

3123  
**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**

---

**STUDIA EKOLOGICZNE  
MIĘDZYNARODOWEGO  
PROGRAMU BIOLOGICZNEGO  
W PUSZCZY NIEPOŁOMICKIEJ**

**CZĘŚĆ II**

**ECOLOGICAL STUDIES OF THE INTERNATIONAL BIOLOGICAL  
PROGRAMME IN THE NIEPOŁOMICE FOREST**

**PART II**



**PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO NAUKOWE**  
**Warszawa — Kraków 1978**



## 1

JAN KLEIN

**Klimat lokalny doliny Wisły w rejonie północnej części  
Puszczy Niepołomickiej****The local climate of Vistula Valley in the northern part  
of the Niepołomice Forest**

Praca niniejsza stanowi monografię klimatu lokalnego dna doliny Wisły w rejonie północnej części Puszczy Niepołomickiej. W okresie 1966—1970 czynna była w Ispinie stacja klimatologiczna, na której wykonywano pomiary stacjonarne.

Stwierdzono, że na kształtowanie się klimatu lokalnego tego terenu wpływają przede wszystkim stosunki wodne. Płytko zalegające wody gruntowe sprzyjają powstawaniu licznych mokradeł, co przy istniejących starorzeczach i szerokiej na tym odcinku Wiśle powoduje wzrost wilgotności powietrza i częste tworzenie się mgieł.

W związku z tym obserwuje się tu znaczne złagodzenie reżimu termicznego. Wyliczony iloraz termodynamiczny wskazuje na lokalne cechy „oceanizmu”, wyróżniające ten teren od otoczenia.

Średnia temperatura roku wynosi 7,8°C i jest niższa o 0,7°C niż w pobliskim Krakowie. Termiczna zima trwa tutaj przeciętnie 86 dni, a lato 97 dni. Długość okresu wegetacyjnego wynosi 227 dni, okres bezprzymrozkowy 176 dni. Opady atmosferyczne są dość wysokie i wynoszą 729,4 mm.

**1.1. Wstęp**

Niniejsza praca ma na celu wzbogacenie charakterystyki środowiska przyrodniczego północnej części Puszczy Niepołomickiej poprzez zarysowanie stosunków mezoklimatycznych tego obszaru. Praca stwarza również podstawę do interpretacji wpływu warunków klimatycznych na przebieg całego szeregu procesów uwzględnionych w kompleksowych badaniach nad przyrodą tej części Puszczy prowadzonych przez Zakład Ochrony Przyrody PAN (Medwecka - Kornas 1971)\*.

\* Z tego też względu zmuszony byłem ująć uzyskane wyniki w ten sposób, by można było rozpatrywać niektóre elementy i wskaźniki klimatu zarówno dla poszczególnych lat (różniących się reżimem pogodowym, a więc stwarzających od-



### 1.1.1. Rys fizjograficzny

Teren badań, stanowiący część Kotliny Sandomierskiej, obejmuje prawobrzeżną część doliny Wisły w pobliżu ujścia Raby. Powierzchnia terasy rędzinnej, zajmująca tu niemal całe dno doliny Wisły, tworzy szeroką i płaską równinę, leżącą w poziomie 180—185 m npm. Równinę tę urozmaicają łuki dawnych meandrów Wisły. Przeciętne wzniesienie terasy nad poziom rzeki wynosi zaledwie 3 m. Dokładną charakterystykę geomorfologiczną i hydrograficzną tego terenu podał B z o w s k i (1973).

Dno doliny pokrywają resztki lasów dawnego kompleksu Puszczy wykształcone głównie jako grądy, w miejscach bardziej podmokłych — olesy, a także łąki i pola uprawne (D e n i s i u k, M e d w e c k a - K o r n a ś 1976).

Duży wpływ na kształtowanie się klimatu lokalnego tego terenu wywierają stosunki wodne. Płytko zalegające wody gruntowe i nieprzepuszczalne podłoże sprzyjają powstawaniu mokradeł, co przy licznych starorzeczach wypełnionych wodą, gęstej sieci rowów melioracyjnych i szerokiej na tym odcinku Wiśle powoduje częste tworzenie się mgieł i łagodzenie reżimu termicznego, przejawiające się lokalnym zmniejszeniem amplitud.

Pod względem klimatologicznym R o m e r (1949) zaliczył ten obszar do klimatów podgórskich nizin i kotlin, krainy tarnowskiej, o długim okresie wegetacyjnym, wynoszącym 223 dni. Suma opadów przekracza tu 700 mm rocznie, z czego opady lata stanowią 322% opadów zimowych.

W rejonizacji rolniczo-klimatologicznej G u m i ń s k i e g o (1948) obszar północnej części Puszczy Niepołomickiej znalazł się w dzielnicy sandomiersko-rzeszowskiej o 120—135 dniach z przymrozkiem, 40—55 dniach mroźnych i opadach wysokości 600—700 mm. Pokrywa śnieżna zalega średnio 50—60 dni w roku.

H e s s (1965 b), dokonując rejonizacji klimatycznej województwa krakowskiego, zaliczył badany teren do regionu klimatu umiarkowanie ciepłego, odznaczającego się stosunkowo wysoką średnią temperaturą roku (8°C). Zima trwa tu przeciętnie 70 dni, okres wegetacyjny — 220 dni, okres intensywnych procesów rozwoju roślin — 160 dni i okres dojrzewania — 90 dni.

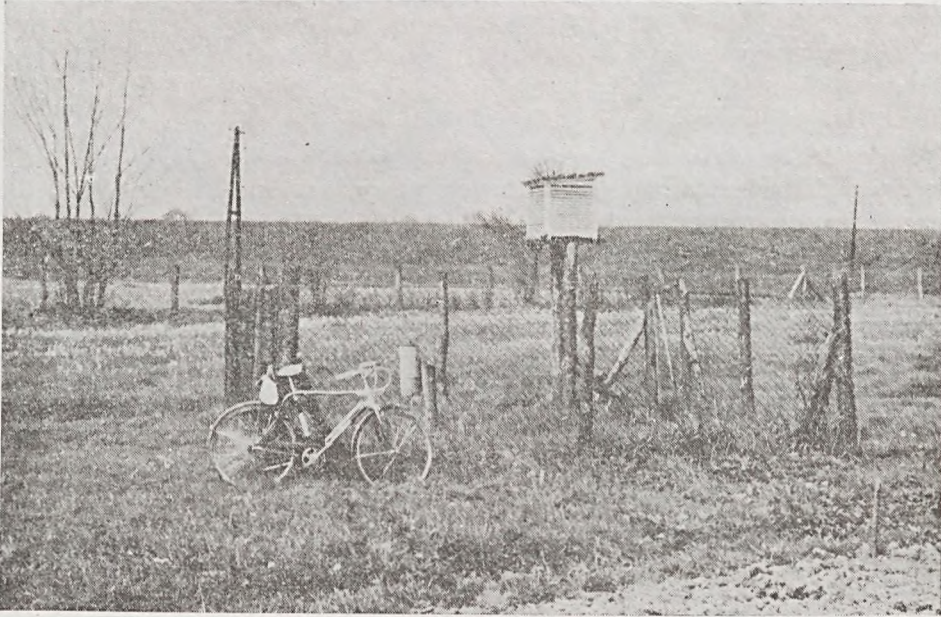
### 1.1.2. Metodyka

W celu określenia na terenie badań stosunków mezoklimatycznych założono specjalnie stację klimatologiczną, na której prowadzono pomiary stacjonarne w okresie 1966—1970. Stacja (ryc. 1.1) położona była na mienne warunki rozwoju dla roślin i zwierząt), jak i w postaci średnich pięcioletnich, które stanowią podstawową charakterystykę klimatu.

Obszerny z konieczności materiał liczbowy przedstawiłem w tabelach (dane dla poszczególnych lat) i na rycinach (wartości średnie dla pięciolecia).



terasie rędzinnej, 184,6 m npm, 3 m ponad lustrem wody w Wiśle i 100 m poza wałami ochronnymi. Łąkę, na której była zlokalizowana, koszone dwukrotnie w ciągu roku. Pomiary temperatury i wilgotności powietrza wykonywano na wysokości 2 m oraz 20 cm nad gruntem, za pomocą



Ryc. 1.1. Stacja klimatologiczna Zakładu Ochrony Przyrody PAN w Ispinie, na której wykonywano pomiary stacjonarne

Fig. 1.1. Climatological station in Ispina, the Nature Conservation Research Centre, Polish Academy of Sciences, where stationary measurements were taken. Fot. M. Bzowski

psychrometru aspiracyjnego Assmanna, trzykrotnie w ciągu dnia w terminach obowiązujących w sieci stacji PIHM-u (7, 13 i 21 lokalnego czasu słonecznego). W klatce meteorologicznej na wysokości 2 m umieszczony był termohygrograf tygodniowy, służący do wyznaczania skrajnych wartości temperatury i wilgotności powietrza. Temperatury aktualne i skrajne mierzono również na wysokości 5 cm nad gruntem, przy nie zaburzonej strukturze runi łąkowej.

Temperatury gleby mierzono na głębokościach: 0, 5, 10, 20 i 50 cm.

Stacja wyposażona była ponadto w dwa deszczomierze Hellmanna, z których jeden był zmodyfikowanym „totalizatorem” zbierającym miesięczne sumy opadów (Klein 1973). Z wielkością opadu ocenianą tym deszczomierzem porównywano miesięczne sumy opadów przenikających do dna lasu wyznaczonej powierzchni badawczej Międzynarodowego Programu Biologicznego.

Wykonywano również pomiary kierunku i prędkości wiatru za pomocą wiatromierza Wilde'a umieszczonego na słupie o wysokości 9 m.



Na dachu pobliskiej gajówki około 60 m od ogródka) zainstalowany był integrator do pomiaru światła fotosyntetycznie czynnego (Czarnowski 1973).

## 1.2. Stosunki klimatyczne

### 1.2.1. Promieniowanie słoneczne

No podstawie wartości wyliczonych przez Mackiewicz (1954) dla szerokości geograficznej  $50^{\circ}\text{N}$  i długości  $20^{\circ}\text{E}$  (Ispina ma współrzędne  $\varphi = 50^{\circ}07'\text{N}$  i  $\lambda = 20^{\circ}03'\text{E}$ ) można sądzić o miesięcznych sumach insolacji na powierzchnię poziomą ( $\text{Kcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{mies.}^{-1}$ ):

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
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

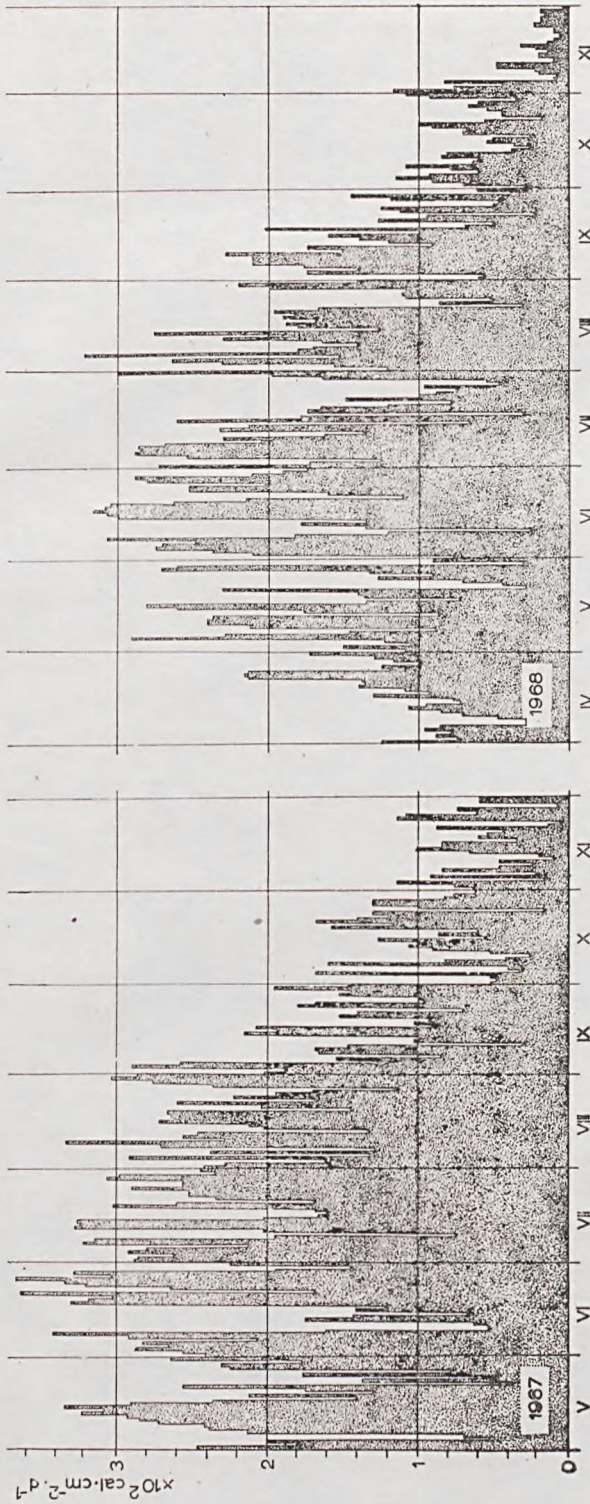
Sumy dzienne ciepła dostarczanego przez promieniowanie słoneczne uzależnione są od deklinacji słońca, ekspozycji terenu i zachmurzenia. Zacharova (1959) podaje dla powierzchni poziomej (a więc bardzo typowej dla badanego terenu) i współrzędnych zbliżonych do Ispiny następujące wartości dziennych sum bezpośredniego promieniowania słonecznego (w  $\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2}$ ): przy deklinacji słońca  $+23^{\circ}$  (22 VI) — 727, przy  $+18^{\circ}$  — 651, przy  $+13^{\circ}$  — 569, przy  $+8^{\circ}$  — 501, przy  $+4^{\circ}$  — 437, przy  $0^{\circ}$  — 376 (21 III i 23 IX), przy  $-4^{\circ}$  — 321, przy  $-8^{\circ}$  — 262, przy  $-8^{\circ}$  — 262, przy  $-13^{\circ}$  — 194, przy  $-18^{\circ}$  — 137 i przy  $-23^{\circ}$  — 88  $\text{cal} \cdot \text{cm}^{-2}$  (21 XII).

Dla roślin ważne jest przede wszystkim światło fotosyntetycznie czynne (Czopek 1971), przy czym podstawowe procesy zachodzą między długościami fal 370—750 nm (w całkowitym promieniowaniu słonecznym na światło widzialne przypada zakres 380—780 nm).

Dzienne sumy światła fotosyntetycznie czynnego w sezonach wegetacyjnych 1967 i 1968 r. przedstawia ryc. 1.2. Jak widać z diagramu, różnice w dobowych sumach promieniowania PhAR są olbrzymie, niemniej, mimo silnego zróżnicowania wysokości słupków wyraźnie widać wzrost ogólnej ilości światła dochodzącego do powierzchni ziemi na początku sezonu wegetacyjnego (do maja włącznie) oraz stopniowy spadek od września.

Według Czopka (1967) przy braku chmur promieniowanie całkowite zawiera 38% PhAR, przy pokryciu nieba przez chmury średnie — 44%, a przy chmurach niskich aż 58% światła fotosyntetycznie czynnego.



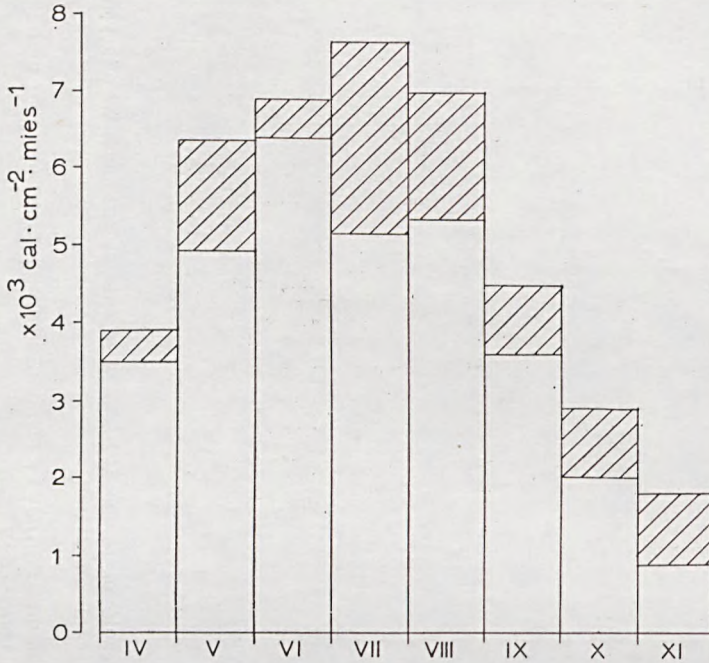


Ryc. 1.2. Dobowe sumy promieniowania światła fotosyntetycznie czynnego (PhAR) w Ispinie, w sezonach wegetacyjnych 1967 i 1968 r. ( $10^2 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )

Fig. 1.2. Daily sums of photosynthetically active radiation (PhAR) in Ispina, in growing seasons 1967 and 1968 ( $10^2 \text{ cal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ )



Przedstawione na ryc. 1.3 wartości miesięcznych sum promieniowania w sezonach wegetacyjnych 1967 i 1968 r. informują o różnicach w ilości dochodzącego światła. Średnia wartość zachmurzenia w sezonie



Ryc. 1.3. Miesięczne sumy promieniowania fotosyntetycznie czynnego (PhAR) w Ispinie w r. 1967 (wyższe słupki) i 1968 (niższe wartości)

Fig. 1.3. Monthly sums of photosynthetically active radiation (PhAR) in Ispina in 1967 (higher columns) and 1968 (lower values)

wegetacyjnym 1967 wynosiła 5,8, natomiast w roku następnym była o 0,4 wyższa. Odbiło się to wyraźnie na ilości światła fotosyntetycznie czynnego pozostającego do dyspozycji roślin.

### 1.2.2. Cyrkulacja atmosfery

Nad omawianym terenem, jak i w całej Polsce południowej przeważają układy wysokiego ciśnienia. Przynoszą one na ogół niewielkie zachmurzenie z małym prawdopodobieństwem wystąpienia opadów (z wyjątkiem burzowych), latem zazwyczaj przejawiają się wyższymi temperaturami, a zimą niższymi od normy (Niedźwiedz, 1969). Układy wysokiego ciśnienia występują w ilości 52% dni w roku, szczególnie często powtarzają się pod koniec lata i jesienią, a także w styczniu, lutym i w marcu. Układy niżowe przeważają jedynie w kwietniu, listopadzie i w grudniu.



W październiku sytuacje wyżowe zdarzają się 1,3 razy częściej od niżowych, co daje przysłowiową „złotą jesień”. Przewaga układów cyklonalnych pod koniec jesieni przejawia się tzw. „szarugą jesienną”. Cyrkulacja w obrębie układów cyklonalnych i antycyklonalnych powoduje, że nad Polskę południową napływają różne masy powietrza.

Najczęściej pogoda i klimat kształtują się pod wpływem mas powietrza polarno-morskiego (60,2%). Ponieważ jest ono wilgotne, przynosi wzrost zachmurzenia i opady, latem najczęściej ochłodzenie, a zimą wzrost temperatury. W ciągu roku powietrze polarno-morskie najczęściej napływa do nas w lipcu (76,3%) oraz sierpniu (71,1%), najrzadziej natomiast w marcu (42,8%).

Suche powietrze polarno-kontynentalne stanowi około 1/4 wszystkich mas kształtując pogodę o mniejszym zachmurzeniu i bez opadów. W okresie zimowym powoduje znaczne spadki temperatur. Najczęściej napływa ono w marcu (45,9%) oraz w miesiącach zimowych. W tym okresie napływają też najczęściej masy powietrza arktycznego, lecz około trzykrotnie rzadziej (rocznie 7,0%) niż poprzednie.

Ciepłe powietrze zwrotnikowe może napływać nad Polskę południową w ciągu całego roku (średnio 7,8%), najczęściej jednak w kwietniu (13,3%) i sierpniu (12,6%).

Z przemieszczaniem się mas powietrza związane są fronty atmosferyczne, które zaznaczają się w ilości 42% dni w roku. Można wyróżnić dwa maksima nasilenia dni z frontami atmosferycznymi: zimowe (luty 45%, styczeń 44%) i letnie (43—45%). Najmniejszą ilość dni frontalnych notuje się we wrześniu (37%) i w październiku (38%).

Najczęściej obserwuje się fronty zimne (45% ogółu) z maksimum występowania w lecie. Fronty ciepłe najczęściej zdarzają się zimą, stanowiąc 34,8% ogółu frontów. W 17,2% występują dni z frontami okluzji i zaledwie 3,2% — z frontami stacjonarnymi.

### 1.2.3. Stosunki termiczne

a) Temperatury średnie. Średnia temperatura roku w okresie pięcioletnia 1966—1970 wynosiła w Ispinie 7,8°C. W porównaniu z Krakowem, oddalonym w linii prostej o 31 km (Obserwatorium Astronomiczne), wykazuje wartość niższą o 0,7°C. Może to być spowodowane wpływem dużej wilgotności podłoża (położenie na terasie zalewowej Wisły) oraz oddziaływaniem otaczających Ispinę kompleksów leśnych.

Temperatury średnie (tab. 1.I) miesięcy jesiennych (IX—XI) wykazują wartości wyższe niż wiosennych (III—V) i wynoszą odpowiednio 9,0° i 7,8°C. Różnica temperatury średniej jesieni i wiosny wynosi zatem 1,2°C. Według przyjętych w literaturze poglądów, wyższe temperatury jesieni wskazują na bardziej „oceaniczny” charakter klimatu (Romer 1938, 1946, 1949; Zinkiewicz 1962 i inni).



