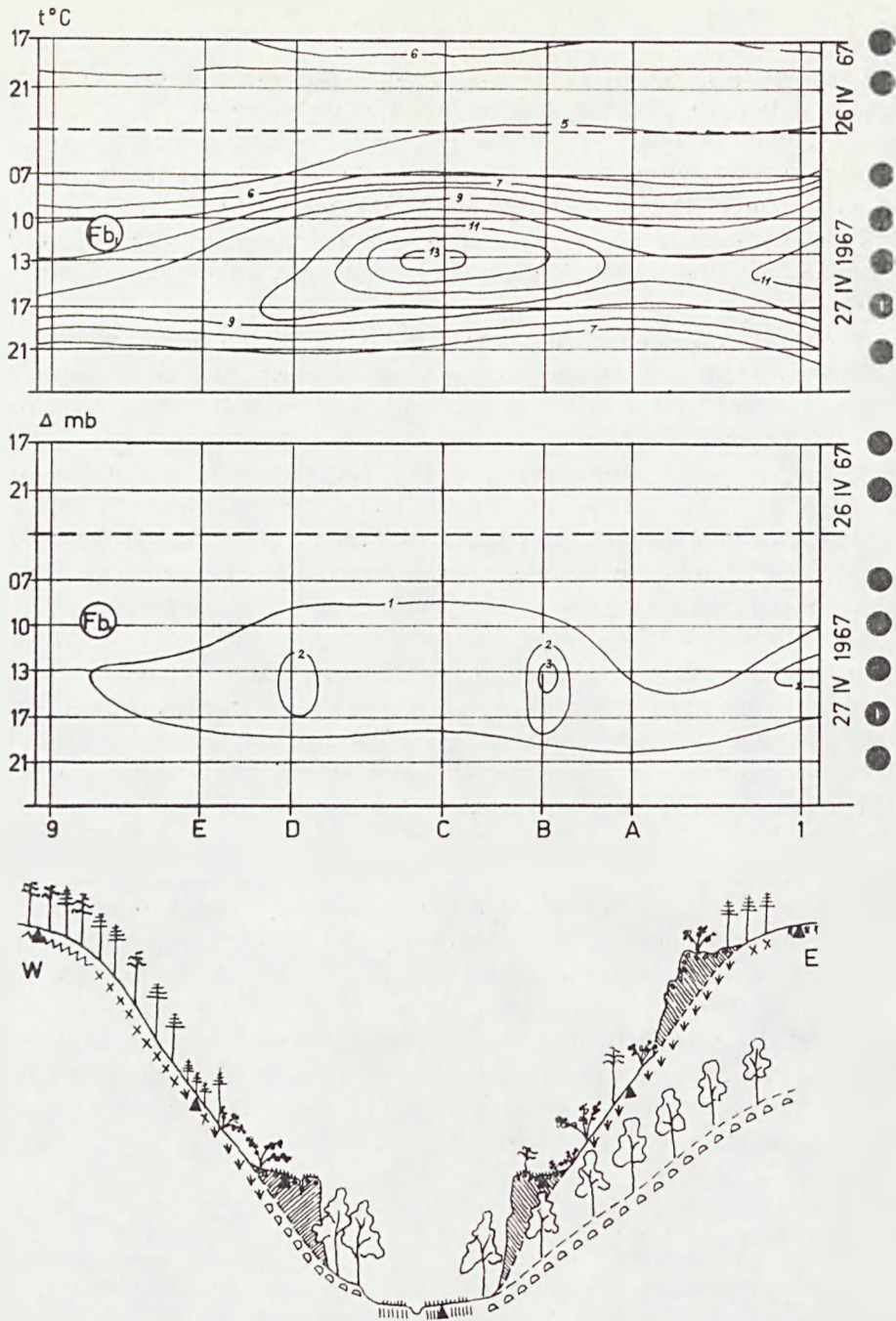
W późniejszym okresie wiosny, gdy pokrywa śnieżna ulega całkowitemu zanikowi, różnice mikroklimatyczne wyraźnie maleją, na co niewątpliwie wywiera również wpływ wzrastający udział typów pogody z dużym zachmurzeniem i opadami.

Podczas pogody pochmurnej typu Fb₁, jaka panowała w OPN w dniu 27 IV 1967 r., różnice temperatur między badanymi zbiorowiskami były niewielkie i wahały się od 1,9°C na poziomie 150 cm do 2,3°C na wysokości 1 cm nad gruntem. Najwyższe średnie dobowe temperatury powietrza (tab. XX) zanotowano na skałkach z murawą kserotermiczną (w dolinie Sąspówki 8,1°C, w dolinie Prądnika 8,3°C). Przy zachowanym normalnym gradiencie temperatury (spadek wraz z wysokością) najniższe temperatury wystąpiły na wierzchowinie. Temperatury maksymalne, które ukształtowały się w chwilach, kiedy słońce przeświecało przez chmury, były najwyższe na skałkach z murawą kserotermiczną i na łąkach w dnach dolin. Temperatury minimalne były słabo urozmaicone, a skrajna rozpiętość między nimi nie przekraczała 1°C. Było to wynikiem całkowitego zachmurzenia w okresie nocy, uniemożliwiającego wypromieniowanie ciepła. W ich przebiegu zaznaczył się również normalny rozkład — najwyższe wartości notowano w dnach dolin (4,0°C), najniższe na wierzchowinie (na zalesionej 3,0°C, na odsłoniętej 3,4°C).

Dobowe zmiany temperatur powietrza w zbiorowiskach roślinnych na profilu przez dolinę Sąspówki (ryc. 21) wykazują różnice sięgające maksymalnie 8°C. W godzinach nocnych nieco silniejsze wychłodzenie miało miejsce w grądzie i na pastwisku położonym na wierzchowinie. W ciągu dnia zbocze o ekspozycji południowej posiadało temperatury wyższe niż przeciwległe, zwłaszcza skałka z murawą kserotermiczną.

szany z dominującą sosną, 5 — bór mieszany z dominującą jodłą, 6 — ciepłolubne zarośla, 7 — murawa kserotermiczna, 8 — mszaki naskalne, 9 — łąka kośna, 10 — pastwisko, 11 — stanowiska pomiarowe, 12 — zachmurzenie

Fig. 21. Daily distribution of air temperature and saturation deficit in the air layer 1 cm above ground in the plant communities investigated in the profile of Sąspowska Valley in spring during overcast weather with fog or mist and continuous precipitation of rain and drizzle (Fb₁ type). 1 — Lime-hornbeam forest, 2 — beechwood, 3 — sycamore forest, 4 — mixed coniferous forest with pine predominating, 5 — mixed coniferous forest with fir predominating, 6 — thermophilous thickets, 7 — xerophilous grassland, 8 — saxicolous bryophytes, 9 — mowed meadow, 10 — pasture, 11 — measurement posts, 12 — cloudiness



Ryc. 22. Dobowy rozkład temperatur i niedosytów wilgotności w przygruntowej warstwie powietrza (na wys. 1 cm) w badanych zbiorowiskach roślinnych na profilu przez dolinę Prądnika w okresie wiosny, podczas pogody pochmurnej z mgłą lub zamgleniami i opadami ciągłymi deszczu lub mżawki (typ Fb₁). Objaśnienia jak na ryc. 21

Fig. 22. Daily distribution of temperature and saturation deficit in the air layer 1 cm above ground in the plant communities investigated in the profile of the Prądnik Valley in spring during overcast weather with fog or mist and continuous precipitation of rain or drizzle (Fb₁ type). Explanation of signs as in fig. 21

W dolinie Prądnika (ryc. 22) najsilniej ogrzała się w ciągu dnia dolina i jej przydenne partie zboczy do wysokości skałek. Było to efektem otwarcia tej doliny ku południu i możliwości nagrzewania promieniami przeświecającego chwilami słońca.

W rozkładzie niedosytów wilgotności wystąpiły analogie z temperaturami powietrza. Najwyższe ich wartości, nie przekraczające jednak 2 mb, zanotowano w murawach kserotermicznych i na łąkach w dnach dolin.

Temperatury gleby (ryc. 23), jakie obserwowano przy tym typie pogody, były najwyższe w dnach dolin i na pastwisku (na powierzchni osiągnęły wartość 14°C). Zdecydowanie najniższe temperatury gleby wystąpiły w zbiorowiskach leśnych (w buczynie, borze mieszanym z dominującą jodłą i w grądzie po 7°C , w lesie jaworowym 8°C). Zróżnicowanie pionowe temperatur gleby również było największe w zespołach trawiastych i murawowych, a gradienty termiczne 0—20 cm wynosiły tam $7\text{—}8^{\circ}\text{C}$, podczas gdy w zespołach leśnych tylko $2\text{—}3^{\circ}\text{C}$.

Największe prędkości wiatrów zaznaczyły się w dnach dolin (1,5 m/sek.) i na wierzchowinie odsłoniętej (1,8 m/sek.). Na skałkach notowano szybkość wiatru dochodzącą do 1 m/sek., a w lasach panowały przeważnie cisze. Kierunki wiatrów zmieniały się w zależności od rzeźby i usytuowania w terenie od zachodnich do północnych, jedynie w lasach przybierały charakter zmiennych.

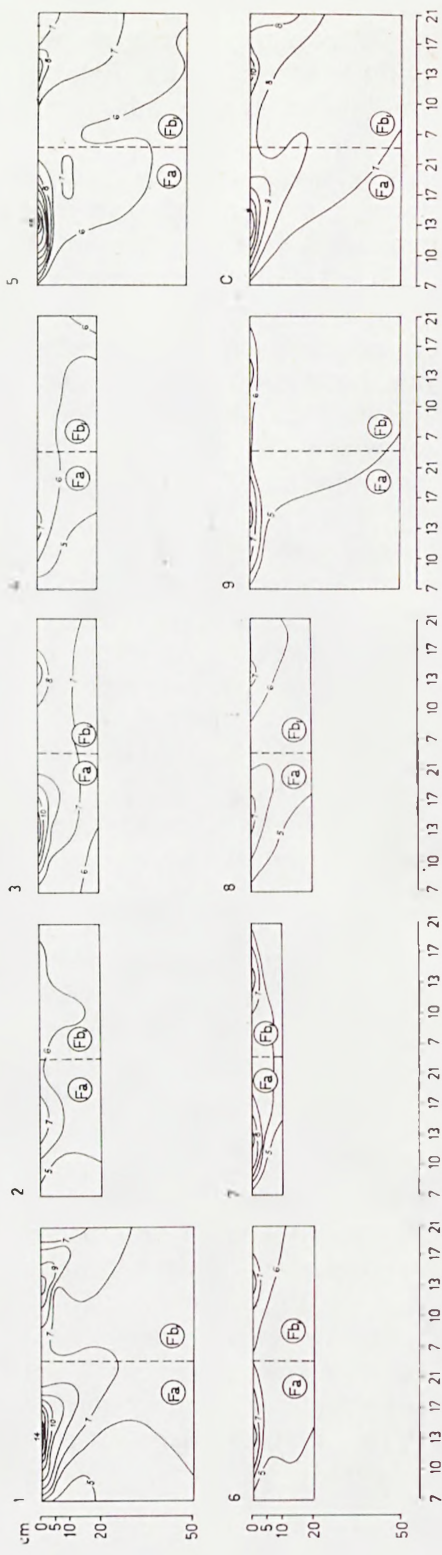
O wartościach średnich uzyskanych z wszystkich pomiarów przeprowadzonych wiosną informuje tabela XXI.

We wszystkich zbiorowiskach roślinnych zaznaczył się insolacyjny rozkład temperatur powietrza. Związane to jest głównie z tym, że przy większości przeprowadzonych pomiarów drzewa i krzewy były jeszcze nie ulistnione i powierzchnia czynna we wszystkich zbiorowiskach znajdowała się przy powierzchni gruntu. Najmniejsze gradienty temperatur między wysokościami 1—150 cm wystąpiły w lasach; w borach mieszanych, gdzie drzewa szpilkowe przechwytywały znaczną część promieniowania oraz w całkowicie pozbawionym bezpośredniego promieniowania lesie jaworowym. Znacznie wyższe gradienty zaznaczyły się w tej porze roku w zbiorowiskach trawiastych i murawowych.

Różnice temperatur średnich między badanymi zbiorowiskami roślinnymi w okresie wiosny są niewielkie (brak pełni ulistnienia) i wahają się od $1,4^{\circ}\text{C}$ na poziomie 150 cm do $1,9^{\circ}\text{C}$ na wysokości 5 cm. Znacznie większe rozpiętości wykazują temperatury ekstremalne — średnie temperatury maksymalne różnią się o $5,2^{\circ}\text{C}$, minimalne o $2,0^{\circ}\text{C}$.

Temperatury gleby wykazują rozpiętości wahające się od $2,8^{\circ}\text{C}$ na powierzchni gleby, do $1,2^{\circ}\text{C}$ na głębokości 50 cm.

Niewielkie różnice zaznaczają się w wilgotności powietrza (niedosyty wilgotności różnią się o 0,6—0,2 mb). Przyczyną tego jest prawdopodobnie brak liści oraz duży udział typów pogody pochmurnej o tej porze roku.



Ryc. 23. Rozkład temperatur gleby w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN w okresie wiosny podczas pogody pochmurnej bez opadów (typ Fa) i pogody pochmurnej z mgłą lub zamgleniami i opadami ciągłymi lub deszczu (typ Fb),
 Fig. 23. Distribution of soil temperatures in the plant communities investigated in the Ojców National Park in spring during overcast weather without precipitation (Fa type) and overcast weather with fog or mist and continuous precipitation of drizzle or rain (Fb, type)

Tabela XXI

Średnie wartości wybranych elementów mikroklimatycznych w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN uzyskane z pomiarów przeprowadzonych w okresie wiosennym w latach 1964—1967
 Mean values of selected microclimatic elements in the plant communities investigated in the Ojców National Park calculated from the measurements executed in the spring periods of the years 1964—1967

Zbiorowisko roślinne Plant community	Temperatura powietrza Air temperature						Niedosyt wilg. Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature					
					Max.	Min.	Ampl.								
	150	20	5	1	5	5	5	150	20	1	0	5	10	20	50
1. Pastwisko Pasture	6,7	7,0	7,5	7,9	13,5	4,3	9,2	0,6	0,4	0,6	9,0	7,2	6,9	6,6	6,2
2. Bór miesz. z dominującą jodłą Mixed coniferous forest with fir predom.	6,8	7,0	7,0	7,2	13,2	6,2	7,0	0,4	0,4	0,3	6,2	5,6	5,5	5,3	—
3. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	7,6	8,0	8,7	8,4	15,0	4,6	10,1	0,8	0,8	0,4	8,4	7,1	7,2	6,3	—
4. Grąd Lime-hornbeam forest	7,2	7,2	7,4	7,4	10,5	4,8	5,7	0,6	0,6	0,6	6,3	6,0	5,6	5,4	—
5. Łąka Meadow	7,5	7,6	8,5	7,8	14,0	4,2	9,8	0,8	0,5	0,7	8,4	6,5	6,5	6,4	5,7
6. Las jaworowy Sycamore forest	7,1	7,1	7,2	7,2	10,8	4,4	6,4	0,4	0,2	0,3	6,8	5,6	5,5	5,2	—
7. Mszaki naskalne Saxicolous bryophytes	6,6	6,8	6,8	7,2	9,8	4,3	5,5	0,4	0,3	0,3	7,1	5,7	5,4	—	—
8. Buczyzna Beechwood	6,2	6,8	7,6	7,1	10,0	4,3	5,7	0,4	0,3	0,3	6,2	5,2	5,2	5,1	—
9. Bór mieszany z dominującą sosną Mixed coniferous forest with pine predom.	6,6	6,5	6,8	6,6	10,5	4,4	6,1	0,4	0,5	0,3	6,6	5,2	5,1	5,1	5,0
Różnice skrajne Extreme differences	1,4	1,5	1,9	1,8	5,2	2,0	4,4	0,4	0,6	0,4	2,8	2,0	2,1	1,5	1,2
A. Ciepłolubne zarośla Thermophilous thickets	7,1	7,0	7,0	7,3	10,6	4,3	6,3	0,8	0,7	0,4	7,2	—	—	—	—
B. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	7,5	7,1	7,3	7,5	14,3	4,6	9,7	1,1	0,9	1,0	8,5	—	—	—	—
C. Łąka Meadow	7,4	7,7	8,5	8,7	14,8	4,7	10,1	1,1	0,8	0,6	9,3	7,9	7,5	7,4	6,8
D. Murawa naskalna Saxicolous grassland	7,2	7,6	8,5	8,2	14,4	4,3	10,1	1,0	0,9	0,8	7,7	—	—	—	—
E. Zarośla z podrostem jodły Thickets with young fir	7,2	7,2	7,7	7,6	9,8	4,5	5,3	0,8	0,7	0,6	8,6	—	—	—	—
Różnice skrajne Extreme differences	0,4	0,7	1,5	1,4	5,0	0,4	4,8	0,3	0,2	0,6	2,1	—	—	—	—

b. Lato

Okres letni, wyróżniający się dużą zmiennością typów pogody oraz pełnią rozwoju zbiorowisk roślinnych, cechuje na terenie OPN duże zróżnicowanie mikroklimatyczne. Występują wówczas silne kontrasty mikroklimatyczne, a wpływ szaty roślinnej na ich kształtowanie jest bardzo wyraźny. Ze względu na wysoką deklinację Słońca wzrasta powierzchnia miejsc dobrze nasłonecznionych, a pozbawione bezpośredniego promieniowania pozostają jedynie najbardziej ocienione miejsca pod stromymi ścianami skalnymi na zboczach o ekspozycji północnej.

Dobrze nasłonecznione dna dolin wykazują bardzo duże amplitudy dobowe temperatur powietrza. Sprzyja temu duża powtarzalność sytuacji antycyklonalnych, kształtujących przeważnie pogodę słoneczną z przejściowym wzrostem zachmurzenia w godzinach południowych i możliwością wystąpienia opadów przelotnych (często burzowych).

O tej porze roku wyraźnie zaznaczają się różnice fitoklimatyczne między zbiorowiskami leśnymi a trawiastymi. Decyduje o tym charakter powierzchni czynnych, znajdujących się w lasach głównie w warstwie koron, a na łąkach i skałkach bezpośrednio przy powierzchni gruntu.

Rycina 24 ilustruje rozkład temperatur powietrza i gleby w buczynie i na łące. Podczas pogody słonecznej zarówno gradienty termiczne, jak i amplitudy temperatur były znacznie wyższe w terenie otwartym niż w lesie. Z chwilą gdy pogoda zmieniła się na pochmurną z deszczem, a rola powierzchni czynnych ograniczona była do minimum — różnice termiczne między tymi zbiorowiskami uległy zatarciu. Zachowały się jedynie różnice w głębszych warstwach gleby.

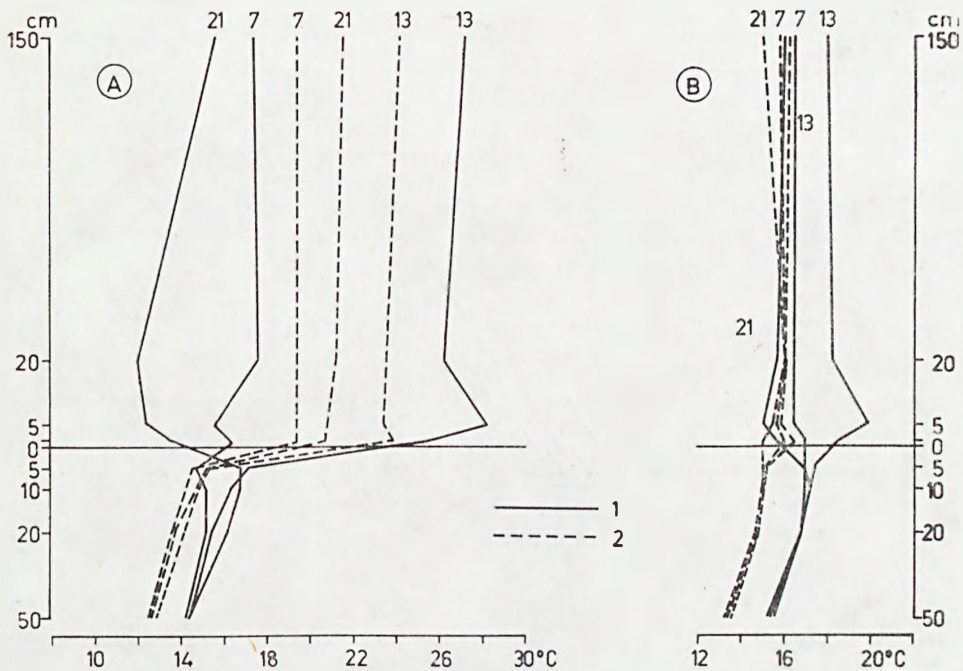
O dużych kontrastach mikroklimatycznych badanych zbiorowisk roślinnych w OPN w porze letniej może świadczyć rycina 25. Zdecydowanie najwyższe temperatury powietrza panują na skałce z roślinnością kserotermiczną, gdzie w południe zanotowano przy powierzchni gruntu $50,0^{\circ}\text{C}$! Na pastwisku było wówczas $28,0^{\circ}\text{C}$, a na łące w dnie doliny $26,8^{\circ}\text{C}$. Wyraźnie niższe temperatury wystąpiły w zbiorowiskach leśnych — w borze mieszanym z dominującą jodłą było $24,0^{\circ}$, w grądzie $24,2^{\circ}$, w buczynie $23,6^{\circ}$, a w lesie jaworowym zaledwie $20,8^{\circ}\text{C}$.

Odwrotnie kształtowała się wilgotność powietrza. Podczas gdy na skałce wynosiła ona zaledwie 18%, to w lasach wahała się w granicach 45–70%, a na wilgotnej łące w dnie doliny aż 84%.

Największe różnice zaznaczyły się w temperaturach maksymalnych (rozpiętość w przypadkach skrajnych wynosiła $34,6^{\circ}\text{C}$). Najwyższe maksimum zanotowano na skałce z murawą kserotermiczną ($58,8^{\circ}\text{C}$). O 10°C niższa temperatura maksymalna wystąpiła na pastwisku. W silnie rozrzedzonym drzewostanie jodłowym osiągnęła ona wartość $45,5^{\circ}\text{C}$, a na łące w dnie doliny $38,2^{\circ}\text{C}$. Na zboczu północnym notowano znacznie niższe wartości — w buczynie zaledwie $24,2^{\circ}\text{C}$.

Temperatury minimalne również uległy silnemu zróżnicowaniu (inwersja) i wahały się od 5,4°C w dnie doliny do 13,4°C w przywierzchowinowej partii zbocza porośniętego borem mieszanym z jodłą.

W związku z temperaturami skrajnymi pozostają amplitudy temperatur. Na skałce wynosiły one 52,1°C, podczas gdy w lesie jaworowym zaledwie 15°, a w buczynie nawet 12,7°C.

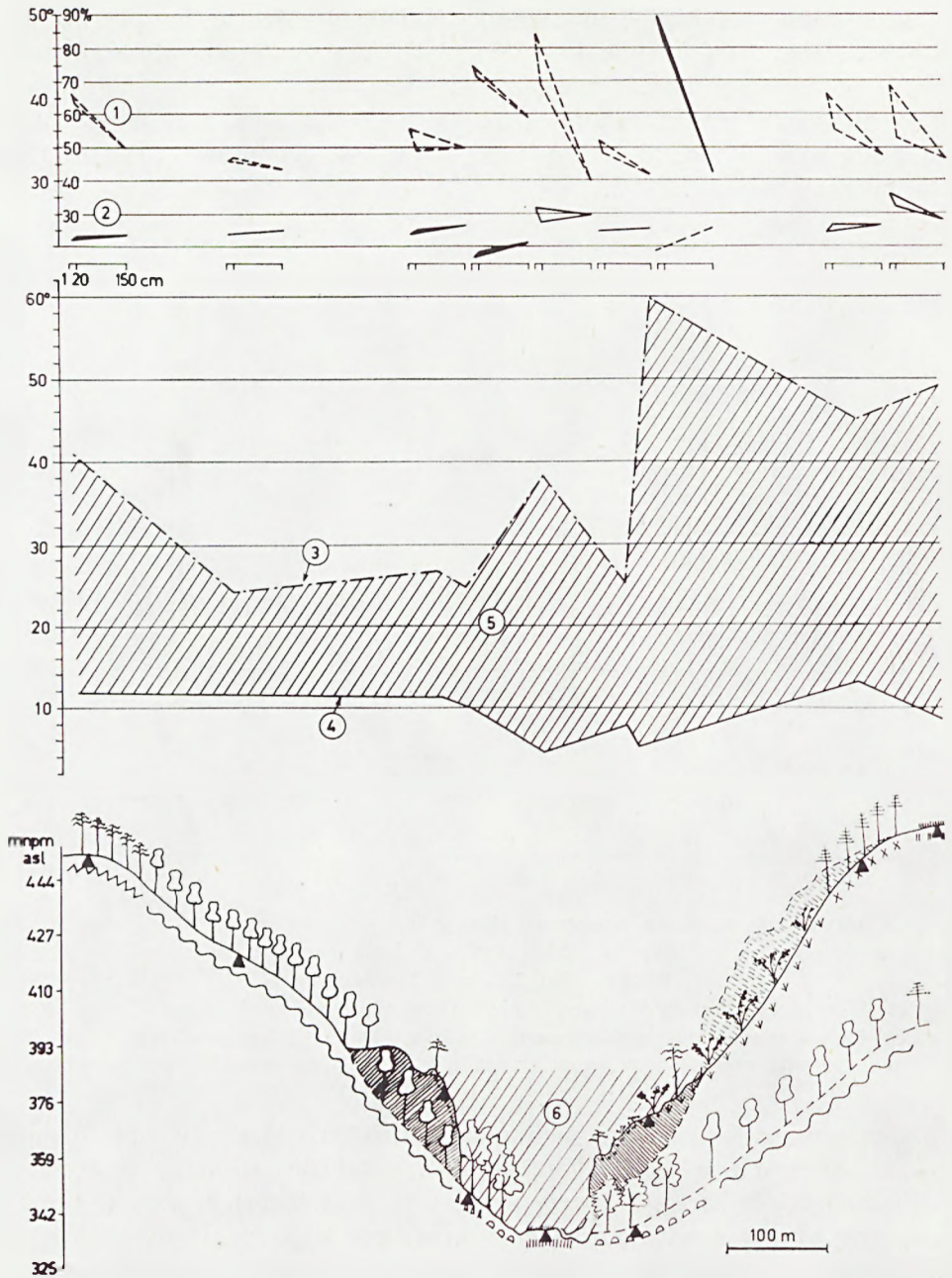


Ryc. 24. Stratyfikacja termiczna powietrza i gleby w buczynie i na łące OPN w okresie letnim przy pogodzie bezchmurnej (typ Aa, 15 VII 1965 — A) i pochmurnej z deszczem (18 VIII 1965, typ Fb₁ — B). 1 — łąka, 2 — buczyna

Fig. 24. Thermal stratification of air and soil in the beechwood and on the meadow in the Ojców National Park in summer during clear weather (Aa type, July 15, 1965 — A) and during overcast weather with rain (Fb₁ type, August 18, 1965 — B). 1 — meadow, 2 — beechwood

W celu przedstawienia zróżnicowania mikroklimatycznego badanych zbiorowisk roślinnych w lecie wybrałem dwa przykłady rozkładu temperatur i wilgotności powietrza. Pierwszy dotyczy typowo letniej pogody (typ Ba), słonecznej z przejściowym wzrostem zachmurzenia w godzinach południowych i zanikiem chmur pod wieczór, drugi natomiast pogody pochmurnej (chmury St) z opadami deszczu (typ Fb₁).

Podczas pięknej, słonecznej pogody zróżnicowanie temperatur między zbiorowiskami roślinnymi jest największe. Na profilu przez dolinę Sąspówki (ryc. 26) wyraźnie zaznaczają się 3 najsilniej ogrzewające się w południe (miejsca: skałka z murawą kserotermiczną (33,5°C), łąka w dnie doliny 28,4°C) i pastwisko na wierzchowinie (27,0°C). Charakterystyczna jest wi-



Ryc. 25. Rozkład temperatur i wilgotności powietrza w godzinach południowych oraz temperatur ekstremalnych w badanych zbiorowiskach roślinnych na profilu przez Dolinę Sąpską w lecie, podczas pogody słonecznej (typ C) w dniu 17 VI 1966. 1 — wilgotność względna, 2 — temperatura powietrza, 3 — temperatury maksymalne na wysokości 5 cm, 4 — temperatury minimalne na wysokości 5 cm, 5 — amplitudy temperatur, 6 — warstwa inwersyjna. Zbiorowiska roślinne oznaczono jak na ryc. 21

doczna na rysunku termoizoplet „zatoka” chłodnego powietrza stagnującego w lesie jaworowym (17°C). Całe zbocze o ekspozycji północnej wykazuje zdecydowanie niższe temperatury niż przeciwległe, silnie nasłonecznione.

Nocne spadki temperatur zaznaczają się silniej (i trwają najdłużej) w dnie doliny i całej przydennej części zboczy. Stosunkowo silnie wychładza się także pastwisko na wierzcholinie. W tych miejscach zaznaczają się też największe amplitudy dobowe (dochodzące do 22°C), w przeciwieństwie do zboczy północnych, gdzie osiągają wartość zaledwie 6°C .

W dolinie Prądnika (ryc. 27) najsilniej ogrzewają się dno doliny i przydenne partie zboczy. Charakterystyczne jest wystąpienie wyższych temperatur na skałce zbocza o wystawie zachodniej niż wschodniej i przesunięcie w czasie wystąpienia maksimów o około 4 godziny. Fakt wystąpienia wyższych temperatur na zboczu o ekspozycji zachodniej można tłumaczyć dużym zużyciem ciepła na ogrzanie wychłodzonego po nocy podłoża i na wyparowanie rosy. W dodatku często zalegające mgły ograniczają dopływ bezpośredniego promieniowania.

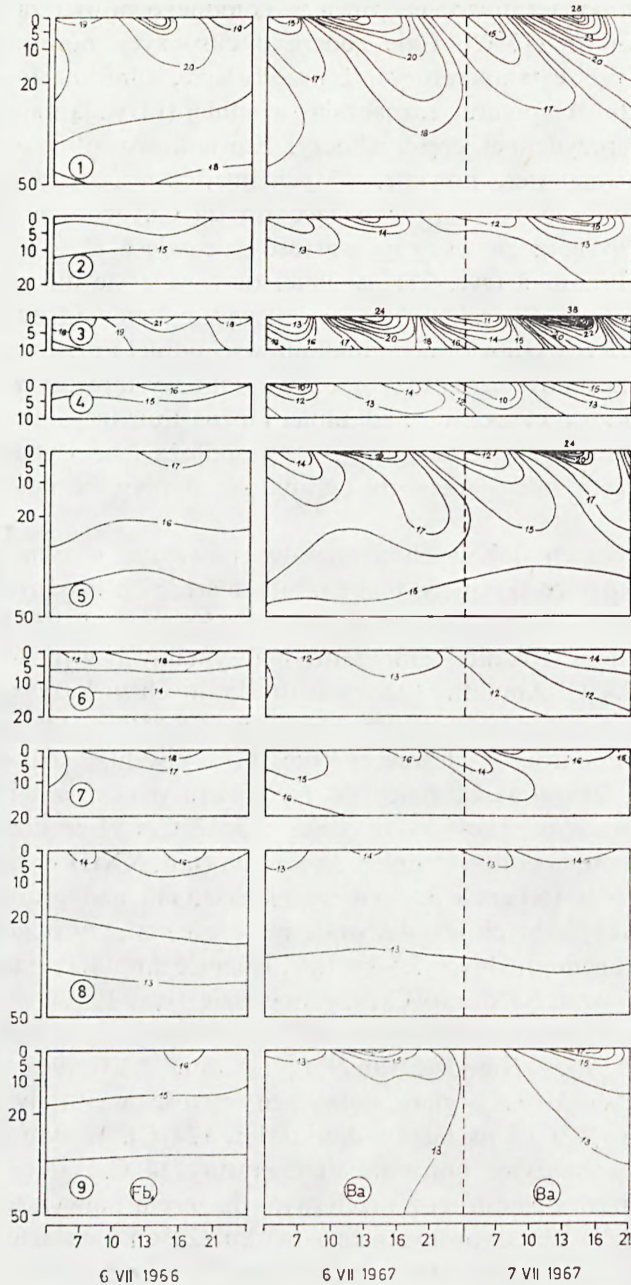
Rozkład średnich dobowych temperatur powietrza w tym dniu zawiera tabela XXII. Różnice skrajne w temperaturach średnich badanych zbiorowisk roślinnych ważyły się od $2,9^{\circ}\text{C}$ na wysokości 150 cm do $9,3^{\circ}\text{C}$ na wysokości 5 cm nad gruntem. Różnice temperatur maksymalnych wynosiły aż $31,5^{\circ}\text{C}$, minimalnych $7,4^{\circ}\text{C}$. Amplitudy temperatur skrajnych wykazywały rozpiętość $46,7^{\circ}\text{C}$ w murawie kserotermicznej do zaledwie $8,8^{\circ}\text{C}$ w buczynie.

Pogoda pochmurna z deszczem (typ Fb_1) niweluje różnice termiczne (ryc. 26 i 27). Zbiorowiska położone na zboczu o ekspozycji południowej posiadają wówczas temperatury zaledwie o $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$ wyższe niż przeciwległe. Różnice skrajne temperatur średnich dobowych (tab. XXII) wynoszą zaledwie $1,4^{\circ}$ na wysokości 150 cm i $3,8^{\circ}$ na wysokości 5 cm nad gruntem. Różnica temperatur maksymalnych jest 4-krotnie mniejsza niż przy pogodzie słonecznej, a temperatur minimalnych 2,5-krotnie. Różnice amplitud zmalały z $46,7^{\circ}\text{C}$ przy pogodzie typu Ba do 10°C przy pogodzie typu Fb_1 .

Podobnie jak temperatury powietrza, kształtowały się stosunki termiczne gleby (ryc. 28). Przy pogodzie słonecznej w dniu 7 VII 1967 r. w przypowierzchniowych warstwach gleby najwyższe wartości wystąpiły pod murawą kserotermiczną (38°C) i na łące w dnie doliny (24°C). W tym czasie w lesie jaworowym i w buczynie notowano temperatury 14°C .

Przy pogodzie pochmurnej z przelotnym deszczem najwyższe temperatury powierzchni gleby obserwowano na pastwisku (23°C) i na skałce z murawą kserotermiczną (21°C). Na pozostałych stanowiskach temperatury gleby przy powierzchni utrzymywały się w granicach $16\text{--}18^{\circ}\text{C}$.

