

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
I N S T Y T U T G E O G R A F I I

DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

ZESZYT 1

REJONY BURZOWE W POLSCE

Opracowała: MARIA STOPA

Warszawa
1965

WYKAZ ZESZYTÓW

PRZEGLĄDU ZAGRANICZNEJ LITERATURY GEOGRAFICZNEJ

za ostatnie lata

1961

- 1 Zagadnienia wodne, 6 art., s. 249, zł 10.—
- 2 Nowe kierunki badań osadnictwa wiejskiego, 7 art., s. 149, zł 10.—
- 3 Problemy współczesnej biogeografii, 9 art. — Część I, zł 10.—
- 4 Problemy współczesnej biogeografii, 8 art. — Część II, zł 10.—

1962

- 1 Geografia stosowana — 10 art. — Część I, zł 10.—
- 2 „ „ — 10 art. — Część II, zł 10.—
- 3 „ „ regionalna, 8 art., s. 219, zł 10.—
- 4 Zagadnienia teoretyczne geografii, 4 art., s. 180, zł 10.—

1963

- 1 Teoria ośrodków centralnych, art. 5, s. 180, zł 10.—
- 2 Metody statystyczno-matematyczne w geografii ekonomicznej, (w druku).
- 3/4 Wybrane zagadnienia z oceanografii fizycznej, art. 12, s. 204, zł 10.—

1964

- 1 Założenia teoretyczne geografii zaludnienia, art. 15, s. 140, zł 21.—
- 2 Zadania i metody współczesnej klimatologii, art. 10, s. 196 zł 24.—
- 3 Wybrane zagadnienia krasu (w druku).
- 4 Zagadnienia z problematyki limnologicznej (w druku).

WYDAWNICTWA BIBLIOGRAFICZNE IG PAN

- S. LESZCZYCKI, B. WINID — Bibliografia Geografii Polskiej 1945—1951, 1956, s. 219, zł 29.—
- S. LESZCZYCKI, J. PIASECKA, H. TUSZYŃSKA-REKAWKOWA, B. WINID — Bibliografia Geografii Polskiej 1952—1953, 1957, s. 90, zł 24.—
- S. LESZCZYCKI, H. TUSZYŃSKA-REKAWKOWA, B. WINID — Bibliografia Geografii Polskiej, 1954, s. 67, zł 15.—
- Red. J. KOBENDZINA — Polska Bibliografia Analityczna. Geografia. Poz. 1—168, 1956, s. 88, zł 13.50
- Red. J. KOBENDZINA — Polska Bibliografia Analityczna. Geografia. Poz. 169—468, 1956, s. 105, zł 16.—
- Red. J. KOBENDZINA — Polska Bibliografia Analityczna. Geografia. Poz. 469—876, s. 127, zł 24.—
- Z. KACZOROWSKA — Zestaw zagranicznych czasopism i wydawnictw seryjnych z zakresu nauk o Ziemi, znajdujących się w bibliotekach polskich, 1958, s. 400, zł 100.—
- S. LESZCZYCKA, J. PIASECKA, B. WINID — Bibliografia Geografii Polskiej 1936—1954, 1959, s. 315, zł 78.—
- Red. J. KOBENDZINA — Polska Bibliografia Analityczna. Geografia. Poz. 877—1209, s. 94, zł 20.—
- Red. J. KOBENDZINA — Polska Bibliografia Analityczna. Geografia. Poz. 1210—1686, s. 151, zł 20.—
- Red. S. LESZCZYCKI — Bibliografia Geografii Polskiej — 1960, s. 320, zł 7. — (3 zes. Dokumentacji Geograficznej).

P O L S K A A K A D E M I A N A U K
I N S T Y T U T G E O G R A F I I

DOKUMENTACJA GEOGRAFICZNA

ZESZYT 1

REJONY BURZOWE W POLSCE

Opracowała: MARIA STOPA

KOMITET REDAKCYJNY:

Redaktor Naczelny: K. Dziewoński
Członkowie Redakcji: J. Kobendzina, L. Ratajski, Fr. Uhorzak
Sekretarz Redakcji: Ł. Górecka
Rada Redakcyjna: J. Barbag, J. Czyżewski, K. Dziewoński, J. Dylak, R. Galon, M. Klimaszewski, M. Kiełczewska-Zaleska, S. Leszczycki, A. Malicki, B. Olszewicz, A. Zierhoffer

Redaktor techniczny: W. Spryszyńska
Nakład 500 egz.

Adres Redakcji: Instytut Geografii PAN, Warszawa
Krakowskie Przedmieście 30

I W S T Ę P

Przegląd dostępnych opracowań klimatologicznych wykazał, że zarówno w literaturze polskiej jak i zagranicznej niewiele jest prac poświęconych burzom, w szczególności ich geograficznemu rozmieszczeniu, chociaż dosyć wcześnie zwrócono uwagę na to zjawisko.

W Polsce, jedną z pierwszych rozpraw na ten temat zawdzięczamy S. S t a s z i c o w i, który w pracy "O Ziemirodztwie Karpatów, innych gór i równin Polski", podaje opis burzy gradowej w Beskidach Zachodnich w dniu 1.VIII.1805 r.

Spośród późniejszych autorów polskich, którzy bezpośrednio zajmowali się tym zagadnieniem, należy wymienić: W. W i s z n i e w s k i e g o /56/, A. S c h m u c k a /38/, W. S m o s a r s k i e g o /41/, A. K o s i b ę /20/, W. Z i n k i e w i c z a i E. M i e h n ę /58/, W. P a r c z e w s k i e g o /32, 33, 34/, Cz. K o ź m i ń s k i e g o /21, 22/, J. K r y s t k a /23/.

- W. Wiszniewski - opracował geograficzny rozkład średniej ilości dni z burzą w roku na terenie Polski za okres 1891-1930.
- A. Schmuck - zajmował się tym zagadnieniem raczej od strony genetycznej. Szczególną uwagę zwrócił na burze gradowe.
- W. Smosarski - przeanalizował bieg dobowy opadów i burz w Poznaniu.
- A. Kosiba - szukał związku między występowaniem kryształków lodu w atmosferze a występowaniem burz.

- W. Zinkiewicz i E. Michna - przedstawili szlaki burz gradowych w Polsce i na terenie województwa lubelskiego, następnie opracowali przebieg dobowy i roczny burz gradowych w Lubelskim za okres 5-letni /1946-1950/.
- W. Parczewski - uchwycił zależność z jednej strony między częstością słyszalnych wyładowań elektrycznych i natężeniem opadu burzowego, z drugiej zaś - między rozwojem chmur burzowych i opadami ulewnymi.
- Cz. Koźmiński - rozpatrywał podobne zagadnienia jak W. Zinkiewicz i E. Michna dla obszaru całej Polski i za dłuższy okres /1946-1961/.
- J. Krystek - Podał roczny i dobowy rozkład burz gradowych w Polsce za lata /1949-1953/.

Prace: J. Śniadeckiego /42/, O. Bujwida /6/, Wierzbickiego /55/, A. Dobrowolskiego /9/, R. Gumińskiego /12, 13/, M. Molgi /28/, W. Zinkiewicza i E. Michny /58/, Cz. Koźmińskiego /21, 22/, pośrednio wiążą się z tym tematem, ponieważ wyżej wymienieni autorzy zajmowali się opadami gradowymi, które często towarzyszą burzom.

Jeśli chodzi o literaturę zagraniczną, to ograniczono jej przegląd do autorów, którzy bezpośrednio zajmowali się burzami zarówno od strony genetycznej jak i statystycznej. Należą do nich: B. Ju. Berg /4/, W. Arabadzis /2/, A. Gockel /11/, A. Stäger /43/, U. G. Kurdiani /25/, J. Nomias /29/, A. G. Bałabajew /3/, S. Pettersson /35/, Ja. I. Frenkel /10/, G. I. Czirakadze /8/, W. M. Szapajew /52/.

K. Schneider - Carius /39/, P.N. Twierskiej /54/, H.Reinhard /37/, H. Byers /5/, N.W. Lediebiewa, B.M. Orłowa, W.M. Czerkasskaja /27/, B. Heyer /17/, N.W. Kołobkow /19/, U. Kühn /24/, A. Simila /40/, S.U. Gunijska /14, 15, 16/, G. Peczely /36/, A.M. Lebediew /27/, L. Adamy, J. Máhr /1/.

Wymienione opracowania w dużym stopniu przyczyniły się do rozszerzenia naszych wiadomości o zjawiskach burzowych. W dalszym ciągu odczuwało się jednak brak szczegółowych rozważań na ten temat, w szczególności geograficznego rozmieszczenia i bliższych charakterystyk burz.

Przyczyn braku tego rodzaju opracowań w Polsce należy szukać między innymi w trudnościach związanych z niedoskonałymi metodami obserwacji. Dotychczasowe metody obserwacji polegają, jak wiadomo, wyłącznie na dokonywanych przez obserwatorów spostrzeżeniach wizualnych, które na wszystkich stacjach klimatologicznych są wykonywane 3 razy na dobę, co nie pozwala na dokładne ilościowe uchwycenie zjawiska.

Ze względu na wagę tego tematu dla różnych dziedzin gospodarki narodowej /rolnictwo, budowa trakcji wysokiego napięcia, awarie na sieciach komunikacyjnych i trasach lotniczych, pożary itp./ konieczne jest szczegółowe opracowanie burz i ich przestrzennego rozmieszczenia, ponieważ istnieje prawdopodobieństwo, że na obszarze uprzywilejowanym pod względem zjawisk burzowych będzie więcej szkód spowodowanych przez burze, głównie na skutek towarzyszących opadów, ulew lub silnych wyładowań.

Niektóre zagadnienia dotyczące burz w Polsce jak: rozkład liczby burz w poszczególnych miesiącach, porach roku i roku, liczba dni z burzą w Polsce na tle Europy, okres potencjalny występowania burz, stosunek liczby burz z gradami do ogólnej liczby burz w roku, przebieg dobowy, czas ich trwania za okres dziesięcioletni /1946-1955/ zostały już poprzednio opublikowane przez autorkę /45, 46, 47, 48, 49, 50/.

Głównym celem niniejszego opracowania jest podział Polski na regiony burzowe. Pracę tę tylko częściowo oparto na wynikach rozważań poprzednich, ponieważ wcześniejsze publikacje autorki z jednej strony nie wyczerpywały całości zagadnienia, z drugiej zaś nie wszystkie charakterystyki rozpatrywano w nich pod kątem regionalizacji.

Do tematów nowoopracowanych należą: kształtowanie się lokalnego wskaźnika aktywności burzowej w wybranych miesiącach, porach roku i w roku, godzinne zmiany w występowaniu burz, okresowość w powstawaniu burz, dobowy wskaźnik trwałości burz, prawdopodobieństwo występowania burz na przykładzie wybranych regionów geograficznych oraz prawdopodobieństwo występowania burz w różnych masach powietrza na przykładzie Warszawy; poniższe rozważania łącznie z poprzednio opracowanymi pozwoliły na wydzielenie w Polsce regionów burzowych.

Na zakończenie przeanalizowano jeszcze stabilność granic wydzielonych stref i regionów przy zmianie dziesięciolecia o zwiększonej ilości punktów obserwacyjnych.

x x x

Za ogólną opiekę nad pracą oraz życzliwe rady i wskazówki udzielone mi w toku jej opracowania, składam serdeczne podziękowanie Prof.dr W. Okołowiczowi, Doc.dr Z.Kaczorowskiej oraz Prof. dr W.Parczewskiemu.

II METODA OPRACOWANIA

Praca została oparta na materiałach archiwalnych Państwowego Instytutu Hydrobiologiczno-Meteorologicznego. Przy opracowaniu niniejszej monografii burz w Polsce wzięto pod uwagę wyniki obserwacji z 58 stacji meteorologicznych, w tym 54 synoptycznych; z tej liczby 41 stacji ma pełny okres dziesięcioletni, 10 - dziewięcioletni, 5 - ośmioletni i 2 - siedmioletni. Materiały statystyczne, na których oparta jest praca, pochodzą z okresu 1946-1955, 1947-1955, 1948-1955, 1949-1955. Z zestawienia tego wynika, że w materiałach tych są jednak duże luki co do długości okresu, dotyczą one przede wszystkim pierwszego pięciolecia /1946-1950/. W celu stwierdzenia, o ile brakujące lata zmieniły średnią dziesięcioletnią, przeprowadzono następujące porównanie /tab.1/.

Z tabeli tej widać, że lata 1946-1948 nie różniły się specjalnie mniejszą lub większą ilością burz w stosunku do przeciętnej wartości rocznej, co mogłoby wpłynąć na średnią wartość wieloletnią. W związku z tym, przy opracowaniu rozkła u burz na obszarze Polski, uwzględniono także stacje o okresach niekompletnych. Rozmieszczenie stacji w opracowywanym dziesięcioleciu /1946-1955/ przedstawia ryc.1.

T a b e l a 1

Średnia liczba dni z burzą i liczbą burz

Miejscowość	Liczba dni z burzą		Liczba burz	
	1946-1955:	1947-1955:	1946-1955:	1947-1955:
Gniezno	-	19,9	-	22,9
Poznań	20,0	20,0	22,9	23,2
		1948-1955:		1948-1955:
Zgorzelec	-	23,4	-	26,8
Jelenia Góra	20,5	21,9	24,4	26,9
		1949-1955:		1949-1955:
Ostrołęka	-	20,7	-	22,7
Mława	18,0	19,3	19,7	21,4

Nie zajmowano się zagadnieniem genezy burz. Wzięto pod uwagę wszystkie przypadki burz - zarówno bliskich, jak odległych. Za dzień z burzą przyjęto kalendarzową dobę, w której przynajmniej raz wystąpiła burza. Przy opracowaniu liczby burz uwzględniono wszystkie przypadki burz, które wystąpiły w ciągu doby, przyjmując półgodzinny odstęp czasu między dwiema burzami, a nie godzinny jaki jest przyjmowany przy opadzie. Do przyjęcia takiego kryterium upoważniły minimalne różnice w liczbach przy półgodzinnym i godzinnym odstępie czasu między dwiema burzami, które za okres dziesięcioletni /1946-1955/ ograniczają się do wartości dziesiątych. W przypadku, gdy przerwa między dwiema kolejnymi burzami była krótsza niż 30 minut, traktowano je jako jedną burzę. Jeżeli burza miała miejsce na przełomie doby, wówczas przy liczbie dni z burzą przyjmowano wagę czasową, natomiast przy liczbie burz zaliczano ją do tej doby, w której miała swój początek.

Przebieg dobowy opracowano w dwojaki sposób: w pierwszym przypadku brano pod uwagę tylko początek burzy, w drugim zaś początek i czas trwania /tzw. w skrócie "burze w ogóle"/.

Warunki termiczno-wilgotnościowe sprzyjające powstawaniu burz rozpatrywano na podstawie wyników obserwacji ze stacji synoptycznych: Zamość, Warszawa i Koszalin za lata /1951-1960/.

Dane odnośnie kalendarza mas powietrza pochodzą z pracy A. T o m a s z e w s k i e j /53/.

W celu uzyskania bardziej kompletnego materiału z większej liczby punktów obserwacyjnych /znaczna ilość stacji rozpoczęła bowiem pomiary dopiero pod koniec 1950 roku lub na początku 1951 roku/ opracowano rozkład przestrzenny liczby dni z burzą za okres dziesięcioletni z prze-

sundaniem o 5 lat /1951-1960/. Opracowanie to jednak potraktowano jako pomocnicze, ze względu na to, że zwiększyła się przede wszystkim liczba stacji klimatologicznych, na podstawie których wyznaczenie takich wielkości jak liczba burz, ich przebieg dobowy, czas ich trwania czy też warunki termiczno-wilgotnościowe sprzyjające powstawaniu burz jest niemożliwe w związku z mało precyzyjną rejestracją zjawisk na tego typu stacjach wobec tylko 3 obserwacji na dobę.

Opracowanie dla okresu 1951-1960 pozwoliło jednocześnie na przeanalizowanie stabilności stref i regionów wydzielonych : na podstawie wcześniejszego dziesięciolecia /1946-1955/.

III. OKRES WYSTĘPOWANIA BURZ W POLSCE

Na podstawie zestawień tabelarycznych dotyczących burz w Polsce /46/ za okres dziesięcioletni /1946-1955/ stwierdzono, że burze występować mogą w ciągu całego roku, lecz największa ich częstotliwość przypada na półrocze letnie /kwiecień-wrzesień/. W półroczu zimowym /październik-marzec/ burze należą do rzadkości, jednakże przy opracowaniu charakterystyk rocznych brano je również pod uwagę.

Przy rozpatrywaniu pojedynczych stacji i ich przestrzennego rozmieszczenia widać, że istnieje zróżnicowanie w terminach pojawiania się pierwszych burz, zaczynających i ostatnich kończących sezon burzowy. Za początek okresu występowania burz w Polsce przyjęto marzec, za koniec - październik, dlatego że w miesiącach tych burze występowały na całym obszarze Polski,

przy tym na licznych stacjach /22/ notowano więcej niż jeden przypadek z burzą, gdy tymczasem w listopadzie, grudniu, styczniu i lutym obserwowano je sporadycznie na kilkunastu stacjach. Za sezon burzowy uważamy okres czasu między datami występowania pierwszych burz wiosennych i ostatnich jesiennych, czas jego trwania podano w liczbach dni.

Zróznicowanie przestrzenne w datach pojawiania się najwcześniejszych i najpóźniejszych burz, oraz długość sezonu burzowego na obszarze ziem polskich, obrazują mapki w pracy "Burze w Polsce" /46/ - ryc.27, 28, 30.

Do obszarów uprzywilejowanych pod względem wczesnych burz należy: Kotlina Sandomierska, zachodnia krawędź Wyżyny Śląsko-Małopolskiej, okolice Wrocławia i Szczecina. Pierwsze burze występują tu w pierwszej dekadzie kwietnia. Najpóźniej początek okresu burzowego zanotowano w okolicy Koła, Białegostoku i Ostródy - pierwsza dekada maja. Charakterystyczne jest największe zróznicowanie dat na linii z NW na SE, gdzie występują na przemian obszary o wczesnych i późnych datach pierwszych burz wiosennych, na przykład zachodnia część Pojezierza Pomorskiego wraz z północną częścią Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej wyróżnia się datami wczesnymi, południowo-wschodnia część Niziny Wielkopolsko-Kujawskiej /okolice Koła/ datami najpóźniejszymi w całej Polsce, północno-zachodnia i zachodnia krawędź Wyżyny Śląsko-Małopolskiej daje daty stosunkowo wczesne, centrum Wyżyny Małopolskiej - opóźnione, Kotlina Sandomierska - najwcześniejsze z całej Polski, południowo-wschodni skrawek Polski - daty opóźnione.

Aktywność zjawisk burzowych najwcześniej zanika w północno-wschodniej części naszego kraju

i w południowo-wschodniej części Kujaw /koniec sierpnia - początek września/, na wybrzeżu, w Kotlinie Sandomierskiej i w rejonie Gorzowa /pierwsza dekada września/. Na pozostałym terenie Polski koniec okresu burzowego przypada średnio na drugą dekadę września.

Długość okresu występowania burz w Polsce związana jest ściśle z datami pojawiania się pierwszych burz wiosennych i ostatnich jesien-nych. Zazwyczaj na obszarach, które notowały najpóźniej pierwsze burze wiosenne, działalność burzowa zanika najwcześniej i odwrotnie; w związku z tym regiony te charakteryzują się najkrótszym lub najdłuższym okresem występowania burz. Do regionów o najkrótszym okresie występowania burz należy: północno-wschodnia część Podlasia i południowo-wschodnia część Kujaw /średnio <120 dni/, a do obszarów o najdłuższym okresie występowania burz należą: zachodnia krawędź Wyżyny Śląsko-Małopolskiej i Tatry /średnio >160 dni/.