TABELA 1.1

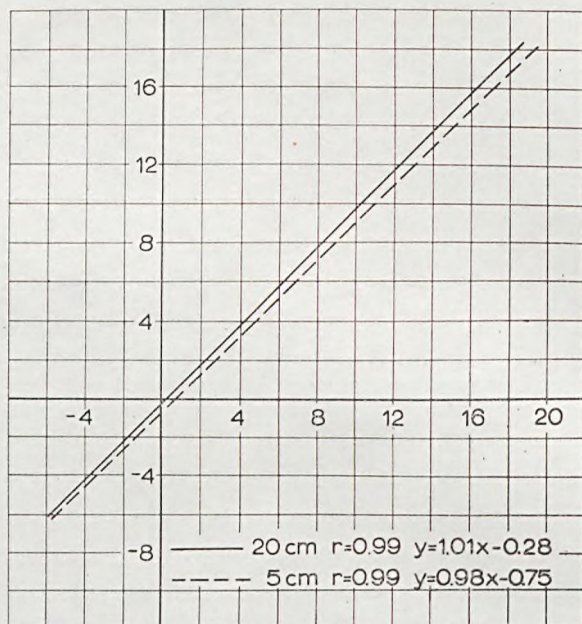
Srednie dekadowe i miesieczne wartosci temperatury powietrza w Ispinie (1966—1970)  
 Mean decadal and monthly values of air temperatures in Ispina (1966—1970)

Miesiac Month	Dekada Decade	2 m					20 cm					5 cm				
		1966	1967	1968	1969	1970	1966	1967	1968	1969	1970	1966	1967	1968	1969	1970
I	I	-4,3	-5,9	-9,3	-9,2	-3,8	-4,5	-6,1	-9,7	-9,8	-4,0	-4,9	-6,5	-10,1	-10,0	-5,1
	II	-8,8	-8,2	-3,6	-2,4	-1,6	-9,2	-8,5	-3,9	-3,1	-1,7	-9,4	-8,8	-4,1	-2,7	-1,9
	III	-4,1	-4,5	0,1	-3,6	-6,7	-4,3	-4,7	0,0	-3,5	-6,8	-4,7	-4,8	-0,7	-3,9	-7,3
	M	-5,8	-6,2	-4,1	-5,0	-4,1	-6,0	-6,4	-4,4	-5,4	-4,2	-6,3	-6,7	-4,6	-5,5	-4,8
II	I	-2,2	-0,4	1,6	-0,6	-1,7	-2,4	-0,6	1,6	-1,0	-1,9	-2,8	-1,2	1,5	-1,3	-2,7
	II	0,4	-4,7	0,6	-2,3	-4,7	0,2	-4,9	0,5	-2,6	-4,6	-0,3	-5,4	0,3	-3,1	-5,6
	III	8,0	0,6	-0,2	0,9	-3,2	7,8	0,4	-0,4	0,8	-2,6	7,1	0,2	-0,5	0,3	-3,6
	M	2,0	-1,7	0,7	-0,7	-3,2	1,9	-1,7	0,6	-1,0	-3,2	1,3	-2,1	0,5	-1,5	-4,0
III	I	3,6	2,3	-1,1	-2,0	-0,5	3,4	2,1	-1,4	-2,3	-0,7	2,8	1,8	-1,5	-2,7	-1,7
	II	0,3	1,9	1,8	-0,8	1,4	0,1	1,7	1,5	-0,8	1,2	-0,4	1,5	1,4	-1,3	-0,2
	III	2,1	4,0	9,1	1,4	3,0	1,9	3,8	8,6	1,4	2,9	1,3	3,4	7,2	0,9	1,6
	M	2,1	2,8	3,4	-0,3	1,3	1,8	2,5	3,1	-0,3	1,2	1,2	2,2	2,6	-1,0	0,0
IV	I	6,1	7,2	6,1	5,0	5,4	5,9	6,9	5,9	2,9	5,6	5,2	5,6	5,8	2,6	5,4
	II	7,8	10,0	7,2	4,4	7,9	7,6	9,8	6,9	4,5	8,2	6,9	9,1	6,9	4,6	8,2
	III	10,6	6,6	11,8	12,7	11,1	10,6	7,0	11,4	12,6	11,1	9,6	6,4	11,1	13,0	9,8
	M	8,1	7,9	8,4	7,3	8,1	8,0	7,9	8,1	6,6	8,2	7,2	7,0	7,9	6,7	7,8
V	I	12,9	12,3	13,0	16,4	12,4	13,4	13,2	14,1	16,8	12,7	11,9	12,2	13,6	16,3	11,0
	II	13,2	16,1	12,2	15,5	14,4	14,0	15,3	11,8	15,6	14,9	12,2	13,8	12,2	14,9	14,2
	III	9,8	13,8	12,8	14,2	12,0	10,0	13,4	12,7	14,7	12,4	9,0	14,2	11,6	14,7	11,8
	M	11,9	14,1	12,6	15,3	12,9	12,5	13,9	12,9	15,7	13,3	11,0	13,4	12,4	15,3	12,3



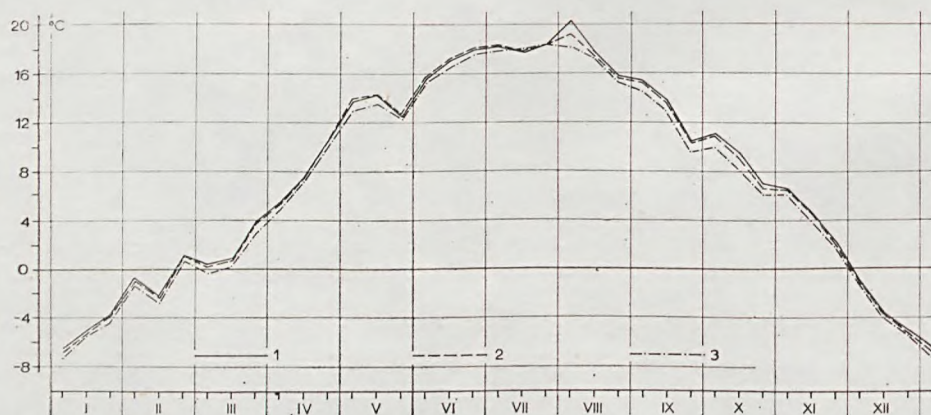
VI	I	16,7	15,3	18,1	14,9	14,2	16,6	15,6	17,2	14,6	14,6	17,2	14,0	17,4	13,8	15,5	
	II	20,1	13,8	17,8	18,1	16,0	20,2	13,3	17,5	17,9	16,4	17,5	19,9	17,6	16,9	15,6	
	III	16,8	20,1	17,1	16,1	19,9	17,0	20,1	17,5	15,6	20,3	16,9	16,9	19,0	16,9	15,8	19,3
	M	17,8	16,4	17,7	16,2	16,7	18,0	16,3	17,4	16,0	17,1	17,5	15,4	17,3	15,5	16,8	
VII	I	18,2	17,8	20,5	16,7	18,0	18,4	18,3	19,9	16,9	18,2	18,4	18,0	19,2	16,0	17,7	
	II	20,3	18,9	16,4	16,6	16,8	20,2	19,5	16,1	16,9	16,6	20,4	19,7	16,9	15,6	17,2	
	III	19,3	20,1	14,6	19,9	18,4	19,1	20,8	14,1	19,3	18,8	19,0	19,2	15,1	19,2	19,0	
	M	19,3	19,0	17,1	17,8	17,7	19,2	19,6	16,6	17,8	17,9	19,3	19,0	17,1	17,0	18,1	
VIII	I	18,7	20,9	17,9	18,4	20,7	18,8	20,8	17,2	18,7	21,2	18,4	20,4	16,5	15,8	19,7	
	II	20,4	19,3	15,9	16,5	16,1	20,4	19,4	15,2	15,8	16,4	20,6	18,4	16,2	14,7	16,7	
	III	15,9	16,2	16,3	14,7	15,5	16,0	16,1	15,5	14,8	15,8	16,2	15,0	15,6	14,1	14,2	
	M	18,3	18,8	16,7	16,5	17,4	18,4	18,7	16,0	16,4	17,7	18,4	17,9	16,1	14,9	16,8	
IX	I	14,2	18,8	15,3	14,2	14,1	14,3	18,5	14,4	14,1	14,6	14,4	16,7	14,8	12,9	13,7	
	II	10,9	16,3	13,6	14,7	13,6	11,0	15,8	12,9	14,4	13,9	11,1	14,9	12,9	12,9	12,9	
	III	9,7	13,4	10,4	12,1	7,0	9,6	13,3	10,6	11,2	7,3	9,4	11,9	10,4	9,7	6,8	
	M	11,6	16,2	13,1	13,7	11,6	11,6	15,8	12,7	13,2	11,9	11,6	14,5	12,7	11,8	11,1	
X	I	13,8	13,4	10,3	8,6	9,4	13,6	12,7	10,1	8,4	9,7	13,0	12,1	10,0	6,5	8,3	
	II	11,1	12,2	9,5	8,3	6,4	11,0	11,7	9,1	7,3	6,6	10,8	9,5	8,9	6,1	5,4	
	III	7,1	6,1	7,3	7,8	7,1	6,9	6,0	6,5	7,4	7,1	6,6	5,2	6,8	6,3	5,5	
	M	10,5	10,4	9,0	8,2	7,6	10,4	10,0	8,5	7,8	7,8	10,1	8,8	8,6	6,3	6,4	
XI	I	4,4	7,2	8,3	7,0	6,9	4,2	6,8	8,0	6,6	6,7	3,8	6,0	8,4	5,7	6,2	
	II	0,9	4,6	4,8	7,5	5,5	0,7	4,6	4,9	7,2	5,5	0,2	3,9	3,9	6,7	4,8	
	III	-1,4	3,1	1,4	3,3	4,6	-1,6	3,0	1,3	3,0	4,7	-2,0	2,7	1,2	2,5	4,5	
	M	1,1	5,0	4,8	5,9	5,7	1,1	4,6	4,7	5,6	5,6	0,7	4,2	4,5	5,0	5,2	
XII	I	-1,9	-1,4	-2,2	-2,4	2,8	-1,8	-1,6	-2,1	-2,4	2,9	-2,2	-1,5	-2,0	-2,7	2,0	
	II	-1,9	-6,2	-6,5	-4,9	1,2	-1,9	-6,4	-6,3	-5,1	1,1	-2,4	-6,7	-7,0	-5,2	0,8	
	III	-4,2	-3,3	-5,0	-11,2	-2,3	-4,4	-3,6	-5,2	-11,2	-2,2	-4,8	-3,5	-5,2	-11,7	-2,7	
	M	-2,7	-3,6	-4,6	-6,3	0,5	-2,7	-3,9	-4,5	-6,4	0,5	-3,1	-3,9	-4,8	-6,7	-0,1	
Rocznie Yearly		7,8	8,2	7,8	7,2	7,7	7,8	8,1	7,6	7,2	7,8	7,4	7,5	7,5	6,5	7,1	





Ryc. 1.5. Zależność między średnią miesięczną temperaturą powietrza na wysokości 2 m (x) a średnią miesięczną temperaturą na wysokościach 20 cm i 5 cm w Ispinie, w okresie 1966—1970

Fig. 1.5. Interdependence between mean monthly air temperature at 2 m above the ground (x) and mean monthly air temperature at 20 and 5 cm in Ispina, during 1966—1970



Ryc. 1.6. Średnie dekadowe temperatury powietrza w Ispinie (1966—1970) na wysokościach 2 m, 20 cm i 5 cm nad gruntem: 1 — wysokość 2 m, 2 — wysokość 20 cm, 3 — wysokość 5 cm

Fig. 1.6. Mean 10-days' air temperature in Ispina (1966—1970) at: 2 m, 20 and 5 cm above the ground. 1 — at 2 m, 2 — at 20 cm, 3 — at 5 cm



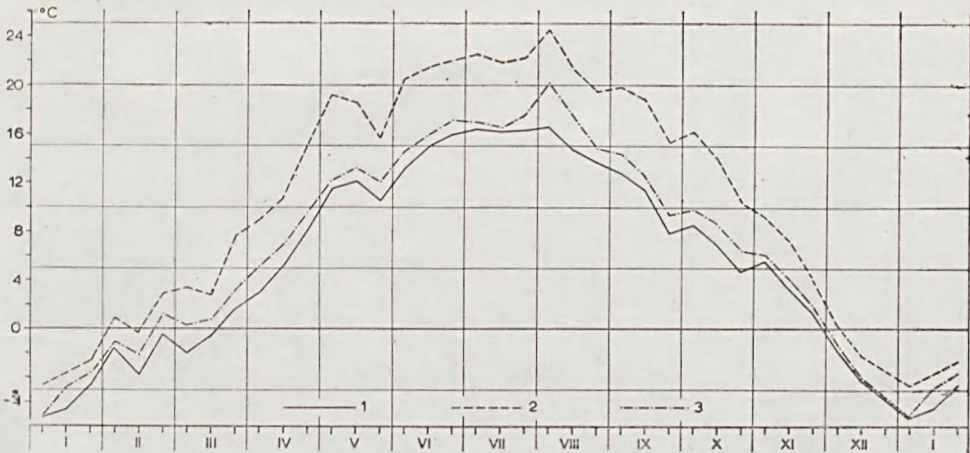
się być również spowodowane większą bezwładnością termiczną wilgotnego powietrza stagnującego na tym obszarze. Inną osobliwością rozkładu temperatur dekadowych jest wyraźny ich wzrost na początku października, wywołany (podobnie jak majowe ochłodzenie) czynnikami cyrkulacyjnymi.

Kształtująca się w tym okresie pogoda pod przeważającym wpływem układów antycyklonalnych sprzyja powstawaniu wysokich temperatur powietrza („złota jesień”).

Wspomniane wyżej właściwości reżimu termicznego okolic Ispiny obserwowano w każdym roku badanego pięciolecia 1966—1970, z niewielkimi tylko przesunięciami czasowymi (tab. 1. I).

b) Przebieg dobowy temperatury. Poznanie dobowego reżimu termicznego jest niezwykle ważne w badaniach ekoklimatycznych, gdyż pozwala znacznie lepiej określić warunki rozwoju roślin niż średnia dobową temperaturę, która będąc „umowną charakterystyką warunków termicznych doby (...) tylko w bardzo złagodzonej formie daje realny obraz stosunków termicznych dnia i nocy” (Hess 1965 a). Z uwagi na brak możliwości operowania tutaj wartościami godzinnymi, uczyniono to jedynie przez charakterystykę temperatur z 3 terminów obserwacyjnych oraz temperatur ekstremalnych.

Jak widać na ryc. 1.7, średnie dekadowe temperatury z godziny 7 rano wykazują wartości zdecydowanie najniższe (w skali roku są one średnio niższe o  $1,4^{\circ}\text{C}$  niż wieczorne i  $5,4^{\circ}\text{C}$  niższe od obserwowanych w południe). Różnice te nie są jednak stałe i zwiększają się w miarę



Ryc. 1.7. Dobowy przebieg temperatury (w ujęciu dekadowym) na wysokości 2 m w Ispinie (1966—1970). 1 — w godzinach porannych, 2 — w południe, 3 — wieczorem

Fig. 1.7. Daily course of temperature (for every 10 days) at 2 m in Ispina (1966—1970). 1 — in the morning, 2 — at noon, 3 — in the evening



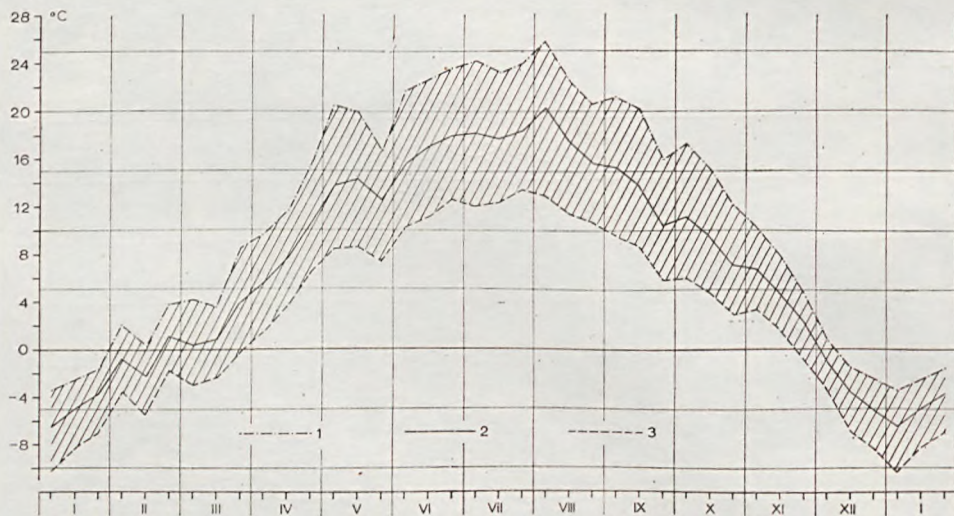
podnoszenia się temperatury w okresie lata. O ile w I dekadzie grudnia różnica między temperaturą ranną i południową wynosiła  $2,0^{\circ}\text{C}$ , a między ranną i wieczorną  $0,5^{\circ}\text{C}$ , to w I dekadzie sierpnia odpowiednio  $7,8^{\circ}$  oraz  $3,6^{\circ}\text{C}$ .

W poszczególnych latach badanego pięciolecia (tab. 1. II) zachowana jest prawidłowość wzrostu różnic między temperaturą poszczególnych terminów obserwacyjnych w cieplej połowie roku.

Największe zróżnicowanie średnich miesięcznych temperatur z analizowanych terminów obserwacyjnych w poszczególnych latach wystąpiły w grudniu (o godzinie 7 temperatury średnie różniły się o  $9,1^{\circ}\text{C}$ , o godzinie 13 o  $6,7^{\circ}\text{C}$  i o godzinie 21 o  $6,3^{\circ}\text{C}$ ). Najmniejsze różnice zaobserwowano w sierpniu, październiku i styczniu (średnio wynosiły one około  $2^{\circ}\text{C}$ ), a więc w miesiącach o dużej stabilności pogody.

c) Temperatury ekstremalne i amplitudy. Temperatury skrajne pozostają w ścisłym związku z temperaturami z godzin rannych i południowych. Widać to chociażby na podstawie porównania ryc. 1.7 i 1.8. Temperatury maksymalne i minimalne ulegają w ciągu roku podobnym zmianom jak temperatury średnie (ryc. 1.8).

Analogicznie do przebiegu temperatur z godziny 7 i 13, największe amplitudy występują w cieplej połowie roku, najniższe natomiast wczesną wiosną i późną jesienią.



Ryc. 1.8. Temperatury średnie i skrajne w przebiegu dekadowym w Ispinie (1966—1970): 1 — temperatura maksymalna, 2 — temperatura średnia, 3 — temperatura minimalna

Fig. 1.8. Mean and extreme temperature (for every 10 days) in Ispina, 1966—1970. 1 — maximal temperature, 2 — mean temperature, 3 — minimal temperature



Najwyższe średnie maksima temperatur (podobnie jak i najwyższe średnie dekadowe) występują w I dekadzie sierpnia. Średnia dla tej dekady wynosiła w okresie 1966—1970  $25,8^{\circ}\text{C}$ . Najniższe temperatury maksymalne zaznaczają się w tym rejonie w I dekadzie stycznia i wynoszą  $-3,4^{\circ}\text{C}$ .

Najwyższe temperatury minimalne występują z końcem lipca ( $13,7^{\circ}\text{C}$ ), natomiast najniższe (podobnie jak w przypadku temperatur maksymalnych) — z początkiem stycznia ( $-10,3^{\circ}\text{C}$ ).

Jak widać z ryc. 1.8, największe amplitudy temperatur zaznaczają się w lecie (I dekada sierpnia posiada amplitudę  $12,8^{\circ}\text{C}$ ), zdecydowanie najniższe — z końcem jesieni i początkiem zimy (I dekada grudnia  $4,0^{\circ}\text{C}$ ).

Średnie dekadowe wartości temperatur skrajnych i amplitud poszczególnych lat badań różnią się między sobą dość znacznie (tab. 1. III). Dotyczy to zwłaszcza niektórych okresów roku: początku i końca zimy, wczesnej wiosny, a także początku i końca jesieni. Są to okresy, w których mogą występować zarówno temperatury dodatnie, jak i ujemne. Okresy te decydują o rozpoczęciu względnie końcu okresu wegetacyjnego. Na przykład w III dekadzie marca średnie maksima temperatur w 1968 r. wynosiły  $18,2^{\circ}\text{C}$ , a w następnym roku zaledwie  $3,7^{\circ}\text{C}$ . Średnie temperatury minimalne w tym okresie wynosiły odpowiednio  $3,5^{\circ}$  oraz  $-0,8^{\circ}\text{C}$ . Podobnie w ostatniej dekadzie listopada średnie temperatury maksymalne w 1966 r. wynosiły  $1,6^{\circ}\text{C}$ , a w 1970 aż  $7,5^{\circ}\text{C}$ . Odpowiednie temperatury minimalne wahały się od  $-3,6$  do  $2,9^{\circ}\text{C}$ .

Interesująco przedstawia się również zestawienie absolutnych wartości temperatur skrajnych i ich amplitud (tab. 1.IV). Najwyższą temperaturę maksymalną całego pięciolecia zanotowano 20 VII 1966 r. ( $34,9^{\circ}\text{C}$ ), najniższą minimalną ( $-29,5^{\circ}\text{C}$ ) — 11 I 1968 r. (absolutna amplituda —  $64,4^{\circ}\text{C}$ ).

W poszczególnych latach badań absolutne maksima różniły się o  $3,1^{\circ}\text{C}$ , natomiast minima aż o  $12,3^{\circ}\text{C}$ .

d) Termiczne pory roku. Z punktu widzenia agro- i ekoklimatologii bardzo ważnym wskaźnikiem informującym o warunkach rozwoju roślin i zwierząt są termiczne pory roku, których początek i koniec wyznaczają średnie dobowe temperatury o określonych progach termicznych.

W tabeli 1.V zestawiono liczbę dni z średnią dobową temperaturą przekraczającą wybrane progi w przedziałach co  $5^{\circ}\text{C}$ . Poszczególne lata omawianego okresu różnią się między sobą dość znacznie pod względem obserwowanych dni z określonymi średnimi temperaturami. Na przykład liczba dni z ujemnymi temperaturami średnimi wahała się od 61 w roku 1970 do 86 w 1966. Podobne różnice występowały przy liczbie dni o innych wartościach progowych, np. dla progów  $20^{\circ}$  skrajna rozpiętość



Tabela 1.III

Srednie dekadowe i miesieczne wartosci temperatur skrajnych i amplitud w Ispinie (1966-1970)  
 Mean decadal and monthly values of extreme temperatures and amplitudes of temperature in Ispina (1966-1970)

Miesiac Month	Dekada Decade	Temperatura maksymalne Maximal temperatures				Temperatura minimalne Minimal temperature				Amplitudy temperatur Amplitudes of temperature						
		1966	1967	1968	1969	1970	1966	1967	1968	1969	1970	1966	1967	1968	1969	1970
I	I	-1,0	-4,3	-6,1	-5,4	-0,2	-6,9	-7,6	-14,7	-14,6	-7,6	5,9	3,2	8,6	9,2	7,4
	II	-7,2	-4,9	-1,0	0,1	0,4	-11,4	-12,3	-8,3	-5,7	-4,0	4,2	7,4	7,3	5,8	4,4
	III	-1,8	-2,0	1,0	-1,4	-3,6	-7,2	-7,7	-2,1	-7,3	-10,5	5,4	0,6	3,1	5,9	6,9
	M	-3,3	-3,7	-1,9	-2,2	-1,2	-8,5	-9,1	-8,2	-9,2	-7,5	5,2	5,4	6,3	7,0	6,3
II	I	1,4	0,7	6,0	1,7	0,9	-4,8	-1,4	-1,6	-3,1	-6,4	6,2	2,1	7,6	4,8	7,3
	II	1,8	-1,8	3,2	-0,5	-0,5	-1,8	-7,7	-2,2	-6,6	-8,5	3,6	5,9	5,4	6,1	8,0
	III	1,6	3,4	2,3	1,6	-1,1	3,1	-2,6	-2,9	-0,1	-6,0	9,5	6,0	5,2	1,7	4,9
	M	5,3	0,6	3,9	0,9	-0,2	-1,2	-4,0	-2,2	-3,5	-7,0	6,5	4,6	6,1	4,4	6,8
III	I	6,1	7,6	1,0	1,1	4,5	1,5	-2,6	-3,5	-5,3	-5,3	4,6	10,2	4,5	6,4	9,8
	II	1,8	4,7	5,3	2,4	4,0	-2,0	-1,1	-1,4	-3,4	-3,8	3,8	5,8	6,7	5,8	7,8
	III	6,2	8,5	18,2	3,7	5,8	-0,8	-0,8	3,5	-0,8	-2,3	7,0	9,3	14,7	4,5	8,1
	M	4,7	7,0	8,5	2,4	4,8	-0,4	-1,4	-0,4	-3,1	-3,8	5,1	8,4	8,9	5,5	8,6
IV	I	10,0	11,6	11,3	6,0	9,4	0,6	2,4	1,6	1,1	1,3	9,4	9,2	9,7	4,9	8,2
	II	9,8	14,2	14,7	6,3	13,0	4,7	5,8	0,2	2,6	4,4	5,1	8,3	14,5	3,8	8,6
	III	13,5	9,8	20,3	19,1	14,6	7,2	3,9	5,2	7,0	8,2	6,3	5,9	15,1	12,1	6,5
	M	11,1	11,9	15,5	10,5	12,3	4,1	4,0	2,3	3,6	4,6	7,0	7,9	13,1	6,9	7,7
V	I	19,4	18,8	21,4	24,5	18,4	9,5	6,8	6,6	11,0	8,0	9,9	12,0	14,8	13,5	10,4
	II	18,5	23,1	18,0	20,6	19,7	7,8	9,3	5,5	12,2	8,4	10,7	13,7	12,5	8,8	11,3
	III	12,7	18,6	17,0	18,3	17,5	6,5	9,3	8,3	6,6	6,3	6,2	9,3	8,7	11,4	11,2
	M	16,7	20,1	18,7	21,0	18,5	7,9	8,5	6,8	9,8	7,7	8,8	11,6	11,9	11,2	10,8