Fig. 25. Distribution of air temperature and humidity at noon, and of extreme temperatures in the plant communities investigated in the profile of Sąspowska Valley in summer during clear weather (C type) on June 17, 1966. 1 — relative humidity, 2 — air temperature, 3 — maximum temperatures at the height of 5 cm, 4 — minimum temperatures at the height of 5 cm, 5 — amplitudes of temperature, 6 -- layer of inversion. Plant communities as in fig. 21



Ryc. 28. Rozkład temperatur gleby w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN w okresie lata podczas pogody słonecznej (typ Ba) i pochmurnej z opadami mżawki (typ Fb)

Fig. 28. Distribution of soil temperature in the plant communities of the Ojców National Park in summer during clear (Ba type) and overcast weather with drizzle (Fb type)

Wpływ pogody na kształtowanie temperatur gleby zaznacza się wyraźnie również w wartościach średnich dobowych (tab. XXII). O ile podczas pogody słonecznej temperatury gleby wykazują w przypowierzchniowej warstwie rozpiętość $8,9^{\circ}\text{C}$, a na głębokości 20 cm $6,4^{\circ}\text{C}$, to przy pogodzie pochmurnej różnice maleją odpowiednio do $5,1^{\circ}$ i $6,1^{\circ}\text{C}$. Wpływ pogody insolacyjnej przejawia się również dużymi gradientami termicznymi w warstwie 0—10 cm. Gradienty te wynoszą wówczas ponad 3°C na skałce z murawą i na pastwisku, a zaledwie $0,6^{\circ}\text{C}$ w buczynie. Przy pogodzie typu adwekcyjnego gradienty te są we wszystkich zbiorowiskach znacznie niższe.

Wilgotność powietrza podczas pogody słonecznej jest znacznie bardziej urozmaicona niż przy pochmurnej. Na profilu przez dolinę Sąspówki (ryc. 26) w najniższej warstwie powietrza różnice w godzinach południowych przekraczają 29 mb (las jaworowy 7 mb, skałka z murawą kserotermiczną 36,3 mb). Stosunkowo niskie niedosyty wilgotności utrzymywały się na łące w dnie doliny, co związane jest z wystąpieniem rosy oraz transpiracją bujnej roślinności.

W dolinie Prądnika (ryc. 27) wyraźne centra najwyższych niedosytów wilgotności stanowią skałki obydwu zboczy, z tym że również i w tym przypadku wyższe wartości (prawie dwukrotnie) zaznaczają się na zboczu wystawionym ku zachodowi.

Przy pogodzie pochmurnej z deszczem zacierają się zupełnie różnice wilgotności powietrza — we wszystkich zbiorowiskach w przyziemnej warstwie powietrze osiąga stan nasycenia.

O średnich dobowych wartościach niedosytów wilgotności kształtujących się w obydwu omawianych typach pogody informuje tabela XXII. Wyraźne różnice zarysowujące się przy pogodzie typu Ba, sięgające wartości 17,7 mb na wysokości 1 cm, ulegają zupełnemu zatarciu przy pogodzie typu Fb₁ i wynoszą wówczas zaledwie 0,6 mb. Podczas pogody słonecznej najsuchsze powietrze zalega w zbiorowiskach trawiastych i murawowych (z wyjątkiem łąki w dolinie) — w leśnych wilgotność powietrza jest znacznie wyższa. Na taki stan rzeczy wpływają nie tylko temperatury, z reguły niższe w lasach, lecz również prędkość wiatru, która w lasach jest bardzo ograniczona (Geiger 1961, Lundegårdh 1957, Szymkiewicz 1932).

W czasie wykonywania pomiarów przy pogodzie słonecznej na wierzchowinie odsloniętej wiały wiatry z SE i S z szybkością 1—1,5 m/sek. Kierunki wiatrów obserwowanych w pozostałych stanowiskach ulegały zmianom predysponowanym usytuowaniem w terenie. W dnach dolin wiatry przyjmowały kierunki zgodne z osią doliny (w Sąspówce ze wschodu, w Prądniku z południa), a ich prędkości były podobne jak na pastwisku. Na skałkach również zaznaczył się wpływ kierunku przebiegu doliny, natomiast w zbiorowiskach leśnych powiewy wiatru nie wykazywały zdecydowanego kierunku, a prędkości były ograniczone do 0,5 m/sek. Najczęściej jednak panowały tam cisze.

Pomiarom podczas pogody pochmurnej z deszczem cały czas towarzyszyła

cisza — nigdzie nie zanotowano nawet słabych podmuchów. Wywarło to niewątpliwie duży wpływ na zanik różnic wilgotności powietrza.

Analogicznie do pory wiosennej zestawilem w tabeli XXIII średnie wartości temperatur powietrza i gleby, a także niedosytów wilgotności, uzyskane ze wszystkich pomiarów wykonywanych latem.

W rozkładzie średnich dobowych temperatur powietrza zaznacza się wyraźna zależność od wysokości nad gruntem. O ile skrajne różnice na wysokości 150 cm wynoszą $1,3^{\circ}\text{C}$, a na 20 cm $2,7^{\circ}\text{C}$, to na 5 cm temperatury średnie różnią się o $4,9^{\circ}\text{C}$ i na 1 cm $4,5^{\circ}\text{C}$. Niewątpliwie najcieplej latem jest w murawach naskalnych i na pastwisku. Zbiorowiska leśne wykazują latem niższe temperatury, zwłaszcza drzewostany o dużym zwarcie koron (las jaworowy, buczyna).

Najwyraźniej zaznaczają się różnice temperatur ekstremalnych, zwłaszcza maksymalnych, które najsilniej związane są z bezpośrednim promieniowaniem słonecznym, zależnym głównie od ekspozycji i rodzaju powierzchni czynnej. Skrajne różnice temperatur maksymalnych w obrębie OPN wykazują rozpiętość $20,3^{\circ}\text{C}$. Najwyższe maksima temperatur wystąpiły w murawie kserotermicznej ($37,6^{\circ}\text{C}$), najniższe w silnie ocienionym lesie jaworowym u stóp skał na zboczu o ekspozycji północnej ($17,3^{\circ}\text{C}$).

Średnie temperatury minimalne są mniej zróżnicowane ($3,4^{\circ}\text{C}$) i wykazują wyraźnie inwersyjny charakter rozkładu. Ponadto wpływa na ich kształtowanie szata roślinna — z reguły są one wyższe w lasach, gdyż zwarte korony drzew utrudniają (podobnie jak powłoka chmur) wypromieniowanie ciepła.

W związku z takim rozkładem temperatur skrajnych pozostają amplitudy dobowe temperatur, wyhające się od $28,8^{\circ}\text{C}$ na skałce z murawą kserotermiczną do $6,6^{\circ}\text{C}$ w buczynie porastającej wyższe partie zboczy o wystawie północnej, o silnie zwartych koronach (wg Myczkowskiego 1967, zwarcie koron wynosi tu 95%).

Znaczne różnice obserwujemy też latem w temperaturach gleby, przy czym zaznacza się zmniejszanie różnic w miarę wzrostu głębokości (na powierzchni $6,9^{\circ}$, na głębokości 20 cm $5,8^{\circ}\text{C}$). W ich rozkładzie charakterystyczne są analogie do rozkładu temperatur powietrza w przygruntowej warstwie. Najwyższe wartości osiągają temperatury gleby w zbiorowiskach o najwyższych temperaturach powietrza.

Odmienne natomiast kształtowała się wilgotność powietrza — była ona najwyższa tam, gdzie wystąpiły najniższe temperatury powietrza i gleby (w lesie jaworowym, buczynie i na łące w dnie doliny). Najwyższe rozpiętości niedosytów wilgotności zaznaczyły się w najniższej warstwie powietrza (6,1 mb). We wszystkich zbiorowiskach wilgotność powietrza wzrastała w miarę przybliżania się do gleby — wyjątek stanowiła murawa kserotermiczna, gdzie właśnie przy samym gruncie wilgotność była najniższa. Nawet przy najwyższych temperaturach w tym miejscu roślinność kserotermiczna w niewielkim stopniu transpiruje, a sucha gleba (woda opadowa spływa ze skałek) nie jest w stanie nasycić powietrza wilgocią.

c. Jesień

W początkowej fazie tej pory roku, dzięki znacznej przewadze wpływów ośrodków wyżowych nad niżowymi (około 60%, por. tab. III) i niewielkiej liczbie dni z frontami atmosferycznymi, pogoda jest ustabilizowana i cechuje ją duża ilość dni pogodnych („złota jesień”).

W związku z tym, a także dzięki zachowaniu pełni ulistnienia, na terenie OPN zaznaczają się duże kontrasty mikroklimatyczne, kształtujące się pod wpływem jeszcze dość znacznej insolacji w ciągu dnia, a silnej radiacji w ciągu nocy doprowadzającej do dużych spadków temperatury i częstych przymrozków w dnach dolin.

Średnie dobowe wartości temperatur powietrza (tab. XXIV) na łące położonej w dnie doliny są wówczas często o 6,0—6,3°C niższe niż w buczynie

Tabela XXIV

Średnie dobowe wartości temperatur i wilgotności powietrza oraz temperatur gleby na łące i w buczynie OPN w okresie jesieni podczas pogody bezchmurnej w dniu 5 X 1964
Mean daily values for the temperature and humidity of air, and soil temperatures in a meadow and beechwood in the Ojców National Park in autumn, during clear weather on October 5, 1964

Zbiorowisko roślinne Plant community	Temperatura powietrza Air temperature						Niedosyt wilg. Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature					
	150	20	5	1	Max. 5	Min. 5	Ampl. 5	150	20	1	0	5	10	20	50
Łąka Meadow	2,8	1,6	2,6	1,7	23,0	-8,0	31,0	3,3	2,2	0,6	4,7	5,4	6,2	7,0	9,0
Buczyna Beechwood	8,8	7,8	8,7	8,0	15,6	4,2	11,4	6,5	5,2	4,5	7,4	7,5	7,9	8,4	8,4
Różnice Differences	-6,0	-6,2	-6,1	-6,3	7,4	-12,2	19,6	-2,2	-3,0	-3,9	-2,7	-2,1	-1,7	-1,4	0,6

porastającej wyższe partie zboczy o wystawie północnej (Klein 1967b). Różnice temperatur minimalnych między tymi zbiorowiskami przekraczają 12°C (silna inwersja), a maksymalnych 7,4°C. Te ostatnie są wynikiem silniejszego nagrzania się dna doliny w godzinach południowych. Amplitudy dobowe na łące przekraczają 31°C, podczas gdy w buczynie wartość ta jest prawie 3-krotnie niższa i wynosi 11,4°C.

Temperatury przypowierzchniowych warstw gleby są na łące niższe o 2,7—1,4°C, co jest niewątpliwie związane z dłuższym okresem wypromieniowania ciepła w dnach dolin. W głębszych warstwach gleby temperatury na łące są jeszcze wyższe niż w buczynie — prawdopodobnie jest to wynikiem nagromadzenia ciepła w okresie letnim.

Wskutek dużych spadków temperatury w nocy i kondensacji pary wodnej w postaci rosy i mgły, wilgotność powietrza na łące jest wyższa niż w buczynie.

Z końcem jesieni charakter pogody zmienia się pod wpływem przeważających układów niskiego ciśnienia (55%) oraz napływu chłodnych mas powietrza polarno-morskiego (65,7%). Wzrasta silnie zachmurzenie oraz liczba dni z opadami atmosferycznymi (głównie deszczu i mżawki), a wzrastająca siła wiatrów strąca pożółkłe liście drzew („szaruga jesienna”). Kontrasty mikroklimatyczne ulegają w dużej mierze zatarciu, a inwersyjny do tej pory charakter rozkładu temperatur zmienia się na normalny, przy czym gradient wynosi około 1°/100 m wysokości. Różnice w wilgotności powietrza nie zaznaczyły się w ogóle, a temperatury gleby były na łące wyższe zaledwie o 0,2—1,5°C. Amplitudy temperatur skrajnych zmalały na łące przeszło 6-krotnie, a w buczynie prawie 4-krotnie w porównaniu z piękną pogodą panującą w początkowej fazie jesieni (tab. XXV).

Tabela XXV

Średnie dobowe i ekstremalne wartości temperatur i wilgotności powietrza oraz temperatur gleby na łące i w buczynie OPN w okresie jesieni podczas pogody pochmurnej z opadami mżawki i śniegu w dniu 3 XI 1964

Mean daily and extreme values for the temperature and humidity of air and soil temperatures in a meadow and beechwood in the Ojców National Park in autumn, during overcast weather with drizzle and snow precipitation on November 3, 1964

Zbiorowisko roślinne Plant community	Temperatura powietrza Air temperature						Niedosyt wilgotności Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature					
	150	20	5	1	Max. 5	Min. 5	Ampl. 5	150	20	1	0	5	10	20	50
Łąka Meadow	1,5	1,6	1,7	3,8	5,0	0,2	4,8	0,0	0,0	0,0	3,7	5,0	5,2	5,5	7,2
Buczyna Beechwood	0,5	0,6	0,6	0,9	2,5	-0,6	3,1	0,0	0,0	0,0	2,2	4,1	4,5	5,3	6,6
Różnice Differences	1,0	1,0	1,1	2,9	2,5	0,8	1,7	0,0	0,0	0,0	1,5	0,9	0,7	0,2	0,6

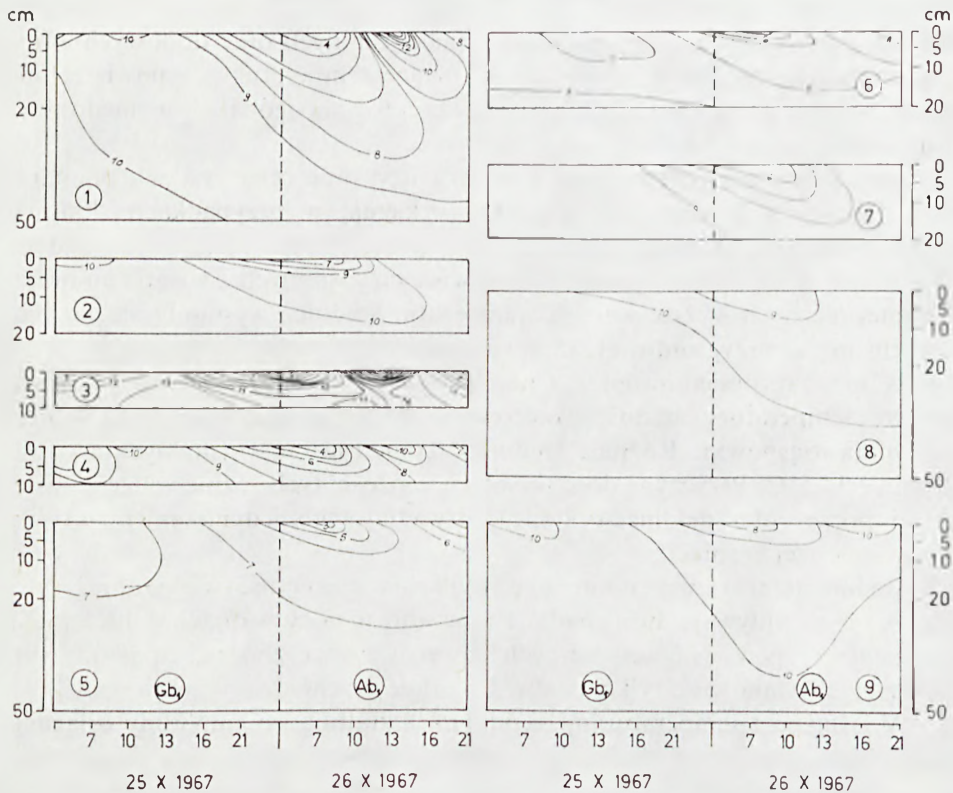
Charakterystyczny rozkład stosunków mikroklimatycznych w jesieni można prześledzić na dwóch typowych dla tej pory roku sytuacjach pogodowych.

Przy pogodzie pochmurnej ze stopniowym rozpogodzeniem i zanikającymi opadami drobnego deszczu (Gb₁) zróżnicowanie termiczne w przyziemnej warstwie powietrza było niewielkie (ryc. 29 i 30).

Na profilu przez dolinę Sąsypówki w ciągu dnia nieco wyższe temperatury wystąpiły na zboczu o ekspozycji południowej — natomiast w dolinie Prądніка najcieplejsze było dno i przydenne partie zboczy.

W następnym dniu panowała pogoda bezchmurna, a w dnach dolin długo utrzymywały się zamglenia związane z dużymi spadkami temperatury (przymrozki!). Stosunki termiczne uległy w ciągu dnia dość dużemu urozmaiceniu, zwłaszcza na skałkach o dużym nasłonecznieniu. W godzinach południowych zaznaczyły się różnice sięgające 5°C . Zaznaczyła się też odmiennność mikroklimatyczna dolin o przebiegu N—S i E—W. W dobrze oświetlonej dolinie Prądnika w ciągu dnia temperatury powietrza na wysokości 1 cm były w południe wyższe o 5°C niż w ocienionej już o tej porze roku dolinie Saspówki. Nocne spadki temperatur były w obydwu dolinach podobne (0°C).

Temperatury gleby obserwowane podczas pomiarów wykonywanych przy pogodzie pochmurnej i słonecznej wykazują dużą korelację z temperaturami powietrza. We wszystkich zbiorowiskach (ryc. 31) przy pogodzie pochmurnej temperatury gleby były niższe i znacznie mniej urozmaicone (zwłaszcza w górnych warstwach) niż podczas pogody słonecznej. Dotyczy to przede wszystkim



Ryc. 31. Rozkład temperatur gleby w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN w okresie jesieni podczas pogody pochmurnej ze stopniowym rozpozodzeniem i zanikającymi opadami deszczu (typ Gb_1) oraz bezchmurnej z zamgleniami (typ Ab_1)

Fig. 31. Distribution of soil temperature in the plant communities of the Ojców National Park investigated in autumn during overcast weather gradually clearing up and declining rain (Gb_1 type), and during clear weather with mist (Ab_1 type)

zbiorowisk nie-leśnych o korzystnej insolacji, np. na skałce z murawą ksero-termiczną i na pastwisku podczas pogody słonecznej powierzchnia gleby ogrzała się silniej o 5—7°C. W lasach ten wzrost był bardziej ograniczony i wynosił 1—2°C.

Zmiana typu pogody w omawianych przykładach zaznaczyła się również w wilgotności powietrza (ryc. 29 i 30). Podczas gdy przy pogodzie pochmurnej obserwowano różnice niedosytów wynoszące 1 mb, to przy pogodzie bezchmurnej wzrosły one do 4 mb. Było to spowodowane zarówno wpływem promieniowania słonecznego, jak i nieco silniejszych powiewów wiatru, dochodzących w miejscach odsłoniętych (skałki, dna dolin, pastwisko) do 1 m/sek.

Wyraźny wpływ typu pogody w czasie wykonywania pomiarów zaznaczył się w wartościach średnich dobowych (tab. XXVI). Podczas pogody pochmurnej z deszczem temperatury średnie dobowe między badanymi zbiorowiskami różniły się skrajnie o 1,2—2,1°C, natomiast następnego dnia przy bezchmurnym niebie różnice wzrosły do 4,9—6,2°C. Jeszcze wyraźniej uwydatniły się różnice przy temperaturach maksymalnych oraz dobowych amplitudach powietrza. Zwiększyły się też różnice temperatur przypowierzchniowych warstw gleby. Podobną sytuację zanotowano również w niedosytach wilgotności.

Średnie wartości temperatur powietrza uzyskane ze wszystkich pomiarów wykonywanych jesienią (tab. XXVII) wykazują w przypadkach skrajnych różnice sięgające wartości 2,8°C na wysokości 150 cm i 3,3°C tuż nad powierzchnią gleby. We wszystkich zbiorowiskach roślinnych z wyjątkiem muraw ksero-termicznych wyższe wartości temperatur średnich wystąpiły na poziomie 150 cm niż w przygruntowej warstwie powietrza (większe wypromieniowanie ciepła niż napromieniowanie). Charakterystyczne jest również to, że nieco wyższe temperatury średnie zanotowano na łące w dolinie Prądnika niż w dolinie Sąspówki. Różnice średnich temperatur maksymalnych wynosiły skrajnie 11,5°C. Przyczynę dość wysokich wartości tych różnic widzę w niskiej o tej porze roku deklinacji Słońca, oświetlającego jedynie miejsca o najkorzystniejszej insolacji.

Średnie temperatury minimalne wykazują rozpiętość większą niż latem (6,2°), na co wpływają duże spadki temperatur w nocy w dnach dolin i w całej pozostającej pod wpływem silnych inwersji części zboczy. Spośród wyżej położonych stanowisk tylko pastwisko silnie wychładzało się w nocy.

W związku z temperaturami skrajnymi kształtują się amplitudy osiągające najwyższe wartości na skałkach z murawą ksero-termiczną i w dnach dolin, przy czym w dnie doliny Prądnika średnie amplitudy dobowe są o około 5°C wyższe niż w dolinie Sąspówki (szeroka i otwarta ku południowi dolina Prądnika wykazuje wyższe maksima o 2,4°C, a wychładzanie tej doliny w nocy jest silniejsze o 2,1°C niż w wąskiej i bardziej zarośniętej drzewami i krzewami dolinie Sąspówki).

Mniejsze różnice zachodzą w okresie jesieni w wilgotności powietrza,

osiągając wartość 0,9 mb na wysokości 150 cm nad gruntem i 1,9 mb na wysokości 20 cm.

Dość dużemu zróżnicowaniu ulegają natomiast o tej porze roku temperatury gleby, przy czym w przeciwieństwie do pory letniej większe różnice zachodzą w głębszych warstwach (do 6,0°C).

Przez porównanie wartości średnich uzyskanych dla jesieni z identycznymi wyliczonymi dla lata (tab. XXIII) widać, że mimo dość dużych różnic zaznaczających się o tej porze roku są one wyraźnie mniejsze. Wyjątek stanowią jedynie temperatury minimalne, prawie 2-krotnie silniej zróżnicowane jesienią, a będące głównie wynikiem pogłębiających się o tej porze roku inwersji termicznych.

d. Zima

W okresie zimy duże znaczenie odgrywa pokrywa śnieżna, która stanowiąc powierzchnię czynną zmienia zasadniczo fizyczny stan atmosfery w jej najniższych warstwach (Hess 1962). Jednorodne podłoże śnieżne zmniejsza wyraźnie kontrasty mikroklimatyczne, tym bardziej że drzewa i krzewy potraciły liście. Na niezbyt duże zróżnicowanie mikroklimatu w tym czasie ma też niewątpliwie duży wpływ ogólny charakter pogody na początku zimy: najmniejsza liczba godzin ze słońcem, największe zachmurzenie, najwyższa liczba dni pochmurnych, przewaga typów pogody o dużym zachmurzeniu (E, F, G i I).

Przykładem zanikania różnic mikroklimatycznych w tym czasie są dane uzyskane na łące i w buczynie (ryc. 32). W przebiegu dobowym temperatur zaznaczają się niewielkie różnice sięgające wartości 1°C na korzyść łąki położonej w dnie doliny, a będące wynikiem adyabatycznego gradientu temperatury.

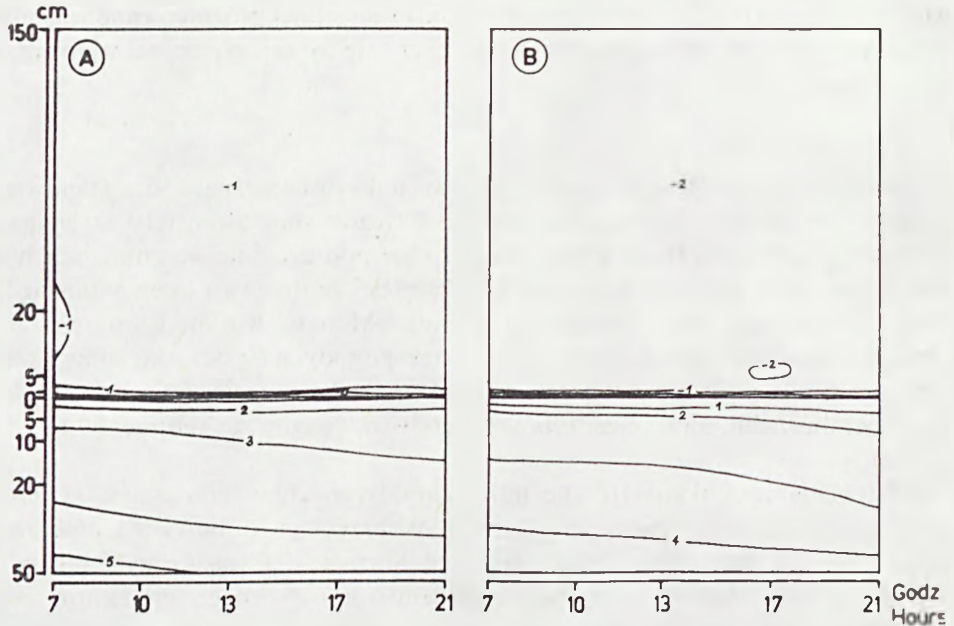
W późniejszym okresie zimy wyraźnie zwiększa się udział typów pogody o niewielkim zachmurzeniu, w związku z czym pokrywa śnieżna ulega lokalnie wytopieniu w miejscach o najbardziej korzystnej insolacji. Pociąga to za sobą zmianę powierzchni czynnej i wzrost kontrastów mikroklimatycznych.

O rozkładzie temperatur powietrza w tym okresie mogą świadczyć dane uzyskane w dniach 6 i 7 lutego 1968 r. Pomiary wykonywano przy zróżnicowanej pokrywie śnieżnej (ryc. 33). Jej grubość wahała się od 40 cm za Bramą Krakowską i w Wąwozie Jamki do zupełnego braku na skałkach i zboczach o silnym nasłonecznieniu. Warstwą 20—30 cm zalegała pokrywa śnieżna w buczynie na zboczu północnym. Na zboczach o ekspozycji wschodniej i znacznej części wierzchowiny pokrywa śnieżna posiadała miąższość 10 cm.

Wpływ pokrywy śnieżnej na rozkład temperatur powietrza zaznacza się bardzo wyraźnie (ryc. 34 i 35), zwłaszcza przy pogodzie bezchmurnej z zamgleniami w dolinach (typ Ab₁). W dolinie Sąspówki na zboczu południowym, pozbawionym pokrywy śnieżnej, notowano przy pogodzie słonecznej temperatury wyższe o 5—13°C niż na ośnieżonym zboczu przeciwległym. Po silnych

spadkach temperatury w nocy, w ciągu dnia dzięki dużej roli insolacji uległy one silnemu zróżnicowaniu. Na skałce zbocza wystawionego ku południowi temperatura podniosła się do 15°C , podczas gdy w ocienionej i pokrytej grubą warstwą śniegu dolinie przez cały czas utrzymywało się -2°C .

W dolinie Prądnika kontrasty termiczne były nieco mniejsze (ryc. 35). Utrzymująca się w ciągu całego dnia inwersja temperatur wpłynęła wyraźnie na wartości temperatur średnich dobowych (tab. XXVIII).



Ryc. 32. Rozkład temperatur powietrza i gleby na łące (A) i w buczynie (B) w okresie zimy podczas pogody pochmurnej z opadami ciągłymi śniegu (typ Eb₂) w dniu 2 XII 1964

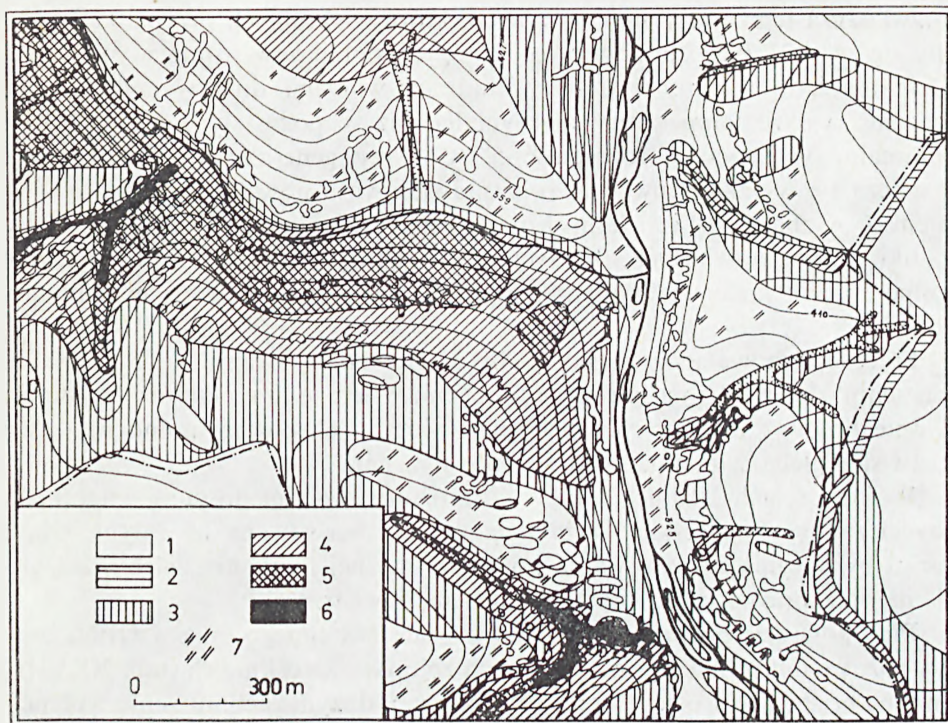
Fig. 32. Distribution of air and soil temperatures on a meadow (A) and in beechwood (B) in winter during overcast weather with a continuous precipitation of snow (Eb₂ type) on December 2, 1964

Następnego dnia przy pogodzie pochmurnej i niewielkim opadzie deszczu kontrasty termiczne w dużym stopniu zanikły. Nadal jednak była widoczna (aczkolwiek znacznie mniejsza) różnica między zboczem ośnieżonym a pozabawionym pokrywy śnieżnej. W południe wynosiła ona $2-3^{\circ}\text{C}$.

Zróżnicowanie wilgotnościowe było znacznie mniejsze niż termiczne (ryc. 34 i 35). Przyczyną tego był fakt, że z wilgotnej gleby (zwłaszcza ogrzewanej promieniami słonecznymi) następowało wyparowanie wody, przez co zmniejszały się różnice wilgotności najniższej warstwy powietrza nad pokrywą śnieżną i wilgotną glebą. Niemniej jednak różnice między zboczem północnym a południowym dochodziły do 2 mb. Różnice te zmalały jeszcze bardziej przy pogodzie pochmurnej, jaka panowała następnego dnia.

Temperatury gleby (ryc. 36) wykazywały w swym przebiegu odmienny charakter; w miejscu, gdzie zalegała pokrywa śnieżna, temperatury były mniej

urozmaicone w ciągu dnia i posiadały mniejsze gradienty pionowe. Podczas pogody słonecznej temperatury gleby na zboczu południowym uległy w przy powierzchniowej warstwie silnemu nagraniu (np. na skałce do 15°C , w grądzie do 8°C), nocą natomiast wskutek silnego wyprzemieniowania ciepła wychładzały się poniżej 0°C . W dnie doliny i w lesie jaworowym były mało uroz-



Ryc. 33. Rozkład pokrywy śnieżnej w OPN w dniu 5 II 1968. 1 — brak pokrywy śnieżnej, 2 — pokrywa grubości 5 cm, 3 — pokrywa grubości 10 cm, 4 — pokrywa grubości 20 cm, 5 — pokrywa grubości 30 cm, 6 — pokrywa przekraczająca 30 cm grubości, 7 — płyty śniegu

Fig. 33. Distribution of the snow cover in the Ojców National Park on February 5, 1968. 1 — no snow cover, 2 — snow cover 5 cm thick, 3 — snow cover 10 cm thick, 4 — snow cover 20 cm thick, 5 — snow cover 30 cm thick, 6 — snow cover exceeding 30 cm in thickness, 7 — patches of snow

maicone i przez całą dobę ujemne (w dolinie do głębokości 20 cm, w lesie do 5 cm). W buczynie i w borze mieszanym z dominującą sosną panowały przez cały czas temperatury dodatnie. Na pozbawionej śniegu skałce z mszakami gleba była przemarznięta aż do litej skały, ale w ciągu dnia od powierzchni odmarzła na głębokość 5 cm.

Wpływ nierównomiernego rozmieszczenia pokrywy śnieżnej zaznacza się również podczas pogody pochmurnej z przelotnym opadem drobnego deszczu. Średnie dobowe wartości temperatury powietrza oraz wilgotności, a także temperatury gleby zestawilem w tabeli XXVIII.

Przy pogodzie bezchmurnej rozpiętość temperatur w różnych zbiorowiskach roślinnych wynosiła na wysokości 150 cm $4,0^{\circ}\text{C}$, w niższych warstwach nawet $6,4^{\circ}\text{C}$. Charakterystyczne jest wystąpienie tzw. inwersji śnieżnej temperatur w zbiorowiskach, gdzie zalegała pokrywa, a przejawiającej się niższymi temperaturami bliżej podłoża.

Temperatury skrajne uległy większemu urozmaiceniu niż średnie. Dotyczy to zwłaszcza temperatur maksymalnych, które w skrajnych przypadkach różniły się aż o $21,7^{\circ}\text{C}$. Na zboczu o ekspozycji południowej oraz w niejskach, gdzie nie było śniegu, w dolinie Prądnika w ciągu dnia wykształciły się znacznie wyższe temperatury maksymalne niż w pozostałych. Temperatury minimalne wykazywały rozpiętość $5,7^{\circ}\text{C}$. Przy generalnym ich rozkładzie zaznacza się wyraźnie inwersja, oraz prawidłowość powtarzająca się również latem — w zbiorowiskach leśnych temperatury minimalne wykazują mniejsze spadki niż w trawiastych. W tych ostatnich (również dzięki najwyższym temperaturom maksymalnym) obserwujemy zdecydowanie wyższe amplitudy dobowe.

Średnie dobowe temperatury gleby uległy zróżnicowaniu od $5,3^{\circ}$ na powierzchni do $1,1^{\circ}\text{C}$ na głębokości 50 cm. Ujemne temperatury wystąpiły w dnie doliny i przydennych partiach zbocza o ekspozycji północnej, a na pastwisku gleba zamarzała tylko na powierzchni.