Wyjątek stanowi a/ dorzecze dolnej Warty-Noteci, gdzie średni okres potencjalny jest stosunkowo krótki /średnio <140 dni/, a maksymalny długi /średnio >210 dni/ oraz b/ centrum Wyżyny Lubelskiej, gdzie średni okres potencjalny odpowiada wartościom przeciętnym notowanym w Polsce, natomiast maksymalny jest najdłuższy w Polsce /Zamość - 233 dni/.

IV ROZKŁAD BURZ NA OBSZARZE POLSKI

Przy opracowaniu rozmieszczenia liczby dni z burzą i liczby burz w poszczególnych miesiącach uwzględniono 12 miesięcy, jakkolwiek średnią wieloletnią wartość miesięczną można było

obliczyć tylko dla sześciu miesięcy /kwiecień, maj, czerwiec, lipiec, sierpień i wrzesień/, w pozostałych, ze względu na małą powtarzalność tego zjawiska, brano pod uwagę tylko sumy przypadków burz za cały okres rozpatrywany. Charakterystyka liczby dni z burzą i liczby burz przy pomocy 10-letnich średnich miesięcznych, sezonowych i rocznych wydaje się być zupełnie wystarczająca, gdyż w skład opracowywanego dziesięciolecia /1946-1955/ wchodzi lata o różnorodnych warunkach atmosferycznych bardziej i mniej burzowe. Wartości średnie wykazują stosunkowo duże zróżnicowanie w zależności od pory roku i położenia stacji.

M i e s i ą c e

Miesiące zimowe /grudzień, styczeń, luty/, wczesnowiosenne /marzec/ i późnojesienne /październik, listopad/ nie wykazują różnic między liczbą dni z burzą a liczbą przypadków wystąpienia burz, w związku z tym przy charakterystyce tych miesięcy operować będziemy "sumą przypadków" /czyli: sumą przypadków wystąpienia burz/.

S t y c z e ń. Obserwowano po jednej burzy w ciągu całego dziesięciolecia na siedemnastu stacjach, dosyć równomiernie rozproszonych po całej Polsce. Dwie burze zanotowano jedynie w Ięgnicy.

L u t y. Burze wystąpiły na osiemnastu punktach obserwacyjnych. Północna część Polski, mniej więcej po równoleżnik 53, charakteryzuje się brakiem burz w tym miesiącu. W Płocku, Łodzi, Częstochowie i Rabce liczba przypadków wzrosła już do trzech.

M a r z e c. Burze notowano już na terenie prawie całej Polski, przy czym ogólnie biorąc więcej niż jeden przypadek z burzą przypada na południowo-zachodnią część kraju, 3-4 na zachodnią i północną część Wyżyny Śląsko-Małopolskiej oraz na Kotlinę Śląską. Maksymalna liczba burz w tym miesiącu osiągnęła wartość 6 w Resku i 5 w Bydgoszczy.

K w i e c i e ń. Średnia liczba burz waha się w granicach 1-2 na obszarze całej Polski; poniżej 1 notowano na zachodnim odcinku wybrzeża, w okolicach Białegostoku i Białej Podlaskiej, powyżej 2 w okolicach Bydgoszczy, w dorzeczu dolnej Wisły i w rejonie Białowieży.

M a j. Uwidacznia się dość gwałtowny wzrost zjawisk burzowych i różnic między liczbą dni z burzą a liczbą burz, zwłaszcza w południowej Polsce. Wybrzeże, południowo-zachodnia część Pojezierza Pomorskiego, Pojezierze Mazurskie bez wzniesień szesko-suwalskich, oraz okolice Koła i Kielc, stanowią obszary o najmniejszej liczbie dni z burzą i liczbie przypadków burz /3/. Do obszarów o największej ilości burz /liczba dni 5, liczba burz 6/ należą okolice Raciborza i Zgorzelca oraz Karpaty. Tatry obejmuje izarytm o najwyższej wartości: dni 6, a przypadków 7.

C z e r w i e c. Układ izarytm czerwca częściowo podobny jest do majowego, szczególnie w północnej i środkowej Polsce z tym tylko, że wartości izarytm są wyższe niż w maju i wahają się w granicach 4-7 w liczbie dni, a 4-10 w liczbie dni, a 4-10 w liczbie przypadków.

L i p i e c jest miesiącem najbardziej burzowym w Polsce: średnia liczba dni z burzą wy-

nosi 4-7, a średnia liczba przypadków 4-12. Dla lipca charakterystyczne są izarytmy dni 4, 6, 7, a przypadków 4, 7, 10. Izarytmy o wartości 4 obejmują: wąski północno-zachodni pas wybrzeża i "wyspę" gorzowską na mapce z liczbą dni. Izarytmy o najwyższej wartości 7, 10 ograniczają Tatry, a o liczbie dni 6 i przypadków 7 zakreślają obszary o zwiększonej liczbie dni i przypadków w stosunku do przeciętnej dla Polski; izarytma dni 6 występuje 5-krotnie: w Karpatach i w okolicy Racióbrz-Katowice, oraz w rejonie Radomia, Siedlec i Zielonej Góry; izarytma przypadków 7 obejmuje 7 obszarów: Podkarpacie, Dolny Śląsk wraz z Sudetami bez południowo-zachodniego skrawka, oraz okolice Łodzi, Radomia, Siedlec, Reska i Elbląga.

S i e r p i e ń. Zaznacza się już stopniowy spadek powtarzalności burz. Na obu mapkach na północno-zachodnim wybrzeżu i w rejonie Gorzowa na mapce z liczbą dni pojawiały się znów izarytmy 3. Izarytmy dni 6, przypadków 7, które oddzielały obszary o zwiększonej ilości burz zmniejszyły w bardzo dużym stopniu swój zasięg, ograniczając się do wyższych partii Karpat, a na mapce z liczbą burz izarytma 7 występuje jeszcze w Karkonoszach i w zachodniej części Ziemi Lubuskiej. Izarytmy najwyższe - dni 7, a przypadków 10 - obejmują Tatry.

W r z e s i e ń. Gwałtowny spadek tego rodzaju zjawiska upodobnił mapki wrześniowe do kwietniowych. Na terenie całej Polski przeważają wartości 1-2, powyżej 2 notowano w Resku, na Kasprowym Wierchu, w Rabce, na południowej i północno-zachodniej krawędzi Wyżyny Śląsko-Małopolskiej, w Przemyśle i w Siedlcach. Wartości poniżej 1 zanotowano w dorzeczu dolnej Wisły i Noteci, w Białymstoku, Łławie i Kole.

P a ź d z i e r n i k. Rozkład stacji, na których zarejestrowano burze w tym miesiącu, na pierwszy rzut oka przypomina marcowy. Burze wystąpiły prawie na całym obszarze z wyjątkiem północno-zachodniej części Polski, z tym, że stacje notujące więcej niż jeden przypadek tego zjawiska są bardziej rozproszone na całym obszarze Polski.

L i s t o p a d. Z kolei ten miesiąc jest częściowo podobny do stycznia, brak jednak burz w środkowej Polsce. Dodać jednak należy, że w miesiącu tym zaobserwowano burze w najmniejszej liczbie miejscowości, bo jedynie na 11 stacjach; wystąpiły one w różnych dniach i latach w ilości jednego przypadku w ciągu dziesięciolecia, jedynie w Białowieży zanotowano ich dwa.

G r u d z i e ń. Zanotowano burze na 13 punktach obserwacyjnych a najwyższa ich liczba 2 - przypada na Koszalin. "Burzowy" był dzień 20 grudnia 1955 r., kiedy to burze pojawiły się w Świnoujściu, Szczecinie, Katowicach i Aleksandrowicach.

P o r y r o k u

Pory roku przyjęto według ogólnego schematu: wiosna /marzec, kwiecień, maj/, lato /czerwiec, lipiec, sierpień/, jesień /wrzesień, październik, listopad/ i zima /grudzień, styczeń, luty/. W opracowaniu przestrzennego rozmieszczenia liczby dni z burzą i liczby burz w poszczególnych porach roku uwzględniono cztery pory roku, jakkolwiek izarytmy można było wykreślić tylko dla trzech /wiosna, lato, jesień/.

W i o s n a. Najbardziej burzowe są Karpaty i Podkarpacie /liczba dni 8, 7, 6, a przypadków 10, 8, 7/. Izarytmy o wartościach najwyższych /liczba dni - 8, liczba burz 10/ ograniczają Tatry. Okolice podkarpackie aż po południowo-zachodnią część Roztocza, południowo-zachodni skrawek Polski nad Nysą Łużycką oraz okolice Wrocławia - Wielunia i Raciborza obejmuje izarytma dni 6 i przypadków 7. Pierwsza z nich występuje jeszcze koło Radomia i Warszawy. Do najmniej burzowych na wiosnę należą obszary zamknięte izarytmą ilości dni burzowych 3, a przypadków 4. Należą do nich: północno-zachodni skrawek wybrzeża i rejon Białegostoku.

L a t o /ryc.2 i 3/. Wartości izarytm wahają się na obszarze ziem polskich od 10 do 22 dni, a przypadków 12 - 32. Najmniej burz /dni 10 - 12, a przypadków 12 - 14/ spotykamy na zachodnim odcinku wybrzeża, w dolnym biegu Warty i Noteci, w pobliżu Koła i Białegostoku. Występujące w Tatrach izarytmy dni 22, a przypadków 32 odpowiadają najwyższym wartościom obserwowanym w tej porze roku na ziemiach polskich. Izarytmy o wartości dni 14, a przypadków 16, 18 biegnąc prawie równoleżnikowo, dzielą Polskę na dwie części: północną, uboższą w burze i południową bogatszą.

J e s i e ń. Różnice między liczbą dni z burzą a liczbą przypadków burz zanikają. Zróżnicowania w samych izarytmach na całym terenie Polski są niewielkie, spotykamy w tym czasie obszary, na których liczba dni z burzą i liczba przypadków burz, średnio biorąc, wynosi 1 /okolice Gorzowa-Wąlcza, Białegostoku oraz Koła/. Obszary wykazujące się liczbą dni i liczbą przypadków większą od 2 zamknięte są izarytmami 2. Należą

do nich: Pojezierze Pomorskie, Podlasie, rejon Radomia, najwyższe partie Sudetów, zachodnia i południowa krawędź Wyżyny Małopolskiej oraz zachodnie Karpaty.

Z i m a - to najuboższa pod względem burz pora roku. W ciągu całego dziesięciolecia /1946-1955/ burze występowały sporadycznie prawie na całym obszarze naszego kraju, z wyjątkiem północno-wschodniej części. W Płocku zanotowano ich wyjątkowo dużo, bo aż 4 w ciągu dziesięciolecia. Dwie trzecie stacji, na których zarejestrowano w ciągu omawianego dziesięciolecia więcej niż 1 przypadek z burzą, skupia się w Polsce południowej /w pasie wyżyn i gór/.

R o k

W przebiegu izarytm dla niektórych miesięcy /maj, czerwiec, lipiec i sierpień/, pół roku /wiosna, lato/ i roku, zauważyć się dają pewne analogie. Tak np. regionami o największej liczbie burz są Karpaty, najmniejsze zaś ich liczby znajdujemy na północno-zachodnim wybrzeżu, w dolnym biegu Warty i Noteci oraz w okolicach Koła i Białegostoku.

Przebieg izarytm rocznych /ryc.4/ jest na ziemiach polskich najbardziej skomplikowany. Największe wahania w izarytmach wynoszą od 14 do 34 dla liczby dni z burzą, od 16 do 48 dla liczby burz. Regiony objęte izarytmami o najniższych i najwyższych liczbach dni z burzą i liczbach przypadków burz zupełnie pokrywają się na obu mapkach. W pierwszym przypadku /najniższe wartości/ jest to północno-zachodnie wybrzeże, dorzecze dolnej Warty z Notecią, w drugim zaś /maksymalne ilości/ obejmują - najwyższe partie Karpat - Tatry.

Porównanie mappek izarytm dla Polski za okres dziesięcioletni /1946-1955/ z mapkami zamieszczonymi w publikacji Światowej Organizacji Meteorologicznej /57/, ilustrującymi rozkład przestrzenny liczby dni z burzą w Europie, wykazało, że przebieg izarytm szczegółowych zgadza się w dużym stopniu z przebiegiem zgeneralizowanych izarytm na terenie Polski, jakkolwiek dane dla Europy pochodzą z innego okresu czasu. Podobieństwo to uwidacznia się przede wszystkim w porach roku i w roku. Porównanie izarytm polskich i europejskich pod względem liczby dni z burzą autorka podała w swojej pracy "Burze w Polsce" /46/, wydanej drukiem w r. 1962.

Szczegółowa analiza rozkładu liczby dni z burzą i liczby burz w poszczególnych miesiącach, porach roku i roku za okres dziesięcioletni /1946-1955/ wykazała, że na terenie Polski istnieje dość duże zróżnicowanie tak w liczbie dni z burzą, jak w liczbie burz, jednakże układ izarytm w obu przypadkach jest bardzo podobny, tzn. obszary charakteryzujące się większą lub mniejszą liczbą dni z burzą mają odpowiednio większą lub mniejszą liczbę burz. Fakt ten należy tłumaczyć przede wszystkim wpływem podłoża, na którego charakter składa się wiele elementów jak: rzeźba powierzchni, wysokość względna, ekspozycja zboczy, sąsiedztwo morza, pokrycie terenu, rodzaj gleby, sieć wodna - od których zależą stosunki hydrotermiczne terenu. Wpływ podłoża może być dwójaki, hamujący lub sprzyjający rozwojowi prądów konwekcyjnych, co bezpośrednio wpływa na ilość burz pochodzenia lokalnego /burze wewnątrz-masowe/. Burze frontalne /szczególnie dotyczą, to burz związanych ze strefami frontów stacjonarnych lub przemieszczających się bardzo wolno/, o ile natrafiają na podłoże sprzyjające rozwojowi konwek-

cji, to przedłuża się czas ich trwania; w przeciwnym przypadku następuje zanik zjawisk burzowych, lub też tereny niekorzystne dla rozwoju konwekcji są omijane przez burze. Przy czym nie należy zapominać, że wpływ podłoża zależy w dużym stopniu od pory roku i pory dnia.

Regiony geograficzne wyróżniające się na terenie Polski dużą lub zwiększoną aktywnością burzową /o czym świadczą wartości liczby dni z burzą i liczby burz/ posiadają niewątpliwie najwięcej czynników sprzyjających do rozwoju konwekcji: urozmaiconą rzeźbę, duże wysokości względne, szybkie nagrzewanie się powierzchni, największy dopływ energii cieplnej, najwyższe temperatury maksymalne itp. i odwrotnie.

Z rozkładu liczby dni z burzą i liczby burz na terenie Polski wynika, że decydujący wpływ na rozmieszczenie przestrzenne burz ma charakter podłoża i że istnieje korelacja między liczbą dni z burzą a liczbą burz.

Na podstawie powyższych stwierdzeń możnaby wnioskować, że w ciągu całego sezonu burzowego przeważają burze typu lokalnego /burze wewnątrzmasowe bądź związane ze strefami frontów stacjonarnych lub przemieszczających się bardzo wolno/. Ale w dalszym ciągu nie wiemy, ile burz średnio biorąc przypada na jeden dzień z burzą na danym obszarze, co określałoby bliżej, czy dany teren jest aktywny burzowo czy nie. Zagadnienie to częściowo rozwiąże lokalny wskaźnik aktywności burzowej.

2 Kształtowanie się lokalnego wskaźnika aktywności burzowej w wybranych miesiącach, porach roku i w roku

Lokalnym wskaźnikiem aktywności burzowej W dla danej stacji nazwano stosunek liczby burz lb do liczby dni z burzą ld pomnożoną przez 100, którą można wyznaczyć ze wzorów $/1/$

$$\frac{lb}{ld} = 1 + W_m$$

$$W_m = \frac{lb}{ld} - 1 / 100 \quad /1/$$

Lokalny wskaźnik aktywności burzowej waha się od minimum równego zero /w przypadku gdy na jeden dzień z burzą przypada średnio jedna burza/ do maksimum równego 65 /tzn. na 100 dni z burzą przypada tu aż 165 przypadków burz/. Przeciętna wartość roczna wskaźnika dla Polski wynosi 18.

Wielkość lokalnego wskaźnika aktywności burzowej opracowano dla miesięcy i pór roku o największej ilości burz /maj, czerwiec, lipiec, sierpień oraz wiosna i lato/ a ponadto dla całego roku za okres 10 letni /1946-1955/. Do niniejszej pracy załącza się tylko mapkę dla roku /ryc.5/.

We wszystkich rozpatrywanych miesiącach i porach roku izarytma 5 ogranicza tereny o najniższej wartości wskaźnika. Należą do nich: środkowy skrawek wybrzeża /w lipcu, sierpniu, na wiosnę i w lecie/, centrum Niziny Mazowiecko-Podlaskiej i Kotliny Oświęcimskiej /w maju i na wiosnę/, oraz okolice Białegostoku /w czerwcu/.

Maksimum wykazuje natomiast większe zróżnicowanie pod względem wartości: od 35 w sierpniu do 65 w lipcu. W pozostałych miesiącach przyjmowało ono wartości pośrednie: maj - 40, czerwiec - 45.

Spośród pór roku najwyższa aktywność burzowa przypada na lato - wskaźnik 45. Wiosną wobec małej liczby burz w marcu i kwietniu wskaźnik osiąga wartość - 30, jakkolwiek w maju wynosi 40.

Do terenów najbardziej aktywnych burzowo we wszystkich omawianych miesiącach i porach roku należą Tatry, a ponadto w maju - okolice Chojnic i Białej Podlaskiej, w sierpniu - rejon Reska, Koła i Zamocia. Roczny wskaźnik aktywności burzowej jest średnią wartością wskaźników miesięcznych, z tym że miesiące chłodnej pory roku, o małej ilości burz brane są z mniejszą wagą statystyczną - wzór /2/

$$W = \frac{1}{ld} \sum_{i=1}^{12} W_i /ld/i \quad /2/$$

gdzie W_i = miesięczne wskaźniki aktywności burzowej dla kolejnych miesięcy $i = 1, 2, 3 \dots$

$/ld/i$ = liczba dni z burzą dla i -tego miesiąca.

Rozkład izarytm rocznego wskaźnika aktywności burzowej, ilustruje ryc. 7. Teren o najniższej jego wartości ogranicza izarytma 5 /środkowy skrawek wybrzeża/, natomiast najwyższą wartość - 40 - osiąga w Tatrach. Jeśli uwzględnić dla całej Polski wartość wskaźnika = 20, to do obszarów o zwiększonej aktywności burzowej w ciągu całego sezonu należą: południowo-wschodnia część Polski /Karpaty wraz z

pogórzem, Kotliną Sandomierską, Wyżyny Lubelska i Podlasie/, południowo-zachodnia /Kotliną Śląska wraz z Sudetami i terenami bezpośrednio przyległymi i Ziemia Lubuska/, zachodni wycinek Pojezierza Pomorskiego, dolna Wisła wraz z terenami od Torunia - Chojnic po Elbląg - Kętrzyn oraz okolice Koła.

Obszary o zmniejszonej aktywności burzowej /< 15/ układają się interesująco, prawie że na przemian z poprzednio opisanymi. Pierwszy - to pas ciągnący się od wschodniej części Pojezierza Mazurskiego przez Nizinę Mazowiecką, centrum Wyżyny Śląsko-Małopolskiej do Bramy Morawskiej, drugi obejmuje prawie całą Nizinę Wielkopolsko-Kujawską wraz z doliną środkowej Warty i Noteci, wreszcie północno-zachodni skrawek wybrzeża, oraz okolice Gdańska.

Z rozkładu izarytm wskaźnika aktywności burzowej w poszczególnych miesiącach, porach roku i roku wypływa wniosek, że wielkość jego zależy wyraźnie od charakteru podłoża i pory roku.