VI	I	24,6	21,2	25,2	17,8	19,6	9,3	10,1	12,6	9,6	9,4	15,3	11,2	12,6	8,2	10,2
	II	27,0	18,2	24,1	23,1	21,3	12,8	10,1	10,8	11,6	9,6	14,2	8,1	13,3	11,5	11,7
	III	21,9	27,7	22,0	19,8	26,7	13,4	14,3	9,8	12,1	13,3	8,5	13,5	12,2	7,8	13,4
	M	24,5	22,4	23,8	20,2	22,3	11,8	10,8	11,1	11,1	10,8	12,7	11,5	12,7	9,1	11,5
VII	I	24,9	25,8	26,2	21,0	23,2	13,0	12,9	12,5	11,3	10,5	11,9	13,0	13,7	9,7	12,7
	II	27,9	25,6	21,3	21,0	20,7	13,6	15,1	10,2	10,9	12,3	14,3	10,6	11,1	10,1	8,3
	III	24,8	27,0	18,0	26,3	24,1	14,7	14,6	10,6	13,7	13,7	10,1	12,4	7,4	12,6	10,4
	M	25,8	26,2	21,7	22,9	22,6	13,8	14,2	11,1	12,0	12,2	12,0	12,0	10,6	10,9	10,4
VIII	I	25,5	27,7	23,8	24,9	27,0	14,2	14,8	11,4	10,2	14,4	11,3	12,9	12,4	14,6	12,6
	II	26,7	23,4	21,0	20,6	21,5	13,6	11,1	11,0	10,7	11,2	13,1	12,4	10,0	9,9	10,3
	III	21,2	20,5	22,9	18,6	20,5	11,4	10,9	11,6	9,4	10,8	9,8	9,6	11,3	9,2	9,7
	M	24,4	23,8	22,6	21,3	22,8	13,0	12,2	11,3	10,1	12,5	11,4	11,6	11,3	11,2	10,3
IX	I	18,9	23,8	22,2	21,0	20,3	10,2	9,0	11,3	8,9	8,9	8,7	14,8	10,9	12,1	11,3
	II	18,6	20,6	20,0	21,9	19,7	5,9	10,5	8,8	10,0	8,6	12,7	10,1	11,2	11,9	11,1
	III	13,5	20,2	14,9	19,0	12,2	6,9	7,4	6,2	6,7	2,5	6,6	12,7	8,7	12,3	9,7
	M	17,0	21,5	19,0	20,7	17,4	7,6	9,0	8,8	8,5	6,7	9,4	12,5	10,2	12,2	10,7
X	I	22,1	17,1	15,1	15,3	17,0	7,8	7,4	5,7	3,7	5,3	14,3	9,7	9,4	11,6	11,7
	II	17,3	18,3	13,4	14,4	12,2	6,9	5,2	6,0	3,2	2,2	10,4	13,1	7,4	11,2	10,0
	III	10,2	15,7	12,4	11,7	10,2	4,5	0,2	2,0	3,6	4,1	5,7	15,5	10,4	8,1	6,1
	M	16,3	17,0	14,6	13,7	13,0	6,4	4,1	4,5	3,5	3,9	9,9	12,9	9,1	10,2	9,1
XI	I	7,2	11,9	10,9	10,5	11,1	0,6	3,5	5,4	3,2	4,1	6,6	8,4	5,5	7,3	7,0
	II	2,3	8,0	6,6	11,8	10,9	-0,7	-0,7	2,4	4,2	1,5	3,0	7,3	4,2	7,6	9,5
	III	1,6	4,5	3,7	6,6	7,5	-3,6	-2,7	-1,2	0,6	2,9	5,2	7,2	4,9	6,0	4,6
	M	3,7	8,2	7,1	9,6	9,9	-1,2	0,5	2,2	2,7	2,8	4,9	7,7	4,9	6,9	7,1
XII	I	0,5	-0,4	-0,9	-0,3	5,3	-5,0	-3,3	-3,1	-5,0	0,5	5,5	2,9	2,2	4,7	4,8
	II	-0,4	-3,5	-2,0	-3,5	2,1	-3,4	-9,6	-9,5	-6,3	-0,1	3,0	6,2	7,6	2,8	2,2
	III	-1,4	-0,3	-2,4	-7,7	-0,3	-7,8	-7,2	-7,3	-13,4	-5,7	6,4	6,9	4,9	5,7	5,4
	M	-0,5	-1,4	-1,8	-3,9	2,2	-5,5	-6,7	-6,7	-8,4	-1,9	5,0	5,3	4,9	4,5	4,1
Rocznie Yearly		12,1	12,8	12,6	11,4	12,0	4,0	3,5	3,4	3,1	3,4	8,1	9,3	9,2	8,3	8,6



TABELA 1.IV

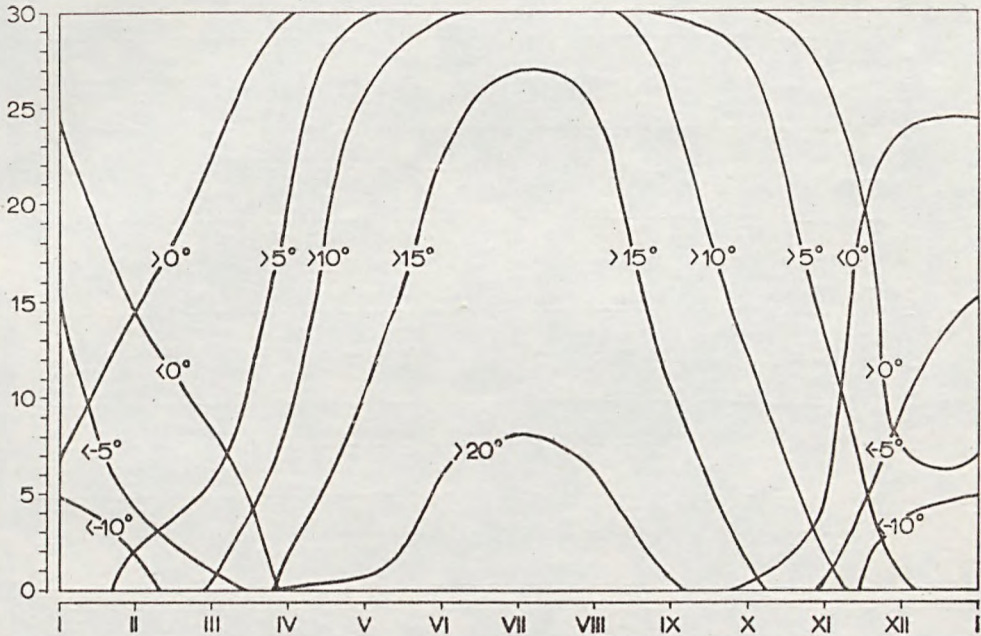
Absolutne wartości temperatur skrajnych i amplitud temperatur (1966—1970 w Ispinie  
Absolute values of extreme temperatures and amplitudes of temperature (1966—1970) in Ispina

Lata Years	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rocznie Yearly	Data Date	
Max.	1966	3,6	7,6	11,6	19,6	25,6	31,0	34,9	31,2	28,0	24,1	13,2	8,2	34,9	20 VII
	1967	3,0	8,0	15,8	21,8	29,1	34,6	33,6	31,8	30,2	24,2	18,0	8,8	34,6	27 VI
	1968	5,2	12,1	24,1	26,5	31,8	32,1	32,0	29,1	26,2	21,2	20,4	4,8	32,1	16 VI
	1969	6,8	7,4	13,6	27,8	31,8	29,6	31,8	30,4	26,5	21,2	20,8	4,4	31,8	6 V, 27 VII
	1970	10,0	6,2	14,8	22,6	27,0	31,2	32,1	28,4	29,3	26,8	19,2	12,4	32,1	9 VII
1966—70	10,0	12,1	24,1	27,8	31,8	34,6	34,9	31,8	30,2	26,8	20,8	12,4	34,9	34,9	20 VII 1966
Min.	1966	-17,0	-12,6	-8,4	-4,3	3,2	4,2	8,8	4,9	-1,2	-3,2	-7,2	-17,2	-17,2	28 XII
	1967	-21,6	-15,1	-6,8	-3,4	3,2	7,1	7,9	5,6	1,2	-4,8	-6,4	-16,6	-21,6	11 I
	1968	-29,5	-10,4	-11,0	-3,1	0,0	4,8	6,0	5,4	0,0	-1,4	-5,2	-18,8	-29,5	11 I
	1969	-19,9	-21,0	-11,8	-1,2	0,8	5,0	6,8	4,8	0,1	-2,2	-8,8	-21,2	-21,2	23 XII
	1970	-18,1	-23,4	-13,8	-2,2	1,0	4,8	6,0	7,1	-0,8	-3,6	-5,6	-12,1	-23,4	17 II
1966—70	-29,5	-23,4	-13,8	-4,3	0,0	4,2	6,0	4,8	-1,2	-4,8	-8,8	-21,2	-29,5	11 I 1968	
Ampl.	1966	20,6	20,2	20,0	23,9	22,4	26,8	26,1	26,3	29,2	27,3	20,4	25,4	52,1	
	1967	24,6	23,1	22,6	25,2	25,9	27,5	25,7	26,2	29,0	29,0	24,4	25,4	56,2	
	1968	34,7	22,5	35,1	29,6	31,8	27,3	26,0	23,7	26,2	22,6	25,6	23,6	61,6	
	1969	26,7	28,4	25,4	29,0	31,0	24,5	25,0	25,6	26,4	23,4	29,6	25,6	53,0	
	1970	28,1	29,6	28,6	24,8	26,0	26,4	26,1	21,3	30,1	30,4	24,8	24,5	55,0	
1966—70	39,5	35,5	37,9	32,1	31,8	30,4	28,9	27,0	31,4	31,4	29,6	33,6	64,4		



w okresie badań wynosiła 15 dni (29 w 1966 i po 14 dni w latach 1968 i 1969).

O średnich pięcioletnich liczbach dni z określoną temperaturą dobową sądzić można na podstawie ryc. 1.9. Jak wynika z przedstawionych tam danych, w Ispinie nie ma ani jednego miesiąca z pełną liczbą dni



Ryc. 1.9. Liczba dni ze średnią dobową temperaturą o określonych przedziałach termicznych w Ispinie (1966—1970)

Fig. 1.9. Number of days in Ispina with mean daily temperature within definite thermal limits (1966—1970)

o średniej temperaturze poniżej  $0^{\circ}$  (w styczniu i grudniu jest ich po 24, w lutym 14, w marcu 9, a w listopadzie 4, podczas gdy w październiku taki dzień zdarza się raz na 5 lat). Podobnie nie obserwuje się tu miesięcy z wszystkimi dniami o temperaturze średniej wyższej od  $15^{\circ}\text{C}$ . Przemawia to również za stosunkowo łagodnym reżimem termicznym tego obszaru.

Interesujący jest również fakt, że dni o średniej temperaturze wyższej od  $15^{\circ}\text{C}$  pojawiają się tu dopiero wówczas, kiedy zanikają dni z ujemnymi temperaturami średnimi. Dni o średniej dobowej temperaturze niższej od  $-10^{\circ}\text{C}$  mogą występować tylko w okresie 3 miesięcy — od grudnia do lutego.

Termiczne pory roku, wyznaczające czas nieprzerwanego trwania okresu o określonych wartościach progowych, obliczyłem posługując się znaną metodą opierającą się na średnich temperaturach mie-



TABELA 1.V

Liczby dni z średnią dobową temperaturą  $< -10, < -5, < 0, > 5, > 10, > 15, i > 20^{\circ} \text{C}$  w Ispinie  
 Number of days with daily mean temperature  $< -10, < -5, < 0, > 5, > 10, > 15, i > 20^{\circ} \text{C}$  in Ispina

Rok Year	Przedziały Intervals	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rocznie Yearly
1966	$< -10$	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	4
	$< -5$	20	2	—	—	—	—	—	—	—	—	1	6	29
	$< 0$	26	12	8	—	—	—	—	—	—	2	13	25	86
	$> 0$	5	16	23	30	31	30	31	31	30	29	17	6	279
	$> 5$	—	10	6	22	31	30	31	31	29	28	7	—	225
	$> 10$	—	—	—	11	19	30	31	31	19	20	1	—	162
	$> 15$	—	—	—	—	6	26	29	24	6	—	—	—	91
$> 20$	—	—	—	—	—	8	10	11	—	—	—	—	29	
1967	$< -10$	7	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	11
	$< -5$	17	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	11	35
	$< 0$	29	15	1	—	—	—	—	—	—	1	—	25	71
	$> 0$	2	13	30	30	31	30	31	31	30	30	30	6	294
	$> 5$	—	—	7	21	31	30	31	31	30	26	13	1	221
	$> 10$	—	—	—	10	29	28	31	31	29	20	1	—	179
	$> 15$	—	—	—	1	11	19	31	29	21	5	—	—	117
$> 20$	—	—	—	—	1	6	10	7	2	—	—	—	26	
1968	$< -10$	7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	12
	$< -5$	11	1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	11	25
	$< 0$	21	12	9	—	—	—	—	—	—	—	4	30	76
	$> 0$	10	17	22	30	31	30	31	31	30	31	26	1	290
	$> 5$	—	—	12	23	31	30	31	31	30	29	17	—	234
	$> 10$	—	—	3	10	24	30	31	31	26	9	3	—	167
	$> 15$	—	—	—	2	10	25	23	24	8	1	—	—	93
$> 20$	—	—	—	—	8	6	—	—	—	—	—	—	14	



1969	<-10	7	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9	18
	<-5	17	3	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15	36
	<0	23	12	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	29	80	
	>0	8	16	16	30	31	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	285
	>5	—	—	1	13	31	30	30	30	31	31	30	30	30	30	31	31	29	16	—	212
	>10	—	—	—	8	31	30	30	30	31	31	30	27	27	31	31	8	5	—	—	171
	>15	—	—	—	4	16	19	19	19	25	21	9	9	9	21	—	—	—	—	—	94
	>20	—	—	—	1	2	2	2	2	6	3	—	—	—	3	—	—	—	—	—	14
	<-10	1	4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5
	<-5	11	8	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21
<0	21	18	10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12	61	
>0	10	10	21	30	31	30	30	30	31	31	30	30	30	31	31	31	30	30	19	304	
>5	—	—	2	23	30	30	30	30	31	31	26	26	28	31	31	26	16	16	2	219	
>10	—	—	—	9	26	30	30	30	31	31	8	20	21	31	26	7	2	2	—	157	
>15	—	—	—	2	8	20	20	20	26	26	—	—	7	26	8	—	—	—	—	89	
>20	—	—	—	—	—	4	4	4	8	8	—	—	—	8	—	—	—	—	—	20	



sięczych. Za Wiszniewskim (1960) wyróżniam na badanym terenie 8 pór roku, znamienych odpowiednimi średnimi dobowymi temperaturami. Okres z dodatnimi temperaturami dobowymi nazwał Romer (1949 b) bezzimem, powyżej 5°C — okresem wegetacyjnym, a powyżej 15°C — okresem dojrzewania. Okres z temperaturą średnią dobową wahającą się między 10 a 15° zdaniem Wienckiewicza (1958) należy nazwać okresem intensywnych procesów rozwoju roślin, gdyż próg 10°C jest niezbędny do wytworzenia organów generatywnych większości roślin.

W tabeli 1.VI zestawiono daty początku i końca oraz czas trwania poszczególnych pór roku dla poszczególnych lat badanego pięciolecia.

Jak widać, z roku na rok daty początku i końca oraz długość poszczególnych pór ulegają dość znacznym odchyleniom. Na przykład pora zimowa w 1966 r. zakończyła się już 6 II, a w 1969 — dopiero 16 III. Mimo iż w 1969 r. zima skończyła się tak późno, to jednak lato rozpoczęło się najwcześniej z wszystkich lat okresu badań, bo już 15 V. Najdłużej trwało lato w r. 1967 (115 dni), najkrócej w 1970 — 85 dni. Zdecydowanie największymi przesunięciami czasowymi odznacza się początek zimy; w 1966 r. rozpoczęła się ona już 17 XI, podczas gdy w 1970 dopiero 19 XII.

Średnie daty początku i końca poszczególnych pór roku oraz długość ich trwania zawiera tab. 1.VI. Pora zimowa trwa w Ispinie przeciętnie 86 dni, a lato — 97 dni. Przedwiośnie utrzymuje się przez 34 dni, wiosna — 27, przedlecie — 31, polecie i jesień — po 36, a przedzimie — zaledwie 18 dni. Okres bezzimia trwa przez 279 dni. Długość okresu wegetacyjnego wynosi 227 dni, intensywnych procesów wzrostu 164, a okres dojrzewania 97 dni.

Ze względu na różną wysokość zbiorowisk roślinnych występujących na tym terenie, interesujące jest przedstawienie poszczególnych pór roku w przygruntowej warstwie powietrza (ryc. 1.10). W porównaniu z wysokością 2 m nad gruntem, przy samej jego powierzchni (5 cm) zaznacza się wyraźne skrócenie pory letniej (o 12 dni), a wydłużenie zimowej (o 5 dni). Równocześnie obserwuje się w najniższej warstwie powietrza pewne spóźnienie (o 3—7 dni) w rozpoczęciu przedwiośnia, wiosny, przedlecia i lata, a wcześniejsze rozpoczęcie polecia, jesieni i przedzimia (rzędu 5—7 dni).

Okres wegetacyjny na wysokości 5 cm jest krótszy o 10 dni (wynosi 217 dni), a okres dojrzewania jest skrócony aż o 12 dni.

e) Sumy temperatur. W agroklimatologii stosowane są często metody polegające na sumowaniu temperatur. Sumowano tzw. temperatury aktywne (powyżej życiowego zera rośliny) oraz tzw. efektywne (przy których przebiega dana faza rozwojowa rośliny). Ponieważ wymagania termiczne roślin dziko rosnących, w przeciwieństwie do uprawnych, są do

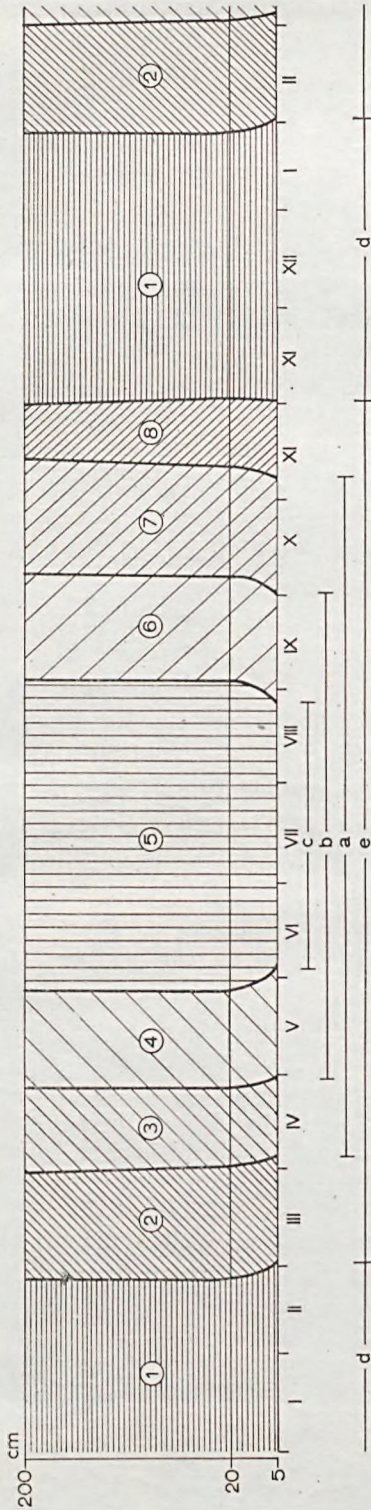


TABELA 1.VI

Termiczne pory roku w Ispinie  
Thermal seasons of the year in Ispina

Pora roku Season	Przedział termiczny Thermal interval	1966			1967			1968			1969			1970										
		daty dates		czas trwania time of duration	daty dates		czas trwania time of duration	daty dates		czas trwania time of duration	daty dates		czas trwania time of duration	daty dates		czas trwania time of duration								
		początku beginning	końca end		początku beginning	końca end		początku beginning	końca end		początku beginning	końca end		początku beginning	końca end									
1. Przedwiośnie Early spring	0—5°	7 II	31 III	53	27 II	28 III	30	12 II	21 III	39	17 III	6 IV	21	7 III	1 IV	26								
2. Wiosna Spring	5—10°	1 IV	30 IV	30	29 III	25 IV	28	22 III	22 IV	32	7 IV	25 IV	19	2 IV	27 IV	26								
3. Przedlecie Early summer	10—15°	1 V	1 VI	32	26 IV	27 V	32	23 IV	29 V	37	26 IV	14 V	19	28 IV	1 VI	35								
4. Lato Summer	>15°	2 VI	29 VIII	89	28 V	19 IX	115	30 V	27 VIII	90	15 V	29 VIII	107	2 VI	25 VIII	85								
5. Polecie Late summer	15—10°	0 VIII	16 X	48	20 IX	15 X	26	28 VIII	6 X	40	30 VIII	3 X	35	26 VIII	3 X	31								
6. Jesień Autumn	10—5°	17 X	2 XI	17	16 X	15 XI	31	7 X	11 XI	36	4 X	15 XI	43	26 IX	17 XI	53								
7. Przedzime Early winter	5—0°	3 XI	16 XI	14	16 XI	30 XI	15	12 XI	28 XI	17	16 XI	27 XI	12	18 XI	18 XII	31								
8. Zima Winter	<0°	17 XI	6 II	82	1 XII	26 II	88	29 XI	11 II	75	28 XI	16 III	109	19 XII	6 III	78								
Okres wegetacyjny — vegetation period				215					232					235					223					230
Okres intensywnych procesów wzrostu roślin Period of active developmental processes in plants				168					173					167					161					151
Okres dojrzewania — period of maturation				89					115					90					107					85
Bezzimie — periods other than winter				283					277					291					256					287





Ryc. 1.10. Termiczne pory roku na różnych wysokościach nad gruntem w Ispinie (1966—1970): 1 — zima, 2 — przedwiosnie, 3 — wiosna, 4 — przedlecie, 5 — lato, 6 — polecie, 7 — jesień, 8 — przedzimie, a — okres wegetacyjny, b — okres aktywnych procesów rozwoju roślin, c — okres dojrzewania, d — okres zimy, e — okres bezzimna

Fig. 1.10. Thermal seasons in Ispina at different elevation above the ground (1966—1970). 1 — winter, 2 — early spring, 3 — spring, 4 — early summer, 5 — summer, 6 — Indian summer, 7 — autumn, 8 — early winter, a — growing period, b — period of active plant development, c — ripening period, d — winter, e — winterless period



tej pory bardzo słabo poznane, metoda ta nastęrcza spore trudności. Spotyka się jednak w literaturze próby powiązania sum temperatur z naturalnymi strefami roślinnymi (Fridland 1958; Grigoriev, Budyko 1959; Koloskov 1962; Davitaja, Mielnik 1962).

Dla określenia ilości „ciepła” jaką otrzymują rośliny, wyliczyłem sumy temperatur przekraczających odpowiednie progi termiczne (co 5°) sposobem podanym przez Gumińskiego (1951). Wybrane progi pokrywają się z występowaniem omówionych poprzednio termicznych pór roku.

Na rycinie 1.11 przedstawiłem miesięczny przebieg sum temperatur o różnych progach w stratyfikacji przygruntowej warstwy powietrza. Jak widać, sumy temperatur niższych od  $-5^{\circ}\text{C}$  notuje się tylko w grudniu i styczniu. Sumy temperatur niższych od  $0^{\circ}\text{C}$  mogą występować od listopada do marca. Okresy występowania tych sum wyklucza się z sumami temperatur wyższych od  $5^{\circ}\text{C}$ . Sumy temperatur wyższych od  $0^{\circ}\text{C}$  nie zaznaczają się w Ispinie jedynie w styczniu. Sumy temperatur wyższych od  $10^{\circ}\text{C}$  mogą występować od kwietnia do października, a wyższych od  $15^{\circ}$  — od maja do września.

W rozkładzie pionowym sum temperatur ujemnych najwyższe wartości notuje się w najniższej warstwie powietrza, natomiast sumy temperatur dodatnich wykazują „inwersję” w maju, czerwcu i lipcu, kiedy to posiadają najwyższe wartości na wysokości 20 cm. Ta prawidłowość dotyczy wszystkich progów termicznych powyżej  $0^{\circ}\text{C}$ .

