

POLSKA  
AKADEMIA  
NAUK

INSTYTUT GEOGRAFII  
I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

ROMAN SOJA,  
KRYSTYNA WIT-JÓŹWIK, ANDRZEJ WELC

OPADY ATMOSFERYCZNE  
I DEFLACJA  
W OKOLICACH  
SZYMBARKU



ROK 1977

ZESZYT 6

WROCLAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK  
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH  
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

**WYKAZ ZESZYTÓW  
PRZEGLĄDU ZAGRANICZNEJ LITERATURY GEOGRAFICZNEJ**

za ostatnie lata

1971

- 1—2 Teoretyczne problemy współczesnej kartografii, s. 227 + nlb., zł 30,—
- 3—4 Problemy regionalizacji w krajach Trzeciego Świata, s. 232, zł 30,—

1972

- 1 Procesy urbanizacji w ZSRR, s. 132 + nlb., zł 30,—
- 2 Metody fotointerpretacyjne w badaniach geograficznych, s. 173 nlb., zł 30,—
- 3—4 Modele migracji, s. 426 + nlb., zł 66,—

1973

- 1 Geografia rolnictwa. Problematyka i kierunki badań, s. 200 nlb., zł 30,—
- 2 Problemy urbanizacji w krajach Trzeciego Świata, s. 174, zł 27,—
- 3—4 Kartograficzna metoda badań w geografii, s. 166 + nlb., zł 3,—

1974

- 1—2 Przestrzeń krajów Trzeciego Świata. Problemy metodologiczne, s. 212, zł 48,—
- 3—4 Zasoby, człowiek i środowisko, s. 93, zł 24,—

1975

- 1—2 Przestrzenna dyfuzja innowacji, s. 202, zł 48,—
- 3—4 Matematyczne modelowanie środowiska, s. 131, zł 48,—

1976

- 1 Modele w geografii fizycznej, s. 151, zł 24,—
- 2 Modele dyfuzji i łańcuchy Markowa w analizie przestrzennej, s. 124, zł 24,—
- 3—4 Metody matematyczne w badaniach struktury przestrzennej rolnictwa, s. 151, zł 48,—

1977

- 1 Zdjęcia i obrazy satelitarne w badaniach środowiska geograficznego, s. 147, zł 24,—
- 2 Przestrzenne modele symulacyjne, s. 153, zł 24,—
- 3 Integracja systemu planowania oraz rozwoju miast w Europie Zachodniej, s. 128, zł 24,—
- 4 Badanie i zbieranie map. Przegląd historyczny, s. 78, zł 24,—

STUDIA  
NAD ŚRODOWISKIEM GEOGRAFICZNYM  
OKOLIC SZYMBARKU

STUDIES  
ON THE GEOGRAPHICAL ENVIRONMENT  
OF THE REGION OF SZYMBARK

POLISH ACADEMY OF SCIENCES  
INSTITUTE OF GEOGRAPHY AND OF SPATIAL ORGANIZATION

---

---

ROMAN SOJA, KRYSZYNA WIT-JÓŹWIK, ANDRZEJ WELC

PRECIPITATION AND EOLIAN PROCESSES  
IN THE REGION OF SZYMBARK



YEAR 1977

FASC. 6

---

---

WROCLAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK  
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH  
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK  
<http://rcin.org.pl>



POLSKA  
AKADEMIA  
NAUK

---

INSTYTUT GEOGRAFII  
I PRZESTRZENNEGO ZAGOSPODAROWANIA

DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

ROMAN SOJA,  
KRYSTYNA WIT-JÓŹWIK, ANDRZEJ WELC

OPADY ATMOSFERYCZNE  
I DEFLACJA  
W OKOLICACH  
SZYMBARKU



ROK 1977

ZESZYT 6

---

WROCLAW · WARSZAWA · KRAKÓW · GDAŃSK  
ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH  
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

<http://rcin.org.pl>

## KOMITET REDAKCYJNY

Redaktor Naczelny: Halina Szulc  
Sekretarz Redakcji: Zuzanna Siemek  
Członkowie: Kazimierz Klimek, Wanda Spryszyńska,  
Władysława Stola, Andrzej Żeromski

Opracowanie pod redakcją

**L. Starkla**

Adres Redakcji:

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
Polskiej Akademii Nauk  
ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa

Redaktor Wydawnictwa: Marzena Pawłowska Chachaj

Redaktor techniczny: Helena Repa

*Printed in Poland*

Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo. Wrocław 1978.  
Nakład: 460 egz. Objętość: ark. wyd. 5,60, ark. druk. 5,38, ark. A<sub>1</sub>  
7,20. Papier druk. sat. Kl. IV, 70 g, 70 × 100. Oddano do składania  
11 VII 1977. Podpisano do druku 18 II 1978. Druk ukończono w mar-  
cu 1978 r. Wrocławska Drukarnia Naukowa. Zam. nr 1522/77 —

M-7 — Cena zł 24.—

<http://rcin.org.pl>

## SPIS TREŚCI

Od Redakcji . . . . .	7
Roman Soja. Przestrzenne zróżnicowanie opadów w dorzeczu Ropy . . . . .	9
Krystyna Wit-Jóźwik. Analiza deszczów w Szymbarku w latach 1969—1973 (w okresie od maja do września) . . . . .	23
Andrzej Welc. Procesy eoliczne w zlewni Bystrzanki koło Szymbarku w latach 1969—1971 . . . . .	67

II. 1934-1935

1. 1934-1935. The first year of the project was devoted to the study of the history of the Polish people in the United States. The project was carried out in cooperation with the Polish American Society in New York City. The project was carried out in cooperation with the Polish American Society in New York City. The project was carried out in cooperation with the Polish American Society in New York City.



## OD REDAKCJI

Kolejny, szósty zeszyt z serii „Studia nad środowiskiem geograficznym okolic Szymbarku” jest wynikiem badań nad elementami obiegu wody i procesami morfogenetycznymi prowadzonymi w oparciu o dane ze Stacji Naukowo-Badawczej Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Szymbarku koło Gorlic.

Artykuł Romana Soi omawia tło opadowe w 10-leciu ze zwróceniem szczególnej uwagi na ich zróżnicowanie przestrzenne związane z urozmaiconą rzeźbą brzeżnej części Beskidu Niskiego i analizę opadów w celu wykazania złożoności zjawisk opadowych.

Krystyna Wit-Jóźwik prezentuje metodę szczegółowej analizy wysokości, czasu trwania i natężenia poszczególnych deszczów w miesiącach okresu wegetacyjnego. Opracowanie stanowi też próbę charakterystyki stosunków opadowych.

Andrzej Welc w swoich badaniach ukazuje przestrzenny obraz i warunki pogodowe procesu deflacji odgrywającego istotną rolę w degradacji gleb.



ROMAN SOJA

## PRZESTRZENNE ZRÓŻNICOWANIE OPADÓW W DORZECZU ROPY

### WSTĘP

Tematem pracy są stosunki opadowe w otoczeniu Stacji Naukowo-Badawczej IG i PZ PAN w Szymbarku. Konieczność znajomości przestrzennego zróżnicowania opadów wynika z położenia obszaru badań Stacji w Szymbarku na styku trzech jednostek fizycznogeograficznych: Beskidu Niskiego, Pogórza i Dołów Jasielsko-Sanockich. Tematyka prac prowadzonych w Stacji wymaga zatem szerszego, przestrzennego rozeznania stosunków opadowych w tych trzech jednostkach (Roczniki opadowe 1954—1963). W opracowaniu wykorzystane zostały materiały ze stacji opadowych IMGW (dawniej PIHM) pozwalające na ogólną charakterystykę opadów. Do analizy wzięto 10-lecie 1954—1963, nawiązując tym samym do opracowania B. Obrębskiej-Starkel (1973), które szczegółowo charakteryzuje inne elementy klimatu tego obszaru. Analiza opadów wykonana została w oparciu o dane z 17 stacji opadowych, a w tabelach zamieszczono tylko wybrane stacje reprezentujące trzy jednostki fizycznogeograficzne. Materiały zebrane na stacji w Szymbarku posłużyły do wykazania złożoności zjawisk opadowych w obszarze górskim.

Średnia roczna suma opadów za lata 1954—1963 na tle dłuższych serii pomiarów nie wykazuje większych różnic (tab. 1), istotne są natomiast różnice sum opadów w poszczególnych miesiącach. Okres przy-

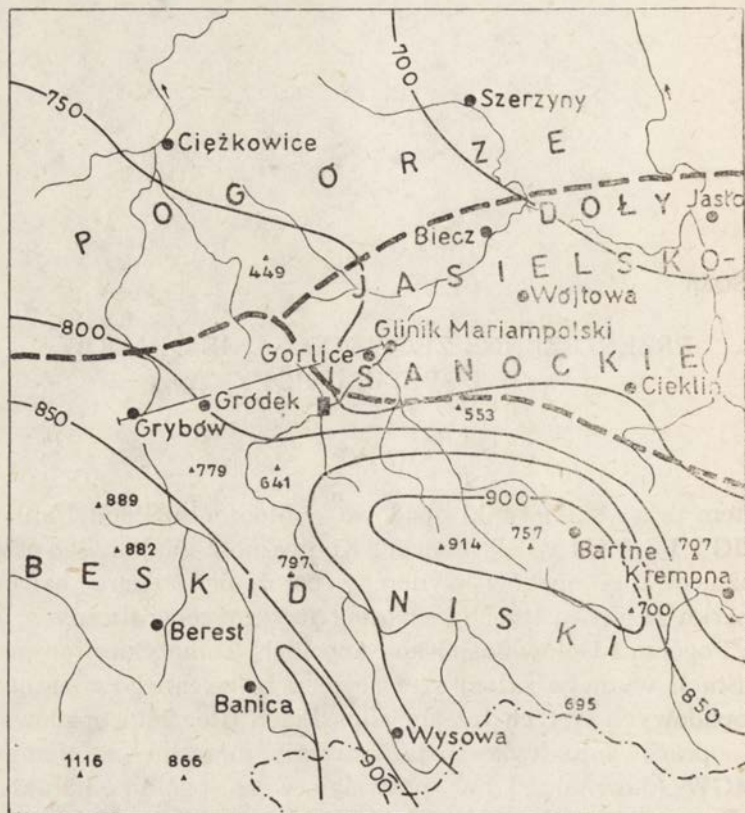
Tabela 1

Średnie miesięczne i roczne sumy opadów (w mm) w Grybowie w różnych okresach obserwacji  
Mean monthly and annual sums of precipitation (expressed in mm) at Grybów, for different periods

Lata	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1900—1959*	46	45	46	52	72	104	115	96	66	60	48	43	793
1951—1970	46	50	48	54	85	116	122	98	48	45	54	53	819
1954—1963	44	34	43	56	80	126	141	83	47	41	56	60	811

\* wg Z. Kaczorowskiej (1962)





Ryc. 1. Izohiety średnich rocznych sum opadów w dorzeczu Ropy (1954—1963)

1 — granica państwa; 2 — granice jednostek fizycznogeograficznych; 3 — stacje opadowe;  
4 — Stacja Naukowa IG i PZ PAN w Szymbarku; 5 — punkty wysokościowe; 6 — izohiety;  
7 — przebieg profilu z ryciny 2

Mean annual isohyets in the Ropa catchment basin (1954—1963)

1 — Polish-Czechoslovak frontier; 2 — limits of physico-geographical units; 3 — rain-gauge;  
4 — Research Station of the Institute of Geography Polish Academy of Sciences at Szymbark  
near Gorlice; 5 — height above sea-level; 6 — isohyets; 7 — profile figure 2

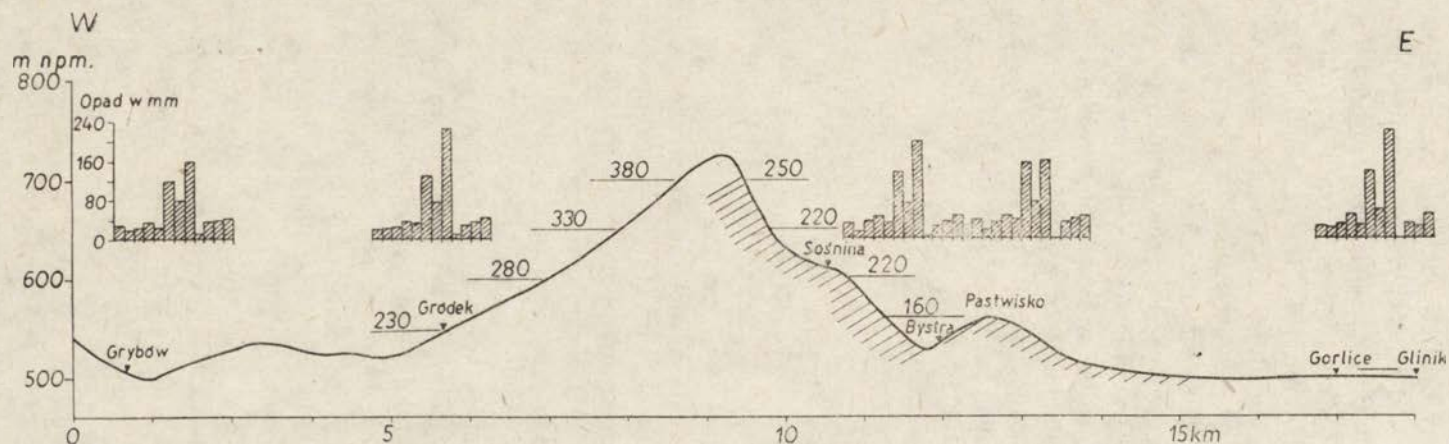
jęty do analizy w większym stopniu nawiązuje do średnich z lat 1951—1970, niż do średnich sum z lat 1900—1959, obliczonych dla Grybowa przez Z. Kaczorowską (1962). W stosunku do serii 60-letniej duże różnice zaznaczają się we wrześniu i w październiku, kiedy to opady w 10-leciu, a także w latach 1951—1970 były około 25—30% niższe. Odwrotna sytuacja, to jest opady wyższe w 10-leciu, miała miejsce w listopadzie i w grudniu.

#### CHARAKTERYSTYKA OPADÓW W LATACH 1954—1963

Najniższe sumy opadów na obszarze objętym opracowaniem (ryc. 1) były na stacjach w Jaśle — 647 mm i w Szerzynie — 613 mm, naj-



wyższe w Bartnem — 943 mm. Gradient opadowy wynosi około 60 mm/100 m wzrostu wysokości. Sumy opadów maleją z zachodu na wschód. Różnica między bardziej na zachód położonymi stacjami (Grybów, Ciężkowice) a stacjami położonymi w dorzeczu Wisłoki (Żmigród, Jasło) sięga 100 mm (ryc. 2). Potwierdza to ogólną tendencję zmniejszania się opadów w Karpatach w kierunku wschodnim (M. Hess 1965), interesujący jest również fakt tak dużej zmiany na stosunkowo małej odległości. Beskid Niski jest najniższym ogniwem w łańcuchu górskim Karpat i otrzymuje mniej opadów niż inne grupy górskie z nim sąsiadujące. Odrębność ta zaznacza się także w czasie rozlewnych deszczów letnich (T. Niedźwiedz 1972). W lipcu 1970 r., w czasie trzydniowego opadu obejmującego swym zasięgiem całe Karpaty, sumy opadów w Beskidzie Śląskim i Małym sięgały 400 mm, podczas gdy na stacjach położonych w głębi Beskidu Niskiego (Bartne, Wysowa) sumy opadów nie przekroczyły 100 mm. Zmiany sum opadów w linii południkowej nawiązują bezpośrednio do wzrostu wysokości npm. Opady w obrębie Pogórza są wyższe niż w Dołach Jasielsko-Sanockich tworzących kotlinowe zagłębienie na przedpolu Beskidu Niskiego. Dla najwyższych wzniesień rozpatrywanego obszaru średnie roczne sumy opadów wyliczone na podstawie gradientu opadowego powinny wynosić: około 1100 mm — Magura Wątkowska i około 1200 mm — Lackowa. Opady półroczna letniego (V—X) stanowią na Pogórzu około 62% sumy rocznej, w Dołach Jasielsko-Sanockich od 64—68%, a w Beskidzie Niskim od 63—65% rocznej sumy opadów (tab. 2). Przewaga opadów letnich nad zimowymi wzrasta z zachodu na wschód, co świadczy o wzroście stopnia kontynentalizmu klimatu. Współczynnik nieregularności rocznych sum opadów maksymalne wartości osiąga na stacjach w Beskidzie Niskim (Bartne — 1,85), a minimalne w Dołach Jasielsko-Sanockich (około 1,50). Wysokość i rozkład sum opadów w ciągu roku decydują o zróżnicowaniu wskaźnika uwilgocenia (A. Schmuck 1962). M. Hess (1965) podaje wysokościowe granice wskaźnika uwilgocenia wyznaczające granice wysokościowe regionów pluwiotermicznych w profilu pionowym Karpat. Region suchy o wskaźniku uwilgocenia 300—500 obejmuje na badanym obszarze całe Pogórze, Doły Jasielsko-Sanockie oraz wnika dolinami w głąb Beskidu Niskiego. Region umiarkowanie wilgotny o wskaźniku uwilgocenia 500—700 sięga do wysokości 500 m npm., a region wilgotny rozciąga się powyżej tej wysokości. W Karpatach Zachodnich granicą regionu wilgotnego jest 550 m npm. (M. Hess 1965), a w Beskidzie Niskim granica ta przebiega nieco niżej, co podkreśla kontrast między względnie dużym uwilgoceniem wierzchowin i grzbietów górskich w porównaniu z kotlinowymi obniżeniami. Najwyższe średnie opady miesięczne notowane są w lipcu i zawsze wynoszą ponad 100 mm. Sumy miesięczne przekraczające 100 mm notowane są także w czerwcu na stacjach leżących powyżej 300 m npm. Najniższe opady notowane są w lutym i w październiku, październik jest także miesiącem o największym współ-



Ryc. 2. Przestrzenny rozkład opadów w sierpniu 1969 r. w profilu Grybów—Maślana Góra—Gorlice. Słupkami oznaczono miesięczne sumy opadów 1969 r., szrafurą strefę cienia opadowego, liczbami opisano wysokość opadu w sierpniu 1969 r.

Spatial differentiation of precipitation in August 1969 along cross-profile between Grybów—Maślana Góra—Gorlice. Histogramms are used to show mean monthly sums of precipitation in 1969. „Rain shadow” is marked by oblige lines within the profile, while height of precipitation in August 1969 is expressed by numbers



Tabela 2

Charakterystyka stosunków opadowych w latach 1954–1963 w dorzeczu Ropy  
 Characteristics of precipitation during the years 1954–1963 in the Ropa catchment basin

Stacja	Wysokość nrm. w m	Średnia roczna suma opadów w mm	Suma opa- dów półrocza letniego w % sumy rocznej	Współczyn- nik zmien- ności rocz- nych sum opadów	Wskaźnik uwilgo- cenia*
Jasło	230	674	65	1,62	319
Szerzyny	275	613	66	1,72	223
Ciężkowice	280	754	62	1,67	390
Gorlice	280	731	65	1,57	434
Cieklin	310	749	67	1,50	498
Grybów	330	811	64	1,55	550
Krempna	380	764	63	1,63	451
Ptaszkowa	522	922	65	1,63	785
Wysowa	525	830	63	1,77	568
Bartne	578	943	63	1,85	762

\* Wskaźnik uwilgocenia obliczono wg wzoru  $J = (Pr - 500) \frac{P_1}{P_2}$ , gdzie: Pr – roczna suma opadów,  $P_1$  – suma opadów półrocza IV–IX,  $P_2$  – opady półrocza X–III (wg A. Schmucka 1962)

czynniku nieregularności opadów (tab. 3). W podziale na pory roku nieznaczają się większe różnice regionalne (tab. 4).

Liczba dni z opadem powyżej 0,1 mm (tab. 5) wynosi w Dołach Jasielsko-Sanockich około 165 dni, na Pogórze jest o 10 dni wyższa, a na obszarze Beskidu Niskiego o 20 dni wyższa. Na całym terenie w styczniu, grudniu i w lipcu liczba dni z opadem powyżej 0,1 mm przekracza 50%

Tabela 3

Średnie miesięczne sumy opadów w latach 1954–1963  
 Mean monthly sums of precipitation in the years 1954–1963

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Jasło	34	28	35	41	75	90	121	61	45	44	48	52
Szerzyny	29	22	29	40	71	83	114	62	37	36	40	50
Ciężkowice	37	32	41	61	70	106	127	73	42	41	48	60
Gorlice	34	30	39	54	89	111	138	78	45	45	55	58
Cieklin	35	30	37	52	74	98	122	84	46	45	55	71
Grybów	44	34	43	56	80	126	141	83	47	41	56	60
Krempna	39	35	41	56	77	100	122	82	44	46	56	65
Ptaszkowa	44	38	44	71	92	142	155	105	54	52	59	66
Wysowa	43	36	40	59	83	118	143	87	50	44	65	62
Bartne	48	39	47	72	88	143	157	99	53	57	67	73

Średnie sumy opadów pór roku w procentach sumy rocznej  
 Mean sums of precipitation for thermal seasons (in per cent of annual sum)

Stacja	Wiosna	Lato	Jesień	Zima
	III, IV, V	VI, VII, VIII	IX, X, XI	XII, I, II
Jasło	22	40	21	17
Gorlice	24	42	18	16
Ciężkowice	23	41	18	18
Krempna	23	40	19	18
Wysowa	22	42	19	17

dni w miesiącu, a w obszarze górskim w ciągu ponad połowy roku notowane są opady o wysokości 0,1 mm i wyższe.

Nadmiary lub niedobory opadów, jakie corocznie występują w Karpatach są wyrazem nieregularności przebiegu zjawisk pogodowych. Nadmiary zawsze powodowane są wystąpieniem deszczów rozlewnych lub nawalnych. Maksymalne dobowe sumy opadów sporadycznie przekraczają 100 mm (w badanym 10-leciu trzykrotnie). Znacznie częściej notowane

Tabela 5

Średnia liczba dni z opadem  $\geq 0,1$  mm w latach 1954–1963  
 Mean number of days with rain  $\geq 1,0$  mm for the years 1954–1963

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Jasło	16	13	13	13	15	14	17	13	11	11	14	17	167
Gorlice	14	12	13	14	14	14	16	13	11	11	14	16	162
Ciężkowice	17	14	13	15	16	15	17	14	11	11	15	17	175
Krempna	18	15	14	14	15	14	17	14	11	10	14	19	175
Wysowa	18	16	15	15	18	17	17	14	12	12	15	20	189

Tabela 6

Średnia liczba dni z opadem  $\geq 10,0$  mm w latach 1954–1963  
 Mean number of days with rain  $\geq 10,0$  mm for the years 1954–1963

Stacja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
Jasło	—	—	1	1	2	3	5	2	1	1	1	1	18
Gorlice	1	—	1	1	2	3	4	2	1	1	1	1	18
Ciężkowice	—	—	1	1	2	3	4	3	1	1	1	1	18
Krempna	—	—	1	1	3	3	5	2	1	1	2	2	21
Wysowa	1	—	1	1	2	4	5	3	1	1	2	2	23



wane są opady dobowe w wysokości 40—80 mm występujące dwu- lub trzykrotnie w miesiącach letnich. Opady o wysokości powyżej 10,0 mm (tab. 6) najczęściej występują w lipcu i czerwcu, a w rozkładzie przestrzennym wyraźnie zaznacza się większa liczba dni z opadem o tej wysokości w obszarze górskim. Deszcze rozlewne będące przyczynami powodzi występują średnio co trzy lata i jak już wspomniano w Beskidzie Niskim nie osiągają tak katastrofalnych rozmiarów, jak w zachodniej części Karpat. Dobrym przykładem obrazującym taką sytuację są opady, które wywołały dwa największe wezbrania w Karpatach w 1934 i 1970 r. (tab. 7).

Tabela 7

Sumy opadów w czasie powodzi w Karpatach w 1934 i 1970 r. w mm (T. Niedźwiedz, 1972)

Sums of precipitation during Carpathians floods in 1934 and 1970

Stacja	Wysokość w m npm.	Lipiec 1934				Lipiec 1970			
		16	17	18	suma	17	18	19	suma
Łabowa	470	184	19	16	219	41	128	20	189
Gorlice	280	121	20	6	147	28	61	12	101
Wisłok	550	10	1	28	39	20	49	10	79

Niedobory opadów rozpatrywano jako występowanie ciągów dni bezopadowych. Ciągi bezopadowe o czasie trwania powyżej 28 dni określane są jako długotrwała posucha (A. Schmuck 1962) i wystąpiły one dwukrotnie w latach 1954—1963 na stacji Jasło i Krempna. Ciągi bezopadowe o długości 18—28 dni (umiarkowana posucha) zanotowano czterokrotnie — Jasło, Gorlice, Gorlice, Krempna. Najkrótsze ciągi o czasie trwania 9—17 dni (słaba posucha) występowały wielokrotnie na całym obszarze. Najdłuższe ciągi bezopadowe występowały tylko w okresie jesieni, ciągi krótsze także w okresie wiosennym. Znacznie częściej, i bardziej szkodliwe dla rolnictwa ciągi bezopadowe rejestrowano na Pogórzu, a zwłaszcza w Dołach Jasielsko-Sanockich, niż w Beskidzie Niskim. W obszarze górskim skomplikowane warunki mikroklimatyczne wynikające z rzeźby terenu ograniczają zasięg posuchy do małych obszarów. Strome, odlesione zbocza o południowej ekspozycji ulegają silnemu przesuszeniu, nawet przy krótkotrwałym braku opadów, podczas gdy śródgórskie kotlinki i stoki o północnej ekspozycji są z reguły silnie uwilgocone.

#### Pokrywa śnieżna

Krótki czas zalegania i mała miąższość pokrywy śnieżnej są jedną z cech charakterystycznych dla rozpatrywanego obszaru (B. Obrębska-

-Starkel 1973). Liczba dni z opadem w postaci śniegu osiąga 39% ogólnej liczby dni z opadem w Wysowej i tylko 30% w Jasle. Opady śniegu w styczniu trwają 12—17 dni, w kwietniu 3—7 dni, a w maju zdarzają się opady śniegu tylko w Beskidzie Niskim. Opady śniegu w trzeciej dekadzie października, w kwietniu i w maju nie tworzą pokrywy śnieżnej. Także opady na początku listopada powodują nietrwałą pokrywę zanikającą po 3—5 dniach. Proces powstawania pokrywy śnieżnej zachodzi w jednakowym czasie na obszarze Pogórza i Dołów Jasielsko-Sanockich. W obszarze górskim powyżej wysokości 500 m n.p.m., pokrywa śnieżna tworzy się o około 10—15 dni wcześniej. Zanikanie pokrywy śnieżnej jest silnie zróżnicowane (tab. 8). Wyraźnie zaznacza się odrębność Beskidu Niskiego, gdzie zanikanie pokrywy przeciąga się do końca kwietnia, podczas gdy na przedpolu pokrywa śnieżna zanika w początkach kwietnia lub nawet w połowie marca (Jasło). Średnia długość okresu bez pokrywy śnieżnej w Wysowej jest o 44 dni krótsza w stosunku do Jasła i o 28 dni w stosunku do Ciężkowic. Potencjalny okres występowania pokrywy śnieżnej wynosi ponad 184 dni w Beskidzie Niskim, 181 dni na Pogórzu

Tabela 8

Średnie i skrajne daty powstawania i zanikania pokrywy śnieżnej w latach 1954—1963  
Mean and extreme dates of beginning and disappearing of snow cover in 1954—1963

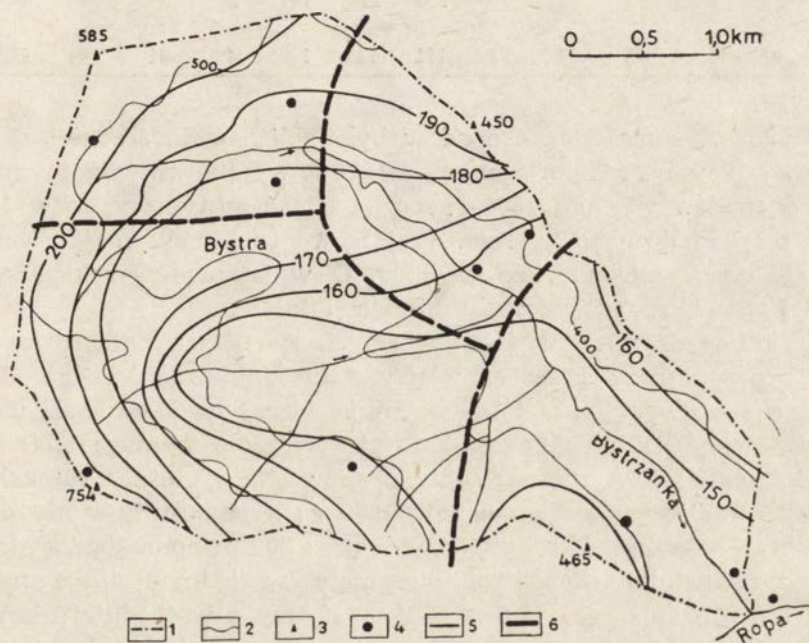
Stacja	Średnie daty		Długość okresu bez pokrywy śnieżnej w dniach	Skrajne daty powstawania i zanikania pokrywy śnieżnej			
	powstawania	zanikania		początek		koniec	
				pierwsza	ostatnia	pierwsza	ostatnia
Jasło	30 XI	17 III	258	7 XI 56	30 XII 60	12 II 61	24 IV 59
Ciężkowice	1 XII	3 IV	242	7 XI 56	30 XII 60	24 II 59	7 V 59
Krempna	24 XI	6 IV	232	6 XI 56	6 XII 59	28 II 59	9 V 57
Wysowa	20 XI	21 IV	214	6 XI 56	8 XII 59	24 IV 59	9 V 57

i tylko 163 dni w Dołach Jasielsko-Sanockich. W ciągu zimy zachodzi kilkakrotnie proces tajania i powstawania pokrywy śnieżnej. Sprzyja temu mała jej miąższość sięgająca 30 cm, a tylko wyjątkowo powyżej 50 cm. Często występujące śródzimowe odwilże z ciepłymi wiatrami z południa powodują zupełny zanik pokrywy na Przedpolu Beskidu i na odlesionych stokach i wierzchołkach górskich. Stosunek średniej liczby dni z pokrywą śnieżną do średniej długości okresu występowania pokrywy osiąga wartość 0,71 w obszarze górskim, w Dołach Jasielsko-Sanockich 0,67 i tylko 0,61 na Pogórzu, gdzie pokrywa jest najmniej trwała.