Zaletą tego wskaźnika jest to, że eliminuje on szybko przemieszczające się burze frontalne, na które charakter podłoża nie zdoła wywrzeć wpływu, a które na ogół obejmują dość duże przestrzenie, wówczas bowiem $lb = ld$, a $W = 0$.

3 Stosunek liczby burz z gradami do ogólnej liczby burz

Względny udział burz gradowych w ogólnej liczbie burz. Ryc.22 w pracy "Burze w Polsce" /46/ obrazuje kształtowanie się tego stosunku w roku na terenie naszego kraju za okres dzie-

sięcioletni /1946-1955/. Na pozór mogłoby się zdawać, że powinna zachodzić prosta zależność między liczbą burz w ogóle i liczbą burz z gradem, tzn. obszary o najmniejszej liczbie burz powinny mieć najmniej burz gradowych i przeciwnie. Przypuszczenie to znajduje tylko częściowe potwierdzenie w przypadku małego udziału burz gradowych $<10\%$ - okolice Białegostoku/, natomiast przy wysokim ich udziale zarysowuje się większa zgodność $>70\%$ - Karkonosze, $>60\%$ - Tatry, $>30\%$ - okolice Słubic, Wielunia i Lęborka, $>40\%$ - rejon Siedlec/.

Wyjątek stanowi centrum Wyżyny Małopolskiej, gdzie udział burz gradowych w stosunku do ogólnej liczby burz jest duży $>30\%$ i okolice Legnicy, gdzie stosunek ten jest mały $<10\%$. Interesujący jest przebieg izarytmy o wartości 20, która prawie południkowo dzieli Polskę na dwie części: wschodnią - bogatszą w burze gradowe i zachodnią - uboższą w nie. Izarytma o tej wartości występuje jeszcze wyspowo w okolicy Bydgoszczy oraz odcina od pozostałej części kraju mającej $<20\%$ Pojezierze Pomorskie wraz z wybrzeżem i południowo-zachodni skrawek Polski.

V ZRÓŻNICOWANIE PRZEBIEGU DOBOWEGO BURZ NA TERENIE POLSKI

Niektóre fragmenty dotyczące przebiegu dobowego występowania burz w Polsce jak: próba regionalizacji terminów występowania maksimów dobowych na terenie Polski, izoplety przebiegu dobowego częstotliwości występowania burz dla wybranych regionów geograficznych i dla całej Polski, zostały już poprzednio opublikowane

przez autorkę /46 i 47/. Na podstawie tych opracowań stwierdzono, że przebieg dobowy burz na terenie Polski wykazuje dość duże zróżnicowanie w zależności od pory roku i charakteru podłoża. Prace te nie pozwoliły jednak na uchwycenie najbardziej istotnych szczegółów, jakimi są: zmienność z godziny na godzinę w powstawaniu i trwaniu burz, okresowość w występowaniu, oraz kształtowanie się dobowych wskaźników ich trwałości, które przy regionalizacji opartej o zjawisko burz są, jak się wydaje, bardziej odpowiednie, ponieważ pozwalają na bliższe określenie regionów burzowych. Rozmieszczenie wyżej wymienionych charakterystyk zależy nie tylko od pory roku i charakteru podłoża, ale w dużym stopniu od pory dnia.

Przebieg dobowy w tym ujęciu, podobnie jak inne szczegółowe charakterystyki burz, opracowano dla miesięcy o największej ich ilości /maj, czerwiec, lipiec, sierpień/ i dla roku.

Opracowania dokonano w dwojaki sposób: w pierwszym przypadku brano pod uwagę tylko początek burzy; jeżeli np. rozpoczęła się o godzinie 12⁰⁰, zaliczano ją do przebiegu czasu 11⁰¹ - 12⁰⁰, a jeżeli o godzinie 12⁰¹, to zaliczano ją już do następnego przedziału 12⁰¹ - 13⁰⁰. W drugim przypadku brano pod uwagę nie tylko początek burz ale i czas jej trwania, np. jeżeli burza rozpoczęła się o godzinie 11⁴⁵ a skończyła się o 13⁴⁵, to zarejestrowano ją w 3 kolejnych godzinnych przedziałach: 11⁰¹ - 12⁰⁰, 12⁰¹ - 13⁰⁰, 13⁰¹ - 14⁰⁰. Przedział czasu zawarty między godziną 11⁰¹ - 12⁰⁰ oznaczono na mapkach cyfrą 12, między godziną 12⁰¹ - 13⁰⁰ cyfrą 13 itd.

Dla gospodarki narodowej /rolnictwo, komunikacja i łączność, ochrona przeciwpożarowa itp./ wydaje się ważniejsze opracowanie drugie, ponieważ rolnika np. nie tyle interesuje, kiedy naj-

częściej rozpoczynają się burze, ile na którą godzinę przypada maksymalna ich powtarzalność w sensie trwania, bo ona zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia największego procentu burz szkodliwych dla rolnictwa /burze gradowe, z ulewnym deszczem itp./. Podobna sytuacja będzie przedstawiała się z pozostałymi gałęziami gospodarki, które interesuje godzina największego nasilenia burz z dużymi wyładowaniami.

Natomiast meteorologów i klimatologów bardziej ciekawi określenie, w których godzinach istnieją warunki sprzyjające ich powstawaniu i czy istnieje na terenie Polski jakieś zróżnicowanie przestrzenne w częstotliwości ich występowania w zależności od charakteru podłoża, pory roku i pory dnia.

Badanie rozmieszczenia burz zależnie od pory roku i pory dnia jest również interesujące dla geografów, ponieważ na częstotliwość burz i ich rozkład w pewnym stopniu, bliżej jeszcze nie poznanych, wpływa pośrednio szereg czynników geograficznych, od których zależą stosunki hydrotermiczne terenu; należą do nich: rzeźba powierzchni, budowa geologiczna i pokrycie terenu, sieć wodna itp.

1 Godzinne zmiany w występowaniu burz

Burze w Polsce występować mogą w ciągu całej doby, lecz częściej obserwowane są w godzinach popołudniowych; początki burz koncentrują się w godz. 12ⁿ-21ⁿ, a ich występowanie w sensie trwania, zwane roboczo "burzami w ogóle" - 12ⁿ - 21ⁿ.

Analiza przebiegu dobowego burz dla miesiący w Polsce wykazała /47/, że długość okresu o

największej częstotliwości burz w ciągu doby zależy od pory roku i położenia geograficznego punktów obserwacyjnych.

Opracowanie ograniczono do okresu 12^h - 21^h, dla którego wykreślono mapki codziennych średnich wartości częstotliwości początków burz i burz w ogóle w miesiącach najbardziej burzowych /maj, czerwiec, lipiec, sierpień/ i w roku, jednakże do pracy z przyczyn technicznych nie założono żadnych.

Godzina 12. Z przebiegu izarytm średniej częstotliwości początków burz wynika, że we wszystkich analizowanych miesiącach istnieją tereny, na których o 12^h nie notowano burz w ciągu całego badanego dziesięciolecia. Jest to północna część Niziny Kujawskiej i rejon Zgorzelca. Obszary te ogranicza izarytm o wartości 0,1.

We wszystkich miesiącach terenem najbardziej burzowym o 12^h są Tatry. Maksimum częstotliwości początków burz waha się tu od 0,6 w sierpniu do 0,9 w lipcu, a burz w ogóle od 1,3 w sierpniu do 1,8 w czerwcu. Pod względem częstotliwości początków burz dorównują Tatrom w czerwcu Góry Świętokrzyskie, w lipcu zaś okolice Chojnic.

W przebiegu rocznym góry /Karpaty i Sudety/ oraz okolice Chojnic i Lęborka wyróżniają się wysoką częstotliwością wczesnych burz />1,5 początków, >2,0 burz w ogóle o 12^h/. Wyżyna Lubelska, Kotlina Sandomierska, Wyżyna Małopolska, Podlasie oraz okolice Skubie i Torunia niewiele im ustępują /wskaznik początków burz - >1,0, burz w ogóle >1,5/. Najrzadziej nawiedzane przez burze południowe są: północno-zachodni skrawek wybrzeża oraz okolice Gorzowa, Zielonej Góry i Lublina.

Godzina 13. W stosunku do 12^h zaznacza się dosyć duży wzrost średniej częstotliwości burz i różnic między liczbą obserwowanych burz a liczbą ich początków, przejawia się to przede wszystkim w wielkości obszarów o zwiększonej częstotliwości zjawisk burzowych /liczba początków >0,4, burz w ogóle >0,6/.

Karpaty wraz z pogórzem, dolina dolnej i środkowej Wisły wraz z północno-wschodnią krawędzią Wyżyny Małopolskiej, Wyżyna Lubelska, południowo-zachodni skrawek Polski, okolice Siedlec, oraz Sudety wraz z pogórzem należą do terenów nawiedzanych przez burze o 13^h najczęściej. W maju i sierpniu są okolice w Polsce północnej, gdzie o tej godzinie nie notowano burz w ciągu całego dziesięciolecia /1946-1955/.

W roku wartości izarytm wahają się od 1,0 /liczba początków/ i 1,5 /liczba burz w ogóle/ na wybrzeżu i w okolicy Poznania do 5,0 /liczba początków/ i 9,5 /liczba burz w ogóle/ w Tatrach.

Godzina 14. Aktywność burzowa w dalszym ciągu wzrasta mimo że najniższe i najwyższe wartości izarytmu nie wykazują zasadniczych różnic w stosunku do 13^h, bowiem powierzchniowo, na których notowano poniżej 2 początków burz wyraźnie zmalały w stosunku do godzin wcześniejszych.

Najwyższe wartości średniej częstotliwości burz i burz w ogóle o 14^h przypadają nadal na Tatry i wahają się w granicach od 1,2 w sierpniu do 1,4 w czerwcu dla początków burz, a dla burz w ogóle od 2,0 - w maju do 3,4 - w lipcu. Na mapkach burz w ogóle izarytmy o wartościach pośrednich wykazują wyraźny wzrost wartości w stosunku do izarytmu na mapkach początków, co świadczy o dłuższym trwaniu burz o tej godzinie.

Gwałtowny wzrost różnic między liczbą burz w ogóle a liczbą ich początków między 13^h - 14^h, oraz zarysowujące się różnice w ich rozmieszczeniu na terenie naszego kraju najwyraźniej uświadocznily się na mapkach rocznych, przy czym na mapkach początków burz istnieje zróżnicowanie równoleżnikowe, natomiast na mapkach burz w ogóle raczej południkowe.

Izarytma 2,0 dzieli Polskę na dwie części: na północ od niej liczba początków maleje /z wyjątkiem Pojezierza Pomorskiego, okolicy Toruń-Bydgoszcz i rejonu Suwałk/ na południe zaś wzrasta. Obszarami o dużej powtarzalności burz $>3,5$ średnio o tej godzinie /średnio $>3,5$ / są: pas środkowej Polski biegnący od wybrzeża do Karpat oraz południowo-wschodnia część Polski i Sudety.

Godzina 15. Liczba początków burz o 15^h waha się od 0,1 /maj/ do 1,4 /czerwiec/, a ich powtarzalność o tej godzinie wzrasta w poszczególnych miesiącach średnio do 2,6 - 3,0.

Izarytma o wartości 0,1 wyodrębniająca tereny, na których nie notowano ani razu burzy w ciągu dziesięciolecia, występuje o 15^h jednorazowo w maju w rejonie Szczecina.

Izarytma o wartości 0,2 obejmuje obszary o najmniejszej liczbie burz, należą do nich: w maju - centrum Wyżyny Lubelskiej, okolice Poznań-Koźło, Kraków-Aleksandrowice oraz rejon Szczecina i Białegostoku, w czerwcu - dolina środkowej i dolnej Warty i Noteci, skrawek wybrzeża w sąsiedztwie Świnoujścia i Jutki oraz rejon Zgorzelca, w lipcu - centrum Wyżyny Lubelskiej, a w sierpniu środek Wyżyny Małopolskiej, wycinek wybrzeża od Ustki po Kołobrzeg oraz rejon Suwałk i Wałcza.

Izarytmy o najwyższych wartościach początków /1,2 i 1,4/ jak i największej powtarzalności

ci burz /2,6 - 3,0/ obejmują Tatry. Aktywność burzowa o 15^h we wszystkich miesiącach przejawia się wyraźnie w Polsce południowej, a w lipcu ogarnia również środkową i północną część naszego kraju.

W roku izarytmy o najniższych wartościach /początków burz 1,0 a burz w ogóle 2,0/ występują na wybrzeżu a o największych /ze wskaźnikiem początków burz 5,6 a burz w ogóle 12,5/ przypadają na najwyższe partie Karpat. Duża przewaga liczby burz nad liczbą ich początków w tym przedziale czasowym świadczy o dominowaniu burz długotrwałych powstałych w wcześniejszych godzinach.

Izarytmy początków burz z wartością 2,0 a burz w ogóle z wartością 4,0 obejmują obszary o zmniejszonej częstotliwości burz; izarytmy 2,5 i 4,5 - o zwiększonej częstotliwości, zaś 3,0 i 6,0 - o dużej.

Godzina 16 zapoczątkowuje na terenie naszego kraju stopniowy spadek średniej częstotliwości występowania początków burz, o czym świadczy przede wszystkim pojawienie się większych powierzchni objętych izarytmami o niższych wartościach; widać to dosyć wyraźnie zarówno w poszczególnych miesiącach jak też w roku.

Izarytmy ilustrujące liczbę nowopowstałych burz o 16ⁿ są mało skomplikowane; na szczególną uwagę zasługują następujące ich wartości: 0,4 - w maju, czerwcu i sierpniu, 0,6 - w lipcu i 2,0 w roku, które przebiegają w pobliżu równoleżnika 52, dzieląc Polskę na dwie części: o malejącej liczbie początków i południową o wzrastającej.

O 16^h zwiększyła się liczba stacji, na których nie obserwowano nowopowstałych burz; należą do nich: Szczecin i Mława - w maju, Szczecinek i

Białystok - w czerwcu, Gorzów i Suwałki - w sierpniu. Na mapce lipcowej, w okolicy Kalisz - Koło, pojawił się stosunkowo duży obszar objęty izarytmą o wartości 0,2. Wartości izarytm maksymalnych wykazują również spadek w stosunku do 15ⁿ, oprócz lipca, w którym zaobserwowano nawet wzrost początków o 0,4.

Układ izarytm ilustrujących liczbę burz w ogóle częściowo podobny jest do poprzednio opisywanych, zwłaszcza w maju, w czerwcu i sierpniu, z tym, że wartości ich są ponad dwukrotnie wyższe i wahają się w granicach 0,4 - 2,0 w maju, 0,6 - 2,8 w czerwcu, 0,6 - 3,4 w lipcu, 0,4 - 2,6 w sierpniu i 2,5 - 12,5 w roku.

Największe rozbieżności w układzie izarytm zarysowują się w lipcu oraz w roku.

Godzina 17. Wartości roczne częstotliwości występowania zarówno początków burz jak i burz w ogóle są bardziej miarodajne, ze względu na to, że cechuje je większa stabilność z godziny na godzinę, w przeciwieństwie do wartości miesięcznych, które wykazują dość dużą zmienność nie tylko z miesiąca na miesiąc, ale z godziny na godzinę w tych samych miesiącach, co czym zresztą przekonaliśmy się już poprzednio.

W związku z tym, przy niewielkim zróżnicowaniu częstotliwości w godzinach sąsiednich, trudno niekiedy zorientować się na podstawie wartości miesięcznych, jaka istnieje ogólna - wzrostowa czy spadkowa - tendencja częstotliwości burz w danej godzinie w całej Polsce. Tego rodzaju wątpliwości nastrocza godzina 17-ta. W maju na mapce początków burz zaznacza się wzrost częstotliwości w stosunku do poprzedniej godziny 16-tej, ale tylko w południowej części Polski, na mapce burz w ogóle zarysowuje się niewielki

wzrost na całym obszarze ziem polskich, z wyjątkiem doliny środkowej Narwi. W czerwcu - ogólnie można powiedzieć, że w pierwszym przypadku/iłość początków burz/zaznacza się minimalny spadek, w drugim zaś /iłość burz w ogóle/ częstotliwość utrzymuje się na poziomie godziny 16-tej. W lipcu i w sierpniu w początkach burz widać wzrost częstotliwości, natomiast w drugim stosunkowo nieduży spadek.

Dopiero wartości izarytm rocznych, a zwłaszcza rozmiary obszarów o zwiększonej częstotliwości występowania początków burz i burz w ogóle, pozwoliły na rozstrzygnięcie wyżej wymienionych tendencji.

Obszary o zwiększonej częstotliwości burz zamknięte izarytmą początków burz 2,5 i izarytmą burz w ogóle = 5,0 stanowią o godzinie 17-tej, średnie biorąc, około 40% ziem polskich. To twierdzenie pozwala na wyciągnięcie wniosku, że częstotliwość początków burz o godzinie 17-tej osiągnęła wtórne maksimum, natomiast burze w ogóle wykazują już tendencję spadkową w stosunku do godz.16-tej, czyli burze w ogóle osiągnęły swe maksimum o godzinie 16-tej. Należy jednak podkreślić, że częstotliwość występowania burz w ogóle, już od godziny 14-tej, wykazuje stosunkowo nieduże zróżnicowanie zarówno co do wartości izarytm charakterystycznych jak też i co do wielkości obszarów, które one ograniczają. Pod względem wartości maksimum i minimum absolutnych pierwsze miejsce zajmuje godzina 15-ta. Godzina siedemnasta przynosi pierwsze zmiany w lokalizacji maksimum początków burz, w związku z wygasaniem aktywności burzowej w górach, co przeanalizować można na załączonych mapkach.

Godzina 18. Wartości izarytm o godzinie 18-tej wahają się na ziemiach polskich dla po-

czątków burz: 0,1 - 1,0 w maju, 0,1 - 1,4 w czerwcu, 0,2 - 1,0 w lipcu, 0,2 - 0,6 w sierpniu, 1,0 - 4,5 w roku, a dla burz w ogóle: 0,2 - 1,6 w maju, 0,4 - 2,0 w czerwcu, 0,6 - 2,6 w lipcu, 0,2 - 1,6 w sierpniu, 2,5 - 8,5 w roku.

Z zestawienia tego wyniku, że obszary notujące po jednym początku burzy o godzinie 18 wystąpiły już we wszystkich miesiącach, natomiast po jednej burzy w ogóle tylko w maju i sierpniu. Do stacji, w zasięgu których nie zarejestrowano burzy o godzinie 18-tej, należą: Koszalin i Szczecinek - w maju, Białystok w czerwcu, Koszalin i Kraków w sierpniu.

Maksimum początków burz wykazuje wyraźny spadek z wyjątkiem okresu majowego. Atrzymuje się na poziomie godziny 17-tej/1 czerwca /wykazuje pewien wzrost/.

Izarytmy miesięczne początków burz o wartościach 0,4 i 0,6 a burz w ogóle 0,8 i 1,2, które w większości przypadków ograniczają obszary o zwiększonej częstotliwości burz, zmniejszyły w dużym stopniu swój zasięg, zwłaszcza w maju i w lipcu.

W roku izarytmy początków burz 2,0 i 2,5 a burz w ogóle 4,5 i 5,0 również o godzinie 18-tej obejmują znacznie mniejsze powierzchnie.