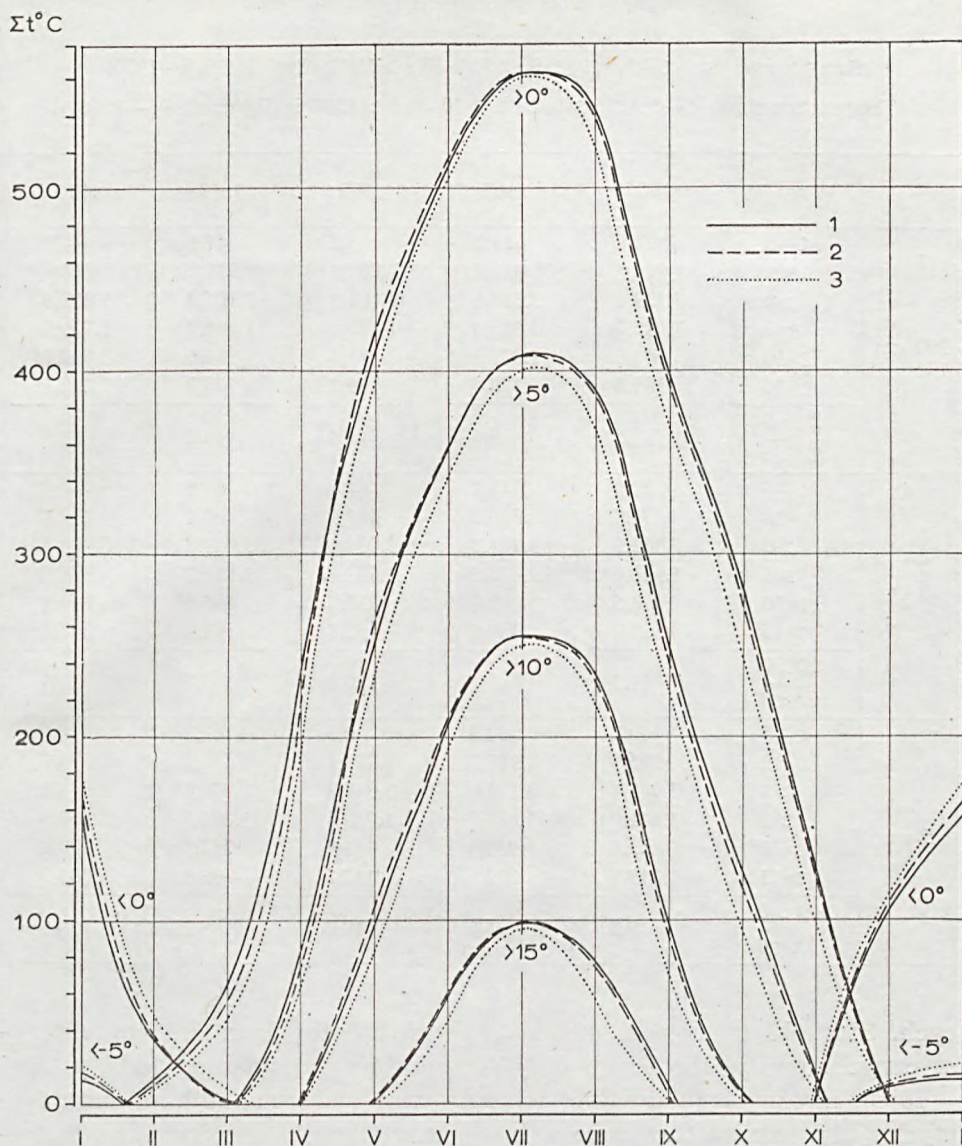
Średnie wartości pięcioletnie odpowiednich sum temperatur (tab. 1. VII) wskazują, że na wysokości 2 m istnieją wyższe temperatury dodatnie, a niższe ujemne niż bezpośrednio nad gruntem. Jak wynika z danych liczbowych przytoczonych w tej tabeli, poszczególne lata różnią się między sobą dość znacznie wielkością sum przekraczających wybrane progi. Różnice te wyraźnie odbijają się na rozwoju roślin i produkcji roślinnej (Banasiak 1973, Bandoła-Ciołczyk 1974), a także zwierząt roślinożernych (Witkowski, Kosior 1974) w poszczególnych latach badań.

Interesującym wskaźnikiem informującym o reżimie termicznym jest tzw. iloraz termiczny  $\left(T = \frac{\sum t > 0}{\sum t < 0}\right)$  przedstawiający stosunek sum temperatur dodatnich do sum temperatur ujemnych.

W tabeli 1. VII zestawiono wartości tych wskaźników dla poszczególnych lat i różnych wysokości nad poziomem gruntu. Najwyższą wartość (13,5) osiągnął iloraz termiczny w 1970 r. (co było wynikiem najmniejszych sum temperatur ujemnych w tym roku), a najniższą (8,2) w 1969 r., kiedy to obserwowano najwyższą sumę temperatur ujemnych i stosunkowo niską dodatnich.

f) Liczba dni z silnym mrozem, mrozem i przymrozkiem oraz gorą-





Ryc. 1.11. Sumy temperatur przekraczających progi termiczne  $\lt -5$ ,  $\lt 0$ ,  $\gt 0$ ,  $\gt 5$ ,  $\gt 10$  i  $\gt 15^\circ\text{C}$  w Ispinie (1966—1970): 1 — na wysokości 2 m, 2 — na wysokości 20 cm, 3 — na wysokości 5 cm nad gruntem

Fig. 1.11. Temperature sums exceeding thermal limits  $\lt -5$ ,  $\lt 0$ ,  $\gt 0$ ,  $\gt 5$ ,  $\gt 10$  and  $\gt 15^\circ\text{C}$  in Ispina (1966—1970). 1 — at 2 m, 2 — at 20 cm, 3 — at 5 cm above the ground



TABELA 1.VII

Sumy temperatur  $<-5, <0, >0, >5, >10$  i  $>15^{\circ}\text{C}$  w Ispinie (1966—1970)  
 Temperature sums  $<-5, <0, >0, >5, >10$  and  $>15^{\circ}\text{C}$  in Ispina (1966—1970)

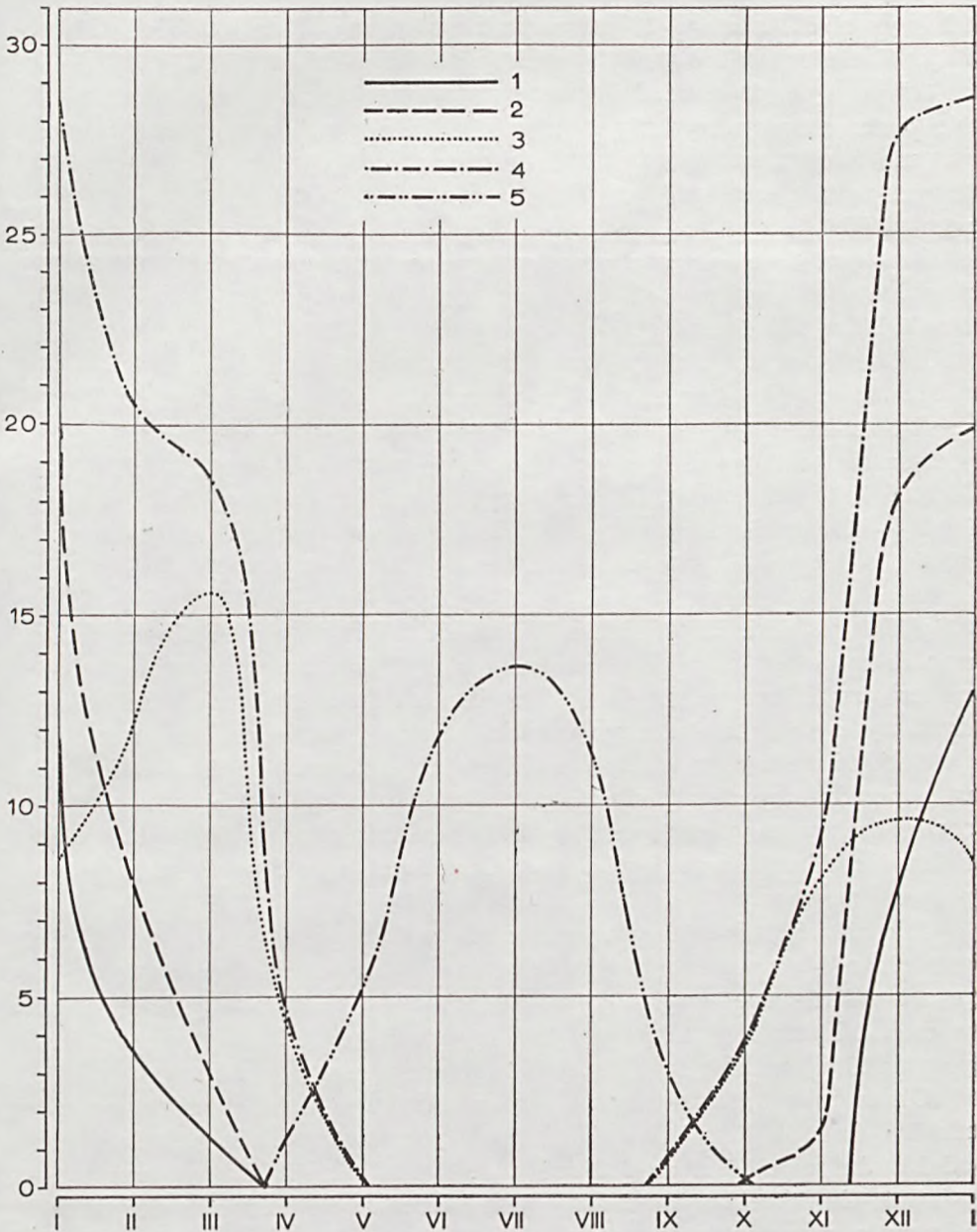
		1966	1967	1968	1969	1970
200 cm	$<-5$	24,8	37,2	7,2	41,1	—
	$<0$	271,8	351,4	277,9	379,2	224,9
	$>0$	3.139,1	3.384,6	3.164,1	3.107,9	3.042,4
	$>5$	1.915,7	2.082,3	1.838,4	1.864,8	1.766,6
	$>10$	902,0	1.071,3	841,4	912,6	807,7
	$>15$	319,6	320,4	199,2	178,7	209,1
	$\Sigma t > 0$	11,6	9,6	11,4	8,2	13,5
	$\Sigma t < 0$					
20 cm	$<-5$	31,0	43,4	—	55,8	—
	$<0$	277,6	366,9	284,9	403,1	232,4
	$>0$	3.145,5	3.344,8	3.074,6	3.051,8	3.094,4
	$>5$	1.933,6	2.072,5	1.762,2	1.810,7	1.821,7
	$>10$	923,5	1.069,0	785,7	895,6	857,1
	$>15$	325,7	320,5	152,7	181,9	237,2
	$\Sigma t > 0$	11,3	9,1	10,8	7,6	13,3
	$\Sigma t < 0$					
5 cm	$<-5$	40,3	52,7	0,3	68,2	—
	$<0$	305,8	387,5	303,1	473,2	290,7
	$>0$	3.006,4	3.133,6	3.047,3	2.708,0	2.944,8
	$>5$	1.841,9	1.877,9	1.759,3	1.608,5	1.668,6
	$>10$	855,8	935,3	785,1	753,3	770,2
	$>15$	313,7	232,6	157,2	92,8	205,9
	$\Sigma t > 0$	9,8	8,1	10,0	5,7	10,1
	$\Sigma t < 0$					

cych. Stosunki termiczne określają również liczby tzw. dni charakterystycznych: bardzo mroźnych (gdy temperatura minimalna spada poniżej  $-10^{\circ}\text{C}$ ), mroźnych (o ujemnej temperaturze maksymalnej), przymrozkowych (gdy temperatura minimalna jest ujemna, a maksymalna dodatnia) oraz gorących (kiedy temperatura maksymalna przekroczy  $25^{\circ}\text{C}$ ). Ważnym wskaźnikiem jest również łączna liczba dni mroźnych i przymrozkowych.

Na rycinie 1.12 widoczny jest miesięczny rozkład średniej liczby dni charakterystycznych w okresie 1966—1970. Dni bardzo mroźne najczęściej zdarzają się w styczniu (13) i grudniu (8); w lutym obserwuje się ich przeciętnie około 4, a w marcu — 1. W ciągu całego roku przeciętnie notuje się je w ilości 26.

Dni mroźne mogą występować na tym terenie od października (raz na 5 lat) do marca. Wiosną koniec ich występowania pokrywa się





Ryc. 1.12. Liczba dni bardzo mroźnych (1), mroźnych (2), przymrozkowych (3), z mrozem i przymrozkiem (4) oraz gorących (5) w Ispinie

Fig. 1.12. Number of very frosty days (1), frosty days (2), days with ground frost (3), with frost and ground frost (4) and hot days (5) in Ispina



TABELA 1.VII

Sumy temperatur  $<-5, <0, >0, >5, >10$  i  $>15^{\circ}\text{C}$  w Ispinie (1966—1970)  
 Temperature sums  $<-5, <0, >0, >5, >10$  and  $>15^{\circ}\text{C}$  in Ispina (1966—1970)

		1966	1967	1968	1969	1970
200 cm	$<-5$	24,8	37,2	7,2	41,1	—
	$<0$	271,8	351,4	277,9	379,2	224,9
	$>0$	3.139,1	3.384,6	3.164,1	3.107,9	3.042,4
	$>5$	1.915,7	2.082,3	1.838,4	1.864,8	1.766,6
	$>10$	902,0	1.071,3	841,4	912,6	807,7
	$>15$	319,6	320,4	199,2	178,7	209,1
	$\Sigma t > 0$	11,6	9,6	11,4	8,2	13,5
	$\Sigma t < 0$					
20 cm	$<-5$	31,0	43,4	—	55,8	—
	$<0$	277,6	366,9	284,9	403,1	232,4
	$>0$	3.145,5	3.344,8	3.074,6	3.051,8	3.094,4
	$>5$	1.933,6	2.072,5	1.762,2	1.810,7	1.821,7
	$>10$	923,5	1.069,0	785,7	895,6	857,1
	$>15$	325,7	320,5	152,7	181,9	237,2
	$\Sigma t > 0$	11,3	9,1	10,8	7,6	13,3
	$\Sigma t < 0$					
5 cm	$<-5$	40,3	52,7	0,3	68,2	—
	$<0$	305,8	387,5	303,1	473,2	290,7
	$>0$	3.006,4	3.133,6	3.047,3	2.708,0	2.944,8
	$>5$	1.841,9	1.877,9	1.759,3	1.608,5	1.668,6
	$>10$	855,8	935,3	785,1	753,3	770,2
	$>15$	313,7	232,6	157,2	92,8	205,9
	$\Sigma t > 0$	9,8	8,1	10,0	5,7	10,1
	$\Sigma t < 0$					

cych. Stosunki termiczne określają również liczby tzw. dni charakterystycznych: bardzo mroźnych (gdy temperatura minimalna spada poniżej  $-10^{\circ}\text{C}$ ), mroźnych (o ujemnej temperaturze maksymalnej), przymrozkowych (gdy temperatura minimalna jest ujemna, a maksymalna dodatnia) oraz gorących (kiedy temperatura maksymalna przekroczy  $25^{\circ}\text{C}$ ). Ważnym wskaźnikiem jest również łączna liczba dni mroźnych i przymrozkowych.

Na rycinie 1.12 widoczny jest miesięczny rozkład średniej liczby dni charakterystycznych w okresie 1966—1970. Dni bardzo mroźne najczęściej zdarzają się w styczniu (13) i grudniu (8); w lutym obserwuje się ich przeciętnie około 4, a w marcu — 1. W ciągu całego roku przeciętnie notuje się je w ilości 26.

Dni mroźne mogą występować na tym terenie od października (raz na 5 lat) do marca. Wiosną koniec ich występowania pokrywa się



Tabela 1.VIII

Liczba dni z silnym mrozem, przymrozkiem oraz gorących w Ispinie w okresie 1966—1970  
 Number of days with severe frost, frost, slight frost and of hot days in Ispina in the years 1966—1970

Miesiące Months	1966				1967				1968				1969				1970			
	Min. < -10	Max. < 0	Min. < 0	Max. > 25	Min. < -10	Max. < 0	Min. < 0	Max. > 25	Min. < -10	Max. < 0	Min. < 0	Max. > 25	Min. < -10	Max. < 0	Min. < 0	Max. > 25	Min. < -10	Max. < 0	Min. < 0	Max. > 25
I	15	23	6	—	13	24	7	—	11	17	10	—	18	19	9	—	8	17	11	—
II	1	4	13	—	3	9	14	—	1	3	18	—	4	7	12	—	9	18	5	—
III	—	3	11	—	—	—	22	—	1	4	9	—	2	7	16	—	4	2	20	—
IV	—	—	5	—	—	—	4	—	—	—	8	3	—	—	1	4	—	—	5	—
V	—	—	—	2	—	—	—	4	—	—	1	8	—	—	—	7	—	—	—	4
VI	—	—	—	16	—	—	—	11	—	—	—	16	—	—	—	3	—	—	—	13
VII	—	—	—	18	—	—	—	17	—	—	—	7	—	—	—	14	—	—	—	12
VIII	—	—	—	15	—	—	—	13	—	—	—	11	—	—	—	6	—	—	—	12
IX	—	—	1	2	—	—	—	2	—	—	1	4	—	—	—	5	—	—	2	3
X	—	1	2	—	—	—	6	—	—	—	3	—	—	—	4	—	—	—	3	1
XI	—	6	13	—	—	—	11	—	—	1	6	—	—	—	5	—	—	—	5	—
XII	4	18	12	—	12	21	9	—	10	19	12	—	11	25	6	—	2	8	9	—
Rocznie Yearly	20	55	63	53	28	54	73	47	23	44	68	49	35	58	53	39	23	45	60	45



TABELA 1.IX

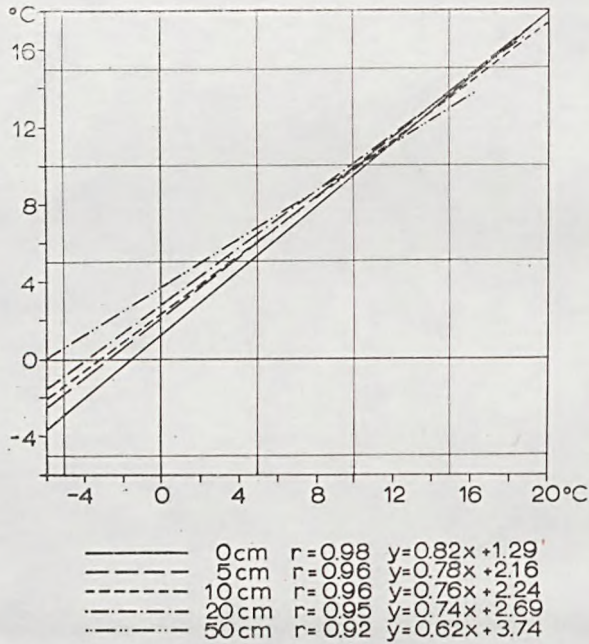
Daty wystąpienia ostatniego i pierwszego przymrozku oraz długość okresu bezprzymrozkowego w Ispinie  
 Dates of occurrence of the last and first slight frost and duration of the frostless period in Ispina

Lata Years	200 cm				20 cm				5 cm			
	Daty — Dates		Długość okresu bezprzymrozko- wego Duration of frostless period		Daty — Dates		Długość okresu bezprzymrozko- wego Duration of frostless period		Daty — Dates		Długość okresu bezprzymrozko- wego Duration of frostless period	
	ostatniego przymrozku last slight frost	pierwszego przymrozku first slight frost	ostatniego przymrozku last slight frost	pierwszego przymrozku first slight frost	ostatniego przymrozku last slight frost	pierwszego przymrozku first slight frost	ostatniego przymrozku last slight frost	pierwszego przymrozku first slight frost	ostatniego przymrozku last slight frost	pierwszego przymrozku first slight frost	ostatniego przymrozku last slight frost	pierwszego przymrozku first slight frost
1966	23 IV	20 IX	23 IV	19 IX	23 IV	19 IX	23 IV	19 IX	23 IV	17 IX	147	
1967	19 IV	19 X	19 IV	19 X	19 IV	19 X	184	184	21 IV	18 X	181	
1968	15 IV	20 X	15 IV	20 X	15 IV	20 X	189	189	15 IV	28 IX	167	
1969	4 IV	7 X	4 IV	7 X	4 IV	7 X	187	187	4 IV	19 IX	169	
1970	7 IV	29 IX	7 IV	29 IX	7 IV	29 IX	176	176	7 IV	28 IX	175	
1966—1970	14 IV	7 X	14 IV	7 X	14 IV	7 X	176	176	14 IV	28 IX	168	



### 1.2.4. Stosunki termiczne gleby i najniższej warstwy powietrza

Zagadnienie termiki gleby łączy z temperaturą powietrza w najniższej jego warstwie, ponieważ temperatura powietrza w pobliżu gruntu wykazuje ścisły związek z temperaturą gleby (Gumiński 1951, Baumgartner 1968b). Tę zależność ilustruje ryc. 1.13, na której



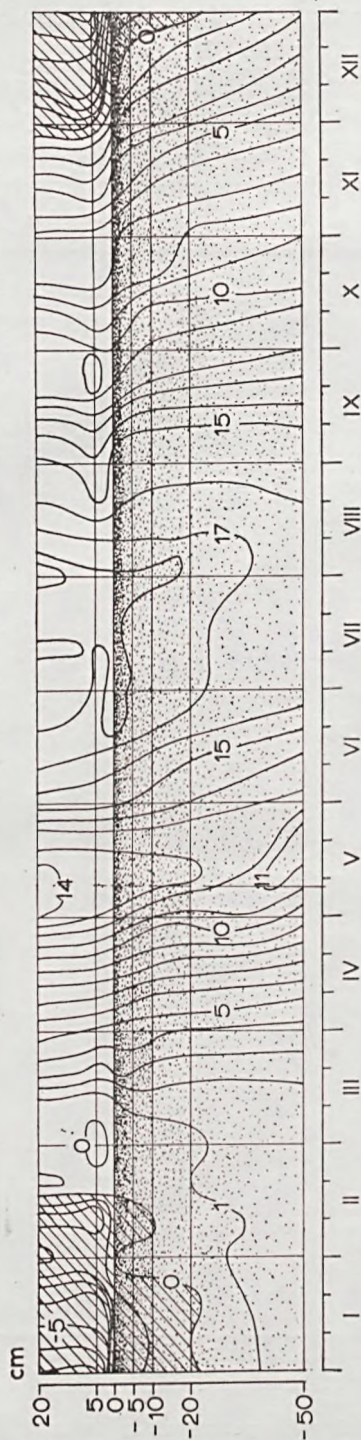
Ryc. 1.13. Zależność między średnią miesięczną temperaturą powietrza na wysokości 20 cm (x) a średnią miesięczną temperaturą gleby na głębokościach: 0, 5, 10, 20 i 50 cm (y)

Fig. 1.13. Interdependence between mean monthly air temperature at 20 cm above the ground (x) and mean monthly soil temperature at depths of 0, 5, 10, 20 and 50 cm (y)

przedstawione są linie regresji. Przy niskich temperaturach powietrza temperatury gleby są wyraźnie wyższe i wzrastają w miarę zwiększania się głębokości. Na przykład przy temperaturze powietrza wynoszącej 0°C na powierzchni gleby panuje temperatura 1,3°C, na głębokości 5 cm wzrasta do 2,1°C, a na 50 cm nawet do 3,7°C. Przy wysokich temperaturach powietrza obserwujemy sytuację odwrotną — temperatury gleby są niższe i maleją w głąb.

Pomiary temperatury gleby wykonywano w latach 1967—1970, przy zachowaniu naturalnej struktury roślinności łąkowej *Arrhenatheretum elatioris* (Denisiuk, Medwecka-Kornaś 1976).





Ryc. 1.14. Stratyfikacja termiczna przygruntowej warstwy powietrza i gleby w Ispinie (1967—1970)

Fig. 1.14. Thermal stratification of the near-ground air and soil layers in Ispina (1967—1970)



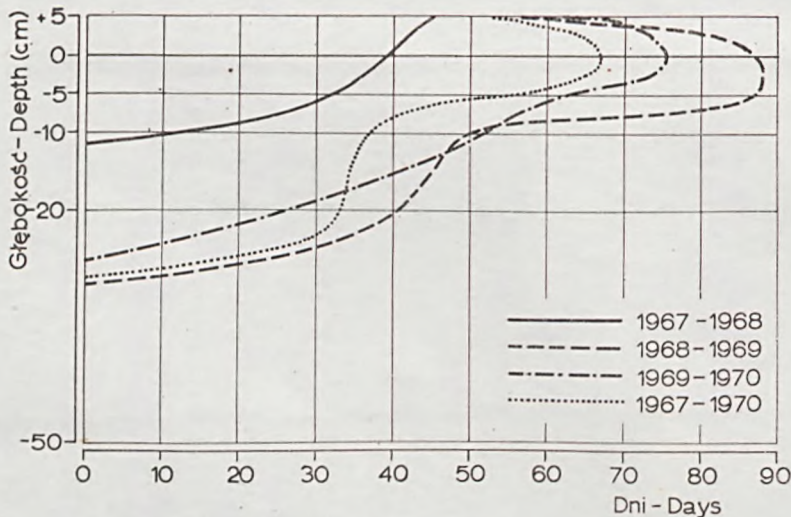
Wpływ roślinności na klimat gleby polega na zacięniowaniu gleby, w wyniku czego do jej powierzchni dochodzi zaledwie 15% energii promieniowania (Baumgartner 1968a).

Na rycinie 1.14 przedstawiłem termoisoplety przygruntowej warstwy powietrza i gleby. Jak widać, przebieg termoisoplety w okresie zimy i w pełni lata zbliżony jest do poziomego, przy czym w pierwszym przypadku temperatury rosną w miarę zwiększania się głębokości — w drugim natomiast maleją. W pozostałych okresach roku termoisoplety biegają prawie pionowo, z pewnym odchyleniem w prawo ze wzrostem głębokości. Świadczy to o niejednoczesnym przenikaniu ciepła w głąb i dość dużej bezwładności termicznej gleby. Opóźnienie wystąpienia określonej temperatury na głębokości 50 cm w porównaniu z powierzchnią gleby wynosi 1–3 tygodni.

Jeżeli przyjmiemy za Szulginem (1957), że wartość izoplety  $0^{\circ}\text{C}$  wyznacza granicę przemarznięcia gleby (choć zdaniem Nerpina i Czudnowskiego 1967, oraz innych, woda glebowa stanowiąc roztwór soli zamarza w temperaturze nieco niższej), to w Ispinie zamarza ona do głębokości 20 cm.