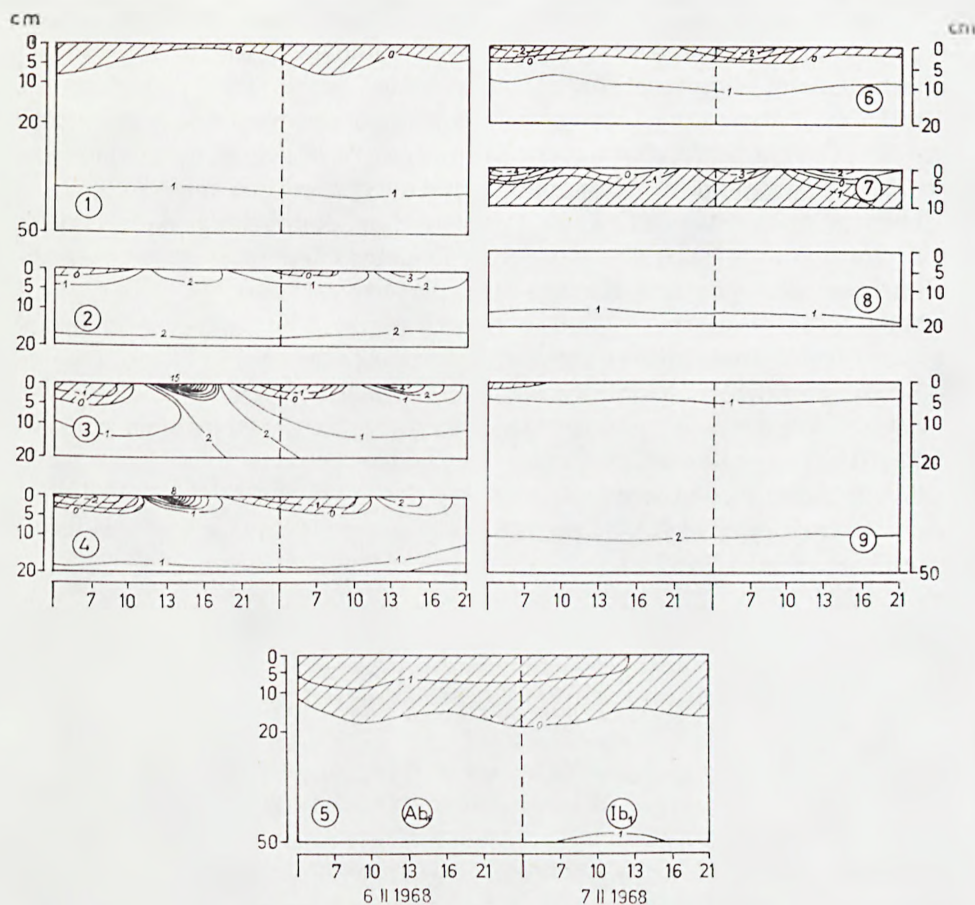
W wartościach średnich dobowych zróżnicowanie niedosytów wilgotności powietrza było niewielkie. Duża wilgotność obserwowana na całym terenie Parku była wynikiem parowania pokrywy śnieżnej i wilgotnej gleby, zamgleniami oraz prawie całkowitym bezruchem powietrza.

Przy pogodzie pochmurnej, jaka wystąpiła następnego dnia w OPN, zmalały różnice mikroklimatyczne badanych zbiorowisk roślinnych (tab. XXVIII). Zmiana pogody z insolacyjnej na adwekcyjną o dużym zachmurzeniu wpłynęła na prawie 3-krotne zmniejszenie rozpiętości temperatur maksymalnych (do $7,5^{\circ}\text{C}$). Stosunkowo duże rozpiętości temperatur minimalnych były wynikiem pogodnej początkowo nocy (front ciepły, który przyniósł wzrost zachmurzenia i opady, przeszedł dopiero nad ranem). Mimo to amplitudy dobowe w porównaniu z dniem poprzednim zmalały dwukrotnie. Zmniejszyły się też różnice temperatur gleby. Nieznaczny wzrost niedosytów wilgotności spowodowany był nieco wyższymi temperaturami powietrza i silniejszymi podmuchami wiatru z kierunku zachodniego i północno-zachodniego.

Wartości średnie wybranych elementów mikroklimatycznych uzyskane z pomiarów przeprowadzonych zimą (tab. XXIX) wykazują dość znaczne różnice. Temperatury średnie różnią się maksymalnie o $4,8^{\circ}$. Najwyższe temperatury spośród wszystkich zbiorowisk wystąpiły w przerzedzonym drzewostanie jodłowym, gdzie pokrywa śnieżna uległa wytopieniu, a położenie powyżej granicy inwersji nie wywołało dużych spadków w nocy. Zdecydowanie najniższe temperatury w zimie występują w ośnieżonej i pozbawionej bezpośredniego promieniowania dolinie Sąspówki. Stosunkowo wysokie temperatury panują o tej porze roku na skałkach z murawami kserotermicznymi

(głównie dzięki silnemu nagraniu w ciągu dnia) oraz w buczynie i w borze mieszanym z dominującą sosną (w wyniku niewielkich spadków temperatury w okresie nocy).

W rozkładzie temperatur maksymalnych w ziemie zaznaczają się duże rozpiętości ($15,9^{\circ}\text{C}$), a charakterystyczne są wyjątkowo niskie maksima obserwowane na łące w dolinie Sąsławki. O ile w lecie notujemy tu bardzo



Ryc. 36. Rozkład temperatur gleby w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN w okresie zimy podczas pogody bezchmurnej z zamgleniami (typ Ab_1) oraz pochmurnej z opadem deszczu i deszczu ze śniegiem (typ Ib_1)

Fig. 36. Distribution of soil temperature in the plant communities investigated in the Ojcow National Park in winter during clear weather with mist (Ab_1 type) and overcast weather with a precipitation of rain and rain with snow (Ib_1 type)

wysokie temperatury maksymalne (formy wklęsłe nagrzewają się bardzo silnie), to w ziemie, w wyniku ocienienia dna doliny przez Górę Chełmową, obserwowane maksima temperatur są niższe niż w buczynie.

Temperatury minimalne kształtujące się pod wpływem inwersji termicznych wykazują silne powiązania z charakterem pokrywy roślinnej. W lasach

spadki temperatur w nocy są o kilka stopni mniejsze niż w terenach otwartych.

Z temperaturami skrajnymi wiążą się amplitudy — najwyższe występują na skałkach z murawą kserotermiczną ($24,6^{\circ}\text{C}$), najmniejsze natomiast w buczynie ($6,6^{\circ}\text{C}$). Dna dolin ze względu na niskie maksima temperatur posiadają w zimie znacznie mniejsze amplitudy niż w pozostałych porach roku.

Stosunki termiczne gleb w porze zimowej wykazują największe różnice wartości średnich dobowych w przypowierzchniowych warstwach. Na powierzchni gleby skrajna rozpiętość temperatur osiąga $4,2^{\circ}\text{C}$, na 5 cm już tylko $2,8^{\circ}\text{C}$. Temperatury gleby kształtują się pod wpływem pokrywy śnieżnej (lub jej braku), a także zbiorowiska roślinnego. W lasach gleby są cieplejsze, a zróżnicowanie pionowe temperatur (gradienty) wyraźnie mniejsze.

Ujemne temperatury gleby wystąpiły w dnie doliny i na skałce pozbawionej pokrywy śnieżnej. Na powierzchni gleby temperatury ujemne zanotowano ponadto na pastwisku i w lesie jaworowym.

Wilgotność powietrza w okresie zimowym jest dość słabo zróżnicowana i w wartościach średnich wykazuje maksymalną rozpiętość 1—2 mb. Ogólnie biorąc, w zbiorowiskach położonych na zboczach o ekspozycji południowej powietrze jest suchsze niż w pozostałych, co wiąże się z wytapianiem pokrywy śnieżnej i wyższymi temperaturami.

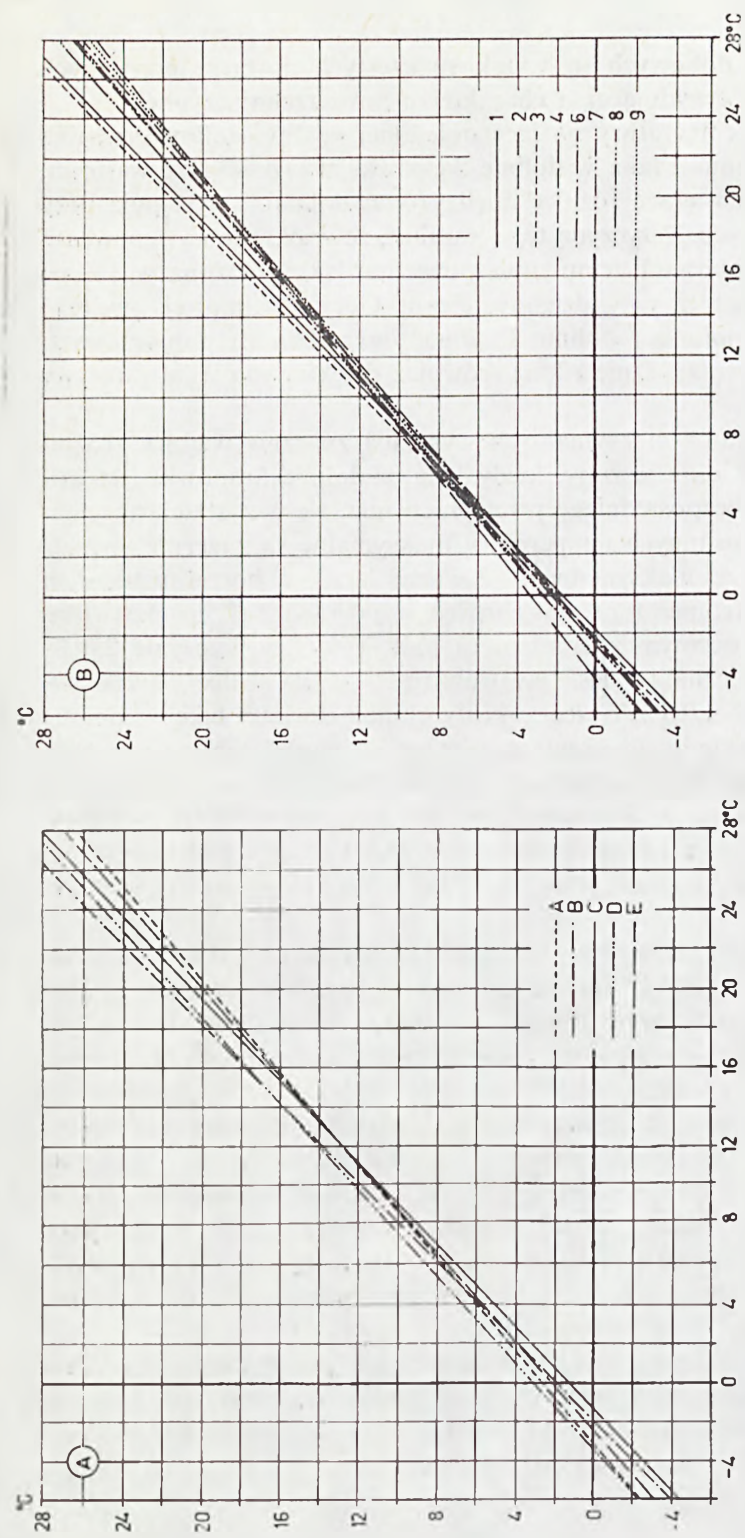
Przedstawione wyżej stosunki termiczne powietrza i gleby w okresie zimowym wywierają duży wpływ na początek rozwoju wegetacji w okresie wczesnowiosennym (Klein 1967 a).

4. Niektóre zależności kształtowania się stosunków termicznych w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN

Zróżnicowanie termiczne w obrębie OPN kształtuje się odmiennie w różnych porach roku, zależnie od reżimu pogodowego i rozwoju fenologicznego zbiorowisk roślinnych. Można się o tym przekonać na podstawie wyników przedstawionych pokrótce w rozdziale poświęconym stosunkom mikroklimatycznym w różnych porach roku.

Obecnie chciałbym przedstawić niektóre zależności funkcyjne wyliczone na podstawie wszystkich pomiarów, a dotyczące zagadnienia kształtowania się temperatur powietrza w różnych zbiorowiskach roślinnych w zależności od temperatur panujących na łące w dnie doliny Sąspówki (tab. XXX).

Temperatury średnie dobowe (ryc. 37) ulegają dużemu zróżnicowaniu zwłaszcza przy temperaturach ujemnych oraz wysokich dodatnich. Gdy w dolinie Sąspówki notujemy ujemne temperatury średnie dobowe — we wszystkich pozostałych zbiorowiskach obserwujemy znacznie wyższe wartości tych temperatur; natomiast przy bardzo wysokich temperaturach w dnie doliny tylko w murawie kserotermicznej i na pastwisku panują temperatury wyższe, w pozostałych zbiorowiskach obserwuje się wartości niższe. Takie zależności



Ryc. 37. Zależność między średnią dobową temperaturą powietrza na łące w Dolinie Sąpsowskiej (x) a średnią dobową temperaturą powietrza w pozostałych zbiorowiskach roślinnych (y), na profilu przez dolinę Prądnika (A) i Sąpsowską (B). A — ciepłolubne zarośla, B — murawa kserotermiczna, C — łąka w dolinie Prądnika, D — zubożała murawa kserotermiczna, E — zarośla z podrostem jodły, 1 — pastwisko, 2 — bór mieszany z dominującą jodłą, 3 — murawa kserotermiczna, 4 — grąd, 6 — las jaworowy, 7 — mszaki maskalne, 8 — buczyna, 9 — bór mieszany z dominującą sosną

Fig. 37. Correlation between the mean daily air temperature on a meadow in Sąpsowska Valley (x) and that in other plant communities (y) investigated in the profiles of the Prądnik (A) and Sąpsowska (B) Valleys. A — thermophilous thickets, B — xerophilous grassland, C — meadow in the Prądnik Valley, D — impoverished xerophilous grassland, E — thickets with young fir trees, 1 — pasture, 2 — mixed coniferous forest with fir predominating, 3 — xerophilous grassland, 4 — lime-hornbeam forest, 6 — sycamore forest, 7 — saxicolous bryophytes, 8 — beechwood, 9 — mixed coniferous forest with pine predominating

temperatur średnich dobowych są wynikiem częstych inwersji termicznych i roli szaty roślinnej decydującej o charakterze powierzchni czynnej.

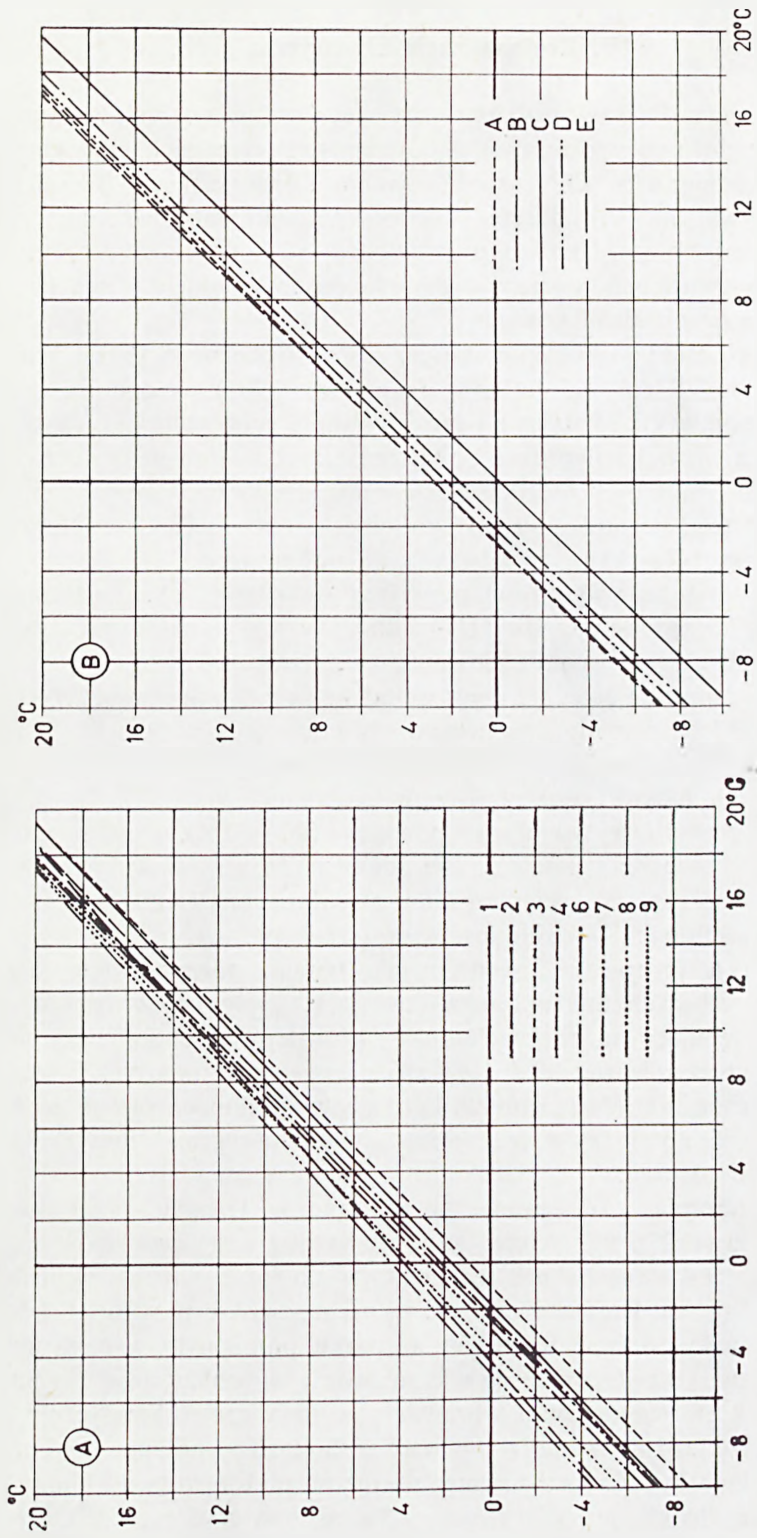
Średnie dobowe temperatury na łące położonej w dnie doliny Prądnika wykazują w porównaniu z łąką w dolinie Sąspówki zawsze wyższe wartości, jednak zdecydowanie większe różnice między tymi dolinami występują przy temperaturach ujemnych. Przyczyną tego jest fakt, że w okresie występowania ujemnych średnich dobowych temperatur powietrza łąka położona w dolinie Sąspówki pozostaje przez cały dzień w cieniu Góry Chełmowej, podczas gdy w otwartej ku południu dolinie Prądnika w godzinach południowych powietrze nagrzewa się znacznie silniej (również dzięki wytapianiu pokrywy śnieżnej).

Zależności temperatur maksymalnych wykazują znacznie większe zróżnicowanie (ryc. 38). W okresie zimy, kiedy łąka w dolinie Sąspówki jest całkowicie pozbawiona bezpośredniego promieniowania, we wszystkich pozostałych zbiorowiskach roślinnych temperatury maksymalne są znacznie wyższe, np. przy temperaturze maksymalnej -2°C na łące, w borze mieszanym z dominującą sosną temperatura maksymalna wynosi $-1,2^{\circ}\text{C}$, na pastwisku $-0,5^{\circ}\text{C}$, w borze mieszanym z dominującą jodłą $0,6^{\circ}\text{C}$, w buczynie $2,0^{\circ}\text{C}$, w murawie kserotermicznej i w lesie jaworowym $2,4^{\circ}\text{C}$, na skałce z mszakami $2,8^{\circ}\text{C}$ i w grądzie aż $4,0^{\circ}\text{C}$. W lecie, kiedy słońce oświetla łąkę w dolinie Sąspówki, a formy wklęsłe silniej nagrzewają się od wypukłych, wyższe temperatury maksymalne występują tylko w murawie kserotermicznej i na pastwisku. Przy temperaturze maksymalnej na łące wynoszącej 30°C , na skałce z murawą kserotermiczną panuje temperatura $38,6^{\circ}\text{C}$, na pastwisku $32,0^{\circ}\text{C}$, podczas gdy na skałce z mszakami tylko $21,4^{\circ}\text{C}$, a w lesie jaworowym zaledwie $19,6^{\circ}\text{C}$.

W dolinie Prądnika obserwujemy charakterystyczny układ prostych — obie skałki (na zboczu wschodnim i zachodnim) posiadają zależności „równoległe” (ryc. 38 B), z wyższymi temperaturami na zboczu zachodnim. Podobnym układem prostych, lecz o mniejszym nachyleniu, odznaczają się zbiorowiska zaroślowe.

Zależności temperatur minimalnych nie wykazują tak dużego zróżnicowania, gdyż ekspozycja nie odgrywa przy ich kształtowaniu tak dużej roli jak przy temperaturach maksymalnych (ryc. 39). W całym zakresie temperatur wszystkie zbiorowiska roślinne posiadają wyższe temperatury minimalne, przy czym większe zróżnicowanie tych temperatur zaznacza się przy temperaturach niższych, a mniejsze przy wysokich (wiązka prostych skupia się w miarę wzrostu temperatur).

Przy bardzo niskich temperaturach minimalnych łąka położona w dolinie Prądnika posiada niższe temperatury niż w dolinie Sąspówki (w większej dolinie możliwe są większe spadki), natomiast przy wyższych temperaturach — chłodniej jest w dolinie Sąspówki (ryc. 39 B).



Ryc. 39. Zależność między temperaturą minimalną na łące w Dolinie Sąpsowskiej (x) a temperaturą minimalną w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN (y) na profilu przez Dolinę Sąpsowską (A) i dolinę Prądnika (B). Opis sygnatur na ryc. 37

Fig. 39. Correlation between the minimum temperature on a meadow in Sąpsowska Valley (x) and that in the plant communities of the Ojców National Park (y) investigated in the profile of Sąpsowska (A) and the Prądnik (B) Valleys. Explanation of signs as in fig. 37

IV. Regionalizacja klimatyczna

Duże urozmaicenie rzeźby i szaty roślinnej przejawiające się w występowaniu wielu zbiorowisk roślinnych o odmiennych wymogach ekologicznych wskazuje na istnienie w OPN zróżnicowania klimatycznego. Botanicy od dawna wskazywali na istniejące tu kontrasty mikroklimatyczne zaznaczające się w charakterystycznej, bardzo urozmaiconej roślinności, gdzie obok gatunków kserotermicznych występują gatunki roślin górskich o zupełnie odmiennych wymogach siedliskowych.

Pierwszą rejonizację mikroklimatyczną obszaru obecnego Parku Narodowego przeprowadził rosyjski botanik Jelenkin (1901), w oparciu o fragmentaryczne pomiary klimatyczne i zróżnicowanie geobotaniczne. Jako podstawę podziału przyjął wilgotność powietrza „...tylko dlatego, że przedziały jej wahania są bardzo duże i bardziej wyraziście przedstawiają zależność roślinności od tego czynnika niż jakiegokolwiek innego...”. Charakterystyka rejonów według Jelenkina przedstawia się następująco:

- I. Rejon o dużej wilgotności powietrza 80—100%, obejmuje niektóre doliny II-rzędne i wszystkie III-rzędne. Cechuje go niedostatek światła, wskutek czego rosną tu głównie rośliny zarodnikowe.
- II. Rejon zajmuje pośrednie miejsca pod względem wilgotności powietrza (60—80%) i posiada dostateczne oświetlenie, by rozwinęły się kwiatowe rośliny hygrofilne. Obejmuje on swym zasięgiem zbocza doliny głównej i niektóre doliny II-rzędne.
- III. Rejon o najniższej wilgotności powietrza (40—60%), obejmuje głównie doliny II-rzędne i odznacza się zdaniem Jelenkina ubóstwem gatunków roślin. Na ocienionych skałach rosną kserofityczne mszaki, na oświetlonych — roślinność kserotermiczna.

Warto tutaj nadmienić, że Jelenkin jako botanik poczynił wiele trafnych obserwacji dotyczących mikroklimatu, zwracając uwagę na duże kontrasty termiczne występujące na zboczach doliny głównej, które obok czynników edaficznych przyczyniły się do dużego zróżnicowania gatunków. Zwrócił on również uwagę na fakt, że w obrębie każdego wydzielonego rejonu zachodzi prosta zależność pomiędzy wilgotnością a wysokością nad dno doliny — „im wyżej, tym suszej”.

Bardzo interesujące obserwacje klimatyczne w Ojcowie przeprowadził Szymkiewicz (1923). W okresie letnim wykonał serię pomiarów mikroklimatycznych na 4 stanowiskach reprezentujących różne warunki siedliskowe roślin (w dolinie za Bramą Krakowską, na pastwisku przy ujściu doliny bocznej — prawdopodobnie Sąspówki, w parku położonym w centrum Ojcowy i na pastwisku położonym na wierzchołku w pobliżu drogi do Skały).

Szymkiewicz nie dokonał wprawdzie regionalizacji klimatycznej, lecz wskazał na duże zróżnicowanie zbiorowisk roślinnych wynikające z mozaikowości mikroklimatów. Zwrócił również uwagę na podobieństwo klimatu Doliny Ojcowskiej do klimatu górskiego (niskie niedosyty wilgotności), znajdu-

jące jego zdaniem potwierdzenie w dużej domieszce górskich gatunków roślin w florze Ojcowa.

Kolejna próba podziału OPN na regiony klimatyczne przedstawiona jest przez Kleina, Niedźwiedzia i Sztylera (1965) i oparta na wynikach kilku serii pomiarów mikroklimatycznych. Podstawą wyróżnienia regionów była temperatura i wilgotność powietrza, a także mapa zbiorowisk roślinnych OPN (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963).

Wyróżniono wówczas 4 regiony:

- I. Chłodny region den dolinnych.
- II. Zimny region zboczy o ekspozycji N, NE i NW.
- III. Ciepły region zboczy dolinnych z podregionami:
 - a — ciepły z lasem i zaroślami ciepłolubnymi,
 - b — bardzo ciepły z murawami kserotermicznymi.
- IV. Umiarkowany region spłaszczeń wierzchowinowych:
 - a — leśny,
 - b — bezleśny.

Przedstawiona w niniejszej pracy rejonizacja klimatyczna OPN jest wynikiem analizy materiałów zebranych podczas badań stacjonarnych i patrolowych, prowadzonych w latach 1964—1968.

1. Regiony mezoklimatyczne

Podziału na regiony mezoklimatyczne dokonałem na podstawie materiału uzyskanego z założonych stacji prowadzących pomiary stacjonarne w dolinie Sąspówki i na zboczu o ekspozycji północnej oraz ze stacji PIHM w Białym Kościele. Dane dla zboczy o ekspozycji południowej uzyskałem posługując się metodą Hessa (1968). Było to możliwe dzięki stwierdzeniu i udowodnieniu przez niego, że „między wartościami rozpatrywanych elementów i wskaźników klimatu na wypukłych i we wklęsłych formach terenowych, jak również na stokach północnych i południowych zachodzą ściśle korelacje a istniejące między nimi zależności są prostoliniowe” (1968).

Uzyskane w ten sposób dane wykazują jednak pewne zaniżenie wartości w porównaniu z wierzchowiną, a spowodowane tym, że stacja porównawcza na zboczu o ekspozycji północnej leży w strefie częstych inwersji termicznych, toteż dane uzyskane tą metodą charakteryzują raczej przydenne partie zboczy południowych, również pozostające pod wpływem inwersji.

Na terenie OPN wyróżniam następujące regiony mezoklimatyczne:

- I. Ciepły region zboczy o ekspozycji południowej i zbliżonych.
- II. Umiarkowanie ciepły region z subregionami:
 1. Subregion wierzchowiny umiarkowanie zróżnicowany termicznie,
 2. Subregion zboczy wschodnich i zachodnich o dużych kontrastach termicznych.
- III. Chłodny region zboczy o ekspozycji północnej i zbliżonych.
- IV. Zimny region den dolinnych.

Charakterystykę wyróżnionych regionów mezoklimatycznych przeprowadzam na podstawie uzyskanych materiałów, zestawionych w tabeli XXXI.

Brak danych dla subregionu zboczy wschodnich i zachodnich uniemożliwia dokładną charakterystykę liczbową, niemniej jednak o stosunkach klimatycznych tego subregionu można sądzić na podstawie porównania ciepłego regionu o ekspozycji południowej i chłodnego zboczy północnych, przy założeniu, że będzie on zajmował miejsce pośrednie między reprezentującymi warunki skrajne regionami I i III.

I. Ciepły region zboczy o ekspozycji południowej i zbliżonych

Zbocza południowe w OPN charakteryzuje wysoka średnia roczna temperatura powietrza (wyższa o $1,1^{\circ}\text{C}$ w porównaniu z dnami dolin), najkrótszy okres zimy (71 dni) a bardzo długi wegetacyjny (213 dni), okres intensywnego rozwoju roślin trwający 152 dni i okres dojrzewania o 69 dniach.

Roczne sumy opadów są niskie (663 mm), co przy wysokich temperaturach powietrza i gleby powoduje, że wilgotność jest znacznie niższa w porównaniu z pozostałymi regionami. Najbardziej nasłonecznione partie tego regionu, wystające ponad lasy w postaci skałek wapiennych, porasta roślinność ksero-termiczna.

W okresie zimowym śnieg utrzymuje się tutaj krótko w postaci zwartej pokrywy. Silna insolacja i parowanie powodują, że w kilka dni po opadzie leżą tu tylko płyty śniegu w miejscach lokalnie ocienionych lub borach mieszanych (Klein 1967 oraz ryc. 33).

II. Umiarkowanie ciepły region z subregionami

1) Subregion wierzchowiny umiarkowanie zróżnicowany termicznie, charakteryzują wysokie temperatury średnie roku, maksymalne i minimalne. Roczna amplituda temperatur jest tutaj najniższa z całego obszaru i wynosi $7,3^{\circ}\text{C}$. Przeważająca część tego subregionu zajęta jest pod uprawę roli, tylko niewielkie skrawki w obrębie Parku pokryte są borami mieszanymi.

Zima (średnie dobowe temperatury powietrza niższe od 0°C) trwa tutaj 81 dni, długość okresu bezprzymrozkowego wynosi aż 194 dni (w dolinach 134). Najdłuższy okres wegetacyjny (218 dni) i okres aktywnych procesów rozwoju roślin (164 dni) oraz okres dojrzewania trwający 88 dni stwarzają najkorzystniejsze na tym terenie warunki do uprawy roślin. Obszar wierzchowiny jest również korzystny pod względem opadów atmosferycznych (ponad 800 mm). Długość zalegania pokrywy śnieżnej wynosi 115 dni, w dolinie Sąsówki natomiast śnieg leży przez 136 dni.

2) Subregion zboczy wschodnich i zachodnich o dużych kontrastach termicznych, wynikających z dużego rozczłonkowania tych zboczy, a w związku z tym lokalnymi zmianami ekspozycji na S i N oraz dużymi deniwelacjami. Brak stacji prowadzącej pomiary stacjonarne uniemożliwia dokładną charak-

terystykę. Rozkład nasłonecznienia zboczy wschodnich i zachodnich, warunkujący reżim termiczny i wilgotnościowy zajmuje pośrednią wartość między insolacją zboczy południowych i północnych (Strużka 1959).

Zamieszczone w tabeli XXXI dane liczbowe tylko w przybliżeniu charakteryzują ten region, uzyskane zostały bowiem jako średnie arytmetyczne z wartości elementów i wskaźników klimatu zboczy północnych i południowych. Duże kontrasty termiczne i związane z nimi wilgotnościowe znajdują odbicie w rozmieszczeniu zbiorowisk roślinnych, tworzących mozaikę zespołów ciepłolubnych oraz cienio- i wilgociolubnych.

III. Chłodny region zboczy o ekspozycji północnej i zbliżonych

Charakteryzują go przede wszystkim bardzo niekorzystne warunki insolacyjne (poniżej 80% nasłonecznienia wierzchołki). Przy dużym nagromadzeniu opadów na tych zboczach (830,1 mm) i niewielkim parowaniu region ten cechuje duża wilgotność powietrza. W związku z tym pozostaje charakterystyczna szata roślinna — głównie rosną tu buczyny i wilgotne grądy. Reżim termiczny odznacza się najmniejszymi amplitudami dobowymi i niewielkimi rocznymi. Notuje się tutaj najniższe temperatury maksymalne (średnia roczna wynosi 10,8°C) i stosunkowo niskie minimalne (2,4°C).

Zima trwa tu o 3 dni dłużej, a okres wegetacyjny jest tylko o 9 dni krótszy niż na wierzchołku. Okres intensywnej procesów rozwoju roślin i okres dojrzewania jest dłuższy niż w dolinie i wynosi odpowiednio 149 i 56 dni. Okres bezprzymrozkowy jest krótszy niż na wierzchołku o 45 dni, a dłuższy niż w dolinach o 15 dni. Pokrywa śnieżna zalega przez 134 dni (pokrywa trwała utrzymuje się przez 100 dni).

IV. Zimny region den dolinnych

W przeciwieństwie do ciepłego regionu zboczy południowych posiada najniższą średnią roczną temperaturę powietrza (6,2°C), co przy najwyższych temperaturach maksymalnych (11,3°C) i najniższych minimalnych (1,6°C) rzutuje na surowość klimatu, upodabniającego mezoklimat dolin OPN do klimatu górskiego. To podobieństwo jest bardzo wyraźne również w wilgotności powietrza (Szymkiewicz 1923). W przyrodzie Parku przejawia się to m. in. składem florystycznym łąk, zawierających wiele gatunków górskich (np. przywrotników rosnących na łąkach górskich), które znalazły tu dogodnie dla siebie warunki (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963, Michalik rksp).

Na dużą wilgotność powietrza tego regionu wpływa prawie całonocna kondensacja pary wodnej w postaci rosy i mgły, a w okresie zimowym parowanie z zalegającej tu najgrubszą warstwą i najdłuższą pokrywą śnieżnej.

Termiczna zima trwa w dnach dolin najdłużej, bo przez 102 dni, natomiast okres wegetacyjny (208 dni), okres intensywnego rozwoju roślin (144 dni) i okres dojrzewania (56 dni) są tu najkrótsze.

O dużej kontrastowości klimatu tego regionu świadczyć może najwyższa liczba dni z mrozem lub przymrozkiem (139 dni) przy równocześnie największej liczbie dni gorących (33 dni).

Pokrywa śnieżna zalega tutaj średnio do 3 kwietnia i utrzymuje się dłużej o 3 tygodnie niż na wierzcholinie, a zwarta pokrywa przeszło 2 tygodnie dłużej.

2. Rejonizacja mikroklimatyczna

Wydzielone i scharakteryzowane wyżej regiony mezoklimatyczne dają bardziej ogólny pogląd na zróżnicowanie klimatu w obrębie OPN. W każdym z opisanych regionów charakteryzujących klimat lokalny określonej formy terenu mamy bowiem do czynienia z dużą zmiennością stosunków mikroklimatycznych, uwarunkowanych „mikrorzeźbą” (np. skałka, wciós itp.) oraz charakterystyczną szatą roślinną. Nawet w obrębie jednego zbocza, nie urzeźbionego dodatkowymi formami niższego rzędu, odmiennie kształtują się stosunki termiczne i wilgotnościowe w przydennych partiach zboczy pozostających w strefie inwersyjnej niż w partiach przywierzchowinowych, o łagodniejszych amplitudach temperatury i wilgotności.

Baumgartner (1961), Koch (1961), Geiger (1961) i inni badacze wyróżniają tzw. „trójdzielność zboczy”, pozostającą w zależności od dobowego reżimu termicznego. W pierwszej strefie, obejmującej swym zasięgiem najniższe partie zboczy, występują największe spadki temperatur w okresie nocnym związane z inwersją; druga strefa obejmuje środkowe partie zboczy o niewielkich spadkach temperatur w nocy (tzw. ciepła strefa zbocza); wreszcie najwyższe partie zboczy charakteryzuje spadek temperatury wraz z wysokością.

Obrębska-Starkłowa (1969, 1970) wyróżnia w zlewniach potoków Jaszczce i Jamne w Gorcach inwersyjne części dolin, o przeciętnym zasięgu 120—140 m nad dno doliny, ciepłe ponadinwersyjne stoki sięgające wysokości około 1000—1100 m npm. oraz chłodne partie wierzchowinowe.