Godzina 19. Spadek średniej częstotliwości występowania burz w godzinach popołudniowych wykazuje zróżnicowanie z jednej strony przy porównaniu ze sobą początków burz i burz w ogóle, obu opracowań, z drugiej zaś przy zestawieniu miesięcy i roku. Na podstawie wartości izarytm i wielkości obszarów nimi objętych stwierdza się, że spadek liczby burz w ogóle dokonuje się łagodniej aniżeli ich początków, co między innymi należy tłumaczyć, że na niektórych terenach działalność

burzowa jest ciągle podtrzymywana, dzięki temu burze, które miały swój początek w godzinach wcześniejszych, przetrwały do późnego popołudnia a nawet trwają do godzin wieczornych. W godzinach popołudniowych i wieczornych warunki termiczne nie sprzyjają powstawaniu burz, w związku z czym tego samego rzędu różnice między liczbą burz w ogóle a początkami burz utrzymują się w dalszym ciągu, co szczególnie wyraźnie wypukła się w Polsce południowej. Wyjątek stanowi lipiec i sierpień w opracowaniu burz w ogóle, kiedy to pod względem częstotliwości występowania burz środkowa część Polski wraz z Pojezierzem Pomorskim i zachodnią częścią Pojezierza Mazurskiego nie ustępują Polsce południowej.

Godzina 20. Ten przedział czasowy przynosi gwałtowny spadek, zwłaszcza początków burz; na całym obszarze Polski we wszystkich miesiącach przeważają wartości 0,2 - 0,4. Stacji wyróżniających się brakiem nowopowstałych burz o godzinie 20-tej wystąpiło w maju 5 /Ustka, Gdańsk, Szczecin, Białystok i Siedlce/, w czerwcu - 3 /Białowięża, Warszawa, Aleksandrowice/, w pozostałych miesiącach są to tylko pojedyncze stacje /Częstochowa i Koszalin - w sierpniu/.

Obszary, na których zarejestrowano powyżej 0,4 początków burz, bardzo zmalały w stosunku do godziny 19-tej, ograniczając się do wybranych regionów Polski południowej, z tym, że największe są one w sierpniu /Karpaty, Wyżyna Lubelska i dolina środkowej Wisły od Puław do Płock/ i w czerwcu /południowo-zachodnia część Polski, Wyżyna Lubelska/. Dane sierpniowe i czerwcowe zdecydowały przede wszystkim o rozkładzie rocznym. Ponadto izarytma 0,4 występuje "wyspowo" w stosunkowo dużej ilości punktów, dośyć równomiernie rozrzuconych po całej Polsce.

Burze w ogóle wykazały również spadek, ale nie tak gwałtowny jak ich początki.

Terenami najbardziej aktywnymi burzowo o godzinie 20-tej są okolice: Legnicy - w czerwcu, lipcu i w roku, Zgorzelca - w maju, Warszawy - w sierpniu na mapkach początków burz, a na mapkach burz w ogóle tylko Legnica powtarza się, ale w innych miesiącach /maj, sierpień i rok/, w czerwcu są to okolice Rabki i Lęborka a w lipcu Tatry. W opracowaniu początków burz najwyższe wartości częstotliwości wahają się od 0,8 w sierpniu do 1,0 w czerwcu i w lipcu, natomiast w opracowaniu burz w ogóle od 1,3 w czerwcu i sierpniu do 1,6 w lipcu.

Godzina 21. Początki burz wykazują tendencję do wzrostu natomiast burze w ogóle do dalszego spadku w stosunku do godziny 20-tej, z wyjątkiem lipca, w którym zaznacza się raczej wzrost częstotliwości. Objawia się to przede wszystkim w wartościach izarytm pośrednich, charakterystycznych dla tej godziny /0,4 początki burz i 0,6 burz w ogóle/. Wartości najniższych i najwyższych częstotliwości występowania burz nie wykazują zasadniczych różnic w porównaniu z poprzednią godziną; nastąpiła jednak częściowo zmiana ich lokalizacji: najwyższe maksimum dla początków burz o godzinie 21-szej przypada na sierpień /okolice Siedlec/ i wynosi 1,1 a dla burz w ogóle wynosi 1,4 i występuje również we wschodniej części Polski /rejon Lublina/ ale o miesiąc wcześniej.

Rozbieżności w układzie izarytm między początkami burz a burzami w ogóle utrzymują się w dalszym ciągu zwłaszcza w maju i w lipcu. W roku rozbieżności te częściowo zacierają się.

Północna i południowa część Polski są mniej aktywne burzowo aniżeli środkowa. O rozkładzie

wartości w roku zadecydowały przede wszystkim dane lipcowe i czerwcowe. W sierpniu, podobnie jak w maju, izałytmy mają przebieg zbliżony do południkowego, z tym, że na mapkach początków burz, a na mapce burz w ogóle tylko w sierpniu, środkowa część Polski jest terenem słabiej aktywnych burzowc. W maju na mapce burz w ogóle, można powiedzieć ogólnie, że w zachodniej części Polski mniej więcej po południk 20° notuje się więcej burz o godzinie 21-szej, niż we wschodniej.

Na podstawie danych liczbowych z późniejszych godzin /po 21-tej/ stwierdza się, że aktywność burzowa wykazuje stopniowy spadek aż do minimum w godzinach wczesno-rannych i rannych.

Z rozmieszczenia średniej częstości występowania początków burz i burz w ogóle w wybranych godzinach /12 - 21/ dla miesięcy i roku wynika, że biorąc pod uwagę aktywność burzową poszczególnych regionów geograficznych cechuje je dość duża zmienność w powstawaniu i trwaniu burz nie tylko z miesiąca na miesiąc lecz nawet z godziny na godzinę w tych samych miesiącach. Natomiast przy uwzględnieniu obszaru całej Polski daje się zauważyć ciągły wzrost aktywności burzowej w miarę przesuwania się z godzin południowych do popołudniowych, co najlepiej uwidacznia się w skali całego roku. Terminy występowania głównych maksimów kształtują się różnie w poszczególnych regionach geograficznych zależnie od charakteru podłoża i pory roku. Po wystąpieniu głównych maksimów, można powiedzieć ogólnie, że w obu przypadkach rozpoczyna się spadek częstości burz z tym, że dla burz w ogóle ma on charakter bardziej łagodny.

2 Okresowość w powstawaniu burz

W roku 1955 w oparciu o obserwacje wizualne została wysunięta przez W. Parczewskiego sugestia o cykliczności formowania się chmur burzowych typu lokalnego /33/. W sześć lat później autor potwierdza tę tezę na 6-letnim materiale z pomiarów opadów pochodzenia burzowego /34/, dochodząc do wniosku, że pierwsze maksimum tych opadów występuje w 4 godziny od chwili pojawiania się pierwszych chmur typu Cumulus, drugie w 3 godziny po pierwszym, a ostatnie ponownie w 4 godziny po środkowym maksimum.

W niniejszym opracowaniu zagadnienie to przeanalizowano na 10-letnim /1946-1955/ materiale obserwacji zjawisk burzowych pod kątem przestrzennego zróżnicowania okresowości zależnie od charakteru podłoża i pory roku. Jako kryterium do wykrywania okresowości w powstawaniu burz przyjęto również ilość maksimum i odstępy czasowe między nimi.

Zbadany szczegółowo wycinek doby /12^h - 21^h/ pod względem średniej częstości występowania początków burz i burz w ogóle w miesiącach najbardziej burzowych /maj - sierpień/ i w roku wykazał, że zarysowują się między nimi rozbieżności. Przy uwzględnieniu obszaru całej Polski i całego roku, ogólnie można powiedzieć, że częstość burz w ogóle wykazuje ciągły wzrost w miarę przesuwania się z godzin około-południowych do popołudniowych, osiągając swe maksimum o godzinie 16-tej, po czym rozpoczyna się stopniowy spadek. Należy jednak podkreślić, że częstotliwość burz w ogóle, począwszy od godziny 14-tej, wykazała na mapkach rozkładu przestrzennego nieduże zróżnicowanie zarówno na mapkach rozkładu przestrzen-

nego nieduże zróżnicowanie zarówno co do wartości izarytm charakterystycznych /odgraniczających obszary o zwiększonej aktywności burzowej od obszarów o zmniejszonej aktywności burzowej/ jak też i co do wielkości powierzchni, które one obejmowały. Natomiast częstość początków burz w okresie 12 - 24^h wykazuje jakby trzy okresy w powstawaniu, o czym świadczą trzy dosyć wyraźnie zaznaczające się maksima: pierwsze przypada na godzinę 14 - 15, drugie 16 - 17 i trzecie 20 - 21. Z odstępów czasu między maksimami wynika, że najkrótszy jest cykl drugi - popołudniowy. Uzyskany wynik potwierdza wnioski wypływające z prac W. Parczewskiego /34/.

Biorąc pod uwagę poszczególne regiony geograficzne, lub obszary o określonej aktywności burzowej, okazało się, że ilość maksimów i wielkość odstępów czasu między nimi zależy przede wszystkim od pory roku i charakteru podłoża.

Przy wykrywaniu okresowości w powstawaniu burz w poszczególnych miesiącach, rozpatrywano tylko te obszary, na których częstość osiągnęła wartość $\geq 0,4$.

M a j. Z mapek ilustrujących rozkład przestrzenny średniej częstości występowania początków burz dla wybranego okresu doby /12^h - 21^h/ widać, że w maju największa aktywność burzowa przypada na godziny 13 - 19. O 12-tej na całym obszarze Polski przeważają wartości 0,0 - 0,2 a o 20 - 21-szej 0,2 - 0,4. W godzinach między 13 - 19-tą północną część Polski, mniej więcej po równoleżnik 52, wyróżnia się prawie zawsze jako obszar o zmniejszonej i mało zróżnicowanej częstości początków burz, na których występują wartości średnio biorąc 0,1 - 0,4. Do obszarów o zwiększonej aktywności burzowej, w większości przypadków

należą tereny urozmaicone pod względem rzeźby /góry i wyżyny/. Wyjątek stanowi centrum Wyżyny Małopolskiej, gdzie prawie we wszystkich godzinach rejestrowano poniżej 0,4 początków. W maju o okresowości zjawisk burzowych w ciągu doby można mówić przede wszystkim w Karpatach, które już o godzinie 11-12-tej wyróżniają się jako obszar aktywny burzowo $> 0,4\%$. W miarę przesuwania się na godziny późniejsze, zauważyć się daje dosyć szybki wzrost częstotliwości: pierwsze maksimum $/0,8/$ przypada na $14^h - 15^h$ po czym częstotliwość spada do poniżej 0,4 o $16^h - 17^h$; drugorzędne maksimum występuje o $17^h - 18^h$ a wartość jego wynosi $> 0,6$ i potem zaznacza się ponowny spadek do godzin wieczornych. Biorąc pod uwagę liczbę maksimów, w Karpatach stwierdza się dwa okresy o powstawaniu burz. Również 2 okresów dopatrzeć się można jeszcze i w innych regionach /Wyżyna Lubelska wraz z południową częścią Podlasia, Kotlina Sandomierska, Kotlina Śląska wraz z Wyżyną Śląską, Sudety, okolice Chojnic/.

C z e r w i e c. Układ izarytm czerwca częściowo podobny jest do majowego, z wyjątkiem $14^h - 15^h$, kiedy to do głosu dochodzą tereny północnej Polski. W miesiącu tym na szczególną uwagę zasługuje Nizina Wielkopolska, zwłaszcza jej północna część, która wyróżnia się jeśli nie najniższą, to zmniejszoną częstotliwością początków burz; dopiero o godzinie 16-tej zanotowano tu poraz pierwszy powyżej 0,4 początków. Pozostałe regiony geograficzne, zarówno północnej jak i południowej Polski, wykazują przeważnie po dwa maksima w powstawaniu burz, z pewnym zróżnicowaniem terminów ich występowania w miarę przesuwania się z południa na północ. Trzy maksima spotkać można jedynie w południowo-za-

chodniej /Sudety wraz z przedgórzem i terenami bezpośrednio przyległymi/ i w południowo-wschodniej części naszego kraju /Wyżyna Lubelska/.

L i p i e c jest miesiącem najbardziej burzowym w Polsce, co przejawia się przede wszystkim w wielkości obszarów objętych izarytmą 0,4. Tereny Północnej Polski najwcześniej wykazują zwiększoną częstość początków $>0,4/$, bo już około 13^h. Liczba maksimów w powstawaniu burz waha się od jednego do pięciu. Do obszarów, na których można wykryć tylko jedno maksimum, należy: wybrzeże i północna część Niziny Wielkopolskiej. Największa liczba maksimów w rozpatrywanym wycinku doby występuje w południowo-wschodniej części Polski /Wyżyna Lubelska/: pierwsze pojawia się bardzo wcześnie między 11^h - 12^h, drugie między 13^h - 14^h, trzecie między 15^h - 16^h, czwarte 17^h - 18^h i piąte 20^h - 21^h. Wartości maksimów wahają się od 0,4 o 11^h - 12^h do 0,8 o 17^h - 18^h, a w pozostałych godzinach przyjmują wartości pośrednie.

Z ilości maksimów w godzinach 12^h - 21^h w lipcu wynika, że liczba okresów w powstawaniu burz waha się od 1 do 5.

S i e r p i e ń. Spadek częstości występowania początków burz na terenie Polski upodobił w dużym stopniu mapki sierpniowe do czerwcowych, zwłaszcza w godzinach najwcześniejszych i najpóźniejszych.

Na wybrzeżu nie można mówić o okresowości w powstawaniu zjawisk burzowych ze względu na to, że częstość nie przekracza tu wartości 0,4 o żadnej godzinie. Prawie we wszystkich pozostałych regionach Polski doliczyć się można 2 okresów w powstawaniu burz o dosyć dużym zróżnicowaniu cza-

sowym, zależnym od charakteru podłoża. Wyjątek stanowi i tym razem Wyżyna Lubelska, gdzie nawet dosyć wyraźnie występują 3 okresy.

Z powyższych rozważań wynika, że liczba maksimumów częstości występowania początków burz i wielkość odstępów czasu między nimi zależy w dużym stopniu od pory roku i charakteru podłoża. Najmniejsze zróżnicowanie w powstawaniu burz wykazują tereny północnej Polski a największe południowej.

3 Kształtowanie się wskaźnika trwałości burz

Wskaźnikiem trwałości burz dla danej miejscowości nazwano stosunek liczby burz w ogóle do liczby ich początków w poszczególnych godzinach /Wg/.

Analizę szczegółową wskaźnika godzinnego /Wg/ ograniczono do roku dla wybranych godzin /12 - 21/, ze względu na to, że w miesiącach i w pozostałych godzinach częstość występowania początków burz i burz w ogóle jest stosunkowo mała.

Wskaźnik Wg wykazuje dość duże zróżnicowanie co do zasięgu minimalnych i maksymalnych oraz pośrednich wartości zależnie od pory dnia.

Najniższa wartość wskaźnika, za cały rozpatrywany wycinek doby /12^h - 21^h/, wynosi - 1,00, jest to zarazem najniższa wartość, jaką wskaźnik ten może osiągnąć, czyli w tym przypadku żadna z burz, które powstały w poprzednich godzinach nie przetrwała do badanego przedziału czasu. O wielkości wskaźnika trwałości burz decyduje przede wszystkim czas ich trwania: im więcej burz przetrwa z godzin poprzednich do rozpatrywanej, tym wartość jego jest większa. Najwyższa wartość

wskaźnika godzinowego wynosi - 4,50. Pierwsza z nich wystąpiła o godzinie 12-tej, druga miała miejsce o 17-tej i o 21-szej.

Biorąc pod uwagę wielkość powierzchni zakreślonych przez izarytmy o wartościach pośrednich, stwierdza się, że największe obszary obejmują izarytmy 1,50, 2,00, 2,50, 3,00; izarytmy 3,50, 4,00, 4,50 występują rzadziej wyspowo. W godzinach okołopołudniowych najczęściej występuje izarytma 1,50 o 12^h większy procent powierzchni Polski stanowią obszary o wartościach $W_g < 1,50$, a o 14^h i 15^h przeważają wielkości 1,50 - 2,00. O 14^h izarytma 2,00 obejmuje większe powierzchnie w Polsce północnej, a o 15^h zaś w południowej. Układ izarytm z godziny 16-tej bardzo podobny jest do układu izarytm z godziny 17-tej, zwłaszcza w północnej i środkowej części naszego kraju. W tym czasie zaznaczył się dalszy wzrost wskaźnika trwałości burz w stosunku do godzin poprzednio opisanych, o czym świadczy przede wszystkim zwiększenie powierzchni, na których wystąpiły wartości $> 2,00$.

Z kolei w pozostałych godzinach /18, 19, 20, 21/ największy zasięg mają izarytmy odpowiadające wielkościom wskaźnika $W_g - 2,00 - 2,50$.

Izarytmy 2,50 i 3,00 występują prawie we wszystkich rozpatrywanych godzinach, lecz największe tereny obejmują w okresie popołudniowym /18^h - 20^h/.

Podobna sytuacja przedstawia się z izarytmami 3,50, 4,00 i 4,50, które najczęściej występują w godzinach popołudniowych.

Ta krótka charakterystyka wskaźnika trwałości burz na określony wycinek doby /12^h - 21^h/ wykazała, że najmniej trwałe burze są te, które powstają w godzinach okołopołudniowych a naj-

większą trwałość wykazują burze z godzin popołudniowych. Ponadto należy podkreślić, że wskaźnik trwałości wykazuje zróżnicowanie przestrzenne. Na podstawie rozkładu wartości W_g ogólnie można powiedzieć, że burze są bardziej trwałe w Polsce północnej aniżeli w południowej.

VI CZAS TRWANIA BURZ W POLSCE

Czas trwania burz w Polsce /46/ opracowano dla 29 stacji meteorologicznych, reprezentatywnych dla różnych regionów geograficznych: wybrzeże, pojezierza, pas wielkich dolin, wyżyny i góry.

Czas trwania burz scharakteryzowano przy pomocy wartości średnich oraz częstości ich występowania w 10-minutowych przedziałach czasowych w roku, za okres dziesięcioletni/1946-1955/.

W celu zilustrowania przestrzennego zróżnicowania czasu trwania burz na ziemiach polskich opisano ryc.34 z pracy "Burze w Polsce" /46/. Ze względu na trudności graficzne umieszczono na niej histogramy częstości długości trwania burz ograniczone do 180 minut. Pod histogramami podano średni czas trwania burz dla każdej stacji, który waha się od 42,7 minut w Sobieszynie i 45,3 w Świnoujściu do 108,0 w Szczecinku. Średni czas trwania burz dla całej Polski wynosi 73,4 minuty.

Rozkład częstości długości trwania burz w 10-minutowych przedziałach czasowych nie wykazuje dużego zróżnicowania przestrzennego. Liczba maksimum waha się od 1, wyraźnie akcentującego się w Sobieszynie do 6 słabiej zaznaczających

się w Bydgoszczy i Szczecinku. Najwięcej stacji notowało po 3 maksima. Na przedział czasowy 0, 1 - 10 minut /burz najkrócej trwających/ maksimum główne przypada tylko w Aleksandrowicach - 18,4% i Bydgoszczy - 11,4 %.

W przedziale czasowym 11 - 20 minut /burz stosunkowo krótkich/ maksimum główne częstości czasu trwania burz występuje na wielu stacjach osiągnając w Świnoujściu - 22,7%, w Sobieszynie - 21,6%, w Gorzowie - 18,0%, na Kasprowym Wierchu - 15,4%, w Białymstoku - 15,0%, w Kaliszu 11,0%, w Bydgoszczy - 11,4%. Dwa równorzędne maksima częstości trwania burz wystąpiły w Lęborku - 11,2%, w przedziale 31 - 40 i 61 - 70 minut. W Rabce, Warszawie i Bydgoszczy maksymalna frekwencja utrzymuje się przez dwa przedziały czasowe. Maksimum główne, odpowiadające różnym przedziałom czasowym najwyraźniej akcentuje się w Świnoujściu, Sobieszynie, Białymstoku, Aleksandrowicach, Słubicach, Gorzowie, Częstochowie, Kielcach i na Kasprowym Wierchu.

Z powyższych rozważań wynika, że zarówno częstość jak i średni czas trwania burz w 10-minutowych przedziałach czasowych na terenie Polski, nie wykazuje zbyt dużego ich zróżnicowania w zależności od położenia stacji.