Średnia roczna temperatura gleby (tab. 1.X) rośnie wraz z głębokością. O ile na powierzchni wynosi  $8,4^{\circ}\text{C}$ , to na głębokości 50 cm osiąga wartość  $8,8^{\circ}\text{C}$ . W okresie ujemnego bilansu energii cieplnej (od III dekady września do III dekady lutego włącznie) wyższe temperatury gleby występują w głębszych warstwach niż przypowierzchniowych.

Na rycinie 1.15 przedstawiłem długość okresu z trwałym zamarznię-



Ryc. 1.15. Długość okresu z trwałym zamarznięciem gleby w Ispinie (liczba dni z temperaturą najwyższą  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ) w okresie zimy

Fig. 1.15. Duration of the period with permanently frozen soil in Ispina (number of days with temperatures not exceeding  $\leq 0^{\circ}\text{C}$ ) in winter



TABELA 1.X

Dekadowe wartości temperatur gleby na głębokościach: 0, 5, 10, 20 i 50 cm w Ispinie (1967–1970)  
Decadal values of soil temperatures at depths: 0, 5, 10, 20 and 50 cm in Ispina (1967–1970)

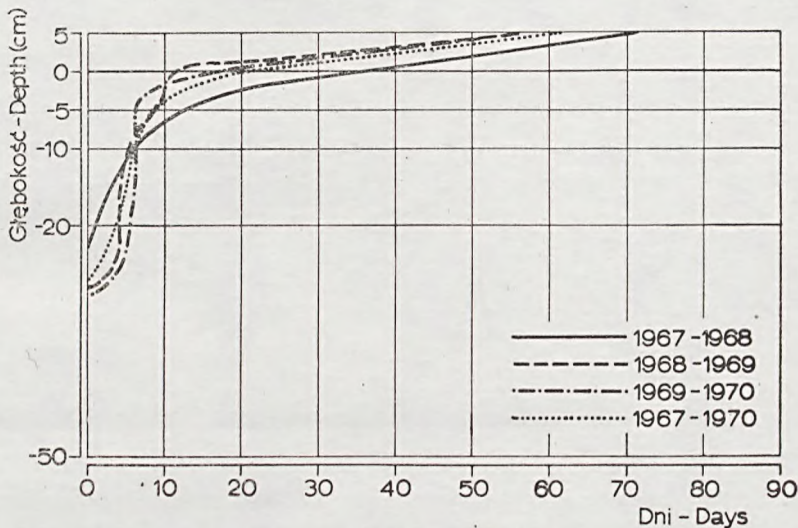
Miesiąc Month	Dekada Decade	1967					1968					1969					1970				
		0	5	10	20	50	0	5	10	20	50	0	5	10	20	50	0	5	10	20	50
I	I	-4,0	-2,5	-2,2	-0,8	0,8	-2,7	-1,0	0,4	0,7	2,4	-1,8	-1,4	-1,2	-0,6	1,9	-0,7	-0,3	-0,2	-0,3	2,2
	II	-6,6	-4,1	-2,6	-1,2	0,6	-0,9	-0,4	0,3	1,2	2,3	-1,7	-1,4	-1,4	-0,6	1,0	-0,1	-0,1	0,1	0,5	2,1
	III	-2,4	-1,7	-1,1	-0,7	1,0	0,0	0,1	0,3	0,5	2,3	-1,4	-1,2	-1,0	-0,5	0,7	-1,0	-0,4	-0,7	0,2	2,0
	M	-4,3	-2,8	-2,0	-0,9	0,8	-1,1	-0,4	0,3	0,8	2,3	-1,6	-1,4	-1,2	-0,6	1,2	-0,6	-0,0	-0,1	0,2	2,1
II	I	0,7	1,8	2,0	2,2	2,6	1,2	0,9	0,7	0,8	2,3	-0,8	-0,5	-0,5	-0,1	0,7	-0,9	-0,4	-0,2	-0,2	1,4
	II	-2,2	-1,6	-0,8	-0,2	1,4	0,7	0,8	1,0	1,4	2,4	-0,8	-0,6	-0,2	0,1	0,9	-1,3	-0,5	-0,1	0,1	1,2
	III	1,6	2,4	2,7	0,2	1,2	0,6	1,2	1,1	1,2	1,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,8	-0,9	-0,6	-0,7	-0,8	1,2
	M	0,0	0,9	1,3	0,7	1,7	0,9	1,0	0,9	1,2	2,3	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,8	-1,0	-0,5	-0,3	-0,3	1,3
III	I	2,6	3,6	3,5	2,8	2,4	-0,1	0,1	0,3	0,4	1,6	-1,3	-1,2	-0,9	-0,2	0,5	-0,7	-0,4	-0,6	0,7	1,2
	II	2,2	3,3	3,4	2,7	2,4	2,0	1,4	1,3	1,2	1,9	-0,3	-0,4	-0,4	-0,1	0,5	0,0	0,2	0,2	0,8	1,3
	III	4,4	4,4	4,2	3,8	3,0	7,0	4,9	5,0	5,0	4,1	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,8	1,4	1,3	1,3	1,2	1,5
	M	3,1	3,8	3,7	3,1	2,6	3,1	2,3	2,3	2,3	2,6	-0,5	-0,5	-0,4	-0,1	0,6	0,3	0,4	0,4	0,9	1,3
IV	I	6,1	6,3	6,0	6,2	5,9	6,9	6,8	6,6	6,2	6,1	1,5	0,8	0,6	0,6	1,1	4,4	3,1	2,9	3,3	1,6
	II	10,2	10,5	10,0	10,2	8,5	7,5	6,7	6,4	6,4	6,2	3,7	3,5	3,4	3,4	3,2	6,6	5,9	5,5	5,7	4,0
	III	7,7	8,0	7,3	7,8	7,2	11,7	10,9	11,0	10,1	8,6	9,2	8,0	7,3	6,9	5,7	10,0	9,5	9,1	8,9	7,3
	M	8,0	8,3	7,8	8,0	7,2	8,7	8,1	8,0	7,9	7,0	4,8	4,1	3,8	3,6	3,3	7,0	6,2	5,8	6,0	4,3
V	I	12,4	11,7	11,0	11,0	9,2	13,8	12,8	12,3	12,1	11,0	14,6	13,0	13,0	12,4	10,0	9,9	9,6	8,8	9,0	8,5
	II	14,8	14,2	13,5	13,4	11,3	13,7	13,1	13,1	13,2	11,8	15,4	14,5	14,1	13,6	11,8	12,8	12,2	11,6	11,6	11,1
	III	14,1	13,6	13,1	13,6	11,0	12,8	12,1	11,8	12,0	11,2	13,7	13,4	11,6	12,0	11,5	11,3	11,3	12,2	11,2	10,0
	M	13,8	13,2	12,6	12,5	10,8	12,7	12,7	12,4	12,4	11,3	14,6	13,6	12,9	12,7	12,7	11,4	11,0	10,9	10,6	9,9
VI	I	15,2	14,7	14,4	14,2	12,4	17,1	16,6	15,9	15,5	14,0	14,0	14,1	13,7	13,6	12,2	14,5	13,6	13,0	13,1	12,4
	II	14,1	13,8	13,3	13,4	12,3	18,2	17,8	16,9	16,8	15,6	16,4	15,5	15,1	14,8	12,9	16,3	15,5	15,1	15,2	14,9
	III	18,6	18,1	17,4	17,0	14,6	17,7	17,9	17,6	17,2	16,7	17,1	16,4	16,0	15,9	14,3	19,6	17,8	16,8	17,0	16,7
	M	16,0	15,5	15,0	14,9	13,1	17,7	17,4	16,8	16,5	15,4	15,8	15,4	15,0	14,8	13,1	16,8	15,6	15,0	15,1	14,7
VII	I	18,5	18,1	18,1	17,9	16,5	19,7	18,8	18,4	18,1	16,9	18,0	17,1	16,5	16,6	14,9	18,0	17,6	16,3	16,5	16,7
	II	19,9	18,6	19,4	18,2	16,8	19,0	17,9	18,3	17,5	17,0	16,4	16,1	16,0	14,8	14,8	17,1	16,9	16,5	16,6	17,3
	III	20,1	19,5	20,4	18,8	17,3	15,6	15,9	16,2	16,4	15,8	17,8	17,7	17,3	17,2	15,5	18,7	17,6	16,5	16,5	16,4
	M	19,5	18,8	19,4	18,3	16,9	17,8	17,5	17,6	17,3	16,5	17,7	17,0	16,6	16,6	15,1	18,0	17,4	16,4	16,5	16,8
VIII	I	19,4	19,1	20,0	18,8	17,5	18,1	17,1	17,1	17,3	15,8	16,9	16,7	17,0	17,3	16,1	20,8	19,7	18,4	18,3	17,9
	II	19,2	18,0	17,9	17,7	16,8	17,3	17,0	17,2	16,1	16,3	16,6	16,7	16,6	16,5	15,8	17,4	17,3	17,1	17,5	18,1
	III	17,0	16,4	16,2	16,2	15,9	15,8	16,2	16,2	16,3	15,9	15,3	15,6	15,8	16,0	15,2	15,7	15,9	16,1	16,5	17,1
	M	18,5	17,8	18,0	17,5	16,7	17,0	16,8	16,1	16,7	16,0	16,3	16,3	16,4	16,6	15,7	17,9	17,6	17,2	17,4	17,7
IX	I	17,3	16,6	16,2	16,5	15,6	16,3	16,4	16,4	16,4	16,1	14,5	14,6	14,3	14,7	14,4	15,0	15,1	14,8	15,2	15,4
	II	16,0	15,9	15,8	15,8	15,5	15,0	15,2	15,4	15,4	15,5	12,9	13,4	13,8	14,3	14,0	14,3	14,3	14,4	14,5	14,6
	III	14,1	14,6	14,2	14,5	14,5	12,2	13,0	12,9	13,3	13,9	10,4	11,2	11,6	12,5	12,7	9,8	10,4	10,6	11,5	12,0
	M	15,8	15,7	15,4	15,6	15,2	14,5	14,8	14,9	15,0	15,2	12,6	13,1	13,2	13,8	13,7	13,0	13,3	12,7	13,7	14,0
X	I	13,0	13,4	12,8	13,3	13,4	10,1	10,6	10,8	10,9	12,1	8,2	10,0	10,3	11,2	11,6	10,1	10,3	10,4	10,7	10,4
	II	11,5	12,5	12,1	12,8	12,9	10,3	10,6	10,9	11,2	11,7	8,0	9,0	9,1	10,1	10,4	7,2	7,9	8,5	9,2	11,0
	III	8,1	8,9	8,9	9,7	9,9	6,9	7,2	7,4	8,1	9,9	7,4	7,8	7,8	8,8	9,7	6,5	7,3	7,2	7,9	8,0
	M	10,8	11,5	11,2	11,8	12,0	9,0	9,4	9,7	10,0	11,2	7,9	8,9	9,0	10,0	10,5	8,0	8,5	8,7	9,2	9,7
XI	I	7,4	8,1	8,3	9,0	9,8	8,4	8,5	8,4	9,0	9,5	6,1	6,5	6,5	7,5	8,5	6,2	6,9	7,2	7,7	8,1
	II	5,0	6,0	6,3	7,5	8,6	5,8	6,1	6,4	7,1	8,4	6,4	6,7	6,7	7,2	7,6	4,5	5,1	5,0	5,5	5,9
	III	2,8	3,6	3,2	6,2	6,1	4,2	4,6	5,2	5,9	7,2	4,2	4,8	6,0	5,7	6,8	5,7	6,0	5,8	6,3	6,3
	M	5,0	5,9	5,9	6,9	8,2	6,2	6,4	6,7	7,3	8,4	5,6	6,0	6,1	6,8	7,7	5,5	6,0	6,0	6,5	6,8
XII	I	2,4	2,7	2,4	3,1	4,9	1,8	2,0	2,4	3,3	5,2	0,6	1,8	1,9	2,3	4,7	3,6	4,2	4,1	4,7	6,1
	II	-2,9	-1,3	3,1	2,3	3,6	-1,1	-0,6	-0,4	0,3	3,1	0,0	1,3	1,3	2,2	4,0	3,0	3,4	3,3	3,8	5,0
	III	-1,8	-0,4	0,4	1,9	3,2	-1,8	-0,5	0,0	0,4	2,4	-1,3	-0,2	-0,1	0,6	2,9	1,1	1,5	1,7	2,4	3,7
	M	-0,8	0,3	1,0	2,4	3,9	-0,4	0,3	0,7	1,3	3,5	-0,2	0,9	1,0	1,7	3,8	2,5	3,0	3,0	3,6	4,9
Rocznie Yearly		8,8	9,1	9,1	9,2	9,1	8,8	8,8	8,9	9,0	9,3	7,7	7,7	7,7	8,0	8,2	8,2	8,2	8,0	8,3	8,6



ciem gleby (liczba dni z temperaturą najwyższą  $< 0^{\circ}\text{C}$ ) oraz liczbę dni mroźnych na wysokości 5 cm nad gruntem. Roczne długości okresu z trwałym zamarznięciem gleby wahają się średnio od 67 dni na powierzchni do 33 na głębokości 20 cm (na 5 cm okres ten wynosi 61, a na 10 — 37 dni).

Poszczególne zimy różnią się jednak między sobą dość znacznie pod względem długości zamarznięcia i głębokości przemarzania gleby, np. w stosunkowo łagodnej zimie 1967/1968 gleba przemarzała tylko do głębokości 10 cm, a w zimie 1968/1969 do 30 cm. Ujemne temperatury na powierzchni gleby w pierwszym przypadku trwały przez 39 dni, w drugim 87 dni.

Interesująco przedstawia się również liczba dni z przejściem temperatury gleby przez próg  $0^{\circ}\text{C}$ . Ilustruje to ryc. 1.16. Jak widać, podczas



Ryc. 1.16. Liczba dni z przejściem temperatury przez próg  $0^{\circ}\text{C}$  (temperatury najniższe  $< 0^{\circ}$ , najwyższe  $> 0^{\circ}\text{C}$ ) w Ispinie w okresie zimy

Fig. 1.16. Number of days in Ispina on which the temperature exceeds the  $0^{\circ}\text{C}$  limit (lowest temperatures  $< 0^{\circ}$ , highest  $> 0^{\circ}\text{C}$ ) in winter

surowej zimy 1968/1969 wystąpiło znacznie mniej takich dni niż w czasie stosunkowo łagodnej zimy 1967/1968.

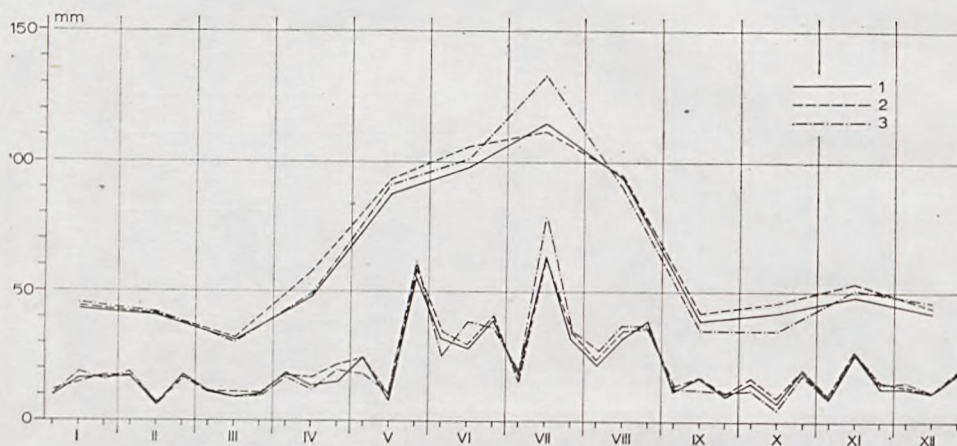
Najwięcej przejść temperatury gleby przez próg  $0^{\circ}\text{C}$  obserwujemy na powierzchni gleby, gdzie po nocnych przymrozkach zamarznięta ziemia w ciągu dnia często ulega roztopieniu. O ile na powierzchni gleby notuje się w Ispinie średnio 21 dni z temperaturą najniższą  $< 0^{\circ}\text{C}$ , a najwyższą  $> 0^{\circ}\text{C}$ , to na głębokości 5 cm tylko 9, a na 50 cm zaledwie 3 dni.



## 1.2.5. Opady atmosferyczne

Omawiany teren leży w strefie dość wysokich opadów, wystarczających do wegetacji roślin (Gumiński 1951), jednak zmiany reżimu opadowego z roku na rok wyraźnie odbijają się na produkcji roślinnej (Bandola-Ciołczyk 1974, Banasik 1978, Kotańska 1975). Nagromadzenie wysokich opadów w krótkim okresie doprowadza często w rejonie północnej części Puszczy Niepołomickiej do gwałtownych wezbrań i katastrofalnych powodzi, jak to np. miało miejsce w lipcu 1970 r. W dniu 18 VII tego roku spadło w Ispinie 103,5 mm opadu, a w ciągu krytycznych 4 dni decydujących o przerwaniu wałów ochronnych i zalaniu kilku wsi suma opadów wynosiła 159,9 mm.

Średnie dekadowe i miesięczne sumy opadów w okresie 1966—1970 przedstawiłem na ryc. 1.17. Wyraźnie wyższe opady obserwujemy w tym



Ryc. 1.17. Średnie miesięczne i dekadowe sumy opadów atmosferycznych w rejonie północnej części Puszczy Niepołomickiej, w Ispinie (1), Wawrzeńczycach (2) i Uście Solnym (3), w okresie 1966—1970

Fig. 1.17. Mean monthly and 10-days' precipitation sums in the northern part of Niepołomice Forest for Ispina (1), Wawrzeńczyce (2) and Uście Solne (3) during 1966—1970

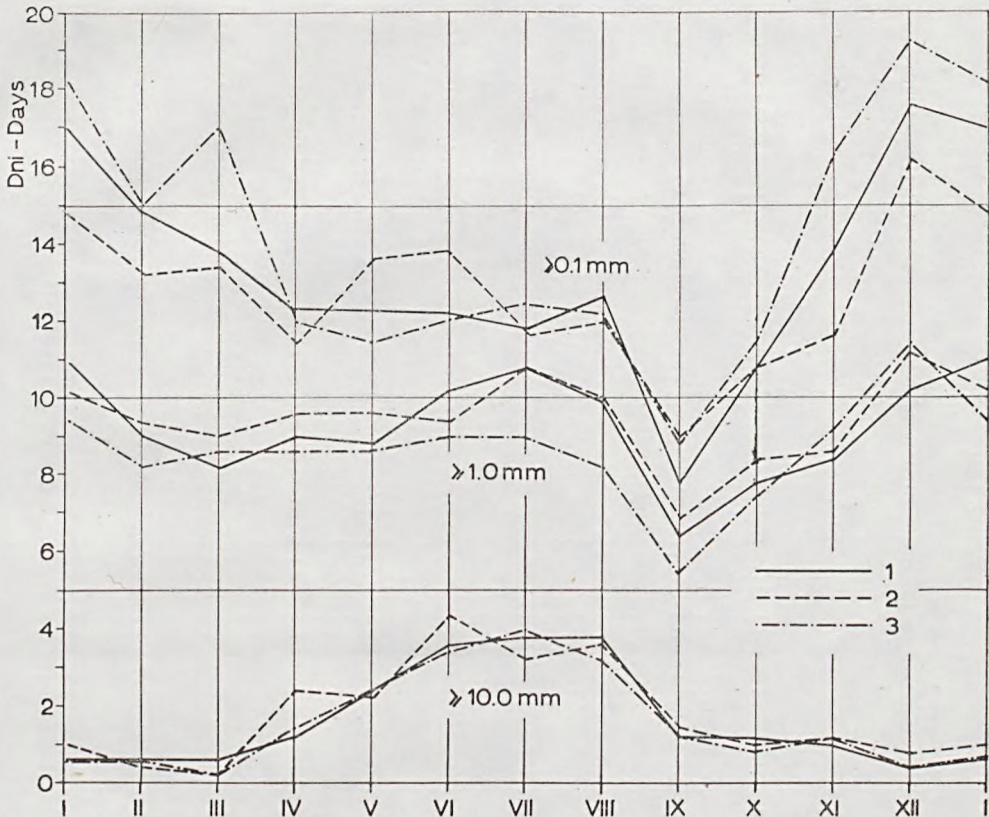
rejonie od maja do sierpnia, a zdecydowanie najwyższe sumy grupują się w III dekadzie maja i II dekadzie lipca (ponad 50 mm). Najwyższe sumy miesięczne notuje się w lipcu (najwięcej opadów pochodzenia burzowego), najniższe natomiast w marcu. W tabeli 1.XI zestawilem wartości sum dekadowych i miesięcznych dla poszczególnych lat badanego pięciolecia.

Rozkład opadów w ciągu roku (tab. 1.XII) jest nierównomierny. Najwięcej opadów spada w miesiącach letnich (w Ispinie 42,1% opadów rocznych) oraz wiosną (22,9%). Opady jesienią stanowią 77,2% opadów



wiosny, a sumy opadów półroczia chłodnego przekraczają nieco połowę wartości sum półroczia ciepłego (53,2%). Na stacjach Wawrzeńczyce i Uście Solne uzyskano wartości bardzo zbliżone do tych, jakie pochodzą z Ispiny.