W OPN istnieją nieco inne warunki niż opisane wyżej, występujące w górach o średniej wysokości. Wcięte do głębokości około 100 m w powierzchnię wierzchowiny doliny Prądnika i Sąspówki cechują bardzo strome i krótkie zbocza. W związku z tym można tu wydzielić wyraźnie zaznaczające się zbocza pozostające pod wpływem nocnych inwersji oraz wyższe partie leżące w warstwie ponadinwersyjnej. Inwersyjne partie zboczy charakteryzują wysokie amplitudy dobowe temperatury i wilgotności oraz silne kontrasty mikroklimatyczne uwarunkowane ekspozycją (zbocza nasłonecznione silnie ogrzewają się w ciągu dnia, zacienione nieznacznie).

Rejonizację mikroklimatyczną OPN przeprowadziłem (ryc. 40) w oparciu o wyniki pomiarów patrolowych prowadzonych na 14 stanowiskach reprezentujących różne zbiorowiska roślinne i formy rzeźby, przy wybranych typach pogody, a także na podstawie analizy materiału kartograficznego, jak: mapa ukształtowania terenu, nasłonecznienia, seria map zanikania pokrywy śnieżnej i początków wegetacji (Klein 1967a), mapa zespołów roślinnych

OPN (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963) i mapy występowania górskich i kserotermicznych gatunków roślin (Michalik rkps).

Bogata rzeźba terenu, warunkująca rozkład insolacji i bilansu cieplnego, a także zalegania pokrywy śnieżnej, przebieg wilgotności powietrza, wytworzenie zróżnicowanych warunków edaficznych, a w związku z tym i charakterystycznej szaty roślinnej w głównej mierze oddziałują na kształtowanie się stosunków mikroklimatycznych.

Stopień nasłonecznienia terenu (ryc. 3) dzięki silnemu urzeźbieniu ulega dużym zmianom przestrzennym i waha się w granicach od poniżej 85% w miejscach ocienionych przez wysokie skały na zboczu o ekspozycji północnej, do powyżej 130% na eksponowanych w kierunku południowym skalach.

Innym przejawem wpływu rzeźby na stosunki mikroklimatyczne OPN jest zróżnicowanie terminów zanikania pokrywy śnieżnej i początków wegetacji. Rzeźba warunkuje tutaj rozkład insolacji, akumulacji śniegu, a także wykształcenie szaty roślinnej również nie pozostającej bez wpływu na topnienie śniegu. Na dużą rolę zanikającej pokrywy śnieżnej jako ważnego wskaźnika informującego o mikroklimacie danego miejsca wskazywało wielu badaczy: Romer (1913), Richter (1954), Myczkowski (1955), Sokołowski (1960) i inni.

Jak już wspomniałem, rzeźba warunkuje w dużym stopniu rozmieszczenie szaty roślinnej (Medwecka-Kornaś, Kornaś 1963; Woronow 1963; Ermich 1961, 1962; Braun-Blanquet 1964; Bliss 1966; Kovacs 1966 i in.) wykształconej w OPN w postaci różnych zbiorowisk roślinnych o odmiennych wymogach ekologicznych. Na podstawie mapy fitosocjologicznej (ryc. 2) możemy prześledzić związki między rzeźbą a szatą roślinną.

Przejawem wpływu różnych mikroklimatów może być rozmieszczenie gatunków górskich i kserotermicznych roślin (Jelenkin 1901; Szymkiewicz 1923; Szafer 1964; Lundegårdh 1957 i in.).

Podział na regiony mikroklimatyczne i ich charakterystykę zawiera tabela XXXII, natomiast rozkład przestrzenny wyróżnionych regionów przedstawiła mapa regionów mezo- i mikroklimatycznych OPN (ryc. 40).

Przytoczone w tabeli XXXII dane dotyczą wartości średnich uzyskanych z wszystkich serii pomiarów, a także (dla uwypuklenia różnic) średnich z dni pogodnych. Ponieważ nie miałem możliwości prowadzenia pomiarów w miejscach charakteryzujących wszystkie wyróżnione regiony, w dniu 7 lipca 1967 r. przy pogodzie słonecznej wykonałem dodatkowe pomiary temperatury i wilgotności w godzinach południowych, obejmujące regiony o niekompletnych danych liczbowych.

W obrębie ciepłego regionu mezoklimatycznego zboczy o ekspozycji południowej i zbliżonych wyróżniłem następujące regiony mikroklimatyczne:

I a. *Bardzo ciepły i bardzo suchy region skal*, o najkorzystniejszych warunkach nasłonecznienia (ponad 130%), najwyższych temperaturach maksy-

malnych (24,8°C z wszystkich pomiarów, 38,9°C z dni pogodnych) i stosunkowo niskich temperaturach minimalnych (odpowiednio 5,0 i 4,1°C). W związku z tym, występują tutaj największe amplitudy dobowe (19,8°C i 34,8°C). W tym regionie panują najwyższe średnie dobowe temperatury powietrza na wszystkich mierzonych wysokościach, zwłaszcza w warstwie przygruntowej (na wysokości 5 cm średnia z wszystkich pomiarów wynosi 12,7°C, z dni pogodnych 17,4°C). Występują tutaj również najwyższe temperatury gleby. Wilgotność powietrza jest natomiast najniższa spośród wszystkich regionów i przy słonecznej pogodzie wynosi średnio 61–63% wilgotności względnej i 6,6–9,2 mb w niedosytach wilgotności.

W okresie zimowym pokrywa śnieżna utrzymuje się tylko przez kilka dni po opadzie i zanika szybko w wyniku topnienia solarnego oraz parowania ułatwionego korzystną ekspozycją i wystawieniem na działanie wiatru (zdmuchiwanie).

Efektom takich stosunków mikroklimatycznych jest charakterystyczna roślinność kserotermiczna wykształcona w postaci muraw. Rosną tu liczne gatunki roślin, których centra rozprzestrzenienia znajdują się w Europie południowej i obszarach pontyjsko-pannońskich.

I b. *Ciepły i suchy region otoczenia skal*, obejmujący górne partie wychodni skalnych i osypiska, odznaczający się również korzystnymi warunkami insolacyjnymi (120%), a w związku z tym wysokimi temperaturami maksymalnymi (19,0°C z wszystkich pomiarów i 29,2°C z dni pogodnych) i średnimi dobowymi (na wysokości 5 cm odpowiednio 11,0° i 14,6°C). Temperatury minimalne są nieco wyższe niż w poprzednim regionie, na co wywiera wpływ szata roślinna wykształcona w postaci ciepłolubnych zarośli i pojedynczych drzew. Amplitudy dobowe są tu o około 10°C mniejsze niż na skałkach.

Wilgotność powietrza również jest niska i w czasie dni pogodnych kształtuje się w granicach 63–72% (3,8–5,0 mb). Pokrywa śnieżna utrzymuje się nieco dłużej niż na skałach, lecz nawet w pełni zimy ulega wytopieniu. W tym regionie najwcześniej rozpoczyna się wegetacja roślin, a przyłasczki kwitną w momencie, kiedy cała pozostała część OPN jest jeszcze pokryta warstwą śniegu. Duże bogactwo gatunków kserotermicznych roślin jest wyraźnym wskaźnikiem uprzywilejowania termicznego i suchości tego regionu.

I c. *Ciepły i umiarkowanie suchy region przywierzchwinowych partii zboczy*, położony powyżej warstwy inwersyjnej, posiada dobre warunki insolacyjne (110–120%) i stosunkowo wysokie temperatury średnie dobowe (zaledwie 0,5–1,5°C niższe niż w regionie I a). Dzięki swojemu położeniu powyżej strefy inwersyjnej notuje się tu wysokie temperatury ekstremalne (w dni pogodne średnie maksima wynoszą 29,1°C, minima 8,2°C).

Temperatury gleby są wysokie i nie wykazują dużych gradientów pionowych. Wilgotność powietrza jest nieco wyższa niż w omówionych wyżej regionach i podczas pogody słonecznej wynosi średnio 70–77%. Pokrywa śnieżna zanika szybko, wcześniej rozpoczyna się też wegetacja roślin. Region

ten porastają głównie bory mieszane i sztuczne lasy iglaste. Poza granicami OPN znaczną część tego regionu zajmują nieużytki, na bardziej połączonych zboczach — pola uprawne. W tym regionie rosną gatunki kserotermiczne zaliczane przez Michalika (rkps) do III i IV grupy.

I d. *Ciepły i umiarkowanie wilgotny region przydennych partii zboczy*, pozostający w strefie nocnych inwersji, w ciągu dnia posiada dobre warunki nasłonecznienia, głównie dzięki dużemu nachyleniu. Region ten cechują stosunkowo wysokie temperatury maksymalne oraz niskie temperatury minimalne.

Dzięki szacie roślinnej (rosną tu głównie grądy) amplitudy dobowe są w dużym stopniu łagodzone. Z powodu dużego wypromieniowania ciepła w nocy, temperatury gleby są stosunkowo niskie i w wartościach średnich nie przekraczają 10°C.

W wyniku częstych mgieł radiacyjnych wilgotność powietrza jest większa niż w dotąd omówionych regionach i wynosi 74—80% w dni pogodne i 85—90% jako wartość średnia z wszystkich pomiarów.

W okresie zimowym śnieg topi się w tym samym czasie co w wyższych partiach zboczy i rozpoczęcie wegetacji na wiosnę nie ulega większemu opóźnieniu.

I c. *Umiarkowanie ciepły i wilgotny region wąwozów i wciosów* posiada mniej korzystne warunki insolacyjne niż otaczające zbocza. Niestety, nie dysponuję wartościami średnimi dla tego regionu, jednak na podstawie pomiarów wykonanych w dniu 7 lipca 1967 w Wąwozie Pradła można sądzić, że temperatury powietrza w południe są tu o 0,6—1,4°C niższe niż w otoczeniu, a wilgotność względna o około 4% wyższa. Termometry ekstremalne wykazały temperaturę maksymalną niższą o 0,6°C, a minimalną identyczną jak poza wąwozem. Płaty śniegu na wiosnę leżą w dnach wąwozów zboczy południowych o 2—3 dni dłużej.

W obrębie OPN region ten porasta uboższy wariant buczyny i grądy z pewną domieszką bardziej wilgociolubnych roślin w runie. Poza granicami Parku w takich miejscach występują żyzne pastwiska.

Umiarkowany region mezoklimatyczny podzieliłem na dwa subregiony i 7 regionów mikroklimatycznych. W subregionie wierzchowiny umiarkowanie zróżnicowanej termicznie wyróżniam następujące:

II 1 a. *Ciepły i suchy region ostańców*, występujących na wierzchowinie poza granicami Parku. Brak mi jakichkolwiek danych liczbowych dotyczących tego regionu, niemniej jednak na podstawie mapy nasłonecznienia, szaty roślinnej i nagromadzenia gatunków górskich i kserotermicznych, można pośrednio sądzić o stosunkach mikroklimatycznych tych form geomorfologicznych.

Ściany wystawione ku południu są znacznie cieplejsze od pozostałych, o czym świadczyć może zajmująca je roślinność kserotermiczna. Na północnych ścianach spotyka się zbiorowiska leśne z nielicznymi gatunkami górskimi

w runie. W okresie zimowym pokrywa śnieżna jest nietrwała wskutek topnienia i zdmuchiwania śniegu przez wiatr.

II 1 b. *Względnie ciepły i suchy region wierzchowiny odsłoniętej*, o nasłonecznieniu około 100%. Zajęty jest głównie pod uprawę roli, w związku z czym w sezonie wegetacyjnym wytwarza się mozaika odmian mikroklimatów, zmienna z roku na rok w zależności od rodzaju uprawy. Inny mikroklimat wytwarzają łąny zbóż, inny zagony roślin okopowych, jeszcze inny łąki i pastwiska.

Ponieważ te ostatnie zbiorowiska są najbardziej stałe, a równocześnie ich skrawki wchodzą w obszar OPN, przeto zdecydowałem się na przeprowadzenie charakterystyki mikroklimatu wierzchowiny otwartej na przykładzie pastwiska.

Temperatury średnie dobowe są tu dość wysokie, a amplitudy znaczne. W porównaniu z łąką w dolinie Sąspówki temperatury średnie w okresie pogodnym są o około 2,5°C wyższe (minimalne o 2,0°). Przy niektórych sytuacjach pogodowych dzięki inwersji różnice dochodzą do 5–6°C. Średnie temperatury gleby są tutaj w porównaniu z łąką o 2–3°C wyższe.

Wilgotność powietrza na wysokości 150 cm jest niewielka (średnia z dni pogodnych wynosi 66%), natomiast w najniższej warstwie powietrza ze względu na tworzenie się rosy znacznie wyższa (82%).

Pokrywa śnieżna na wierzchowinie odsłoniętej topnieje o 2–3 tygodni wcześniej niż w dnach dolin.

II 1 c. *Względnie chłodny i wilgotny wierzchowiny zalesionej*, mimo podobnych warunków insolacyjnych w strefie koron, jak region poprzedni, posiada niższe temperatury średnie niż w terenie odsłoniętym (Kostin 1948; Krečmer 1956, 1960, Jaworski 1962).

W okresie pogodnym różnice wynoszą 0,2–1,6°C. Wpływ szaty roślinnej wykształconej w postaci borów mieszanych przejawia się również dwukrotnie mniejszymi amplitudami dobowymi (na pastwisku 21,0°C, w lesie 11,8°C) wynikającymi z niższych temperatur maksymalnych (o 6,0°C), a wyższych minimalnych (o 3,2°C).

Temperatury gleby w lesie są niższe o około 2°C niż na pastwisku. Znacznie wyższa jest natomiast wilgotność powietrza (o 6–8%). W związku z niskimi temperaturami maksymalnymi oraz mniejszą prędkością wiatru a większą wilgotnością powietrza śnieg leży w lesie o 5–7 dni dłużej niż na pastwisku, mimo iż w ciągu zimy pokrywa śnieżna jest tu cieńsza wskutek osadzania się okiści na koronach drzew szpilkowych. Przyczyną dłuższego zalegania śniegu w borach jest też ocienienie dna lasu oraz zmniejszone parowanie spowodowane niższymi wartościami niedosytów wilgotności.

W obrębie subregionu zbcocy o wystawie wschodniej i zachodniej, odznaczającego się dużymi kontrastami termicznymi, wyróżniłem następujące regiony mikroklimatyczne:

II 2 d. *Ciepły i suchy region skał o ekspozycji wschodniej i zachodniej*, o bardzo dużych kontrastach mikroklimatycznych predysponowanych głównie mikrorzeźbą. Występujące ze zboczy skały w postaci „grzebieni” i „ostróg” posiadają liczne szczeliny, ściany o przeciwstawnych ekspozycjach, półki skalne itp., co wpływa na bardzo urozmaicony rozkład insolacji, bilansu cieplnego, wilgotności, pokrywy śnieżnej i szaty roślinnej.

W związku z tym region ten cechuje duża zmienność elementów mikroklimatycznych na niewielkiej powierzchni. Przytoczone w tabeli XXXII dane liczbowe uzyskałem z pomiarów prowadzonych na skałce wystającej ze zbocza o ekspozycji wschodniej, pokrytej w miejscu wykonywania pomiarów płatem zubożalej murawy kserotermicznej.

Średnie dobowe temperatury i wilgotność powietrza niewiele odbiegają od danych dla wierzchowiny odsłoniętej. Temperatury maksymalne i minimalne ulegają jednak dużemu urozmaiceniu w obrębie skał zboczy zachodnich. Badania prowadzone nad zróżnicowaniem termicznym i wilgotnościowym kompleksu skalnego „Czyżówki” (Klein, rkps) wykazały, że rozpiętości tych elementów osiągają wartości skrajnych typowych dla całego obszaru Parku.

Pokrywa śnieżna w tym regionie nie utrzymuje się długo, jedynie w głębokich szczelinach lub miejscach ocienionych pod skałami małe płyty śniegu mogą leżeć do wiosny.

Bardzo zróżnicowana jest szata roślinna takich skał — w niedalekiej odległości od siebie rosną gatunki kserotermiczne i górskie.

II 2 e. *Umiarkowanie ciepły i suchy region wyższych partii zboczy o ekspozycji wschodniej i zachodniej* posiada nieco większy stopień nasłonecznienia niż wierzchowina (około 110%) i porośnięty jest głównie zbiorowiskami zaroślowymi lub — w górnych partiach — borami mieszanymi. Średnie dobowe temperatury powietrza są tutaj o 0,2—0,7°C niższe niż w wyższych partiach zboczy południowych. Temperatury maksymalne z wszystkich pomiarów wykazują wartość niższą o 4,3°C, co przy niższych o 0,3°C temperaturach minimalnych daje mniejsze amplitudy dobowe o 4°C.

Wilgotność względna powietrza jest o około 3% wyższa niż w przywierzchowinowych partiach zboczy południowych, a niedosyty są o 0,5 mb niższe.

Pokrywa śnieżna zanika tylko o 2 dni później niż w porównywanych zboczach o ekspozycji południowej.

II 2 f. *Umiarkowanie chłodny i umiarkowanie wilgotny region niższych partii zboczy o ekspozycji wschodniej i zachodniej*, zajmujący miejsca pomiędzy grzędami skał, jest w dużym stopniu zacieniany przez nie w godzinach południowych bądź przez przeciwległe zbocza w godzinach porannych i wieczornych.

Temperatury powietrza mierzone w południe są w tym regionie niższe o 0,2—0,6°C, a amplitudy dobowe wyższe niż w wyższych partiach tych zboczy. W związku z położeniem w strefie inwersyjnej wilgotność względna

powietrza jest tu wyższa o 5—7%, a niedosyty o 1,3—3,5 mb niższe. Takie stosunki mikroklimatyczne znajdują odbicie w szacie roślinnej — rosnące tutaj grądy zawierają w składzie gatunkowym roślin runa sporą domieszkę gatunków górskich.

Pokrywa śnieżna topnieje bardzo nierównomiernie — w miejscach o korzystniejszej insolacji prawie równocześnie z wyższymi partiami zboczy, natomiast pod ocienionymi skałami, gdzie śnieg zalega grubą warstwą — do 2 tygodni dłużej.

II 2 g. *Chłodny i wilgotny region wąwozów i wciosów*, ze względu na niekorzystne warunki oświetleniowe (80—90%), a także wieczorne sploty chłodnego powietrza, posiada niższe temperatury od otaczających zboczy (w godzinach południowych, przy słonecznej pogodzie w Wąwozie Ciasne Skalki zanotowano w dniu 7 lipca 1967 r. temperatury niższe o 0,5°C niż na zboczu o ekspozycji wschodniej otaczającym wąwóz).

Zacienienie wąwozu przejawia się również o 1,6°C niższą temperaturą maksymalną. W wyniku splotu chłodnego powietrza w dnach wąwozów obserwujemy większe spadki (o 0,6°C) niż na zboczach. Amplitudy dobowe są tu mniejsze niż w przydennych partiach zboczy wschodnich i zachodnich, głównie dzięki niższym temperaturom maksymalnym.

Duży stopień zacienienia i zacisżność den wąwozów sprawia, że powietrze posiada stosunkowo dużą wilgotność. Takie warunki sprzyjają wegetacji roślin rosnących również na zboczach północnych: czartawie drobnej, kokoryczy pustej czy niecierpka pospolitego.

O niskich temperaturach i dużej wilgotności może też świadczyć bardzo długi okres zalegania pokrywy śnieżnej.

W niekorzystnych warunkach insolacyjnych kształtują się mikroklimaty zboczy o ekspozycji północnej, grupujące się w następujących regionach:

III a. *Bardzo chłodny i bardzo wilgotny region pod silnie ocienionymi skałami*, gdzie nasłonecznienie wynosi poniżej 85%, a temperatury maksymalne są najniższe. Średnie maksymalne temperatury za cały okres wykazują wartości niższe o 11,8°C niż na skałce z murawą kserotermiczną, będącą krańcowym przeciwstawieniem tego regionu. Średnie wartości tych temperatur z dni pogodnych są niższe aż o 23,3°C. Temperatury minimalne ze względu na wpływ lasu są jednak o 1,5—2,5°C wyższe niż na skałce. W związku z tym istnieje w tym regionie mała amplituda temperatur (przeszło 3-krotnie mniejsza niż na skałce z murawą kserotermiczną). Występują tu najniższe średnie dobowe temperatury i najwyższa wilgotność wyjąwszy regiony den dolinnych.

Również bardzo niskie są tutaj temperatury gleby (tab. XXXII). W takich warunkach mikroklimatycznych wykształcił się ceniolubny zespół lasu jaworowego z jęczmikiem, tutaj też obserwuje się największe zgrupowanie górskich gatunków roślin (ponad 13 gatunków) znajdujących podobne warunki ekologiczne jak w górach.

O bardzo chłodnym i bardzo wilgotnym klimacie tego regionu może świadczyć fakt najdłuższego zalegania pokrywy śnieżnej (o 24 dni dłużej niż na zboczach południowych).

III b. *Chłodny i bardzo wilgotny region wąwozów i wciósów*, również kształtuje swój mikroklimat przy niekorzystnej ilości promieniowania słonecznego (ryc. 3). Odznacza się nieco wyższymi temperaturami powietrza i większymi amplitudami niż poprzedni. Wilgotność powietrza jest bardzo duża. Charakterystyczne dla tego regionu są najwcześniej rozpoczynające się wieczorne sploty chłodnego powietrza ku dolinom. Bardzo często wychłodzone w godzinach nocnych powietrze stagnuje tu aż do godzin południowych.

Obserwuje się tu również maksymalne nagromadzenie górskich gatunków roślin, z których przetacznik górski występuje prawie wyłącznie w tym regionie. Na wiosnę śnieg leży tu bardzo długo, zaledwie parę dni krócej niż w regionie opisanym wyżej.

III c. *Chłodny i wilgotny region zboczy w strefie inwersyjnej*, posiada nieco lepsze, lecz również bardzo małe nasłonecznienie (80—90%), co wpływa na kształtowanie się niskich temperatur powietrza i dużej wilgotności. Świadczyć o tym mogą zbiorowiska roślinne wykształcone w postaci żyznych buczyn i wilgotnych grądów, ze sporą domieszką gatunków górskich w runie.

Na podstawie wykonanych w dniu 7 VII 1967 pomiarów można sądzić, że panują tu temperatury o 1,6—1,8°C niższe niż w grądzie na zboczu przeciwnym. Temperatura maksymalna była o 2°C niższa, i o tyle zmniejszyła się amplituda temperatur skrajnych.

Wilgotność względna powietrza była na wysokości 150 cm wyższa, o 8%, a niedosyt wilgotności niższy o 2,9 mb. Topnienie pokrywy śnieżnej na wiosnę wyraźnie wskazuje granicę między zboczem pozostającym pod wpływem inwersji termicznych (gdzie zalega jeszcze zwarta pokrywa śnieżna) a ponadinwersyjnym, gdzie leżą już tylko resztki płatów śniegu.

III d. *Umiarkowanie chłodny i umiarkowanie wilgotny region skał*, wystających ponad korony drzew i pokrytych zbiorowiskami mszaków, zajmuje miejsca o niekorzystnych warunkach insolacyjnych, spowodowanych ocienieniem przez wysokie zbocza. Średnie wartości z dni pogodnych wskazują na niskie temperatury maksymalne tego regionu (16,9°C) i stosunkowo wysokie minimalne (8,0°C), wpływające na niewysokie amplitudy dobowe (8,9°C) w porównaniu ze skałką zbocza przeciwnego (region I a), gdzie temperatury maksymalne są wyższe o 22,0°C, minimalne niższe o 3,9°C, a amplitudy większe o 25,9°C.

Wilgotność powietrza w tym regionie jest znacznie niższa niż w wąwozach i wciósach czy przydennych partiach zboczy, a w przypadku najwilgotniejszego na tym zboczu regionu III a, jest niższa o 10% (niedosyty wyższe o 2 mb). Wpływa na to przede wszystkim wystawienie skał na wysuszającą działalność wiatru, a także brak grubszej warstwy gleby, która mogłaby gromadzić wodę

opadową (w przeważającej ilości woda opadowa spływa po skale i tylko częściowo jest zatrzymywana przez poduchy mchów).

Śnieg nie utrzymuje się tu zbyt długo, gdyż jest zdmuchiwany przez wiatr lub wyparowuje.

III e. *Umiarkowanie ciepły i umiarkowanie wilgotny region wyższych partii zboczy*, odznacza się najwyższymi temperaturami średnimi spośród wszystkich regionów zboczy północnych, niższymi w porównaniu z ponadinwersyjnymi partiami zboczy przeciwległych zaledwie o 0,2—0,5°C. Znacznie niższe są tu natomiast temperatury maksymalne, średnio o 13,5°. Dzięki dużej zwartości koron buków nocne ochłodzenie przez wypromieniowanie jest ograniczone, a położenie powyżej strefy inwersyjnej kształtuje temperatury minimalne wyższe od zboczy przeciwległych, gdzie rozrzedzony drzewostan jodłowy ochładza się o 1,4°C więcej. W tym regionie występują najniższe na całym obszarze Parku amplitudy dobowe temperatur (5,1°C z wszystkich pomiarów i 6,2°C z dni pogodnych).

Wilgotność powietrza jest nieco wyższa niż po stronie południowej, a pokrywa śnieżna wykształcona w postaci grubej i równomiernie rozmieszczonej warstwy zalega tu o 8—10 dni dłużej.

W obrębie den dolinnych wydzieliłem następujące regiony mikroklimatyczne:

IV a. *Bardzo zimny i bardzo wilgotny region den dolin o przebiegu E—W*, o najmniej korzystnych warunkach insolacyjnych panujących tu ze względu na zacienienie przez zbocza, długo utrzymującej się inwersji temperatur i związanych z nią mgieł.

Występują tu najniższe w skali całego Parku temperatury średnie (w porównaniu z wierzchowiną odsłoniętą niższe o 2,3—2,7°C) i najniższe minimalne (średnio o 2°C niższe niż na pastwisku). Amplitudy temperatur przekraczają 20°C, a wilgotność waha się w granicach 80—92% w dniach pogodnych i 88—96% jako wartość średnia z wszystkich pomiarów.

Temperatury gleby są również najniższe z wszystkich regionów. W okresie zimy zalega tu bardzo gruba warstwa śniegu, utrzymująca się jeszcze w chwili, gdy na zboczu południowym kwitną przylaszczki.

O surowości mikroklimatu tego regionu może świadczyć szata roślinna. Wykształcone tu zbiorowiska łąkowe zawierają w swoim składzie florystycznym liczne gatunki górskich przywrotników.

IV b. *Zimny i wilgotny region den dolinnych o przebiegu N—S*, który dzięki korzystniejszej insolacji w godzinach południowych charakteryzują wysokie temperatury maksymalne i wyższe o 0,5°C od poprzedniego średnie temperatury dobowe. Wyższe o około 2°C są tu również temperatury gleby. Dobowy przebieg temperatur powietrza w tym regionie wykazuje wyższe o 2°C amplitudy.

Wilgotność powietrza jest nieco mniejsza niż w dolinach o przebiegu

E — W, a pokrywa śnieżna zalega w zimie warstwą cieńszą i zanika o kilka dni wcześniej.

IV c. *Zimny i uniarkowanie wilgotny region den dolinnych, w miejscach o korzystniejszej insolacji*, gdzie doliny ulegają rozszerzeniu, a wysokość zboczy znacznie maleje. W znacznej mierze jest zajęty pod uprawy rolne. W wykonanych w dniu 7 lipca 1967 r. pomiarach na kartoflisku obok kompleksu skalnego „Czyżówki” w dolinie Prądnika stwierdzono w przyziemnej warstwie powietrza temperatury wyższe o 0,6—1,1°C niż na łące regionu IVb.

Niższa również była wilgotność powietrza. O korzystniejszych warunkach mikroklimatycznych tego regionu świadczyć może również fakt, że pokrywa śnieżna zalega tu najcieńszą warstwą spośród innych regionów den dolin i nawet w pełni zimy może ulec lokalnemu wytopieniu.

V. Zakończenie

1. Stosunki mezo- i mikroklimatyczne OPN kształtują się pod wpływem silnie zróżnicowanej rzeźby terenu i związanych z nią ekspozycji przy deniwelacjach wynoszących około 100 m na niewielkiej przestrzeni. W krajobrazie przejawia się to m. in. olbrzymią mozaikowością zespołów roślinnych o odmiennych wymogach ekologicznych.

2. Bardzo silnie powiązane z rzeźbą jest nasłonecznienie terenu (ryc. 3), warunkujące kształtowanie się reżimu termicznego i wilgotnościowego.

3. Stosunki termiczne, ściśle uzależnione od rzeźby terenu, wykazują zdecydowanie inwersyjny charakter. O ile średnia roczna temperatura powietrza na wierzchowinie wynosi 7,5°C, a na zboczu o ekspozycji północnej 6,6°C, to w dnie doliny Sąspówki zaledwie 5,4°C. Takie zróżnicowanie średnich rocznych temperatur pociąga za sobą w konsekwencji silne zróżnicowanie prawie wszystkich elementów i wskaźników klimatu (Romer 1950).

4. Na terenie OPN wyraźnie zaznacza się zaostrzenie klimatu (i zwiększenie się kontrastów klimatycznych) w miarę zbliżania ku dnom dolin. Przejawia się to m. in. zwiększaniem dobowych i rocznych amplitud temperatury, zwiększeniem liczby dni bardzo mroźnych, mroźnych i przymrozkowych a równocześnie upalnych, skróceniem w dnach dolin o 45 dni pory letniej a wydłużeniem o 21 dni pory zimowej, skróceniem o 60 dni okresu bezprzymrozkowego, itd.

5. Opady atmosferyczne wykazują silne zróżnicowanie przestrzenne. Najwięcej otrzymuje ich zbocze o wystawie północnej (830,1 mm) oraz wierzchowina (824 mm). Pozostające w strefie cienia opadowego dna dolin otrzymują znacznie mniejsze sumy opadów — szeroka dolina Prądnika ma ich rocznie 773,2 mm, a wąska i bardziej kręta dolina Sąspówki zaledwie 748,7 mm.

6. Pokrywa śnieżna wykazuje dużą zależność od rzeźby i związanego z nią nasłonecznienia. Pomijając zbocza południowe, gdzie nawet w pełni

zimy ulega często wytopieniu, najkrócej utrzymuje się ona na wierzchowinie (jako tzw. trwała pokrywa — przeciętnie około 60 dni w roku), na zboczach północnych trwa już 100 dni, a w dolinie Sąspówki 106 dni.

7. Wilgotność powietrza wykazuje duże podobieństwo do warunków górskich. Przejawia się to wyraźnym zmniejszeniem wilgotności względnej w okresie lata (Hess 1965a) jak również niskimi niedosytami wilgotności podobnymi do obserwowanych w górach (Szymkiewicz 1923).

8. Silne zróżnicowanie klimatyczne na stosunkowo niewielkiej przestrzeni znajduje odbicie w regionach mezo- i mikroklimatycznych. Ogółem wyróżniono na badanym terenie 4 regiony mezoklimatyczne (jeden z 2 subregionami) oraz 20 regionów mikroklimatycznych (tab. XXXII), odznaczających się wyraźnie swoją odmiennością.

9. O dużych kontrastach mikroklimatycznych panujących między różnymi zbiorowiskami roślinnymi mogą świadczyć wyliczone zależności funkcyjne dotyczące kształtowania się temperatur powietrza w ich wnętrzu (porównaj ryc. 37—39).

10. W tak silnie zróżnicowanym pod względem mikroklimatycznym terenie możliwe jest występowanie zarówno roślinności kserotermicznej, mającej swoje centra rozprzestrzenienia na południu Europy, jak również (w niedalekiej od nich odległości) roślinności górskiej, porastającej wyróżnione przez Hessa (1965a) piętra klimatyczne chłodne, a nawet bardzo chłodne.

11. Dzięki silnym kontrastom mikroklimatycznym, na terenie OPN mogły się również zachować formy reliktowe drobnych zwierząt (np. skoczogonek), pochodzących z różnych okresów wahań klimatycznych — zarówno ciepłych, jak i zimnych — a żyjące obecnie na północy (w Skandynawii, na Grenlandii czy Jan Mayenie) lub południu (Jugosławia, Portugalia, Maroko).

12. Sądzę, że cel, jaki postawiłem sobie na początku niniejszej pracy, został — przynajmniej w pewnym stopniu — osiągnięty, a jej rezultaty dadzą podstawę do dalszych badań naukowych prowadzonych na terenie Parku. Wydaje się również, że może ona przyczynić się do racjonalnego zagospodarowania Ojcowskiego Parku Narodowego, tego pięknego i godnego ze wszech miar ochrony zakątka naszego kraju.

PIŚMIENICTWO

Alexandrowicz S. W., Wilk Z. 1962. Budowa geologiczna i źródła doliny Prądnika w Ojcowskim Parku Narodowym (Geologic structure and springs of the Prądnik river valley in the Ojców National Park). *Ochr. Przyr.* 28: 187—208.

Baumgartner A. 1961. Die Lufttemperatur als Standortfaktor am Gr. Falkenstein. *Mitt. Forstwiss.* 80: 107—120.

Baumgartner A. 1968a. Wymiana ciepła gleby i roślin. W: Ochrona roślin uprawnych przed mrozem. Państw. Wydawn. Roln. i Leśne, T. I: 47—118. Warszawa.

Baumgartner A. 1968b. Wpływ terenu na uwarstwienie i ruch zimnego powietrza w nocy. W: Ochrona roślin uprawnych przed mrozem. Państw. Wydawn. Roln. i Leśne, T. I: 119—168. Warszawa.

Bliss L. C. 1966. Plant productivity in alpine microenvironments on Mt. Washington, New Hampshire. *Ecological Monogr.* 36, 2: 125—155.

Brádka J. 1967. Vliv orografie na srazky při povodnových situacích ve Slezsku. *Sborník TANAP* 10: 183—190.

Braun-Blanquet J. 1964. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. Springer-Verlag, Wien — New York.

Chomicz K. 1953. O pokrywie śnieżnej w Karpatach (La couverture de neige dans les Carpathes). *Przegl. meteor. i hydrol.* 6, 1—2: 16—29.

Chromow S. P. (Chromov S. P.). 1964. Klimat, makroklimat, klimat lokalny, mikroklimat (tłum. z ros.). *Przegl. zagr. literat. geogr.* 2: 21—51.

Czopek M. 1971. Metody pomiaru promieniowania fotosyntetycznie czynnego (Methods of measurement of photosynthetically active radiation). *Wiad. ekol.* 17: 30—52.

Ermich K. 1957. Próba określenia udziału tzw. opadów poziomych w obiegu wody w przyrodzie. Pol. Tow. Leśne. Warszawa.

Ermich K. 1961. Przyczynek do znajomości warunków mikroklimatycznych w zbiorowiskach roślinnych na Babiej Górze (Beitrag zur Kenntniss der mikroklimatischen Verhältnisse in der Pflanzenwelt von Babia Góra). *Ekol. pol. ser. B*, 7, 1: 23—32.

Ermich K. 1962. Stosunki fitoklimatyczne na górnej granicy lasu i w piętrze kosodrzewiny w Tatrach, cz. I. Warunki termiczne (Phytoclimatic conditions at the upper forest limit in the mountain-pine zone in the Tatra Mountains, Part I. Thermic relations). *Acta agr. et silv.* 2: 117—159.

Geiger R. 1961. Das Klima der bodennachen Luftschicht. Braunschweig.

Golcberg J. A. 1967. Rajonirovanije territorij SSSR po osnovnym faktorom opricdielajuščim osobienności mikroklimata. Mikroklimat SSSR, Leningrad.