1 Czas trwania burz w różnych masach powietrza

Charakterystyka długości czasu trwania burz przy pomocy wartości średnich nie odzwierciedla w pełni rzeczywistego obrazu, ponieważ zjawisko to wykazuje stosunkowo duże zróżnicowanie co do długości czasu trwania, nawet w jednym typie masy powietrza w danym miesiącu. Na średni czas trwania w dużej mierze wpływają wartości skrajne,

które w tym przypadku nie mają istotnego znaczenia ze względu na to, że występują bardzo rzadko; większą rolę odgrywają wartości najczęściej notowane, bo istnieje prawdopodobieństwo, że w tym przedziale czasowym i w tej masie powietrza, w których wystąpi największy procent burz, będzie też najwięcej burz powodujących szkody /burze gradowe, z towarzyszeniem ulew, z silnymi wyładowaniami itp./.

Przy opracowaniu czasu trwania burz w różnych masach powietrza, zbadano w pierwszym rzędzie częstość długości trwania burz w 30 minutowych przedziałach w roku /49/.

Opracowania dokonano w dwojaki sposób: w pierwszym przypadku wzięto pod uwagę wszystkie burze /306 przypadków/ bez względu na rodzaj masy powietrza, zarówno bliskie jak i odległe, które wystąpiły w ciągu doby, w półgodziennym odstępie czasu między dwiema kolejnymi burzami /46/, w drugim zaś rozpatrywano burze w masach powietrza morskiego /138 przypadków/ i kontynentalnego /148 przypadków/. pominięto pozostałe rodzaje /masa powietrza arktycznego - 1 przypadek, masa powietrza zwrotnikowego - 1 przypadek, oraz nieokreślone - 10 przypadków/.

Charakterystyki zjawisk burzowych oparto na wynikach obserwacji ze stacji synoptycznej Warszawa - Okęcie za okres dziesięcioletni /1951-1960/.

Dane dotyczące kalendarza mas powietrznych wzięto z pracy A.Tomaszewskiej /53/.

Kształt krzywych /ryc.6/ ilustrujących długość trwania burz w 30 minutowych przedziałach czasowych bez względu na rodzaj masy powietrznych, jak również uwzględniając typy masy powietrza morskiego /Mb - świeżego, Mc - przetrans-

formowanego/ i kontynentalnego /Ka - świeżego, Kb - starego, Kc - przetransformowanego/ wykazuje pewne podobieństwo. Około 80% obserwowanych w Warszawie burz mieści się w czterech pierwszych przedziałach czasowych: 0 - 30, 30 - 60, 60 - 90, 90 - 120 minut. Na następne 13 przedziałów /120 - 510 minut/ przypada zaledwie 20%. Podobnie sytuacja przedstawia się dla poszczególnych typów mas powietrza morskiego i kontynentalnego /ryc.6/.

We wszystkich typach mas powietrza morskiego /Mb, Mc/ i kontynentalnego /Ka, Kb, Kc/ najczęściej obserwowane są burze w przedziale 30 - 60 minut, frekwencja w tej klasie jest najwyższa w masie morskiej przetransformowanej /Mc - 30/, a najniższa w masie kontynentalnej /Kb - 4/. Liczebność burz w przedziałach /0 - 30, 60 - 90, 90 - 120 minut/ w określonym typie masy powietrza, jest prawie jednakowa; najwyższe i najniższe wartości notowano w masach pochodzenia lądowego /Kc i Kb/. Częstość burz w masach morskich /Mc i Mb/ w przedziałach tych osiągnęła pośrednie wartości, co widać na załączonych wykresach /ryc.6/. Ponad dwukrotny spadek częstości w stosunku do trzech poprzednio opisanych przedziałów, zaznacza się w czterech następnych, lecz i w tych klasach pierwsze miejsce zajmują burze w masach kontynentalnych. Udział burz w masach morskich w porównaniu z kontynentalnymi znacznie zmalał, a nawet można stwierdzić, że burze w masach morskich w klasie 210 - 240 osiągnęły maksymalne wartości co do długości trwania. Klasy burz trwających powyżej czterech godzin, stanowią w zasadzie burze w masach kontynentalnych, świadczy o tym stosunek burz w masach lądowych do burz w masach morskich. Na dziewiętnaście przypadków w tych przedziałach w ogóle zaledwie dwie przypadają na masę morską przetransformowaną /Mc/, jedna na masę nieokreś-

loną, pozostałe zaś na masy kontynentalne /Ka - 6, Kb - 2, Kc - 8/.

Z analizy czasu trwania burz w różnych typach mas powietrza morskiego i kontynentalnego, jak również bez względu na rodzaje mas powietrznych w Warszawie za okres dziesięcioletni /1951-1960/, można wyciągnąć następujące wnioski:

Częstość długości trwania burz w ciągu roku, wykazuje stosunkowo duże zróżnicowanie, biorąc pod uwagę pierwszy i ostatni przedział czasowy /0 - 30 minut, 480 - 510 minut/, lecz największa ich częstość przypada na klasę burz trwających 30 - 60 minut, zaznacza się to zarówno w poszczególnych typach mas powietrza morskiego i kontynentalnego, jak również bez względu na rodzaj mas powietrznych, natomiast najmniej burz notowano w klasach burz trwających ponad cztery godziny.

Maksyma frekwencji przyjmują różne wartości w zależności od typu masy, najwyższe przypada na masę morską przetransformowaną /Mc - 30/, najniższe zaś na kontynentalną starą /Kb - 4/.

2 Przebieg roczny czasu trwania burz w różnych masach powietrza

Dla scharakteryzowania, jak kształtuje się czas trwania burz w zależności od pory roku i typu masy, opracowano /50/ średni czas ich trwania / θ / dla poszczególnych miesięcy bez względu na rodzaj mas powietrza jak również uwzględniając masy powietrza morskiego i kontynentalnego /ryc. 7/.

Z obliczonego wykresu wynika, że burze wykazują dość duże zróżnicowanie w czasie trwania

w zależności od pory roku i typu masy.

Na wiosnę średni czas trwania burz dla wszystkich przypadków /bez względu na rodzaj masy/ waha się od 59 minut w kwietniu do 101 minut w marcu, z tym że tę ostatnią wartość należy traktować orientacyjnie ze względu na małą ilość przypadków burz w tym miesiącu /3/.

W lesie /czerwiec, lipiec/ czas trwania burz jest najdłuższy średnio około 110 minut. Miesiące te posiadają najwięcej czynników sprzyjających do rozwoju konwekcji /największy dopływ energii cieplnej, szybkie nagrzewanie się podłoża itp./.

Podczas jesieni zmniejsza się zarówno liczba /48/, jak i czas trwania burz, który w tej porze roku osiągnął najwyższą wartość we wrześniu 75 minut. W pozostałych miesiącach /październik, listopad/, zaznacza się dalszy spadek średniej wartości.

Średni czas trwania burz wykazuje dużo większe zróżnicowanie we wszystkich porach roku, po podziale na masy powietrza morskiego /M/ i kontynentalnego /K/.

W masie powietrza kontynentalnego burze w miesiącach letnich i wiosennych trwają średnio znacznie dłużej niż w masie powietrza morskiego, natomiast w jesieni istnieje sytuacja odwrotna /ryc.7/. Największe różnice w średnim czasie trwania burz między obydwooma typami mas zarysowują się w miesiącach letnich, co przypuszczalnie należy tłumaczyć z jednej strony kontrastami termiczno-wilgotnościowymi mas powietrza, z drugiej zaś wpływem podłoża. Zresztą zagadnienie to zostanie szerzej przedstawione, przy rozpatrywaniu średniego czasu trwania burz w powiązaniu z wybranymi elementami meteorologicznymi danej masy.

Zbadano również kształtowanie się czasu trwania burz w różnych typach mas powietrza kontynentalnego i morskiego w poszczególnych miesiącach /ryc.8 i 9/.

Z tych rysunków widać, że największe zróżnicowanie w czasie trwania burz, w przebiegu rocznym, zaznacza się dopiero po rozbiciu mas powietrza kontynentalnego /K/ i morskiego /M/ na typy /Ka, Kb, Kc/ i /Ma, Mb, Mc/, uwypukla się to szczególnie wyraźnie w masach pochodzenia lądowego.

Wśród mas typu kontynentalnego, najbardziej sprzyjające warunki do długotrwałej aktywności burzowej istnieją w masie świeżej /Ka - maksimum Θ w czerwcu 218 minut/. Najniższe maksimum, Θ - 141 minut wystąpiło w lipcu w masie powietrza kontynentalnego przetransformowanego /Kc/.

Wartości Θ w poszczególnych typach mas powietrza morskiego, podobnie jak w całej masie /M/ są zdecydowanie niższe niż w kontynentalnych, ogólnie można powiedzieć, że maksima, średniego czasu trwania burz w masach kontynentalnych występują później w stosunku do morskich.

W przejściowych porach roku, zwłaszcza wczesną wiosną i późną jesienią średni czas trwania burz kształtuje się mniej regularnie, co związane jest z małą liczbą przypadków ich występowania w tych miesiącach.

Czas trwania burz podobnie jak częstość ich występowania w różnych typach mas powietrza morskiego i kontynentalnego zależy przede wszystkim od warunków meteorologicznych danej masy, przy których dochodzi do powstawania burz /47/. W związku z tym opracowano dodatkowo przebieg roczny długości trwania burz w powiązaniu z wybranymi elementami meteorologicznymi, takimi jak: a/ temperatura, b/ wilgotność i c/ ciśnienie.

Przebieg roczny długości trwania burz w różnych typach mas powietrza morskiego i kontynentalnego w powiązaniu ze średnią temperaturą maksymalną dla danego typu masy, średnią temperaturą maksymalną dla dni z burzą w danej masie, oraz średnią temperaturą, wilgotnością i ciśnieniem przed burzą w danej masie, przedstawia ryc.10.

Porównując przebieg roczny średniego czasu trwania burz z przebiegiem wybranych elementów meteorologicznych w danej masie, dostrzega się dosyć wyraźny związek zwłaszcza z temperaturą i wilgotnością bezwzględną, uwidacznia się to przede wszystkim w całych masach powietrza kontynentalnego /K/ i morskiego /M/.

Ze względu na to, że przebieg roczny czasu trwania burz w poszczególnych typach mas powietrza kontynentalnego /Ka, Kb, Kc/ i morskiego /Mb, Mc/ w powiązaniu z wymienionymi wyżej elementami meteorologicznymi, wykazuje stosunkowo duże podobieństwo do całych mas K i M, analizę szczegółową ograniczono do tych ostatnich.

Najniższe wartości średniego czasu trwania burz, temperatury i wilgotności występują w przejściowych porach roku - wiosna, jesień a najwyższe w lecie.

W masie powietrza morskiego zaznaczają się pewne rozbieżności w terminach występowania maksimum czasu trwania a temperatury i wilgotności. Maksimum czasu trwania burz przypada na czerwiec, natomiast temperatury i wilgotności na lipiec.

Jeśli chodzi o wilgotność bezwzględną przed burzą to nie wykazuje ona zasadniczych różnic w obu masach /M i K/, jednakże nieco wyższe są wartości w masie kontynentalnej.

Najmniejszą zależność w powiązaniu ze średnim czasem trwania działalności burzowej w masie kontynentalnej i morskiej wykazuje ciśnienie na poziomie rzeczywistym. Na podstawie wykresu można jednak powiedzieć, że w masie kontynentalnej maksimum czasu trwania burz zbiega się z maksimum ciśnienia, co prawdopodobnie należy tłumaczyć tym, że masy kontynentalne w lecie towarzyszą najczęściej układom wyżowym, a burze występują zazwyczaj pod koniec utrzymywania się pogody wyżowej /39/.

W związku z tym przed burzami w masach kontynentalnych notowane są jeszcze stosunkowo wysokie ciśnienia.

W przejściowych porach roku, zwłaszcza wczesną wiosną i późną jesienią, tak wyraźnego związku między czasem trwania burz a wskaźnikami wybranych elementów meteorologicznych w poszczególnych typach mas powietrza kontynentalnego i morskiego jak również w całych masach nie da się zauważyć ze względu na małą liczbę przypadków burz.

Z analizy warunków termiczno-wilgotnościowych w różnych rodzajach mas powietrza wydaje się wynikać, że o zwiększonej długości trwania burz, podobnie jak o powstawaniu zwiększonej częstości burz w masach kontynentalnych /48/ decyduje przede wszystkim wyższa temperatura.

VII WARUNKI TERMICZNO-WILGOTNOŚCIOWE SPRZYJAJĄCE POWSTAWANIU BURZ

Z fizyki atmosfery wiadomo, że o powstawaniu chmur burzowych zarówno wewnątrz-masowych jak i frontalnych decyduje przede wszystkim odpowiednia ilość pary wodnej i energii cieplnej znajdującej się w atmosferze. Dostateczna dla rozwoju chmury burzowej energia chwiejności może być również uwarunkowana przez wymuszone wznoszenie się nad przeszkodami terenowymi /np. góry/. Dopływ energii cieplnej i pary wodnej do chmur burzowych, rozwijających się wewnątrz określonej masy powietrza, zależy głównie od warunków termiczno-wilgotnościowych panujących przy powierzchni ziemi. Dalszy ich rozwój - aż do stadium wystąpienia burzy - możliwy jest tylko wtedy, jeżeli temperatura i wilgotność będą przyjmowały określone wartości przez dostatecznie długi okres czasu. Przebieg dobowy tych elementów wykazuje dość duże zróżnicowanie zależnie od rodzaju masy powietrza i charakteru podłoża. Inaczej kształtują się wartości temperatury i wilgotności w masach powietrza polarno-morskiego niż w masach powietrza polarno-kontynentalnego, inaczej nad podłożem o dużym niż nad podłożem o małym zasobie wilgotności, itd.

Powyższa interpretacja dotyczy częściowo burz frontalnych, w szczególności burz związanych ze strefami frontów stacjonarnych lub przemieszczających się bardzo wolno. Burze frontalne, o ile natrafiają na podłoże sprzyjające rozwojowi prądów konwekcyjnych, to przedłuża się czas ich trwania, w przeciwnym przypadku następuje zanik zjawisk burzowych, lub też często tereny nie-

sprzyjające rozwojowi konwekcji są omijane przez burze. Przy czym nie należy zapominać, że wpływ podłoża na rozwój działalności burzowej zależy w dużym stopniu od rodzaju masy powietrza, pory roku i pory dnia. Wobec tego należy spodziewać się różnic w ilości burz zarówno w różnych masach powietrza, jak również w tej samej masie powietrza, zależnie od stosunków hydrotermicznych terenu.

Warunki termiczno-wilgotnościowe sprzyjające powstawaniu burz opracowano dla trzech wybranych stacji synoptycznych: Zamościa, Warszawy i Koszalina, charakterystycznych dla różnych regionów geograficznych /wyżyny, niziny i wybrzeże/, różnie usytuowanych ze względu na odległość od morza /skrajne usytuowanie Koszalina i Zamościa/. Spośród tych obszarów, w omawianym dziesięcioleciu /1946-1955/, wybrzeże i Wyżyna Lubelska na ogół różniły się pod względem ilości burz, wartości lokalnego wskaźnika aktywności burzowej, przebiegu dobowego itp., przy czym pierwszy z nich występował jako teren o najmniejszej aktywności burzowej, drugi zaś o zwiększonej w stosunku do wartości przeciętnej dla Polski, do której najbardziej zbliżone są niziny.

Nanosząc na płaszczyznę /a, t/ wartości wilgotności bezwzględnej i temperatury, występujące tuż przed burzą, dla wszystkich przypadków burz za okres dziesięcioletni /1951-1960/ w Zamościu, Warszawie i Koszalinie, stwierdzono, że punkty te wypełniają na tych płaszczyznach pewien obszar.

Punkty najbardziej odległe od osi temperatur, odpowiadające najwyższym wartościom wilgotności układają się wyraźnie wzdłuż pewnych krzywych stanowiących górne granice obszarów. Krzy-

wymi tymi dla temperatur nieprzekraczających 20° , jak się okazuje, są krzywe nasycenia, utworzone z punktów $/a_s, t/$, gdzie $a_s = a + \Delta a_s$ $/\Delta a_s$ - niedosyt wilgotności bezwzględnej/.

Przy wysokich temperaturach krzywe nasycenia nie wyznaczają granicy obszaru: cały jego brzeg dla dowolnych temperatur przedstawia progowe wartości wilgotności powietrza, przy których może dojść do wystąpienia burzy. Obszary te nachylone są pod pewnym kątem do osi temperatur oraz widoczne jest również zagęszczenie punktów w pobliżu krzywej nasycenia. Górne wartości progowe wilgotności bezwzględnej wzrastają ze wzrostem temperatury, jednak przy wysokich temperaturach są one o wiele mniejsze od wartości punktów leżących na krzywej nasycenia. Dla burz występujących przy niższych temperaturach, powietrze jest bliskie stanu nasycenia parą wodną. Powyższe stwierdzenia przeanalizować można na przykładzie Warszawy /ryc. 11/.

Jak kształtuje się częstość występowania burz w różnych przedziałach temperatur i wilgotności bezwzględnej przedstawiono dla Zamościa, Warszawy i Koszalina. Przy tego rodzaju rozważaniach brano także pod uwagę wszystkie przypadki burz, które notowano na danej stacji w okresie dziesięcioletnim /1951-1960/. Sumy ich wynoszą: 303 - Zamość, 306 - Warszawa i 205 - Koszalin. Ilość burz, które powstały w kolejnych przedziałach temperatur $/t, t + 2/^{\circ}\text{C}$ lub w kolejnych przedziałach wilgotności bezwzględnej $/a, a + 2/ \text{g/m}^3$ w wyżej wymienionych miejscowościach przedstawiają ryc. 12 i 13.

Z ryciny 12 widać, że przebieg krzywych $n_t = n/t/$ ilustrujących częstość występowania burz zależnie od temperatury dla Zamościa i Warszawy jest bardzo podobny, natomiast krzywa dla Kosza-

lina znacznie odbiega, zwłaszcza przy temperaturach wyższych od 18°C . Maksimum częstości burz najwyższą wartość osiągnięto w Warszawie $/n_{20} = 57/$, niższą w Zamościu $/n_{20} = 53/$ i najniższą w Koszalinie $/n_{18} = 39/$. Maksimum warszawskie i zamojskie przypada na te same przedziały temperatur $\Delta t = 18 - 22^{\circ}\text{C}$, koszalińskie zaś jest przesunięte na przedziały niższe $\Delta t = 16 - 20^{\circ}\text{C}$.

Rozkład częstości występowania burz zależnie od wilgotności bezwzględnej przedstawia rycina 13. Krzywe $n_a = n/a$ wyznaczone dla Zamościa, Warszawy i Koszalina różnią się zarówno co do kształtu, jak i co do wartości maksymalnych. W Zamościu obserwuje się gwałtowny wzrost częstości ze wzrostem wilgotności dopóki częstość nie osiągnie swego maksimum $/n_a = 115/$ w przedziale $12 - 14 \text{ g/m}^3$, po czym zaznacza się jeszcze ostrzejszy spadek. Krzywa dla Warszawy ma przebieg bardziej łagodny z niższym maksimum $/n_a = 95/$, przesuniętym w stronę wilgotności $11 - 13 \text{ g/m}^3$. Dla Koszalina zaś maksymalna frekwencja występuje przy wilgotności $11 - 14$, przy czym wartość jej jest o połowę mniejsza w porównaniu z Zamościem.

Rozpatrzono również rozkład liczby burz na płaszczyźnie $a/t = n/t, a$ dla tych samych trzech stacji reprezentujących różne regiony geograficzne /tab. 2, 3, 4/. We wszystkich miejscowościach największa liczba burz przypada na ten sam przedział temperatury $16 - 18^{\circ}$ i wilgotności $12 - 14 \text{ g/m}^3$: 23 - w Zamościu i Warszawie oraz 22 - w Koszalinie.