Rozkład ogólnej liczby dni z opadem w poszczególnych miesiącach (ryc. 1.18) wykazuje wyraźny spadek w cieplej części roku, z minimum



Ryc. 1.18. Liczby dni z opadem  $\geq 0,1$  mm,  $\geq 1,0$  mm i  $\geq 10,0$  mm w rejonie północnej części Puszczy Niepołomickiej: 1 — w Ispinie, 2 — w Wawrzeńczycach, 3 — w Uście Solnym, w okresie 1966—1970

Fig. 1.18. Number of days with precipitation  $\geq 0.1$  mm,  $\geq 1.0$  mm and  $\geq 10.0$  mm in the northern part of the Niepołomice Forest. 1 — in Ispina, 2 — in Wawrzeńczyce, 3 — in Uście Solne, during 1966—1970

we wrześniu (8 dni) i październiku (11 dni). Chłodna połowa roku cechuje się wyraźnie wyższymi liczbami dni z opadem, przy czym maksimum zaznacza się w grudniu (18 dni) i styczniu (17 dni). Liczby dni z opadami dużymi  $> 10,0$  mm, w głównej mierze decydujące o miesięcznej sumie opadów, najczęściej zdarzają się w ciepłym okresie roku,



Tabela 1.XI  
 Dekadowe sumy opadów w rejonie północnej części Puszczy Niepolomickiej (1966-1970)  
 Decadal sums of precipitation in the northern part of Niepolomice Forest (1966-1970)

Miesiąc Month	Dekada Decade	Ispina				Wawrzeńczyce				Uście Solne						
		1966	1967	1968	1969	1970	1966	1967	1968	1969	1970	1966	1967	1968	1969	1970
		I	10,6	16,1	10,8	0,3	11,4	10,8	19,0	11,9	0,4	17,6	9,2	11,8	10,7	0,4
II	II	26,7	4,8	29,6	1,0	20,4	16,0	5,0	19,2	1,2	30,3	27,7	4,7	27,9	1,5	31,9
	III	3,1	36,6	8,6	25,7	8,2	5,8	38,2	7,1	26,8	10,7	1,9	35,1	12,8	24,9	6,2
	M	40,4	57,4	49,0	27,0	40,0	32,6	62,2	38,2	28,4	58,7	38,8	51,6	51,4	26,8	56,0
	I	27,4	27,6	5,5	11,9	14,4	20,6	36,9	5,9	11,3	12,5	31,1	21,2	5,4	17,3	19,7
III	II	4,2	2,8	7,5	2,5	13,4	4,2	3,8	7,9	2,9	13,0	4,6	1,6	7,7	2,5	16,9
	III	29,7	9,8	18,6	10,5	20,4	27,5	13,6	15,6	11,5	18,9	30,4	3,0	19,9	8,4	21,2
	M	61,3	40,2	31,6	24,9	48,2	52,3	54,3	29,4	25,7	44,4	66,1	25,8	33,0	28,2	57,8
	I	12,2	13,9	20,9	0,5	12,0	12,9	14,5	15,4	0,5	10,1	10,1	14,1	14,1	0,5	14,2
IV	II	9,2	8,6	7,7	19,1	1,4	8,9	16,4	9,9	16,6	2,8	10,3	10,9	3,5	20,1	2,1
	III	8,2	4,6	12,0	10,7	12,7	11,1	5,2	10,2	12,5	14,9	6,3	6,9	8,4	10,1	15,3
	M	29,6	27,1	40,6	30,3	26,1	32,9	36,1	35,5	29,6	27,8	28,7	31,9	26,0	30,7	31,6
	I	16,7	20,3	38,2	4,5	15,9	18,6	14,6	40,1	0,6	18,4	12,5	12,7	35,2	5,7	16,8
V	II	40,0	17,6	7,2	7,2	4,0	41,1	26,3	14,1	4,7	40,8	7,8	7,8	7,8	5,7	5,7
	III	17,6	21,0	16,2	3,1	18,2	24,1	42,0	21,7	2,8	21,1	14,7	40,0	14,4	3,6	25,4
	M	74,3	58,9	54,4	14,8	38,1	83,8	82,9	61,8	17,5	44,2	68,0	60,5	49,6	17,1	47,9
	I	25,7	8,3	41,2	37,8	10,6	18,4	10,2	43,0	40,0	10,9	35,7	6,6	35,1	3,6	8,6
VI	II	2,5	12,5	8,0	11,5	5,8	2,6	14,5	11,8	12,1	8,6	2,5	29,2	4,9	13,0	3,2
	III	122,7	25,1	83,6	19,8	25,8	160,0	35,8	57,5	22,3	20,1	137,6	23,8	97,4	14,6	36,9
	M	150,9	45,9	132,8	69,1	42,2	181,0	60,5	112,3	74,4	39,6	175,8	59,6	137,4	31,2	48,7
	I	4,3	41,4	62,7	9,1	41,4	4,9	44,3	83,0	9,0	32,2	1,9	31,6	36,9	13,8	41,4
VI	II	12,4	31,7	7,0	52,0	37,1	11,5	47,4	8,7	57,7	26,0	14,0	29,2	1,7	103,8	47,7
	III	84,8	5,8	45,3	41,3	15,7	92,1	7,1	43,2	43,3	18,1	79,8	5,5	45,9	37,5	13,3
	M	101,5	78,9	115,0	102,4	94,2	108,5	98,8	134,9	110,0	76,3	95,7	66,3	84,5	155,1	102,4



VII	I	21,0	31,0	31,2	8,8	13,1	25,3	23,8	14,2	28,4	15,8	46,4	4,8	
	II	36,4	53,3	4,2	163,9	34,7	41,0	4,2	166,2	38,7	74,1	76,3	189,0	
	III	61,2	16,9	·	38,7	63,9	13,5	57,6	40,2	60,9	18,8	45,2	48,4	
	M	118,6	101,2	35,4	211,4	111,7	79,8	123,2	220,6	128,0	108,7	121,5	242,2	
VIII	I	24,5	16,6	2,5	35,0	28,6	18,8	35,9	38,7	20,4	13,2	24,8	19,9	
	II	7,1	17,0	89,4	35,4	8,6	22,1	6,0	31,6	7,8	36,0	13,9	34,9	
	III	59,1	20,1	33,2	13,7	53,4	20,4	71,8	13,3	48,6	20,6	66,1	24,1	
	M	90,7	53,7	114,8	84,1	90,6	61,3	113,7	83,6	76,8	69,8	104,8	78,9	
IX	I	20,4	13,8	·	14,1	19,7	18,9	18,2	13,9	18,7	13,9	14,1	15,3	
	II	4,0	30,0	6,1	33,0	4,7	27,1	16,4	35,8	3,6	23,2	18,7	13,5	
	III	3,8	9,8	2,8	12,2	7,4	9,2	21,8	12,3	0,3	12,9	25,4	12,0	
	M	28,2	53,6	8,9	59,3	31,8	55,2	56,4	62,0	22,6	50,0	58,2	40,9	
X	I	3,4	43,3	2,1	16,6	3,5	42,4	15,5	19,0	3,1	33,2	5,6	16,8	
	II	3,0	2,8	·	12,4	6,2	3,7	22,5	13,6	0,0	3,7	10,1	9,5	
	III	45,6	3,7	26,3	21,6	41,1	8,2	3,1	24,0	34,0	1,9	4,4	21,0	
	M	52,0	49,8	28,4	50,6	50,8	54,3	41,1	56,6	37,1	38,8	20,1	47,3	
XI	I	0,9	12,0	1,4	21,3	0,3	15,1	10,6	22,1	3,1	9,1	7,4	22,2	
	II	42,2	8,4	29,7	24,3	44,5	8,9	26,6	23,8	45,4	10,2	27,0	31,7	
	III	24,6	21,9	9,0	4,5	30,3	25,6	9,8	4,7	27,5	14,3	10,6	10,0	
	M	67,7	42,3	40,1	50,1	75,1	49,6	47,0	50,6	76,0	33,6	45,0	63,9	
XII	I	7,4	9,5	33,2	14,9	6,2	12,4	0,1	12,7	10,0	8,0	0,0	16,2	
	II	22,9	10,9	5,5	3,1	29,6	8,6	9,3	2,5	30,7	7,0	11,8	2,1	
	III	23,0	26,7	2,9	23,3	18,9	28,1	17,1	25,7	16,4	30,0	17,3	31,3	
	M	53,3	47,1	41,6	41,3	54,7	49,1	26,7	40,9	57,1	45,0	29,1	49,6	
Rocznie Yearly		868,5	656,2	789,1	785,6	905,8	744,1	820,0	805,2	870,7	641,6	760,6	591,4	867,0



Tabela 1.XII  
 Rozkład opadów w ciągu roku w dolinie Wisły w rejonie północnej części Puszczy Niepołomickiej (1966-1970)  
 Distribution of precipitation during the year in the Vistula valley in the northern part of Niepołomice Forest (1966-1970)

Stacja Station	Zima Winter XII-II	Wiosna Spring III-V	Lato Summer VI-VIII	Jesień Autumn IX-XI	Opady Precipitation IX-XI %/% III-V	Półrocze Half of the year		Opady Precipitation XI-IV %/% V-X
						chłodne cool XI-IV	cieple warm V-X	
Ispina	126,4 mm %	167,0 22,9 mm %	306,9 42,1 313,4 40,8 mm %	129,0 17,7 141,2 18,4 mm %	— 77,2 — 76,8 %	253,2 34,7 272,7 35,5 mm %	476,1 65,3 494,5 64,5 mm %	— 53,2 — 55,1 %
Uście Solne	133,3 mm %	169,0 22,6 mm %	323,0 43,3 mm %	121,2 16,3 mm %	— 71,7 %	262,8 35,2 mm %	483,7 64,8 mm %	— 54,3 %



zwłaszcza od maja do sierpnia, przy czym często są pochodzenia burzowego.

W różnych latach badanego pięciolecia roczna liczba dni z opadem  $\geq 0,1$ ,  $\geq 1,0$  i  $\geq 10,0$  mm zmieniała się z roku na rok. Największe liczby dni z opadem wyższym od 0,1 mm wystąpiły w r. 1970 i 1967, natomiast dni z ulewnymi opadami wyższymi od 10,0 mm — w 1968 i 1966 (tab. XIII).

Reżim opadowy można charakteryzować również za pomocą tzw. wskaźnika obfitości opadów, wyrażonego stosunkiem sumy opadów do liczby dni z opadem w wybranym okresie. Wartość tego wskaźnika wyraźnie wzrasta w okresie od maja do sierpnia (tab. 1.XIV). Wiąże się to przede wszystkim ze zwiększonym udziałem dużych opadów pochodzenia burzowego w tym czasie i równoczesnym spadkiem ogólnej liczby dni z opadem.

### 1.2.6. Pokrywa śnieżna

W okolicy północnej części Puszczy Niepołomickiej okres z szatą śnieżną trwa średnio 136 dni w roku, przy czym lewobrzeżna część doliny jest ośnieżona około 2—3 dni dłużej niż prawobrzeżna. Podczas gdy w Wawrzeńczycach okres z szatą śnieżną wynosi średnio 139 dni (tab. 1.XV), to w Ispinie 137, a w Uściu Solnym 132 dni. Dane te dotyczą terenów odsłoniętych — w lasach śnieg zalega dłużej o 7—10 dni.

Na początku zimy zaznaczają się mniejsze różnice czasowe w kształtowaniu się pokrywy śnieżnej niż wczesną wiosną, kiedy ulega ona wytopieniu (ryc. 1.19). Najwięcej dni z pokrywą śnieżną obserwujemy w styczniu i w grudniu. W listopadzie notuje się średnio 3—4 dni, w kwietniu zdarza się jeszcze 1 taki dzień.

Grubość pokrywy śnieżnej (obliczona jako iloraz sum grubości i liczby dni z pokrywą) również osiąga stan maksymalny w styczniu. Charakterystyczny jest tutaj fakt, że Wawrzeńczyce posiadające w pierwszej połowie zimy najgrubszą warstwę śniegu, w drugiej jej fazie wykazują najniższe wartości miąższości. W Uściu Solnym natomiast początkowo pokrywa śnieżna zalega najcieńszą warstwą, a pod koniec zimy — najgrubszą. Ispina w ciągu całego okresu posiada wartości pośrednie. Prawdopodobnie jest to efektem większej wilgotności powietrza i gleby we wschodniej części doliny oraz wpływ oddziaływania dużych kompleksów leśnych.

Grubość pokrywy śnieżnej, liczba dni z tą pokrywą oraz czas trwania okresu z szatą śnieżną (gdy pokrywa zalega nieprzerwanie lub z odstępami nie większymi niż 3 dni na 30 dni jej występowania) w czasie różnych zim badanego pięciolecia ulega dużym wahaniom (tab. 1.XV). Najniższe wartości grubości pokrywy śnieżnej zanotowano w zimie 1966—



Tabela 1.XIII

Liczby dni z opadem  $\geq 0,1$ ,  $\geq 1,0$  i  $\geq 10,0$  mm w rejonie północnej części Puszczy Niepołomickiej (1966—1970)  
 Number of days with precipitation  $\geq 0,1$ ,  $\geq 1,0$  i  $\geq 10,0$  mm in the northern part of Niepołomice Forest (1966—1970)

Rok Year	Przedziały Intervals	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rocznie Yearly
Ispina														
1966	$\geq 0,1$	18	16	18	12	14	11	17	14	6	8	15	18	167
	$\geq 1,0$	11	10	13	9	12	10	17	8	4	8	10	13	125
	$\geq 10,0$	—	1	—	3	3	3	5	4	1	2	1	—	23
1967	$\geq 0,1$	18	15	12	18	9	12	9	12	10	9	12	21	157
	$\geq 1,0$	15	10	8	15	8	11	9	8	10	8	7	15	124
	$\geq 10,0$	1	1	—	1	2	3	4	3	1	2	1	—	19
1968	$\geq 0,1$	24	13	13	10	14	13	12	13	9	14	14	8	157
	$\geq 1,0$	16	8	9	9	10	10	11	10	6	9	10	4	112
	$\geq 10,0$	—	1	2	2	4	3	4	6	3	—	—	1	26
1969	$\geq 0,1$	9	13	13	8	10	12	7	14	2	8	11	20	127
	$\geq 1,0$	4	4	6	6	5	10	5	11	2	5	7	9	74
	$\geq 10,0$	1	—	—	—	2	4	2	3	—	1	1	1	15
1970	$\geq 0,1$	16	17	13	13	14	13	14	10	12	15	12	21	170
	$\geq 1,0$	9	13	5	7	9	10	12	10	10	9	8	10	112
	$\geq 10,0$	1	—	1	—	1	5	4	3	1	1	2	—	19
Wawrzeńczyce														
1966	$\geq 0,1$	14	12	15	11	15	11	17	12	8	9	10	16	150
	$\geq 1,0$	10	10	10	10	11	10	16	9	6	9	8	13	122
	10,0	—	1	—	5	4	4	3	4	1	2	2	2	28
	$\geq 0,1$	17	13	12	18	12	13	10	13	13	10	11	20	162



1967	≥ 1,0	14	12	10	17	11	10	10	10	11	11	9	8	14	137
	≥ 10,0	1	1	—	2	2	5	4	2	1	1	1	1	1	21
1968	≥ 0,1	22	12	13	8	16	11	12	12	9	9	14	14	8	151
	≥ 1,0	11	9	10	8	11	9	12	10	8	8	10	11	6	115
	≥ 10,0	—	—	1	3	3	4	4	5	3	3	1	1	—	25
1969	≥ 0,1	7	13	15	8	10	18	6	13	3	3	7	11	16	127
	≥ 1,0	6	5	7	5	5	8	5	10	1	1	5	8	11	76
	≥ 10,0	2	—	—	—	2	5	1	4	—	—	—	1	1	16
1970	≥ 0,1	14	16	12	12	15	16	13	10	12	12	14	12	21	167
	≥ 1,0	10	11	8	8	10	10	11	10	8	8	9	8	12	115
	10,0	2	—	—	2	—	4	4	3	2	2	1	1	—	19
Uście Solne															
1966	≥ 0,1	18	17	23	9	13	10	16	14	5	5	8	19	21	173
	≥ 1,0	9	10	11	7	11	8	14	8	2	2	2	12	13	111
	≥ 10,0	—	1	—	2	4	3	6	3	1	1	2	2	—	24
1967	≥ 0,1	23	16	18	18	12	12	11	11	8	8	11	16	21	177
	≥ 1,0	10	6	10	12	7	10	7	8	8	2	7	6	15	15
	≥ 10,0	—	1	—	2	2	2	3	2	2	2	1	1	—	16
1968	≥ 0,1	23	15	14	8	12	11	14	12	10	10	12	15	7	153
	≥ 1,0	16	8	7	8	10	6	7	7	7	7	6	9	6	97
	≥ 10,0	—	1	—	1	4	3	5	5	2	2	—	1	1	23
1969	≥ 0,1	10	9	15	11	8	13	9	13	2	2	9	15	21	135
	≥ 1,0	5	4	7	6	5	12	6	10	1	1	6	10	9	81
	≥ 10,0	1	—	—	—	1	5	2	3	—	—	1	—	1	14
1970	≥ 0,1	17	18	15	14	12	14	12	11	14	14	17	16	26	186
	≥ 1,0	7	13	8	10	10	9	11	8	9	9	12	9	14	120
	≥ 10,0	2	—	1	2	1	4	4	3	1	1	—	2	—	20



TABELA 1.XIV

Obfitość opadów (wartości średnie za okres 1966-1970) w rejonie północnej części Puszczy Niepołomickiej  
 Abundance of precipitation (mean values for the years 1966-1970) in the northern part of Niepołomice Forest

Stacja Station	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rocznie Yearly
Ispina	2,5	2,8	2,2	3,9	7,2	8,1	9,7	7,4	5,0	3,9	3,8	2,4	4,7
Wawrzęnczyce	3,0	3,1	2,4	5,1	6,9	7,7	9,7	7,9	4,6	4,2	4,6	2,7	5,1
Uście Solne	2,5	2,8	1,8	4,0	7,9	8,4	10,7	7,3	4,5	3,1	3,2	2,4	4,5



Tabela 1.XV

Grubość pokrywy śnieżnej, liczba dni z pokrywą śnieżną oraz trwanie okresu z pokrywą śnieżną w rejonie północnej części Puszczy Niepołomickiej  
 Thickness of snow cover, number of days with snow cover and length of period with snow cover in the region of northern part of Niepołomice Forest  
 (1966/1970)

Lata Years	Stacja Station	Grubość pokrywy śnieżnej Thickness of snow cover cm						Liczba dni z pokrywą śnieżną Number of days with snow cover						Okres z szatą śnieżną Period with snow cover			Trwała pokrywa śnieżna Period with permanent snow cover		
		XI	XII	I	II	III	IV	XI	XII	I	II	III	IV	Liczba dni Number of days	Daty - Dates		Liczba dni Number of days	Daty - Dates	
															powstania appearance	zaniku disappearance		powstania appearance	zaniku disappearance
1965/66	Ispina	—	—	25	18	2	—	—	—	27	19	2	—	—	—	15 III	—	—	21 II
	Wawrzeńczyce	—	—	30	21	2	—	—	—	26	19	2	—	—	—	15 III	—	—	20 II
	Uście Solne	—	—	19	11	2	—	—	—	27	18	2	—	—	—	15 III	—	—	19 II
1966/67	Ispina	5	4	5	1	—	2	8	15	20	6	—	3	163	14 XI	25 IV	45	15 XII	28 II
	Wawrzeńczyce	7	6	6	1	—	2	8	15	17	7	—	3	163	14 XI	25 IV	44	15 XII	27 II
	Uście Solne	2	3	5	1	—	1	7	14	21	4	—	2	163	14 XI	25 IV	46	15 XII	29 II
1967/68	Ispina	13	6	13	2	2	—	3	22	28	8	10	—	108	28 XI	14 III	54	8 XII	30 I
	Wawrzeńczyce	13	6	14	2	3	—	3	23	27	6	10	—	108	28 XI	14 III	54	8 XII	30 I
	Uście Solne	13	7	11	2	2	—	2	20	28	9	11	—	105	29 XI	12 III	52	11 XII	31 I
1968/69	Ispina	4	5	5	13	5	—	2	9	30	16	10	—	150	14 XI	12 IV	38	25 XII	31 I
	Wawrzeńczyce	4	5	5	12	4	—	2	9	27	18	11	—	153	14 XI	15 IV	37	24 XII	29 I
	Uście Solne	4	5	4	12	6	—	2	8	31	12	8	—	137	15 XI	30 III	38	25 XII	31 I
1969/70	Ispina	2	24	28	22	20	3	2	31	31	28	23	1	128	27 XI	5 IV	111	30 XI	21 III
	Wawrzeńczyce	3	28	30	20	17	5	3	31	31	28	22	1	129	27 XI	4 IV	110	30 XI	19 III
	Uście Solne	1	19	24	24	28	—	1	31	31	28	24	—	124	28 XI	30 III	112	1 XII	22 III
1970/71	Ispina		10	—	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	5 XII	—	—	21 XII	—
	Wawrzeńczyce		9	—	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	5 XII	—	—	21 XII	—
	Uście Solne		11	—	—	—	—	—	10	—	—	—	—	—	6 XII	—	—	23 XII	—

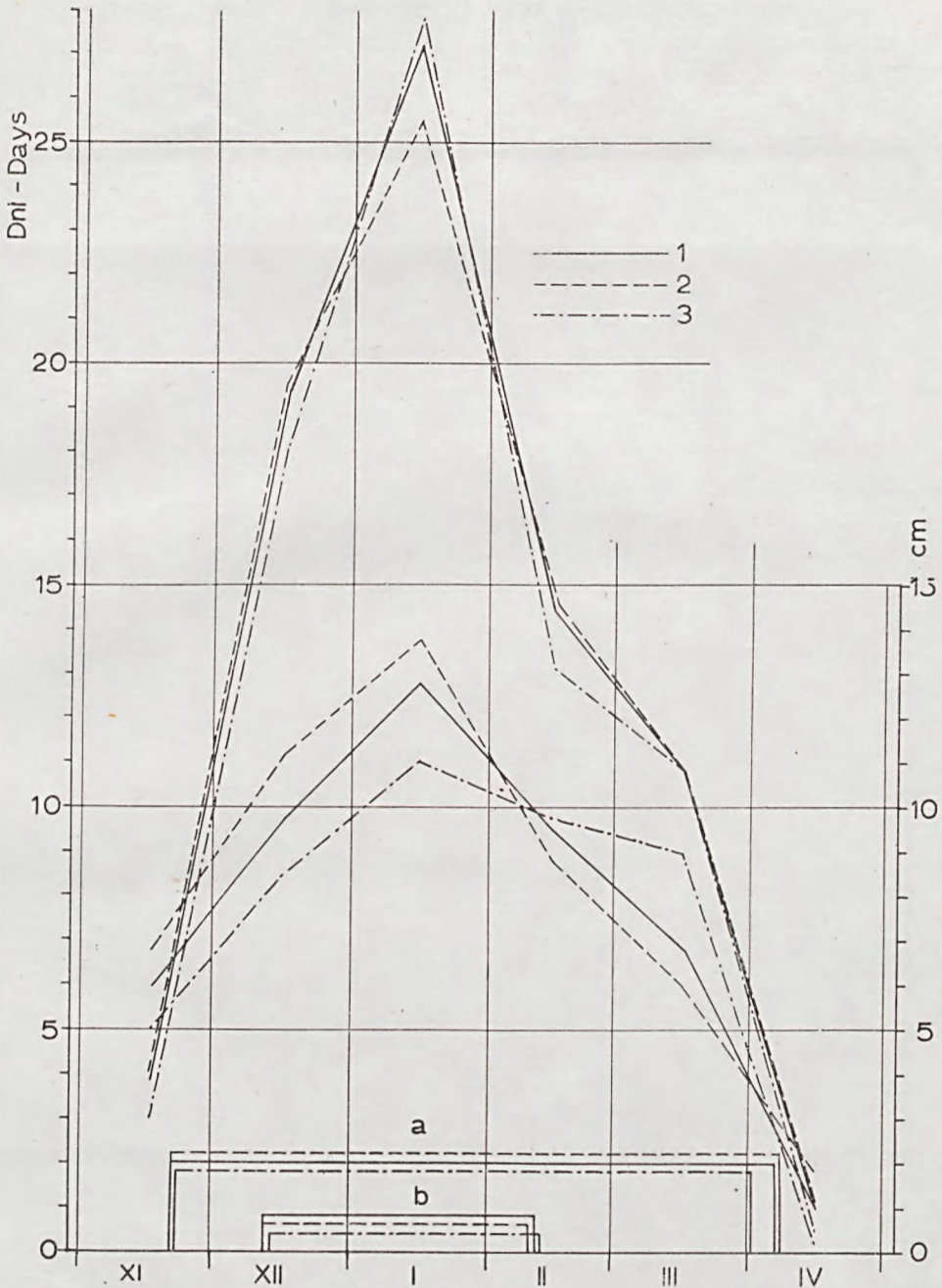


TABELA 1.XVI

Rozkład kierunków wiatru (liczba przypadków) w Ispinie  
Distribution of wind direction (number of cases) in Ispina

Miesiąc Month	1967									1968									1969									1970								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Cisza Silence	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Cisza Silence	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Cisza Silence	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Cisza Silence
I	12	8	13	1	8	6	21	6	18	3	4	4	2	5	22	14	12	27	2	4	11	4	3	15	19	14	21	7	11	28	1	6	6	6	11	17
II	6	8	4	8	16	4	24	8	6	5	5	3	1	9	14	10	9	31	2	—	3	1	6	14	23	18	17	5	5	21	8	11	5	5	15	9
III	2	1	4	2	12	8	40	3	21	7	—	8	—	6	11	9	20	32	5	2	8	3	5	15	21	22	12	4	5	16	1	6	18	12	17	14
IV	7	16	6	3	6	15	13	12	12	6	—	3	4	8	11	14	13	31	5	7	15	2	6	11	10	13	21	—	13	24	3	8	17	13	1	11
V	11	3	1	4	11	10	10	13	30	—	4	17	5	4	4	17	12	30	3	5	19	2	8	12	15	5	24	3	6	16	6	5	12	17	10	18
VI	3	2	3	5	6	12	11	12	36	2	1	14	4	8	7	24	12	18	3	3	21	2	4	18	14	5	20	4	12	20	4	7	7	11	3	22
VII	7	—	6	3	7	14	12	10	34	—	4	7	4	12	12	19	9	26	—	4	25	4	2	13	13	17	15	11	12	18	6	3	12	8	5	18
VIII	4	3	6	5	7	15	17	11	25	1	4	4	6	11	17	19	7	24	3	—	16	1	8	16	15	11	23	8	14	8	7	14	17	9	16	
IX	4	5	5	8	7	9	13	11	28	3	6	11	3	13	12	17	8	17	6	1	18	4	2	15	14	9	21	2	8	24	8	4	2	16	4	22
X	5	6	7	6	8	9	13	12	27	1	5	11	6	6	13	15	9	27	8	4	21	1	2	7	10	16	24	2	7	30	2	8	11	3	12	18
XI	8	2	6	3	3	17	15	17	19	5	3	8	3	3	12	16	20	20	—	2	19	9	10	11	8	11	20	5	1	22	5	3	7	21	17	9
XII	6	2	—	3	5	21	14	18	24	4	7	8	3	5	13	19	12	22	11	5	11	—	1	4	13	32	16	6	13	15	4	2	12	17	13	11
Rocznie Yearly	6,3	4,7	5,1	4,2	8,1	11,8	16,8	11,2	23,2	3,1	3,6	8,2	3,4	7,5	12,2	16,1	11,9	25,4	4,0	3,1	15,6	2,7	4,8	12,6	14,6	14,4	19,5	4,8	7,8	20,7	4,7	5,8	10,3	12,2	9,8	15,4





Ryc. 1.19. Liczba dni z pokrywą śnieżną, grubość pokrywy śnieżnej oraz czas trwania okresu z szatą śnieżną (a) i trwałą pokrywą śnieżną (b) w rejonie północnej części Puszczy Niepołomickiej: 1 — Ispina, 2 — Wawrzeńczyce, 3 — Uście Solne

Fig. 1.19. Number of days with snow cover, its thickness and duration of this period (a), the same for permanent snow cover (b), in the northern part of Niepołomice Forest. 1 — Ispina, 2 — Wawrzeńczyce, 3 — Uście Solne

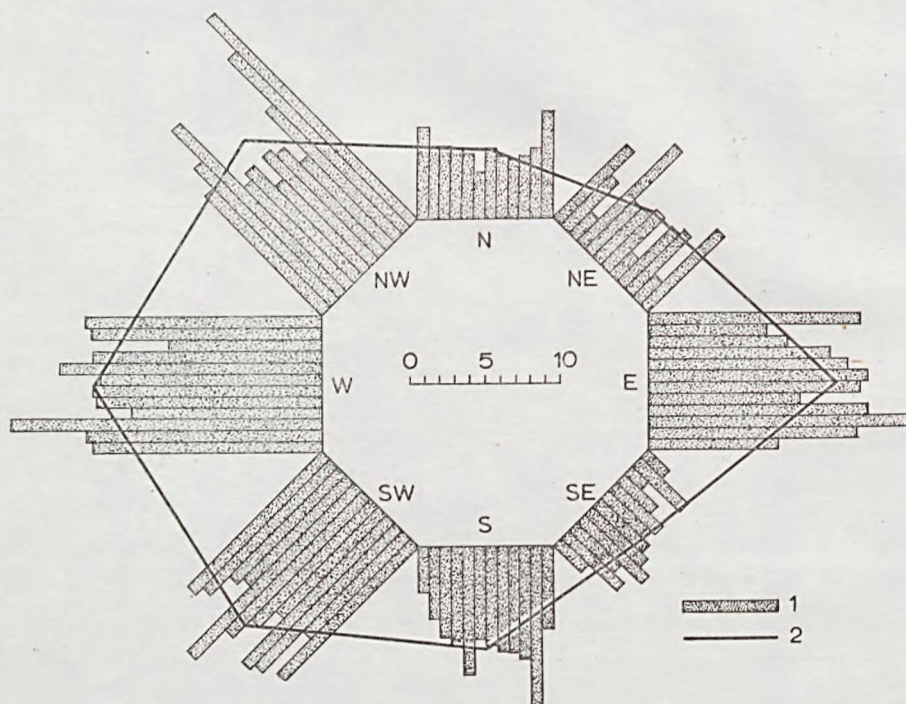


1967, najwyższe natomiast — zimą lat 1969—1970. Najwięcej dni z pokrywą śnieżną obserwowano w zimie 1969/1970, najmniej — zimą 1966/1967 (choć właśnie tej zimy zanotowano najdłuższy okres z szatą śnieżną, bo wynoszący 163 dni). Trwała pokrywa śnieżna zdecydowanie najdłużej utrzymywała się w zimie 1969/1970 (w Ispinie 111 dni).