Gumiński R. 1948. Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce. *Przegl. meteor. i hydrol.* 1: 1—20.

Gumiński R. 1951. Meteorologia i klimatologia dla rolników. Państw. Wyd. Roln. i Leśne. Warszawa.

Hess M. 1962. Wpływ pokrywy śnieżnej i lodowej na bilans promieniowania i mikroklimat gór (Influence of snow and ice cover upon the radiation balance and the microclimate of Mountains). *Zesz. nauk. UJ, Prace IG* 27: 1—159.

Hess M. 1965a. Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich (Vertical climatic zones in the Polish Western Carpathians). *Zesz. nauk. UJ, Prace IG* 33: 1—276.

Hess M. 1965b. Klimat województwa krakowskiego. W: Rozwój ekonomiczny regionu krakowskiego w dwudziestolecie Polski Ludowej. *Prace Komis. Nauk Ekonom.* 7: 146—157. Kraków.

Hess M. 1966a. O mezoklimacie wklęsłych i wypukłych form terenowych w Polsce Południowej (On mesoclimate of convex and concave landforms in South Poland). *Przegl. geofiz.* 11 (19), 1: 23—35.

Hess M. 1966b. Znaczenie średniej temperatury roku dla poznania warunków klimatycznych (na przykładzie Karpat Zachodnich) (Significance of mean annual temperature in recognizing climatic conditions). *Przegl. geogr.* 38, 1: 17—41.

Hess M. 1968. Nowa metoda poznania warunków klimatycznych w regionach górskich (na przykładzie Karpat Zachodnich). *Geogr. polon.* 13: 57—78.

Ivanov N. N. 1948. Landšaftno-klimatičeskije zony zemnovo šara. Zapiski WGO, seria nowa 1. Leningrad.

Jaworski J. 1962. Mikroklimat i klimat lokalny okresu letniego w terenach zadrzewionych (Das Mikro- und Lokalklima windgeschützter Gebiete im Sommer). *Ekol. pol. ser. A*, 10, 13: 325—373.

Jelenkin A. 1901. Flora Ojcowskiej Doliny. Tip. Varš. Učebn. Okruga. Warszawa.

Klein J. 1967a. Powiązanie między pokrywą śnieżną a zbiorowiskami roślinnymi w Ojcowskim Parku Narodowym (Correlation between the snow cover and plant communities in the Ojców National Park). *Fragm. flor. et geobot.* 13, 1: 77—100.

Klein J. 1967b. Charakterystyka badanych powierzchni na tle warunków mezoklimatycznych Ojcowa (The phytoclimatic character of the investigated plots in relation to mesoclimatic conditions of Ojców). W: *Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym. Studia Naturae ser. A*, 1: 25—47.

Klein J. 1970. Mezo- i mikroklimat Ojcowskiego Parku Narodowego (rozprawa doktorska). Rkps. Biblioteka Jagiellońska. Kraków.

Klein J., Niedźwiedz T., Szttyler A. 1966. Badania mikroklimatyczne na terenie Ojcowskiego Parku Narodowego (Microclimatologic investigation in the Ojców National Park). *Ochr. Przyr.* 31: 189—201.

Koch H. G. 1961. Die wärme Hangzone. Neue Anschauungen zur nächtlichen Kaltluftschichtung in Tälern und an Hängen. *Zeitschr. für Meteorol.* 15: 151—171.

Kondracki J. 1937. Skutki ulewy w dniu 22 V 1937 w dolinie Prądnika (Effects de l'averse du 22 mai 1937 dans la vallée du Prądnik). *Przegl. geogr.* 16: 161—165.

Kosiba A. 1949. Częstość szaty śnieżnej na ziemiach śląskich. *Prace Wrocl. Tow. Nauk. ser. B*, 21. Wrocław.

Kostin S. J. 1948. Vlijanie lesa na klimat v uslovijach Voronežskoj oblasti. *Trudy Voronežsk. Lesochoz. Instituta*, 10.

Kostrakiewicz L. 1967. Nomogram do obliczania średnich rocznych sum opadowych w Karpatach Polskich poniżej poziomu inwersji (A nomogram for calculating mean annual totals of precipitation in the Polish Carpathians below the level of inversion). *Probl. Zagosp. Ziem gór.* 2: 129—146.

Kovacs M. 1966. Die Wirkung der Geomorphologischen-, Mikroklimatischen- und Bodenfaktoren auf die Entwicklung des Standortes der Azidophilen Wäldern im Matra-Gebirge. *Acta botan. Acad. Hungarica*, 12: 293—324.

Kowalski K. 1951. Jaskinie Polski. Cz. I. Państw. Muzeum Archeolog. Warszawa.

Krečmer V. 1956. Klimaticka funkce lesu (ze zretelem k otázkám vodohospodárskym). Sbornik dokumentu III. celost. hydrometeorologická Konferenc 1954. Praha.

Krečmer V. 1960. Prispěvek k poznání mesoklimatu polan. *Meteorol. zprávy* 13: 8—18.

Kuźmin P. P. 1957. Fizičeskije svojstva sniežnovo pokrova. Gidrometcoizdat, Leningrad.

Lundegårdh H. 1957. Klima und Boden. Jena.

Mackiewicz M. 1953. Rozkład przestrzenny insolacji w Polsce (The space distribution of insolation in Poland). *Przegl. meteor. i hydrol.* 7, 1—2: 5—15.

Medwecka-Kornaś A. (Red.) 1967. *Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym (Ecosystem Studies in a Beech Forest and Meadow in the Ojców National Park). Studia Naturae ser. A*, 1.

Medwecka-Kornaś A., Kornaś J. 1963. Mapa zbiorowisk roślinnych Ojcowskiego Parku Narodowego (The vegetation map of the Ojców National Park). *Ochr. Przyr.* 29: 2—87.

Michalczewski J. 1960. Powtarzalność typów pogody na obszarze Górnego Śląska (Repeatability of weather types in the Upper Silesian region). *Przegl. geofiz.* 5: 199—210.

Michalik S. (rkps). Charakterystyka ekologiczna flory Ojcowskiego Parku Narodowego.

Michna E. 1961. Pomiary parowania wzdłuż profili poprzecznych doliny Sanu (w okolicy Przemyśla). Cz. I. (Mesurages de l'évaporation le long des profils transversaux de la vallée de San, aux environs de Przemyśl. I^e partie). *Annales UMCS ser. B*, 6: 257—288.

Molga M. 1965. Lokalizacja, rozkład czasowy i struktura opadów gradowych w Polsce (Dislocation, Timing and the Structure of Hail Precipitation in Poland). *Rocz. Nauk roln. ser. A*, 90, 2: 163—189.

Myczkowski S. 1955. Ekologia zespołów leśnych Tatr polskich ze szczególnym uwzględnieniem jej związku z pokrywą śnieżną (Ecology of the forest associations in the Polish Tatra Mountains with a special consideration with the snow cover). *Ochr. Przyr.* 23: 112—203.

Myczkowski S. 1967. Skład florystyczny i produktywność roślinności drzewiastej płatu

Fagetum carpaticum (Floristic composition, structure and productivity of woody plants in a beech stand *Fagetum carpaticum*). W: Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym. *Studia Naturae* ser. A, 1: 61—93.

Nerpin S. V., Čudnovskij A. F. 1967. Fizika počvy. Nauka. Moskwa.

Niedźwiedz T. 1968. Częstość występowania układów barycznych, mas powietrza i frontów atmosferycznych nad polskimi Karpatami Zachodnimi (Frequency of occurrence of baric configurations, air masses and atmospheric fronts above the Polish Western Carpathians). *Przegl. geogr.* 40, 2: 473—478.

Niedźwiedz T. 1969. Sytuacje baryczne w Polsce południowej i ich wpływ na niektóre elementy klimatu (Synoptic weather situations in Southern Poland and their effect on some elements of the climate). *Zesz. nauk. UJ, Prace IG* 25: 63—98.

Obrębska-Starkłowa B. 1969. Stosunki mikroklimatyczne na pograniczu pęter leśnych i pól uprawnych w Gorcach (Microclimatic conditions on the Border of Forest Belts and Arable Land in the Gorce Mts.). *Zesz. nauk. UJ, Prace IG* 23: 1—143.

Obrębska-Starkłowa B. 1970. Mезoklimat zlewni potoków Jaszczce i Jamne (The meso-climate of the Jaszczce i Jamne drainage areas). *Studia Naturae* ser. A, 3: 7—100.

Okołowicz W. 1968. Pochodne pojęcia „klimat” i ich skala (Derivatives of notion „climate” and their scale). *Przegl. geogr.* 40, 2: 463—466.

Radomski Cz. 1962. Studia nad rozkładem opadów w terenie pagórkowatym (Studien über die Verteilung der Niederschläge in einem Hügelland). *Ekol. pol.* ser. A, 10, 3: 45—71.

Radomski Cz. 1963a. Studia nad metodą pomiaru opadów na stokach terenów pagórkowatych (Studies on the method of measurements of precipitations on slopes of a hilly area). *Rocz. Nauk roln. i leśn.* ser. F, 75, 4: 683—709.

Radomski Cz. 1963b. O opadach rosy i mgły na wzgórzu (On dew and fog falls on a hill). *Rocz. Nauk roln. i leśn.* ser. F, 75, 4: 719—729.

Richter G. D. 1954. Snežnyj pokrov i jevo rol' w narodnom chozjajstvie. *Priroda* 11: 24—32.

Romer E. 1913. O wpływie lasów na klimat i wody gruntowe (L'influence des forêts sur le climat et les eaux souterraines). *Kosmos* 38: 1573—1607.

Romer E. 1949a. Regiony klimatyczne Polski. *Prace Wrocl. Tow. Nauk.* ser. B, 6: 453—472.

Romer E. 1949b. Okresy gospodarcze w Polsce. *Prace Wrocl. Tow. Nauk.* ser. B, 20.

Romer E. 1950. Rehabilitacja średniej wartości temperatury roku (Rehabilitation de la valeur annuelle moyenne de la température). *Przegl. geogr.* 22: 213—224.

Schmuck A. 1953. Stopień uwilgocenia w Polsce w latach 1948—1951 (Degree of moistening in Poland in 1948—1951). *Przegl. meteor. i hydrol.* 5, 3—4: 24—31.

Schmuck A. 1959. Zarys klimatologii Polski. Państw. Wydawn. Nauk. Warszawa.

Schmuck A. 1961. Regiony termiczne Polski (Thermal regions in Poland). *Czas. geogr.* 32, 1: 17—30.

Schmuck A. 1965. Regiony pluwiotermiczne w Polsce (Pluviothermal regions in Poland). *Czas. geogr.* 36, 3: 239—244.

Sokołowski A. 1960. Zmienność pozioma temperatur powietrza w zespołach leśnych Białowieskiego Parku Narodowego (Über die horizontale Variabilität der Lufttemperatur in Waldgesellschaften). *Ekol. pol.* 8, 1: 65—84.

Sienz E. 1952. Zachmurzenie Polski (Cloudiness in Poland). *Przegl. meteor. i hydrol.* 5, 1—2: 69—81.

Stopa M. 1965. Podział Polski na regiony burzowe (Division of Poland into storm regions). *Przegl. geogr.* 37, 4: 659—668.

Strużka V. 1959. Metody badań bioklimatycznych (Metody bioklimatycznych pruzkumu). *Przegl. zagr. Lit. geogr., Zagadnienia klimatologii* 3: 170—195.

Szafer W. 1964. Ogólna geografia roślin. Warszawa.

Szczytycki A. 1967. Fauna of the springtails (Collembola) of the Ojców National Park in Poland. *Acta zool. crac.* 12, 10: 219—280.

Šulgin A. M. 1957. Temperaturnyj režim počvy. Gidrometeorizdat. Leningrad.

Šulgin A. M. 1967. Klimat počvy i jevo regulirovanije. Gidrometeorizdat. Leningrad.

Szymkiewicz D. 1923. Études climatologiques. I. Comment caractériser l'humidité de l'air? II. Quel climat est le plus humide pour les végétaux? III. Sur le climat locale de la vallée d'Ojców. *Acta Soc. Botan. Pol.* 1, 4: 244—262.

Szymkiewicz D. 1932. Ekologia roślin. Wyd. K. S. Jakubowski. Lwów.

Warakowski W. 1963. Zachmurzenie w Polsce (Cloudiness in Poland). *Przeł. geofiz.* 8: 21—35.

Wienckiewicz G. 1952. Selskochozjajstviennaja meteorologija. Leningrad.

Wierczek E. 1958. Częstość występowania poszczególnych kierunków wiatrów dolnych w Karpatach Zachodnich, na obszarze województwa krakowskiego (La fréquence de la direction des vents bas dans les Carpathes occidentaux, de Département de Cracovie). *Przeł. geofiz.* 3, 3—4: 229—234.

Woronow A. G. Geobotanika. Vyssaja Škola. Moskwa.

Zacharova A. F. 1959. Radiacjonnyj režim severnych i jużnych sklonov v zavisimosti ot geografičeskoj širotы. *Uč. Zapiski LGU ser. geograf. nauk* 13, Leningrad.

SUMMARY

I. Introduction

1. Outlines of the problem

Due to its situation near Cracow, the great scientific centre, the Ojców National Park is of importance to science and education. The great variety of elements and forms of both its inanimate and the living nature has since long roused the interest of the research workers in many scientific disciplines. Unfortunately, no data have hitherto been available on the climate, an important element of the geographic environment, and this painful lack was emphasized in numerous papers which indicated the necessity for an elaboration of that problem.

Partial microclimatic measurements were carried out there by botanists (Jelenkin 1901, Szymkiewicz 1923). Several series of measurements were also performed in the Ojców National Park by the Circle of Geographers of the Jagiellonian University (Klein, Niedźwiedź, Sztylec 1966).

There prevail in that territory very interesting microclimatic conditions entailing the occurrence of numerous xerophilous plant species which have their centres of distribution in southern Europe, while in their near vicinity there grow mountain plants which live in the Carpathian Mtns. in the vertical zones distinguished by Hess (1965a) as cool and very cool.

Similar examples may be quoted from the animal world (Szeptycki 1967). Numerous species of the springtails (*Collembola*) have survived there as relic forms from various periods of climatic oscillations, both warm and cold. Thus, beside the species which now live in Scandinavia, Greenland and on Jan Mayen island there also are encountered in that territory those now occurring in Yugoslavia, Portugal and Morocco.

2. Notes on the method

To characterize the mesoclimatic conditions, two stations were established, in which stationary measurements were carried on. One was situated in the Saspowska Valley, the other on a slope exposed to the north. The conditions prevailing on the top surface of the upland were recorded by the station of the State Hydro-Meteorological Institute at Biały Kościół, 3,5 km distant from Ojców.

The microclimatic conditions were studied at 14 localities at which measurements were carried out by way of going rounds. The total number of days on which measurements were executed at various types of weather in different seasons of the year was 54. In winter and spring maps

of thawing of the snow cover were drawn and the correlation studied between the snow cover and the phenomena of plant development (Klein 1967a).

3. Physiographic background

The Ojców National Park is situated in the south-eastern part of the Cracow Upland, some 20 km north-westwards of Cracow. It includes in its precincts the most beautiful part of the picturesque valley of the Prądnik stream and a considerable part of that of the Sąsówka (fig. 1).

The steep rocky slopes are 100 m high in some places. The well insulated rocks support an association of xerophilous epilithic grasslands, while on shaded rocks there occurs an association of saxicolous bryophytes (fig. 2). On south-facing slopes there thrive the thermophilous thickets, and in their lower parts lime-hornbeam forests. The north-facing slopes are overgrown with Carpathian beechwoods, and the shaded places at the foot of steep rocks with the montane association of a sycamore forest. In the valleys, remains of riverside forests have survived. Besides, there are meadows mowed for hay. The top surface of the upland is overgrown with coniferous forests, mostly mixed ones, and outside the Park there extend arable fields (Medwecka-Kornaś and Kornaś 1963).

II. Mesoclimate of the Ojców National Park

It is the solar radiation which decides to a considerable degree upon the formation of climatic conditions in the given area (table I). In a territory with a pronounced relief it is rather unevenly distributed (table II). The areal distribution of the relative insolation in the Ojców National Park is illustrated by fig. 3.

The climatic factors of circulation play an important part in the formation of weather and climate. In the Ojców National Park weather and climate originate above all under the influence of anticyclonic situations (table III) which form 52% and mainly occur at the end of summer and in autumn. Cyclonic situations only prevail in April, November and December. Air masses (table IV) and atmospheric fronts (table V) are of no lesser impact.

Thermal relations in the Ojców National Park are highly varied and subject to temporal and spatial changes. We meet here a distribution of temperature of an inversional character. This is the result of a highly varied configuration of the territory, which favours the passing of cold air masses down to the valleys and the stagnation of cooled air at the bottoms of the valleys often for several days (fig. 7). The influence of the inversions occurring almost every night is marked even in the distribution of the mean monthly and annual temperatures. While on the top surface of the upland the mean annual air temperature amounts to 7,5°C and on the north-facing slope to 6,6°C, at the bottom of the Sąsowska Valley it only is 5,4°C (table VI).

The distribution of mean and extreme temperatures in the Ojców National Park shows close functions connections and the relationship of the temperatures prevailing in the particular forms of the territory and rectilinear (figs. 4—6).

In the area of the Ojców National Park it is noticed that the climate becomes more severe and its contrasts greater as the bottoms of the valleys are approached. This is manifested among others in the increase of daily and annual amplitudes of air temperature (table VII), a higher number of days with severe frost, frost, and slight frost, as well as of that of hot days (fig. 9), a shortening of the summer period by 45 days, and an extension of the winter period by 21 days (fig. 8), a shortening of the period free of slight frost by 60 days (table XI) at the bottoms of the valleys, etc.

The precipitation regime of the area investigated is distinguished by a considerable spatial differentiation (table XIII) depending on the exposure of the territory to the winds which bring rain. The north-facing slopes and the top surface receive the greatest amount of precipitation, the former 830,1 mm, the latter 824 mm. The bottoms of the valleys remaining in the zone of the „precipitation shade” receive much smaller amounts: the broad valley of the Prądnik stream has 773,2 mm and that of the Sąsówka, narrower and meandering, as little as 748,7 mm. The functions relations of the distribution of precipitation are illustrated in fig. 13. The distribution of precipitation in the course of the year is submitted in fig. 14. Although the number of days

with precipitation is the smallest in the warm half of the year, nevertheless its totals for that period are much higher, owing mainly to the heavy rains during storms.

The snow cover (table XIV) shows close dependence on the relief and insolation of the territory. Irrespective of the south-facing slopes where it melts even in full winter, it lasts shortest on the top surface (60 days on the average). It covers the north-facing slopes for 100 days, and the shaded valley of the Saspówka for 106 days.

The Ojców National Park is situated in the zone of the greatest number of calms in Poland (Schmuck 1959). In the distribution of wind directions on the top surface (fig. 15) the greatest is the share of western (23,7%) and south-western (16,8%) winds, especially in winter. The frequency of the winds blowing from the east is comparatively great (13,6%), which occurs most often in summer and in autumn. The north (4,3%) and the south (4,8%) winds are the rarest. The wind distribution is rather interesting when represented in its daily course (fig. 16).

The humidity relationships in the Ojców National Park show close resemblance to those prevailing in the mountains. This is manifested in a pronounced decrease of the relative humidity (fig. 17) in the summer season (Hess 1965a) as well as in the low saturation deficit (fig. 18) similar as that in the mountains (Szymkiewicz 1923).

Cloudiness is an important factor of weather and climate, as it has a direct impact upon the inflow of solar energy and the shaping of the thermal balance. The mean annual cloudiness over the Ojców National Park is 6,4. The annual changeability of the character of cloudiness may be judged on the basis of fig. 20, because Michalczewski (1960) has accepted that element as the basis for his classification of the types of weather. The number of days with clear and overcast weather is connected with cloudiness (fig. 19).

III. Microclimatic conditions

The seasonal recurrence of the types of weather as well as the annual rhythm of the phenological development of plants condition the microclimatic relationships of the particular plant communities.

a. Spring. This season of the year is characterized in the Ojców National Park by considerable microclimatic contrasts resulting from the uneven melting of the snow cover. While the north-facing slopes are covered with a thick layer of snow, the opposite slopes start to support the vegetation. The liverleaves and anemones blossom (Klein 1967a), and invertebrate animals come to life. In the air layer above ground the microclimatic contrasts between these slopes amount to 30° C at noon, and the saturation deficit differs by 36,5 mb (Klein, Niedźwiedz, Szyler 1966).

Later on in spring period, when the types of overcast weather occur more often and the trees and shrubs are still leafless, the contrasts diminish (figs. 21 and 22, Table XX).

b. Summer. That season, which is distinguished by a considerable variability of the types of weather and a full development of plant communities is characterized by a great microclimatic differentiation. There occur at that time the greatest contrasts between the plant communities overgrowing the north-facing and the south-facing slopes (fig. 25). In the daily course of the temperature and humidity of the air (figs. 26 and 27) as well as in soil temperature the influence of the type of weather is marked pronouncedly. During clear weather, the microclimatic contrasts in the plant communities investigated exceed by several times those prevailing during overcast weather (table XXII).

c. Autumn. In the initial stage of that season of the year, weather is stabilized and distinguished by a great number of clear days („the golden autumn”) thanks to the predominance of anticyclonic over cyclonic centres and the small number of days with atmospheric fronts. Thermal contrasts are considerable due to the foliage preserved in full on trees (table XXIV).

About the end of autumn, weather changes its character radically under the influence of the predominating cyclonic situations (55%) and the inflow of cool, polar-marine air masses (65,7%). The cloudiness and number of days with precipitation increase („grey skies”). Microclimatic contrasts disappear (table XXV).

The conditions of temperature and air humidity prevailing in autumn in the particular plant communities are represented in figs. 29 and 30, and those of soil temperature in fig. 31. The mean

daily values recorded in plant communities during clear and overcast weather are submitted in table XXVI.

d. Winter. During that season, it is the snow cover which plays a great role, as it forms an active surface and essentially changes the physical state of the atmosphere in its lowermost layers. The uniform snowy substratum and the lack of foliage diminishes pronouncedly the microclimatic contrasts (fig. 32), the more so as in that stage of winter a considerable share of the type of densely overcast weather is observed. It is only about the end of winter, when cloudiness diminishes and the snow cover becomes differentiated (fig. 33) that sharp contrasts are marked in temperature and humidity (figs. 34—36).

The microclimatic differentiation in the winter season also proves to depend much on the type of weather (table XXVIII).

IV. Climatic regions

a. Mesoclimatic regions

The division into mesoclimatic regions was executed by the present author on the basis of an analysis of the data provided by the stations in which continuous measurements are carried out. The values for south-facing slopes were calculated by means of Hess's method (1968). As the data for the subregion of east- and west-facing slopes are lacking, the author was able to quote only approximate quantitative values assuming that the values for the particular elements and indices are intermediate between those concerning the regions of the warm south-facing and the cool north-facing slopes.

The division into regions as well as the quantitative values which characterize the units distinguished are submitted in table XXXI.

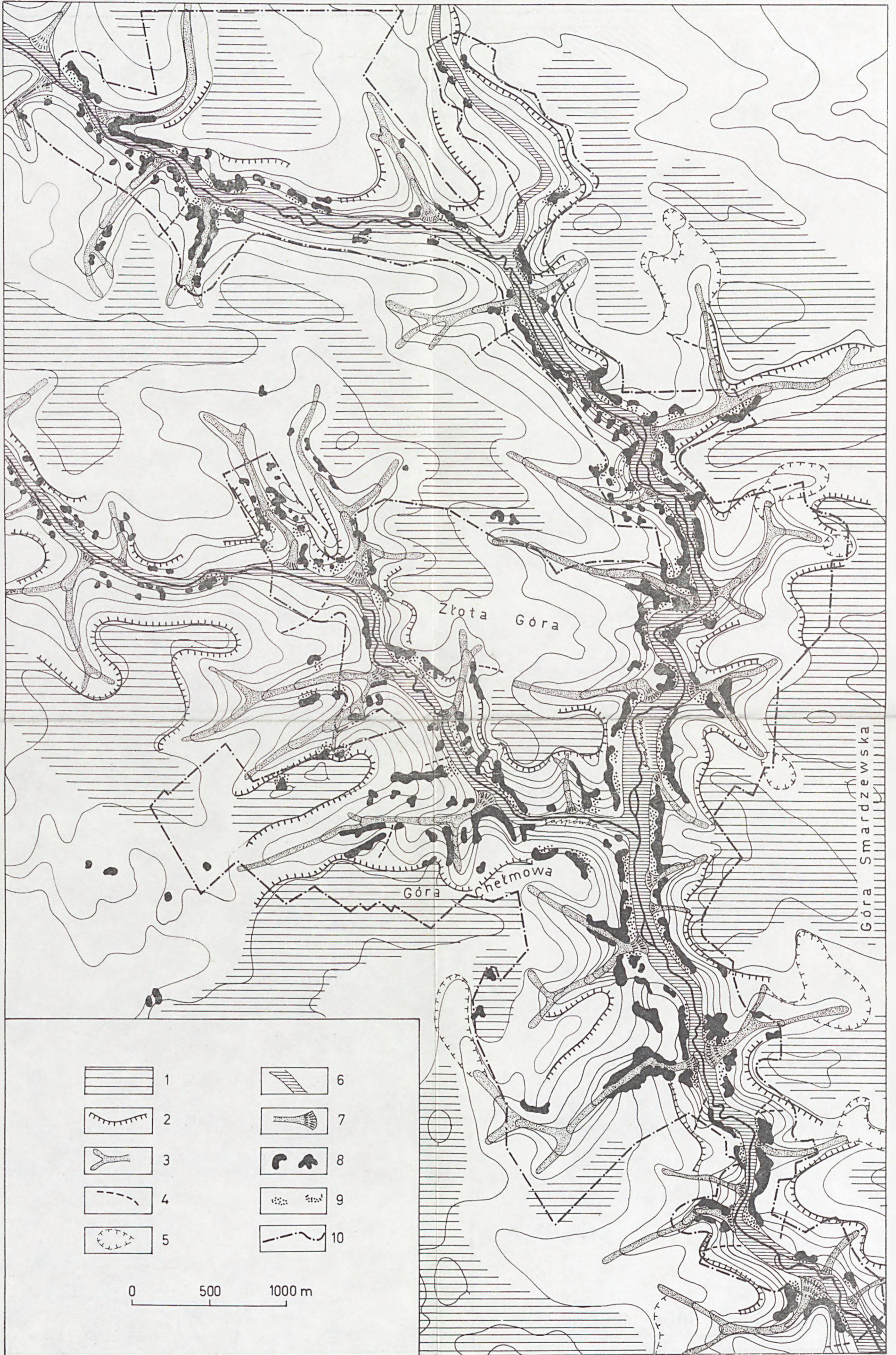
b. Microclimatic regions

The mesoclimatic regions give a more general view of the differentiation of the climate in the Ojców National Park. In each of those characterizing the local climate of a determined form of the territory we have to deal with a considerable variability of microclimates conditioned by the micro-relief (e.g. rock, V-shaped little valley, etc.) and a characteristic plant cover.

Even on one and the same slope not sculptured into additional secondary forms the microclimatic conditions are arranged in a different way in the parts near the valley bottoms (influenced by inversion) than in those near the surface, which show milder amplitudes of temperature and humidity.

The division into microclimatic regions in the Ojców National Park was executed by the present author on the basis of the results of measurements done by way of going rounds of 14 localities representing various plant communities and forms of the relief. An additional criterion was provided by an analysis of the cartographic material, such as map of the configuration of the territory (fig. 1), map of the insolation of the territory (fig. 3), vegetation map of the Ojców National Park (Medwecka-Kornaś and Kornaś 1963), a series of maps illustrating the melting of the snow cover (Klein 1967a), and maps of the concentrations of mountainous and xerophilous plant species of the Ojców National Park (Michalik, ms.).

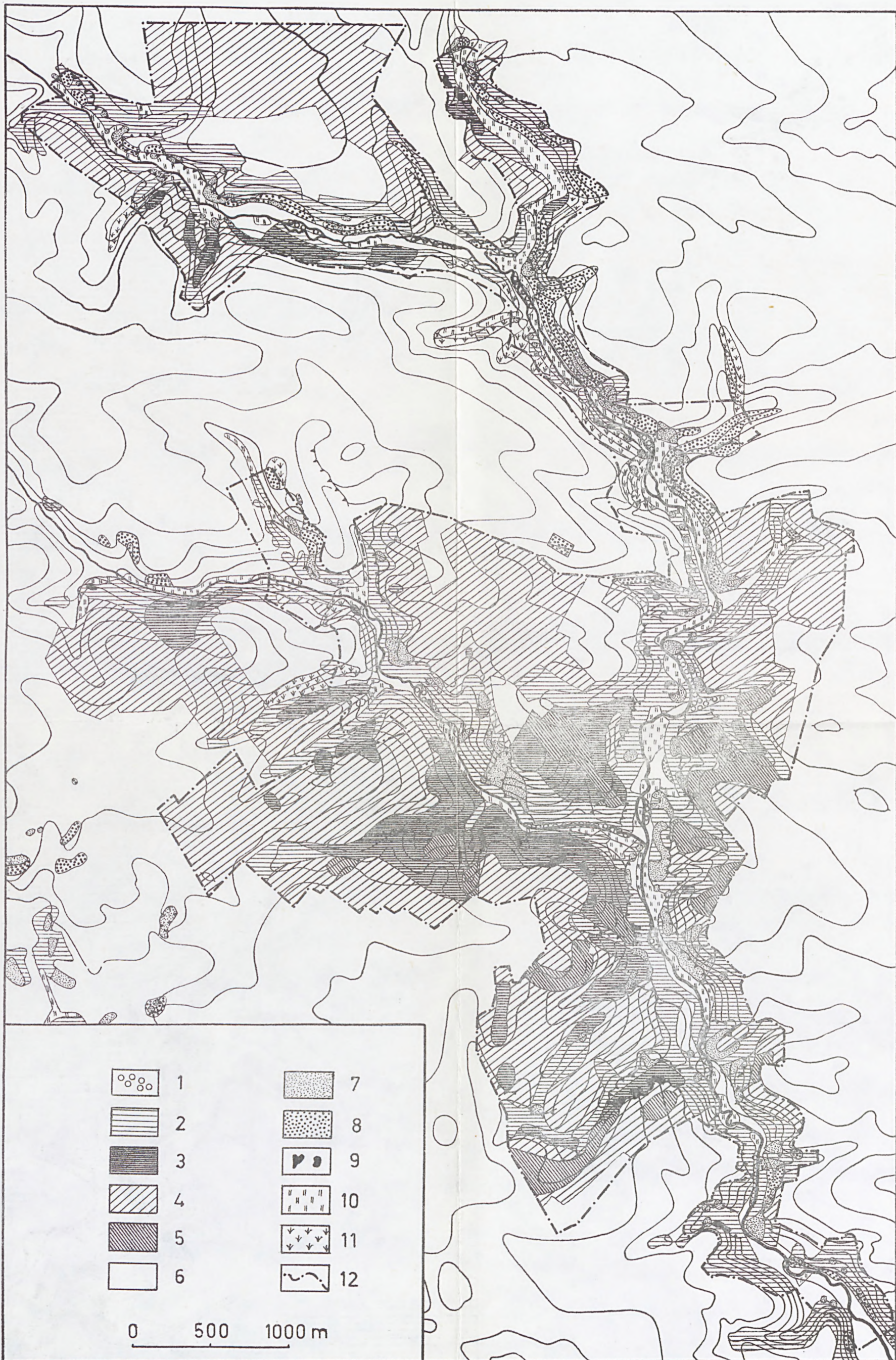
A quantitative characterization of the distinguished microclimatic regions of the Ojców National Park is submitted in table XXXII.