Na przykładzie Warszawy zbadano również, jak kształtuje się częstość występowania burz w różnych przedziałach temperatury i wilgotności zależnie od rodzaju mas powietrza. Zagadnienie to już częściowo zostało rozpracowane przez autorkę ale pod nieco innym kątem widzenia /48/. Suma

wszystkich burz, zarówno bliskich jak i odległych dla Warszawy bez względu na rodzaj mas powietrza, które wystąpiły w ciągu doby w półgodzinnym odstępie czasu między dwiema kolejnymi burzami, za okres dziesięcioletni /1951-1960/ wynosi 306 przypadków. Z tej liczby na masę powietrza morskiego przypada 138 przypadków a na masę powietrza kontynentalnego 148 przypadków. Resztę stanowią burze występujące w innych masach i przy sytuacjach nieokreślonych.

Krzywe na rycinie 14 i 15 przedstawiające częstość burz $n_t = n/t + \Delta t/$ i $n_a = n/a + \Delta a/$ bez uwzględnienia jakości masy oraz w rozbiciu na masy pPk i pPm, wykazują w masie powietrza polarno kontynentalnego przesunięcie w stronę temperatur i wilgotności wyższych. Wartości maksymalne liczby burz n_t występują w masie powietrza kontynentalnego w przedziałach temperatur: 20 - 22°C i 22 - 24°C, a w masie powietrza morskiego 18 - 20°C, oraz wilgotności bezwzględnej 12 - 14 g/m³ w masie kontynentalnej, a 10 - 12 g/m³ w masie morskiej.

Z analizy warunków termiczno-wilgotnościowych dla trzech wybranych punktów na terenie Polski, znajdujących się w różnych regionach geograficznych, wydaje się wynikać, że o powstawaniu burzy decyduje prawie w równym stopniu temperatura i wilgotność. Stacje, na których notowano wyższe temperatury i wilgotności miały więcej burz i przeciwnie.

Z analizy warunków termiczno-wilgotnościowych w różnych masach wypływa podobny wniosek a mianowicie: o powstawaniu zwiększonej częstości burz w masie powietrza polarno kontynentalnego decyduje również wyższa niż w masach morskich temperatura i wilgotność bezwzględna w sytuacjach przedburzowych.

T a b e l a 2

Zależność wilgotności bezwzględnej od temperatury
dla sytuacji przedburzowych w Zamościu

a	4	6	20	21	45	40	50	33	46	18	9	6	4	1	303
20										1					1
18							1			1	1	1			4
16						1	1	3	4	1					10
14					6	12	16	13	15	5	2	3	4		76
12				10	23	19	18	7	18	9	5	2		1	112
10			12	6	11	4	10	8	8	1	1				61
8	3	4	7	3	5	3	2	1	1						29
6	0	1	1	2		1	2	1							8
4	1	1													2
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	t

T a b e l a 3

Zależność wilgotności bezwzględnych od temperatury
dla sytuacji przedburzowych w Warszawie

a	2	2		4	3	16	25	48	52	55	39	34	17	5	4	306
16										3	5	2				10
14								2	9	13	8	11	3		1	47
12							7	23	21	16	7	5	8	2	2	91
10						7	11	12	18	15	13	12	4	2	1	95
8				2	1	6	5	10	3	7	5	3	2	1		45
6				2	2	3	2	1	1	1	1	1				14
4	2	2														4
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	t

Tabela 4

Zależność wilgotności bezwzględnej od temperatury
dla sytuacji przedburzowych w Koszalinie

a	4	2	5	11	19	23	42	41	26	15	8	5	3	1	205
20												1			1
18												1			1
16								3	3	1	2	2			11
14							3	15	8	7	4				37
12					8	7	22	14	10	3	1			1	66
10				2	9	14	10	9	4	4			3		56
8			3	6	2	1	6		1			1			20
6	1	2	2	3		1	1								10
4	3														3
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	3

1 Prawdopodobieństwo występowania burz w różnych przykładowo wybranych regionach geograficznych

Analiza statystyczna sytuacji przedburzowych - wyznaczenie liczby burz, temperatury i wilgotności powietrza przed burzą oraz częstości występowania temperatur i wilgotności w danych przedziałach /uwzględniając np. codzienne wartości t i a / pozwala dla określonych warunków meteorologicznych wyznaczyć prawdopodobieństwo wystąpienia burzy.

Biorąc pod uwagę, że większość burz występuje w dniach o wysokich temperaturach, a około 80% wszystkich burz pojawia się w godzinach popołudniowych w pobliżu lub po terminie maksimum temperatury, wzięto jako wskaźnik do "prognozy" burz maksimum dobowe temperatury. Całą analizę prawdopodobieństwa występowania burz przeprowadzono na podstawie danych za okres dziesięcioletni /1951-1960/ ze stacji synoptycznych znajdujących się w Zamościu, Warszawie i Koszalinie, reprezentatywnych dla wybranych regionów geograficznych /wyżyna, nizina, wybrzeże/. Populacją statystyczną będzie w tym przypadku liczba dni z temperaturą maksymalną $t_{\max} > 12^{\circ}\text{C}$. Przy temperaturach $t_{\max} < 12^{\circ}\text{C}$ zjawisko burzy należy do rzadkości. Jako przykład posłużyć mogą te trzy stacje, kiedy to w Zamościu w całym okresie dziesięcioletnim /1951-1960/ notowano zaledwie 2 dni z burzą przy $t_{\max} < 12^{\circ}\text{C}$, w Warszawie - 4 i w Koszalinie - 7. Należy jednak dodać, że są one dosyć równomiernie rozrzucone po całym przedziale temperatur $0 - 12^{\circ}\text{C}$, z tym że zalicza się do nich również burze, które miały miejsce w zimie.

W ujęciu statystycznym przyjmujemy, że dla dni o temperaturze maksymalnej $< 12^{\circ}\text{C}$ prawdopodobieństwo wystąpienia burzy bliskie jest zeru.

Liczba rozpatrywanych dni o temperaturze maksymalnej 12°C dla poszczególnych stacji wynosi: 1913 - w Zamościu, 1832 - w Warszawie i 1726 - w Koszalinie.

Symbol N oznacza wszystkie dni o temperaturze maksymalnej $t_{\max} > 12^{\circ}\text{C}$, N_i - liczba o temperaturze w i -tym przedziale $[t_{\max}^i, t_{\max}^{i+t})$ a n_i liczbę dni z burzą w danym przedziale.

Prawdopodobieństwo P_i wystąpienia dnia z burzą o temperaturze maksymalnej z przedziału $[t_{\max}^i, t_{\max}^{i+1})$ równe jest iloczynowi prawdopodobieństwa P_i^x wystąpienia dnia o temperaturze t_{\max} z tego przedziału /niezależnie czy to jest dzień z burzą czy bez burzy/ przez prawdopodobieństwo P_i^{xx} wystąpienia dnia burzowego w przedziale $[t_{\max}^i, t_{\max}^{i+1})$.

$$P_i = P_i^x \left(t_{\max}^i < t_{\max} < t_{\max}^{i+1} \right)$$

$$P_i^{xx} \left(b/t_{\max}^i < t_{\max} < t_{\max}^{i+t} \right)$$

/3/

Podstawiając za $P_i^x = \frac{N_i}{N}$ i $P_i^{xx} = \frac{n_i}{N_i}$ otrzymamy

$$P_i = \frac{n_i}{N}$$

gdzie $\sum_{i=1}^k P_i^x = \sum_{i=1}^k \frac{N_i}{N} = 1$

oraz $\sum_{i=1}^k P_i^{xx} = \frac{n}{N}$ n - ilość wszystkich dni z burzą

/4/

k - ilość przedziałów

Jeżeli sumowania burz będziemy dokonywać w przedziale o długości $\Delta t_{\max}^{i+1} - t_{\max}^i = 1$ otrzymamy empiryczne funkcje rozkładu gęstości prawdopodobieństwa p_i^x , P_1 .

Prawdopodobieństwo wystąpienia dnia o temperaturze maksymalnej, znajdującej się w przedziale dowolnie długim np. $t_{\max}^2 - t_{\max}^1$, w którym ewentualnie może wystąpić burza $/t_{\max} > 12^\circ\text{C}/$ wyniesie

$$p^x = \sum_{i=1}^s p_i^x \Delta t_{\max}^i$$

gdzie $\sum_{i=1}^s \Delta t_{\max}^i = t_{\max}^2 - t_{\max}^1$ /5/

Podobnie wyznaczyć można prawdopodobieństwo wystąpienia dnia burzowego z temperaturą maksymalną znajdującą się w tym przedziale.

$$P = \sum_{i=1}^s p_i \Delta t_{\max}^i$$

Wartości prawdopodobieństwa warunkowego P_1^{xx} oraz rozkłady gęstości prawdopodobieństwa p_i i p_i^x dla różnych przedziałów temperatury maksymalnej w Zamościu, Warszawie i Koszalinie ilustrują ryc.16, 17, 18.

Wartości P_1^{xx} wyrażone w procentach przedstawiają liczbę dni z burzą, jaka średnio przypada na 100 dni dla danego przedziału i odtąd nazywać ją będziemy "wydajnością" q_i dni burzowych. Z ryc.16 widać, że wydajność dni burzowych szybko wzrasta ze wzrostem dobowego maksimum temperatury osiągając najwyższą wartość w różnych przedziałach dla różnych miejscowości: Zamość -

$t_{\max}^i = 26 - 28^{\circ}\text{C}$; $q_i = 35\%$, Warszawa - $t_{\max}^i = 24 - 26^{\circ}\text{C}$; $q_i = 28\%$; Koszalin - $t_{\max}^j = 28 - 30^{\circ}\text{C}$; $q_i = 35\%$.

Wartości wydajności q_i dla przedziałów o bardzo wysokich temperaturach maksymalnych w Zamościu i Warszawie wykazują tendencję do spadku, dla Koszalina zaś do wzrostu. Mogą tutaj wchodzić w grę wartości niedosytu wilgotności, które dla tych miejscowości są różne, a zwłaszcza między Zamościem i Koszalinem. Rozkłady funkcji prawdopodobieństwa p_i i p_x dla Zamościa, Warszawy i Koszalina obrazuje ryc. 17 i 18. Maksima krzywych p_i dla Zamościa i Warszawy występują przy temperaturze $t_{\max} = 26^{\circ}\text{C}$ i są prawie równe, dla Koszalina zaś maksimum występuje przy $t_{\max} = 21^{\circ}\text{C}$ i jest prawie o połowę niższe.

Prawdopodobieństwo P wystąpienia dnia burzowego o temperaturze maksymalnej w przedziale $24 - 28^{\circ}\text{C}$ wynosi dla Zamościa - 60% , dla Warszawy - 50% i Koszalina - 20% .

Prawdopodobieństwo wystąpienia dnia burzowego o dowolnej wartości t_{\max} wynosi: Zamość - $P = 13\%$, Warszawa - $P = 139\%$, Koszalin - $P = 101\%$. Widać z tego, że dla Zamościa prawie 50% wszystkich burz występuje w dniach o temperaturze maksymalnej powietrza $24 - 28^{\circ}\text{C}$. W Koszalinie natomiast prawie 50% burz przypada na przedział $18 - 23^{\circ}\text{C}$.

Ze względów praktycznych większe znaczenie może mieć znajomość prawdopodobieństwa \hat{P} występowania dnia z burzą w określonym miesiącu dla danej miejscowości.

Wartości prawdopodobieństwa \hat{P} wyznaczone dla poszczególnych miesięcy w Zamościu, Warszawie i Koszalinie przedstawia ryc. 19. Największe prawdo-

podobieństwo występowania dni burzowych dla wybranych regionów geograficznych ma miejsce w lipcu i wynosi odpowiednio: Zamość - 24%, Warszawa - 21% i Koszalin - 16%. Średnio biorąc w Zamościu co 4 dni w lipcu występuje dzień z burzą, w Warszawie co 5 dni, a w Koszalinie co 6 dni.

Z wykresów tych odczytać można, że i w pozostałych miesiącach letnich /czerwiec, sierpień prawdopodobieństwo wystąpienia dnia z burzą jest bardzo duże. Ponad to należy jeszcze wziąć pod uwagę, że w danym dniu może wystąpić po kilka burz, które są w równym stopniu szkodliwe dla różnych gałęzi gospodarki.

2 Prawdopodobieństwo występowania burz w różnych masach powietrza

Dla Warszawy wyznaczono również funkcje rozkładu prawdopodobieństwa p_1 /ryc.20/ i p_2 /ryc.21/ oraz wydajność dni z burzą q_1 /ryc.22/ w masie powietrza polarno-kontynentalnego K i w masie powietrza polarno-morskiego M.

Ilość wszystkich dni z temperaturą maksymalną $t_{\max} > 12^{\circ}\text{C}$ dla Warszawy za okres dziesięcioletni /1951-1960/ wynosi - 1832 przypadków. Z tej liczby na masę powietrza polarno-kontynentalnego K przypada - 696 dni, na masę powietrza polarno-morskiego M - 969 dni, na masy zaś nieokreślone - 167 dni. Około 50% wszystkich dni burzowych mieści się w przedziałach temperatur $22-28^{\circ}\text{C}$ w masie kontynentalnej, a w masie morskiej $18-24^{\circ}\text{C}$.

W rozpatrywanych masach powietrza przebieg wydajności dni burzowych q_1 jest zupełnie inny

/ryc.21/. Do wartości temperatur $t_{\max} = 22^{\circ}\text{C}$ wartości q_1 są wyższe w masie powietrza morskiego w stosunku do masy powietrza kontynentalnego. Przy temperaturze $t_{\max} = 28^{\circ}\text{C}$ wartości q_1 w obu masach są sobie równe, natomiast przy $t_{\max} > 22^{\circ}\text{C}$ sytuacja się zmienia - wydajność dni z burzą jest znacznie większa w masie powietrza kontynentalnego w porównaniu z masą powietrza morskiego. Przebieg krzywej wydajności q_1 zależnie od temperatury t_{\max} jest bardziej regularny w masie K. Dla bardzo wysokich temperatur maksymalnych q_1 wykazuje tendencję do spadku, co szczególnie wyraźnie uwypukla się w masie powietrza kontynentalnego. Być może jest to związane z dużymi niedosytami wilgotności bezwzględnej, które występują przy wysokich temperaturach w masie powietrza kontynentalnego.

Najwyższe wartości wydajności dni z burzą bez uwzględnienia mas powietrza, jak również z podziałem na ich typy występują w przedziale $24 - 26^{\circ}\text{C}$ i wynoszą: masa K - $q_1 = 35\%$, masa M - $q_1 = 18\%$, tzn. że na 100 dni z masą powietrza K w tym przedziale przypada 35 dni z burzą, a na 100 dni z masą powietrza N przypada zaledwie 18 dni z burzą.

Rozkład prawdopodobieństwa p_1 w masie powietrza polarno-kontynentalnego i polarno-morskiego ilustruje ryc.22. Prawdopodobieństwo wystąpienia dnia z burzą w przedziale temperatur $22 - 26^{\circ}\text{C}$ wynosi w pierwszym przypadku $P_1 = 90\text{ ‰}$, w drugim zaś $P_1 = 55\text{ ‰}$.

Dla porównania podano jeszcze, jak kształtuje się prawdopodobieństwo wystąpienia dnia burzowego o dowolnym maksimum temperatury. W masie powietrza kontynentalnego $P_1 = 155\text{ ‰}$, zaś w masie powietrza morskiego wartość jego jest niż-

sza i wynosi $P = 124 \text{ }^{\circ}/\text{oo}$. Z tego widać, że około 2/3 dni burzowych, występujących w Warszawie w masie powietrza kontynentalnego posiada temperaturę maksymalną z przedziału $22 - 26 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Przedstawiona analiza wskazuje na złożoność całego poruszanego zagadnienia.

Ze względu na wagę omówione go zagadnienia dla różnych dziedzin gospodarki narodowej /rolnictwo, budowa trakcji wysokiego napięcia, awarie na sieciach komunikacyjnych i trasach lotniczych, pożary itp./, konieczne jest szczegółowe opracowanie prawdopodobieństwa występowania burz i jego przestrzennego rozmieszczenia. Mapy prawdopodobieństwa występowania liczby dni z burzą i liczby burz dla całej Polski pozwoliłyby w dużym stopniu na usunięcie strat jakie to zjawisko przynosi poszczególnym gałęziom gospodarki narodowej. Weźmy np. lotnictwo, mapy takie można wykorzystać do wytyczenia nowych tras lotniczych, na których prawdopodobieństwo występowania burz jest najmniejsze.

Zagadnienie to jest stosunkowo proste do rozwiązania jeśli tylko zastosuje się maszyny statystyczne. Wykracza ono jednak poza ramy niniejszej pracy.

VIII PODZIAŁ POLSKI NA REGIONY BURZOWE

Dokładna analiza rozkładu przestrzennego poszczególnych charakterystyk zjawisk burzowych /liczba dni z burzą, liczba burz, lokalny wskaźnik aktywności burzowej, godzinne zmiany w występowaniu burz, okresowość w ich powstawaniu, wskaźnik trwałości burz itp./ wykazała, że na

terenie Polski istnieje dość duże zróżnicowanie wyżej wymienionych wielkości. Układ izarytm jest jednakże we wszystkich przypadkach podobny, tzn. że przebieg ich uwarunkowany jest przede wszystkim wpływem podłoża, które hamuje lub pobudza rozwój zjawisk burzowych. Dotyczy to w szczególności burz typu lokalnego /wewnątrz masowych, związanych ze strefami frontów stacjonarnych lub przemieszczających się bardzo wolno/, których powtarzalność i rozwój związane są w dużym stopniu z charakterem podłoża, zmieniającym się zależnie od pory roku i pory dnia. Na podstawie rozkładu izarytm /ryc.2-5/ można wyróżnić obszary, gdzie wielkości poszczególnych parametrów są ze sobą skorelowane, co szczególnie jaskrawo uwidacznia się na terenach o wartościach skrajnych. Obszary o najmniejszej liczbie dni z burzą charakteryzują się również: najmniejszą ilością burz, wartością lokalnego wskaźnika aktywności burzowej, zmiennością w występowaniu burz, ilością okresów w powstawaniu itp. i odwrotnie: na obszarach o największej liczbie dni z burzą występują najwyższe ich wartości. W pierwszym przypadku mamy do czynienia z podłożem, na którym przeważają czynniki hamujące rozwój zjawisk burzowych, w drugim zaś dominują czynniki sprzyjające ich rozwojowi. Występują jednak również obszary o pewnych rozbieżnościach np. o stosunkowo dużej liczbie dni z burzą a małym wskaźniku aktywności burzowej, co oznacza, że na tych terenach wpływ charakteru podłoża jest złożony /ekspozycja zboczy, wysokości względne itp./.

Zróżnicowanie przestrzenne wymienionych parametrów występuje prawie we wszystkich porach roku, jednakże obszary o największej i najmniejszej aktywności burzowej najwyraźniej wyodrębniają się w porze letniej, kiedy to intensywność zja-

wisk burzowych jest największa. Niewielkie różnice w charakterze podłoża prowadzą w tym okresie do stosunkowo dużych zróżnicowań liczby dni z burzą, liczby burz, wskaźnika aktywności burzowej, zmian w ich powstawaniu i trwaniu itp., co praktycznie umożliwia wydzielenie obszarów o różnej aktywności burzowej. Istotne jest przy obliczaniu średnich wieloletnich wartości poszczególnych charakterystyk burz dobranie takich przedziałów czasu, w obrębie których zróżnicowanie przestrzenne będzie maksymalne. Okazuje się bowiem, że np. liczba dni z burzą i liczba burz wykazuje średnio największe zróżnicowanie na terenie naszego kraju za dłuższy okres czasu w roku, mniejsze - w porach roku a najmniejsze - w miesiącach. Lokalny wskaźnik aktywności burzowej zachowuje się odwrotnie - większe zróżnicowania przestrzenne daje w mniejszych przedziałach czasu - w miesiącach, natomiast w większych jak rok i pory roku różnice w ich wartościach częściowo się zacierają.