WPLYW RZEŻBY TERENU NA PRZESTRZENNE ZRÓŻNICOWANIE OPADÓW  
W REJONIE SZYMBARKU

Ogólny obraz i regionalne różnice w wysokościach sum opadów uzyskano na podstawie danych ze stacji pomiarowych oddalonych od siebie o 10—20 km. Zróżnicowanie przestrzenne opadów na małych obszarach (rzędu 20—50 km<sup>2</sup>) jest często bardzo duże i możliwe do stwierdzenia tylko w oparciu o zagęszczoną sieć pomiarową. Wzajemny układ sieci dolin i grzbietów górskich powoduje powstawanie stref o większych lub mniejszych sumach opadów niż wynikałoby to z wysokości n.p.m., czy też położenia w danej jednostce fizyczno-geograficznej. Obszar badań nad przestrzennym zróżnicowaniem opadów Stacji Naukowej w Szymbarku leży na progu Beskidu Niskiego i obejmuje około 50 km<sup>2</sup>. Ośią morfologiczną obszaru badań jest dolina Ropy (ok. 300 m n.p.m.), oddzielająca masyw Maślanej Góry (754 m n.p.m.) od pasma Łysej, Miejskiej i Bartniej Góry o wysokościach 600—640 m. Zlewnia potoku Bystrzanka, w której skoncentrowano większość badań Stacji otwarta jest od wscho-



Ryc. 3. Izohiety opadu rozlewnego w zlewni Bystrzanki (15 VII 1970)

1 — dział wodny; 2 — poziomic; 3 — punkty wysokościowe; 4 — stacje opadowe; 5 — izohiety; 6 — granice stref o zbliżonych wysokościach opadów

Fig. 3. Isohyetes of long lasting rain in the Bystrzanka catchment basin (July 15, 1970)

1 — watershed line; 2 — contour lines; 3 — height above sea-level; 4 — rain-gauge; 5 — isohyetes; 6 — limits of zones with similar values of precipitation

du, a od zachodu osłonięta jest wzniesieniem Maślanej Góry. Zlewnia potoku Bielanka w górnej części ma charakter śródgórskiej kotlinki (ryc. 3). Sieć pomiarowa liczyła 17 stacji opadowych rozmieszczonych w przekrojach dolinnych, uwzględniając także najwyższe wzniesienia terenu. Miesięczne sumy opadów dla stacji głównej położonej na wysokości 325 m npm. przy ujściu Bystrzanki do Ropy, zestawiono w tabeli 9. Dla porównania podano średnie sumy opadów wyznaczone drogą interpolacji w oparciu o 20-letnią serię pomiarową ze stacji Grybów i Gorlice.

Tabela 9

Miesięczne sumy opadów na stacji w Szymbarku w latach 1968–1970

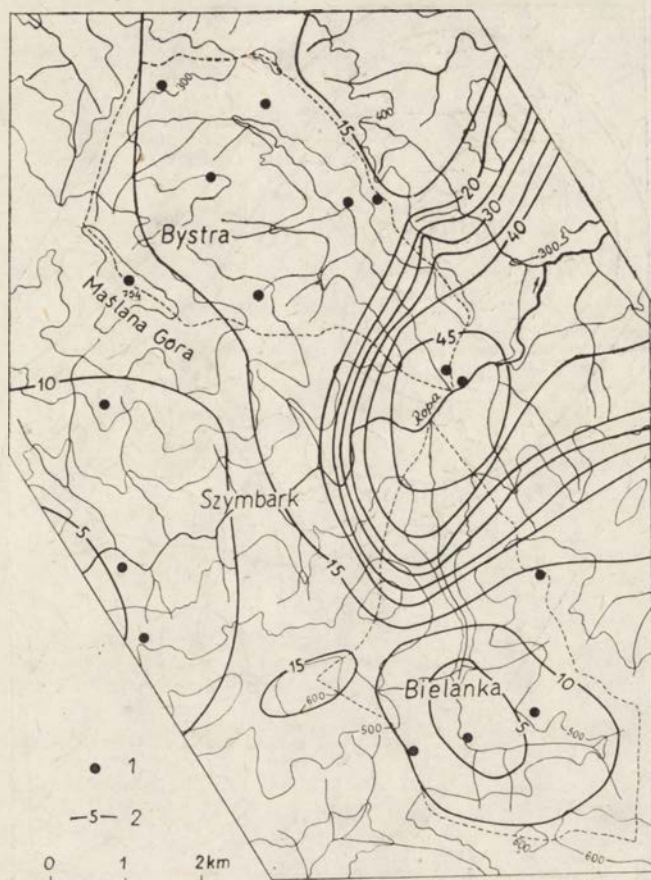
Mean sums of precipitation in the Research Station of the Institute of Geography in 1968–1970

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Rok
1968	32	16	29	64	73	89	139	121	80	64	49	18	774
1969	27	21	33	36	16	169	61	191	8	33	32	41	667
1970	54	46	36	82	76	150	218	147	38	55	54	64	1020
1951–													
–1970	40	39	42	57	83	111	126	100	45	41	50	53	787

W 1968 r. suma roczna opadów była zbliżona do średniej z wielolecia, rok 1969 był rokiem suchym, a 1970 r. wyjątkowo wilgotnym. O ile rozkład opadów w ciągu 1968 r. można uznać za typowy, to w 1969 r. miały miejsce duże odchylenia. Wyjątkowo suchy był maj i wrzesień, niewiele opadów było także w lipcu. O wyjątkowo wysokich sumach opadów w 1970 r. zdecydowały miesiące letnie.

W okolicy Szymbarku, jak i w całych Karpatach najbardziej obfite deszcze przynoszone są przez wiatry z kierunku zachodniego. Dlatego zbocza eksponowane na zachód otrzymują więcej opadów niż zbocza o innej ekspozycji. Różnica ta zaznacza się wyraźnie w miesiącach letnich dających około 40% rocznej sumy opadów. Na rycinie 2 słupkami zaznaczono miesięczne sumy opadów 1969 r., a na profilu sumy opadów w sierpniu tego samego roku. Na wysokości 600 m npm. zbocza Maślanej Góry o zachodniej ekspozycji otrzymały w jednym tylko miesiącu o 110 mm opadu mniej w stosunku do zboczy o wschodniej ekspozycji. Masyw Maślanej Góry powoduje powstawanie cienia opadowego sięgającego do Gorlic. Zlewnia Bystrzanki otrzymuje w tej sytuacji mniej opadu niż wynikałoby to z wysokości npm. Izohiety opadu rozległego z 15–19 VII 70 r. w zlewni Bystrzanki ilustruje rycina 3. Obniżenie wysokości opadów w środkowej części zlewni ma miejsce w czasie każdego deszczu rozległego. Inaczej przedstawia się rozkład przestrzenny opadów w przypadku wystąpienia centrum opadów na wschód od Maślanej Góry. Centrum opadów 15 VI 1969 r. znajdowało się w rejonie stacji głów-





Ryc. 4. Izohiety opadu burzowego 15 VI 1969 w rejonie Szymbarku

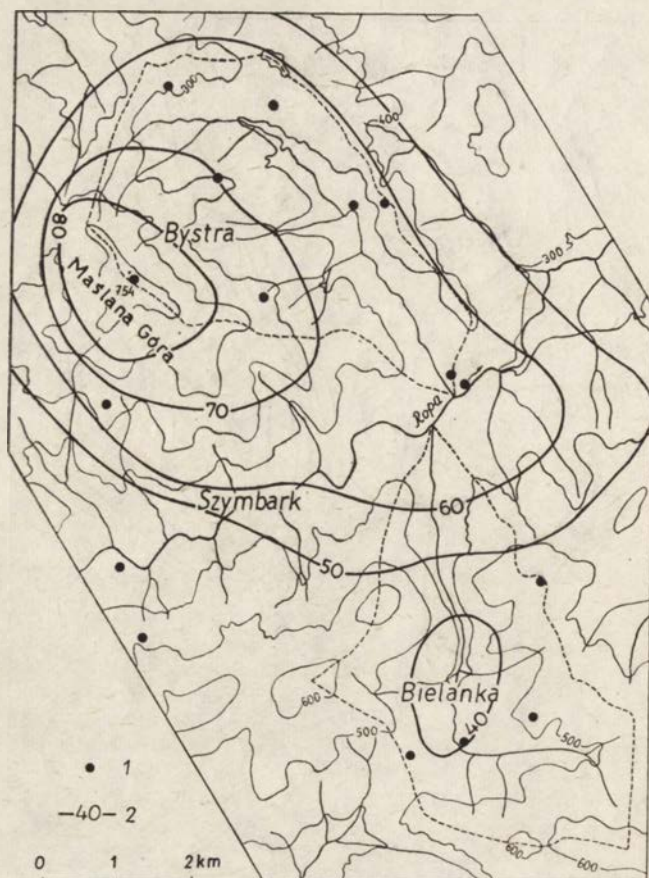
1 — stacje opadowe; 2 — izohiety

Isohyetes of storm rain (June 15, 1969) in the nearest surrounding of Szymbark

1 — rain-gauge; 2 — isohyetes

nej, gdzie zanotowano 48 mm (ryc. 4). W zlewni Bystrzanki, w odległości 3 km od stacji głównej, opad był już czterokrotnie niższy i wynosił 12 mm. Poza strefą opadów pozostała także śródgórska kotlinka Bielanki, a opady o najwyższych sumach ograniczone były do doliny Ropy. Inny przykład opadu burzowego o wyjątkowo wysokiej sumie opadów przedstawiono na rycinie 5. Na Pógórze opady nie przekroczyły w dniu 15 VIII 1970 r. 25 mm, w Dołach Jasielsko-Sanockich sięgały 30–40 mm, a centrum znajdowało się na północno-wschodnich stokach Maślanej Góry. Zróżnicowanie przestrzenne było w tym przypadku znacznie mniejsze.

Z analizy opadów rozlewnych i nawalnych wynika, że w zróżnicowaniu sumy rocznej opadów w otoczeniu Stacji Naukowej w Szymbarku największy udział mają opady o wysokości powyżej 20 mm. Opady niższe są rozłożone równomiernie, różnice przestrzenne są niewielkie. Stacja



Ryc. 5. Izohiety opadu burzowego 15 VIII 1970 w rejonie Szymbarku

1 — stacje opadowe; 2 — izohiety

Isohyetes of storm rain (August 15, 1970) in the nearest surrounding of Szymbark

1 — rain-gauge; 2 — isohyetes

główna, położona na wysokości 325 m n.p.m., notuje w skali rocznej opady o wysokościach zbliżonych do sum obliczonych dla całej zlewni Bystrzanki. Wynika to z anomalii opadowych wywołanych cieniem opadowym Maślanej Góry. Na podstawie wyników pomiarów z sieci stacji zlokalizowanych w zlewni Bystrzanki można wydzielić dla tego obszaru cztery strefy o względnie jednorodnych sumach opadów, co umożliwia poprawne obliczenie wielkości opadów dla potrzeb bilansu wodnego.

#### UWAGI KOŃCOWE

Opady w okolicy Szymbarku leżącego na styku trzech jednostek fizycznogeograficznych — Pogórza, Dołów Jasielsko-Sanockich i Beskidu Niskiego — wykazują podobieństwo do każdego z tych subregionów.



Z uwagi na rzeźbę terenu, decydującą o przestrzennym zróżnicowaniu sum opadów nawalnych i rozlewnych, rejon Szymbarku ma dużo cech wspólnych z Beskidem Niskim. Sumy opadów rocznych zbliżone są bardziej do Garbów Pogórza. Liczba dni z opadem i zaleganie pokrywy śnieżnej są takie same, jak w obrębie Dołów Jasielsko-Sanockich. Różnice w opadach między trzema jednostkami zaznaczają się zarówno jeśli chodzi o wysokość opadów, jak i przebieg w ciągu roku. Beskid Niski jest regionem o największych opadach i długo utrzymującą się pokrywą śnieżną oraz krótkimi okresami posuszonymi. Pogórze wieloma cechami zbliża się do wschodnich, niższych partii Beskidu Niskiego. Doły Jasielsko-Sanockie zajmują szczególną pozycję. Najczęściej występują nadmiary i niedobory opadów, wskaźnik uwilgocenia osiąga najniższe wartości.

Stwierdzone w rejonie Szymbarku przestrzenne zróżnicowanie opadów, związane z ekspozycją na deszczonośne wiatry zachodnie i lokalnymi ulewami, świadczy, że obraz przestrzenny stosunków opadowych w obszarach górskich jest znacznie bardziej skomplikowany niż wynikałoby to z danych dostarczanych przez posterunki pomiarowe służby meteorologicznej. W badaniach szczegółowych istnieje konieczność poznania prawidłowości w rozmieszczeniu opadów, podobnie jak badane są inne elementy środowiska (mikroklimat, rzeźba, stosunki wodne).

Rola opadów w środowisku jest bezdyskusyjna, lecz stan znajomości opadów tak w mezo-, jak i w mikroskali jest wysoce niewystarczający, zwłaszcza na tle innych elementów środowiska geograficznego.

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
Polskiej Akademii Nauk  
Zakład Geografii Fizycznej w Krakowie

#### LITERATURA

- Hess M., 1965, *Piętra klimatyczne w polskich Karpatach Zachodnich*, Zesz. Nauk. UJ, Prac. Geogr., nr 11.
- Kaczorowska Z., 1962, *Opady w Polsce w okresie wieloletnim*, Pr. Geogr. IG PAN, z. 33.
- Niedźwiedź T., 1972, *Heavy rainfall in the Polish Carpathians during the flood in July 1970*, *Studia Geomorph. Carpatho-Balcan.*, vol 6.
- Obrębska-Starkel B., 1973, *Zróżnicowanie stosunków mezo- i mikroklimatycznych gromady Szymbark*, *Dok. Geogr.*, z. 5.
- Roczniki opadowe 1954—1963*, PIHM.
- Schmuck A., 1962, *Posuchy i wysokie opady atmosferyczne w województwie wrocławskim w latach 1950—1959*, *Czas. Geogr.*, z. 4.



SPATIAL DISTRIBUTION OF PRECIPITATION IN THE ROPA  
CATCHMENT BASIN.

## Summary

The aim of the paper is to characterize annual and monthly sums of precipitation in the Ropa catchment basin situated partly in the Beskid Niski (the Low Beskid), Pogórze (the Carpathians Foothill) and Doły Jasielsko-Sanockie (intermontane depression). Amount of precipitation as well as spatial distribution are controlled by altitude. Location within general physico-geographical units in the Polish Carpathians is of the same importance. Annual sums of precipitation are as high as 613 mm on the foreland of the Beskid Niski, while in middle mountains 950 mm/y was measured. Sums of precipitation calculated on the basis of precipitation gradient are of the order of 1200 mm/y. Spatial distribution of snow cover, abundance and deficit of precipitation within three physico-geographical units are described too. On the basis of 17 rain gauges located in the nearest surrounding of the Research Station of the Institute of Geography Polish Academy of Sciences effect of the relief on precipitation conditions is shown. Most importance conclusion from the paper is expressed by the map of precipitation distribution (four areas characterized by similar sums of precipitation) within small Bystrzanka catchment basins. It allow for correct calculations sums of precipitation in mountain area.

*Translated by A. Kotarba*

KRYSTYNA WIT-JÓZWIK

ANALIZA DESZCZÓW W SZYMBARKU W LATACH 1969—1973  
(W OKRESIE OD MAJA DO WRZEŚNIA)

WSTĘP

Głównym zadaniem artykułu jest przedstawienie metody opracowywania materiałów pluwiograficznych w celu bliższego poznania reżimu opadowego, jako podstawowego ogniwa obiegu wody. Zadanie wymaga więc poznania rzeczywistych częstości występowania różnej wielkości opadów. Ważne jest również określenie czasu trwania i natężenia opadów oraz ich zmienności w danym okresie, gdyż warunkują one rozmiary infiltracji i spływu oraz występowanie i przebieg procesów morfologicznych. Wpływają także na przebieg wegetacji roślin, głównie uprawnych oraz terminy prac polowych.

Opracowanie to stanowi próbę charakterystyki stosunków opadowych w ciepłym okresie roku, na podstawie szczegółowej analizy deszczów. Wykorzystano do tego celu materiały pluwiograficzne ze Stacji Naukowej w Szymbarku koło Gorlic (czynnej od października 1968 r.). Stacja w Szymbarku leży u podnóża brzeźnych grzbietów Beskidu Niskiego. Usytuowana jest w dolinie Bystrzanki, u jej wylotu do doliny Ropy. Wysokość punktu pomiarowego (deszczomierz i pluwiograf) wynosi 327 m n.p.m. Znajduje się on na stoku o ekspozycji SW, na wysokości 22 m ponad dnem doliny.

METODA OPRAWOWANIA

Jednym z najważniejszych elementów klimatu i wyjściowym ogniwem obiegu wody są opady. Duże znaczenie z punktu widzenia działalności gospodarczej człowieka posiada częstość opadów o różnej wysokości, czasie trwania i natężeniu — tym zagadnieniom poświęca się więc wiele uwagi. Szczególnie duże zainteresowanie budzą opady o większych wydajnościach i dużym natężeniu, stanowiące często zagrożenie dla działalności ludzkiej. Dlatego w polskiej literaturze istnieje szereg opracowań służących klasyfikacji tego rodzaju opadów (K. Chomicz 1951a, 1951b).



Pionierem badań nad odrębnymi deszczami w Polsce był M. Taranowski, który w 1937 r. przedstawił wyniki opracowań pluwiograficznych dla okresu V—IX 1925—1937 w Wilnie (M. Taranowski 1937). Posłużył się on metodą „deszczów indywidualnych” ustalając dla każdego czas trwania, wysokość i natężenie. Obliczył wartości miesięczne elementów deszczu jako funkcję czasu trwania, wysokości i natężenia. Metodę tę przejął Cz. Trybowski (1955), opracowując stosunki opadowe w Rabce. Obydwaj ci autorzy przyjmują jako kryterium wyodrębniania przypadków deszczów przerwą 20-minutową, nie dając jej uzasadnienia.

Analiza opadów dla Szymbarku oparta jest na materiałach pluwiograficznych dotyczących miesięcy od maja do września z okresu 5-letniego 1969—1973. Do ogólnej charakterystyki stosunków opadowych w tym okresie wykorzystano także dane ombrometryczne ze stacji w Szymbarku. Mając na uwadze cel, przyjęto przy opracowaniu pluwiogramów metodę oddzielnych deszczów — w terminologii Trybowskiego zwanych „indywidualnymi” — a nie metodę tradycyjną obliczeń ilości, częstości i innych parametrów w równych przedziałach czasowych. Za oddzielny deszcz (odrębne zdarzenie) uznano taki deszcz, który od kolejnego oddzielony jest okresem bezopadowym trwającym co najmniej 2 godz. Granica 2 godz. została przyjęta ze względu na potrzebę nawiązania wyników, otrzymanych proponowaną metodą, do standardowych zestawień pluwiogramów wg instrukcji IMGW (Instrukcja... 1962). Z zestawień wartości godzinowych (IMGW) można odczytać przerwy w opadzie o rozpiętości od 1 do nieomal 3 godz., ponieważ jednogodzinna przerwa, np. pomiędzy godz. 7 a 8, może oznaczać faktyczny czas bez opadu od godz. 6<sup>59</sup>—7<sup>59</sup> albo też od godz. 6<sup>01</sup>—8<sup>59</sup>, a więc od 1 godz. do 2 godz. 58 min. Dlatego wartość 2 godz. odzwierciedla każdą przerwę w opadzie, rejestrowaną przez standardowe zestawienia pluwiograficzne. Równocześnie przerwa dwugodzinna nie jest tak wielka, aby spowodować wysuszenie wierzchniej warstwy gleby, a w niektórych przypadkach nawet zanik spływu powierzchniowego wód opadowych.

Pierwszy etap pracy obejmował: wyodrębnienie z pasków pluwiograficznych poszczególnych deszczów i zestawienie w tabelach uwzględniających następujące ich elementy: 1. datę wystąpienia, 2. godziny i minuty początku i zakończenia deszczu, 3. czas trwania, 4. wielkość opadu, 5. średnie natężenie, 6. godziny i minuty wystąpienia opadu o maksymalnym natężeniu, jego wysokość i czas trwania. W ten sposób opracowano wszystkie przypadki deszczów (536) dla okresu wegetacyjnego z 5 lat. Ponieważ duża część deszczów, wydzielonych według przyjętej zasady, składała się z kilku po sobie następujących opadów rozdzielonych przerwami bezopadowymi, krótszymi niż 2 godz., wyliczono dodatkowe dane dla poszczególnych faz deszczu. W rubryce „czas trwania opadu” podano faktyczny czas trwania deszczu (wyłączając przerwy krótkie), tj. sumę trwania poszczególnych składowych jednego deszczu.



W materiale pluwiograficznym wystąpiły pewne luki spowodowane uszkodzeniem przyrządu. Ilość niezarejestrowanych opadów wahała się w granicach 3—6% ogólnej ilości przypadków deszczów. Brakujące dane zostały uzupełnione na podstawie notowań w dzienniczkach meteorologicznych stacji. Czas trwania deszczu wyliczono jako średnią arytmetyczną ze wszystkich czasów trwania deszczów o tej samej wysokości. W wielu przypadkach wysokość opadów z poszczególnych deszczów, zsumowana do okresu doby, znacznie różniła się od wartości dobowych mierzonych deszczomierzem. W większości przypadków wartości pluwiograficzne były zaniżone. W stosunku do sum uzyskanych z pomiaru deszczomierzem stanowiły one 78—88%. Aby uzyskać materiał jednolity, który można by odnosić do okresów posiadających tylko dane pluwiometryczne, wykonano weryfikację odczytów z pluwiogramów. Obliczono współczynnik redukcyjny (stosunek opadu dobowego z deszczomierza do opadu z pluwiografu). Następnie mnożono poszczególne opady w obrębie jednego deszczu i doby w celu rozłożenia różnicy proporcjonalnie do wysokości opadu. Wszystkie nowe wartości wpisano do tabel.

Drugi etap opracowania polegał na ujęciu danych w zestawienia syntetyczne, porządkujące bogaty materiał analityczny pod kątem przydatności do charakterystyki elementów deszczu, a mianowicie: wysokości, czasu trwania oraz natężenia. Przy analizie każdego elementu uwzględniono częstość występowania deszczów w określonych przedziałach oraz ilość dostarczanej wody. Wszystkie obliczenia wykonano dla każdego miesiąca od V—IX w poszczególnych latach oraz wyprowadzono średnie wartości dla okresu lat 5.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono część uzyskanych wyników. Zwrócono uwagę na wartości średnie z okresu 5 lat oraz na zróżnicowanie poszczególnych elementów w tym pięcioleciu. Kontrastujące ze sobą dane reprezentują zwykle rok 1969 w porównaniu z 1973 r. Materiał ilustracyjny rozszerzono tylko przy rozważaniach na temat rozkładu ilości dostarczanej wody przez deszcze w zależności od ich wysokości, czasu trwania oraz natężenia.

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OPADÓW OD MAJA DO WRZEŚNIA W LATACH 1969—1973

Zestawienie opadów na tle wartości średnich przedstawia tabela 1. Średnia roczna suma opadów za pięciolecie 1969—1973 wynosiła w Szymbarku (na Stacji IG i PZ PAN) 839,9 mm. Suma opadów przypadająca na miesiące od V—IX stanowiła od 66% w 1969 r. do 71% w 1972 r. Średnia za lata 1900—1959 wynosi 57% dla stacji Grybów (por. R. Soja, art. 1).

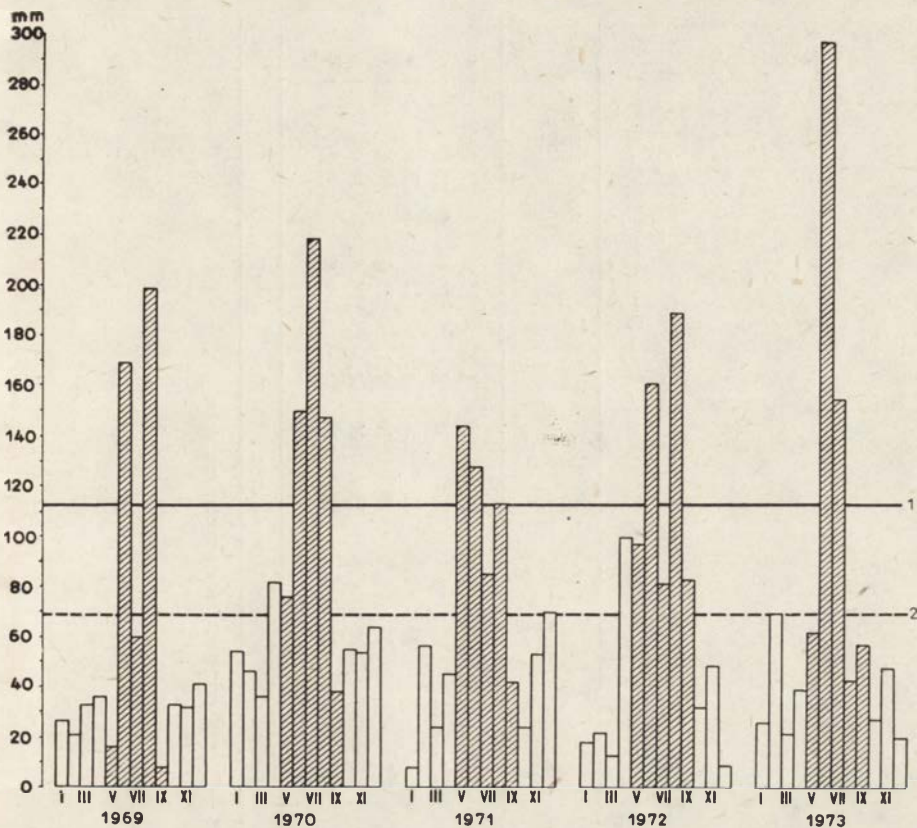
Średnia najwyższa suma opadu przypada na czerwiec (181 mm), a najniższa na wrzesień (45,7 mm). W poszczególnych latach miesięczny rozkład opadów był bardzo zróżnicowany (ryc. 1). Najbardziej wilgotny był zwykle jeden z miesięcy letnich (VI—VIII), z wyjątkiem 1971 r. (V).

Tabela 1

Charakterystyka opadów w latach 1969–1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

Characteristics of precipitation at the Szymbark Station, 1969–1973

Rok	Miesięczne sumy opadów w mm												Roczna suma opadów w mm	Suma opadów okresu V–IX		Stosunek rocznej sumy opadu do średniej rocznej z lat 1969–1973 w %
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII		w mm	% opadu rocznego	
1969	26,9	20,9	32,7	35,9	16,2	169,1	60,1	191,2	7,9	33,3	32,2	41,0	667,4	444,5	66,6	79,5
1970	53,8	46,3	32,7	35,9	76,2	150,4	217,8	147,0	38,4	54,8	53,8	64,4	1020,1	629,8	61,7	121,5
1971	7,9	56,9	24,1	45,3	144,0	127,5	84,6	112,8	41,6	24,4	52,8	69,8	791,7	510,5	64,5	94,3
1972	18,3	21,7	12,9	100,2	97,6	161,3	81,0	189,2	83,2	31,6	48,5	48,1	854,8	612,3	71,6	101,7
1973	26,4	69,5	21,4	39,3	62,0	296,7	154,5	43,3	54,7	27,2	48,1	19,6	865,4	613,9	70,9	103,0
średnie 1969–1973	26,6	43,0	25,4	60,5	79,2	181,0	119,6	136,7	45,7	34,3	47,1	40,8	839,9	562,2	66,9	



Ryc. 1. Miesięczne sumy opadów w latach 1969—1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

1 — średnia miesięczna suma opadów za okres V—IX; 2 — średnia miesięczna suma opadów za okres I—XII

Monthly precipitation at the Szymbark Station, 1969—1973

1 — mean monthly precipitation, May—September, 1969—1973

2 — mean monthly precipitation, January—December, 1969—1973

Natomiast najmniej opadów notowano w większości przypadków we wrześniu. Porównując dane (tab. 1) dotyczące lat, które przykładowo będą przedstawiane w opracowaniu można stwierdzić, że rok 1969 miał najniższą sumę roczną opadu oraz najniższe średnie wartości opadów miesięcznych i okresu V—IX. Najwyższą roczną sumę opadu zanotowano wprawdzie w 1970 r., ale w 1973 r. na rozważany okres przypadło o 10% więcej opadu (w stosunku do sumy rocznej). W roku tym wystąpiła też powódź na rzekach Beskidu Niskiego, o szczególnie dużym natężeniu właśnie w dorzeczu Ropy.