Ryc. 1. Rzeźba terenu. 1 — powierzchnia zrównania, 2 — załom między wierzchołkiem a zboczami, 3 — doliny wcięte, 4 — żłebki, 5 — doliny nieckowate, 6 — terasy denne, 7 — stożki napływowe, 8 — skałki i wychodne skalne, 9 — osypiska pod skałami, 10 — granice Ojcowskiego Parku Narodowego

Fig. 1. Configuration of the territory. 1 — surface of planation, 2 — break between the top surface of upland and slopes, 3 — V-shaped valleys, 4 — ravines, 5 — through-like valleys, 6 — Pleistocene bottom terraces, 7 — aluvial cones, 8 — rocks and rocky outcrops, 9 — talii at foot of rocks, 10 — boundary of the Ojców National Park





Ryc. 2. Uproszczona mapa roślinności OPN (sporządzona wg Medweckiej-Kornaś i Kornasia, 1963 oraz Michalika, rkps). 1 — łęgi, 2 — grądy, 3 — buczyny, 4 — bory mieszane z dominującą sosną, 5 — bory mieszane z dominującą jodłą, 6 — pola uprawne, 7 — ciepłolubne zarośla i murawy kserotermiczne, 8 — wtórne murawy kserotermiczne, 9 — mszaki naskalne, 10 — łąki i pastwiska świeże, 11 — pastwiska ubogie, 12 — granice OPN

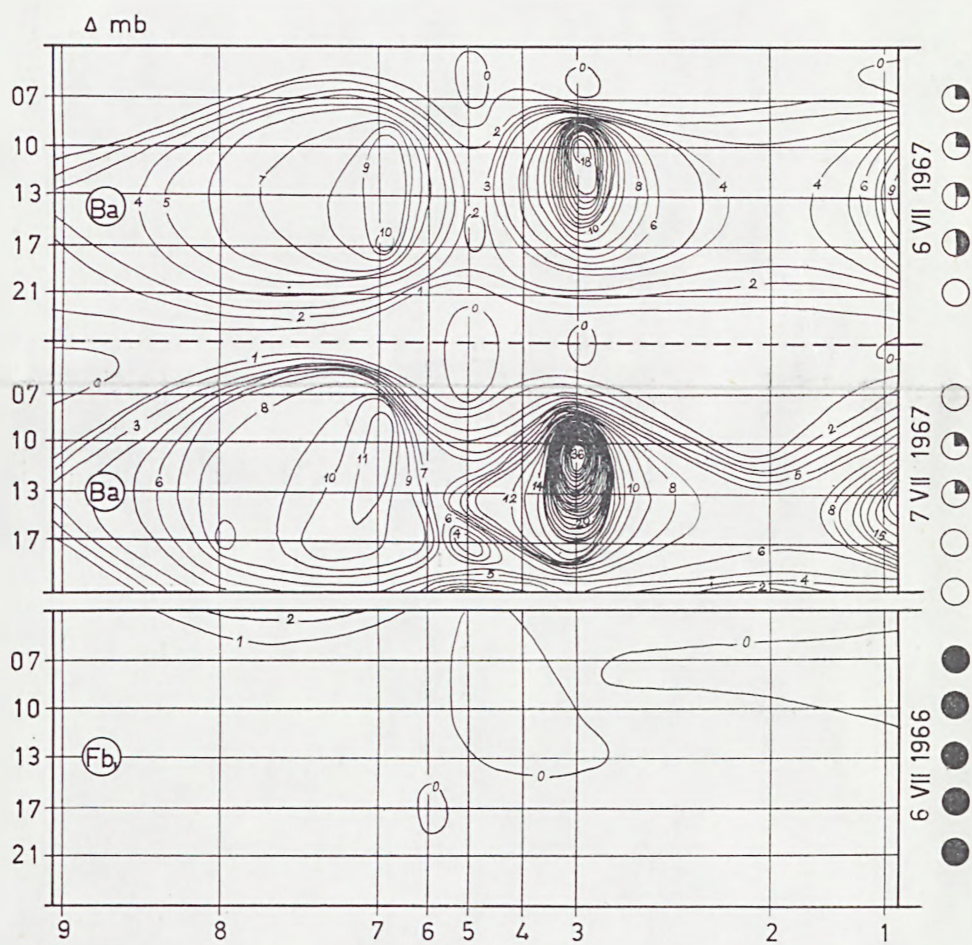
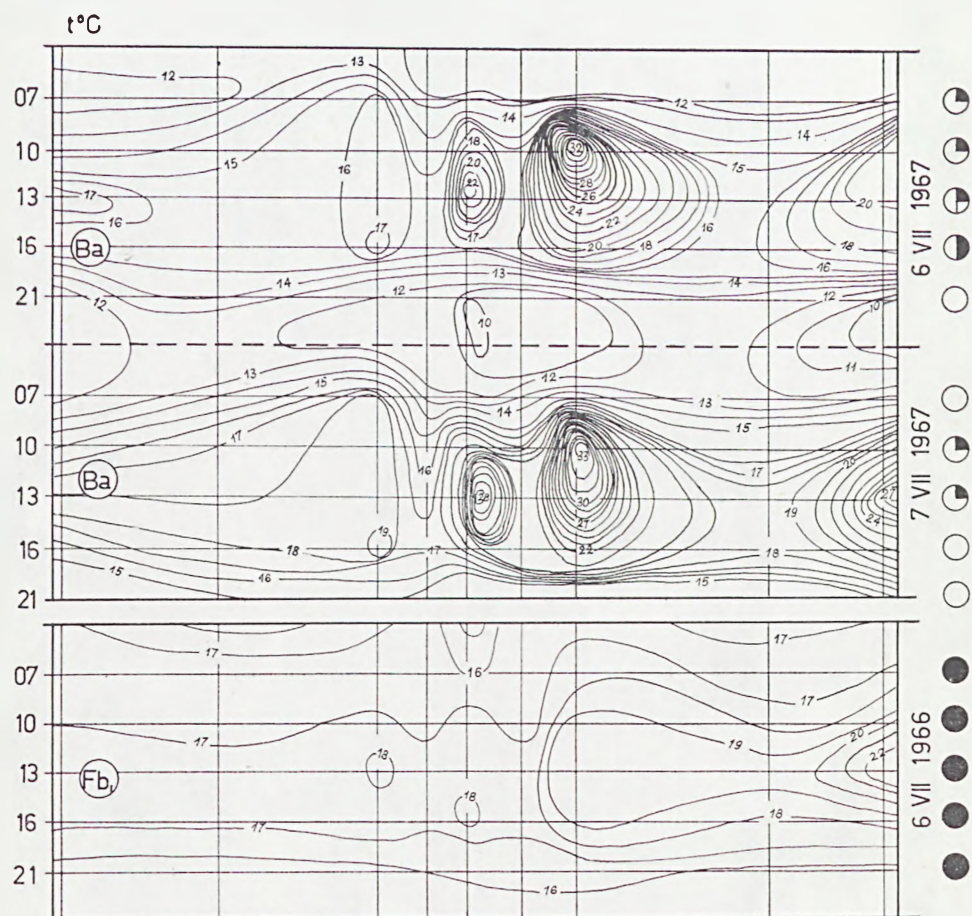
Fig. 2. Simplified map of the vegetation of the Ojców National Park (executed after Medwecka-Kornaś and Kornaś, 1963, and Michalik, ms.). 1 — riverside forests, 2 — lime-hornbeam forests, 3 — beechwoods, 4 — mixed coniferous forests with pine predominating, 5 — mixed coniferous forests with fir predominating, 6 — arable fields, 7 — thermophilous thickets and xerophilous grasslands, 8 — secondary xerophilous grasslands, 9 — saxicolous bryophytes, 10 — meadows and fresh pastures, 11 — impoverished pastures, 12 — boundary of the Ojców National Park



Ryc. 3. Mapa nasłonecznienia względnego, sporządzona metodą Strużki (1959), przy założeniu, że suma rocznego nasłonecznienia na powierzchni poziomej wynosi 100%. Przedziały nasłonecznienia: 1 — poniżej 85%, 2 — od 86 do 95%, 3 — od 96 do 105%, 4 — od 106 do 115%, 5 — od 116 do 125%, 6 — powyżej 125%, 7 — granice OPN.

Dna dolin nie pokryte sygnaturą ze względu na dodatkowe, trudne do uchwycenia ocienienie przez zbocza

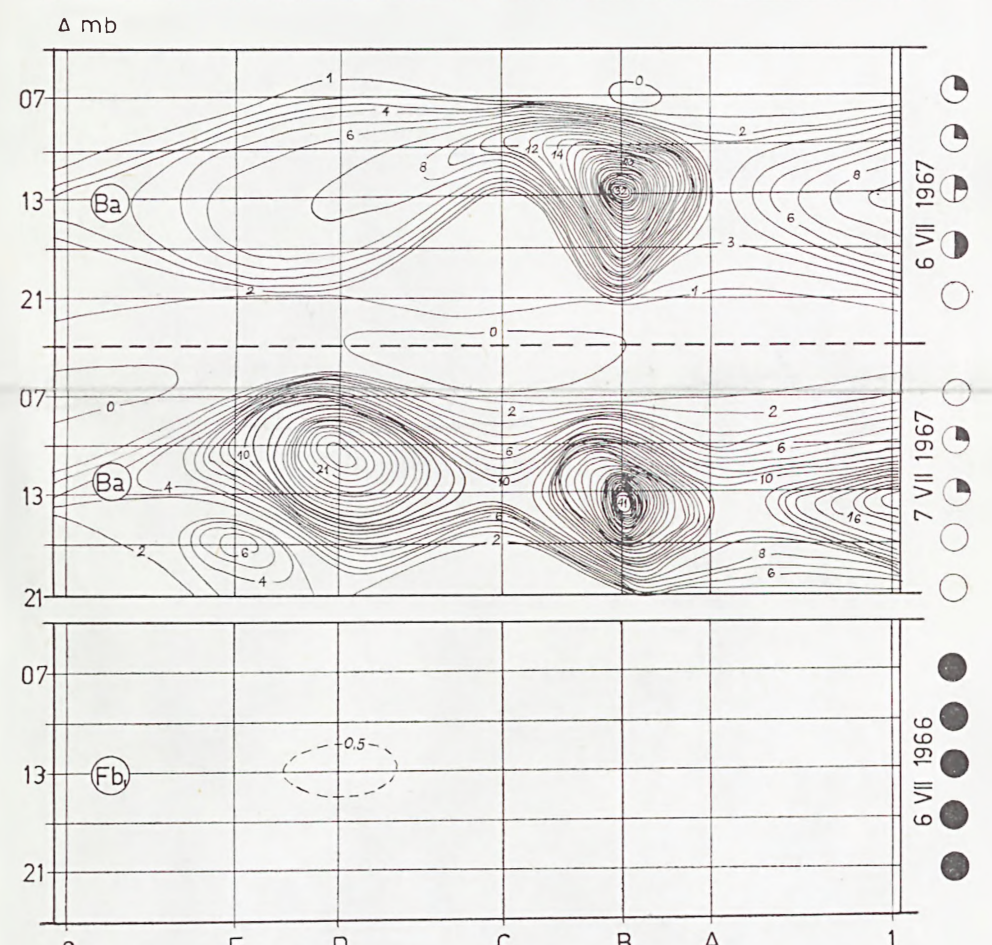
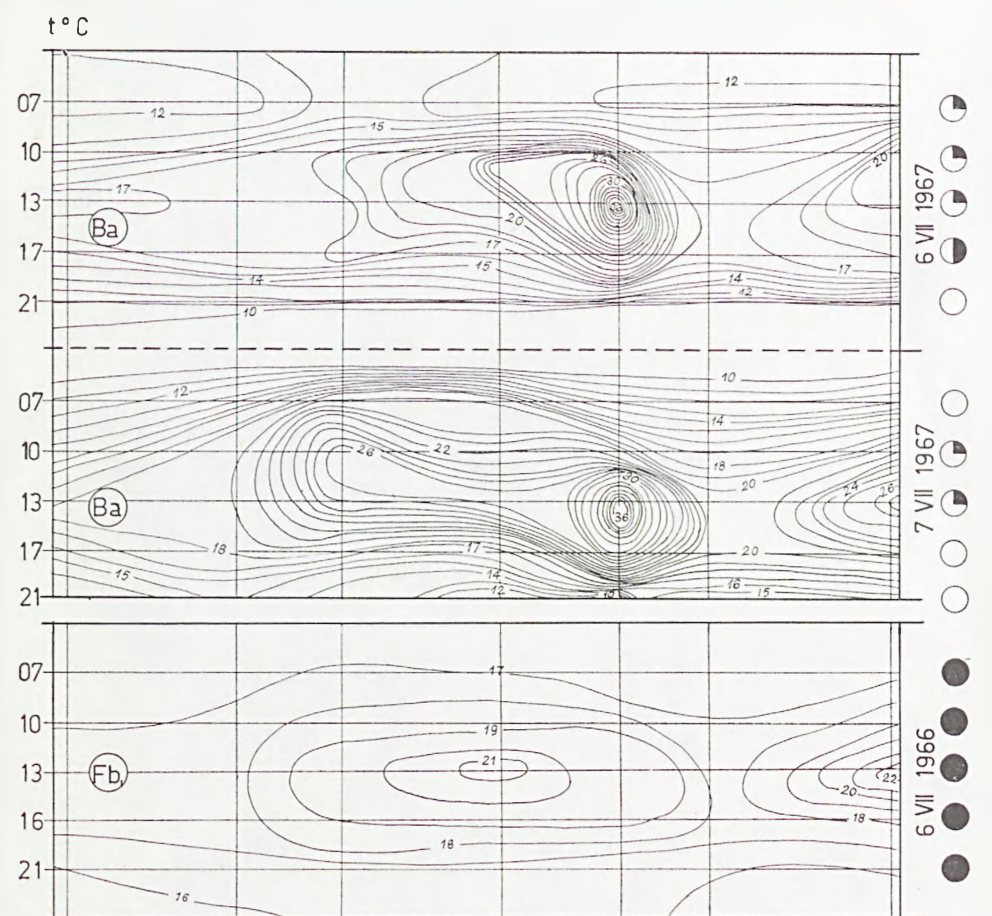
Fig. 3. Map of relative insolation executed in accordance with Strużka's method (1959) assuming that the annual total of insolation upon horizontal surface amounts to 100%. Intervals of insolation: 1 — less than 85%, 2 — 86% to 95%, 3 — 96% to 105%, 4 — 106% to 115%, 5 — 116% to 125%, 6 — exceeding 125%, 7 — boundary of the Ojców National Park. The valley bottoms are not covered by the signature because of additional overshadowing by slopes, difficult to render



Ryc. 26. Dobowy rozkład temperatur i niedosytów wilgotności w przygruntowej warstwie powietrza (na wys. 1 cm) w badanych zbiorowiskach roślinnych na profilu przez dolinę Saspowską w okresie lata, podczas pogody słonecznej (typ Ba) i pochmurnej z opadami mżawki (typ Fb₁).

Objaśnienia jak na ryc. 21

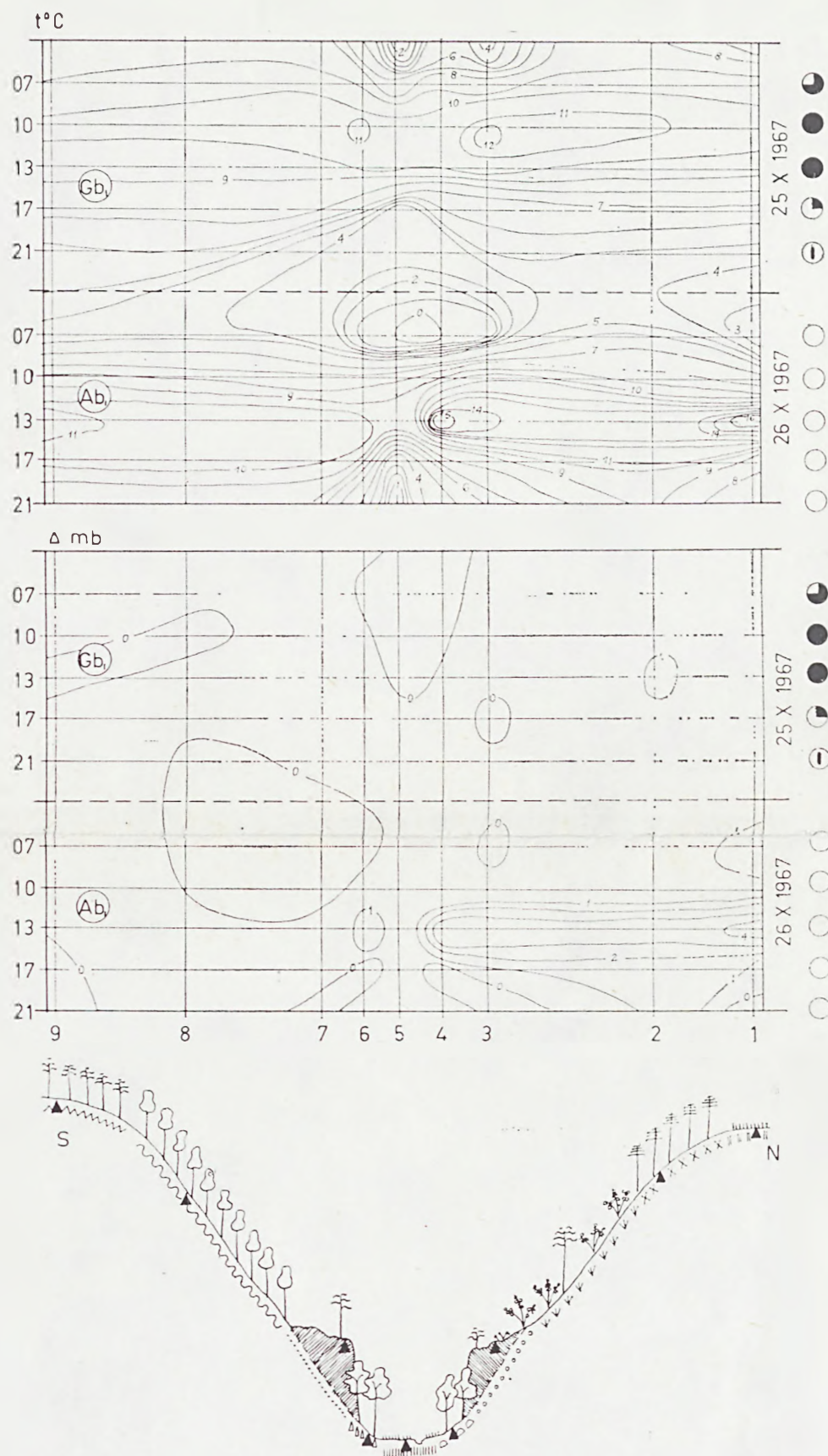
Fig. 26. Daily distribution of temperature and saturation deficit in the air layer 1 cm above ground in the plant communities investigated in the profile of Saspowska Valley in summer during clear (Ba type) and overcast weather with drizzle (Fb₁ type). Explanations as in fig. 21



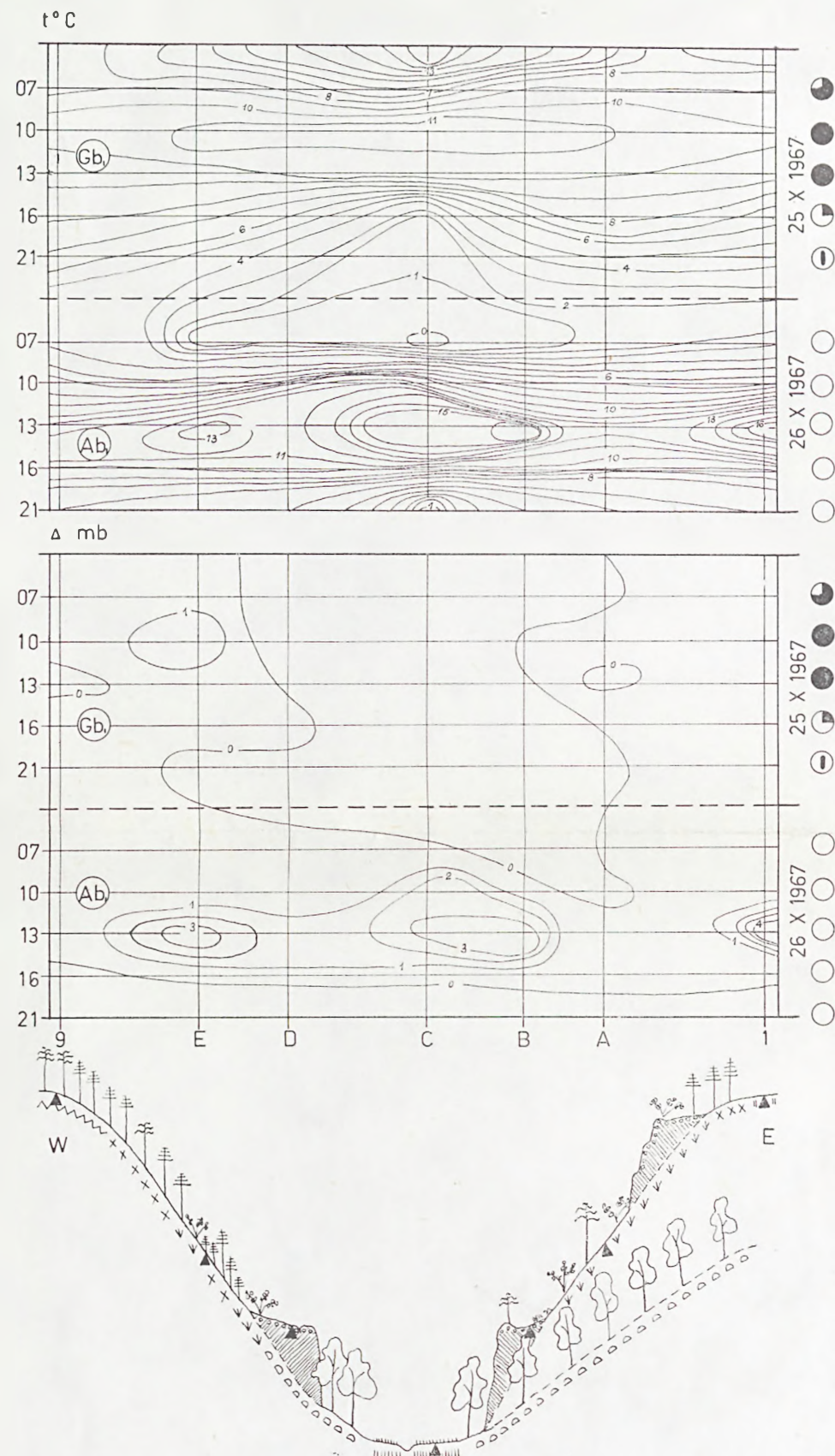
Ryc. 27. Dobowy rozkład temperatur i niedosytów wilgotności w przygruntowej warstwie powietrza (na wys. 1 cm) w badanych zbiorowiskach roślinnych na profilu przez dolinę Prądnika w okresie lata, podczas pogody słonecznej (typ Ba) i pochmurnej z opadami mżawki (typ Fb₁).

Objaśnienia jak na ryc. 21

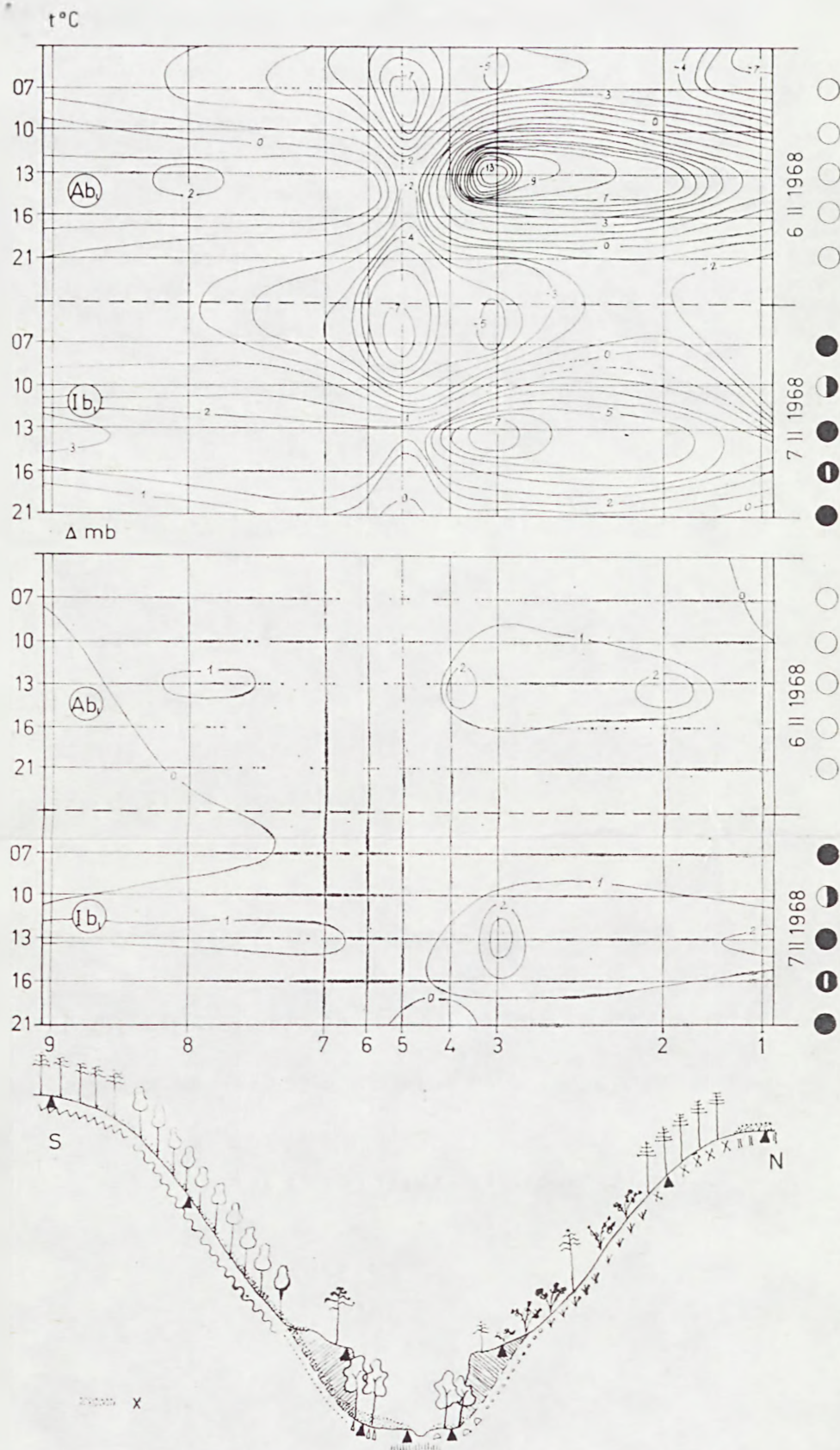
Fig. 27. Daily distribution of temperature and saturation deficit in the air layer of 1 cm above ground in the plant communities in the profile of the Prądnika Valley in summer during clear (Ba type) and overcast weather with drizzle (Fb₁ type). Explanations as in fig. 21



Ryc. 29. Dobowy rozkład temperatur i niedosytów wilgotności w przygruntowej warstwie powietrza (na wys. 1 cm) w badanych zbiorowiskach roślinnych na profilu przez Dolinę Sępowską w okresie jesieni, podczas pogody pochmurnej ze stopniowym rozpogodzeniem i zanikającymi opadami deszczu (typ Gb₁) oraz bezchmurnej z zamgleniami (typ Ab₁). Objasnienia jak na ryc. 21
 Fig. 29. Daily distribution of temperature and saturation deficit in the air layer of 1 cm above ground in the plant communities investigated in the profile of Sępowska Valley in autumn during overcast weather gradually clearing up and declining rain (Gb₁ type), and during clear weather with mists (Ab₁ type). Explanations as in fig. 21

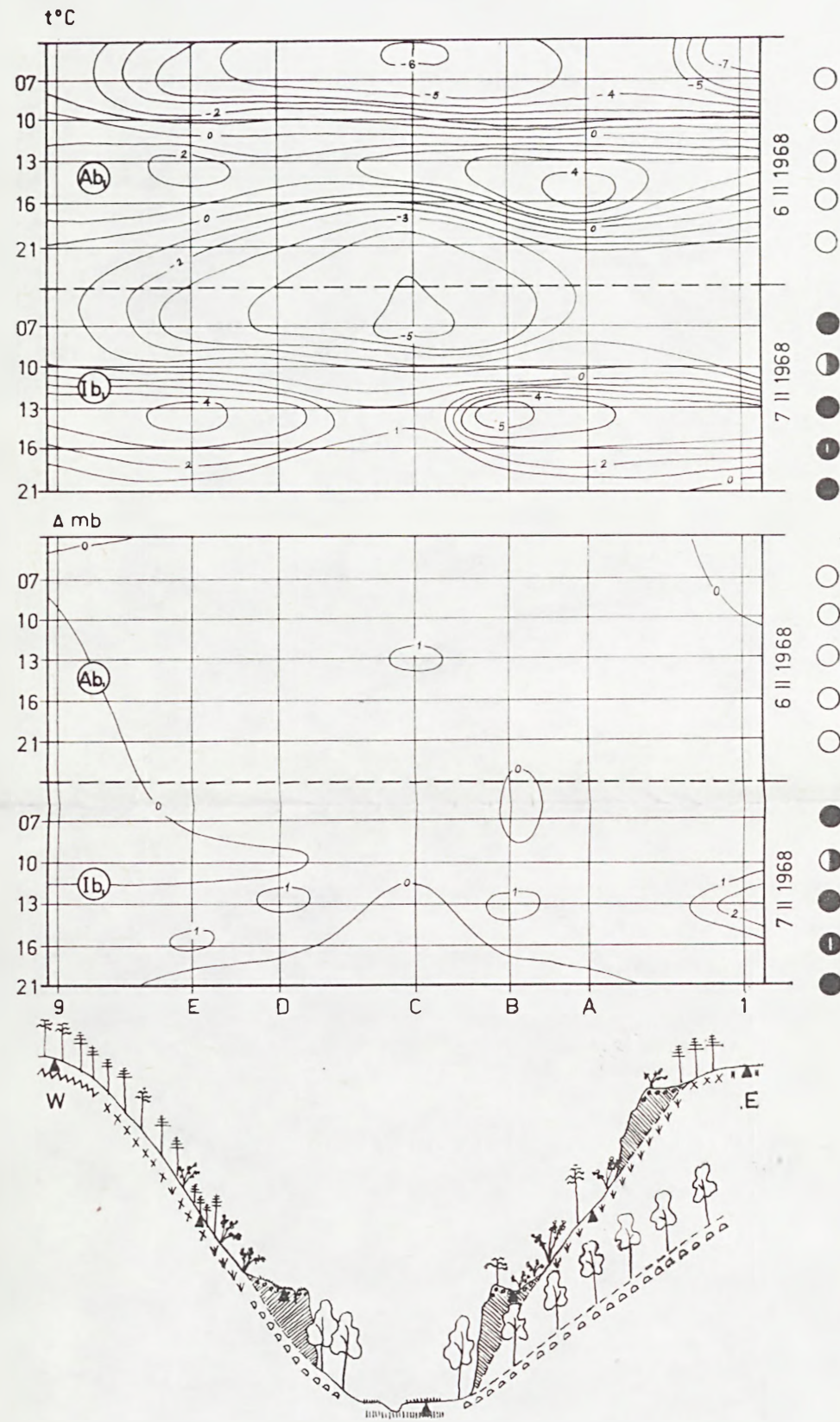


Ryc. 30. Dobowy rozkład temperatur i niedosytów wilgotności w przygruntowej warstwie powietrza (na wys. 1 cm) w badanych zbiorowiskach roślinnych na profilu przez dolinę Prądnika w okresie jesieni, podczas pogody pochmurnej ze stopniowym rozpogodzeniem i zanikającymi opadami deszczu (typ Gb₁) oraz bezchmurnej z zamgleniami (typ Ab₁). Objasnienia jak na ryc. 21
 Fig. 30. Daily distribution of temperature and saturation deficit in the air layer of 1 cm above ground in the plant communities investigated in the profile of the Prądnik Valley in autumn during overcast weather gradually clearing up and declining rain (Gb₁ type), and during clear weather with mist (Ab₁ type). Explanations as in fig. 21



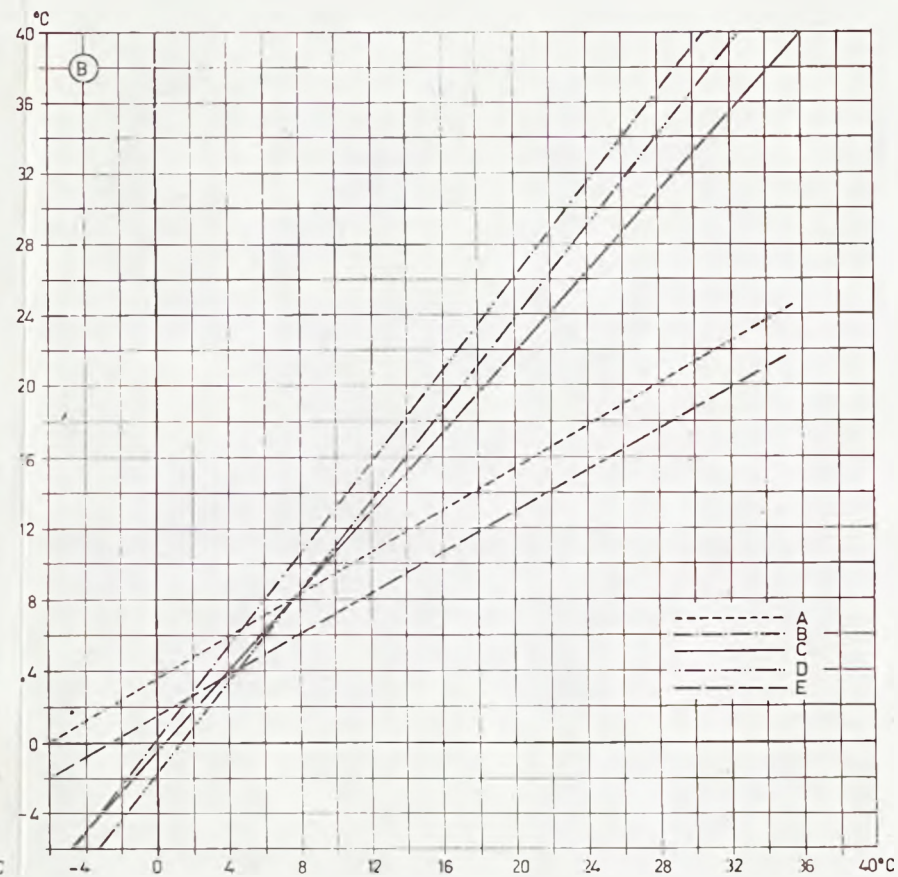
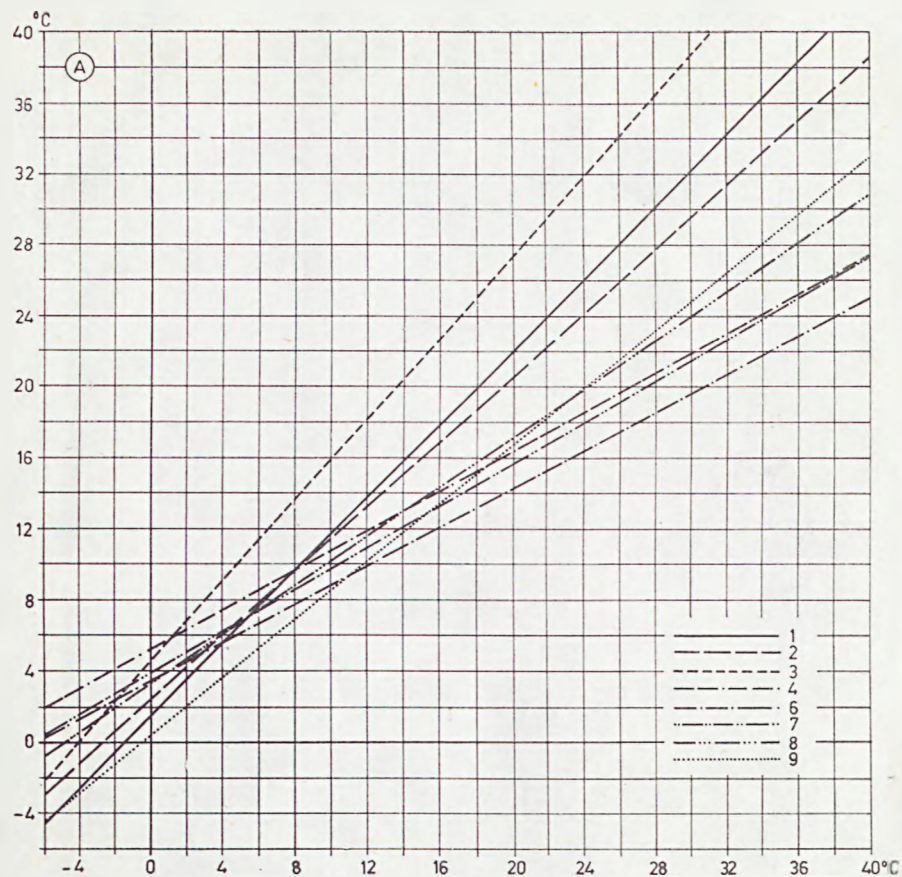
Ryc. 34. Dobowy rozkład temperatur i niedosytów wilgotności w przygruntowej warstwie powietrza (na wys. 1 cm) w badanych zbiorowiskach roślinnych na profilu przez Dolinę Saspowską w okresie zimy, podczas pogody bezchmurnej z zamgleniami (typ Ab₁) i pochmurnej z opadem deszczu i deszczu ze śniegiem (typ Ib₁). Objaśnienia jak na ryc. 21. x — pokrywa śnieżna

Fig. 34. Daily distribution of temperature and saturation deficit in the air layer 1 cm above ground in the plant communities investigated in the profile of the Saspowska Valley in winter during clear weather with mist (Ab₁ type), and overcast weather with the precipitation of rain and rain with snow (Ib₁ type). Explanations as in fig. 21. x — snow cover