Duże zróżnicowanie przestrzenne w zakresie średnich liczb dni z burzą i liczb burz za dłuższy okres czasu jest wynikiem tego, że układ izarytm w ciągu całego sezonu burzowego cechuje pewna stabilność, zmianie ulegają jedynie ich wartości. Wobec tego rozkład izarytm liczby dni z burzą i liczby burz może posłużyć do podziału Polski na obszary o różnej aktywności burzowej. Widząc wyraźną korelację między liczbą burz a liczbą dni z burzą, przyjęto jako kryterium zasadniczo liczbę dni z burzą a jako pomocnicze lokalny wskaźnik aktywności burzowej tj. $\frac{I_b}{I_d}$ stosunek liczby burz do liczby dni z burzą $\frac{I_b}{I_d}$ /. Za przyjęciem liczby dni z burzą i wskaźnika aktywności burzowej jako kryteriów przy podziale Polski na regiony burzowe przemawiają jeszcze inne fakty:

1. Burza jest zjawiskiem rzadko uchodzącym uwagi obserwatora nawet mało wyszkolonego. Z tego względu notowania burz, jeśli chodzi o liczbę dni z burzą, są dość wiarygodne na wszystkich stacjach /synoptycznych i klimatologicznych/.
2. Uwzględniając stosunek liczby burz do liczby dni z burzą eliminuje się te przypadki, na powstawanie których charakter podłoża nie ma istotnego znaczenia.

Z powyższych stwierdzeń wynika, że w próbach bardziej szczegółowej regionalizacji lub przy wydzieleniu regionów w innych krajach liczba dni z burzą i lokalny wskaźnik aktywności burzowej mogą w zupełności wystarczyć, chociaż nie dają one pełnej charakterystyki w ten sposób wydzielonych regionów.

Pozostałe parametry jak: stosunek liczby burz z gradem do ogólnej liczby burz, godzinne zmiany w występowaniu burz, wskaźnik trwałości burz itp. wykorzystano jako pomocnicze do bliższych charakterystyk regionów.

Ponieważ rozrzut punktów obserwacyjnych w rozpatrywanym dziesięcioleciu /1946-1955/ jest równomierny, zatem średnie wartości różnych charakterystyk burz ze wszystkich stacji są reprezentatywne dla całej Polski. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych przedstawia mapka /ryc.1/. Jak widać, stacje te położone są w różnorodnych warunkach geograficznych, a każda z nich reprezentuje w przybliżeniu obszar o tej samej powierzchni. W związku z tym przy wydzieleniu stref, jako punkt odniesienia przyjęto średnie wartości dla całej Polski, natomiast przy wydzieleniu regionów - średnie dla całej strefy. Granice stref i regionów określono wielkością odchyłań między

danymi z punktów obserwacyjnych a średnią Polski lub średnią strefy. Liczbę dni z burzą bra-
no za cały rok, natomiast wartości lokalnego
wskaznika aktywności burzowej - z okresu sezo-
nu burzowego.

Na podstawie wyżej omówionych kryteriów wy-
dzielono na terenie Polski zasadniczo trzy strefy,
wyróżniając w ostatniej z nich dwie podstrefy:

Strefa I -	1d	
o zmniejszonej licz- bie burz w stosunku do średniej Polski	<-1,0	
Strefa II -	od	do
o średniej liczbie burz	-1,0	+2,0
Strefa III A -		
o zwiększonej licz- bie burz	+2,0	+5,0
Strefa III B -		
o dużej liczbie burz	>5,0	

Analogicznie, w obrębie każdej ze stref wy-
dzielono regiony:

o zmniejszonej licz- bie burz w stosunku do średniej danej strefy	1d	<-2,0	
o średniej liczbie burz	od	do	
	-2,0	+2,0	
o zwiększonej licz- bie burz			>2,0

Ze względu na specyficzny układ wielkości
odchyień i wartości parametrów pomocniczych,

w niektórych strefach nie wydzielono regionów pośrednich /o średniej ilości burz/; w niektórych natomiast stwierdzono występowanie więcej niż jednego regionu o podobnej aktywności burzowej. Mimo, że wszystkie regiony burzowe w poszczególnych strefach znajdują swoje miejsce w wyżej podanej klasyfikacji to jednak w każdym z nich o ilości zjawisk burzowych decydują różne czynniki charakteru podłoża.

Ogółem na terenie Polski wydzielono 16 regionów burzowych; przedstawia je rycina 23.

Przy prowadzeniu granic stref i regionów burzowych brano w pierwszym rzędzie pod uwagę wielkość odchyień od średnich ogólnopolskich i strefowych zwracając również uwagę na cały region geograficzny reprezentowany przez daną stację analizując występujące tu dane w stosunku do danych w regionach sąsiednich. Pozwoliło to w pewnym stopniu na nawiązanie granic regionów burzowych do granic regionów geograficznych, jednakże nie zawsze one pokrywają się, często bywa tak, że w skład danego regionu burzowego wchodzi więcej niż jeden region geograficzny i odwrotnie.

W przypadkach wątpliwych sięgano jeszcze do map pomocniczych, przedstawiających rozkład liczby dni z burzą w poszczególnych miesiącach, porach roku i w roku za okres dziesięcioletni przesunięty o 5 lat /1951-1960/, o trzykrotnie większej ilości stacji meteorologicznych; mapki te opracowano z myślą wykazania stabilności granic wydzielonych stref i regionów burzowych.

Obraz izarytm na mapkach pomocniczych, ogólnie biorąc, jest bardzo podobny do zamieszczonych w niniejszej pracy. Warto jednak zaznaczyć, że wewnątrz niektórych regionów o różnorodnych warunkach fizjograficznych zaznaczyły się dość

duże rozbieżności. Jako przykład posłużyć może stacja meteorologiczna w Nowym Dworze, położona w widłach doliny Wisły i zabagnionej Doliny Bugu. Warunki lokalne oddziałują tu hamująco na rozwój działalności burzowej /31/.

1 Strefy i regiony burzowe oraz ich charakterystyki

Strefa I - o zmniejszonej liczbie burz obejmuje północną część kraju mniej więcej po równoleżnik 53°. Jej charakterystykę liczbową przedstawia tabela 5.

T a b e l a 5

Liczbowa charakterystyka strefy I

	Średnia liczba dni z burzą /ld/				Wskaźnik aktywności burzowej
	Wiosna	Lato	Jesień	Rok	Sezon V-VIII
Strefa I	4,3	12,6	1,4	18,5	17
Polska	5,2	14,5	1,6	21,3	19
Różnica	-0,9	-1,9	-0,2	-2,8	-2

W obrębie tej strefy wyróżniono pięć regionów: dwa o zmniejszonej liczbie burz - zachodnio-bałtycki i warciańsko-notecki, dwa o średniej liczbie burz - pomorski i mazurski i jeden o zwiększonej liczbie burz - region dolnej Wisły.

1. Region zachodnio-bałtycki cechuje bezpośrednio sąsiedztwo morza, obejmuje wąski pas wybrzeża od Świnoujścia do Ustki. Jego południowa granica biegnie w przybliżeniu po północnej krawędzi wzniesień Pojezierza Pomorskiego. Charakterystykę regionu oparto na podstawie 3 stacji. Region ten wyróżnia się najmniejszą liczbą burz w poszczególnych miesiącach, porach roku i roku, najmniejszymi wartościami lokalnego wskaźnika aktywności burzowej w porównaniu nie tylko z wielkościami przeciętnymi dla tej strefy, ale również w stosunku do spotykanych na ziemiach polskich. Daty występowania najwcześniejszych burz są spóźnione w stosunku do regionu pomorskiego, natomiast ostatnie obserwowane są wcześniej, w związku z tym okres występowania burz jest tu stosunkowo krótki. Udział burz gradowych, w stosunku do ogólnej sumy burz, odpowiada najwyższym wartościom tej strefy. W przebiegu dobowym dla miesięcy i roku częstość burz wykazuje najmniejszą zmienność z godziny na godzinę w ich powstawaniu i trwaniu. Średni czas trwania burz i wskaźnik ich trwałości kształtuje się w tym regionie poniżej normy. Warunki termiczno-wilgotnościowe nie sprzyjają powstawaniu burz a prawdopodobieństwo występowania dnia z burzą jest najmniejsze w Polsce.

2. Region warciańsko-notecicki obejmuje dorzecze dolnej Warty. Północna granica przebiega ciągiem moren czołowych myśliborsko-wałczańskich, południowa zaś ciągiem moren słubicko-międzychodzkich. Występuje tu duży kompleks leśny w widłach Warty i Noteci/Puszcza Notecka/. Charakterystykę regionu oparto na podstawie danych 2 stacji. Region ten zajmuje drugie miejsce - po regionie zachodnio-bałtyckim -

pod względem liczby burz, wartości lokalnego wskaźnika aktywności burzowej, zmienności z godziny na godzinę w powstawaniu i trwaniu burz, oraz okresowości w ich występowaniu.

3. R e g i o n p o m o r s k i, o bardzo urozmaiconej rzeźbie terenu, obejmuje wzniesienia Pojezierza Pomorskiego wraz ze wschodnim wybrzeżem, po Gdańsk. Charakterystyka regionu została przeprowadzona na podstawie danych z 6 stacji, z których 3 należą do granicznych, w związku z tym brane były pod uwagę i w sąsiednich regionach. Omawiany obszar odznacza się zwiększoną liczbą burz w poszczególnych miesiącach, porach roku i roku, zwiększonymi wartościami lokalnego wskaźnika aktywności burzowej, wcześniejszymi datami występowania burz wiosennych, a późniejszymi jesiennych, dłuższym okresem występowania burz, większym zróżnicowaniem częstości występowania początków burz i burz w ogóle w przebiegu dobowym w porównaniu z regionami zachodnio-bałtyckim i warciańsko-noteckim; zmniejszoną działalnością burzową w kwietniu, maju, sierpniu, na wiosnę, w lecie i w roku, zmniejszoną wartością lokalnego wskaźnika aktywności burzowej w roku w stosunku do regionu dolnej Wisły. Osobliwością tego regionu jest największa trwałość burz w Polsce.

Należy jeszcze dodać, że w regionie tym Resko wyróżnia się prawie we wszystkich miesiącach, porach roku i roku większą ilością burz i wyższymi wartościami lokalnego wskaźnika w stosunku do wartości przeciętnych dla tego regionu.

4. R e g i o n m a z u r s k i obejmuje Pojezierze Mazurskie. Cechuje go duża ilość naturalnych zbiorników wodnych. Charakterystykę regionu przeprowadzono na podstawie 4 stacji.

Region mazurski pod względem liczby burz w porach roku i w roku podobny jest do pomorskiego, dzięki czemu został zaliczony do tej samej kategorii /regiony o średniej ilości burz/, różni się natomiast od niego mniejszym wskaźnikiem aktywności burzowej, krótszym okresem występowania burz, mniejszym udziałem burz gradowych, oraz mniejszą ilością okresów w powstawaniu burz. Trwałość burz kształtuje się podobnie jak w regionie pomorskim, o czym świadczą nie tylko średni czas trwania, ale i wartości godzinne wskaźnika trwałości.

5. R e g i o n d o l n e j W i s ł y
obejmuje dorzecze dolnej Wisły od Bydgoszczy-Torunia do Zatoki Gdańskiej. Jego charakterystyka została oparta na podstawie 4 stacji. Region ten cechują najwyższe wartości liczby dni z burzą i liczby burz, wartości lokalnego wskaźnika aktywności burzowej, średniego okresu występowania burz w stosunku nie tylko do regionów sąsiednich, ale również w porównaniu ze średnimi dla tej strefy. Udział burz gradowych w stosunku do ogólnej liczby burz - mały w północnej części /poniżej przeciętnego/, natomiast w południowej bardzo duży /Bydgoszcz 48^o /oo%. W przebiegu dobowym dla roku /początki burz i burze w ogóle /główne maksima częstości/są opóźnione o godzinę w stosunku do regionów sąsiednich: pomorskiego i mazurskiego. Osobliwością tego regionu jest najpóźniejszy w całej Polsce termin występowania pierwszych maksimów dobowych początków burz dla roku. Pierwsze i główne maksima zbiegają się ze sobą /Gdańsk, Elbląg - 16^h/.

Strefa II - o średniej liczbie burz obejmuje prawie całą Krainę Wielkich Dolin.

W strefie tej wyróżniono 3 regiony burzowe: jeden o zmniejszonej liczbie burz - wielkopolski.

drugi o średniej - mazowiecko-podlaski i trzeci o zwiększonej liczbie burz - region lubuski.

T a b e l a 6

Liczbowa charakterystyka strefy II

	Średnia liczba dni z burzą /ld/				Wskaźnik aktywności burzowej
	Wiosna	Lato	Je- sień	Rok	Sezon V-VIII
Strefa II	5,3	14,1	1,4	21,0	19
Polska	5,2	14,5	1,6	21,3	19
Różnica	0,1	-0,4	-0,2	-0,3	0,0

6. R e g i o n w i e l k o p o l s k i obejmuje całą Nizinę Wielkopolską wraz z zachodnią częścią Kujaw. Południowa granica przebiega wzdłuż pasma Gór Kocich, wschodnia natomiast krąży Doliny Wisły. Mało urozmaicona rzeźba powierzchni, dosyć gęsta sieć wodna, okolice Koła - torfowiska. Charakterystyka regionu na podstawie 4 stacji. Wartości średnie tego regionu dla liczby dni z burzą i liczbą burz w poszczególnych porach roku i roku, dla okresu potencjalnego, dla stosunku burz gradowych do ogólnej liczby burz, dla terminów występowania głównych maksimów dobowych w roku, dla ilości okresów w powstawaniu burz kształtują się poniżej średnich notowanych na terenie tej strefy. Do charakterystyk, które wykraczają poza ramy tej strefy, należy lokalny wskaźnik aktywności, ale tylko na wiosnę i w roku. Region ten różni się od sąsiednich - warciańsko-noteckiego - większą

liczbą burz, natomiast w porównaniu z lubuskim, śląsko-sudeckim i mazowiecko-podlaskim ma ich liczbę mniejszą. O tak dużej niższe wartości średnich poszczególnych charakterystyk w tym regionie, w stosunku do przeciętnych dla tej strefy, zdecydowały przede wszystkim dane ze stacji synoptycznej w Kole, która jak już wspomniano na wstępie, położona jest w specyficznych warunkach terenowych /torfowiska/.

7. R e g i o n m a z o w i e c k o - p o d l a s k i obejmuje Niziny Mazowiecką wraz z północną częścią Wysoczyzny Podlaskiej. Południowa granica przebiega wzdłuż północnej krawędzi Wyżyny Małopolskiej i Wysoczyzny Podlaskiej. Charakterystyka regionu na podstawie 6 stacji, z których 2 leżą na pograniczu regionu. Region mazowiecko-podlaski różni się od sąsiednich: od mazurskiego i wielkopolskiego - większą liczbą burz, natomiast od podlaskiego i małopolskiego należących do strefy III A mniejszą ich liczbą, ale tylko w niektórych porach roku i w roku. Regiony te wykazują wiele cech wspólnych. Ogólnie można jednak powiedzieć, że region mazowiecko-podlaski pod względem wartości i czasu występowania poszczególnych charakterystyk, branych pod uwagę przy podziale, odpowiada wartościom przeciętnym notowanym dla Polski. Wyjątki stanowią zmniejszone wielkości lokalnych wskaźników: aktywności burzowej i trwałości, które bardzo wyraźnie kwalifikują się do osobliwości tego regionu.

8. R e g i o n l u b u s k i obejmuje większą część Ziemi Lubuskiej, teren sandrowy, brak lasów. Charakterystyka na podstawie 2 stacji. Region ten jest najbardziej burzowy w strefie pasa Wielkich Dolin. Pod względem wielkości

lokalnego wskaźnika aktywności burzowej w lecie ustępuje tylko regionowi karpackiemu i tatrzańskiemu. Długość okresu występowania burz w dniach odpowiada wartościom przeciętnym dla tej strefy, a udział burz gradowych w ogólnej sumie tylko nieco je przewyższa. W przebiegu dobowym w miesiącach region ten cechuje duża zmienność z godziny na godzinę w powstawaniu i trwaniu burz.

S t r e f a III A - o zwiększonej liczbie burz - obejmuje pas wyżyn południowych wraz z Kotliną Sandomierską, Niziną Śląską i Sudetami /bez Karkonoszy/. Granice tej strefy przebiegają chyba najwyraźniej: północna wzdłuż krawędzi Wysoczyzny Podlaskiej, Wyżyny Małopolskiej i pasma Kocich Gór, południowa wzdłuż Karpat.

T a b e l a 7

Liczbowa charakterystyka strefy III A

	Średnia liczba dni z burzą /ld/				Wskaźnik aktywności burzowej
	Wiosna	Lato	Jesień	Rok	Sezon V-VIII
Strefa III	5,6	15,3	1,7	22,8	20
Polska	5,2	14,5	1,6	21,3	19
Różnica	0,4	0,8	0,1	1,5	1,0

W strefie tej tak, jak w strefie I, wyróżniono 5 regionów: dwa o zmniejszonej liczbie burz - małopolski i Wyżyny Lubelskiej, dwa o średniej ich liczbie - śląsko-sudecki i podlaski oraz jeden o zwiększonej liczbie burz - region podkarpacki.

9. R e g i o n m a ł o p o l s k i obejmuje Wyżynę Śląsko-Małopolską. Urozmaicona rzeźba, różna ekspozycja zboczy. Charakterystyka regionu na podstawie 8 stacji. Region małopolski jest osobliwością sam w sobie. Widać to z rozkładu liczby dni z burzą, liczby burz, wartości lokalnego wskaźnika aktywności burzowej w poszczególnych miesiącach, porach roku i roku, w rozkładzie izochron pierwszych wiosennych burz i ostatnich jesiennych, ze stosunku burz gradowych do ogólnej sumy burz, ze zmienności z godziny na godzinę w powstawaniu i trwaniu burz, a nawet z ilości okresów powstawania burz, kiedy to na krawędzi, zwłaszcza zachodniej i północno-wschodniej wyżyny obserwuje się większą liczbę dni z burzą i liczbę burz, większe wartości lokalnego wskaźnika aktywności burzowej, wcześniejsze daty występowania burz wiosennych, późniejsze - burz jesiennych, większy udział burz gradowych w stosunku do ogólnej sumy burz, większą zmienność w powstawaniu i trwaniu burz oraz więcej okresów powstawania burz, w porównaniu z centrum wyżyny. Centrum wyżyny wykazuje bardzo duże podobieństwo do regionów północnych: pomorskiego i mazurskiego oraz do wielkopolskiego pod względem liczby burz, liczby dni z burzą, wartości lokalnego wskaźnika aktywności burzowej, ilości okresów powstawania i trwania burz, natomiast krawędź, szczególnie północna i zachodnia, wykazuje podobieństwo do wszystkich regionów sąsiednich w tej strefie, a ze strefy II - do regionu lubuskiego.