CECHY CHARAKTERYSTYCZNE DESZCZÓW  
CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA DESZCZÓW

Porównanie liczby przypadków deszczów z liczbą dni z opadem podaje tabela 2. W okresie od V—IX w latach 1969—1973 wystąpiło 536



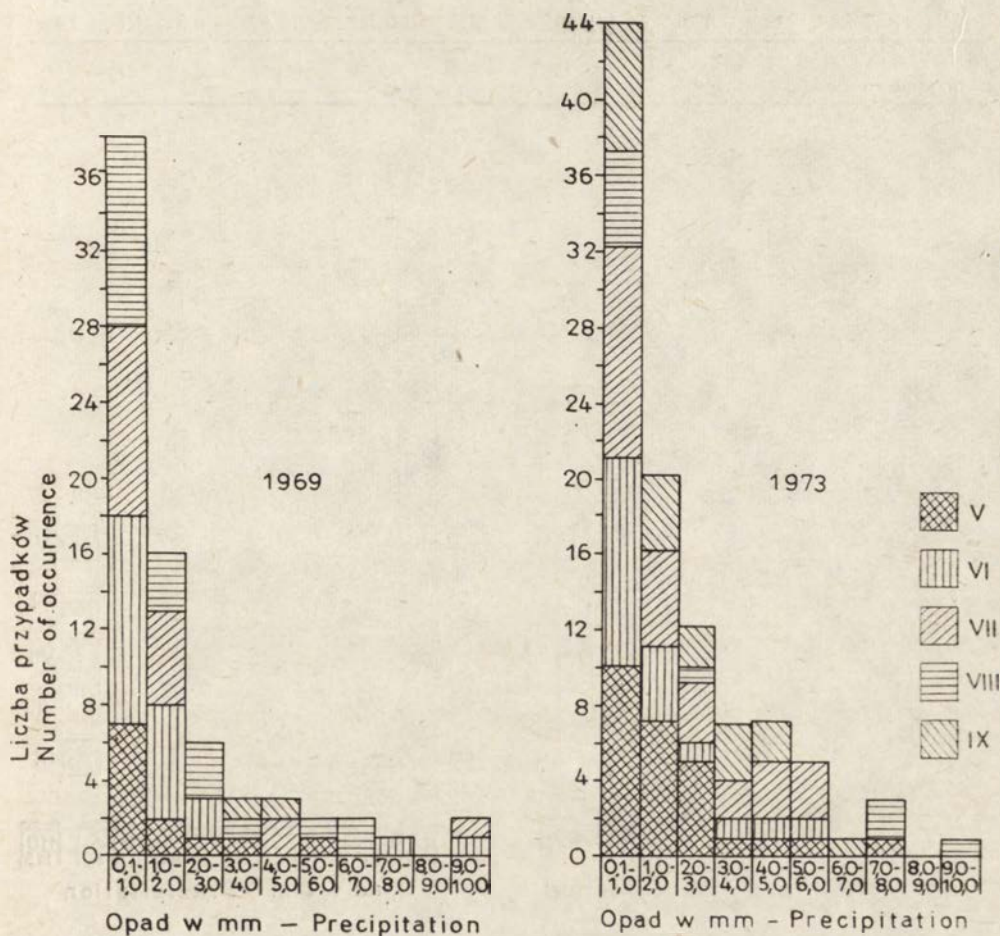
Tabela 2

Porównanie liczby dni z opadem i liczby przypadków deszczów od maja do września w latach 1969–1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku  
 Number of days with precipitation compared with the frequency of rainfalls, at the Szymbark Station, May–September, 1969–1973

Miesiąc	1969			1970			Rok 1971			1972			1973			Wartości średnie 1969–1973		
	1*	2*	3*	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
V	7	12	1,7	18	21	1,2	12	17	1,4	20	29	1,5	18	27	1,5	15,0	21,2	1,4
VI	17	25	1,4	19	31	1,6	16	32	2,0	13	17	1,4	17	25	1,4	16,4	26,0	1,6
VII	12	20	1,6	13	21	1,6	13	26	2,0	19	26	1,3	21	34	1,6	15,6	25,4	1,6
VIII	14	24	1,7	12	15	1,3	9	16	1,7	12	18	1,5	9	10	1,1	13,0	16,6	1,3
IX	2	2	1	16	25	1,5	10	21	2,1	17	22	1,3	13	20	1,5	11,6	18,0	1,6
V–IX	52	83	1,5	78	113	1,4	60	112	1,8	81	112	1,4	78	116	1,5	69,8	107,2	1,5
% ogólnej sumy	14,9	15,4		22,3	21,1		17,3	20,9		23,2	20,9		22,3	21,7				
ogólna suma od V–IX za 5 lat — dni z opadem 349; przypadków deszczu 536																		

\* 1 — liczba dni z opadem; 2 — liczba przypadków deszczów; 3 — liczba przypadków deszczów na dobę

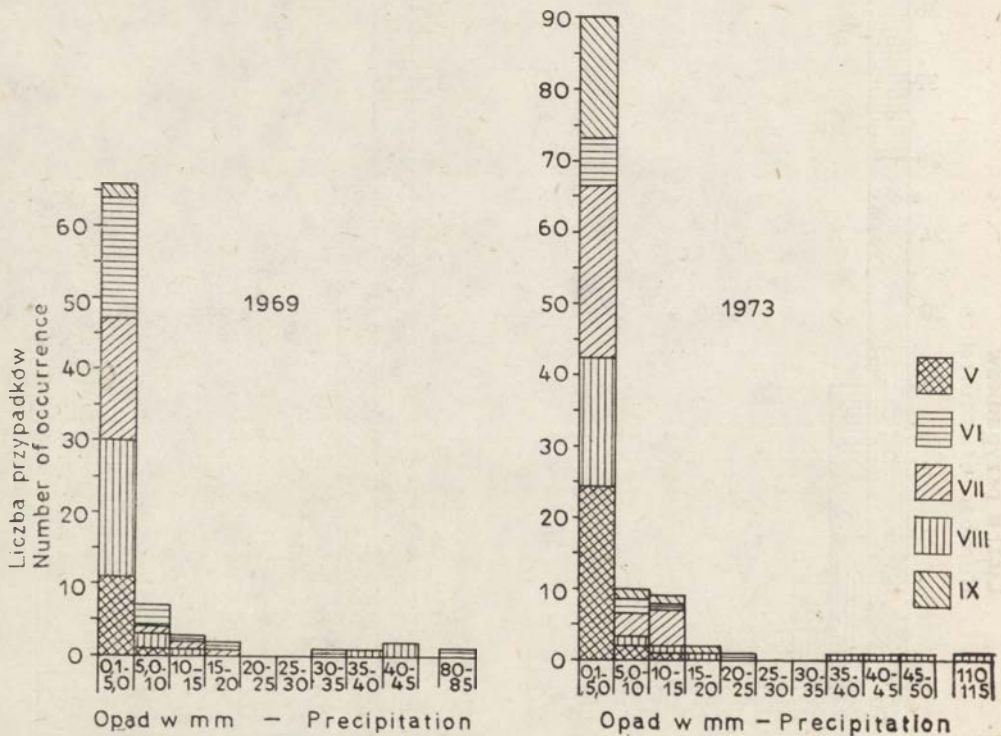
przypadków deszczów w ciągu 349 dni z opadem. Średnio w roku przypadło na ten okres 107,2 przypadków deszczów, a 70 dni z opadem. Maksymalną ilość deszczów notowano w 1973 r. — 116 (21,7% ogólnej sumy przypadków) minimalną w 1969 r. — 83 (15,4%). W ciągu 5 lat największa w miesiącu ilość deszczów (25—34) wystąpiła: 3 razy w czerwcu (1969—1971), raz w lipcu w 1973 r. i raz w maju w 1972 r. Natomiast najmniej deszczów notowano: 3 razy w sierpniu (w 1970, 1971, 1973 r.), raz w czerwcu 1972 r. i raz we wrześniu 1969 r. Na dobę w dniach z deszczem występowało średnio 1,5 przypadków deszczów.



Ryc. 2. Częstość przypadków deszczów o wysokości opadu 0,1—10,0 mm (w klasach co 1,0 mm) od maja do września 1969 i 1973 r. na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku  
 Frequency of rainfalls of 0,1—10,0 mm at the Szymbark Station, May—September, 1969 and 1973 (each group represents 1,0 mm)

Średnia częstość przypadków deszczów o różnej wysokości opadu  
Average frequency of rainfalls of variable amounts, at the

Miesiąc	Średnia liczba przypadków deszczów w																
	0,1 0,5	0,5 1,0	0,1 1,0	1,0 2,0	2,0 3,0	3,0 4,0	4,0 5,0	0,1 5,0	5,0 6,0	6,0 7,0	7,0 8,0	8,0 9,0	9,0 10,0	5,0 10,0			
V	6,8	1,8	8,6	3,0	2,2	1,2	1,8	16,8	0,8		1,0	0,4	0,6	2,6			
VI	6,4	4,4	10,8	3,8	2,0	1,2	0,6	18,4	1,0	0,6	1,0		0,6	3,2			
VII	8,6	4,2	12,8	3,4	1,8	1,0	1,6	20,6	0,6				0,2	0,8			
VIII	4,2	2,0	6,2	1,8	1,6	0,6	0,4	10,6	0,2	0,6	0,8	0,4	0,4	2,4			
IX	6,2	3,0	9,2	2,4	1,4	1,8	0,8	15,6	0,2	0,8	0,4			1,4			
V—IX	32,2	15,4	47,6	14,4	9,0	5,8	5,2	82,0	2,8	2,0	3,2	0,8	1,8	10,6			
% ogólnej liczby przypadków			44,4					76,5					9,8				



Ryc. 3. Częstość przypadków deszczów o wysokości opadu powyżej 0,1 mm (w klasach co 5,0 mm) od maja do września 1969 i 1973 r. na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

Frequency of rainfalls above 0,1 mm at the Szymbark Station, May—September, 1969 and 1973 (each group represents 5,0 mm)



od maja do września w latach 1969–1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku  
Szymbark Station, May–September, 1969–1973

poszczególnych klasach wysokości opadu w mm														Średnia								
10,0	15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0	75,0	80,0	85,0	90,0	95,0	100,0	105,0	110,0	115,0	liczba
15,0	20,0	25,0	30,0	35,0	40,0	45,0	50,0	55,0	60,0	65,0	70,0	75,0	80,0	85,0	90,0	95,0	100,0	105,0	110,0	115,0	120,0	przypadków
	1,0	0,2			0,2					0,2												21,2
	1,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,6	0,6	0,2									0,2					26,0
	1,4	1,2	1,0					0,2								0,2						25,4
	1,0	1,2		0,4	0,2				0,4		0,2	0,2										16,6
	0,8			0,2																		18,0
	5,4	3,0	1,6	0,8	0,8	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	107,2
	5,0	2,8	1,5	0,7	0,7	0,6	0,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	100,0

#### CZĘSTOŚĆ DESZCZÓW O RÓŻNEJ WYSOKOŚCI OPADU

Wszystkie deszcze sklasyfikowano wg wysokości opadu w następujących przedziałach: do 1,0 mm co 0,5 mm, od 1,0–10,0 mm co 1,0 mm i powyżej 10,0 mm co 5,0 mm (tab. 3; ryc. 2, 3). Najczęściej występowały deszcze o sumie opadu 0,1–1,0 mm. Stanowią one w poszczególnych latach od 38% w 1973 r. do 50% w 1971 r. wszystkich przypadków deszczów (średnio 44,4%). Deszcze od 0,1–5,0 mm stanowią aż 73,1–79,5% ogólnej liczby przypadków (1969 r.), a średnio 76,5%. We wszystkich latach największy procent deszczów w tym przedziale notowano we wrześniu, a w r. 1969 i 1973 również w maju. Częstość przypadków deszczów powyżej 5,0 mm bardzo wyraźnie zmniejsza się (ryc. 3) i o ile deszcze w granicach 5,0–10,0 mm stanowią 8,4–12,5% (średnio 9,6%), to deszcze powyżej 10,0 mm zdarzają się znacznie rzadziej i głównie w miesiącach letnich (VI–VIII). Wysokość maksymalna poszczególnych deszczów w każdym miesiącu omawianego okresu osiągnęła następujące wartości: w maju — 5,1 (1969) — 55,4 mm (1971), w czerwcu — 20,3 (1971) — 114,0 mm (1973), w lipcu — 22,0 (1973) — 92,6 mm (1970), w sierpniu 13,0 (1973) — 84,2 mm (1969), we wrześniu — 4,3 (1969) — 23,7 mm (1972).

#### IŁOŚĆ WODY DOSTARCZANEJ PRZEZ DESZCZE O RÓŻNEJ WYSOKOŚCI OPADU

Ilość wody dostarczanej przez deszcze o różnej wysokości przedstawiają tabele 4–9 oraz rycina 4. Przeważające ilościowo deszcze o sumie opadu 0,1–5,0 mm (śr. 72% wszystkich przypadków deszczów) dostarczają średnio 19,3% sumy opadu za okres od maja do września (tab. 9). W poszczególnych latach wartość ta waha się od 17,4% (1969) do 22,3% (1973). Deszcze tego rzędu występują we wszystkich miesiącach omawia-

Tabela 4

Ilość wody dostarczanej przez deszcze o różnej wysokości opadu oraz procent miesięcznej sumy opadu w okresie od maja do września 1969 r.  
na Stacji IGiPZ PAN w Szymbarku

Amounts of water from rains of variable amounts and per cent of monthly precipitation, at the Szymbark Station, May—September 1969

Miesiąc	0,1—5,0			5,0—10,0			Suma opadu w mm 10,0—15,0			15,0—20,0			powyżej 20,0			Suma przypad- ków deszczu	Suma miesięcz- na opadu w mm
	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%		
V	11	11,1	68,5	1	5,1	31,5										12	16,2
VI	19	18,6	11,0	2	17,5	10,3	1	12,5	7,4				3	120,5	71,3	25	169,1
VII	17	20,1	33,4	1	10,0	16,6	1	14,2	23,6	1	15,8	26,4				20	60,1
VIII	17	19,8	10,4	3	18,9	9,9	1	12,8	6,7	1	20,5	10,7	2	119,2	62,3	24	191,2
IX	2	7,9	100,0													2	7,9
V—IX	66	77,5	17,4	7	51,5	11,6	3	39,5	8,9	2	36,3	8,2	5	239,7	53,9	83	444,5

Tabela 5

Ilość wody dostarczanej przez deszcze o różnej wysokości opadu oraz procent miesięcznej sumy opadu od maja do września 1970 r.  
na Stacji IGiPZ PAN w Szymbarku

Amounts of water from rains of variable amounts and per cent of monthly precipitation at the Szymbark Station, May–September 1970

Miesiąc	0,1–5,0			5,0–10,0			Suma opadu w mm 10,0–15,0			15,0–20,0			powyżej 20,0			Suma przy- pad- ków deszczu	Suma miesięcz- na opadu w mm
	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%		
V	14	7,1	9,3	5	40,5	53,1	1	10,1	13,3	1	18,5	24,3				21	76,2
VI	23	45,1	30,0	4	25,4	16,9	2	21,9	14,5				2	58,0	38,6	31	150,4
VII	14	9,8	4,5				1	14,2	6,4	3	54,8	25,3	3	139,0	63,8	21	217,8
VIII	10	14,1	9,6				1	14,2	9,7	3	52,2	35,5	1	66,5	45,2	15	147,0
IX	23	26,7	69,5	2	11,7	30,5										25	38,4
V–IX	84	102,8	16,3	11	77,6	12,5	5	60,4	9,6	7	125,5	19,9	6	263,5	41,8	113	629,8



Tabela 6

Ilość wody dostarczanej przez deszcze o różnej wysokości opadu oraz procent miesięcznej sumy opadu od maja do września 1971 r.  
na Stacji IGiPZ PAN w Szymbarku

Amounts of water from rains of variable amounts and per cent of monthly precipitation at the Szymbark Station, May–September 1971

Miesiąc	0,1–5,0			5,0–10,0			Suma opadu w mm 10,0–15,0			15,0–20,0			powyżej 20,0			Suma przypad- ków deszczu	Suma miesięcz- na opadu w mm
	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%		
V	12	21,9	15,2	1	8,1	5,6	2	25,1	17,5				2	88,9	61,7	17	144,0
VI	23	30,9	24,2	6	44,8	35,2	1	14,8	11,6	1	16,3	12,8	1	20,7	16,2	32	127,5
VII	23	25,8	30,5							1	15,2	18,0	2	43,6	51,5	26	84,6
VIII	11	14,2	12,6	3	25,9	23,0				1	18,4	16,3	1	54,3	48,1	16	112,8
IX	18	16,4	39,4	2	14,8	35,6	1	10,4	25,0							21	41,6
V–IX	87	109,2	21,4	12	93,6	18,3	4	50,3	9,9	3	49,9	9,8	6	207,5	40,6	112	510,5

Tabela 7

Ilość wody dostarczanej przez deszcze o różnej wysokości opadu oraz procent miesięcznej sumy opadu od maja do września 1972 r.  
na Stacji IGiPZ PAN w Szymbarku

Amounts of water from rains of variable amounts and per cent of monthly precipitation at the Szymbark Station, May–September 1972

Miesiąc	0,1–5,0			5,0–10,0			Suma opadu w mm 10,0–15,0			15,0–20,0			powyżej 20,0			Suma przy- pad- ków deszczu	Suma miesięcz- na opadu w mm
	liczba przy- padków	opad mm	%	liczba przy- padków	opad mm	%	liczba przy- padków	opad mm	%	liczba przy- padków	opad mm	%	liczba przy- padków	opad mm	%		
V	23	44,2	45,3	5	42,2	43,2	1	11,2	11,5							29	97,6
VI	9	6,8	4,2	3	21,4	13,3	1	13,1	8,1				4	120,0	74,4	17	161,3
VII	25	32,4	40,0										1	48,6	60,0	26	81,0
VIII	8	12,0	6,3	4	28,4	15,0	2	22,4	11,8	1	17,9	9,5	3	108,5	57,4	18	189,2
IX	17	20,6	24,7	2	13,8	16,6	2	25,1	30,2				1	23,7	28,5	22	83,2
V–IX	82	116,0	18,9	14	105,8	17,3	6	71,8	11,7	1	17,9	2,9	9	300,8	49,2	112	612,3

Tabela 8

Ilość wody dostarczanej przez deszcze o różnej wysokości opadu oraz procent miesięcznej sumy opadu od maja do września 1973 r.  
na Stacji IGiPZ PAN w Szymbarku

Amounts of water from rains of variable amounts and per cent of monthly precipitation at the Szymbark Station, May–September 1973

Miesiąc	0,1–5,0			5,0–10,0			Suma opadu w mm 10,0–15,0			15,0–20,0			powyżej 20,0			Suma przypad- ków deszczu	Suma miesięcz- na opadu w mm
	liczba przy- padków	opad mm	%	liczba przy- padków	opad mm	%	liczba przy- padków	opad mm	%	liczba przy- padków	opad mm	%	liczba przy- padków	opad mm	%		
V	24	39,8	64,1	2	7,8	12,5	1	14,4	23,3							27	62,0
VI	18	22,4	7,5	1	5,7	1,9	1	11,7	3,9	1	19,5	6,6	4	237,4	80,1	25	296,7
VII	24	33,8	21,9	3	32,4	21,0	5	50,1	32,4	1	16,2	10,5	1	22,0	14,2	34	154,5
VIII	6	4,5	11,3	3	25,0	57,7	1	13,8	31,8							10	43,3
IX	18	35,8	62,4	1	10,1	17,6	1	11,5	20,0							20	57,4
V–IX	90	136,3	22,3	10	81,0	13,2	9	101,5	16,5	2	35,7	5,8	5	259,4	42,3	116	613,9

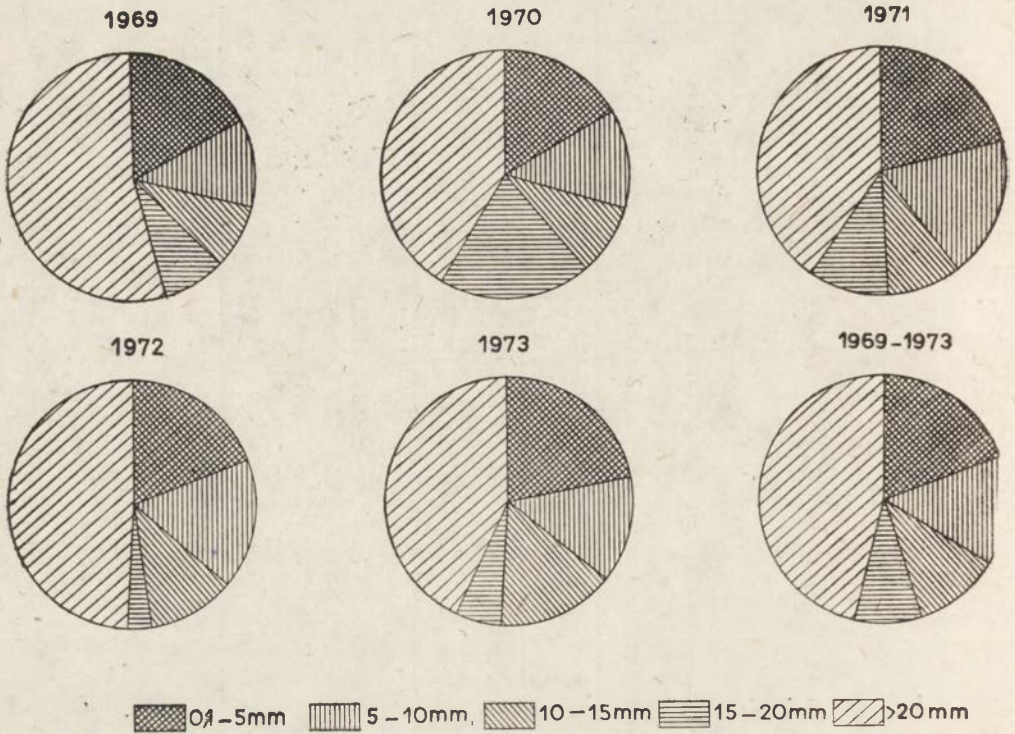


Tabela 9

Średnia ilość wody dostarczanej przez deszcze o różnej wysokości opadu oraz procent miesięcznej sumy opadu od maja do września w latach 1969–1973 na Stacji IGiPZ PAN w Szymbarku

Average amount of water from rains of variable amounts and per cent of monthly precipitation at the Szymbark Station, May–September, 1969–1973

Miesiąc	0,1–5,0			5,0–10,0			Suma opadu w mm 10,0–15,0			15,0–20,0			powyżej 20,0			Średnia suma miesięczna	
	liczba przy- padków	opad mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	liczba przy- padków	opad w mm	%	przy- pad- ków deszczu	opadu w mm
V	16,8	24,8	31,3	2,6	20,7	26,2	1,0	12,2	15,2	0,2	3,7	4,8	0,4	17,8	22,5	21,2	79,2
VI	18,4	24,8	13,7	3,2	22,9	12,7	1,2	14,8	8,2	0,4	7,2	4,0	2,8	111,3	61,4	26,0	181,0
VII	20,6	24,3	20,3	0,8	8,5	7,1	1,4	15,7	13,1	1,2	20,4	17,1	1,4	50,7	42,4	25,4	119,6
VIII	10,6	13,0	9,5	2,4	19,6	14,3	1,0	12,6	9,2	1,2	21,8	15,9	1,4	69,7	60,0	16,6	136,7
IX	15,6	21,5	47,0	1,4	10,1	22,1	0,8	9,4	20,6				0,2	4,7	10,3	18,0	45,7
V–IX	82	108,4	19,3	10,6	81,8	14,5	5,4	64,7	11,5	3,0	53,1	9,5	6,2	254,2	45,2	107,2	562,2



Ryc. 4. Ilość wody dostarczanej przez deszcze o różnej wysokości opadu w procentach sumy od maja do września w latach 1969–1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

Amount of water from rains of variable amounts in per cent of total precipitation at the Szymbark Station, May–September, 1969–1973

nego okresu. Średnio najwięcej wody z tych deszczów otrzymują wrzesień (47%) oraz maj (32%), podczas gdy w czerwcu, lipcu lub sierpniu tylko w granicach 9,5–20,3%. Analogiczny rozkład deszczów o wysokości 0,1–5,0 mm miały lata 1969 i 1973 (tab. 4, 8), natomiast w pozostałych maksimum przypadło albo na wrzesień i lipiec lub czerwiec (1971 i 1970; tab. 6, 5), albo na maj i lipiec (1972; tab. 7). Udział deszczów w 3 kolejnych przedziałach, tj. od wysokości 5,0–20,0 mm wyraźnie się zmniejsza. Deszcze te nie występują w każdym miesiącu. Za okres V–IX dostarczyły one 35,5% średniej sumy opadu. Zasilanie deszczami o wysokości 15,0–20,0 mm notowano głównie w miesiącach letnich (VI–VIII), średnio w wysokości 4–17,1% sum miesięcznych, a maksymalnie 35,5% (1970). Największe ilości wody pochodzą z deszczów o sumach przekraczających 20,0 mm (tylko 6 przypadków) i wynoszą około 46% średniej sumy opadu okresu V–IX, a w r. 1969 aż 54%. W pozostałych latach odchylenia te wynosiły w granicach kilku procent. Deszcze tego rzędu miały charakter ulew, silnych ulew lub deszczów rozlewnych (wg



klasyfikacji Chomicza 1951b) i dostarczały średnio 42—62% sumy miesięcznej opadu, a w poszczególnych latach: w czerwcu — 71% (1969)—80% (1973), w lipcu — 14% (1973)—64% (1970), w sierpniu — 45% (1970)—57% (1972).

#### CZĘSTOŚĆ DESZCZÓW O RÓŻNYM CZASIE TRWANIA

W okresach miesięcznych i rocznych rozsegregowano wszystkie przypadki deszczów według czasu ich trwania w następujących przedziałach: do 5 godz. — co 10 min., powyżej 5 godz. — co 1 godz. (tab. 10).

We wszystkich latach notowano najwięcej przypadków deszczów trwających do 30 min. Średnio stanowiły one 28,7%. W przypadku uwzględnienia czasu trwania do 1 godz. udział tych deszczów wzrasta średnio do 46% (od 40,5% w 1973 r. do 54,2% w 1969 r.). Udział deszczów o czasie trwania do 3 godz. w ogólnej sumie przypadków jest bardzo wysoki i wynosi przeciętnie do 78,4%. Z długością czasu trwania zmniejsza się stopniowo ilość przypadków deszczów. Wyraźne załamanie krzywej kumulatywnej przypadków deszczów w zależności od czasu trwania zaznacza się w interwale czasowym 5—7 godz. (ryc. 5). Deszcze dłużej trwające miały charakter pojedynczych zdarzeń występujących w różnych miesiącach. W okresie od V—IX wystąpiło średnio: deszczów trwających 2—5 godz. — 20,5%, 5—10 godz. — 6,6% i powyżej 10 godz. — 4,3% (tab. 10). Najdłuższy czas trwania deszczu wynosił 27 godz. 10 min. (VIII 1969).

Z krzywej kumulatywnej można dla całego omawianego okresu odczytać prawdopodobieństwo wystąpienia przypadków deszczów o określonym czasie trwania.

#### CAŁKOWITY CZAS TRWANIA DESZCZÓW

W miesiącach od maja do września 1969—1973 całkowity czas trwania deszczów wynosił średnio 254 godz. 12 min., czyli deszcz padał przez średnio 6,9% czasu. Odchylenia od tej wartości w poszczególnych latach wahały się w granicach 10—30%. Najkrócej trwały deszcze w 1969 r. (180 godz. 13 min.) i w 1971 r. (206 godz. 25 min.), co stanowi odpowiednio 70,8% i 81,2% wartości średniej. Natomiast najdłuższy całkowity czas trwania deszczów notowano w 1972 r. (306 godz., czyli 120,3% wartości średniej). Wyraźne różnice występują także w poszczególnych miesiącach (ryc. 6). Według wartości średnich najkrótszy łączny czas trwania deszczów przypada na miesiące maj i wrzesień, w granicach 39—43 godz., a najdłuższy na czerwiec — 69 godz. W tych samych miesiącach różnych lat obserwuje się duże zróżnicowanie czasu trwania deszczów. Np. we wrześniu — od 6 godz. w 1969 r. do 72 godz. w 1972 r. i w maju od 11 godz. 1969 do 58 godz. w 1972 r. W czasie miesięcy letnich obserwuje się mniejsze wahania — w czerwcu — od 55 godz. w 1969 r. do 91 godz. w 1973 r., natomiast lipiec



Tabela 10

Średnia częstość przypadków deszczów o różnym czasie trwania  
Average frequency of rainfalls of different durations

Miesiąc	Średnia liczba przypadków deszczów w													
	do 10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100	100—110	110—120	120—130	130—140
V	2	2	1,2	1,6	1,2	1,6	1	0,6	1	0,6	0,8	1,2	0,8	0,4
VI	2	3	2,2	2,4	1,6	1,2	1,8	0,4	0,2	0,4	1	1,2	0,2	0,2
VII	3,8	3,4	2,8	1,2	0,6	1,8	1,4	0,8	1	0,6	1	0,6	0,2	0,4
VIII	1,6	1,6	1,2	0,4	1,6	0,8	0,4	0,8	0,6		1	0,2		0,6
IX	0,8	1,6	1,6	1,0	0,6	1,6	1,4	1,0	0,8	0,6	0,2	1,0	0,2	0,4
V—IX	10,2	11,6	9,0	6,6	5,6	7,0	6,0	3,6	3,6	2,2	4,0	4,2	1,4	2,0

Miesiąc	Średnia liczba przypadków deszczów w													
	do 1	1—2	2—3	3—4	4—5	5—6	6—7	7—8	8—9	9—10	10—11	11—12	12—13	13—14
V	9,6	5,2	2,6	1,8	0,6	0,4	1,0							
VI	12,4	5,0	1,8	2,2	1,2	0,6	0,4	0,4	0,4				0,2	0,2
VII	13,6	5,4	2,2	1,2	0,8	0,4		0,2	0,6	0,4	0,2			0,2
VIII	7,2	3,0	2,0	1,2	0,6	0,4	0,4	0,2		0,2	0,2	0,2		0,2
IX	7,2	5,0	2,0	1,4	0,4	0,2	0,4		0,6		0,4		0,2	
V—IX	50,0	23,6	10,6	7,8	3,6	2,0	2,2	0,8	1,6	0,6	0,8	0,2	0,4	0,6

% sumy															
przyp.		46,6	22,0	9,8	10,6				6,6					2,0	

i sierpień wykazują duże wahania. Łączny czas trwania deszczów w lipcu wynosił od 27 (1969) do 94 godz. (1970), a w sierpniu od 16 (1973) do 79 godz. (1969). W ciągu 4 lat omawianego pięciolecia zdarzyło się, że krótkim sumarycznym czasom trwania deszczów w lipcu odpowiadały długie w sierpniu i na odwrót. Taki wyraźny kontrast wystąpił na przykład w latach 1969 i 1973 (ryc. 6).