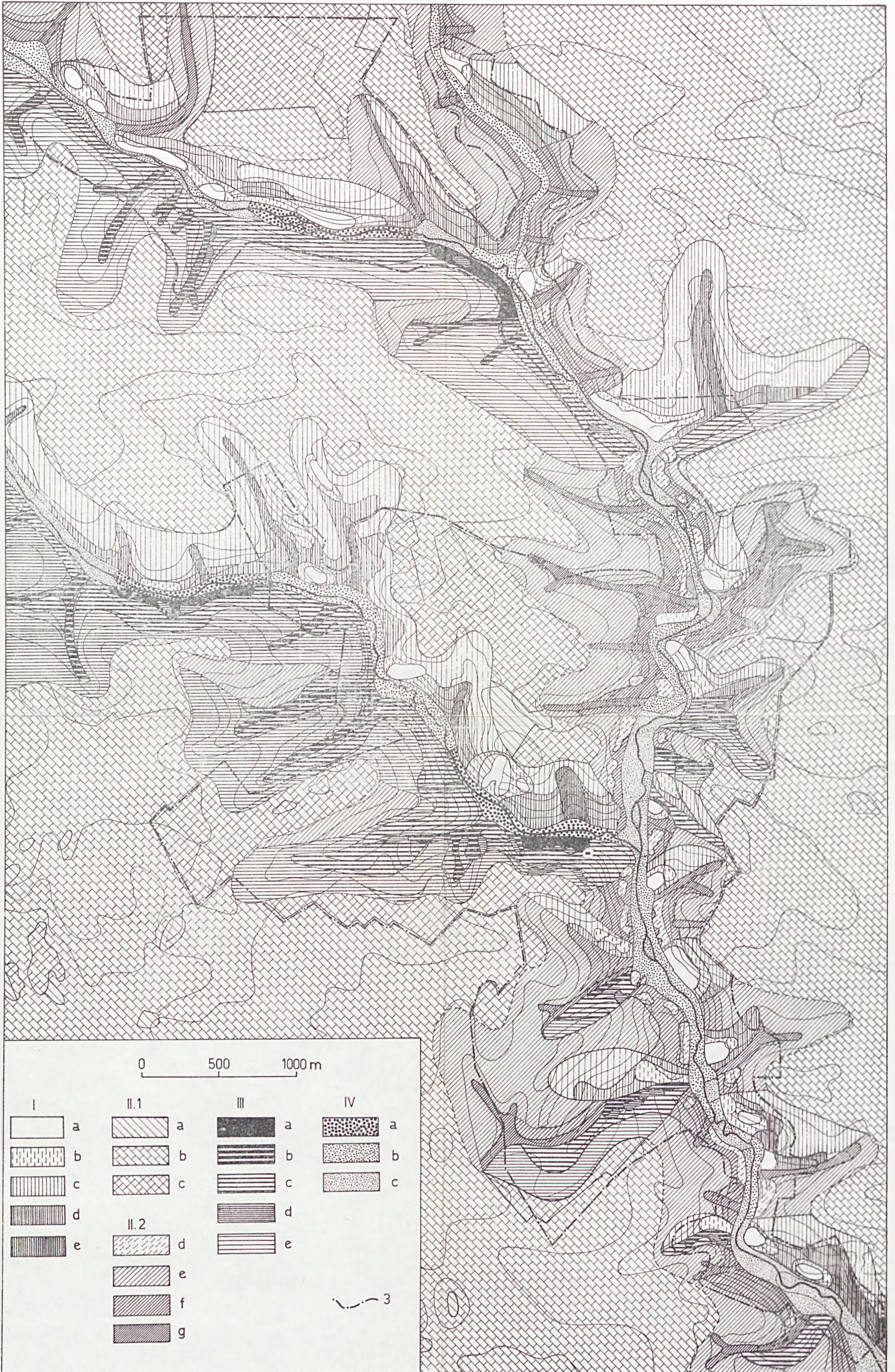
Ryc. 35. Dobowy rozkład temperatur i niedosytów wilgotności w przygruntowej warstwie powietrza (na wys. 1 cm) w badanych zbiorowiskach roślinnych na profilu przez dolinę Prądnika w okresie zimy, podczas pogody bezchmurnej z zamgleniami (typ Ab₁) i pochmurnej z opadem deszczu i deszczu ze śniegiem (typ Ib₁). Objaśnienia jak na ryc. 21

Fig. 35. Daily distribution of temperature and saturation deficit in the air layer 1 cm above ground in the plant communities investigated in the profile of the Prądnik Valley in winter during clear weather with mist (Ab₁ type) and overcast weather with a precipitation of rain and rain with snow (Ib₁ type). Explanations as in fig. 21



Ryc. 38. Zależność między temperaturą maksymalną na łące w Dolinie SĄSPOWSKIEJ (x) a temperaturą maksymalną w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN (y) na profilu przez Dolinę SĄSPOWSKĄ (A) i dolinę PRĄDNIKA (B). Opis sygnatur na ryc. 37

Fig. 38. Correlation between maximum temperature on a meadow in SĄSPOWSKA Valley (x) and that in the plant communities of the Ojców National Park (y) investigated in the profiles of the SĄSPOWSKA (A) and the PRĄDNIKA (B) Valleys. Explanation of signs as in fig. 37



Ryc. 40. Regiony mezo- i mikroklimatyczne OPN. Objaśnienia symboli jak w tabeli XXXII. 3 — granice OPN

Fig. 40. Meso- and microclimatic regions of the Ojców National Park. Explanation of signs as in table XXXII. 3 — boundary of the Ojców National Park

Tabela XVI

Średnie miesięczne i skrajne temperatury powietrza w Dolinie Sążpowskiej i w Dolinie Prądnika w okresie letnim (lipiec 1966)
 Mean and extreme monthly air temperatures in the Sążpowska and Prądnik valleys in summer (July 1966)

	Wysokość 2 m 2 m above ground									Wysokość 20 cm 20 cm above ground									Wysokość 5 cm 5 cm above ground							
	Godziny Hours			Średn. Mean	Max.	Min.	Ampl.	Abs. Max.	Abs. Min.	Abs. Ampl.	Godziny Hours			Średn. Mean	Max.	Min.	Ampl.	Abs. Max.	Abs. Min.	Abs. Ampl.	Godziny Hours		Min.	Abs. Max.	Abs. Min.	Abs. Ampl.
	7	13	21								7	13	21								7	13				
Dolina Sążpowska Sążpowska Valley	13,9	19,7	14,0	15,4	22,0	9,6	12,4	29,2	5,0	24,2	13,6	20,0	12,9	14,8	21,7	8,8	12,9	29,0	4,0	25,0	14,2	23,6	8,4	30,6	3,2	27,4
Dolina Prądnika Prądnik Valley	15,0	21,0	14,1	16,1	22,6	10,8	11,8	28,4	6,0	22,4	15,2	21,5	13,3	15,8	23,7	9,4	14,3	29,8	5,0	24,8	14,9	25,2	9,0	32,0	4,0	28,0
Różnice Differences	-1,1	-1,3	-0,1	-0,7	-0,6	-1,2	0,6	0,8	-1,0	1,8	-1,6	-1,5	-0,4	-1,0	-2,0	-0,6	-1,4	-0,8	-1,0	0,2	-0,7	-1,6	-0,6	-1,4	-0,8	-0,6

Tabela XIX

Charakterystyka stanowisk mikroklimatycznych w Ojcowskim Parku Narodowym
 Charakterization of microclimatic measurement stands in the Ojców National Park

	Forma terenu Elements of relief	Ekspozycja Exposure	Wys. nad dno doliny Altitude above valley bottom	Zbiorowisko roślinne Plant community	Charakterystyka stanowisk Characterization of measurement stands	
Profil przez Dolinę Sąspowską Profile of the Sąspowska Valley	1	Wierzchowina odsłonięta Bare top surface	—	118	pastwisko pasture	W składzie gatunkowym roślin dominują elementy mezofilne (koniczyna, życica trwała, pępawa zielona). Powierzchnia czynna znajduje się nisko. na wys. około 5 cm (wypas).
	2	górną część zbocza upper part of slope	S	96	bór mieszany z dominującą jodłą mixed coniferous forest with fir predom.	Rosną tu również gatunki mezofilne (starzec majowy, malina, borówka), co jest związane m. in. z położeniem ponad warstwą inwersyjną. Duże rozrzedzenie drzewostanu powoduje, że istnieją w tym zbiorowisku 2 powierzchnie czynne — korony drzew i warstwa runa.
	3	skałka rock	S	30	murawa kserotermiczna xerophilous grassland	Wyjątkowo sprzyjające warunki insolacyjne powodują, że znalazły tu dogodnie miejsce gatunki śródziemnomorskie i pontyjskie (ciciorka pstra, dziewanna wczesna, macierzanka wczesna, koniczyna alpejska). Powierzchnię czynną tworzy gęsta darń lub naga skała.
	4	dolną część zbocza lower part of slope	S	18	grąd lipowo-grabowy Lime-hornbeam forest	Jest to ciepła odmiana grądu, suchsza od grądów porastających zbocza o innych ekspozycjach. Powierzchnię czynną stanowią korony drzew i bogata warstwa podszytu (leszczyna, dereń, trzmielina). Wiosną wczesnie rozpoczyna się tu wegetacja w wyniku szybkiego wytopienia śniegu.
	5	dno doliny bottom of valley	—	0	łąka rajgrasowa ryegrass meadow	Wśród gatunków mezofilnych roślin jest spora domieszka gatunków górskich (przywrotniki, itp.), co przemawia za surowymi warunkami klimatycznymi. Duża wilgotność gleby przejawia się występowaniem gatunków błotnych (bodziszek warzywny, ostrożeń błotny).
	6	dolną część zbocza lower part of slope	N	20	cieniolubny las jaworowy shade-loving sycamore forest	Jest to zespół o najbardziej górskim charakterze, silnie ocieniony i wilgotny. W runie dominują gatunki reglowe (miesiącznica trwała, żywiec gruczołowaty, paprotnik kolczysty) oraz cieniolubne i higrofilne (języcznik pospolity, śledziennica skrętołistna). Wiosną najdłużej zalega tu śnieg. W zasadzie brak tu powierzchni czynnej (ocienienie).
Profil przez Dolinę Prądnika Profile of the Prądnik Valley	7	skałka rock	N	38	mszaki naskalne saxicolous bryophytes	Rosną tu mszaki cienio- i wilgociolubne. Warunki insolacyjne są niekorzystne. Spotyka się tu wiele mchów górskich, a z roślin wyższych — kozłek trójlistkowy, rojnik pospolity itd.
	8	górną część zbocza upper part of slope	N	80	buczyna karpacka Carpathian beechwood	W wyniku położenia powyżej warstwy inwersyjnej zaznacza się tu mniejszy udział górskich gatunków roślin runa niż w buczynie porastającej niższe partie zbocza. Ze względu na duże zwarcie koron buków i północną ekspozycję zbocza zaledwie 1% światła pełnego dochodzi do dna.
	9	wierzchowina zalesiona forested top surface	—	110	bór mieszany z dominującą sosną mixed coniferous forest with pine predom.	W runie tego zespołu rosną gatunki, które pod względem wymogów ekologicznych zaliczyć można do mezofilnych. Brak tutaj gatunków górskich i kserotermicznych. Powierzchnię czynną stanowią korony sosen i warstwa runa (borówka, wrzos, jastrzębiec).
	A	środkową część zbocza central part of slope	W	45	ciepłolubne zarośla xerophilous thickets	W warstwie drzew rzadko rośnie sosna, w podszytu dominują: leszczyna, dąb, dereń, a w runie gatunki ciepłolubne: bodziszek krwisty, oman szorstki, ciciorka pstra i in. Powierzchnię czynną stanowią podszyt i runo.
	B	skałka rock	W	27	murawa kserotermiczna xerophilous grassland	Powierzchnię czynną w tym zbiorowisku stanowi murawa kserotermiczna, w której skład wchodzić takie gatunki jak: ostnica Jana, dziewanna austriacka, macierzanka pannońska, przetacznik ząbkowany itp.
C	dno doliny valley bottom	—	0	łąka rajgrasowa ryegrass meadow	W darni łąkowej spotyka się sporo gatunków wilgociolubnych (np. ostrożeń). Udział gatunków górskich jest znacznie mniejszy niż w Dolinie Sąspowskiej, co świadczy o złagodzeniu warunków mikroklimatycznych w dolinie szerokiej i otwartej ku południu.	
D	skałka rock	E	29	murawa naskalna saxicolous grassland	Występująca tu murawa jest zubożałą murawą kserotermiczną. Z gatunków ciepłolubnych wymienić należy ciciorkę pstrą, driakiew żółtą i lebidę pospolitą.	
E	środkową część zbocza central part of slope	E	47	zarośla z podrostem jodły thickets with young fir	Na suchym podłożu wykształcił się tu młodnik jodłowy. Brak ciepłolubnych zarośli na zboczach o tej ekspozycji przemawia za gorszymi warunkami mikroklimatycznymi niż na zboczach przeciwnych. Powierzchnię czynną stanowi zwarty podrost jodłowy nie przepuszczający światła, w związku z czym runo jest ubogie.	

Tabela XX

Średnie dobowe wartości temperatur i wilgotności powietrza oraz temperatur gleby w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN podczas pogody pochmurnej bez opadu (typ Fa) i pochmurnej z opadem mżawki (typ Fb₁) w okresie wiosny (26—27 IV 1967)

Mean daily values for air temperature, humidity and soil temperature in the plant communities in the Ojców National Park in overcast weather without precipitation (Fa type) and overcast weather with drizzle (Fb₁ type) in spring (26—27 April 1967)

Stanowisko Locality	Pogoda pochmurna bez opadów (typ Fa) Overcast weather without precipitation (Fa type)									Pogoda pochmurna z opadem mżawki (typ Fb ₁) Overcast weather with drizzle (Fb ₁ type)																				
	Temperatura powietrza Air temperature				Niedosyt wilg. Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature					Temperatura powietrza Air temperature				Niedosyt wilg. Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature										
	150	20	5	1	Max.	Min.	Ampl.	150	20	1	0	5	10	20	50	150	20	5	1	Max.	Min.	Ampl.	150	20	1	0	5	10	20	50
1. Pastwisko Pasture	7,2	7,7	8,3	8,9	17,7	3,4	14,3	0,8	0,6	0,9	9,9	7,4	6,8	6,1	6,0	6,3	6,3	6,7	6,9	9,4	5,2	4,2	0,3	0,3	0,2	8,2	6,9	7,0	7,1	6,5
2. Bór miesz. z dominującą jodłą Mixed coniferous forest with fir pre- dominating	7,4	7,7	7,7	7,7	17,5	3,5	14,2	0,6	0,6	0,5	6,2	5,4	5,2	5,1	—	6,3	6,3	6,4	6,6	9,0	5,4	3,6	0,2	0,2	0,1	6,3	5,8	5,8	5,5	—
3. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	8,1	8,6	9,8	9,2	20,0	3,8	16,2	1,0	1,1	0,6	9,1	7,0	7,1	6,1	—	7,1	7,4	7,6	7,5	9,5	5,3	4,2	0,5	0,4	0,3	7,7	7,2	7,3	6,4	—
4. Grąd Lime-hornbeam forest	7,3	7,4	7,6	7,8	12,0	3,6	8,4	0,7	0,9	0,7	6,2	5,7	5,1	5,0	—	7,1	7,0	7,1	7,0	9,0	6,0	3,0	0,4	0,2	0,5	6,4	6,2	6,0	5,9	—
5. Łąka Meadow	7,9	8,1	9,0	8,4	18,8	4,0	14,8	1,3	0,9	1,4	9,6	6,2	6,3	6,1	5,5	7,2	7,2	8,0	7,3	9,2	4,4	4,8	0,2	0,1	0,0	7,3	6,8	7,0	6,7	5,9
6. Las jaworowy Sycamore forest	7,6	7,5	7,9	7,7	13,1	3,5	9,6	0,8	0,3	0,5	6,7	5,1	5,2	4,9	—	6,7	6,8	6,6	6,8	8,4	5,2	3,2	0,0	0,1	0,1	6,8	6,0	5,8	5,4	—
7. Mszaki naskalne Saxicolous bryophytes	7,0	7,2	7,4	7,6	11,4	3,4	8,0	0,6	0,5	0,5	7,2	5,6	4,8	4,7	—	6,3	6,4	6,3	6,8	8,2	4,9	3,3	0,1	0,1	0,1	7,0	5,8	6,0	—	—
8. Buczyzna karpacka Carpathian beech forest	6,2	7,1	7,7	7,3	12,3	3,0	9,5	0,6	0,5	0,7	6,0	5,5	5,0	4,7	—	6,3	6,6	7,6	6,8	8,8	5,5	3,3	0,1	0,1	0,0	6,4	4,9	5,6	5,5	—
9. Bór miesz. z dominującą sosną Mixed coniferous forest with pine predominating	6,9	6,9	7,1	6,9	12,1	3,0	9,1	0,4	0,9	0,4	6,8	4,8	4,8	4,8	4,9	6,3	6,1	6,4	6,3	9,0	4,5	4,5	0,3	0,1	0,2	6,4	5,5	5,4	5,4	5,0
Różnice skrajne Extreme differences	1,9	1,7	2,7	2,3	8,6	1,0	8,2	0,9	0,8	1,0	3,9	2,6	2,3	1,3	1,1	0,9	1,3	1,6	1,2	2,2	1,6	1,8	0,5	0,3	0,5	1,8	2,3	1,9	1,7	1,5
A. Ciepłolubne zarośla Xerophilous thickets	7,6	7,4	7,4	7,6	12,5	3,5	9,0	1,7	1,2	0,4	7,3	—	—	—	—	6,6	6,7	6,6	7,1	9,0	4,9	4,1	0,2	0,2	0,4	7,0	—	—	—	—
B. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	8,3	7,5	9,8	8,1	17,8	4,0	13,8	1,8	1,5	1,6	9,2	—	—	—	—	6,7	6,7	6,8	6,9	10,8	5,2	5,6	0,4	0,3	0,3	7,8	—	—	—	—
C. Łąka Meadow	7,9	8,3	9,8	9,1	19,0	4,0	15,0	1,7	1,4	0,9	10,0	7,9	7,3	7,0	6,6	7,0	7,2	7,3	7,4	11,9	5,4	6,5	0,5	0,4	0,3	8,7	8,0	7,8	7,8	7,0
D. Murawa kserotermiczna zubożała Improverished xerophilous grassland	7,0	8,0	9,1	8,8	18,0	3,5	14,5	1,6	1,5	1,2	7,9	—	—	—	—	7,3	7,3	7,9	7,6	10,8	5,0	5,8	0,3	0,3	0,3	7,5	—	—	—	—
E. Zarośla z podrostem jodły Thickets with young fir	7,3	7,5	8,6	8,0	10,5	3,8	6,7	1,2	1,2	0,8	9,1	—	—	—	—	7,0	6,9	6,8	7,1	8,9	5,2	3,7	0,3	0,2	0,3	8,2	—	—	—	—
Różnice skrajne Extreme differences	1,3	0,9	2,4	1,5	8,5	0,5	8,3	0,6	0,3	1,2	2,7	—	—	—	—	0,7	0,6	1,3	0,7	3,0	0,5	2,8	0,3	0,2	0,1	1,7	—	—	—	—



Tabela XXII

Średnie dobowe wartości temperatur i wilgotności powietrza oraz temperatur gleby w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN podczas pogody słonecznej z rozwojem chmur kłębiastych zanikających wieczorem i nocą (typ Ba — 7 VI 1967) i pochmurnej z opadami mżawki (typ Fb₁ — 6 VII 1966) w okresie lata
 Mean daily values for air temperature, humidity and soil temperature in the plant communities investigated in the Ojców National Park during clear weather with developing cumulous clouds, disappearing in the evening and at night (Ba type — June 7, 1967) and overcast weather with drizzle (Fb₁ type, July 6, 1966) in summer

Zbiorowisko roślinne Plant community	Pogoda słoneczna z przejściowym wzrostem zachmurzenia zanikającego wieczorem (Ba) Clear weather with temporary increasing cloudiness disappearing in the evening (Ba)											Pogoda pochmurna z opadami mżawki (Fb ₁) Overcast weather with drizzle (Fb ₁)																		
	Temperatura powietrza Air temperature					Niedosyt wilgotności. Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature					Temperatura powietrza Air temperature					Niedosyt wilgotności. Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature								
					Max. Min. Ampl.													Max. Min. Ampl.												
	150	20	5	1	5	5	5	150	20	1	0	5	10	20	50	150	20	5	1	5	5	5	150	20	1	0	5	10	20	50
1. Pastwisko Pasture	18,1	18,9	19,8	20,0	30,5	4,7	25,8	9,3	9,4	9,8	22,3	20,0	19,0	18,4	16,2	17,4	17,7	19,8	18,3	25,3	15,5	9,8	0,6	0,3	0,2	10,4	19,9	19,9	19,7	17,0
2. Bór miesz. z dominującą jodłą Mixed coniferous forest with fir predomination	16,9	15,9	15,5	16,2	37,5	8,1	29,4	7,6	4,4	3,4	14,7	13,9	13,3	13,0	—	17,1	17,2	16,7	17,4	20,4	15,0	5,4	0,4	0,2	0,2	16,4	15,0	15,0	14,4	—
3. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	19,0	20,0	24,2	23,2	49,5	2,8	46,7	11,0	12,7	18,9	20,7	17,9	17,5	17,0	—	18,0	18,2	19,9	18,4	25,4	14,3	11,1	0,4	0,5	0,2	19,4	19,0	19,1	18,4	—
4. Grąd Lime-hornbeam forest	17,1	16,8	16,0	16,9	20,2	5,3	14,9	8,6	7,6	7,3	13,4	12,4	12,1	12,5	—	17,1	16,9	16,5	16,9	18,2	15,8	3,0	0,4	0,2	0,1	15,9	14,9	14,6	14,0	—
5. Łąka Meadow	17,4	17,3	21,1	17,8	33,6	3,0	30,6	8,9	6,6	3,8	18,0	15,6	16,1	15,9	14,5	16,8	16,9	17,5	17,0	24,4	12,6	11,8	0,5	0,4	0,2	16,8	16,7	16,6	16,1	14,4
6. Las jaworowy Sycamore forest	17,2	16,6	14,9	15,4	18,0	5,2	12,8	8,9	7,6	5,0	13,7	12,4	12,1	12,0	—	17,0	16,8	16,1	16,7	17,5	14,8	2,7	0,6	0,4	0,4	16,7	16,1	15,3	14,3	—
7. Mszaki naskalne Saxicolous bryophytes	17,5	17,1	17,9	17,9	19,2	7,8	11,4	9,0	8,5	9,9	16,4	15,0	15,1	15,3	—	17,1	17,3	17,4	17,2	19,0	13,8	5,2	0,7	0,7	0,7	17,5	17,0	16,5	16,2	—
8. Buczyzna karpacka Beechwood	17,0	16,8	16,6	16,2	19,0	10,2	8,8	9,5	8,4	7,1	14,1	13,1	13,5	13,1	—	16,8	16,6	15,9	16,6	18,3	14,9	3,4	0,6	0,6	0,4	15,3	15,0	14,4	13,6	—
9. Bór miesz. z dominującą sosną Mixed coniferous forest with pine predomination	16,1	15,5	16,1	14,9	28,5	8,6	19,9	6,5	3,9	1,2	15,4	14,0	13,7	13,1	12,7	16,6	16,7	16,1	16,6	19,2	14,0	5,2	0,4	0,8	0,6	15,6	15,6	15,5	14,6	13,2
Różnice skrajne Extreme differences	2,9	4,5	9,3	8,3	31,5	7,4	24,1	4,5	8,8	17,7	8,9	7,6	6,9	6,4	3,5	1,4	1,6	3,8	1,7	7,9	2,9	9,1	0,3	0,6	0,6	5,1	5,0	5,5	6,1	4,8
A. Ciepłolubne zarośla Thermophilous thickets	17,2	16,9	16,8	16,8	21,6	6,2	15,4	5,8	6,8	5,7	—	—	—	—	—	17,0	16,9	17,0	16,9	18,6	16,2	2,4	0,0	0,0	0,0	—	—	—	—	—
B. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	18,9	20,8	25,1	20,8	49,0	5,0	44,0	10,4	14,9	18,0	—	—	—	—	—	17,6	17,7	18,6	18,0	26,1	15,5	10,6	0,2	0,0	0,0	—	—	—	—	—
C. Łąka Meadow	17,2	16,8	18,1	18,8	34,2	2,0	32,2	7,8	5,1	3,5	—	—	—	—	—	17,6	18,1	19,1	18,6	26,0	13,6	12,4	0,2	0,0	0,0	—	—	—	—	—
D. Murawa naskalna Saxicolous grassland	18,4	19,7	22,7	20,8	43,8	6,0	37,8	9,1	8,4	12,6	—	—	—	—	—	17,5	17,8	18,6	18,3	26,1	15,0	11,1	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	—
E. Zarośla z podrostem jodły Thickets with young fir	17,4	17,2	16,9	16,9	21,5	6,5	15,0	8,3	6,8	4,9	—	—	—	—	—	17,3	17,0	17,0	17,0	18,5	16,0	2,5	0,1	0,1	0,1	—	—	—	—	—
Różnice skrajne Extreme differences	1,7	4,0	8,3	4,0	27,5	4,5	23,0	4,6	9,8	14,5	—	—	—	—	—	0,6	1,2	2,1	1,7	7,6	2,6	10,0	0,2	0,1	0,1	—	—	—	—	—

Tabela XXIII

Średnie wartości wybranych elementów mikroklimatycznych uzyskane z pomiarów w różnych zbiorowiskach roślinnych w okresie lata (1964—1967)
 Mean values for selected microclimatic elements obtained from measurements in various plant communities in the summer periods of the years 1964—1967

Zbiorowisko roślinne Plant community	Temperatura powietrza Air temperature						Niedosyt wilg. Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature					
	150	20	5	1	Max. 5	Min. 5	Ampl. 5	150	20	1	0	5	10	20	50
1. Pastwisko Pasture	16,8	17,5	19,2	18,2	30,8	9,6	21,2	5,4	5,1	4,4	21,2	19,8	19,6	19,0	17,1
2. Bór mieszany z dominującą jodłą Mixed coniferous forest with fir predom.	16,2	15,9	15,9	16,1	26,2	11,1	15,0	4,4	2,5	1,8	16,1	14,2	14,1	13,8	—
3. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	17,4	18,2	20,2	19,7	37,6	8,8	28,8	5,7	6,0	7,2	20,8	18,6	18,5	18,2	—
4. Grąd Lime-hornbeam forest	16,4	16,1	15,6	16,0	19,8	10,4	9,6	4,6	3,8	3,2	14,3	13,7	13,5	13,8	—
5. Łąka Meadow	16,4	16,5	18,2	16,8	28,7	8,4	20,3	4,8	3,4	2,0	17,3	16,3	16,4	16,1	14,6
6. Las jaworowy Sycamore forest	16,3	15,9	15,4	15,2	17,3	10,4	6,8	4,6	3,6	2,4	14,7	14,2	13,6	13,2	—
7. Mszaki naskalne Saxicolous bryophytes	16,6	16,6	17,1	16,9	20,6	11,0	9,5	5,4	5,1	4,0	16,7	16,0	15,9	15,8	—
8. Buczyzna karpacka Carpathian beechwood	16,1	16,0	15,5	15,7	17,9	11,8	6,6	5,1	4,3	3,7	14,4	14,1	13,9	13,5	—
9. Bór mieszany z dominującą sosną Mixed coniferous forest with pine predom.	16,1	15,5	15,3	15,3	23,0	11,4	11,6	4,1	2,1	1,1	15,2	14,6	14,5	13,9	13,1
Różnice skrajne Extreme differences	1,3	2,7	4,9	4,5	20,3	3,4	22,2	1,6	3,9	6,1	6,9	6,1	6,1	5,8	4,0
A. Cieptolubne zarośla Thermophilous thickets	16,2	16,0	15,9	16,0	20,6	11,5	10,0	3,8	3,5	2,8	—	—	—	—	—
B. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	17,5	18,5	20,7	19,9	36,8	10,6	26,2	5,4	6,5	8,4	—	—	—	—	—
C. Łąka Meadow	17,0	17,2	19,2	18,2	32,2	9,0	23,2	4,4	3,0	2,1	—	—	—	—	—
D. Murawa naskalna Saxicolous grassland	17,2	17,4	19,6	18,6	33,9	10,8	23,2	5,0	4,4	4,8	—	—	—	—	—
E. Zarośla z podrostem jodły Thickets with young fir	16,5	16,2	16,0	16,0	20,0	11,7	8,3	4,3	3,3	2,6	—	—	—	—	—
Różnice skrajne Extreme differences	1,3	2,5	4,8	3,9	16,8	2,7	19,9	1,6	3,5	6,3	—	—	—	—	—



Tabela XXVI

Średnie dobowe wartości wybranych elementów mikroklimatycznych w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN podczas pogody pochmurnej ze stopniowym rozpozodzeniem i zanikającymi opadami (typ Gb₁) oraz pogodzie bezchmurnej z zamgleniami (typ Ab₁) w okresie jesieni
 Mean daily values for selected microclimatic elements in the plant communities investigated in the Ojców National Park during overcast weather with gradual clearing precipitation (Gb₁ type) and clear weather with mist (Ab₁ type) in autumn

Zbiorowisko roślinne Plant community	Pogoda pochmurna typu Gb ₁ — 25 X 1967 Overcast weather (Gb ₁ type — October 25, 1967)										Pogoda bezchmurna z zamgleniami typu Ab ₁ — 26 X 1967 Clear weather with mist (Ab ₁ type — October 26, 1967)																								
	Temperatura powietrza Air temperature					Niedosyt wilg. Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature					Temperatura powietrza Air temperature					Niedosyt wilg. Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature													
	150	20	5	1	Max.	Min.	Ampl.	5	5	5	160	20	1	0	5	10	20	50	150	20	5	1	Max.	Min.	Ampl.	5	5	5	150	20	1	0	5	10	20	50
1. Pastwisko Pasture	9,2	8,5	7,1	7,9	11,3	1,6	9,7	0,6	0,4	0,3	8,1	9,2	9,5	9,5	10,1	9,6	9,1	9,5	8,6	18,3	1,0	17,3	1,3	1,2	1,0	8,1	8,0	7,9	7,9	9,5					
2. Bór miesz. z dominującą jodłą Mixed coniferous forest with fir predomination	9,5	8,5	8,2	8,4	11,2	4,8	6,4	1,4	0,5	0,3	9,4	12,4	12,4	10,6	—	12,4	9,7	9,3	9,6	15,4	3,5	11,9	1,0	1,4	1,4	9,1	9,8	10,0	10,3	—					
3. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	8,6	8,5	7,8	8,8	13,5	1,5	12,0	0,4	0,2	0,2	9,8	12,7	13,0	13,6	—	8,7	9,1	10,0	8,3	26,8	-0,5	27,3	1,5	1,5	0,8	12,8	12,2	12,7	12,9	—					
4. Grąd Lime-hornbeam forest	8,6	8,0	7,7	8,0	11,5	3,0	8,5	0,7	0,4	0,3	8,9	9,0	9,1	9,5	—	7,8	7,9	9,2	7,7	15,9	-0,4	16,3	1,4	0,9	1,2	7,3	7,5	7,8	8,3	—					
5. Łąka Meadow	8,3	6,9	8,0	7,0	13,4	2,9	10,5	0,8	0,5	0,2	6,8	6,8	7,2	7,5	7,7	6,2	4,8	5,0	4,6	17,2	-0,3	17,5	0,5	0,3	0,3	4,7	5,8	6,4	6,8	7,5					
6. Las jaworowy Sycamore forest	8,5	8,5	7,8	8,4	10,5	3,4	7,1	0,4	0,3	0,2	8,7	8,9	8,7	9,0	—	7,5	7,2	6,4	7,1	10,2	1,0	9,2	0,8	0,5	0,3	7,2	7,8	7,7	8,6	—					
7. Mszaki naskalne Saxicolous bryophytes	8,9	9,0	8,7	8,9	11,6	2,4	9,1	0,9	0,6	0,3	8,8	9,1	9,4	9,6	—	8,9	8,8	7,3	8,3	11,3	1,0	10,3	1,2	0,9	0,4	7,5	7,4	8,1	8,7	—					
8. Buczyna karpacka Carpathian beechwood	8,6	8,4	7,8	8,4	11,5	7,4	4,2	0,5	0,5	0,2	9,9	9,9	10,0	10,1	—	8,7	8,6	8,2	8,3	11,2	4,6	6,6	0,9	0,9	0,2	8,9	9,1	9,3	9,5	—					
9. Bór miesz. z dominującą sosną Mixed coniferous forest with pine predomination	8,8	8,6	8,3	8,7	10,8	6,4	4,4	0,5	0,2	0,2	8,9	10,1	10,3	10,5	10,6	9,5	9,0	8,3	8,8	11,8	4,4	7,4	1,3	0,6	0,3	9,3	9,4	9,6	9,7	10,4					
Różnice skrajne Extreme differences	1,2	2,1	1,6	1,9	3,0	5,9	7,8	1,0	0,4	0,1	3,1	5,9	5,8	6,3	3,5	6,2	4,9	5,0	5,0	16,6	5,1	20,7	1,1	1,2	1,2	8,1	6,4	6,3	6,1	2,9					
A. Ciepłolubne zarośla Thermophilous thickets	9,2	8,9	8,3	8,9	11,5	4,0	7,5	1,1	0,5	0,3	—	—	—	—	—	8,1	7,8	7,1	7,1	23,0	0,4	22,6	1,4	1,5	0,6	—	—	—	—	—					
B. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	8,8	8,4	7,5	8,0	14,4	2,0	11,9	1,1	0,6	0,2	—	—	—	—	—	7,6	7,5	7,3	7,4	33,2	-1,2	34,4	1,2	1,2	0,7	—	—	—	—	—					
C. Łąka Meadow	8,0	6,9	6,0	5,5	13,5	-1,0	14,5	1,7	0,2	0,1	—	—	—	—	—	7,4	6,8	6,8	6,6	21,2	-1,8	23,0	1,8	1,5	1,3	—	—	—	—	—					
D. Murawa naskalna Saxicolous grassland	8,7	8,4	8,0	8,2	12,6	2,7	9,9	0,9	0,5	0,0	—	—	—	—	—	7,6	7,9	7,1	7,3	18,8	-1,4	20,2	1,2	1,1	0,4	—	—	—	—	—					
E. Zarośla z podrostem jodły Thickets with young fir	8,7	8,7	8,4	8,7	11,5	4,4	7,1	0,7	0,7	0,7	—	—	—	—	—	7,7	7,6	7,2	7,5	15,4	0,3	15,1	1,4	1,1	0,9	—	—	—	—	—					
Różnice skrajne Extreme differences	1,2	2,0	2,4	3,0	2,9	5,4	7,8	1,0	0,5	0,8	—	—	—	—	—	0,7	1,0	0,5	0,9	17,8	2,2	19,3	0,6	0,4	0,9	—	—	—	—	—					

Tabela XXVII

Średnie wartości wybranych elementów mikroklimatycznych uzyskane z pomiarów w różnych zbiorowiskach roślinnych OPN w okresie jesieni (1964—1967)
 Mean values for selected microclimatic elements obtained from measurements in various plant communities of the Ojców National Park in autumn
 (1964—1967)