### 1.2.7. Wiatr

Sredni rozkład kierunków wiatru w Ispinie w okresie 1967—1970 wykazuje zdecydowaną przewagę wiatrów wiejących z zachodniego sektora horyzontu (NW — 12,9%, W — 16,6%, SW — 12,8%). Znaczny udział posiadają też wiatry wschodnie (13,6%). Najrzadziej wieją wiatry z południowego wschodu (4,2%), północy (5,0%) i północnego wschodu (5,2%). Stosunkowo rzadko zdarzają się też wiatry południowe (7,2%).

Na rycinie 1.20 przedstawiłem różę wiatrów dla poszczególnych miesięcy. W miesiącach letnich, prócz zdecydowanie najczęściej powtarzających się wiatrów zachodnich, bardzo duży udział posiadają wiatry



Ryc. 1.20. Rozkład kierunków wiatru w Ispinie (średnia liczba przypadków w okresie 1967—1970): 1 — średnia miesięczna, 2 — średnia roczna

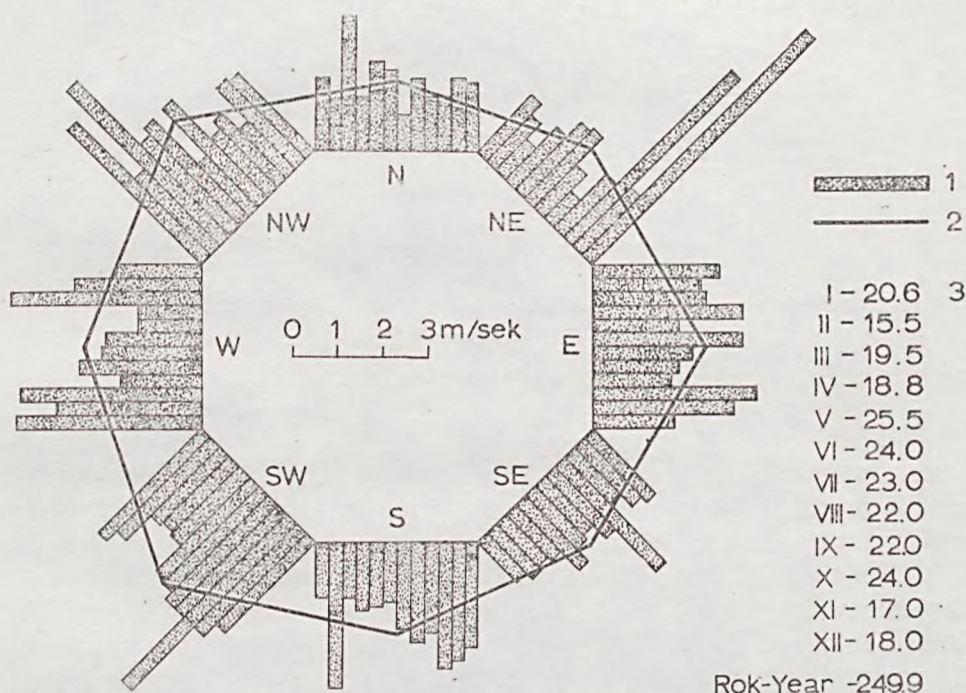
Fig. 1.20. Distribution of wind directions in Ispina (mean number of instances during 1966—1970). 1 — monthly mean, 2 — annual mean



wschodnie. Jest to związane z ogólną cyrkulacją atmosfery o tej porze roku. Z początkiem zimy wyraźnie przeważają wiatry północno-zachodnie, w styczniu zwiększa się udział wiatrów wschodnich. Najczęściej jednak wiatry wschodnie obserwuje się w październiku i wrześniu („złota jesień”). Wiatry południowe zdarzają się najliczniej w lutym, co związane jest z często powtarzającymi się w tym czasie wiatrami halnymi w górach.

W tabeli 1.XVI zestawilem rozkład kierunków wiatru w poszczególnych latach okresu 1967—1970. We wszystkich latach zdecydowanie przeważają wiatry zachodnie, wyjątek stanowi r. 1970, kiedy to udział wiatrów wschodnich był prawie dwukrotnie wyższy niż zachodnich.

Na przestrzeni roku daje się zauważyć nie tylko zmienność kierunków wiatru, ale także ich prędkość (ryc. 1.21). Najwyższe prędkości



Ryc. 1.21. Rozkład średnich prędkości wiatrów wiejących z poszczególnych kierunków w okresie 1967—1970: 1 — średnie miesięczne, 2 — średnia roczna, 3 — liczba przypadków ciszy

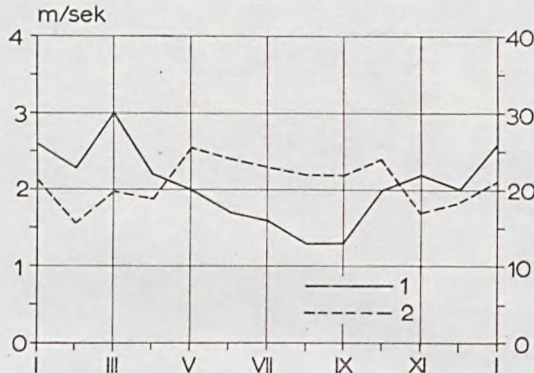
Fig. 1.21. Distribution of mean velocities for winds blowing from individual directions during 1967—1970. 1 — monthly means, 2 — annual means, 3 — number of calms

wiatrów obserwujemy w grudniu przy kierunku NE. Średnie wartości prędkości wiatru dla poszczególnych kierunków można posegregować w następującej kolejności: SW — 3,6 m/sek., NW — 2,7, W — 2,6, E — 2,5, S — 2,0, NE — 1,9, SE — 1,7, N — 1,6 m/sek.



Analogicznie do rozkładu kierunków wiatru zestawilem w tab. 1.XVII rozkład prędkości wiatrów wiejących z różnych kierunków w poszczególnych miesiącach roku okresu 1967—1970. Najsilniejsze wiatry obserwowano w roku 1969 (średnia roczna wyniosła wówczas 2,3 m/sek.), najsłabsze — w 1968 (1,7 m/sek.). W całym okresie 1967—1970 największe prędkości wiatru wystąpiły w październiku 1970 r., kiedy to z kierunku NE wiały one z prędkością średnią 11,0 m/sek., a z W — 10,3 m/sek. (w niektórych terminach prędkości przekraczały 20 m/sek.).

Średnie miesięczne prędkości wykazują zależność odwrotnie proporcjonalną do liczby cisz (ryc. 1.22). W miesiącach letnich, kiedy prędkość



Ryc. 1.22. Średnia miesięczna prędkość wiatru (1) oraz liczba cisz (2) w Ispinie, w okresie 1967—1970

Fig. 1.22. Monthly mean wind velocity (1) and number of calms (2) in Ispina during 1967—1970

wiatru wyraźnie spada, obserwuje się wzrost liczby cisz. Największą średnią prędkość osiąga wiatr w marcu (3 m/sek.), najniższą natomiast — w sierpniu i wrześniu (1,3 m/sek.).

Z średnią prędkością wiatru wiąże się ściśle liczba przypadków wystąpienia wiatrów silnych ( $> 10$  m/sek.) i bardzo silnych ( $> 15$  m/sek.). Ilustruje to ryc. 1.23. Najwięcej wiatrów silnych notuje się w marcu (10 przypadków), listopadzie (7), grudniu i styczniu (po 6 przypadków); najmniej w sierpniu i wrześniu (1 przypadek). Wiatry bardzo silne wykazują podobieństwo do rozkładu wiatrów silnych, rocznie jest ich o 31 mniej.

### 1.2.8. Wilgotność powietrza

Wilgotność powietrza można charakteryzować za pomocą różnych wielkości. W niniejszym opracowaniu ograniczę się jedynie do przedstawienia rozkładu wilgotności względnej (jako najczęściej stosowanej cha-



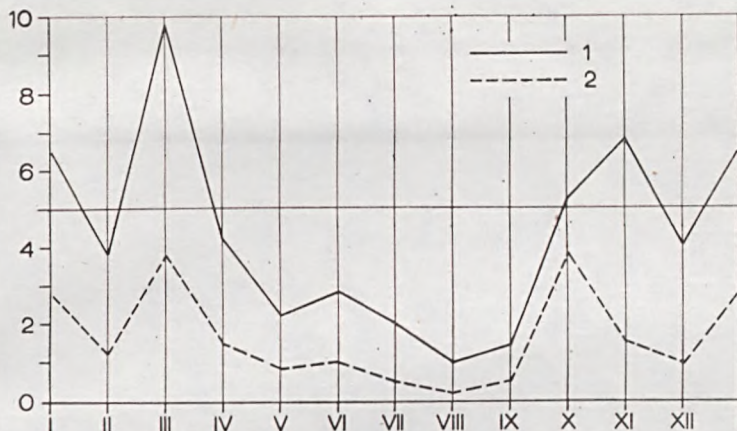
TABELA 1.XVII

Średnie miesięczne wartości prędkości wiatru z poszczególnych kierunków w Ispinie (w m/sek.)  
 Mean monthly values of wind velocity from individual directions in Ispina (in m/sec.)

Miesiąc Month	1967									1968									1969									1970								
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Średnie Mean	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Średnie Mean	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Średnie Mean	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Średnie Mean
I	3,2	2,4	2,0	2,8	3,0	2,5	4,8	6,1	2,8	1,0	1,0	1,8	2,5	3,2	5,5	6,9	3,8	3,2	1,0	1,5	3,0	1,5	1,0	2,4	3,5	4,4	2,3	1,3	1,9	4,5	1,0	2,0	1,0	1,1	2,3	2,1
II	1,8	1,9	2,2	4,2	2,8	5,0	5,9	4,0	3,1	1,2	1,0	1,0	1,0	2,2	1,6	1,5	1,7	1,0	1,0	—	2,0	1,0	3,0	4,8	4,4	2,0	2,8	1,2	2,6	4,3	1,0	2,3	1,2	1,0	3,0	2,4
III	1,6	1,0	1,4	3,5	2,7	3,9	5,3	6,2	2,8	2,1	—	1,9	—	3,1	5,0	4,7	6,5	2,9	6,6	1,0	3,1	1,0	1,4	6,4	4,2	4,7	3,9	1,8	1,6	3,6	1,0	4,1	5,1	1,7	1,7	2,6
IV	2,7	2,2	4,9	2,3	2,5	4,1	3,0	3,7	2,6	1,1	—	1,0	5,1	2,2	2,4	1,8	3,5	1,8	1,2	2,0	3,3	1,5	1,5	2,0	2,2	2,6	1,8	—	2,4	4,0	4,1	1,6	3,6	1,2	1,0	2,6
V	3,0	2,7	2,0	3,5	2,4	3,5	3,4	3,9	2,2	—	1,2	3,5	1,2	1,2	2,0	1,7	5,7	1,9	1,7	1,4	2,7	1,5	2,6	4,0	3,1	1,0	2,0	3,3	2,7	1,3	1,3	1,8	3,4	2,4	1,2	1,7
VI	1,7	1,3	4,9	2,0	2,0	2,2	2,0	2,5	1,4	3,5	1,0	1,7	1,8	1,7	4,6	2,0	1,4	1,6	1,0	4,7	2,7	1,0	2,8	4,0	3,6	1,6	2,4	1,2	1,3	3,8	1,0	1,1	1,1	1,2	1,0	1,5
VII	1,9	—	2,3	3,0	2,1	2,7	2,3	2,8	1,4	—	1,5	2,4	1,5	1,1	3,3	2,5	1,4	1,5	—	2,5	2,6	1,0	1,0	2,9	2,5	3,0	2,3	1,3	1,1	1,7	1,0	1,0	2,7	1,0	4,8	1,4
VIII	2,0	1,3	2,5	2,6	1,5	1,7	1,7	2,0	1,3	2,0	1,8	1,8	2,3	1,8	1,5	1,3	1,7	1,2	1,0	—	1,3	1,0	1,1	3,7	1,5	1,7	1,4	1,2	—	2,0	2,1	1,3	1,6	1,1	1,8	1,3
IX	1,5	1,2	1,0	2,4	2,6	2,1	1,5	1,4	1,1	1,0	1,3	1,5	1,0	1,2	1,3	1,3	3,1	1,2	1,5	1,0	1,9	1,0	1,0	3,7	1,0	1,0	1,4	1,0	2,8	2,2	1,1	1,2	1,0	1,9	2,5	1,4
X	1,4	1,7	1,0	2,0	1,4	1,9	2,1	1,9	1,2	1,0	1,2	1,4	1,3	1,1	1,8	1,8	1,7	1,1	1,5	6,7	8,5	1,0	1,0	3,4	2,7	1,1	3,0	1,0	11,0	3,4	1,0	1,4	1,4	10,3	1,2	2,9
XI	2,0	1,0	1,6	1,0	2,0	4,3	2,0	2,1	1,9	1,0	3,3	2,1	1,0	1,0	1,6	2,8	2,6	1,6	—	1,0	4,7	3,0	1,4	4,1	3,0	3,0	2,6	3,6	2,0	3,8	1,6	8,3	1,6	3,2	2,5	2,8
XII	2,3	1,5	—	2,3	1,8	6,3	2,4	3,6	2,9	1,5	1,4	1,8	1,0	1,0	1,9	1,3	1,3	1,1	1,3	1,0	3,4	—	1,0	2,1	1,7	2,9	1,9	1,0	4,7	2,1	1,5	1,0	2,6	2,1	1,9	2,2
Rocznie Yearly	2,1	1,5	2,2	2,6	2,2	3,4	3,0	3,4	2,0	1,3	1,2	1,8	1,6	1,7	2,7	2,5	2,9	1,7	1,5	1,9	3,3	1,2	1,6	3,6	2,8	2,5	2,3	1,5	2,8	3,0	1,5	2,3	2,2	2,4	2,1	2,1



rakterystyki wilgotności) oraz niedosytu wilgotności, który zdaniem Szymkiewicza (1923) najlepiej nadaje się dla celów fitoklimatycznych, gdyż z dużym przybliżeniem określa wielkość parowania.



Ryc. 1.23. Średnia miesięczna liczba przypadków wystąpienia wiatrów silnych (1 —  $\geq 10$  m/sek.) i bardzo silnych (2 —  $\geq 15$  m/sek.) w Ispinie

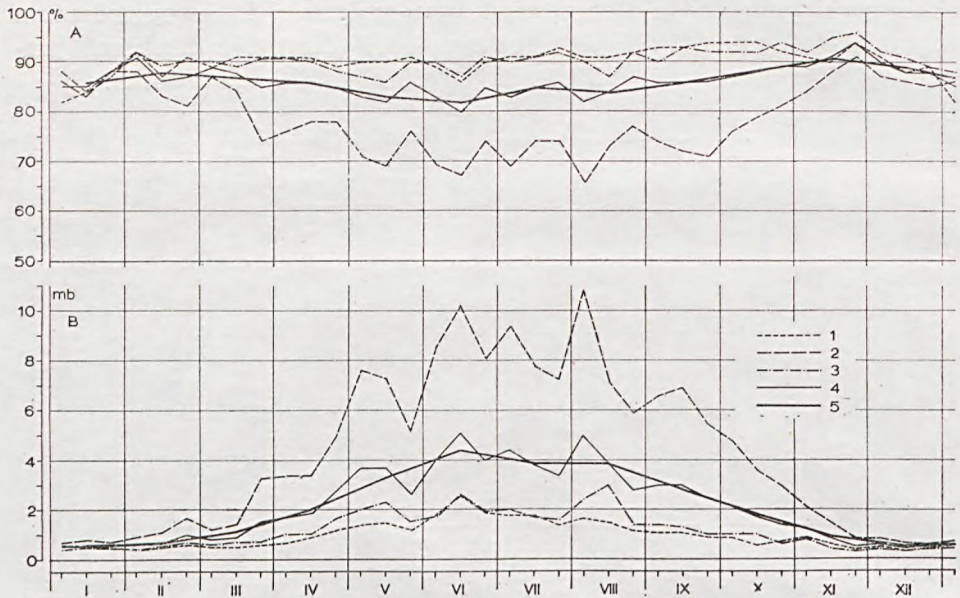
Fig. 1.23. Monthly mean number of strong (1 —  $\geq 10$  m/sec) and very strong winds (2 —  $\geq 15$  m/sec) in Ispina

Wilgotność względna (ryc. 1.24 A) w przebiegu całego roku wykazuje wysokie wartości, co związane jest niewątpliwie z silnie wilgotnym podłożem, licznymi starorzeczami i wpływem kompleksów leśnych, łagodzących roczne wahania wilgotności powietrza. Pewien spadek wilgotności wiosną, a zwłaszcza latem zaznacza się przede wszystkim w godzinach popołudniowych. Nieznacznie zmniejsza się też wilgotność zimą — w grudniu i styczniu.

Niedosyt wilgotności (ryc. 1.24 B) jest zdecydowanie silniej zróżnicowany w skali rocznej niż wilgotność względna (amplituda średnich miesięcznych wynosi prawie 4 mb). Związek niedosytów wilgotności z temperaturą powietrza jest wyraźny, zwłaszcza w godzinach popołudniowych.

W tabeli 1.XVIII zamieściłem średnie miesięczne wartości wilgotności względnej i niedosytów wilgotności dla poszczególnych lat badań. Jak widać, opisane wyżej prawidłowości rozkładu tych wielkości powtarzają się na ogół w każdym roku. Najmniejsza wilgotność występuje w czerwcu, najwyższa w listopadzie. Pewną anomalię zanotowano tylko w 1966 r., kiedy to najsuchsze powietrze było w maju, a najwilgotniejsze w lutym. Najwyższą średnią roczną wilgotność powietrza zaobserwowano w r. 1970 (89% wilgotności względnej i 1,6 mb niedosytu wilgotności), najniższą w 1967 r. (odpowiednio 84% i 2,4 mb).



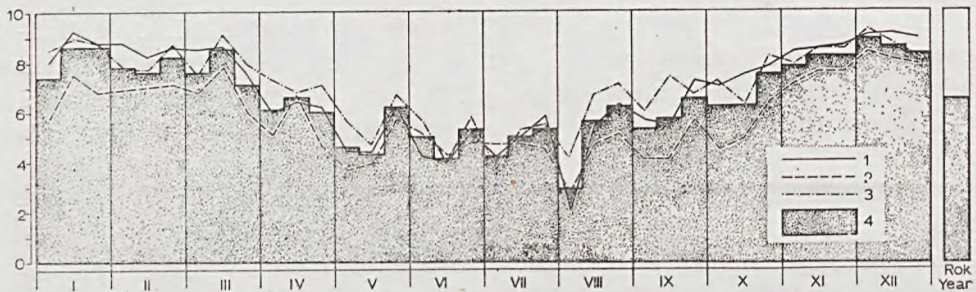


Ryc. 1.24. Rozkład wilgotności względnej (A) i niedosytów wilgotności (B) w Ispinie, w okresie 1966—1970: 1 — w godzinach porannych, 2 — w południe, 3 — wieczorem, 4 — średnia dobowa, 5 — średnia miesięczna

Fig. 1.24. Distribution of relative air humidity (A) and humidity deficiencies (B) in Ispina during 1966—1970. 1 — in the morning, 2 — at noon, 3 — in the evening, 4 — daily mean, 5 — monthly mean

### 1.2.9. Zachmurzenie

Zachmurzenie nad omawianą częścią Puszczy ulega w ciągu roku dużym zmianom sezonowym (ryc. 1.25). Wyraźny wzrost pokrycia nieba przez chmury zaznacza się w okresie od III dekady października do III



Ryc. 1.25. Dekadowy rozkład wielkości zachmurzenia w Ispinie, w okresie 1966—1970, w ujęciu dobowym: 1 — w godzinach porannych, 2 — w południe, 3 — wieczorem, 4 — wartości średnie dobowe

Fig. 1.25. 10-day distribution of cloudiness in Ispina during 1966—1970, for every 24 hrs. 1 — in the morning, 2 — at noon, 3 — in the evening, 4 — mean daily values



TABELA 1.XVIII

Miesięczny rozkład wilgotności względnej (f) i niedosytów wilgotności ( $\Delta$ ) w Ispinie (1966—1970)  
 Distribution of monthly values of relative humidity (f) and saturation deficit ( $\Delta$ ) in Ispina (1966—1970)

Rok Year	Element	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rocznie Yearly
1966	(f)	84	86	80	79	80	79	86	85	86	88	94	91	85
	( $\Delta$ )	0,7	1,1	1,5	2,7	3,3	5,7	3,9	3,9	2,5	2,0	0,5	0,5	2,3
1967	(f)	84	83	86	87	80	79	83	83	86	84	89	86	84
	( $\Delta$ )	0,6	0,9	1,2	1,6	4,0	4,7	4,3	4,6	3,2	2,4	1,1	0,7	2,4
1968	(f)	87	91	87	83	82	79	83	80	84	90	93	89	86
	( $\Delta$ )	0,6	0,7	1,6	2,9	3,5	5,5	4,2	4,5	3,1	1,4	0,7	0,4	2,4
1969	(f)	84	91	89	89	84	88	88	86	84	87	88	85	87
	( $\Delta$ )	0,6	0,5	0,7	1,6	3,8	2,1	3,8	3,0	3,4	2,0	1,3	0,5	1,9
1970	(f)	88	89	93	91	90	84	86	87	88	90	94	93	89
	( $\Delta$ )	0,5	0,5	0,4	1,2	1,9	3,8	3,7	3,4	2,1	1,2	0,7	0,4	1,6



dekady marca; w pozostałej części roku obserwuje się spadek wielkości zachmurzenia. Najwyższy stopień zachmurzenia notuje się w I dekadzie grudnia (8,9), natomiast najniższy — w I dekadzie sierpnia (2,9).

Interesująco przedstawia się również rozkład zachmurzenia w podstawowych terminach obserwacyjnych. Zdecydowanie najniższe zachmurzenie zaznacza się w południe; wyjątek stanowią miesiące letnie, kiedy to w związku z silnym nagraniem podłoża tworzą się chmury konwekcyjne, zmniejszając znacznie różnice w dobowym rytmie wielkości zachmurzenia. W niektórych okresach (np. w II dekadzie czerwca i I lipca) zachmurzenie jest w godzinach popołudniowych nawet wyższe niż rano i wieczorem.