Prawdopodobieństwo czasu trwania deszczów w odniesieniu do dni z opadem, wyrażone stosunkiem faktycznego czasu trwania opadu (w godzinach) do ogólnej liczby godzin w dniach z opadem, przedstawia się dla okresu V—IX 1969—1973 (w wartościach średnich) następująco: V — 10,9%, VI — 17,5%, VII — 16,5%, VIII — 16,3%, IX — 15,5%.

#### ILOŚĆ WODY DOSTARCZONEJ PRZEZ DESZCZE O RÓŻNYM CZASIE TRWANIA

Wspólną cechą omawianego okresu jest przewaga udziału w dostawie wody z deszczów trwających do 3 godz., który wynosi 41,3% średniej sumy opadu za okres V—IX (tab. 11). Największy udział tych

od maja do września 1969–1973 na Stacji IGiPZ PAN w Szymbarku  
at the Szymbark Station, May–September, 1969–1973

poszczególnych klasach czasu trwania w minutach

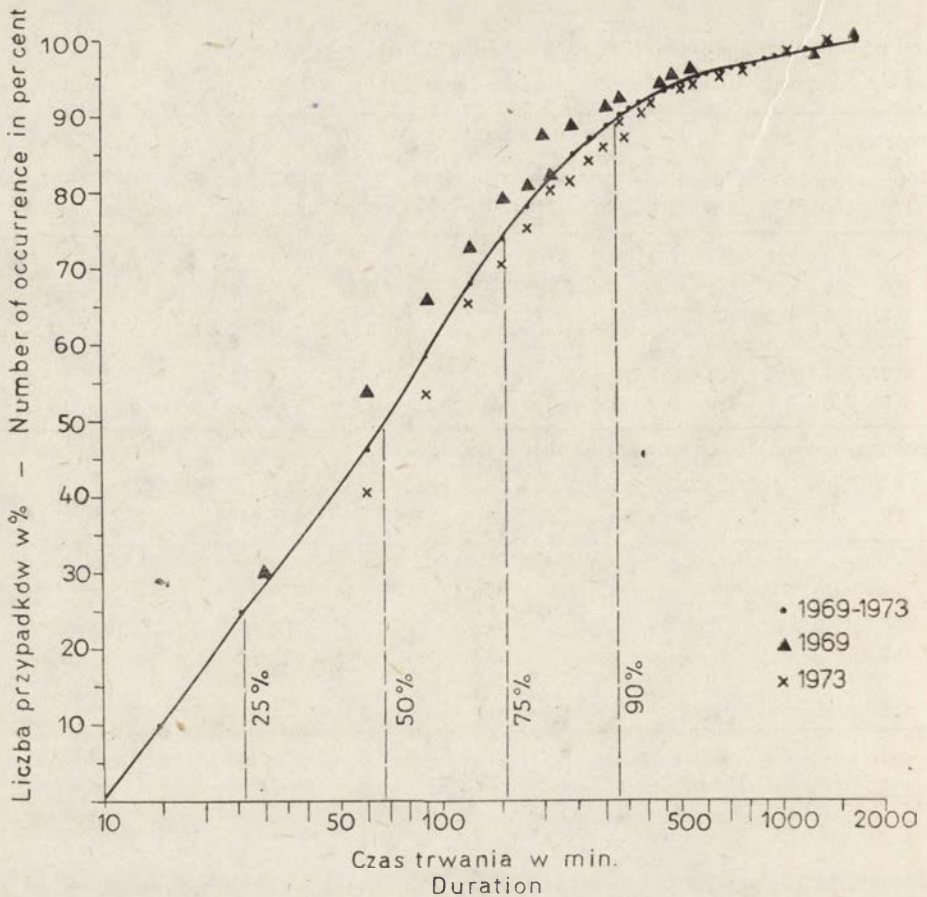
140–150	150–160	160–170	170–180	180–190	190–200	200–210	210–220	220–230	230–240	240–250	250–260	260–270	270–280	280–290	290–300
0,6	0,4	0,4		0,2	0,4	0,8		0,4		0,2	0,2		0,2		
0,6	0,4	0,2	0,2	0,6	0,4	0,2	0,2	0,2	0,6		0,4	0,2	0,2	0,4	
0,8	0,4	0,2	0,2		0,2			0,2	0,8	0,2		0,2	0,2	0,2	
0,6		0,4	0,4	0,8	0,2			0,2		0,2				0,4	
0,2	0,4	0,6	0,2	0,4	0,4				0,6	0,2	0,2				
2,8	1,6	1,8	1,0	2,0	1,6	1,0	0,2	1,0	2,0	0,8	0,8	0,4	1,0	0,6	

poszczególnych klasach czasu trwania w godzinach

14–15	15–16	16–17	17–18	18–19	19–20	20–21	21–22	22–23	23–24	24–25	25–26	26–27	27–28
					0,2								
	0,2	0,2	0,2	0,2		0,2		0,2					
	0,2									0,2			
0,2	0,2					0,2							0,2
										0,2			
0,2	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4		0,2		0,2	0,2		0,2
				1,3									1,0

deszczów (ryc. 7) był w latach 1969 (42,7%) i 1971 (63,3%), czyli w latach, które miały najniższy sumaryczny czas trwania deszczów (19–30% wartości śr.) oraz najniższą sumę opadu. Z części pierwszej tabeli 11 wynika, że w omawianej grupie deszczów średnio najwięcej wody pochodziło z deszczów trwających od 1 godz. 40 min. do 2 godz. (na ogół opady burzowe). Deszcze o dłuższych czasach trwania (śr. ok. 20% przypadków) dostarczały 58,7% średniej wartości opadu za okres V–IX. Udział tych deszczów w ogólnej sumie opadu jest różny w poszczególnych latach. Na przykład w 1969 r. 2 deszcze o czasie trwania w granicach 7–8 godz. dostarczyły 67,8 mm (15,3%) wody oraz 3 deszcze rozlewne trwające powyżej 20 godz. — 112,3 mm, czyli 25,2%. Charakterystyczną cechą roku 1969 był brak deszczów trwających 9–20 godz. W 1973 r. wystąpiło więcej deszczów trwających powyżej 3 godz. Natomiast najwięcej wody, bo aż 114 mm (18,6%), pochodziło z deszczu rozlewnego, trwającego 18 godz. (VI). W 1970 (15–19 VII) seria 3 deszczów rozlewnych, trwających w sumie 49 godz., przeplatanych opadami krótszymi o czasie trwania 1–2 godz. dała





Ryc. 5. Całkowite prawdopodobieństwo występowania przypadków deszczów o określonym czasie trwania od maja do września w latach 1969—1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

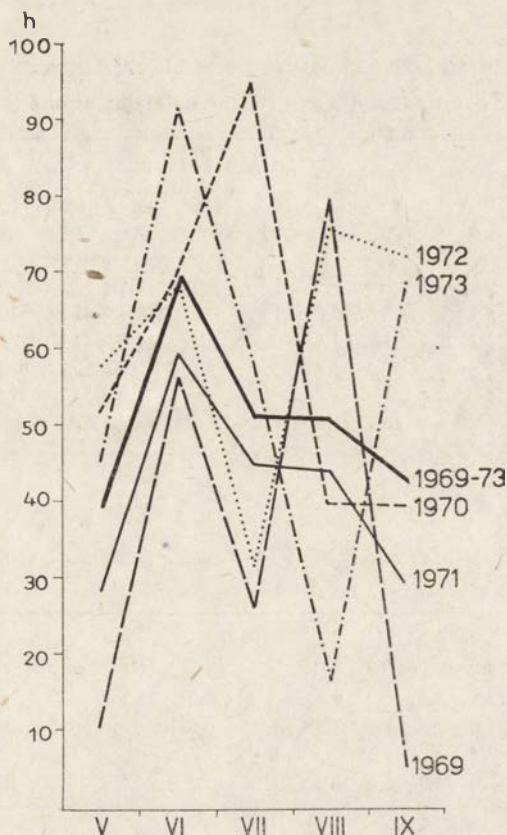
Total probability of rain occurrences of clearly defined durations at the Szymbark Station, May—September, 1969—1973

w sumie 142 mm opadu (max wartość 1 opadu rozlewnego, trwającego 25 godz. 45 min., w dn. 17—18 VI wynosiła 92,6 mm.). Seria tych deszczów spowodowała wezbranie (por. R. Soja 1972).

#### CZĘSTOŚĆ DESZCZÓW O RÓŻNYM ŚREDNIM NATĘŻENIU

Średnie natężenie deszczów w miesiącach od V—IX w latach 1969—1973 mieszczą się w przedziałach od 0,001—0,8 mm/min. (tab. 12; ryc. 8,9). Przeważająca ilość deszczów bo aż od 90,1% (1971) do 95,2% (1969), a średnio 92,9%, posiadała natężenie średnie poniżej 0,1 mm/min. W tym średnio 50% przypada na deszcze o natężeniu poniżej 0,02 mm/min., a do 0,05 mm/min. aż 80,8%. W klasach powyżej 0,1 mm/min. zdarza-





Ryc. 6. Całkowity czas trwania deszczów od maja do września w latach 1969—1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

Total duration of rainfalls at the Szymbark Station, May—September, 1969—1973

ją się najczęściej deszcze o natężeniu średnim 0,1—0,2 mm/min. — od 2,4‰ w 1969 r. do 7,8‰ w 1973 r. Wystąpiły one kilkakrotnie we wszystkich latach, a w 1973 były maksymalnymi wartościami średnich natężeń. Deszcze o natężeniu 0,2—0,5 mm/min. zdarzyły się 4 razy w latach 1971 i 1972, 2 razy w 1969 r. i raz w 1970 r. Maksymalna wartość natężenia średniego wynosiła 0,762 mm/min. (5 VI 1971).

Prawdopodobieństwo wystąpienia przypadków deszczów o określonym natężeniu można odczytać z krzywej kumulatywnej (ryc. 10).

#### ILUŚĆ WODY DOSTARCZONEJ PRZEZ DESZCZE O RÓŻNYM ŚREDNIM NATĘŻENIU

Maksymalny udział w ogólnej sumie opadu od V—IX maja deszcze o średnim natężeniu do 0,1 mm/min. — średnio 76,2‰ (tab. 13), a w poszczególnych latach wartości te wahają się od 66—84‰ (1971, 1972).

Średnia ilość wody dostarczanej przez deszcze o różnym czasie trwania  
Average amount of water from rains of different durations at the Szymbark Station, May—

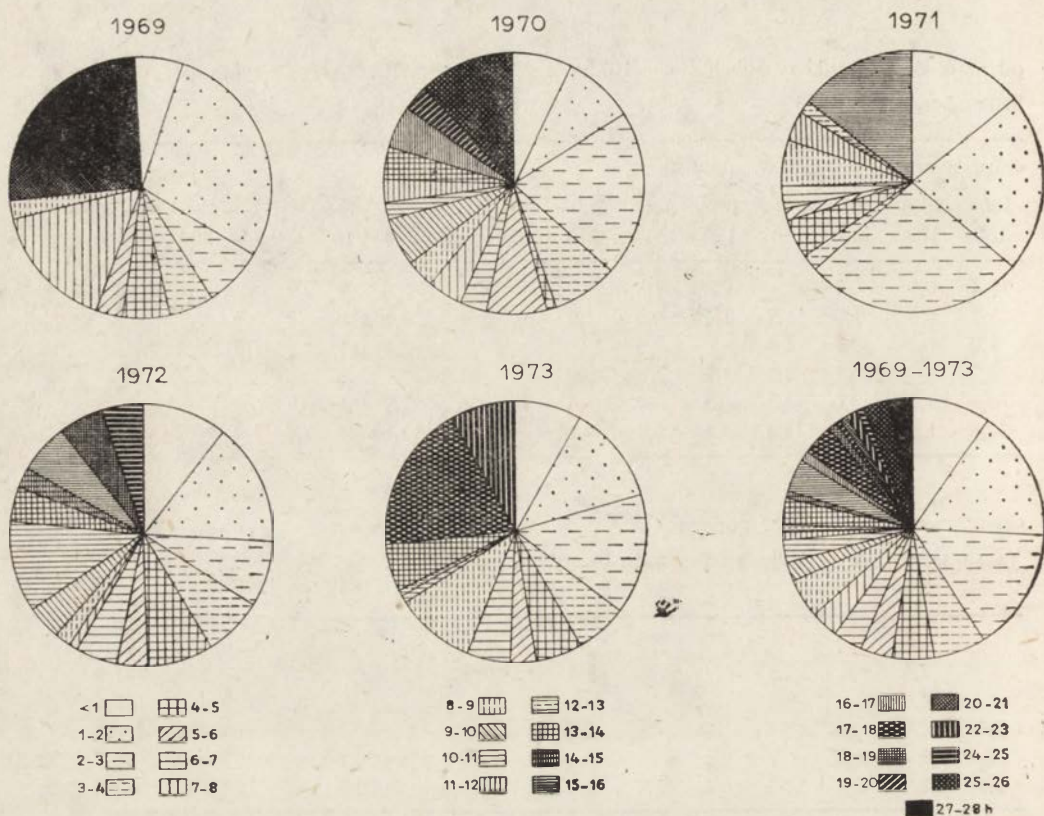
Miesiąc	Średnia ilość wody w mm w poszczególnych klasach													
	do 10	10–20	20–30	30–40	40–50	50–60	60–70	70–80	80–90	90–100	100–110	110–120	120–130	130–140
V	0,7	0,7	0,8	1,0	2,4	1,4	1,7	3,0	2,1	2,2	2,7	8,6	4,0	1,0
VI	0,5	4,5	5,7	3,2	2,8	6,0	1,8	0,5	0,1	1,5	10,3	11,9	0,8	0,2
VII	1,2	2,6	3,1	0,5	1,2	3,3	2,6	1,4	11,5	1,6	2,4	4,5	0,4	4,4
VIII	1,0	0,6	1,1	0,2	2,3	1,4	2,4	2,1	0,6		4,7	1,1		3,5
IX	0,3	0,7	2,0	0,4	1,4	1,2	2,5	1,7	1,5	2,8	0,1	1,4	0,5	0,6
V–IX	3,7	9,1	12,6	5,3	10,1	13,3	11,0	8,7	15,8	8,1	20,2	27,5	5,7	9,7

Miesiąc	Średnia ilość wody w mm w poszczególnych klasach													
	do 1	1–2	2–3	3–4	4–5	5–6	6–7	7–8	8–9	9–10	10–11	11–12	12–13	13–14
V	7,0	20,3	24,9	8,5	4,3	5,4	5,2							
VI	22,6	26,1	13,2	12,8	8,8	4,0	7,5	12,3	10,3				1,0	7,1
VII	11,9	24,0	13,5	8,1	6,7	4,8		0,5	11,6	7,8	2,8			5,0
VIII	6,6	10,9	28,0	3,3	7,3	7,7	3,9	6,5		5,2	10,8	7,1		5,6
IX	6,0	10,0	7,4	3,1	1,5	0,3	3,9		4,6		3,3		0,9	
V–IX	54,1	91,3	87,0	35,8	28,6	22,2	20,5	19,3	26,5	13,0	16,9	7,1	1,9	17,7
% ogólnej sumy	9,6	16,2	15,5	11,6				18,0					8,2	

W stosunku do sum miesięcznych udział deszczów o natężeniu do 0,1 mm/min. jest największy we wrześniu (przekracza 90%), a najmniejszy w czerwcu i maju (64–69%). W poszczególnych latach zdarzają się miesiące, gdy udział tych opadów stanowi nawet 100% (V, IX 1969, VII 1970, IX 1973). Opady o natężeniach 0,1–0,2 mm/min. dostarczają średnio 10,8% ilości wody i są udziałem na ogół długotrwałych opadów rozlewnych, które wyjątkowo w 1973 r., pozbawionym krótkotrwałych ulew, stanowiły aż 27,9%. Najwięcej wody z tych deszczów otrzymuje czerwiec — średnio około 20% sumy miesięcznej, a maksymalnie około 40% (1973 r.). Nikły jest udział deszczów o natężeniach 0,2–0,3 mm/min., a nieco znaczniejszy od 0,3–0,5 mm/min. (8,4%), co jest spowodowane opadami burzowymi. Na przykład w 1969 r. stanowiły one 19,1% sumy opadu za okres V–IX, a w czerwcu 50,2% sumy miesięcznej. Pojedyncze opady o natężeniach wyższych decydują często o wielkości miesięcznego opadu. Na przykład 60% opa-







Ryc. 7. Ilość wody dostarczonej przez deszcze o różnym czasie trwania w procentach sumy za okres od maja do września w latach 1969—1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

Amount of water from rains of different durations in per cent of total precipitation at the Szymbark Station, May—September, 1969—1973

Porównując wartości średnich natężeń deszczów powyżej 0,1 mm/min., zebranych dla okresu V—IX lat 1969—1973, widzimy, że takich przypadków deszczów było jedynie 7,6 (7,1%) średnio w ciągu roku. Natomiast odczytane z pluwiogramów maksymalne natężenia sięgają 3 mm/min., a w okresie 5-lecia wystąpiły średnio rocznie 5,4 przypadki powyżej 1 mm/min. i aż około 40 deszczów o natężeniu maksymalnym powyżej 0,1 mm/min. (ryc. 12).

#### CHARAKTERYSTYKA DESZCZÓW O WIĘKSZEJ WYDAJNOŚCI

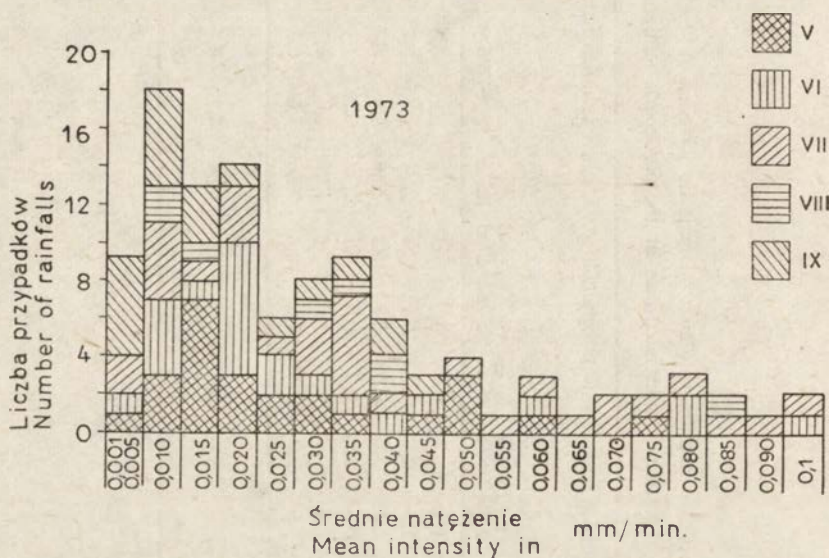
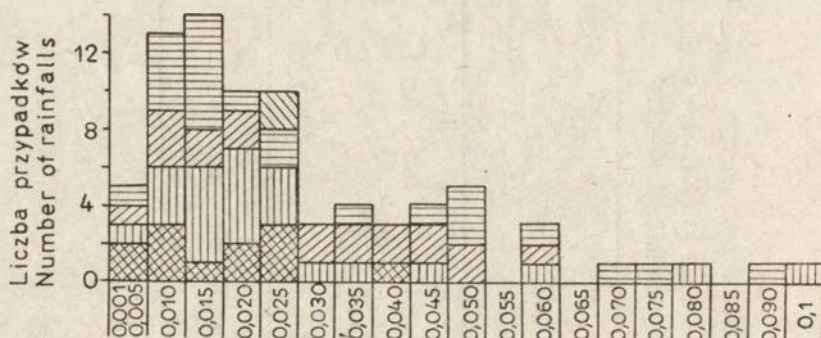
Rycina 13 podaje zróżnicowanie wszystkich przypadków deszczów w 5-leciu w zależności od ich wysokości i czasu trwania. Wypadkową tych dwóch parametrów jest natężenie opadów.

Tabela 12

Średnia częstość przypadków deszczów o różnym średnim natężeniu od maja do września 1969–1973 na Stacji IGiPZ PAN w Szymbarku  
Average frequency of rainfalls of variable mean intensities at the Szymbark Station, May–September, 1969–1973

Miesiąc	Średnia liczba przypadków deszczów w poszczególnych klasach średnich natężeń w mm/min																		Średnia liczba przypadków
	0,001–0,010	0,010–0,020	0,020–0,030	0,030–0,040	0,040–0,050	0,050–0,060	0,060–0,070	0,070–0,080	0,080–0,090	0,09–0,1	0,001–0,1	0,1–0,2	0,2–0,3	0,3–0,4	0,4–0,5	0,5–0,6	0,6–0,7	0,7–0,8	
V	5,2	5,6	3,4	1,8	2,0	1,2		0,6	0,2		20,0	0,8	0,2	0,2					21,2
VI	5,8	6,2	3,4	2,7	1,8	1,5	0,4	1,2		0,4	23,4	1,4	0,2	0,2	0,4		0,2	0,2	26,0
VII	7,4	4,8	3,0	3,6	1,2	1,2	0,8	0,6	0,8	0,2	23,6	1,4	0,2			0,2			25,4
VIII	3,2	3,8	2,4	2,0	1,0	0,6	0,8	0,4	0,8	0,2	15,2	1,0		0,4					16,6
IX	7,2	4,4	2,2	2,2	0,4	0,4		0,6			17,4	0,4	0,2						18,0
V–IX	28,8	24,8	14,4	12,3	6,4	4,9	2,0	3,4	1,8	0,8	99,6	5,0	0,8	0,4	0,8	0,2	0,2	0,2	107,2
% ogólnej sumy przypadków			80,8					12,1			92,9	4,7	0,7	0,4	0,7	0,2	0,2	0,2	100

1969



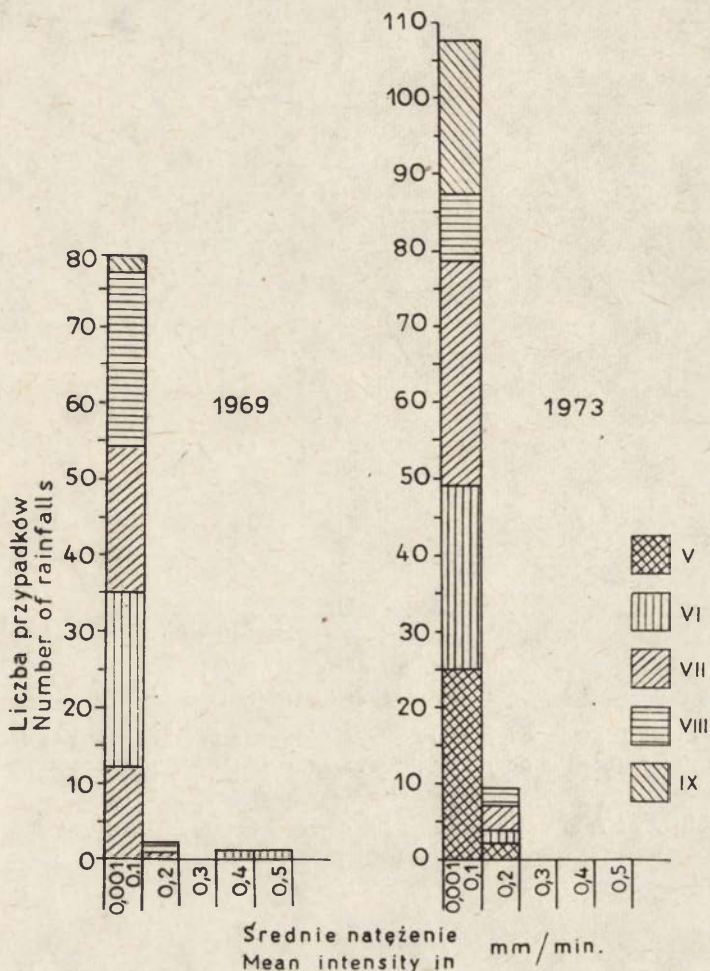
Ryc. 8. Częstość przypadków deszczów o średnim natężeniu od 0,001—0,1 mm/min. (w klasach co 0,005 mm/min.) od maja do września w 1969 i 1973 r. na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

Frequency of rains of a mean intensity of 0,001—0,1 mm/min. at the Szymbark Station, May—September, 1969 and 1973 (each group represents 0,005 mm/min.)

Charakterystykę wydajności deszczów można przedstawić w dwojaki sposób — stosując klasyfikację Chomicza, (1951b) lub biorąc pod uwagę zarówno wysokość, jak i natężenie opadu — wydzielić deszcze o różnej funkcji hydrologicznej (relacja infiltracja-spływ — J. Słupik 1973) i geomorfologicznej (L. Starkel 1976; E. Gil 1976).

Stosując klasyfikację Chomicza (tab. 14) stwierdzono w ciągu tego

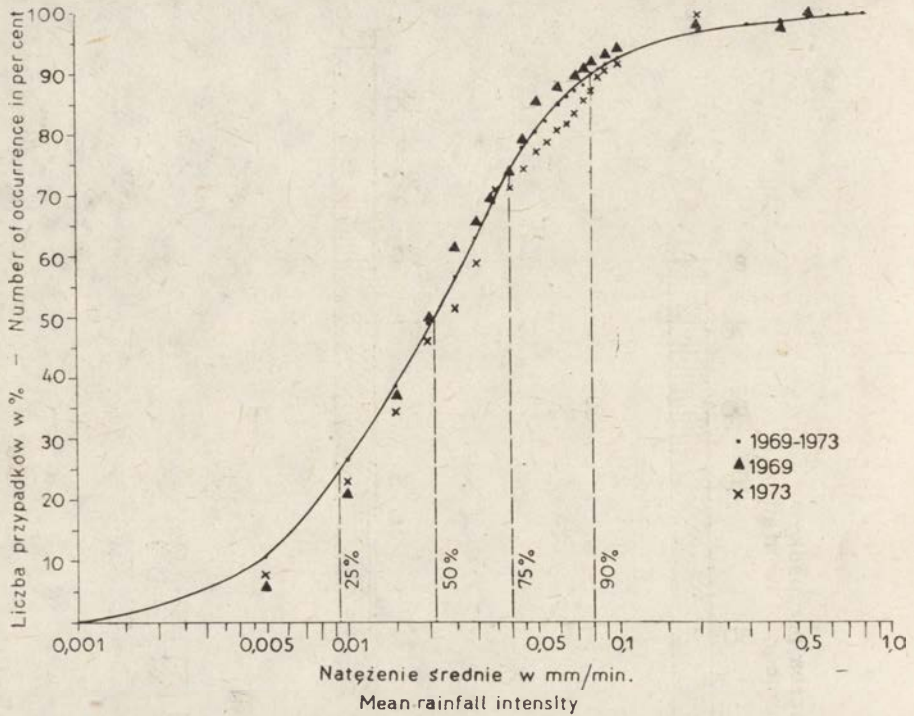




Ryc. 9. Częstość przypadków deszczów o średnim natężeniu powyżej 0,001 mm/min. (w klasach co 0,1 mm/min.) od maja do września w 1969 i 1973 r. na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

Frequency of rains of a mean intensity above 0,001 mm/min. at the Szymbark Station, May—September, 1969 and 1973 (each group represents 0,1 mm/min.)

5-lecia 38 deszczów o większej wydajności, w tym: 19 opadów silnych, 7 opadów ulewnych I stopnia, 5 opadów ulewnych II stopnia, 2 silne opady ulewne III stopnia i 5 silnych opadów ulewnych IV stopnia. W czasie silnego opadu ulewnego IV stopnia, trwającego 1 godz. 30 min. w dn. 26 VII 1972 można by wydzielić fazę deszczu, kiedy w czasie 1 godz. spadło 46,7 mm. Ta część opadu miała charakter opadu nawalnego. Na rycinie 13 zaznaczono podstawowe granice opadów o większej wydajności wg klasyfikacji Chomicza.