Zbiorowisko roślinne Plant community	Temperatura powietrza Air temperature						Niedosyt wilg. Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature					
	150	20	5	1	Max. 5	Min. 5	Ampl. 5	150	20	1	0	5	10	20	50
1. Pastwisko Pasture	12,7	12,2	11,9	11,7	19,0	5,4	13,6	2,3	1,7	1,1	12,1	11,6	11,6	11,3	11,4
2. Bór mieszany z dominującą jodłą Mixed coniferous forest with fir predom.	13,4	12,4	12,2	12,4	17,5	8,0	9,5	2,3	1,8	1,7	10,2	12,4	12,0	11,6	—
3. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	12,1	12,3	12,5	12,3	24,7	4,2	20,5	2,5	2,2	1,9	13,8	13,7	14,8	14,7	—
4. Grąd Lime-hornbeam forest	11,7	11,4	11,2	11,4	17,3	5,0	12,3	2,0	1,7	1,1	10,9	10,6	10,7	10,8	—
5. Łąka Meadow	10,6	9,6	9,5	9,1	17,3	3,4	13,8	1,1	0,3	0,2	8,4	8,6	8,8	8,9	9,1
6. Las jaworowy Sycamore forest	11,3	11,1	10,5	10,8	14,3	6,0	8,3	1,6	1,1	0,8	10,6	10,0	9,8	10,0	—
7. Mszaki naskalne Saxicolous bryophytes	12,3	12,0	11,6	11,8	15,3	6,4	8,8	2,0	1,7	1,3	11,2	10,6	10,7	10,7	—
8. Buczyna karpacka Carpathian beechwood	12,4	12,2	11,9	12,0	14,3	9,6	4,7	2,0	1,7	1,3	11,6	11,1	11,1	11,1	—
9. Bór mieszany z dominującą sosną Mixed coniferous forest with pine predom.	12,4	11,8	11,6	11,8	14,4	9,0	5,4	1,8	1,0	0,6	11,4	11,4	11,4	11,4	11,2
Różnice skrajne Extreme differences	2,8	2,8	3,0	3,3	10,4	6,2	15,8	0,9	1,9	1,7	5,4	5,1	6,0	5,8	2,3
A. Ciepłolubne zarośla Thermophilous thickets	12,0	11,8	11,3	11,6	18,8	6,6	12,2	1,6	1,4	1,1	—	—	—	—	—
B. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	11,7	11,9	11,7	11,9	27,8	5,0	22,8	1,3	1,7	1,9	—	—	—	—	—
C. Łąka Meadow	10,8	10,1	9,4	9,3	19,7	1,3	18,3	1,5	1,0	0,7	—	—	—	—	—
D. Murawa naskalna Saxicolous grassland	11,7	11,7	11,2	11,4	18,3	4,7	13,6	1,8	1,6	1,1	—	—	—	—	—
E. Zarośla z podrostem jodły Thickets with young fir	11,7	11,6	11,4	11,6	16,3	6,5	9,8	1,8	1,6	1,5	—	—	—	—	—
Różnice skrajne Extreme differences	1,2	1,8	2,3	2,6	11,5	5,3	13,0	0,5	0,7	1,2	—	—	—	—	—



Tabela XXVIII

Średnie dobowe wartości temperatur i wilgotności powietrza oraz temperatur gleby w badanych zbiorowiskach roślinnych OPN podczas pogody bezchmurnej z zamgleniami (typ Ab₁) i pochmurnej z przelotnym opadem deszczu (typ Ib₁) w porze zimowej

Mean daily values for temperature and humidity of air, and soil temperature in the plant communities investigated in the ONP during clear weather with mist (Ab₁ type) and overcast weather with temporary rain (Ib₁ type) in winter

Zbiorowisko roślinne Plant community	Pogoda bezchmurna z zamgleniami typu Ab ₁ — 6 II 1968 Clear weather with mist (Ab ₁ type — February 6, 1968)												Pogoda pochmurna z przelotnym opadem deszczu typu Ib ₁ — 7 II 1968 Overcast weather with temporary rain precipit. (Ib ₁ type—February 7, 1968)																	
	Temperatura powietrza Air temperature					Niedosyt wilg. Saturation deficit.			Temperatura gleby Soil temperature					Temperatura powietrza Air temperature					Niedosyt wilg. Saturation deficit.			Temperatura gleby Soil temperature								
	150	20	5	1	Max. Min. Ampl. 5 5 5	150	20	1	0	5	10	20	50	150	20	5	1	Max. Min. Ampl. 5 5 5	150	20	1	0	5	10	20	50				
1. Pastwisko Pasture	0,7	0,0	-1,3	-1,3	9,0	-7,5	16,5	1,0	0,8	0,2	-1,0	0,1	0,3	0,4	1,3	2,1	1,6	0,3	0,2	4,5	-6,2	10,7	1,5	1,2	0,9	0,1	0,0	0,3	0,3	1,3
2. Bór mieszany z dominującą jodłą Mixed coniferous forest with fir predom.	1,2	1,1	1,0	1,0	12,6	-4,1	16,7	1,0	1,1	0,7	1,1	1,6	1,5	2,1	—	3,3	3,1	2,5	2,3	7,3	-3,5	10,8	2,4	2,2	1,0	1,5	1,6	1,5	2,0	—
3. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	-0,6	0,4	1,7	1,8	22,4	-8,0	30,4	0,9	1,3	1,1	3,8	1,2	1,3	1,7	—	1,3	1,3	0,8	1,5	11,0	-7,2	18,2	1,4	1,2	1,3	1,1	0,6	0,8	1,5	—
4. Grąd Lime-hornbeam forest	-0,6	-0,7	-1,0	-0,7	9,0	-5,5	14,5	0,9	0,6	0,8	1,3	0,4	0,5	1,3	—	0,4	0,3	0,4	0,4	6,3	-4,0	10,3	0,8	0,9	0,7	0,4	0,4	0,4	1,4	—
5. Łąka Meadow	-2,8	-4,7	-4,7	-4,6	3,0	-9,8	12,8	0,5	0,4	0,3	-1,4	-1,3	-0,5	0,4	0,9	-0,2	-1,2	-1,2	-1,5	4,2	-8,4	12,6	0,6	0,2	0,2	-0,7	-0,8	-0,5	0,4	0,9
6. Las jaworowy Sycamore forest	-0,6	-0,7	-1,0	-1,3	1,7	-5,4	7,1	0,9	0,6	0,5	-1,3	-0,8	-1,3	1,0	—	1,2	0,8	0,1	0,2	3,5	-5,2	8,7	1,2	1,0	0,3	-0,8	0,7	1,0	1,0	—
7. Mszaki naskalne Saxicolous bryophytes	-0,1	-0,4	-1,8	-0,6	2,3	-6,0	8,3	1,3	0,4	0,3	-1,5	-1,6	-1,3	-1,2	—	2,0	1,8	-0,3	0,9	4,1	-5,0	9,1	1,5	1,4	0,6	0,4	-1,2	-1,2	-1,3	—
8. Buczyzna karpacka Carpathian beechwood	0,9	0,3	-0,4	-0,1	2,0	-4,3	6,3	0,9	0,7	0,3	0,2	0,4	0,6	1,0	—	3,5	2,1	1,7	1,2	3,5	-2,9	6,4	1,6	0,8	0,4	0,1	0,4	0,6	1,0	—
9. Bór mieszany z dominującą jodłą Mixed coniferous forest with pine predom.	1,0	0,6	0,1	0,3	3,0	-5,5	8,5	0,8	0,1	0,1	0,2	1,3	1,0	1,4	2,0	2,1	1,4	0,6	0,9	3,5	-4,5	8,0	1,4	0,3	0,4	0,2	1,2	1,0	1,4	2,0
Różnice skrajne Extreme differences	4,0	5,8	6,4	6,4	21,7	5,7	23,9	0,8	1,2	1,0	5,3	3,2	2,6	3,3	1,1	3,7	4,3	3,7	3,8	7,5	5,5	11,8	1,8	2,0	1,1	2,3	2,8	2,7	1,7	1,1
A. Ciepłolubne zarośla Thermophilous thickets	0,2	0,0	0,2	-0,1	8,8	-4,9	13,7	1,2	0,8	0,4	—	—	—	—	—	1,9	1,6	1,0	1,2	6,0	-4,0	10,0	0,9	1,0	0,3	—	—	—	—	—
B. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	-0,3	-0,5	-0,2	-1,2	12,0	-5,7	17,7	0,8	0,7	0,2	—	—	—	—	—	0,8	0,4	0,6	0,5	7,5	-5,5	13,0	0,9	0,5	0,3	—	—	—	—	—
C. Łąka Meadow	-1,3	-1,3	-2,1	-2,0	5,5	-8,0	13,5	0,5	0,6	0,4	—	—	—	—	—	0,0	-0,2	-0,6	-0,8	4,8	-7,3	12,1	0,4	0,3	0,1	—	—	—	—	—
D. Murawa naskalna Saxicolous grassland	0,0	-0,2	-0,7	-1,3	7,0	-5,6	12,3	0,8	0,7	0,2	—	—	—	—	—	0,9	0,8	0,4	0,0	5,6	-6,0	11,6	0,8	0,6	0,4	—	—	—	—	—
E. Zarośla z podr. jodły Thickets with young fir	0,3	-0,4	-0,5	-0,7	4,0	-4,9	8,9	0,7	0,4	0,1	—	—	—	—	—	1,1	0,9	0,5	0,6	5,0	-4,5	9,5	0,7	0,5	0,6	—	—	—	—	—
Różnice skrajne Extreme differences	1,6	1,3	2,3	1,9	8,0	3,1	8,8	0,7	0,4	0,3	—	—	—	—	—	1,9	1,8	1,6	2,0	2,7	3,3	3,5	0,5	0,7	0,5	—	—	—	—	—



Tabela XXIX

Średnie dobowe wartości wybranych elementów mikroklimatycznych w różnych zbiorowiskach roślinnych OPN wyliczone z pomiarów przeprowadzonych zimą (1964—1968)

Mean daily values for selected microclimatic elements in various plant communities of the ONP calculated from the measurements executed in winter (1964—1967)

Zbiorowisko roślinne Plant community	Temperatura powietrza Air temperature							Niedosyt wilg. Saturation deficit			Temperatura gleby Soil temperature				
					Max.	Min.	Ampl.								
	150	20	5	1	5	5	5	150	20	1	0	5	10	20	50
1. Pastwisko Pasture	1,4	0,1	-1,1	-1,1	7,6	-5,9	13,5	1,3	0,9	0,4	-0,4	0,0	0,2	0,4	1,3
2. Bór mieszany z dominującą jodłą Mixed coniferous forest with fir predom.	2,3	2,2	2,1	2,0	10,3	-1,9	12,2	1,6	1,4	1,0	1,5	1,6	1,5	2,1	—
3. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	0,7	1,1	1,6	1,8	18,0	-6,6	24,6	1,3	1,2	1,4	3,2	0,9	1,0	1,5	—
4. Grąd Lime-hornbeam forest	0,4	0,2	0,1	0,1	7,6	-3,5	11,1	1,1	0,9	0,7	0,7	0,4	0,5	1,3	—
5. Łąka Meadow	-1,1	-2,6	-2,6	-2,6	3,3	-8,1	11,4	0,6	0,3	0,3	-1,0	-0,9	-0,4	0,6	0,8
6. Las jaworowy Sycamore forest	0,3	0,0	-0,5	-0,4	2,1	-4,7	6,8	0,8	0,6	0,3	-0,8	0,3	0,3	1,1	—
7. Mszaki naskalne Saxicolous bryophytes	0,8	0,6	-0,8	0,4	2,8	-4,5	7,3	1,2	0,8	0,5	-0,6	-1,2	-1,1	-1,1	—
8. Buczyzna karpacka Carpathian beechwood	1,9	1,1	0,5	0,5	3,5	-3,1	6,6	1,0	0,6	0,4	0,1	0,4	0,6	1,0	—
9. Bór mieszany z dominującą sosną Mixed coniferous forest with pine predom.	1,3	1,0	0,4	0,6	4,8	-4,4	9,2	0,9	0,2	0,2	0,2	1,3	1,0	1,4	2,0
Różnice skrajne Extreme differences	3,4	4,8	4,7	4,6	15,9	5,0	18,0	1,0	1,2	1,2	4,2	2,8	2,6	3,2	1,2
A. Ciepłolubne zarośla Thermophilous thickets	1,4	1,0	1,0	0,7	7,3	-3,8	11,1	1,2	0,9	0,4	—	—	—	—	—
B. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	0,7	0,4	0,6	0,4	10,1	-5,0	15,1	1,1	0,7	0,5	—	—	—	—	—
C. Łąka Meadow	-0,3	-0,6	-1,2	-1,3	5,0	-6,3	11,3	0,5	0,5	0,3	—	—	—	—	—
D. Murawa naskalna Saxicolous grassland	0,6	0,3	-0,1	-0,6	5,5	-5,0	10,5	0,9	0,7	0,2	—	—	—	—	—
E. Zarośla z podrostem jodły Thickets with young fir	0,8	0,2	0,2	0,0	5,2	-4,0	9,2	0,8	0,4	0,3	—	—	—	—	—
Różnice skrajne Extreme differences	1,7	1,6	2,2	2,0	5,1	2,5	5,9	0,7	0,5	0,3	—	—	—	—	—

Tabela XXX

Równania linii prostej $y = ax + b$ oraz współczynniki korelacji (r) określające zależności między temperaturą średnią dobową, maksymalną i minimalną na łące w Dolinie Sąspowskiej oraz tymi temperaturami w różnych zbiorowiskach roślinnych OPN

Rectilinear formulae $y = ax + b$ and correlation coefficients (r) determining the dependence between mean daily, maximal and minimal temperatures in a meadow in the Sąspowska Valley and those in various plant communities of the ONP

	Zbiorowisko roślinne Plant community	Temperatury średnie dobowe Mean daily temperatures	Temperatury maksymalne Maximal temperatures	Temperatury minimalne Minimal temperatures
Dolina Sąspowska Sąspowska Valley	1. Pastwisko Pasture	$y = 0,961x + 1,107$ $r = 0,978$	$y = 1,029x + 1,408$ $r = 0,936$	$y = 0,940x + 1,673$ $r = 0,872$
	2. Bór mieszany z dominującą jodłą Mixed coniferous forest with fir predomination	$y = 0,789x + 3,247$ $r = 0,970$	$y = 0,902x + 2,385$ $r = 0,815$	$y = 0,886x + 3,674$ $r = 0,871$
	3. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland	$y = 0,952x + 2,161$ $r = 0,963$	$y = 1,128x + 4,555$ $r = 0,830$	$y = 0,979x + 0,866$ $r = 0,920$
	4. Grąd Lime-hornbeam forest	$y = 0,868x + 2,051$ $r = 0,969$	$y = 0,541x + 5,251$ $r = 0,787$	$y = 0,965x + 2,162$ $r = 0,916$
	6. Las jaworowy Sycamore forest	$y = 0,854x + 1,992$ $r = 0,981$	$y = 0,529x + 3,502$ $r = 0,891$	$y = 0,985x + 2,290$ $r = 0,926$
	7. Mszaki naskalne Saxicolous bryophytes	$y = 0,893x + 2,176$ $r = 0,967$	$y = 0,579x + 3,934$ $r = 0,759$	$y = 0,973x + 2,661$ $r = 0,887$
	8. Buczyna karpacka Carpathian beechwood	$y = 0,840x + 2,742$ $r = 0,939$	$y = 0,549x + 3,399$ $r = 0,864$	$y = 0,900x + 4,289$ $r = 0,830$
	9. Bór mieszany z dominującą sosną Mixed coniferous forest with pine predomination	$y = 0,810x + 2,654$ $r = 0,924$	$y = 0,806x + 0,412$ $r = 0,933$	$y = 0,940x + 3,561$ $r = 0,854$
	Dolina Prądnika Prądnik Valley	A. Ciepłolubne zarośla Thermophilous thickets	$y = 0,848x + 2,586$ $r = 0,945$	$y = 0,564x + 1,602$ $r = 0,849$	$y = 0,999x + 2,817$ $r = 0,898$
B. Murawa kserotermiczna Xerophilous grassland		$y = 0,988x + 1,901$ $r = 0,959$	$y = 1,288x + 0,376$ $r = 0,885$	$y = 1,035x + 1,547$ $r = 0,929$
C. Łąka Meadow		$y = 0,958x + 1,213$ $r = 0,970$	$y = 1,140x - 0,533$ $r = 0,982$	$y = 1,033x - 0,207$ $r = 0,931$
D. Murawa naskalna Saxicolous grassland		$y = 0,916x + 2,843$ $r = 0,944$	$y = 1,269x - 1,752$ $r = 0,953$	$y = 1,026x + 2,089$ $r = 0,938$
E. Zarośla z podrostem jodły Thickets with young fir		$y = 0,886x + 2,047$ $r = 0,957$	$y = 0,606x + 3,472$ $r = 0,892$	$y = 1,018x + 2,757$ $r = 0,903$



Tabela XXXI
 Charakterystyka regionów mezoklimatycznych Ojcowskiego Parku Narodowego
 Characterization of the mesoclimatic regions in the Ojców National Park

Regiony mezoklimatyczne Mesoclimatic regions	Miejsce wykonywania pomiarów Station at which measurements were executed	Średnie (1964-1967) oraz najwyższe i najniższe wartości Mean, highest and lowest values	Elementy i wskaźniki klimatyczne Elements and indices of climate																											
			Stosunki termiczne Thermal conditions												Opady Precipitation				Pokrywa śnieżna Snow cover				Wilgotność powietrza Air Humidity							
			Trwanie okresu (liczba dni) z średnią dobową temperaturą: Duration of period (number of days) with mean daily temperatures of:				Ilość dni z temperaturą: Number of days with temperatures of:				Przymrozki Slight frosts		Suma roczna (mm) Annual total	Dni z opadem Days with precipit.			Opady IX-XI w % III-V	Opady XI-IV w % V-X	Obfitość opadów Abundance	Śred. maks. grubość Mean max. thickness	Okres z szatą śnieżną Period with snow cover		Okres z trwałą pokrywą śnieżną Permanent snow cover		Wilgotność względna Relative humidity (%)			Niedosyt wilgotności Saturation deficit (mb)		
			Year	Max.	Min.	Amplituda	Min.	Max.	Max. < 0°	Min. Max.	ostatni last	pierwszy first		Długość okresu bezprzymrozkowego Length of frostless period	> 0,1 (mm)	> 1,0 (mm)					> 10,0 (mm)	Liczba dni Number of days	powstania origin	zaniku disapp.	Liczba dni Number of days	powstania origin	zaniku disapp.	Rano Morning	Popołudnie Noon	Wieczór Evening	Śred. Mean	Rano Morning	Popołudnie Noon	Wieczór Evening	Śred. Mean
I. Ciepły region zboczy o ekspozycji południowej i zbliżonych Warm region of south-facing and approximate slopes	Dane wyliczone metodą Hessa * Data calculated by Hess's method	Średnie Mean Najwyższe Highest Najniższe Lowest	7,8 8,2 6,2	— — —	— — —	— — —	15,6 71,4 293,6 213,1 152,4 68,8 26,6 85,6 312,7 225,2 163,6 86,0 6 52 280 201 141 44	19,4 44,0 118,0 73,6 22,0 27,4 54,8 138,3 95,9 38,4 15 34 92 58 12	7 V 22 X 20 V 6 XII 22 IV 6 XII	169 186 123	663,4 710,7 594,1	143,4 76,4 16,4 168,8 86,4 20,7 125,1 63,5 12,9	— — —	— — —	4,6 — —	— — —	120,6 125,4 113,8	— — —	— — —	Brak okresu z trwałą pokrywą śnieżną No permanent snow cover	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —			
II. Region umiarkowanie ciepły Temperate warm region	1. Subregion wierzchowy umiarkowanie zróżnicowany termicznie Subregion of top surface moderately differentiated in temperature	Biały Kościół Village of Biały Kościół	Średnie Mean Najwyższe Highest Najniższe Lowest	7,5 11,2 3,9 7,3 8,5 12,2 4,8 7,4 6,4 10,1 2,9 7,2	4,8 30,5 80,7 284,6 217,5 164,5 88,2 6 40 94 299 228 185 104 4 22 66 272 206 145 63	19,2 53,0 118,2 65,2 23,5 28 64 129 70 31 13 46 101 55 17	22 IV 2 XI 4 V 21 X 5 IV 18 XI	194 209*** 171	824,9** 922,6 691,0	173,5 127,3 21,8 192 143 28 153 104 19	82 61 4,8 15 — —	— — —	— — —	15 — —	114,7 132 101	23 XI 18 III 11 X 24 III 6 XII 13 III	50 23 XII 11 II 88 16 XII 17 III 32 7 I 16 I	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —					
	2. Subregion zboczy wschodnich i zachodnich o dużych kontrastach termicznych Subregion of east- and west-facing slopes with great thermal contrasts	Brak stacji No station	Średnie wyliczone z regionów I i III Mean values calculated from region I and III	7,2 — —	— — —	— — —	26 77 287 211 150 67 21 48 120 72 20	13 V 18 X — —	159 — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —			
III. Chłodny region zboczy o ekspozycji północnej Cool region of north-facing slopes	Koło willi „Berlo” Near the „Berlo” villa	Średnie Mean Najwyższe Highest Najniższe Lowest	6,6 10,8 2,4 8,4 7,8 12,1 3,3 8,8 5,5 9,6 1,8 7,8	5,2 36,0 84,0 281,2 208,8 149,2 65,0 6 46 99 301 222 164 83 5 27 64 267 196 134 39	23,2 53,2 122,2 69,0 18,8 33 64 143 83 31 18 43 102 59 9	19 V 14 X 1 IV 20 IX 3 V 12 XI	149 167 112	830,1 922,9 694,4	147,3 112,1 23,2 174 120 31 128 102 16	77 74 5,6 22 — —	— — —	— — —	22 — —	134,0 139 127	17 XI 1 IV 11 XI 13 IV 28 XI 26 III	100,0 30 XI 10 III 115 28 XI 23 III 80 10 XII 28 II	91 75 93 86 — —	1,1 4,6 0,8 2,2 — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —						
IV. Zimny region dół dolinnych Cold region of valley bottoms	Dolina Saspowska Saspowska Valley	Średnie Mean Najwyższe Highest Najniższe Lowest	6,2 11,3 1,6 9,7 7,3 12,5 2,3 10,2 5,2 10,1 0,9 9,2	7,5 37,8 87,5 277,7 208,5 144,5 55,8 8 46 103 297 219 160 68 6 29 68 262 197 126 39	29,5 52,2 138,7 86,5 32,8 39 61 163 103 46 24 44 125 80 22	21 V 1 X 1 IV 12 X 1 V 12 X	134 153 111	748,7 927,7 602,6	166,6 117,4 21,0 197 130 28 144 105 15	82 62 4,5 27 — —	— — —	— — —	27 — —	136,0 140 133	17 XI 3 IV 11 XI 14 IV 28 XI 26 III	106,7 26 XI 13 III 118 28 XI 25 III 95 25 XI 28 II	93 75 94 88 — —	0,9 4,6 0,8 2,0 — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —	— — —						

* Dane wykazują pewne заниżenie wartości spowodowane tym, że stacja porównawcza na zboczu o ekspozycji północnej leży w strefie inwersji. Dane wyliczone metodą Hessa charakteryzują raczej przydne partie zboczy południowych.

* The data show some lowering of values due to the fact that the comparative station situated on the north-facing slope lies in the zone of inversion. The data calculated by Hess's method rather characterize the parts of south-facing slopes near the valley bottom.

** Dane ze Skaly, Biały Kościół wykazuje wartości заниżone.

** Data from the Skala station, because that of Biały Kościół shows lowered values.

*** Daty skrajnych wystąpień ostatniego i pierwszego przymrozku odnoszą się do całości okresu 1964-67, natomiast ekstrema długości trwania okresu bezprzymrozkowego podano dla konkretnych lat, w których one wystąpiły. Wskutek tego istnieją niezgodności między podanymi wartościami skrajnych dat ostatniego i pierwszego przymrozku a skrajnymi wartościami długości okresu bezprzymrozkowego.

*** Dates of extreme occurrences of the last and the first slight frost concern the whole of the 1964-1967 period, while the extreme values for the duration of the frostless period are given for the particular years in which they occurred. Therefore, there are inconformities of the values for the extreme dates of the last and the first slight frost with the extreme values for the duration of the frostless period.



Tabela XXXII
Charakterystyka regionów mikroklimatycznych
Characterization of microclimatic region

Regiony mezoklimatyczne Mesoclimatic regions	Regiony mikroklimatyczne Microclimatic regions	Zbiorowisko roślinne charakterystyczne dla danego regionu Plant communities characteristic of the given region	Temperatura powietrza Air temperature				Wilgotność powietrza Air humidity		Temperatura gleby Soil temperature				Wartości średnie z dni pogodnych Mean values for days with clear weather										Pomiary wykonane w dniu 7 lipca 1967 w południe Measurements executed on July 7, 1967 at noon																							
							Wilgotność względna (%) Relative hu- midity						Niedosyt wilgotności. (mb) Saturation deficit		Temperatura powietrza Air temperature					Wilgotność powietrza Air humidity					Temperatura powietrza Air temperature					Wilgotność powietrza Air humidity																
			Max. Min. Ampl.								Wilg. wzgl. Relative humidity		Niedosyt wilg. Saturation deficit			Max. Min. Ampl.								Wilg. wzgl. Relative humidity		Niedosyt wilg. Saturation deficit																				
			150	20	5	1	5	5	5	150	20	1	150	20	1	0	5	10	20	150	20	5	1	5	5	5	150	20	1	150	20	5	1	5	5	5	150	20	1	150	20	1				
I. Ciepły region zboczy o eks- pozycji południowej i zbli- żonych Warm region of south-facing and approximate slopes	a. Bardzo ciepły i bardzo suchy skal Very warm and very dry, on rocks	Murawa kserotermiczna Xerophilous grasslands	11,6	11,8	12,7	12,2	24,8	5,0	19,8	85	82	85	2,5	3,0	3,5	13,7	12,7	12,8	9,8	14,8	15,0	17,4	16,6	38,9	4,1	34,8	61	63	61	6,6	7,0	9,2	24,0	26,2	35,6	31,4	49,3	2,8	46,7	42	31	27	17,4	23,5	33,7	
	b. Ciepły i suchy otoczenia skal Warm and dry, surrounding of rocks	Cieplolubne zarośla Thermophilous thickets	11,3	13,8	11,0	11,1	19,0	8,4	10,6	85	88	82	3,0	2,0	1,8	10,0	—	—	—	14,6	13,9	14,6	14,6	29,2	7,6	21,6	63	67	72	5,0	4,6	3,8	20,5	20,8	21,6	22,4	21,6	6,2	15,4	46	50	55	13,1	12,4	12,2	
	c. Ciepły i umiarkowanie suchy przywierzchowinowych partii zboczy Warm and moderately dry, parts of slopes near top surface	Bory mieszane z domieszką jodły Mixed coniferous forests with fir predomination	11,6	11,2	11,1	11,3	18,6	7,4	11,2	83	89	91	2,7	1,7	1,4	10,8	10,3	10,2	10,0	14,5	13,7	14,0	13,7	29,1	8,2	20,9	70	76	77	5,8	3,9	3,5	19,4	18,7	19,0	18,3	27,5	8,1	19,4	47	68	68	11,0	7,3	6,9	
	d. Ciepły i umiarkowanie wilgotny przydennych partii zboczy Warm and moderately humid, parts of slopes near valley bottoms	Grądy Lime-hornbeam forests	11,0	11,2	10,2	10,8	15,0	5,3	9,7	85	88	90	2,5	2,0	1,6	9,7	9,4	9,4	9,4	13,6	13,1	12,6	12,8	20,0	6,4	15,6	74	77	80	5,3	4,5	3,4	19,6	19,6	19,4	20,2	20,2	5,3	14,9	44	68	70	12,7	6,9	7,1	
	e. Umiarkowanie ciepły i wilgotny wąwozów i wciósów Moderately warm and humid, in gorges and V-shaped valleys	Grądy wilgotne Moisture lime-hornbeam forests	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19,0	18,8	18,8	19,9	19,6	5,3	14,3	48	68	72	11,4	6,9	6,2	
II. Region umiarkowanie ciepły Temperate warm region	1. Subregion wierzchowiny umiarkowanie zróżnicowa- ny termicznie Subregion of top surface moderately differenti- ated in temperature	a. Ciepły i suchy ostańców Warm and dry, on mogotes	Murawy kserot. i ciepłe zarośla Xerophilous grasslands, and ther- mophilous thickets	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—							
		b. Względnie ciepły i suchy wierzchowiny otwartej Relatively warm and dry, on open top of surface	Pastwiska, pola uprawne Pastures, arable fields	11,6	11,4	11,8	11,5	19,9	5,7	14,2	82	86	91	3,0	2,5	1,9	12,8	12,2	12,2	11,9	14,7	14,5	15,0	14,3	26,3	5,3	21,0	66	74	82	6,6	5,8	4,6	20,6	23,6	25,2	27,0	30,5	4,7	25,8	46	41	44	13,1	17,2	20,0
		c. Względnie chłodny i wilgotny wierzchowiny zalesionej Relatively cool and humid, on forested top surface	Bory mieszane z domin. sosną Mixed coniferous forests with pine predomination	11,2	10,9	10,7	10,8	14,8	7,6	7,2	86	90	95	2,4	1,4	1,0	10,3	10,1	10,0	9,9	14,5	13,3	13,4	13,6	20,3	8,5	11,8	71	82	89	5,6	3,2	3,2	19,0	19,0	20,2	18,0	28,5	8,6	19,9	50	71	82	11,1	6,4	3,6
	2. Subregion zboczy o eks- pozycji wschodniej i zachodniej o dużych kon- trastach termicznych Subregion of east- and west-facing slopes with great thermal contrasts	d. Ciepły i suchy skal o ekspozycji E i W Warm and dry, on E- and W-facing rocks	Zubożale murawy kserotermiczne Impoverish xerophilous grass- lands	11,7	12,1	12,9	12,1	21,0	6,1	14,9	87	86	88	2,7	2,7	2,7	11,3	—	—	—	14,4	14,6	14,8	14,2	22,8	6,3	16,5	74	74	76	4,4	5,4	5,8	21,2	23,0	28,0	25,2	43,0	6,0	37,0	44	36	37	14,0	18,0	20,2
		e. Umiarkowanie ciepły i suchy wyższych partii zboczy Moderately warm and dry, in upper parts of slopes	Zarośla, suche grądy, bory mies. Thickets, dry lime-hornbeam for- ests, mixed coniferous forests	11,4	11,0	11,1	11,1	14,3	7,1	7,2	86	89	89	2,4	2,4	1,6	10,1	—	—	—	13,8	13,5	13,2	13,3	18,2	7,9	10,2	73	78	80	5,4	4,4	4,0	19,4	19,4	19,1	19,2	21,3	6,8	14,5	44	51	75	12,6	11,0	5,6
		f. Umiark. chłodny i umiark. wilgotny niższych partii zboczy Moderately cool and moderately humid, in lower parts of slopes	Grądy Lime-hornbeam forests	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19,2	19,0	18,8	18,6	20,0	6,0	14,8	52	66	80	10,5	7,6	4,3
		g. Chłodny i wilgotny wąwozów i wciósów Cool and humid, in gorges and V-shaped valleys	Grądy, skrawki buczyny Lime-hornbeam forests, patches with beech	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18,8	18,6	18,4	18,4	19,2	5,4	13,8	58	68	84	9,2	6,6	3,3
III. Chłodny region zboczy o eks- pozycji północnej i zbliżonych Cool region of north-facing slopes	a. Bardzo chłodny i bardzo wilgotny pod ocienionymi skalami Very cool and very humid, at foot of shaded rocks	Las jaworowy, grądy Sycamore forests, lime-hornbeam forests	10,8	10,6	10,1	10,3	13,0	6,5	6,5	89	90	92	2,0	1,3	1,0	9,5	9,4	9,2	9,1	13,8	12,7	11,9	11,9	15,6	6,7	8,9	76	84	88	4,5	4,1	2,8	17,6	17,0	16,0	17,0	17,1	5,2	11,9	55	70	88	9,0	5,8	2,8	
	b. Chłodny i bardzo wilgotny wąwozów i wciósów Cool and very humid, in gorges and V-shaped valleys	Buczyny, wilgotne grądy Beechwoods, moisture lime- hornbeam forests	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17,8	17,8	18,0	18,2	17,8	5,8	12,0	57	70	82	8,9	6,1	3,6	
	c. Chłodny i wilgotny zboczy w strefie inwersji Cool and humid, in the inversion zone	Wilgotne grądy, buczyny Moisture lime-hornbeam forests beechwoods	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18,0	18,0	18,2	18,4	18,2	6,0	12,2	52	68	72	9,8	8,5	6,8	
	d. Umiarkowanie chłodny i umiarkowanie wilgotny skal Moderately cool and moderately humid, on rocks	Mszaki naskalne Saxicolous bryophytes	11,3	11,2	11,1	11,3	14,3	6,8	7,5	84	86	87	2,8	2,4	2,3	10,8	10,2	10,1	—	14,2	13,7	13,6	13,7	16,9	8,0	8,9	67	78	78	6,4	3,9	4,5	18,2	17,8	18,5	18,4	18,9	7,8	11,1	47	50	48	11,1	10,1	11,0	
	e. Umiark. ciepły i umiark. wilgotny wyższych partii zboczy Moderately warm and moderately humid, in upper parts of slopes	Buczyny Beechwoods	11,4	11,2	11,2	11,2	13,2	8,1	5,1	83	85	88	3,0	2,6	2,9	10,0	9,6	9,7	9,3	14,4	13,9	13,3	13,5	15,8	9,6	6,2	68	80	78	5,4	4,0	3,6	18,0	17,8	17,6	17,2	18,8	10,2	8,6	43	48	54	11,7	10,6	9,0	
IV. Zimny region den dolinnych Cold region of valley bottoms	a. Bardzo zimny i bardzo wilgotny dolin o przebiegu E—W Very cold and very humid, in E—W valleys	Łąki z domieszką gat. górskich Meadows with montane plant species admixed	10,5	9,8	10,7	9,8	17,9	4,3	13,6	88	92	96	2,0	1,2	0,9	9,8	9,2	9,6	9,6	12,4	11,8	12,4	11,8	23,3	3,2	20,1	80	78	92	4,4	2,8	1,9	21,2	23,6	29,0	28,5	33,6	3,0	30,6	43	55	70	14,4	13,1	11,6	
	b. Zimny i wilgotny dolin o przebiegu N—S Cold and humid, in N—S	Łąki Meadows	11,1	10,9	11,1	11,1	19,9	4,2	15,7	86	90	94	2,3	1,5	1,1	12,1	11,6	11,6	11,3	12,8	12,4	12,7	12,2	25,8	3,6	22,2	77	85	92	5,2	3,2	2,2	21,6	23,6	29,0	28,0	34,2	2,0	32,2	41	47	70	15,1	14,5	10,2	
	c. Zimny i umiarkowanie wilgotny dolin o korzystniejszej insolacji Cold and moderately humid, in valley with a more favourable insolation	Skrawki pól uprawnych Small arable fields	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21,6	23,5	23,6	30,5	36,0	2,6	33,4	42	47	68	14,9	15,3	14,1	

10836
II 335 / C
Cena zł 40,-