O miesięcznym rozkładzie zachmurzenia informuje tab. 1.XIX. Średnie roczne zachmurzenie w okresie 1966—1970 wynosiło w Ispinie 6,5 (z odchyleniem od średniej  $\pm 0,3$ ). Miesiącem o najwyższym stopniu pokrycia nieba przez chmury jest zdecydowanie grudzień (8,6). Wyjątek stanowił tylko rok 1968, kiedy to najbardziej pochmurny był luty (8,7). Najmniejsze zachmurzenie obserwuje się w czerwcu i lipcu (4,8), choć w r. 1969 przypadło ono na maj (4,0), a w 1970 na sierpień (4,4).

Z wielkością zachmurzenia związana jest ściśle liczba dni pogodnych (suma dobowego zachmurzenia  $< 5$ ) i pochmurnych (suma  $> 25$ ). Rozkład liczby tych dni na badanym obszarze w poszczególnych latach przedstawia tab. 1.XX. Średnio w roku obserwuje się 44 dni pogodne, przy czym najczęściej zdarzają się one w czerwcu i lipcu (odpowiednio 8,8 i 8,2), najrzadziej natomiast w grudniu (1 na 5 lat) i styczniu (0,8). W poszczególnych latach badanego pięciolecia liczba dni pogodnych zmienia się dość wyraźnie, np. w 1969 r. zanotowano 51 takich dni, podczas gdy w 1970 zaledwie 38. Dni pochmurne zdarzają się około czterokrotnie częściej niż pogodne; średnio obserwuje się 154 takie dni rocznie, przy czym najwięcej notuje się ich w grudniu (23,0), styczniu (18,6) i listopadzie (18,0), a najmniej w lecie (sierpień — 6,8, lipiec — 7,8, czerwiec — 8,0). W pięcioleciu 1966—1970 najwięcej dni pochmurnych wystąpiło w r. 1968 (170), a najmniej w 1969 (129).

### 1.3. Zakończenie

Analiza uzyskanego w trakcie badań materiału pozwala na wyciągnięcie szeregu wniosków, które w skrócie można ująć następująco:

1. Omawiany obszar, ze względu na specyficzne warunki fizyczno-geograficzne (podmokły i często zalewany teren, położenie w zupełnie płaskiej dolinie Wisły, duże kompleksy wilgotnych lasów grądowych i olesów), odznacza się pewną odrębnością stosunków klimatycznych w porównaniu z otaczającymi go jednostkami morfologicznymi.



TABELA 1.XIX

Średnie miesięczne wartości wielkości zachmurzenia w poszczególnych latach okresu 1966-1970 w Ispinie  
 Mean monthly values of cloudiness in particular years of the period 1966-1970 in Ispina

Lata Years	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rocznie Yearly
1966	8,8	8,4	8,2	6,7	4,8	3,4	4,9	5,1	6,3	5,6	8,9	9,0	6,7
1967	8,6	7,4	7,3	8,0	5,1	5,7	3,6	4,6	5,6	6,5	7,0	8,8	6,5
1968	8,5	8,7	6,7	4,9	6,2	4,1	5,5	5,7	6,7	7,5	8,6	7,6	6,7
1969	6,9	8,0	8,3	4,5	4,0	5,5	4,9	4,9	4,3	5,8	7,5	9,0	6,2
1970	7,6	6,7	8,1	7,1	5,7	5,4	5,3	4,4	6,1	7,7	8,3	8,8	6,8
Średnia Mean 1966—1970	8,1	7,9	7,7	6,2	5,0	4,8	4,8	5,0	5,8	6,6	8,1	8,6	6,5



TABELA I.XX  
Liczba dni pogodnych i pochmurnych w Ispinie (1966—1970)  
Number of days with clear and overcast weather in Ispina (1966—1970)

Miesiąc Month	Dni pogodne Clear days					Dni pochmurne Overcast days						
	1966	1967	1968	1969	1970	1966—1970	1966	1967	1968	1969	1970	1966—1970
I	—	—	—	2	2	0,8	23	19	20	14	17	18,6
II	—	3	—	—	3	1,2	17	16	20	15	11	15,8
III	—	—	4	1	1	1,2	16	12	16	22	17	16,6
IV	3	—	6	7	1	3,4	10	17	6	4	11	9,6
V	9	8	3	9	4	6,6	9	7	14	4	8	8,4
VI	15	7	11	3	8	8,8	8	11	5	7	9	8,0
VII	7	12	7	8	7	8,2	6	5	11	6	11	7,8
VIII	4	8	4	7	8	6,2	8	9	7	6	4	6,8
IX	3	6	2	7	2	4,0	9	11	12	4	9	9,0
X	3	1	1	6	1	2,4	8	11	17	9	19	12,8
XI	—	1	2	1	1	1,0	21	14	23	14	18	18,0
XII	—	—	1	—	—	0,2	24	24	19	24	24	23,0
Rocznie Yearly	44	46	41	51	38	44,0	159	156	170	129	158	154,4



2. Przejawia się to m. in. mniejszymi amplitudami temperatur, przesunięciem wystąpienia najwyższych temperatur na I dekadę sierpnia, niższą (prawie dwukrotnie w porównaniu z pobliskim Krakowem) wartością tzw. ilorazu termodynamicznego, przemawiającego za większym „oceanizmem” klimatu lokalnego badanego obszaru itd. Również znacznie częściej (około dwu- lub trzykrotnie) niż w Wawrzeńcycach położonych na krawędzi Płaskowyżu Proszowickiego, występują w tym rejonie mgły i zamglenia.

3. Przebieg pogody w poszczególnych latach badań różnił się dość wyraźnie. Znalazło to swoje odbicie również w wartościach średnich wielu elementów i wskaźników klimatu (por. tabele, w których zestawiono dane dla poszczególnych lat okresu 1966—1970).

4. Średnie temperatury roku wykazały odchylenia sięgające  $1^{\circ}\text{C}$  (najcieplejszy był r. 1967 z średnią temperaturą  $8,2^{\circ}\text{C}$ , najchłodniejszy natomiast — 1969 o średniej rocznej  $7,2^{\circ}\text{C}$ ). Jeszcze większe różnice wystąpiły w wartościach średnich temperatur maksymalnych ( $1,4^{\circ}\text{C}$ ), natomiast temperatury minimalne różniły się o  $0,9^{\circ}\text{C}$ .

5. Również termiczne pory roku (tab. 1.VI) w poszczególnych latach badań wykazywały wyraźne przesunięcia czasowe w datach rozpoczęcia i końca, jak również w długości trwania. Na przykład termiczne lato, które przeciętnie trwa 97 dni, najdłużej panowało w r. 1967 (115 dni), najkrócej trwało w 1970 (85 dni). Termiczna zima, utrzymująca się średnio przez 86 dni, w 1969 r. trwała 109 dni, podczas gdy w 1968 tylko 75 dni.

6. Odchylenia czasowe dat wystąpienia ostatniego przymrozku są mniejsze (19 dni) niż pierwszego (30 dni). Przeciętnie okres bezprzymrozkowy wynosi 176 dni (od 15 V do 6 X), lecz w badanym pięcioleciu wahał się od 151 dni w r. 1966 do 189 dni w 1968 (tab. 1.IX).

7. Opady atmosferyczne są dość wysokie, a ich rozkład w ciągu roku jest korzystny dla vegetacji roślin (ryc. 1.17). Wyraźne zwiększenie sumy opadów obserwujemy od maja do sierpnia, choć liczba dni z opadem w tym okresie spada. Różnica skrajnych wartości rocznych sum opadów wyniosła 320,5 mm (868,5 mm w 1966 i 548,0 mm w 1969). Na okres lata przypada 42,1%, wiosny — 22,9, jesieni — 17,7, a zimy 17,3% ogółu opadów.

8. Pokrywa śnieżna, zwłaszcza tzw. trwała, wykazuje bardzo duże rozpiętości pod względem czasu zalegania. O ile podczas zimy 1969/70 utrzymywała się ona w Ispinie aż przez 111 dni, to zimą 1968/69 przez 38 dni.

9. Wilgotność powietrza we wszystkich latach badań była duża i wahała się od 84% w r. 1967 do 89% w 1970. Wysokie wartości wilgotności względnej, jak również wysokie sumy opadów wyjaśniają w pewnym stopniu wyższe (prawie dwukrotnie) wartości ilorazu termodynamicznego w tym rejonie niż w terenach otaczających.



10. Średnia wielkość zachmurzenia w sezonie wegetacyjnym 1967 wynosiła 5,8, co wyraźnie odbiło się na większych sumach światła fotosyntetycznie czynnego w tym czasie niż w roku następnym, kiedy zachmurzenie było o 0,4 wyższe (ryc. 1.3). Największą średnią roczną wielkość zachmurzenia zanotowano w r. 1970 (6,8), najmniejszą w 1969 (6,2).

Zakład Ochrony Przyrody Polskiej Akademii Nauk, Kraków.

#### PIŚMIENNICTWO

Banasik J. 1973. Ground flora production in a stand of *Tilio-Carpinetum*. *Bull. de l'Acad. Polon. des Sci.*, ser. biol., Cl. II, 21, 9: 593—559.

Banasik J. 1977. Sezonowy rozwój i produkcja netto runa w dwóch płatach lasu grądowego Puszczy Niepołomickiej (Seasonal development and net production of the ground flora in two oak-hornbeam stands of the Niepołomice Forest), *Studia Naturae*, A, 14: 67—134.

Bandola-Ciołczyk E. 1974. Production of tree leaves and energy flow through the litter in *Tilio-Carpinetum* association (International Biological Programme area). *Studia Naturae*, A, 9: 29—91.

Bzowski M. 1973. Rzeźba i stosunki wodne dna doliny Wisły w rejonie północnej części Puszczy Niepołomickiej (The relief and hydrology of Vistula valley bottom in the northern part of Niepołomice Forest). *Studia Naturae*, A, 7: 7—37.

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

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

Czarnowski M. 1973. Ekofizjologiczne studia nad szacunkową metodą oceny produkcji fotosyntetycznej liści wybranych gatunków roślin. Zakład Fizjologii Roślin PAN. Kraków.

Czarnowski M. 1977. Produkcja fotosyntetyczna roślin w ekosystemie lasu grądowego (Plant photosynthetic production in oak-hornbeam forest ecosystem). *Studia Naturae*, A, 14: 165—190.

Czopek M. 1967. Ecophysiological studies on photosynthesis and respiration of some plant species in a meadow ecosystem. *Acta Soc. Bot. Pol.* 36, 1: 73—86.

Czopek M. 1971. Metody pomiaru promieniowania fotosyntetycznie czynnego (Methods of measurement of photosynthetically active radiation). *Wiad. ekol.* 17, 1: 30—52.

Davitaja F. F., Mielnik J. S. 1962. Radiacjonnyj nagriev diejatel'noj poverchnosti u granicy lesa. *Meteorol. i gidrologija*, 1: 3—9.

Denisiuk Z. 1976. Łąki północnej części Puszczy Niepołomickiej (Meadows of the northern part of Niepołomice Forest). *Studia Naturae*, A, 13: 7—100.

Denisiuk Z., Medwecka-Kornaś A. 1976. Rozmieszczenie zespołów i potencjalna roślinność naturalna w północnej części Puszczy Niepołomickiej (Distribution of the plant communities and the potential natural vegetation in the northern part of the Niepołomice Forest). *Studia Naturae*, A, 13: 171—195.

Fridland W. M. 1958. K voprosu o zavisimosti struktury vertikal'noj zonal-



nosti počv gornych stran ot klimatičeskich uslovij (na primere Bol'sogo Kavkaza). Voprosy fizičeskoj geografii, sb. k 75-letiju so dnia roždenija A. A. Grigorieva, AN SSSR, Moskva.

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

Grigoriev A. A., Budyko M. I. 1959. Klassifikacija klimatov SSSR. Izv. AN SSSR, s. geograf., 3, Moskva.

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

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

Hess M. 1965a. Piętra klimatyczne w polskich Karpatach zachodnich (Vertical climatic zones in the Polish Western Carpathians). *Zesz. nauk. UJ, prace IG*, 33.

Hess M. 1965b. Klimat województwa krakowskiego. W: Rozwój ekonomiczny regionu krakowskiego w dwudziestoleciu Polski Ludowej. *Prace Kom. Nauk Ekon.* 7: 146—157.

Klein J. 1973. Pomiary klimatyczne w badaniach ekologicznych. *Wiad. ekol.* 19, 1: 34—43.

Koloskov P. I. 1962. Opyt klimatičeskogo rajonirovanija mirovoj territorij dla celej selskogo chozjajstva SSSR. Trudy Inst. Agroklimatologii, vyp. 15, Moskva.

Kotańska M. 1975. Sezonowe zmiany biomasy organów podziemnych roślin w wybranych zbiorowiskach łąkowych (Seasonal changes of biomass of underground plant organs in some meadow communities). *Zesz. nauk. UJ, Prace bot.* 395, 3, 23—47.

Mackiewicz M. 1954. Rozkład przestrzenny insolacji w Polsce (The space distribution of insolation in Poland). *Prz. meteor.* 7, 1—2: 5—15.

Medwecka-Kornaś A. 1971. Tematyka i cel zespołowych badań w Puszczy Niepołomickiej (Theme and the team research work in the Niepołomice Forest). *Studia Naturae, A*, 6: 7—12.

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

Niedźwiedź T. 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.

Romer E. 1949. Regiony klimatyczne w Polsce. *Prace Wrocł. Tow. Nauk.*, s. B, 16: 453—472.

Sulgin A. M. 1957. Temperaturnyj režim počvy. Gidrometeoizdat. Leningrad.

Sulgin A. M. 1967. Klimat počvy i jego regulirovanije. Gidrometeoizdat. Leningrad.

Szymkiewicz D. 1923. Études climatologiques. I. Comment caracteriser l'humidite de l'air? II. Quel climat est le plus humidé pour les vegetaux? III. Sur le climat locale de la valée d'Ojców. *Acta Soc. Bot. Pol.* 1, 4: 244—262.

Wienckiewiç G. Z. 1958. Agroklimatologija. Leningrad.

Wiszniewski W. 1960. Kilka uwag o meteorologicznych porach roku w Polsce w świetle średnich wieloletnich wartości temperatur. *Prz. geofiz.* 5, 1: 31—39.

Witkowski Z., Kosior A. 1974. Energetics of larval development of oak leaf roller moth, *Tortrix viridana* l., (Lepidoptera, Tortricidae) and an estimate of the energy budget in caterpillar development of other insects feeding on oak leaves. *Studia Naturae, A*, 9: 93—106.

Zacharova A. F. 1959. Radiacjonnyj režim severnych i juźnych skłonov v zavisimosti ot geografičeskoj široty. *Uč. zapiski LGU*, 269, s. geograf. nauk, 13. Leningrad.

Zinkiewicz W. 1962. Termoizodromy Polski (Thermoisodromes of Poland). *Czas. geogr.* 33, 1: 73—81.



## SUMMARY

The investigations were carried out in the right-bank part of the Vistula Valley, near the discharge of the Raba river, an area being part of the Sandomierz Valley. The Niepolomice Forest is situated on a wide rendzina terrace 180—185 m above sea level. The flat landscape is broken up by the bends of old windings of the Vistula, distinct on the forest background, as their banks are overgrown by meadow communities. A detailed geomorphological and hydrographical analysis of the area discussed is given by Bzowski (1972) and a description of the vegetation by Denisiuk and Medwecka-Kornas (1976).

Hydrological conditions have a very marked effect on the mesoclimate. Shallow ground water furthers the development of swamps, what, considering the numerous old river-beds filled with water and the wideness of the Vistula in this place causes increased air humidity and frequent occurrence of fog. Therefore, a marked appeasement of the thermal regime by locally diminishing amplitudes may be observed here.

In order to define climatic conditions prevailing in the area investigated a station conducting stationary measurements was established. In the IBP study area microclimatic measurements were carried out in different seasons (and phases of phenological development) and in selected weather conditions. Phytoclimatic conditions in the area investigated are the subject of a separate paper (Klein, msc.).

The annual sum of solar radiation falling on horizontal surfaces comes to  $56.7 \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2} \cdot \text{month}^{-1}$ . Largest monthly sums are recorded in July ( $9.8 \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2}$ ) and smallest in December ( $0.5 \text{ kcal} \cdot \text{cm}^{-2}$ ). Daily sums of photosynthetically active radiation (PhAR) are shown in fig. 1.2, monthly sums in fig. 1.3.

The weather and climate of the area investigated are shaped under the influence of a dominant number of anticyclonic systems (52% days annually); cyclonic systems dominate only in April, November and December.

The influx of air masses to the area discussed is most often polar-maritime (60.2%). Polar-continental air is about 1/4 of all masses, arctic air 7.0% and tropical air 7.8%.

Mean annual temperature amounted in the five-year period 1966-1970 to  $7.8^\circ\text{C}$ . Compared to the town Cracow, 31 km distant to the west, this value is lower by  $0.7^\circ\text{C}$ . This is a.o. caused by the effect of marked wetness of the ground and the presence of forest complexes surrounding Ispina village. Distribution of mean monthly air temperatures is shown in fig. 1.4 and the course of 10-day means is presented in fig. 1.6.

In the course of 24 hrs' temperature (fig. 1.7) higher values are presented for the evening hours than for those of the morning (by  $1.4^\circ\text{C}$  in the mean) and these differences increase distinctly in the warm season (during the first 10 days of August they increase by  $3.6^\circ\text{C}$ ).

Mean values of extreme temperatures are shown in fig. 1.8. The highest amplitudes of these temperatures are noted in summer (first 10 days of August  $12.8^\circ\text{C}$ ) and the lowest in winter (first 10 days of December  $4.0^\circ$ ).

From the point of view of agro- and ecoclimatology a very important index informing about conditions of plant development are the thermal seasons (table 1.VI). Average winter lasts in Ispina 86 days and summer 97 days. Early spring keeps for 34 days, spring 27 days, early summer 31 days, late summer and autumn 36 days each, and early winter no more than 18 days. The winterless period lasts 279 days. Duration of the growing period is 227 days, intensive growth 167 days, ripening period 97 days.



Thermal conditions may also be described using temperature sums (table 1.VII, fig. 1.11). An interesting index is the so-called thermal quotient expressing the ratio of sums of plus to minus temperatures.

In figure 1.12 presented is the monthly distribution of the mean number of characteristic days. Annually noted is an average of 26 very frosty days, 51 frosty days, 63 days with ground frost and 47 hot days. Distribution of characteristic days is presented in table 1.VIII.

Especially dangerous to plants and small animals is the last (spring) and first (autumn) ground frost. Time deviation in dates of last ground frost are smaller (19 days) than those of the first (30 days). On the average this period without ground frost lasts 176 days (from May 15th to Oct. 6th), but in individual years of the investigation it ranged from 151 days in 1966 to 189 days in 1968 (table 1.IX).

Soil temperature depends to a large degree on air temperature (fig. 1.13). A characteristic pattern appears in the course of thermoisopleths of the lowest air layer and soil: in winter and full summer their course is approximately horizontal, while in the first instance temperatures increase, but decrease in the second, in time with depth. In the remaining periods of the year thermoisopleths run nearly vertically, with a certain deviation to the right in time with increasing depth (fig. 1.14).

Important to plants and small animals is also the depth to which soil freezes in winter. The duration of the period in which the soil is permanently frozen is illustrated by fig. 1.15, and the number of days in which soil temperatures cross the 0°C limit by fig. 1.16.

Atmospheric precipitation is quite significant and its distribution over the year favourable to vegetation (fig. 1.17). Distinct increase in precipitation is noted in the period between May and August, although the number of days with precipitation is smaller in this period (this is mostly due to profuse rainfall from storms).

In the northern part of the Niepolomice Forest the period with lying snow lasts in the mean about 136 days of the year (table 1.XV) and the period with permanent snow cover 62 days. The greatest mean thickness of snow cover occurs in January (fig. 1.19).

Mean distribution of wind directions is shown in fig. 1.20. Decidedly dominant are wind from the western quarter (NW — 12.9%, W — 16.6%, SW — 12.8%). Also eastern winds participate to a marked degree (13.6%). The rarest winds are SW (4.2%), N (5.0%) and NE (5.2%), as illustrated by table 1.XVI. Highest velocities (fig. 1.21) are reached by winds from SW — 3.6 m/sec, lowest by those from N — 1.6 m/sec (table 1.XVII). In the summer months, when wind velocity decreases, distinct increase in the number of calms is noted (fig. 1.22).

Air humidity is high all the year round, what is doubtless connected with the strongly wet ground and the effect of forest complexes. Mean monthly values of relative air humidity and saturation deficit are presented in fig. 1.24 and table 1.XVIII.

The penetration of solar energy to the ground surface is controlled by cloud configurations, subject to marked changes during the year (fig. 1.25). Distinct increase of cloudiness is noted in the period between Oct. 20th and March 20th. Also the number of sunny or overcast days is connected with the extent of cloudiness (table 1.XX).

*Nature Conservation Research Centre of the Polish Academy of Sciences, Kraków.*

*Translated into English by William E. Rosenfeld.*



## TREŚĆ

1.1. Wstęp . . . . .	9
1.1.1. Rys fizjograficzny . . . . .	10
1.1.2. Metodyka . . . . .	10
1.2. Stosunki klimatyczne . . . . .	12
1.2.1. Promieniowanie słoneczne . . . . .	12
1.2.2. Cyrkulacja atmosfery . . . . .	14
1.2.3. Stosunki termiczne . . . . .	15
1.2.4. Stosunki termiczne gleby i najniższej warstwy powietrza . . . . .	38
1.2.5. Opady atmosferyczne . . . . .	42
1.2.6. Pokrywa śnieżna . . . . .	47
1.2.7. Wiatr . . . . .	52
1.2.8. Wilgotność powietrza . . . . .	54
1.2.9. Zachmurzenie . . . . .	56
1.3. Zakończenie . . . . .	55
Piśmiennictwo . . . . .	62
Summary . . . . .	64



M - 4121/12

Cena zł 55.—



Dotychczas ukazały się następujące zeszyty „Studia Naturae” ser. A:

Nr 1. Studia ekosystemów lasu bukowego i łąki w Ojcowskim Parku Narodowym. Opracowanie zbiorowe. Stron 213, rycin 59. Kraków 1967. Cena zł 46,—

Nr 2. Doliny potoków Jaszce i Jamne w Gorcach. Opracowanie zbiorowe, cz. I. Stron 91, rycin 22, w tym 3 mapy wielobarwne. Kraków 1968. Cena zł 35,—

Nr 3. Doliny potoków Jaszce i Jamne w Gorcach. Opracowanie zbiorowe, cz. II. Stron 156, rycin 20, w tym 1 mapa wielobarwna. Kraków 1970. Cena zł 46,—

Nr 4. Małgorzata Kotańska: Morfologia i biomasa podziemnych organów roślin w zbiorowiskach łąkowych Ojcowskiego Parku Narodowego. Stron 109, rycin 113. Kraków 1970. Cena zł 48,—

Nr 5. Róża Kaźmierczakowa: Ekologia i produkcja runa świetlistej dąbrowy *Potentillo albae-Quercetum* i grądu *Tilio-Carpinetum* w rezerwach Kwiatówka i Lipny Dół na Wyżynie Małopolskiej. Stron 104, rycin 36. Kraków 1971. Cena zł 27,—

Nr 6. Przyroda północnej części Puszczy Niepołomickiej i jej ochrona. Opracowanie zbiorowe, cz. I. Stron 52, rycin 8. Kraków 1971. Cena zł 12,—

Nr 7. Przyroda północnej części Puszczy Niepołomickiej i jej ochrona. Opracowanie zbiorowe, cz. II. Stron 124, rycin 20. Kraków 1973. Cena zł 34,—

Nr 8. Jan Klein: Mezo- i mikroklimat Ojcowskiego Parku Narodowego. Stron 105, rycin 40. Kraków 1974. Cena zł 40,—

Nr 9. Ecological studies of International Biological Programme in Niepołomice Forest. Part I. Opracowanie zbiorowe. Stron 106, rycin 30. Kraków 1974. Cena zł 22,—

Nr 10. Jan Greszta: Wpływ imisji na siedliska borowe i drzewostany sosnowe w Śląsko-Krakowskim Okręgu Przemysłowym. Stron 183, rycin 53. Kraków 1975. Cena zł 45,—

Nr 11. Krystyna Jankowska: Ekologia i produkcja pierwotna łąki w Ojcowskim Parku Narodowym i murawy kserotermicznej w rezerwacie stepowym Skowronno koło Pińczowa. Stron 79, rycin 24. Kraków 1975. Cena zł 20,—

Nr 12. Zbigniew Witkowski: Ekologia i sukcesja ryjkowców (*Coleoptera, Curculionidae*) łąk kośnych okolic Zabierzowa. Stron 81, rycin 24. Kraków 1975. Cena zł 20,—

Nr 13. Przyroda północnej części Puszczy Niepołomickiej i jej ochrona. Opracowanie zbiorowe, cz. III. Stron 196, rycin 38 + 1 mapa wielobarwna. Kraków 1976. Cena zł 55,—