Ryc. 10. Całkowite prawdopodobieństwo występowania przypadków deszczów o określonym średnim natężeniu od maja do września w latach 1969—1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

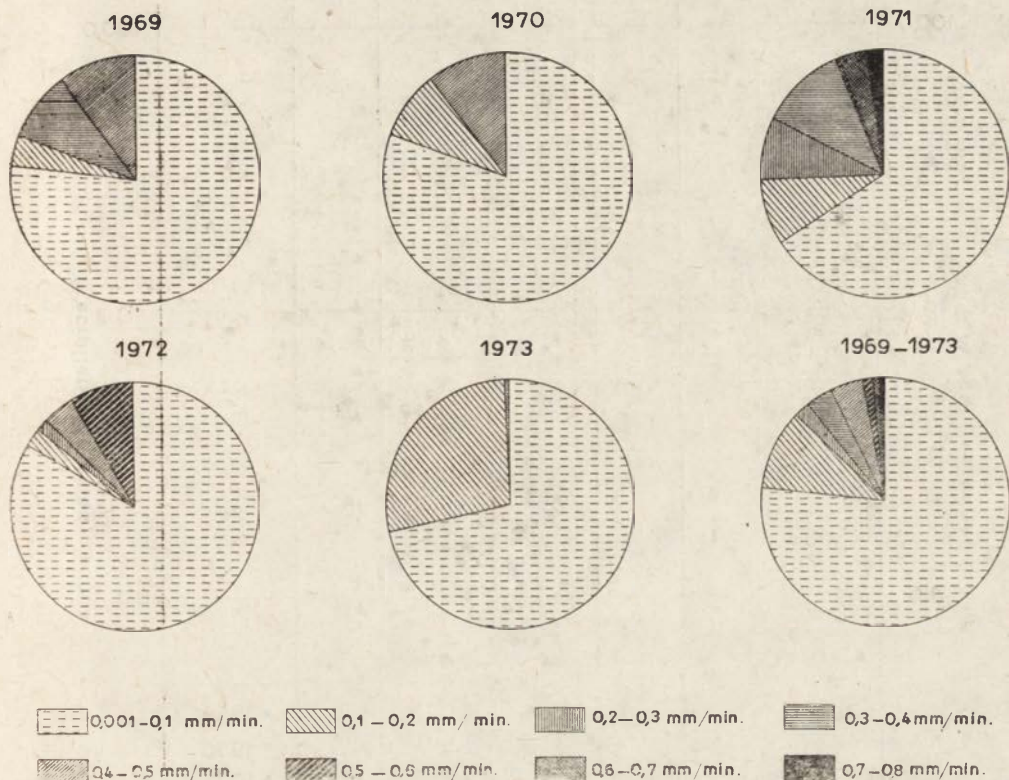
Total probability of rain occurrences of a defined mean intensity at the Szymbark Station, May—September, 1969—1973

Tabela 13

Średnia ilość wody dostarczonej przez deszcze o różnym średnim natężeniu na Stacji IG i PZ

Average amount of water from rains of variable mean intensities and per cent of mean monthly

Mie- siąc	Śred- nia suma opadu w mm	Nateżenie											
		0,001-0,1			0,1-0,2			0,2-0,3			0,3-0,4		
		liczba przy- pad- ków	opad w mm	%	liczba przy- pad- ków	opad w mm	%	liczba przy- pad- ków	opad w mm	%	liczba przy- pad- ków	opad w mm	%
V	79,2	20,0	55,3	69,8	0,8	6,1	7,7	0,2	6,7	8,5	0,2	11,1	14,0
VI	181,0	23,4	116,2	64,1	1,4	35,2	19,5	0,2	1,5	0,8	0,2	8,3	4,6
VII	119,6	23,6	99,8	83,4	1,4	9,4	7,9	0,2	0,7	0,6			
VIII	136,7	15,2	115,8	84,7	1,0	7,2	5,3						
IX	45,7	17,4	41,2	90,2	0,4	3,2	7,0	0,2	1,3	2,8			
V-IX	562,2	96,6	428,3	76,2	5,0	61,1	10,8	0,8	10,2	1,8	0,4	19,4	3,5



Ryc. 11. Ilość wody dostarczonej przez deszcze o różnym średnim natężeniu w procentach sumy za okres od maja do września w latach 1969—1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

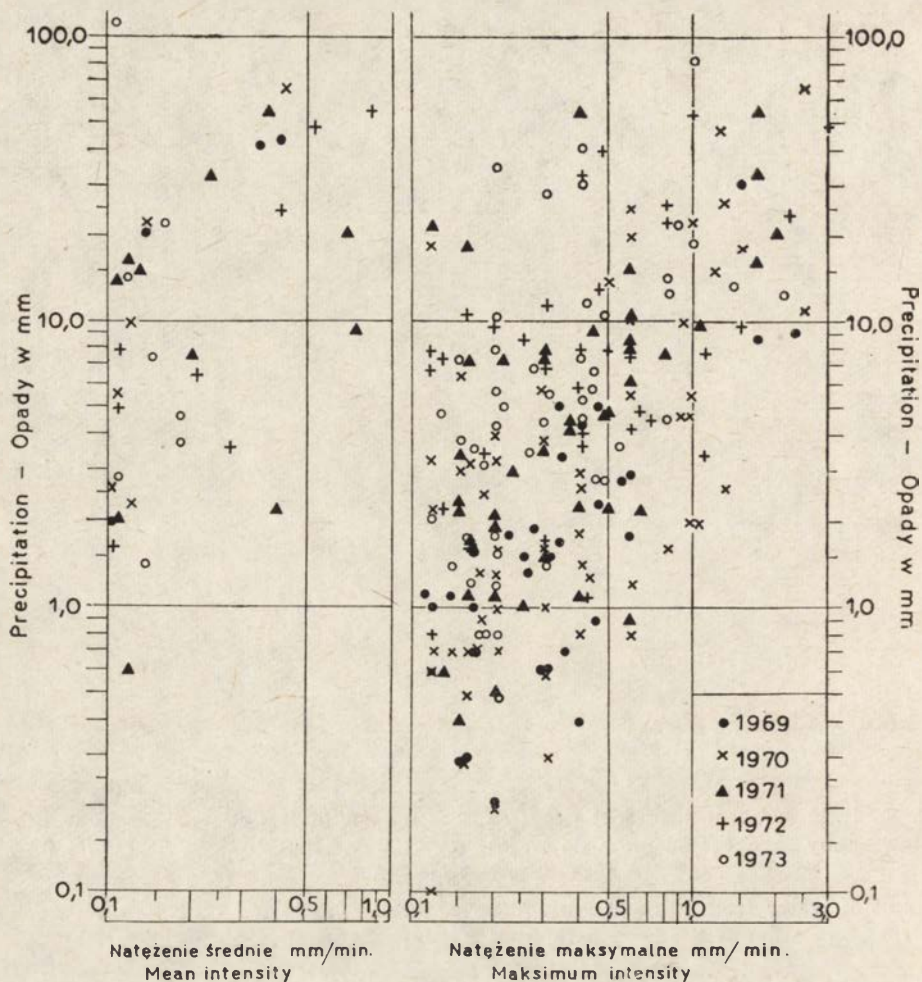
Amount of water from rains of variable mean intensities in per cent of total precipitation at the Szymbark Station, May—September, 1969—1973

oraz % średniej miesięcznej sumy opadu od maja do września w latach 1969—1973  
PAN w Szymbarku  
precipitation a the Szymbark Station, May—September 1969—1973

średnie w mm/min.

0,4–0,5			0,5–0,6			0,6–0,7			0,7–0,8			Średnia liczba przypadków
liczba przy- pad- ków	opad w mm	%	liczba przy- pad- ków	opad w mm	%	liczba przy- pad- ków	opad w mm	%	liczba przy- pad- ków	opad w mm	%	
0,4	13,6	7,5				0,2	4,2	2,4	0,2	2,0	1,1	21,2
			0,2	9,7	8,1							26,0
0,4	13,7	10,0										25,4
												16,6
0,8	27,3	4,9	0,2	9,7	1,7	0,2	4,2	0,7	0,2	2,0	0,4	18,0
												107,2



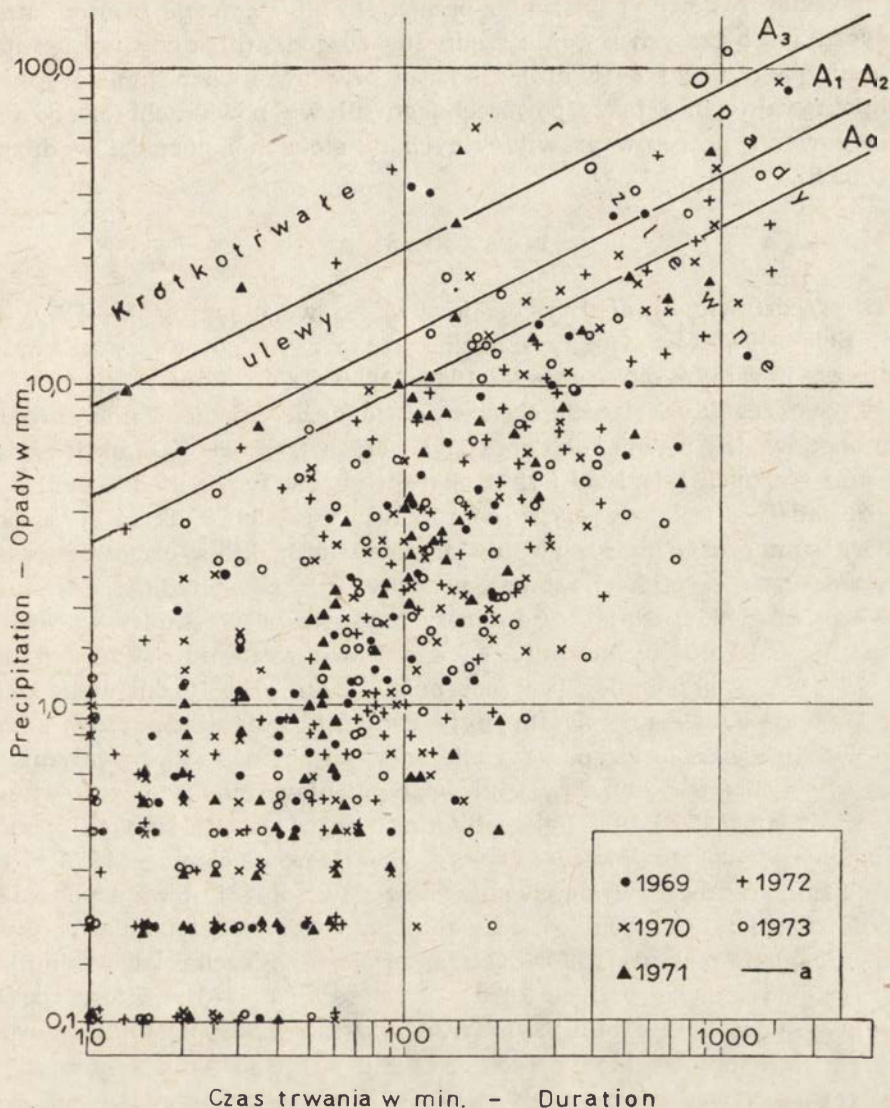


Ryc. 12. Związek między wysokością opadu a natężeniem średnim i maksymalnym powyżej 0,1 mm/min. od maja do września w latach 1969—1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

Relation between the amounts and intensities of rainfall (mean and maximal above 0,1 mm/min.) at the Szymbark Station, May—September, 1969—1973

We wszystkich latach przeważały ilościowo deszcze silne z wyjątkiem 1969 r., który pod względem wydajności opadów był rokiem kontrastowym w stosunku do innych. Wystąpiły w nim bowiem głównie deszcze mało wydajne oraz kilka przypadków opadów ulewnych i silnych opadów ulewnych, natomiast brak było opadów silnych.

Z punktu widzenia warunków występowania spływu powierzchniowego i infiltracji wód opadowych w przedstawionej masie zarejestrowanych deszczów (ryc. 13) większość charakteryzuje się na ogół małymi wysokościami, czasem trwania do 5 godz. i natężeniami poniżej 0,1 mm/



Ryc. 13. Związek między wysokością opadu i czasem trwania dla wszystkich przypadków deszczów z okresu od maja do września w latach 1969—1973 na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku (a — krzywe ilustrujące skalę Chomicza)

Relation between the amounts and durations of all rainfalls for the May to September periods, 1969—1973, Szymbark Station (a — curve illustrating the Chomicz's scale)

min. Z masy tej wyodrębniają się 2 typy deszczów o cechach ekstremalnych, związane z różnym typem cyrkulacji atmosferycznej:

1) krótkotrwale ulewy silne (opady burzowe), trwające maksymalnie do 3 godz. o wysokości od 10 do 75 mm i natężeniach maksymalnych 1—3 mm/min., w czasie których można spodziewać się lokalnie dużego spływu powierzchniowego i silnego splukiwania gleb na stokach;



2) opady rozlewne (związane z przejściem lub stagnacją frontów atmosferycznych) o czasach trwania rzędu 10—30 godz. (niekiedy występujące w serii obejmującej 3—5 dni) i będące przyczyną wzmożonego spływu śródpokrywowego, a także powszechnego spływu powierzchniowego oraz występowania procesów grawitacyjnych na stokach i powodzi w dużych zlewniach.

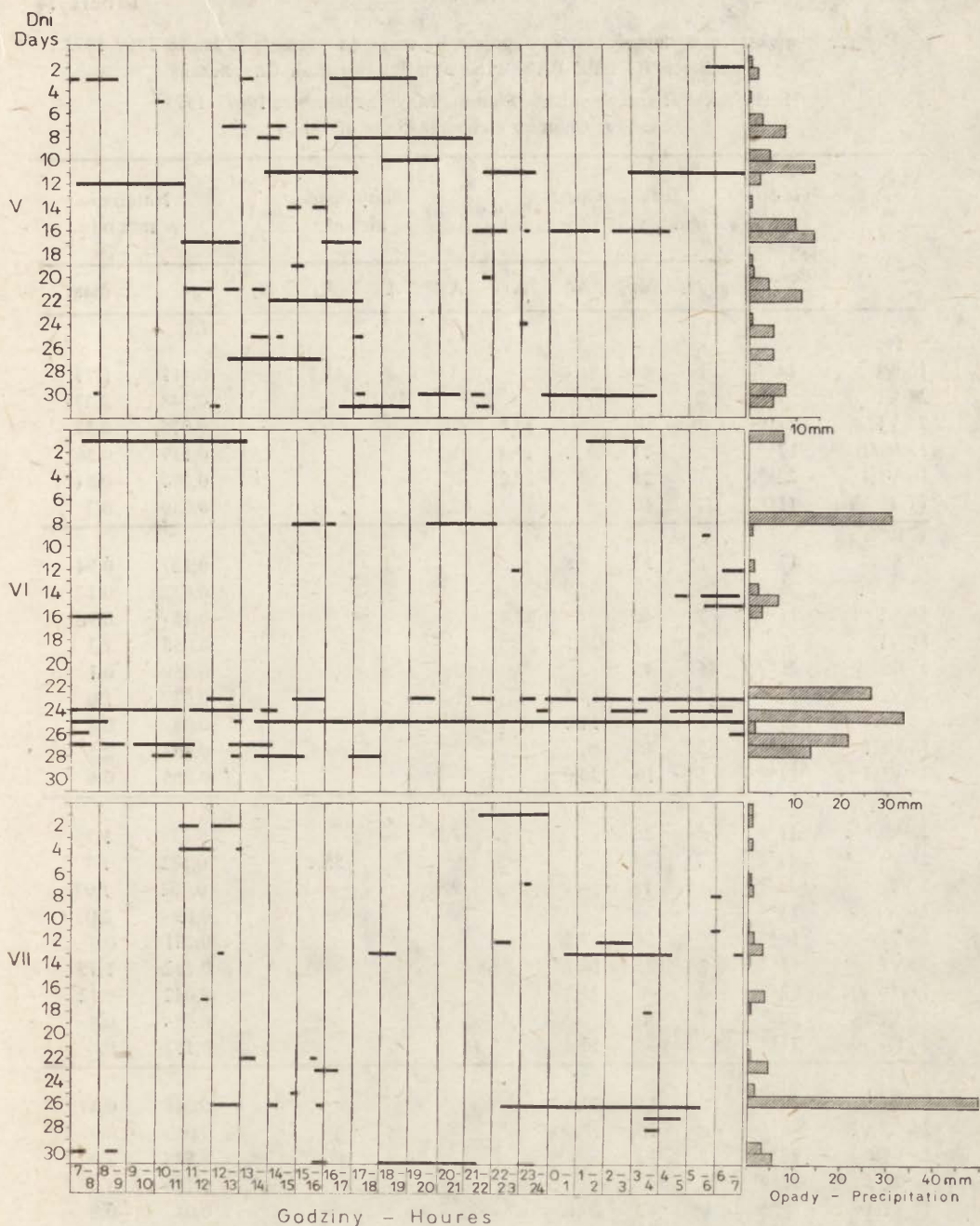
#### PODSUMOWANIE

Z przedstawionej analizy opadów okres wegetacyjny V—IX w latach 1969—1973 w Szymbarku można uznać za wilgotniejszy w porównaniu z tym samym okresem z lat 1900—1959 dla Grybowa.

W poszczególnych latach obserwuje się duże zróżnicowanie zarówno sum opadów, jak również ich rozkładu i czasu trwania. Z punktu widzenia sum rocznych lata 1969 i 1971 charakteryzowały się niedoborem opadu. Posiadały one opady niższe od wartości średnich o około 20%, najkrótsze sumaryczne czasy trwania deszczów oraz kilka ciągów okresów bezopadowych o cechach słabej posuchy lub posuchy (A. Schmuck, C. Koźmiński 1967). Najdłuższe okresy bezopadowe wystąpiły w 1969 r., w maju — 15 dni, w sierpniu — 9 dni, we wrześniu — 16 i 9 dni, a w 1971 r., na przełomie lipca i sierpnia, 14 dni oraz 10 dni w sierpniu. Okresy bezopadowe przeplatane były krótkimi seriami deszczów o małych wydajnościach oraz sporadycznie występującymi krótkotrwałymi silnymi ulewami (opady burzowe) lub opadami ulewnymi typu rozlewnego. Natomiast lata 1970 i 1973 były wilgotne o największych sumach opadów i długich czasach ich trwania. O wilgotności sezonu ciepłego 1973 r. zdecydowało częstsze występowanie deszczów dłużej trwających, lecz o mniejszych natężeniach, co pozwoliło na bardziej równomierne uwilgotnienie gleby niż w 1969 r. Charakterystyczną cechą lat wilgotnych były opady rozlewne w lipcu 1970 r. i w czerwcu 1973 r., które spowodowały powódź. Dla okolic Szymbarku większe znaczenie miała powódź 1973 r., która objęła głównie rzeki Beskidu Niskiego i miała szczególnie duże rozmiary w dorzeczu Ropy. Rok 1972, o opadach niewiele niższych od roku 1973, miał je bardziej równomiernie rozłożone na poszczególne miesiące przy największym (po 1969 r.) udziale deszczów o małych natężeniach oraz dłuższym niż w innych latach czasie trwania. Był to więc rok wilgotny, ale bez zjawisk ekstremalnych.

Bardzo istotny wpływ na rozmiary spływu i infiltracji oraz na przebieg wegetacji ma rozkład dobowy deszczów i czas ich trwania w stosunku do okresów bezopadowych (ryc. 14). Okresy bezopadowe zdarzyły się w różnych miesiącach. Częstsze były jednak w okresie pełni lata i jesieni, sprzyjając dojrzewaniu zbóż i pracom żniwnym, a z drugiej strony — na południowych stokach — mogą wpływać niekorzystnie na zbiory innych upraw, np. okopowych (E. Gil 1976; L. Starkel 1976). Ze względu





Ryc. 14. Dobowy rozkład deszczów, faktyczny czas ich trwania oraz sumy dobowe opadu od maja do lipca 1972 r. na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku

Daily distributions, amounts and durations of rainfalls during May, June and July 1972, Szymbark Station

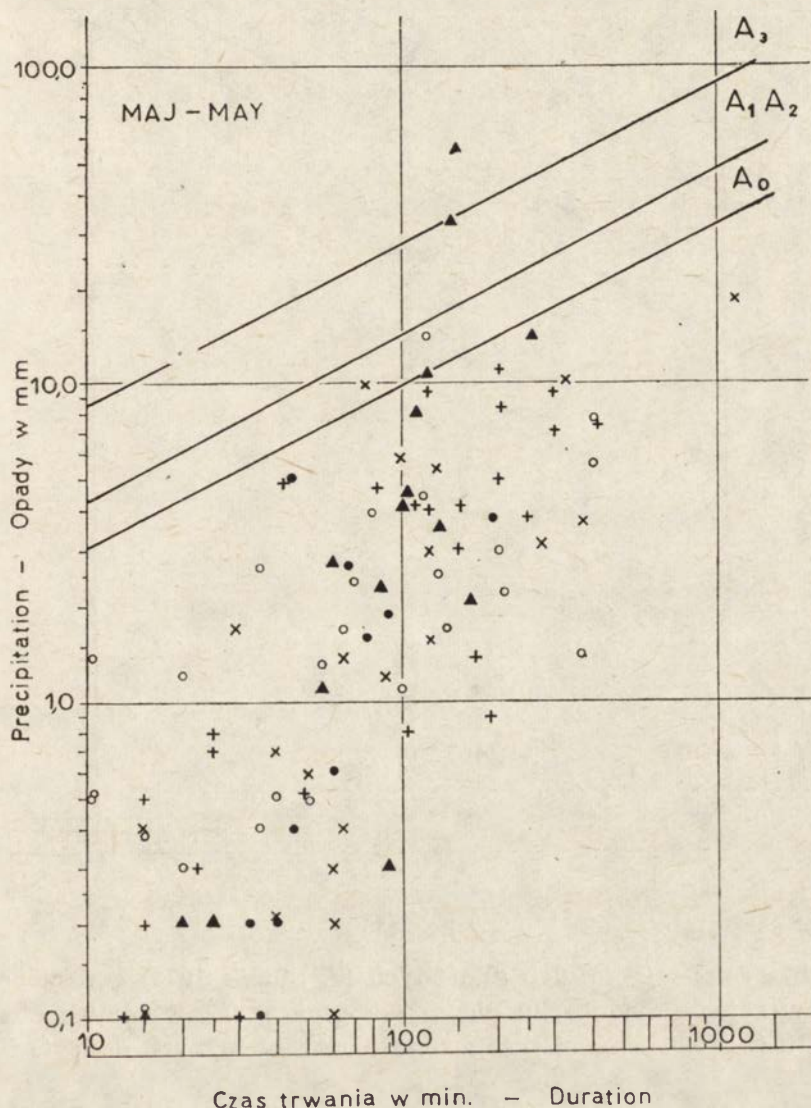
Deszcze o większych wydajnościach występujące od maja do września w latach 1969–1973  
na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku (wg skali Chomicza)

Heavy rains at the Szymbark Station, May–September, 1969–1973  
(based on Chomicz's classifications of rains)

Data	Godzi- na roz- poczęcia deszczu	Czas trwania		Opad silny	Opad ulewny			Silny opad ulewny		Opad nawa- lny	Natężenie w mm/min.	
		godz.	min.	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	A <sub>4</sub>	B <sub>1</sub>	śr.	max.	
1969 r.												
15 VI	14 <sup>35</sup>	1	45					43,2			0,411	1,74
20 VI	9 <sup>40</sup>	2					41,7				0,348	2,275
25 VI	23 <sup>10</sup>	7	50		35,6						0,076	0,33
15 VIII	17 <sup>34</sup>	2	27		20,4						0,139	0,56
16 VIII	22 <sup>10</sup>	7	25		32,2						0,073	0,34
17–18 VIII	11 <sup>35</sup>	27	10			87,0					0,059	0,3
1970 r.												
29 V	17 <sup>23</sup>	1	17	9,8							0,127	0,94
3–4 VI	3 <sup>00</sup>	16	9	31,9							0,032	0,17
11 VI	11 <sup>50</sup>	2	40		22,4						0,14	0,96
11 VI	17 <sup>30</sup>	7	50	26,1							0,056	1,3
17–19 VII	21 <sup>40</sup>	25	45			92,6					0,059	0,1
25 VII	15 <sup>30</sup>	4		18,5							0,077	1,0
8 VIII	13 <sup>30</sup>	3		14,2							0,08	0,8
15 VIII	21 <sup>15</sup>	2	45					66,5			0,403	2,5
22 VIII	11 <sup>40</sup>	5	10	20,0							0,065	0,6
1971 r.												
22 V	11 <sup>05</sup>	2	25			33,5					0,23	1,73
23 V	11 <sup>56</sup>	2	29					55,4			0,372	1,7
5 VI	11 <sup>22</sup>		13			9,9					0,762	1,07
11 VI	15 <sup>12</sup>		30					20,7			0,69	2,03
18 VI	18 <sup>25</sup>		34	7,5							0,221	0,3
27 VI	15 <sup>35</sup>	2	25	16,3							0,112	1,75
18–19 VII	2 <sup>35</sup>	6	40	22,3							0,042	0,12
23 VIII	20 <sup>30</sup>	15	30		54,3						0,058	0,4
26 IX	11 <sup>55</sup>	1	33	10,4							0,112	0,6
1972 r.												
23–24 VI	19 <sup>05</sup>	15	14	38,0							0,041	0,47
26–27 VI	6 <sup>30</sup>	6	15	22,5							0,06	0,9
26 VII(a)	12 <sup>00</sup>	1	30					48,6			0,54	3,0
(b)*	12 <sup>00</sup>	1							46,7		0,778	3,0
18 VIII	10 <sup>48</sup>	9	47	26,1							0,04	0,8
20–21 VIII	0 <sup>20</sup>	10	35			54,2					0,085	0,1
23 IX	15 <sup>40</sup>		30	6,4							0,21	0,5
1973 r.												
3 V	17 <sup>00</sup>	2		14,4							0,12	0,78
3 VI	13 <sup>08</sup>	3	22	19,5							0,097	1,0
6 VI	15 <sup>35</sup>	13	05	35,3							0,045	0,22

23-24 VI	3 <sup>00</sup>	22	30	46,6		0,034	0,275
29-30 VI	21 <sup>40</sup>	18			114,0	0,105	1,08
30 VI	20 <sup>20</sup>	8	50	41,5		0,078	0,36
27 VII	18 <sup>45</sup>	2	15	22,0		0,163	0,86
20 VIII	15 <sup>50</sup>	2	50	13,8		0,081	2,1

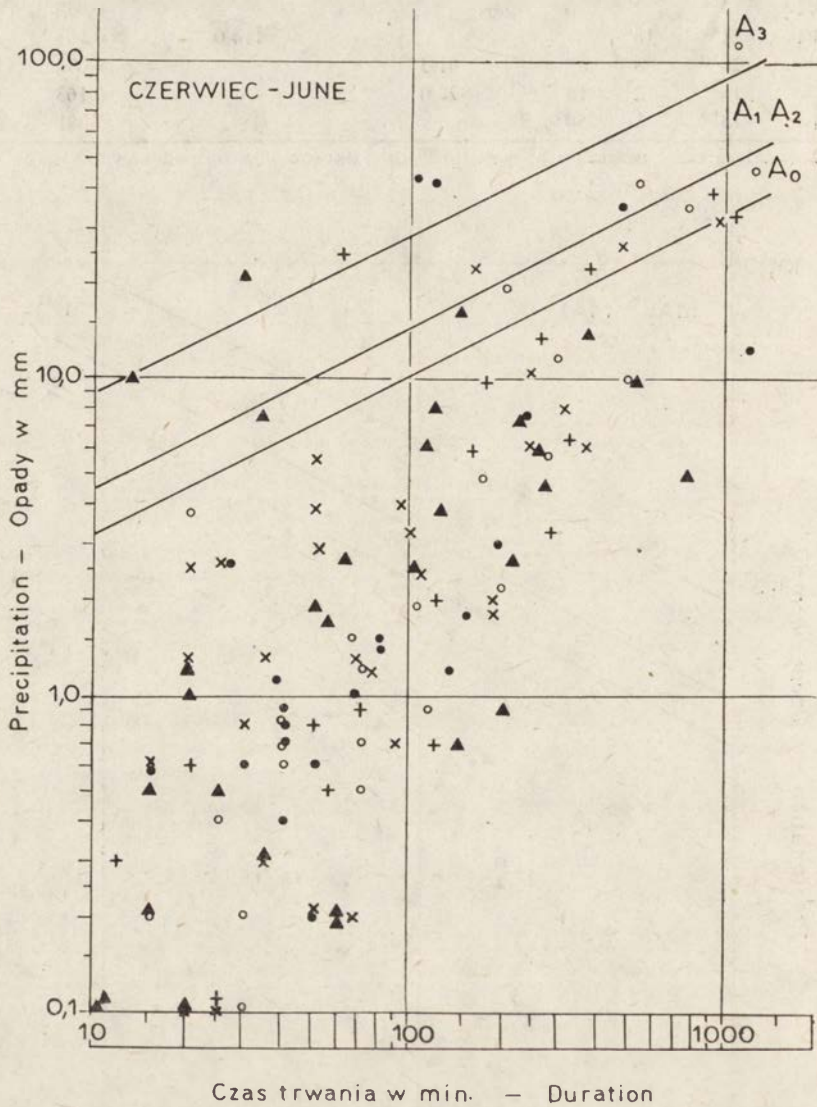
\* Zasadniczą część deszczu z pozycji (a) zaklasyfikowano jako opad nawałny (B<sub>1</sub>)



Ryc. 15a oraz bcde. Związek między wysokością opadu i czasem trwania dla wszystkich przypadków deszczów w poszczególnych miesiącach od maja do września w latach 1969—1973, na Stacji IG i PZ PAN w Szymbarku. Objasnienie sygnatur patrz ryc. 13

Relation between the monthly amounts and durations of all rainfall event at the Szymbark Station, May—September, 1969—1973 (for explanations see fig. 13)



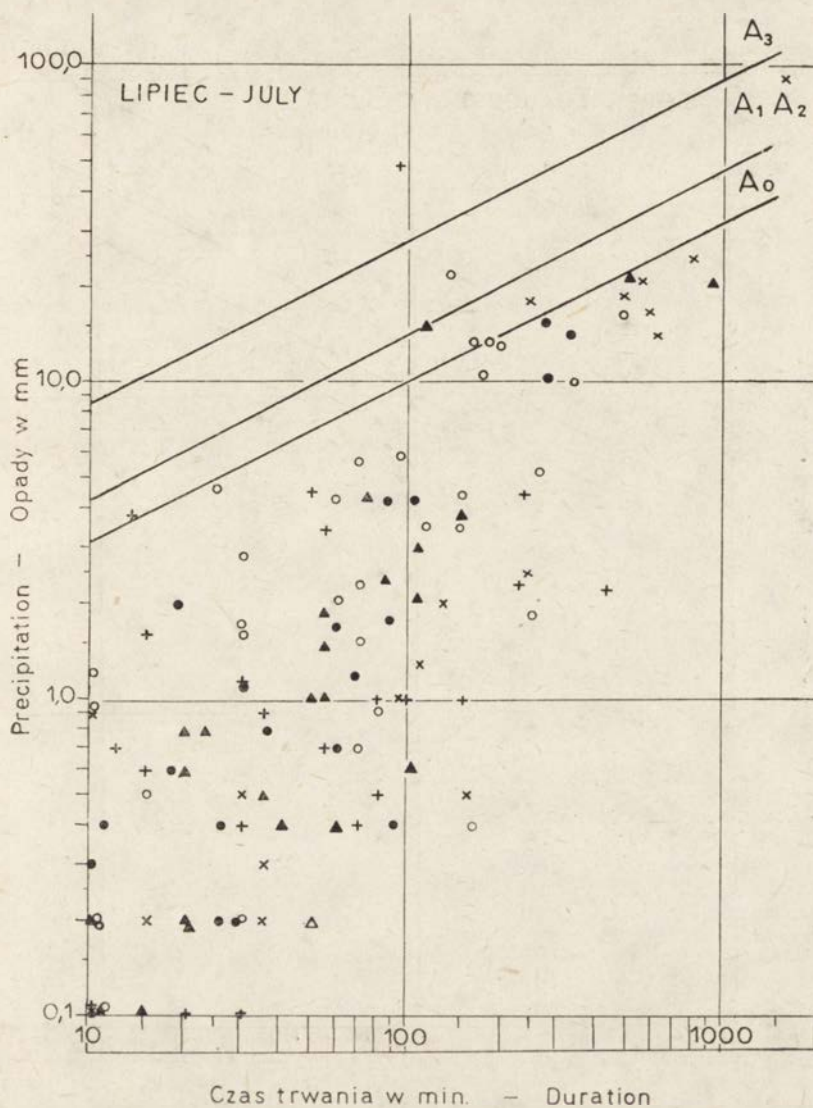


Ryc. 15b

na dobrą retencyjność gleb gliniastych (J. Słupik 1973) okresy bezopadowe w rejonie Szymbarku nie są tak groźne, jak w innych częściach Polski o glebach bardziej przepuszczalnych i wyraźnych deficytach opadów.

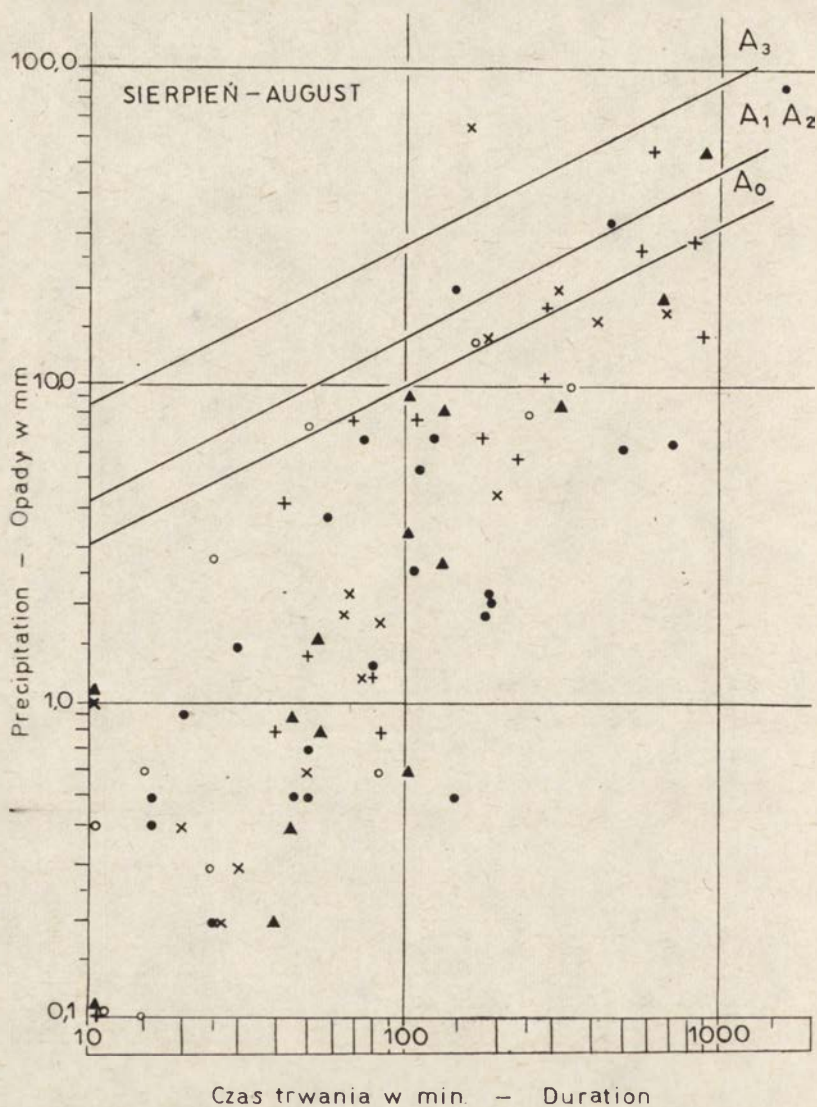
Między poszczególnymi miesiącami pory ciepłej panuje duże zróżnicowanie reżimu opadowego. Jednak w tych samych miesiącach na przestrzeni omawianego 5-lecia obserwuje się również pewne cechy wspólne.

W maju sumy opadów były bardzo zróżnicowane (16—144 mm), a łączny czas trwania deszczów wyniósł 11—58 godz. W stosunku do całkowitej liczby godzin średni łączny czas trwania deszczów stanowił



Ryc. 15c

5,3%. Typowe dla tego miesiąca były deszcze „drobne” o małych sumach i krótkim czasie trwania oraz o małych natężeniach (ryc. 15a). Natomiast częstotliwość tych deszczów w poszczególnych latach była różna. Na przykład w 1969 r. wystąpiło zaledwie 7 przypadków deszczów rozdzielonych wielodniowymi okresami bezopadowymi, a w 1972 r. częstotliwość deszczów była duża (29 przypadków). W maju istnieje tylko około 2% prawdopodobieństwa wystąpienia opadów silnych oraz ulew i około 1% deszczów rozlewnych. Krótkotrwałe ulewy są przyczyną wyjątkowo wysokich, jak na miesiąc maj sum miesięcznych — dwie ulewy w 1971 r.



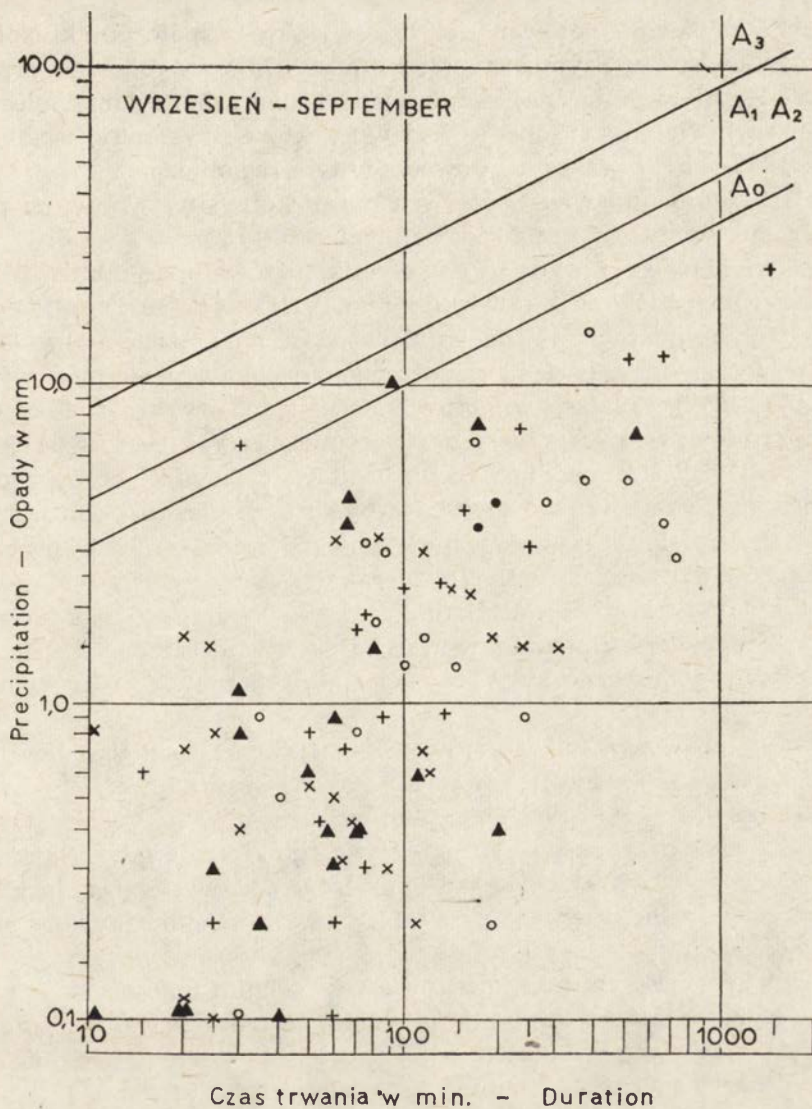
Ryc. 15d

dały w ciągu 5 godz. prawie 63% opadu miesięcznego. Po odjęciu tej sumy od sumy miesięcznej okazuje się, że maj 1971 r. miał opady niższe od średnich miesięcznych wartości. Jest to jeden z przykładów, jak bardzo do oceny rzeczywistego stopnia suchości bądź wilgotności, zwłaszcza okresów krótszych, potrzebna jest analiza poszczególnych deszczów.

Przewaga opadów małych w miesiącu maju jest korzystna dla wegetacji roślin, jednak zbyt mała ich częstość nie sprzyja rozwojowi zbóż ozimych i jarych.

Czerwiec charakteryzował się wysokimi sumami opadów — od





Ryc. 15e

150 mm (1970 r.) do prawie 300 mm (1973 r.), dużą częstotliwością deszczów, długimi i stosunkowo wyrównanymi w poszczególnych latach czasami ich trwania (56—91 godz.). Łączny średni czas trwania deszczu w tym miesiącu w stosunku do całkowitej liczby godzin wynosił 9,5%. W czerwcu, w porównaniu z majem, wzrastał udział deszczów silnych oraz ulew i silnych ulew o charakterze opadów rozlewnych (długie czasy trwania), jak również ulew o krótkich czasach trwania (opady burzowe), (ryc. 15b) i maksymalnych natężeń do 2,5 mm/min. Opady ulewne powodują wzmożony spływ powierzchniowy i erozję gleb. Na przykład w 1969 r.,

uważanym za suchy, notowano bardzo wysokie współczynniki spływu powierzchniowego w Szymbarku (J. Słupik 1973), wywołanego przez 2 krótkotrwałe ulewy o łącznej sumie opadu 85 mm (50% sumy miesięcznej czerwca). Natomiast opady rozlewne, które wystąpiły z końcem czerwca 1973 r. były przyczyną powodzi w tym regionie.

Typ opadów panujących w czerwcu ma niekorzystny wpływ na przebieg sianokosów oraz może powodować wyleganie zbóż.

Miesiące lipiec i sierpień charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem sum padów (VII — 60—218 mm, VIII — 41—191 mm). Występuje w tych miesiącach pewna regularność, a mianowicie — w latach suchych zwykle lipiec posiada mniejszą sumę opadu, a sierpień wyższą (1969, 1971, 1972), w latach wilgotnych sierpień był zwykle suchszy. Czas trwania opadów wahał się w dużych granicach (VII — 27—94 godz., VIII — 16—79 godz.), średnio stanowi on 6,7% całkowitej liczby godzinnych miesięcy. Częstotliwość deszczów w lipcu w stosunku do czerwca była mniejsza, natomiast w sierpniu notowano najniższą ilość przypadków deszczów dla miesięcy letnich. Charakterystyczną cechą tych dwóch miesięcy był brak krótkotrwałych ulew (opadów burzowych). Natomiast zdarzały się deszcze silne i ulewy o charakterze deszczów rozlewnych (ryc. 15c, d). Sporadyczne były przypadki silnych ulew (2 razy w ciągu 5 lat).

Poszczególne przypadki deszczów rozlewnych oraz silnych ulew stanowiły często 50% i więcej sum miesięcznych. Stwarzają one niekorzystne warunki dla przeprowadzania zbiorów zbóż, a w przypadku wystąpienia po okresie żniw mogą być przyczyną spłukiwania gleb. Natomiast momentem korzystnym w rozkładzie deszczów jest występowanie kilkudniowych ciągów bezopadowych (9—14 dni), które umożliwiają prace żniwne.

W r z e s i e ń jest, spośród analizowanych, drugim miesiącem po maju otrzymującym najniższe opady (8—83 mm), a czasy trwania deszczów wahały się w dużych granicach (6—70 godz.) i stanowiły średnio 6% całkowitej liczby godzin tego miesiąca. Typową cechą września jest przewaga deszczów o małych sumach (do 1,0 mm) i małych natężeniach. Natomiast częstotliwość deszczów była w poszczególnych latach bardzo zróżnicowana. Wyjątkowo suchy był wrzesień 1969 r. (2 przypadki deszczów), natomiast w pozostałych latach oscylowały wokół 20. Były to deszcze w przeważającej liczbie krótkotrwałe. Deszcze dłużej trwające zdarzały się sporadycznie. W ciągu 5 lat wystąpiły dwa razy deszcze silne oraz jeden raz deszcz rozlewny (ryc. 15e).

W miesiącu wrześniu posuchy, jak np. 1969 r. mogą utrudniać jesienne prace polowe, zwłaszcza jeśli i sierpień byłby ubogi w opady. W przypadku omawianego 5-lecia wydaje się, że zasoby wodne, zgromadzone w glebie w okresie miesięcy letnich, wystarczały na wyrównanie niedoborów września, ponieważ fliszowe gleby gliniaste dłużej zatrzymują



wodę. W latach o dużej częstotliwości opadów nie notuje się we wrześniu erozji gleb, nawet w obszarach użytkowanych rolniczo (odsłonięte gleby po zbiorach), zachodzi natomiast korzystny proces równomiernego wzbogacania zasobów wodnych gleby.

Opracowanie opadów pory ciepłej za okres 5 lat dla stacji w Szymbarku metodą oddzielnych deszczów daje bardziej szczegółowy i rzeczywisty obraz reżimu opadowego, który jest motorem procesów hydrologicznych i morfologicznych w środowisku geograficznym oraz warunkuje wegetację roślin, zwłaszcza uprawnych. Zastosowana metoda pozwala też na zrozumienie roli poszczególnych zdarzeń, zwłaszcza ekstremalnych, których wytłumaczenie, przy znajomości tylko sum opadu, byłoby niemożliwe.

Opracowanie 5-letniego okresu dla jednej stacji ukazuje pewne prawidłowości rozkładu opadów, ale nie pozwala na przenoszenie wniosków na dłuższy okres czasowy i na inne części Karpat.

Sądzę, że opracowanie opadów przedstawioną metodą dla wielu stacji z różnych regionów i dla dłuższego okresu pozwoliłoby przedstawić obraz zarówno zróżnicowania przestrzennego, jak też prognozować zmiany w zasobach wodnych okresu ciepłego oraz wysokości plonów szeregu roślin uprawnych.

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
Polskiej Akademii Nauk  
Zakład Geografii Fizycznej w Krakowie

#### LITERATURA

- Chomicz K., 1951a, *O najwyższych opadach krótkotrwałych i dobowych w Polsce*, Gosp. Wod., z. 1.
- 1951b, *Ulewy i deszcze nawalne w Polsce*, Wiad. Służ. Hydrol., t. II, z. 3.
- Gil E., 1976, *Splukiwanie gleby na stokach fliszowych w rejonie Szymbarku*, Dok. Geogr., z. 2.
- Instrukcja dla stacji meteorologicznych*, 1962, Instr. i Podr., Ser. A., nr 65.
- Niedźwiedź T., 1972, *Heavy rainfall in the Polish Carpathians during the flood in July 1970*, St. Geomorphol. Carpatho-Balcan., vol. 6.
- Schmuck A., Koźmiński C., 1967, *Przestrzenny rozkład częstości posuch atmosferycznych na terenie Polski*, Czas. Geogr., z. 3.
- Słupik J., 1973, *Zróżnicowanie spływu powierzchniowego na fliszowych stokach górskich*, Dok. Geogr., z. 2.
- Soja R., 1972, *Precipitation and discharge during the flood in July 1970 in the catchment basin of Bystrzanka*, St. Geomorphol. Carpatho-Balcan., vol. 6.
- Starkel L., 1976, *The role of extreme (catastrophic) meteorological events in contemporary evolution of slopes*, s. 203—246, [w:] *Geomorphology and Climate*. London.



- Taranowski M., 1937. *Zarys stosunków opadowych w Wilnie (1918—1937)*,  
Biul. Obs. Astr. w Wilnie, II Meteorologia, nr 13.
- Trybowski Cz., 1955. *O stosunkach opadowych w Rabce w latach 1934—1952*,  
Wiad. Służ. Hydrol., t. III, z. 5.

ANALYSIS OF PRECIPITATION AT SZYMBARK  
(POLISH FLYSCH CARPATHIANS) MAY—SEPTEMBER, 1969—1973

Summary

Precipitation in the growing season is examined by using the method of single rainfall analysis. The rainfall is considered as being single, when the duration between two falls of rain is at least two hours. Such a definition makes it possible to compare the results obtained with the standardized works done in the Institute of Meteorology and Water Resources (Instruction 1962). Detailed examinations of 536 rainfalls\* which occurred during the months May—September, 1969—1973, included: date, hours and minutes of both beginning and end of rainfall, its duration proper, amount, mean intensity and maximal intensity. The following parameters of rainfalls were then calculated: amount, duration and intensity, frequency of rainfalls with strictly defined values for the above parameters, and precipitated water amounts as well. Data were listed for every month of the 5-year period. This paper presents only some results.

Discussion of results: The rainfall totals, distributions and durations (tab. 1; figs. 1, 6) and rainfall frequencies (tab. 2) were subjected to considerable year — to year variability. Both the frequency of rainfalls of a given amount and the amounts of precipitated water are listed in tables 3—9 and figures 2—4. Rains of 0,1—5,0 mm (76,5% of all rainfalls) are dominant. The greatest water amounts result from rains higher than 20,0 mm (42—62%). In May — September, the rainfall duration was 6,9% of the total number of hours. Rains (78,4%) whose duration reached 3 hrs (tab. 10; fig. 5) occur most frequently and comprise 41,5% of the rainfall amounts during the May — September period (tab. 11). The amounts of water from rains of varying duration in the individual years are shown in figure 7. About 93% of the mean rainfall intensities were lower than 0,1 mm/min. (tab. 12; fig. 5, 8, 9). Such rains make up 76,2% of the precipitation total during the May-September period (tab. 13). Mean rainfall intensities exceeding 0,1 mm/min. (and maximal intensities of 0,76 mm/min.) were occasionally recorded. The greatest rain intensities associated with thunderstorms reach 3 mm/min. (tab. 14). Rains of varying intensities in per cent of the rainfall total shown in figure 11. On the basis of the general runoff and infiltration conditions of precipitated water the following types of rainfall were distinguished (fig. 13): 1) Normal rains with low amounts (mainly less than 5,0 mm), durations reach 5 hrs, intensities do not exceed 0,1 mm/min.; 2) Heavy rainfalls — their amounts reach 10,0—75,0 mm, durations do not exceed 3 hrs., the greatest intensities being 1—3 mm/min. Such rainfalls may locally increase surface runoff and soil-erosion; 3) Continuous rainfalls — their amounts reach 40,0—120,0 mm, duration is of the order of 8—30 hrs., maximal intensities being 0,1—1,0 mm/min. Such rainfalls create subsurface runoff, overall surface runoff, gravity induced slope processes and floods in the greater drainage

\* Details were taken from the pluviographic recordings at the Research station of the Institute of Geography and Spatial Organization, Polish Academy of Sciences, at Szymbark near Gorlice in the eastern part of the Polish flysch Carpathians.

basins. The relationship between the daily distribution and duration of rainfalls and the dry spells (fig. 14) is essentially important to both surface runoff rates and plant growth. The dry spells occur mainly at the height of the summer and in the autumn, and thus allow the ripening of cereals and intense field works. In the warm season, the rainfall regime varies from month to month. During the 5-year period, the same months have many features in common. In May the rainfall amounts and durations (only 5% of the total number of hours) are generally small. A typical feature are short and less intense rainfalls. Thunderstorms and/or continuous rainfalls are rare (fig. 15a). In May rains favour plant growth. Prominent features of rainfalls in June are high amounts and long durations (9,5% of the total number of hours), high frequencies, heavy thunderstorms and/or continuous rainfalls (fig. 15b). Such falls create soil erosion and destructive floods, and hinder the cutting of hay. In July and August both the total duration (6,7% of the total number of hours) and frequency of rains is less than in June. High intensity rainfalls are rare, whereas continuous rainfalls occur more often (fig. 15d). Such falls may cause soil erosion. Dry spells (9—14 days) in these months are favourable for the harvesting of cereals. In September rainfall amounts and durations (6% of the total number of hours) are small, and irregularity in occurrence and low rainfall intensities typical, even frequently occurring rainfalls do not cause soil erosion and the water content of soils is replenished uniformly then.

It appears, that by an analysis of single rainfalls it is possible to characterize the precipitation regime in the growing season with a fair degree of accuracy. It is this regime which influences all hydrological and morphological processes, and the growth of cultivated plants as well. It is also possible to interpret correctly the extreme phenomena, whereas the monthly and annual amounts of rainfall are quite insufficient for this purpose.

*Translated by S. Gilewska*





ANDRZEJ WELC

PROCESY EOLICZNE W ZLEWNI BYSTRZANKI  
KOŁO SZYMBARKU  
W LATACH 1969—1971

WSTĘP

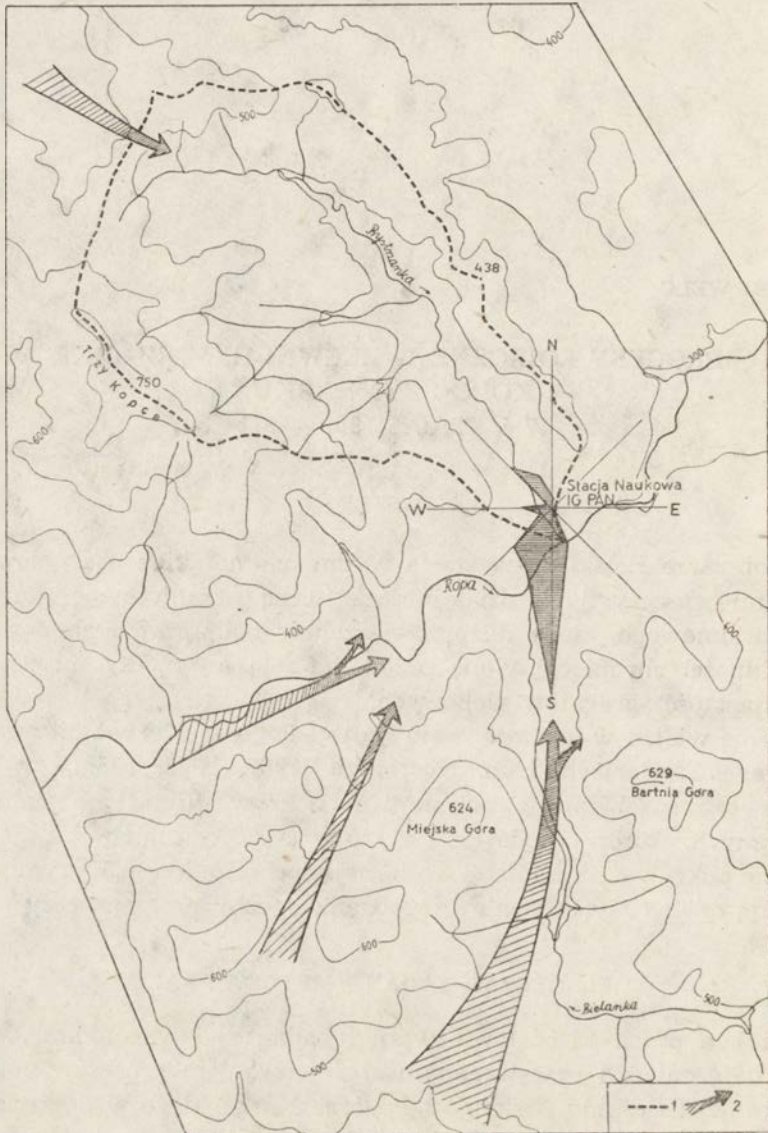
Na obszarze Polski, poza strefą wydm nadmorskich oraz niewielkimi obszarami piaszczystymi, działalność eoliczna ogranicza się głównie do półrocza zimowego, kiedy duże powierzchnie pól uprawnych pozbawione są roślinności chroniącej glebę przed deflacją a procesy mrozowe rozbijają spoiwość agregatów glebowych.

Na rolę wiatru w kształtowaniu rzeźby Pogórza Karpat pierwsi zwrócili uwagę T. Gerlach i L. Koszarski (1967, 1968, 1969), wykazując związek tego problemu z powstaniem pokryw gliniastych na stokach zawietrznych. Autorzy podają, że tylko w ciągu ostatnich 100 lat nagromadzone pokrywy akumulacji eolicznej dochodzą do 3,5 m miąższości. Wskazują oni na niwelowanie i łagodzenie rzeźby przez procesy eoliczne.

CEL, OBSZAR BADAŃ I METODA PRACY

Niniejsza praca przedstawia wyniki badań nad warunkami występowania, natężeniem i przestrzennym zróżnicowaniem procesów eolicznych na pograniczu Beskidu Niskiego i Pogórza Karpackiego w dorzeczu Ropy koło Szymbarku w sezonach zimowych 1968—1971. Szczegółowe obserwacje tych procesów przeprowadzono na stokach zlewni Bystrzanki (13,56 km<sup>2</sup>). Teren ten zbudowany jest ze skał fliszowych. Północne stoki Beskidu Niskiego zbudowane są z piaskowców magurskich i pokryte są lasem (Trzy Kopce — 750 m n.p.m.), natomiast garby pogórskie Wiatrówki—Podlesie oraz Taborówka—Bucze zbudowane są z piaskowców i łupków kredy inoceramowej. Obszar pogórski zajęty jest pod uprawę.

Garby pogórskie o wysokości względnej około 150 m, leżące po obydwu stronach doliny Bystrzanki, mają wierzchowiny zaokrąglone lub spłaszczone. Profil stoków jest wypukły lub wypukło-wklęsły o nachy-



Ryc. 1. Główne kierunki napływu wiatrów nad obszar zlewni Bystrzanki  
1 — granica zlewni; 2 — główne kierunki wiatrów

Main wind directions in the Bystrzanka drainage basin  
1 — basin boundary; 2 — main wind directions

leniach  $4-5^{\circ}$  w partiach przywierzchowinowych,  $8-12^{\circ}$  w części środkowej i około  $4^{\circ}$  u podnóża stoków (L. Dauksza i in. 1970). Przemodelowane są one przez liczne osuwiska i dolinki nieckowate. Stoki doliny potoku Bystrzanki narażone są głównie na wiatry z kierunku południowego, wnikające z Beskidu Niskiego przez przełom potoku Bielanki,



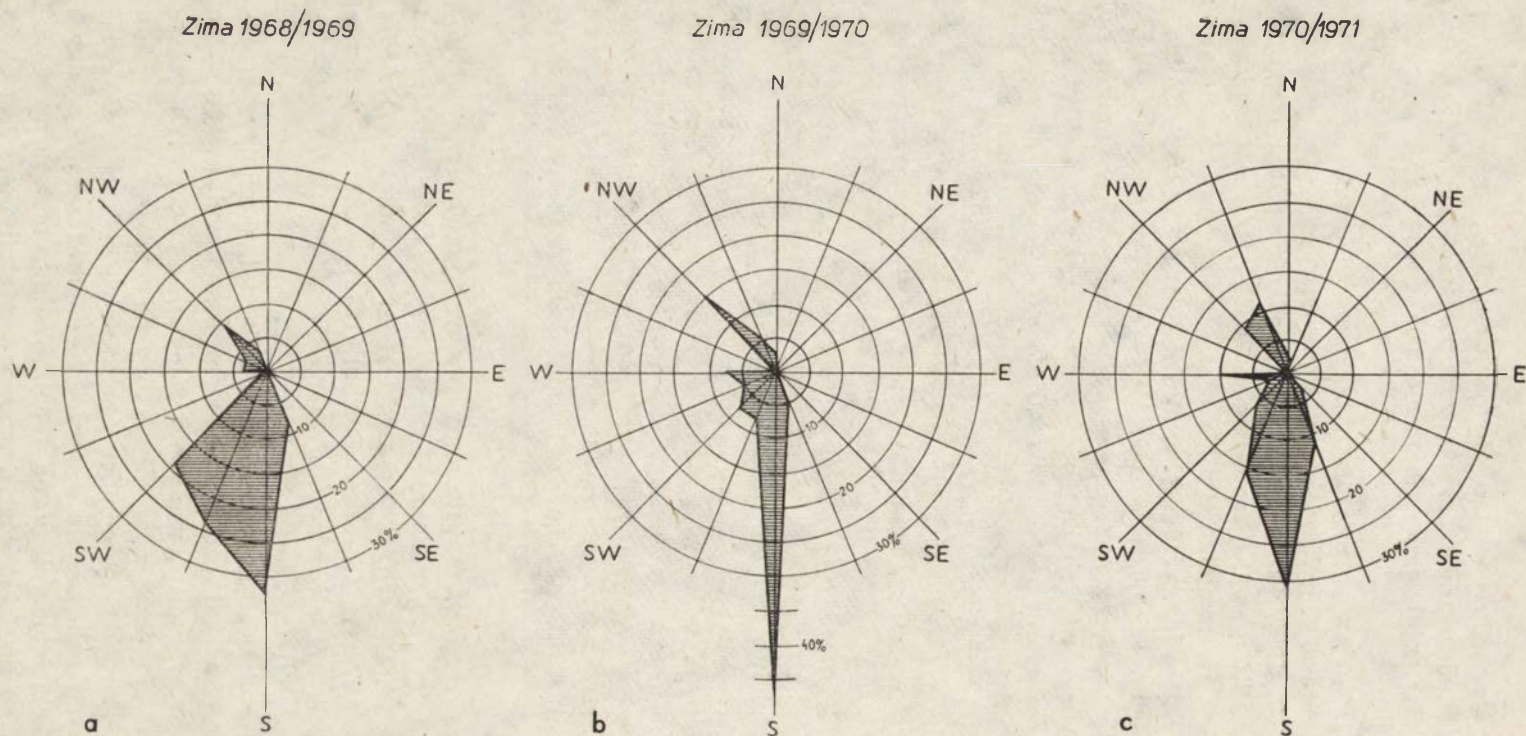
wiatry południowo-zachodnie wiejące doliną rzeki Ropy mającej w tej części przebieg równoleżnikowy oraz wiatry północno-zachodnie dostające się w dolinę Bystrzanki przez obniżenie działu wodnego Bystrzanki i Szalówki (ryc. 1).

Pomiary i obserwacje nad morfologiczną działalnością wiatrów prowadzone były w okresie zimy podczas występowania pokrywy śnieżnej w latach: 1968/1969, 1969/1970 i 1970/1971. Prędkość wiatru mierzono codziennie na stoku Taborówki (Stacja Naukowa IG i PZ PAN w Szymbarku) przy pomocy wiatromierza Wilde'a oraz w miejscu obniżenia garbów Taborówka—Bucze (powyżej Technikum Rolniczego w Bystrej) przy pomocy anemometru ręcznego na wysokości 2 m. Wskaźnikiem wywiewania materiału glebowego z pól uprawnych był materiał akumulowany na śniegu po stronie zawietrznej stoków podczas występowania silnych wiatrów. Metoda pobierania materiału osadzanego na śniegu po każdym silnym wietrze nie daje pełnego obrazu wielkości wywiewania i akumulacji w okresie całej zimy, gdyż pokrywa śnieżna na badanym obszarze zanika kilkakrotnie w ciągu zimy, głównie w wyniku ciepłych wiatrów południowych i braku opadów śniegu. W związku z tym bez odpowiedniej ilości deflametrów nie można określić wielkości transportowania przez wiatr materiału w bezśnieżnych okresach zimy, czy w okresie wczesnej wiosny i późnej jesieni, kiedy na większości pól uprawnych brak jest roślinności lub jest ona nikła. Metoda ta połączona jednak z kilkakrotnym kartowaniem obszarów deflacyjnych i akumulacyjnych po wystąpieniu silnych wiatrów, a także z pomocą zdjęć fotograficznych daje możliwość przedstawienia zróżnicowania przestrzennego natężenia procesów eolicznych na badanym obszarze. Materiał glebowy osadzany przez wiatr na stokach zawietrznych zbierano wraz ze śniegiem z powierzchni 1 m<sup>2</sup>, a z bardziej mięjszych zasp powierzchni pobierania ograniczano do 0,5 m<sup>2</sup> i uzyskany materiał ważono po wysuszeniu.

Na badanym obszarze w okresie zimy przeważają wiatry z kierunków południowych (ryc. 2), podobnie jak w całym obszarze Beskidu niskiego i Pogórza (T. Gerlach, L. Koszarski 1968; S. Janiga 1971, 1975; J. Lewińska 1968, 1976; B. Obrębska-Starkel 1974). Ostatnia autorka wskazuje na fakt, iż dni o bardzo silnym wietrze koncentrują się zdecydowanie w okresie od grudnia do lutego.

Dla określenia roli wiatrów w procesie deflacji i akumulacji materiału glebowego niesionego wraz ze śniegiem brano pod uwagę tylko występowanie wiatrów umiarkowanych i silnych, przy których obserwowano ten proces. Prędkość wiatru mierzono na wysokości około 2 m nad powierzchnią gruntu przy pomocy anemometru ręcznego. Do wiatrów umiarkowanych zaliczano te wiatry, które przekraczały prędkość 5,5 m/sek. (Instrukcja Meteorologiczna 1962). Według empirycznych wyliczeń (A. Jahn 1969) prędkość wiatru przy powierzchni ziemi jest około





Ryc. 2. Udział wiatrów z poszczególnych kierunków na badanym obszarze

a — w okresie od 1 XII 1968 do 30 IV 1969; b — w okresie od 1 XII 1969 do 30 IV 1970; c — w okresie od 1 XII 1970 do 30 IV 1971 r.

Prevailing wind directions in the study area

a — from Dec. 1, 1968, to April 30, 1969; b — from Dec. 1, 1969, to April 30, 1970; c — from Dec. 1, 1970, to April 30, 1971

Tabela 1

Wiatry umiarkowane i silne (powyżej 5,5 m/sek.) notowane w zlewni Bystrzanki  
High- and medium intensity winds in the Bystrzanka drainage area

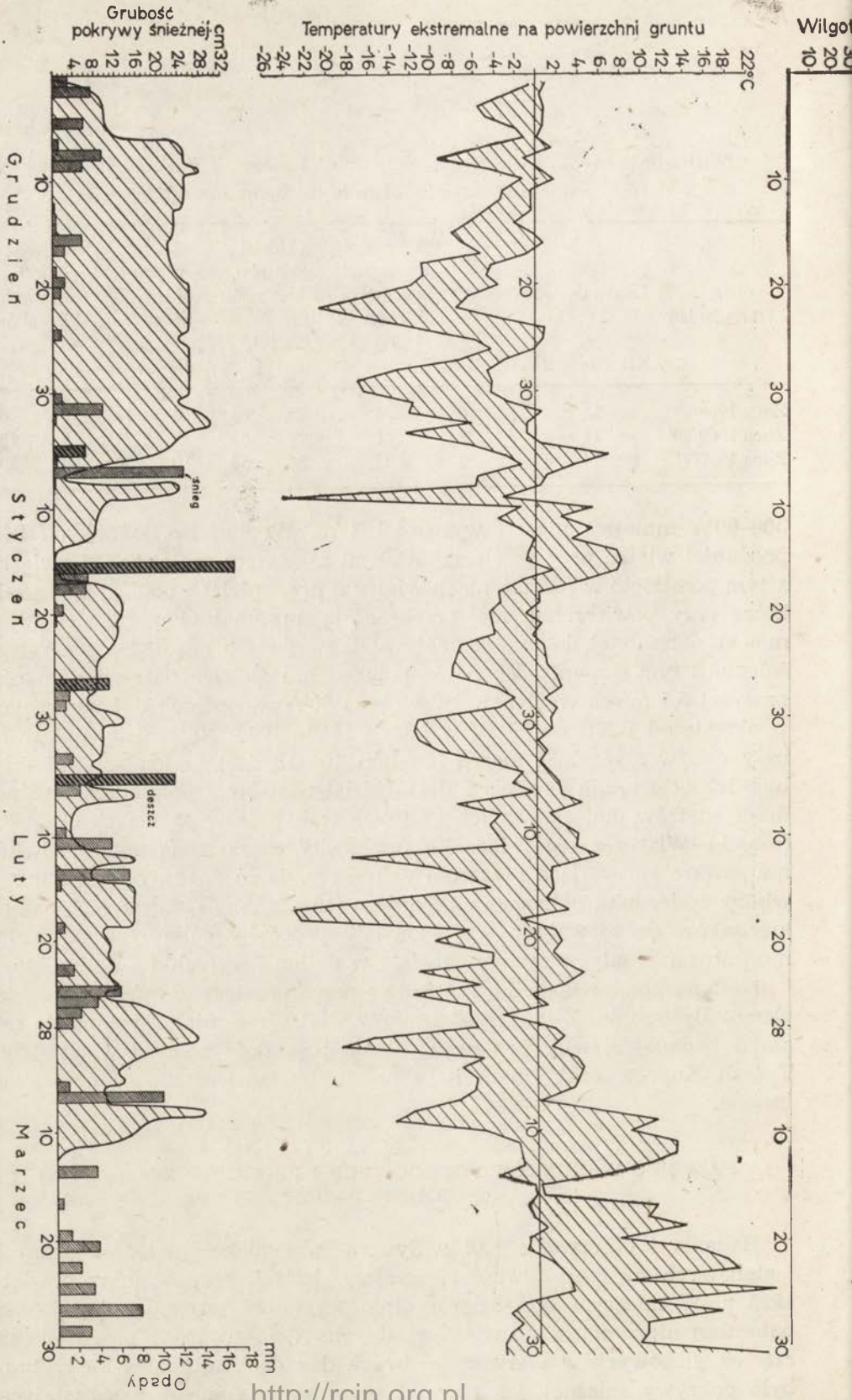
Okres badań	Liczba dni w miesiącach					Suma dni z wiatrami umiarkowa- nymi i silnymi	Udział wiatrów z kierunków południo- wych		Udział wiatrów z kier. pół- nocno-za- chodniego		Wiatry z innych kierunków	
	XII	I	II	III	IV		dni	w %	dni	w %	dni	w %
	Zima 1968/69	4	13	6	5		6	34	28	82	4	12
Zima 1969/70	3	11	8	12	7	41	27	66	9	22	5	12
Zima 1970/71	8	14	4	12	7	45	26	58	10	22	9	20

50—60% mniejsza niż na wysokości 2 m. Według R. Bagnolda (1941) prędkości wiatru przy powierzchni ziemi są jeszcze mniejsze. W związku z tym pominięto w rozważaniach wiatry o prędkościach poniżej 5,5 m/sek, które przy powierzchni nie przekraczają minimalnej prędkości (3—4 m/sek) potrzebnej do przenoszenia płatków świeżo spadłego, puszystego śniegu, a tym samym odsłaniania powierzchni gleby. Wiatry o prędkości powyżej 5,5 m/sek występowały w około 30% wszystkich dni wietrznych w okresie od 1 XII do 30 IV w latach 1968—1971. Najczęściej notowane były one w styczniu i marcu (średnio 10—13 dni), natomiast najmniej było ich w grudniu (średnio 5 dni). Udział wiatrów z południa w ogólnej ilości wiatrów umiarkowanych i silnych wahał się w granicach 58—80% (tab. 1). Wiatry z tego kierunku przynosiły często ocieplenia i odwilże nie zawsze sprzyjające procesom eolicznym. Dość znaczny udział miały wiatry z kierunku północno-zachodniego (13—22%). Wiatry z tych dwóch kierunków decydowały o występowaniu procesów eolicznych na badanym obszarze, gdyż pierwsze wpadały w dolinę Bystrzanki z doliny Ropy i przełomu potoku Bielanki, zaś drugie przez przełęcz w źródłowej części zlewni Bystrzanki. Z innych kierunków wiatry nie miały dostępu do obszaru badanej zlewni, ponieważ osłaniają ją dość znaczne wzniesienia Trzech Kopców oraz Bucza i Taborówki całkowicie lub w części zalosione.

#### PRZEBIEG WARUNKÓW POGODOWYCH I PROCESÓW EOLICZNYCH W OKRESIE BADAŃ

Badania i obserwacje nad wpływem warunków meteorologicznych i glebowych na częstotliwość i rozmiary deflacji rozpoczęto w grudniu 1968 r. W miesiącu tym czterokrotnie wystąpiły wiatry umiarkowane, natomiast nie zanotowano wiatrów silnych. Nie zauważono przewiewania cząstek glebowych w pierwszych dwóch dekadach miesiąca, kiedy brak było pokrywy śnieżnej, jak również przewiewania śniegu z narastającej



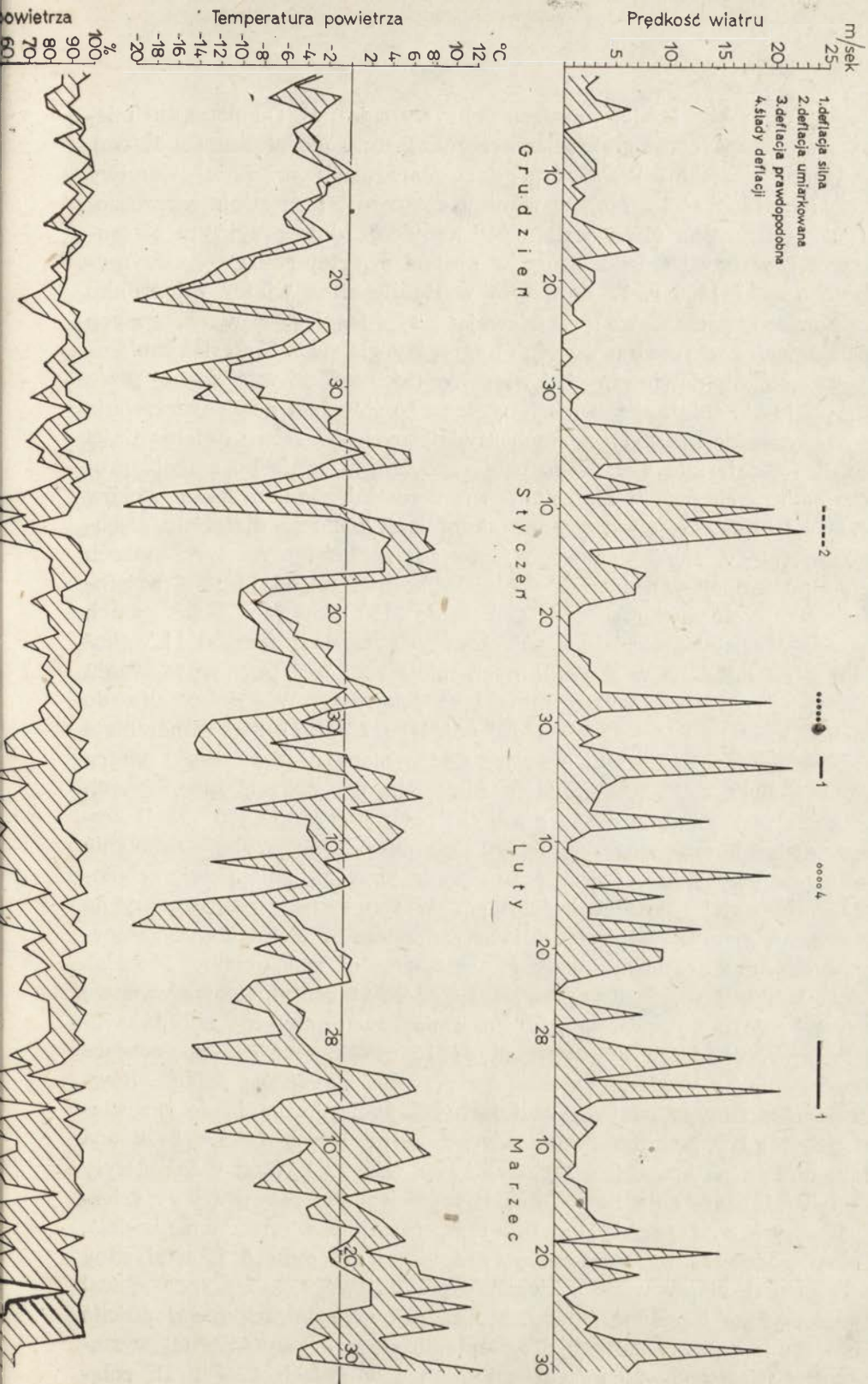


<http://rcin.org.pl>

Ryc. 3. Przebieg warunków pogodowych

Weather conditions in the





systematycznie pod koniec miesiąca pokrywy śnieżnej. Od początku miesiąca następowało coraz głębsze zamarzanie gruntu (do głębokości 32 cm), przerywane okresami kilkakrotnego rozmarzania wierzchniej warstwy gruntu (do głębokości 3 cm), w wyniku czego został on silnie rozkruszony. Tak rozkruszona gleba została pod koniec grudnia przykryta 23-centymetrową warstwą śniegu, który w postaci zwartej pokrywy utrzymywał się do 6 I 1969 r. W dniu tym wystąpiły silne wiatry z kierunku południowego, początkowo przewiewające sypki śnieg, a w następnych dwóch dniach rozkruszone wcześniej agregaty glebowe. Materiał zabierany był ze stoków dowietrznych i wleczony (toczony) po wyslizganej przez wiatr pokrywie śnieżnej lub niesiony wraz ze śniegiem nad powierzchnią i osadzany na najbliższych stokach zawietrznych. W celu ustalenia ilości osadzanego materiału glebowego pobierano bezpośrednio po ustaniu procesów eolicznych próbki materiału wraz ze śniegiem z 5-ciu stoków (ryc. 5), gdzie zawsze obserwowano akumulację eoliczną materiału glebowego na śniegu. Ilość glebowego materiału eolicznego na tych stokach złożona po deflacji w dniach 6—9 I 1969 r. wahała się od 30 g/m<sup>2</sup>, rozproszona na dużych powierzchniach stoków do 3123 g/m<sup>2</sup> w wąskich pasach zasp, przy deflacji materiału z pól zaoranych na zimę oraz od 11,5 g/m<sup>2</sup> do 633 g/m<sup>2</sup> składana w analogicznych miejscach, lecz przy wywiewaniu materiału z pól obsianych ozimną i ze ściernisk. Wiatry o sile do 15 m/sek wystąpiły jeszcze kilka dni później (12—13 I), lecz zamarznięta gleba bez luźnego materiału była już uodporniona na działalność wiatru i deflacja była słaba. Akumulacja materiału na stokach zawietrznych dochodziła maksymalnie do 54 g/m<sup>2</sup>. Od połowy stycznia (15—22 I) wystąpiły dodatkowo temperatury w ciągu dnia powodujące szybkie zanikanie płatów pokrywy śnieżnej oraz rozmarzanie w ciągu dnia powierzchniowej warstwy gleby do głębokości 4 cm. W tym okresie temperatury na powierzchni gruntu podlegały dużym wahaniom w ciągu doby. Temperatury minimalne osiągały wartość -15,3°C, a maksymalne +9,9°C. W dniach 22—25 wystąpiły opady, dając około 25-centymetrową warstwę pokrywy śnieżnej. Towarzyszyły im umiarkowane wiatry południowo-zachodnie dochodzące w porywach do 15 m/sek, lecz nie powodujące przewiewania ze względu na dużą przyczepność mokrego śniegu. Również podczas silnych wiatrów w dniach 28—29 I nie doszło do przewiania gleby, gdyż pomimo zwiania w wielu miejscach śniegu była ona przemarznięta po krótkotrwałej odwilży w dniu 22 I. Wiatry zakończyły się opadami, które dały nową 10-centymetrową warstwę pokrywy śnieżnej. W lutym występowały dodatkowo temperatury powietrza w ciągu dnia, które powodowały topienie pokrywy śnieżnej. W dniu 8 II wiał silny (9—17 m/sek), ciepły wiatr z kierunku południowego, który spowodował jedynie szybsze topnienie śniegu. Mokra pokrywa śnieżna nie dopuściła do powstania procesu deflacji. Po stopieniu się pokrywy śnieżnej wystąpiły silne wiatry (9—20 m/sek) południowe w dniach 19—20 II, połą-



czony z opadami deszczu. Grunt był mokry i deflacja również nie wystąpiła. W marcu zanotowano 5 dni z wiatrami nie przekraczającymi prędkości 10 m/sek, podczas których nie wystąpiły procesy deflacji. Również w kwietniu brak było warunków do wystąpienia deflacji.

W zimie tej dużą rolę odegrał początkowy, bezśnieżny okres, w czasie którego następowało rozkruszanie wierzchniej warstwy gleby na drobne agregaty, spowodowane jej zamarzaniem i odmarzaniem. Rozkruszenie gleby przyczyniło się do wystąpienia silnej deflacji podczas wiatrów w dniach 6—8 II. W dalszej części zimy procesy eoliczne nie odegrały większej roli, pomimo kilkakrotnego wystąpienia silnych wiatrów, gdyż przeważały ciepłe wiatry południowe (często z opadami) powodujące taniecie śniegu i silne zawilgocenie gruntu.

Okres zimowy 1969/1970 był odmienny od poprzedniego. Od początku grudnia ustaliła się pokrywa śnieżna, która utrzymywała się przez cały miesiąc. W miesiącu tym nie zanotowano silnych wiatrów. W dniach 3—5 I wystąpiły wiatry z kierunku południowego, których prędkość w ostatnim dniu dochodziła do 17 m/sek. Przyniosły one ocieplenie powodujące szybkie topnienie pokrywy śnieżnej. Mięszkość pokrywy śnieżnej zmalała do kilku centymetrów, lecz po opadach śniegu (13,4 mm) w dniu 7 I ponownie wzrosła do 24 cm. W dniach 10—13 I ponownie wystąpiły silne wiatry z tego kierunku powodując zwiewanie śniegu, a później i gleby. Proces deflacji zachodził głównie w pierwszym dniu, to jest 10 I. W następnych trzech dniach południowe wiatry spowodowały gwałtowne ocieplenie i zanikanie pokrywy śnieżnej (ryc. 3). Po wystąpieniu deflacji pobrano materiał osadzony na stokach zawietrznych. Pomiarów wykonano na tych samych stokach, co w pierwszym okresie zimowym (ryc. 5). Akumulacja materiału glebowego pochodzącego z deflacji na polach zaoranych dochodziła do 263 g/m<sup>2</sup>, zaś materiału glebowego pochodzącego z ozimin nie przekraczała 23 g/m<sup>2</sup>. Po tej deflacji wystąpiły opady deszczu (17,2 mm) przy dodatnich temperaturach powietrza i gruntu oraz przy braku pokrywy śnieżnej, które spowodowały rozmycie cząstek gruntu i silne zawilgocenie gleby. Ujemne temperatury powietrza i opady śniegu w następnych dniach (17—22 I) spowodowały zamarznięcie gleby do głębokości około 5 cm. W dniu 28 I wystąpiły silne wiatry z kierunku NW (pow. 20 m/sek), które poprzedzone zostały opadem deszczu (5,2 mm), a zakończone opadem śniegu (2,5 mm), który zamaskował ślady bardzo słabej deflacji. Następny silny wiatr wystąpił z kierunku południowego (pow. 20 m/sek) w dniu 3 II, poprzedzony okresem dużych wahań temperatur powietrza i powierzchni gleby w ciągu doby. Wahania temperatury powyżej i poniżej 0° C sprzyjały procesowi rozkruszania gleby szczególnie w miejscach wytopienia się cienkiej pokrywy śnieżnej (obszary narażane na wywiewanie śniegu). Pobrany eoliczny materiał glebowy (osadzony podczas tego wiatru) na pięciu wybranych stokach daje pewną orientację natężenia procesów eolicznych. Ilość ma-



teriału wywianego z pól zaoranych dochodziła do  $777 \text{ g/m}^2$ , a materiału wywianego z ozimin i ściernisk do około  $220 \text{ g/m}^2$ . Nasłonecznienie oraz niewielkie opady śniegu w późniejszym okresie powodowały zanikanie pokrywy śnieżnej, zwłaszcza na stokach południowych. Wahanie temperatur, od dodatnich do ujemnych na powierzchni gleby, powodowały rozpadanie się gleby na drobne agregaty. Proces ten trwał w kilku fazach do końca miesiąca, przegradzany opadami śniegu i deszczu. W dniu 13 II notowano silny wiatr (do  $20 \text{ m/sek}$ ) z kierunku SW, który wystąpił po opadach śniegu. Zwarta 15-centymetrowa pokrywa śnieżna oraz krótki czas trwania wiatru spowodowały, że przewiany został tylko śnieg, natomiast nie zauważono śladów przewiewania i akumulacji cząstek gruntu. Pod koniec lutego miąższość śniegu wzrosła do około 27 cm. W dniach 2—8 III wystąpiły wiatry południowe o zmiennym natężeniu, z okresami całkowitej ciszy. Największe prędkości wiatru, przekraczające w porywach  $23 \text{ m/sek}$ , notowano 5 III. Spowodowały one przewianie śniegu na stokach dowietrznych, a później również gleby. Akumulacja eolicznego materiału glebowego dochodziła do  $723 \text{ g/m}^2$ , gdy wywiewany był z pól ornych i maksymalnie około  $130 \text{ g/m}^2$ , gdy pochodził on z pól obsianych oziminą. Po tym okresie wystąpiły roztopy wiosenne i całkowity zanik pokrywy śnieżnej. Z końcem marca wystąpiły jeszcze silne wiatry z kierunku zachodniego, lecz warunki nie sprzyjały powstaniu deflacji, gdyż gleba była mokra po opadach.

Zwarta pokrywa śnieżna utrzymująca się tej zimy od początku grudnia wpłynęła na wystąpienie znacznie słabszej deflacji w styczniu niż w analogicznym okresie poprzedniej zimy przy podobnych prędkościach wiatru. Wystąpieniu deflacji w początkach lutego i marca sprzyjało m. in. częste zanikanie pokrywy śnieżnej oraz duże amplitudy temperatur (powyżej i poniżej  $0^\circ\text{C}$ ), które powodowały pęknięcie i rozpadanie gleby pod wpływem tworzącego się lodu w przypowierzchniowej warstwie gleby przesiąkniętej wodą.

Zima 1970—1971 była najbardziej uboga pod względem ilości dni zalegania pokrywy śnieżnej. W grudniu występowały opady w postaci deszczu, mżawki lub śniegu, lecz przy dodatnich temperaturach, jedynie w nocy występowały przymrozki. Pokrywa śnieżna ustaliła się 24 XII, lecz pod koniec miesiąca prawie całkowicie zanikła. Powodem tego były umiarkowane, ciepłe wiatry południowe. Silniejszych wiatrów w tym miesiącu nie zanotowano. Dzięki opadom w styczniu, do połowy tego miesiąca utrzymywała się zwarta pokrywa śnieżna, nie przewiewana przez żaden silniejszy wiatr. Po insolacyjnym stajaniu śniegu rozpoczął się 19 I okres silnych, ciepłych południowych wiatrów trwających ze zmiennym natężeniem do końca miesiąca. Był to okres intensywnego przewiewania gleby ze stoków południowych, południowo-zachodnich i południowo-wschodnich. Brak pokrywy śnieżnej uniemożliwił jednak obserwacje i pomiary wielkości akumulacji eolicznej materiału glebo-

wego. Przez całą pierwszą dekadę lutego występowały opady deszczu i śniegu. Jedyne silny wiatr w tym miesiącu wystąpił w dniu 8 II nie dając żadnych efektów działalności eolicznej, gdyż gleba i resztki pokrywy śnieżnej były przemoknięte po opadach deszczu. Przez cały miesiąc występowały dodatnie temperatury w ciągu dnia, osiągając wartość maksymalną 16,5 °C na powierzchni gruntu. Pod koniec miesiąca wystąpiły opady śniegu dające około 25-centymetrową pokrywę śnieżną. Opady śnieżne w pierwszej dekadzie marca podtrzymywały miąższość pokrywy śnieżnej, a jednocześnie wzrastała jej gęstość. Ujemne temperatury powietrza w ciągu doby, dochodzące do 19,5 °C, powodowały systematyczne zamarzanie gleby do głębokości 10 cm. W dniach od 10 do 25 III wystąpiły wiatry o zmiennym natężeniu z kierunków północno-zachodnich i południowo-zachodnich. Tylko w pierwszych dwóch dniach wystąpiły wiatry o sile dochodzącej do 17 m/sek, w pozostałych dniach były umiarkowane. Słaba deflacja wystąpiła przy wiatrach z kierunku NW mających ograniczone możliwości docierania do powierzchni stoków osłoniętych wyższymi wzniesieniami źródłowego obszaru Bystrzanki. Maksymalne akumulacje eolicznego materiału glebowego, nie przekraczające 108 g/m<sup>2</sup> materiału pochodzącego z pól ornych oraz 17 g/m<sup>2</sup> z oziminy zanotowano na stokach Podlesia i Bucza. Wiatry w porywach silne wystąpiły jeszcze 23 i 25 III po zaniku pokrywy śnieżnej. W okresie zimy 1970/1971 notowano dużą częstotliwość dobowych wahań temperatury (powyżej i poniżej 0 °C), powodującej rozkruszanie gleby na drobne agregaty. Jednak opady deszczu rozmywały i utrwały ten materiał, nie dopuszczając do powstania deflacji. Deflacja występowała w okresach bezśnieżnych zimy, co utrudniało prowadzenie badań.

Na podstawie opisanych warunków pogodowych trzech kolejnych zim można stwierdzić, że warunki okresu poprzedzającego silne wiatry oraz w czasie ich trwania wpływają potęgująco lub hamująco na wystąpienie procesów eolicznych. Pomimo złożonego i bardzo zmiennego zespołu warunków meteorologicznych oddziałujących na powierzchnię gleby można wyróżnić na badanym obszarze 5 typów najczęstszego następstwa pogody:

1 — okres bezopadowy, słoneczny, z występowaniem dodatnich temperatur w ciągu dnia i ujemnych nocą powodujących rozkruszanie gleby przez jej zamarzanie i odmarzanie. Zespół tych warunków, przy całkowitym braku pokrywy śnieżnej, sprzyja powstawaniu silnej deflacji w czasie wystąpienia wiatrów o dużych prędkościach po tym okresie;

2 — wystąpienie tego samego zespołu warunków pogodowych i glebowych, co w pierwszym typie, lecz z opadem deszczu lub mokrego śniegu w początkowym okresie wystąpienia silnych wiatrów. W tych warunkach wystąpi bardzo słaba deflacja lub nie będzie jej wcale;

3 — wystąpienie opadów śniegu i utrzymywanie się pokrywy śnieżnej przy ujemnych temperaturach powietrza, a następnie wystąpienie



ciepłych wiatrów (typu fenowego) z kierunku południowego powodujących gwałtowne ocieplenie, szybkie topnienie śniegu i silne zawilgocenie gruntu. Przy dużych prędkościach w początkowym okresie wystąpienia wiatru może dojść do przewiewania śniegu, a niekiedy i gleby, natomiast przy stopniowym narastaniu prędkości wiatru deflacja nie występuje;

4 — wystąpienie umiarkowanych wiatrów południowych po opadach śniegu, przewianie go ze stoków o ekspozycji południowej na stoki północne, a w następnym okresie insolacyjne rozmarzanie gleby na odsłoniętych stokach i zamarzanie jej. Wystąpienie bezpośrednio po tym okresie silnych, suchych wiatrów z tego samego kierunku (S) powoduje przewianie materiału glebowego;

5 — napływ ciepłych mas powietrza nad obszar pokryty śniegiem powodujący topnienie i zanik pokrywy śnieżnej często przyspieszony opadami deszczu. Nadejście chłodnych mas powietrza (z temperaturami ujemnymi) powoduje zamrożenie mokrej gleby. Występujące silne wiatry po tym okresie nie wywołują deflacji, gdyż gleba jest uodporniona dzięki jej zamrożeniu.

Obserwacje wykazały, że najsilniej proces deflacji występuje przy 1 i 4 typie pogody.

#### OBSERWACJE PROCESÓW EOLICZNYCH NA WYBRANYM STOKU

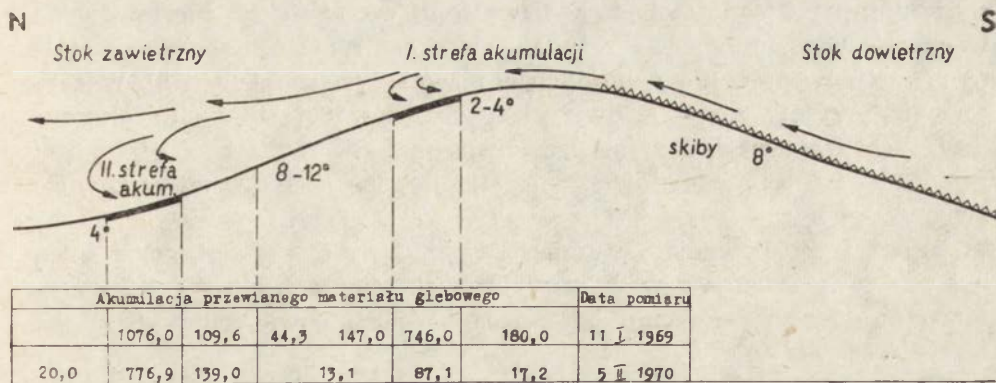
Obserwacje nad transportem eolicznym materiału glebowego prowadzono w dniach 11 I 1969, 5 III 1970 i 11 III 1971 r. na stokach Taborówki koło szkoły rolniczej w Bystrej (miejsce oznaczone na mapie dwoma równoległymi kreskami — ryc. 5). Stok dowietrzny (w profilu prowadzonych obserwacji) był zaorywany na zimę, natomiast stok zawietrzny użytkowany jako pastwiska (wypas kwaterowy). Transport śniegu a wraz z nim materiału glebowego odbywał się na niewielkiej wysokości nad powierzchnią pól. Przy prędkości wiatru do 15 m/sek (mierzonej na wys. 2 m) transport śniegu i cząstek gleby na stoku zawietrznym odbywał się w strefie od powierzchni gruntu do wysokości 2 m, natomiast przy większych prędkościach, przekraczających nawet 20 m/sek, śnieg był transportowany w strefie od powierzchni do wysokości około 5 m. Wysokość transportu śniegu oceniana była wizualnie na tle pojedynczych drzew w odległości około 150 m od wierzchołki garbu. Na stoku zawietrznym obserwowano dwie strefy intensywnej akumulacji materiału glebowego (każda o szerokości 10—15 m). Jedna strefa akumulacji tworzyła się w niedalekiej odległości od wierzchołka wzniesienia, przy zmianie spadku stoku z łagodnego (2—4°) na bardziej stromy (8—12°), a druga strefa w miejscu przejścia stoku bardziej stromego w łagodniejszy (ok. 4°). Schematycznie obraz ten przedstawiono na rycinie 4. W pierwszej strefie za wierzchołkiem garbu notowano 90 i 750 g/m<sup>2</sup> złożonego materiału,



a w niższej strefie większego osadzania materiału ilość ta wyniosła 750 i 1080 g/m<sup>2</sup> po okresie wiatrów w dniach 6—8 I 1969 oraz w dniu 3 II 1970 r. Natomiast pomiędzy wspomnianymi strefami i poniżej drugiej strefy koncentracja złożonego materiału była kilkanaście, a po wietrze w dniu 3 II kilkadziesiąt razy mniejsza (patrz tabela pod ryc. 4). W drugiej strefie intensywnej akumulacji (odległej około 120 m od obszaru deflacji) udział frakcji agregatów glebowych w pobranej próbce dnia 3 II 1970 r. był następujący:

frakcje (fractions) powyżej (above) 2 mm —	1,2 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
2,0—1,5 mm —	1,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
1,5—1,0 mm —	9,8 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
1,0—0,75 mm —	61,6 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
0,75—0,50 mm —	19,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>
poniżej (below) 0,50 mm —	6,4 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>

W materiale złożonym w drugiej strefie akumulacyjnej aż 90<sup>0</sup>/<sub>0</sub> stanowiły agregaty o frakcji 0,50—1,50 mm. Do przeniesienia agregatów tej frakcji potrzebna była prędkość transportowa wiatru 7,5—15,2 m/sek wg N. A. Sokołowa (1894), K. Buelowa (1954) i innych, cytowanych przez M. Książkiewicza (1968). Należy przypuszczać, że agregaty tej frakcji przeważają w miejscach intensywnego osadzania materiału glebowego na stokach zawietrznych badanego obszaru. Najgrubsze agregaty glebowe są transportowane przez toczenie po powierzchni śniegu, tzw. trakcje, na niewielkie odległości, pozostając najczęściej w mikrozagłębieniach na stoku dowietrznym (np. za skibami). Wielkość akumulacji materiału za skibami zależna była od prędkości wiatru oraz od kąta nachylenia stoku.



Ryc. 4. Profil stoku, na którym prowadzono obserwacje i pomiary, z zaznaczonymi strefami silnej akumulacji oraz podanymi wartościami akumulowanego materiału glebowego

Profile of the examined slope, distribution of the zones of intense eolian deposition, and values for wind deposited soil material

Na bardziej stromych odcinkach stoku smugi akumulacyjne, tworzące się w odległości około 15 cm za skibą, były krótsze niż w obrębie łagodniejszych odcinków stoku. Ilość materiału złożonego w zagłębieniach na stoku dowietrznym wahała się od 17 g/m<sup>2</sup> do 220 g/m<sup>2</sup>. Należy zaznaczyć, że ze względu na dużą zwięźłość występujących tu gleb materiał nie jest zbyt łatwo rozdrabniany na frakcję pylastą i drobniejszą.

W profilu stoków głównego grzbietu Taborówki (powyżej miejsca badań zaznaczonego na ryc. 5) wykonano 5 odkrywek glebowych na stoku o ekspozycji południowej, z którego wywiewany jest materiał glebowy. Miąższość pokryw zwietrzelinowych sięgała tu od 70 cm w dolnych partiach stoku do 40 cm przy wierzcholinie. W górnej i środkowej części stoku zawietrznego (północnego) wykonano dwie odkrywki do głębokości 130 cm, w których nie osiągnięto spągu pokryw. Występuje tu wyraźna asymetria pokryw na stoku dowietrznym i stoku zawietrznym. Wcześniej zwrócili uwagę na ten fakt T. Gerlach i L. Koszarski (1968, 1969) prowadzący szczegółowe badania nad morfogenetyczną rolą wiatrów na przedpolu Beskidu Niskiego.

#### ZRÓŻNICOWANIE PRZESTRZENNE PROCESÓW EOLICZNYCH

W okresie trzech kolejnych zim 1968—1971 prowadzono rejestrację przejawów działalności eolicznej polegającą na rysowaniu na podkładzie mapy 1 : 10 000 obszarów podlegających procesom deflacji i akumulacji materiału glebowego, wykonywaniu zdjęć fotograficznych tych obszarów oraz pobieraniu próbek materiału glebowego złożonego na śniegu w obszarach akumulacji eolicznej po każdorazowym wystąpieniu efektów działalności eolicznej na terenie zlewni Bystrzanki. Przy zdecydowanej przewadze silnych wiatrów z kierunku południowego i częściowo z kierunku północno-zachodniego wywołujących efekty morfologiczne w okresie wspomnianych zim, udało się skonstruować mapę maksymalnych zasięgów procesów eolicznych w zlewni Bystrzanki (ryc. 5). W kartowaniu przyjęto umownie dwie klasy obszarów deflacyjnych i akumulacyjnych. Obszary deflacyjne podzielono na:

- 1) obszary o potencjalnie silnej deflacji, gdzie śnieg został całkowicie zwiany z gleby;
- 2) obszary o potencjalnie umiarkowanej i słabej deflacji, gdzie śnieg był częściowo zwiany, a w kilku wybranych punktach określono szacunkowo na 1 m<sup>2</sup> powierzchni odsłonięcie 5—50% powierzchni gleby zaś resztę pokrywał śnieg.

Obszary akumulacyjne wyznaczano również według wizualnej oceny terenu, popartej danymi ilościowymi uzyskanymi z pobrania próbek akumulowanego materiału na kilku stokach zlewni. Obszary akumulacyjne podzielono na:

- 1) obszary o silnej akumulacji, gdzie złożony materiał całkowicie





Ryc. 5. Mapa procesów eolicznych w zlewni Bystrzanki (1968—1971)

1 — obszar potencjalnie silnej deflacji, gdzie śnieg został całkowicie zwiany z gleby; 2 — obszar potencjalnie umiarkowanej i słabej deflacji, gdzie śnieg był częściowo zwiany, a w kilku miejscach tego obszaru na 1 km<sup>2</sup> powierzchni odsłonięte było 5—50% gleby; 3 — obszar silnej akumulacji, średnio powyżej 25,0 g/m<sup>2</sup>; 4 — obszar umiarkowanej i słabej akumulacji, średnio 1,0—25,0 g/m<sup>2</sup>; 5 — miejsce pobierania próbek akumulowanego materiału glebowego; 6 — miejsce obserwacji szczegółowych (patrz ryc. 4); 7 — obszar leśny; 8 — granica zlewni

Map showing the eolian processes in the Bystrzanka drainage basin (based on data for 1968—1971)

1 — area of possible intense deflation — the soil being laid bare by wind activity; 2 — area of possible medium to small deflation — the snow cover being locally removed by wind and soil laid bare in 5—50%/1m<sup>2</sup>; 3 — area of intense eolian deposition, on average above 25,0 g/l m<sup>2</sup>; 4 — area of medium to slow deposition, on average 1,0—25,0 g/l m<sup>2</sup>; 5 — spots at which samples of wind deposited soil material were taken; 6 — observation spots (comp. fig. 4); 7 — woodland; 8 — basin boundary

przysłaniał leżący pod nim śnieg, a średnia jego ilość po każdej deflacji przekraczała 25 g/m<sup>2</sup>;

2) obszary o umiarkowanej i słabej akumulacji, gdzie na śniegu daje się bez trudu zauważyć akumulowany materiał, a jego średnia ilość po każdej deflacji utrzymywała się w granicach 1—25 g/m<sup>2</sup>. Akumulacji roz-



proszonej, słabo zauważalnej nie brano pod uwagę przy sporządzaniu mapy.

Najbardziej czytelny obraz efektów działalności eolicznej na omawianym obszarze wystąpił 9 I 1969 r. i 6 II 1970 r., po ustaniu wiatrów z kierunku południowego oraz 10 III 1971 r. przy wiatrach z kierunku południowo-zachodniego. Sumaryczny obraz efektów działalności eolicznej w tych trzech okresach daje rycina 5. Przewaga silnych wiatrów południowych powoduje, że stoki o ekspozycjach: południowej, południowo-zachodniej i częściowo południowo-wschodniej narażone są na niszczenie i wywiewanie z nich materiału glebowego. Najbardziej narażone są na deflację stoki i wierzchowiny garbów Taborówki i Bucza oraz garbu Wiatrówki i Podlesie. Związane to jest z rolniczym użytkowaniem tych obszarów oraz brakiem lub bardzo skąpą pokrywą roślinną (oziminy) w okresie zimy. Na stokach dowietrznych silnej deflacji podlegają ich górne i środkowe partie o nachyleniach 4—12°, gdzie notowane są znacznie silniejsze wiatry niż w partiach przydolinnych. W zalesionym obszarze beskidzkim (Trzy Kopce — 750 m npm) jedynie na grzbietach obserwowano przewiewanie śniegu z dość miększej pokrywy śnieżnej (średnio powyżej 0,5 m), utrzymującej się przez cały okres zimy. Główny kierunek doliny Bystrzanki SE—NW w dolnej i środkowej części doliny, przechodzący w bardziej zachodni w źródłowym obszarze sprawiają, iż wiatry południowe przyjmują kierunek zbliżony do osi doliny zwiększając tym samym zasięg swego oddziaływania na stokach Podlesia i Bucza. Wpływa to także na osadzanie materiału w obrębie stoków doliny Bystrzanki i hamowanie przewiewania materiału przez garby wododziałowe do sąsiedniej doliny. Przy wiatrach z kierunku NW, wiejących równoległe do przebiegu głównych garbów, atakowane są obydwie przeciwne stoki tych garbów, a materiał akumulowany jest w bocznych dolinkach lub w miejscach osłoniętych od wiatru. Udział powierzchni potencjalnej deflacji w zlewni potoku Bystrzanki przedstawia tabela 2.

Tabela 2

Powierzchnie deflacyjne na obszarze zlewni Bystrzanki  
Deflation area (in per cent, ha) in the Bystrzanka drainage area

Obszar	Lewa część zlewni		Prawa część zlewni		W całej zlewni	
	w ha	w%	w ha	w %	w ha	w %
Powierzchnia całkowita	434,6	32,1	921,4	67,9	1356,0	100,0
Powierzchnia deflacyjna	109,3	8,1	36,6	2,7	145,9	10,8

Z zestawienia powierzchni deflacyjnych wynika, że stoki o ekspozycjach zbliżonych do południowych są najintensywniej atakowane przez wiatr, gdyż w lewej części zlewni są to stoki południowo-zachodnie.

Z uzyskanych pomiarów ilościowych wynika, że w okresie zimy 1968/1969 akumulacja materiału glebowego wynosiła średnio  $412,1 \text{ g/m}^2$ , co w przeliczeniu objętościowym daje wartość  $1,65 \text{ m}^3/\text{ha}$ . W okresie zimy 1969/1970 działalność wiatru podczas występowania pokrywy śnieżnej była mniejsza, gdyż ilość zdeponowanego materiału wynosiła średnio  $140 \text{ g/m}^2$ , tj. około  $0,6 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Najmniejsza średnia akumulacja wypada dla zimy 1970/1971, bo tylko  $25 \text{ g/m}^2$ , co w przeliczeniu wynosi około  $0,1 \text{ m}^3/\text{ha}$ , pomimo wystąpienia dużej ilości wiatrów umiarkowanych i silnych. Wartości te nie są jednak adekwatne do faktycznej akumulacji materiału, gdyż procesy eoliczne zachodziły również w okresach bezśnieżnych zimy, kiedy bez odpowiednich przyrządów pomiarowych nie ma możliwości wykonania pomiarów ilości przenieszonego i akumulowanego materiału. W okresie zim 1968/1969 i 1969/1970 S. Janiga (1971, 1975) prowadził podobne badania nad deflacją we wschodniej części Beskidu Niskiego. W okolicy Beska rozmiary deflacji były w okresie tych dwóch zim znacznie wyższe niż na badanym przez autora obszarze i wynosiły około  $29 \text{ m}^3/\text{ha}$  i  $11 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

Znacznie silniejszą akumulację eoliczną niż w obszarze okolic Szymbarku podaje T. Gerlach i L. Koszarski (1968) dla obszaru Dołów Jasielsko-Sanockich. Na obszarze na południowy wschód od Krosna w zimie 1965 r. wynosiła ona  $50\text{--}350 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Prezentowane przez tych autorów wyniki badań wskazują na intensywniejsze występowanie procesów eolicznych na obszarze Dołów Jasielsko-Sanockich oraz w środkowej i wschodniej części Beskidu Niskiego powodujących, zwłaszcza w tych ostatnich, duże zniszczenia w glebie i roślinności. Mniejsza intensywność procesów eolicznych w okolicach Szymbarku wydaje się być spowodowana dużą zwięzłością występujących tu gleb, jak również bardziej zróżnicowaną rzeźbą. Doliny są tu stosunkowo wąskie o bardziej rozczłonkowanych i bardziej stromych stokach niż np. stoki Dołów Jasielsko-Sanockich. Ponadto badany obszar leży w „cieniu” wzniesień północnej granicy Beskidu Niskiego, osłaniających od wiatrów południowych dostających się głównie przez przełomową, wąską dolinę potoku Bielanki. Morfologiczne efekty działalności eolicznej znacznie silniej pojawiają się w obszarze Pogórza, kilkanaście kilometrów na północ od badanego obszaru.

#### UWAGI KOŃCOWE

Na badanym obszarze leżącym na pograniczu Beskidu Niskiego i Pogórza, podobnie jak w całych polskich Karpatach, przeważają w okresie zimowym silne i umiarkowane wiatry z kierunku południowego. Dlatego procesom deflacji podlegają głównie stoki o ekspozycji południowej, południowo-zachodniej i południowo-wschodniej. Najbardziej narażone są na deflację środkowe i górne części stoków oraz wierzchowiny garbów



pogórskich użytkowanych rolniczo. O procesach eolicznych decyduje nie tylko kierunek i siła wiatru, lecz także warunki pogodowe i związany z tym stan gruntu przed i w czasie występowania wiatru. Obserwacje wykazały, że warunki pogodowe mogą sprzyjać powstawaniu silnej deflacji, hamować ją lub całkowicie nie dopuszczać do jej powstawania, nawet przy bardzo silnych wiatrach. Przy skośnym przebiegu dolin w stosunku do południowego kierunku, skąd wieją silne wiatry, deflacja zachodzi intensywniej i na znacznie większej przestrzeni stoków jednej strony tych dolin, a znacznie słabiej na przeciwnych stokach dolin, na których równocześnie następuje akumulacja materiału przewianego ze stoków sąsiedniej doliny. Materiał glebowy transportowany przez wiatr jest sortowany, w wyniku czego najgrubsze agregaty (powyżej 3 mm) pozostają na stoku dowietrznym, frakcja drobniejsza (o przewodzie 0,50—1,50 mm) przenoszona jest i składana na stoku zawietrznym w odległości nie większej niż 150—200 m od obszaru deflacyjnego, zaś frakcja pyłowa niesiona jest na dalsze odległości i rozpraszana na dużych przestrzeniach.

Z rolniczego punktu widzenia procesy eoliczne są czynnikiem negatywnym, gdyż doprowadzają do degradacji gleb na stokach dowietrznych i akumulacji zasp śnieżnych z materiałem glebowym na stokach zawietrznych. W miejscach tych obserwuje się ginięcie ozimin, łamanie krzewów i młodych drzewek, jak również opóźnienie wiosennych prac polowych wskutek dłuższego zalegania pokrywy śnieżnej.

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania  
Polskiej Akademii Nauk  
Stacja Naukowo-Badawcza w Szymbarku

#### LITERATURA

- Bagnold R., 1941, *The physics of blown sand and desert dunes*, London.
- Dauksza L., Gil E., Kotarba A., Kramarz K., Niemirowska J., Starkeł L., 1970, *Badania fizycznogeograficzne otoczenia Stacji Naukowo-Badawczej Instytutu Geografii PAN w Szymbarku*, Dok. Geogr., z. 3.
- Gerlach T., Koszarski L., 1967, *Intensywność i charakter modelowania rzeźby Pogórza Karpat przez współczesne procesy eoliczne*, Sprawozd. z Posiedz. Komisji Oddziału PAN w Krakowie.
- 1968, *Współczesna rola morfogenetyczna wiatru na przedpolu Beskidu Niskiego*, *Studia Geomorph. Carpato-Balcan*, vol. 2.
- 1969, *Badania nad pokrywami stokowymi w rejonie silnej współczesnej działalności wiatrów*, Sprawozd. z Posiedz. Komisji Oddziału PAN w Krakowie.
- Instrukcja dla stacji meteorologicznych PIHM*, 1962, Wyd. Kom., Warszawa.
- Jahn A., 1969, *Niveo-eoliczne procesy w Sudetach i ich działanie na glebę*, Probl. Zagospod. Ziem Górskich, z. 5(18), Kraków.
- Janiga S., 1971, *Deflacyjna rola wiatrów w kształtowaniu rzeźby Beskidu Niskiego*, Prz. Geogr., t. XLIII, z. 3.
- 1975, *Deflacyjna i akumulacyjna rola wiatru w okresach zimowych na obszarze Beskidu Niskiego*, Wyd. WSP w Krakowie, s. 1—50.
- Książkiewicz M., 1972, *Geologia dynamiczna*, Wyd. Geol., Warszawa.



- Lewińska J., 1968, *Wiatry ryterskie i rymanowskie*, Prz. geofiz., roczn. III, z. 1.  
— 1976, *Klimat dorzecza Białej Dunajcowej*, Studia Ośr. Dok. Fizjogr., t. V., s. 59—93.
- Obrębska-Starkel B., 1974, *Zróźnicowanie stosunków mezo- i mikroklimatycznych gromady Szymbark*, Dok. Geogr., z. 5.

EOLIAN PROCESSES IN THE BYSTRZANKA DRAINAGE BASIN NEAR SZYMBARK  
(POLISH FLYSCH CARPATHIANS) IN THE YEARS 1968—1971

Summary

The paper summarizes results of work on eolian processes observed in the winter seasons of 1968—1971. The climatic conditions of occurrence, intensity and spatial differentiation of the activities of wind were studied in the Ropa drainage basin near Szymbark which lies at the transition from the Beskid Niski Mts. to the Carpathian Upland. Detailed analyses were made in the tributary Bystrzanka drainage basin (13,6 sq. km). Its upland part (about 450 m a.s.l.) consists of the sandstone *Inoceramus strata*, whereas its mountainous part (up to 750 m a.s.l.) is formed of the Magura sandstones. The method employed has been to map repeatedly the areas of deflation and of deposition, and to analyse the samples of soil material deposited over snow on the cultivated upland slopes of 4—12°. The results are contained in a map (fig. 5) which shows both the spatial variability and intensity of eolian processes. Since southerly winds are dominant, the south, south-west and south-east facing slopes are most attacked by deflation. Those slopes occupy mainly the left portion of the Bystrzanka drainage basin. The possible areas of deflation here make up 8,1% of the total drainage area and the right portion less than 2,7%. A considerable part of the blown material whose grain size exceeds 0,5 mm is already deposited within the smaller depressions on the windward slopes, and on the lee-sides as well. The weather conditions which prevail before or during the period of increased wind activity may either accelerate or hinder deflation. Its effects are reduced by occurrence of compact soils in the study area. Consequently, the eolian processes are less intense there than in the adjacent regions of the Carpathian Upland, within the Doły (= Basin) Jasielsko-Sanockie and in the eastern part of the Beskid Niski Mts.

*Translated by S. Gilewska*





ADDENDA ET CORRIGENDA

Str.	Wiersz	Jest	Powinno być
31	4 od d.	72%	76,5%
52	1 od d.	wysokościami	wysokościami (0,1— 5,0 mm)
64	14 od d.	5, 8, 9	8, 9

Uwagi do tabel:

37, tab. 9, w. 3 od d.

2,4

2,6

40, tab. 10

w wierszu: % sumy przypadków trzy pierwsze wartości odnoszą się do przedziałów co 1 godz., dalsze wartości dotyczą przedziałów: 3—5 godz., 5—10 godz., 10—15 godz., 15—20 godz. i powyżej 20 godz.

44, tab. 11

47, tab. 12

w wierszu: % ogólnej sumy przypadków podane liczby odnoszą się do następujących przedziałów: 80,8% — 0,001—0,05 12,1% — 0,05—0,1; dalsze wartości odpowiadają kolejnym przedziałom

<http://rcin.org.pl>

**WYDAWNICTWA IG I PZ PAN  
VARIA**

**B. OLSZEWICZ** — **Dorobek polskiej historii geografii i kartografii w latach 1954—1969**, 1973, s. 172, zł 48,—

**J. MISZALSKI** — **Współczesne problemy coliczne na Pobrzeżu Słowińskim. Studium fotointerpretacyjne**, 1973, s. 150, zł 30,—

**Z. CIĘTAK, S. PIETKIEWICZ** — **Słownik geograficzny angielsko-polski**, s. 422, zł 120,—

**CENTRALNY KATALOG ZBIORÓW KARTOGRAFICZNYCH W POLSCE**

**Zeszyt 1. Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1482—1800**, 1961, s. 247, zł 72,—

**Zeszyt 2 (uzupełniający). Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1482—1800**, 1963, s. 112, zł 28,—

**Zeszyt 3. Katalog atlasów 1801—1919**, 1965, s. 342, zł 76,—

**Zeszyt 4. Katalog atlasów i dzieł geograficznych 1528—1945**, 1968, s. 160, zł 48,—

**Zeszyt 5. Wieloarkuszowe mapy topograficzne Polski 1576—1870** (w przygotowaniu)

**Katalog dawnych map Rzeczypospolitej Polskiej w kolekcji Emeryka Hutten-Czap-  
skiego i w innych zbiorach**. Oprac. W. Kret (w druku)

**WYKAZ ZESZYTÓW DOKUMENTACJI GEOGRAFICZNEJ**

za ostatnie lata

1975

- 1—2 M. DRZAŁ — **Parki w Polsce** s. 306 + nlb., zł 48,—
- 3—4 PRACA ZBIOROWA — **Problemy bioklimatologii uzdrowiskowej** s. 113 + nlb., zł 18,—
- 5—6 PRACA ZBIOROWA — **Wpływ działalności gospodarczej na stosunki wodne Kotliny Sandomierskiej**, s. 74, zł 24,—

1976

- 1 PRACA ZBIOROWA — **Streszczenia prac habilitacyjnych i doktorskich — 1974**, s. 126, zł 24,—
- 2 E. GIL — **Splukiwanie gleby na stokach fliszowych w rejonie Szymbarku**, s. 65, zł 24,—
- 3 PRACA ZBIOROWA — **Charakterystyka użytkowania ziemi w Polsce — 1970 roku**, s. 107, zł 24,—
- 4—5 J. SZYRMER — **Przemiany w strukturze przestrzennej produktywności i specjalizacji w rolnictwie indywidualnym w Polsce w latach 1960—1970**, s. 74, zł 24,—
- 6 L. KOUTANIEMI, A. RACHOCKI — **Dolina rzeki Oulanki (północno-wschodnia Finlandia)**, s. 62 + nlb., zł 24,—

1977

- 1 PRACA ZBIOROWA — **Streszczenia prac habilitacyjnych i doktorskich — 1975**, s. 85, zł 24,—
- 2—3 M. PULINA — **Zjawiska krasowe w Sudetach Polskich**, s. 118 + nlb., zł 48,—
- 4 PRACA ZBIOROWA — **Problemy bioklimatologii uzdrowiskowej. Cz. II**, s. 85, zł 24,—
- 5 L. MAZURKIEWICZ — **Zastosowanie metody symulacji w badaniu zmian przestrzennej struktury miasta (na przykładzie Wałbrzycha)**, s. 68, zł 24,—