10. R e g i o n W y ż y n y L u b e l s k i e j obejmuje całą Wyżynę Lubelską. Charakterystyka regionu na podstawie 3 stacji. Urozmaicona rzeźba, różna ekspozycja zboczy, szybkie nagrzewanie się podłoża. Średnie wartości liczby dni z burzą i liczby burz w roku i w lecie kształ-

tują się poniżej przeciętnej dla tej strefy. Południowo-zachodnia część regionu Wyżyny Lubelskiej wykazuje wiele cech podobnych do regionu podkarpackiego, zwłaszcza pod względem wartości lokalnego wskaźnika aktywności burzowej w lecie. Natomiast północno-wschodnia część podobna jest do regionu podlaskiego i śląsko-sudeckiego. Region Wyżyny Lubelskiej jest jednym z tych regionów w Polsce, w którym najwcześniej notowano pierwsze burze wiosenne /Zamość 10.III/ i jedynym, gdzie zaobserwowano najpóźniej ostatnie burze jesienne /Zamość 29.IX/. W związku z tym region ten pod względem długości maksymalnego okresu występowania burz ustępuje tylko regionowi tatrzańskiemu. Inną jego osobliwością jest największa w Polsce ilość okresów w powstawaniu burz /5 - lipiec/. Warunki termiczno-wilgotnościowe sprzyjają powstawaniu burz, a prawdopodobieństwo wystąpienia dnia z tym zjawiskiem jest duże.

11. R e g i o n p o d l a s k i obejmujące Wysoczyznę Podlaską. Zachodnia jego granica biegnie wzdłuż krawędzi wysoczyzny. Przebieg innych granic podano przy opisie sąsiednich regionów. Charakterystyka regionu oparta jest na wynikach obserwacji z 5 stacji. Wyróżnia się zwiększonymi wartościami wskaźników w stosunku do średnich dla całej strefy. Poza tym cechują go jeszcze różnice w stosunku do regionów najbliższych: od północy - mazowiecko-podlaskiego, od południa - Wyżyny Lubelskiej i od zachodu Małopolskiego. W stosunku do sąsiada północnego prawie zawsze i pod każdym względem dominuje; w stosunku do pozostałych pod względem wielkości lokalnego wskaźnika aktywności burzowej - zdecydowanie przewyższa je na wiosnę, w lecie i w roku. Warunki termiczno-wilgotnościowe sprzyjają powsta-

waniu burz, a prawdopodobieństwo wystąpienia dnia z burzą jest większe w masie powietrza polarno-kontynentalnego niż w masie powietrza polarnomorskiego. Podobnie jak prawdopodobieństwo występowania burz, kształtuje się czas ich trwania w różnych masach powietrza, a mianowicie burze powstające w masach kontynentalnych, średnio biorąc, są dłuższe aniżeli w morskich.

12. R e g i o n ś l ą s k o - s u d e c k i obejmuje całą Nizinę Śląską wraz z Sudetami, bez najwyższych partii - Karkonoszy. Charakterystykę regionu opracowano na podstawie obserwacji z 8 stacji. Region ten jest bardziej burzowy od regionu wielkopolskiego i małopolskiego, mniej zaś od lubuskiego, karkonoskiego i podkarpackiego, zwłaszcza w lecie i w roku: w pozostałych porach roku i miesiącach różnice te częściowo zacierają się. Pod względem liczby burz w poszczególnych miesiącach, porach roku, wielkości lokalnego wskaźnika aktywności burzowej, długości okresu występowania burz, zmienności z godziny na godzinę w powstawaniu i trwaniu burz, oraz ilości okresów w ich powstawaniu, region śląsko-sudecki najbardziej podobny jest do regionu podlaskiego.

Indywidualnością tego regionu, w stosunku do pozostałych regionów tej strefy, jest, średnio biorąc, najmniejszy udział burz gradowych w stosunku do ogólnej liczby burz.

13. R e g i o n p o d k a r p a c k i obejmuje Kotlinę Sandomierską wraz z Pogórzem. Charakterystyka regionu została oparta na podstawie danych z 4 stacji. Region ten cechuje większa działalność burzowa niż regiony: Wyżyny Lubelskiej, małopolski i śląsko-sudecki, a mniejsza w stosunku do karpackiego. Różnice te zazna-

czają się prawie we wszystkich miesiącach, porach roku i roku. Osobliwością tego regionu są różnicowania w datach występowania pierwszych i ostatnich burz, w terminach pierwszych i głównych maksimów częstości występowania początków burz dla roku. Daty występowania burz wiosennych i jesiennych oraz terminy głównych maksimów opóźniają się z zachodu na wschód, natomiast pierwsze maksimum opóźnia się ze wschodu na zachód o 1 lub 2 godziny.

S t r e f a III B - o dużej ilości burz - obejmuje Karpaty oraz najwyższe partie Sude-
tów - Karkonosze.

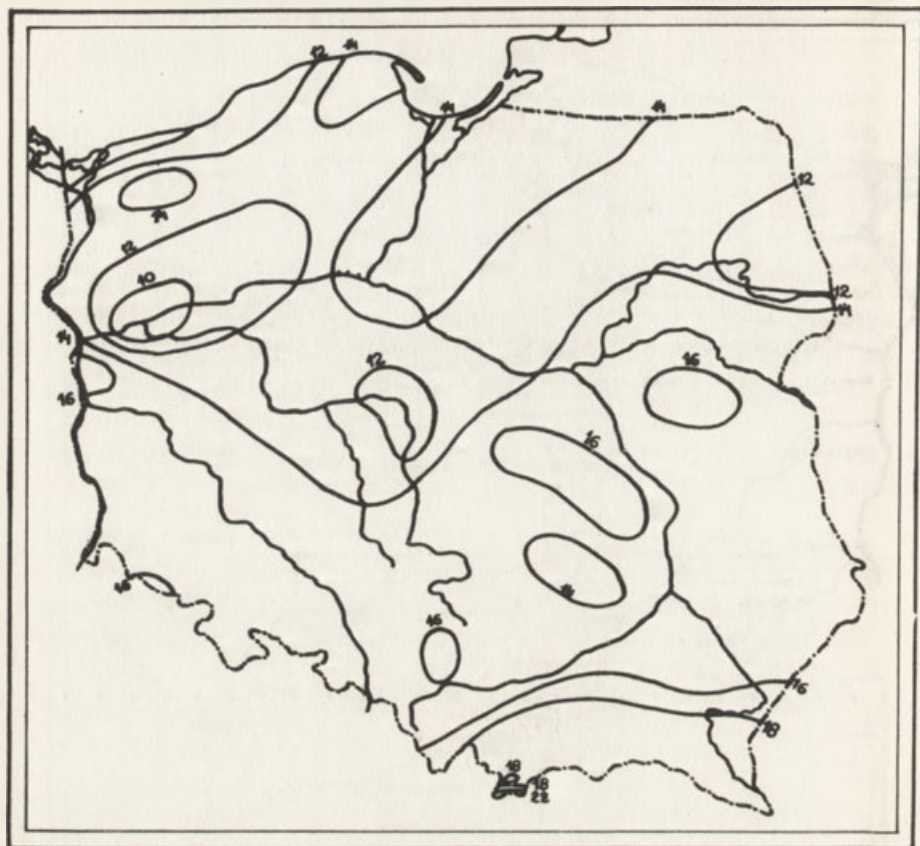
T a b e l a 8

Liczbowa charakterystyka strefy III B

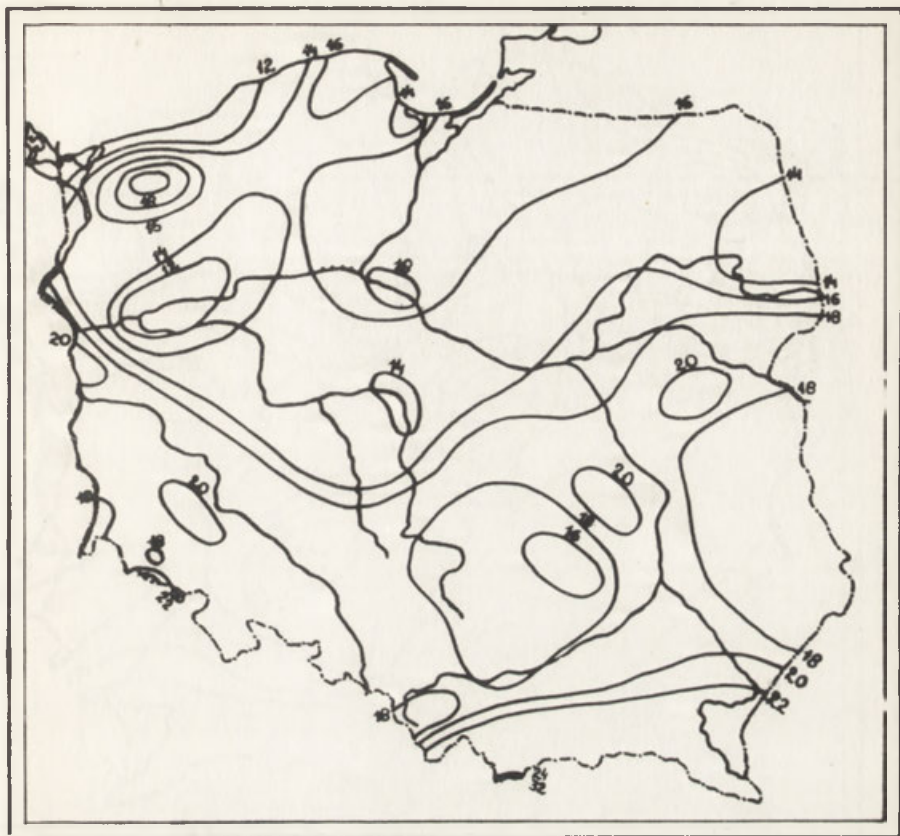
	Średnia liczba dni z burzą /ld/				Wskaźnik aktywności burzowej
	Wiosna	Lato	Jesień	Rok	Sezon V-VIII
Strefa IV	6,7	17,9	1,9	26,8	29
Polska	5,2	14,5	1,6	21,3	19
Różnica	1,5	3,4	0,3	5,5	10

W granicach tej strefy wyróżniono 3 regiony: dwa o średniej liczbie burz - karpacki i karkonoski i jeden o zwiększonej - region tatrzański.

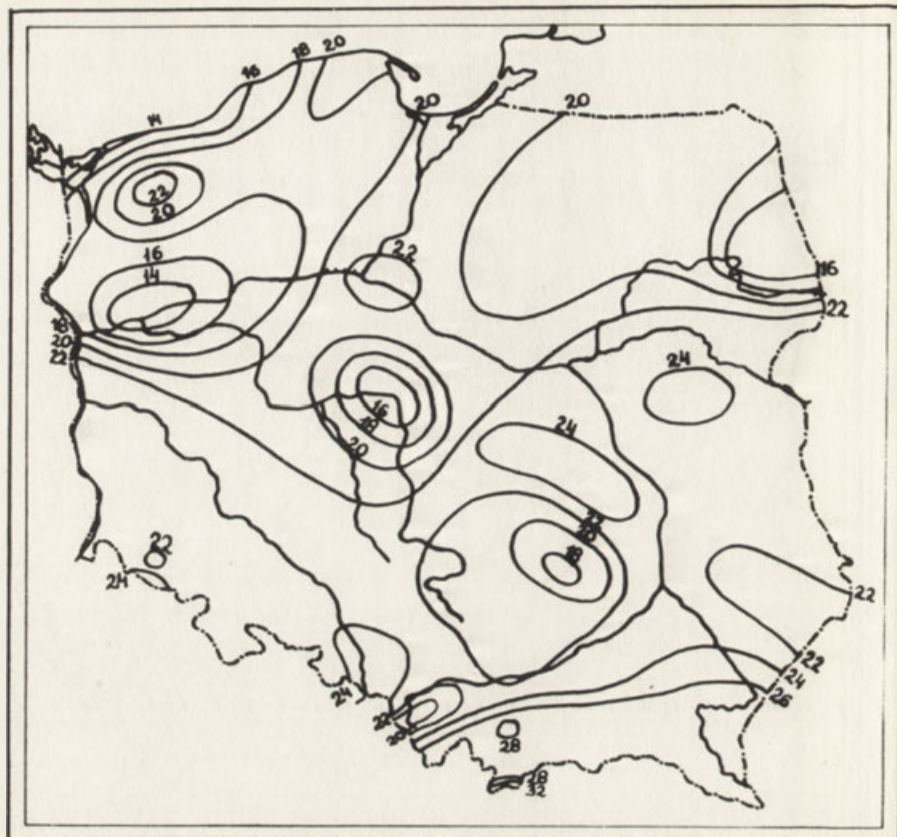
14. R e g i o n k a r p a c k i obejmuje całe Karpaty bez Tatr. Występują tu duże wysokości względne, urozmaiconą rzeźbą, różna



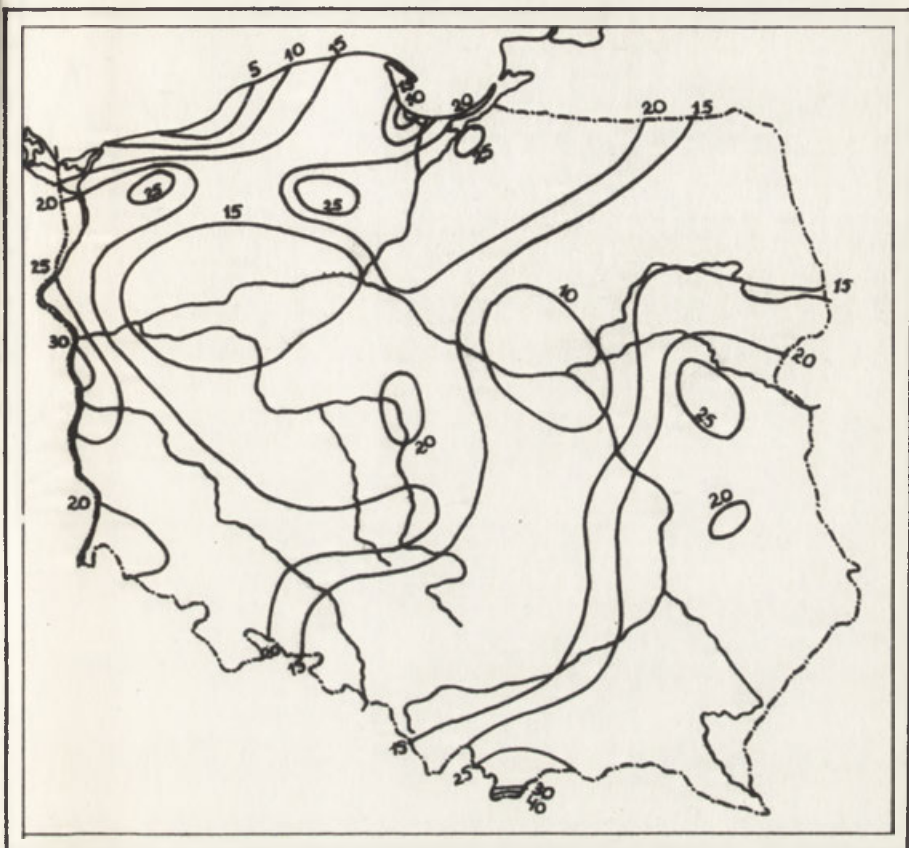
Ry. 2 ŚREDNIA LICZBA DNI Z BURZĄ - LATO



Ryc.3 Średnia liczba burz - lato

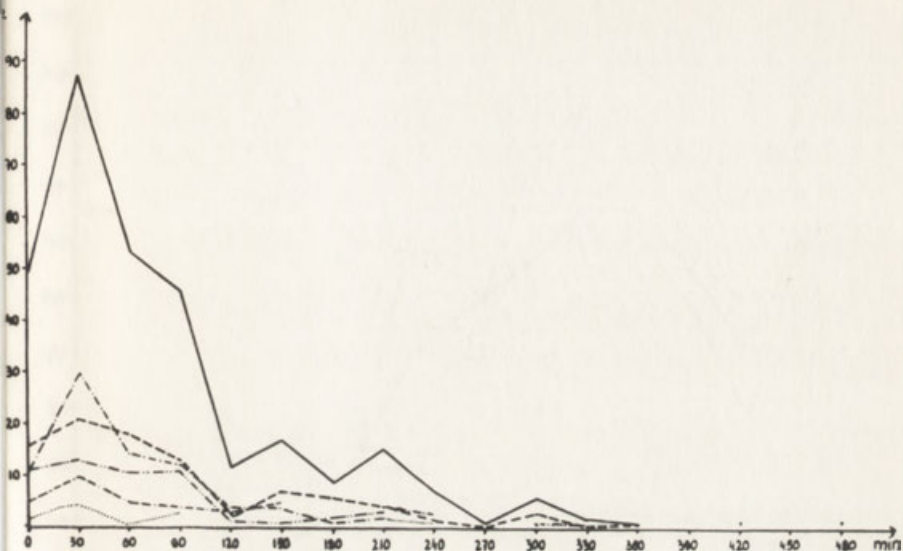


Ryc.4 Średnia liczba dni z burzą - rok



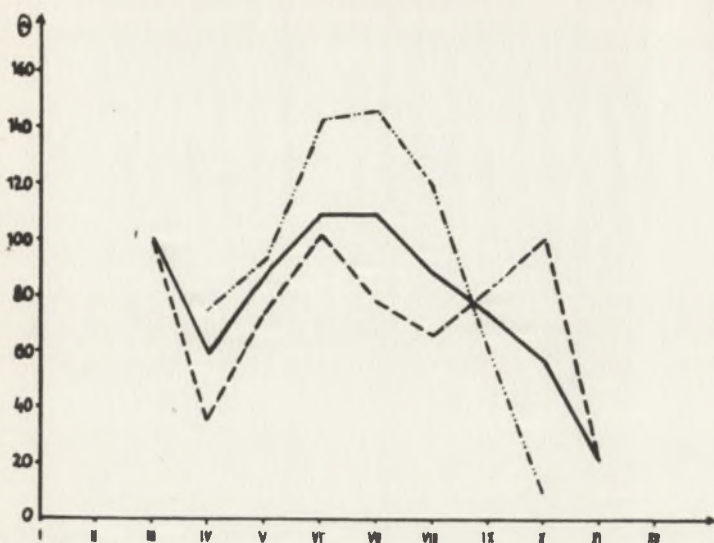
Ryc. 5 LOKALNY WSKAZNIK AKTYWNOŚCI BURZOWEJ - BOK





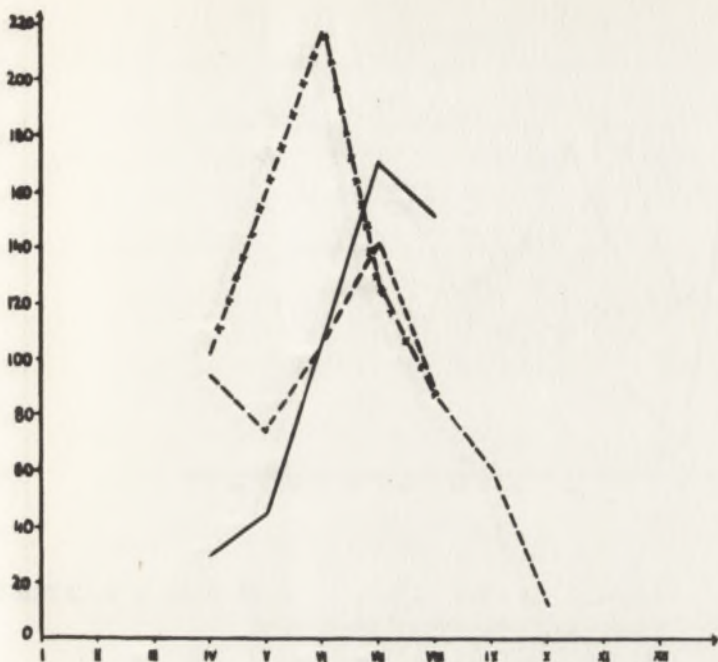
Ryc. 6 CZAS TRWANIA BURZ W RÓŻNYCH MASACH POWIETRZA

- Bez uwzględniania mas powietrznych
- - - Mb/Masa morska stara/
- - - Mc/Masa morska przetransformowana/
- - - Ka/Masa kontynentalna świeża/
- - - Kb/Masa kontynentalna stara/
- - - Kc/Masa kontynentalna przetransformowana/

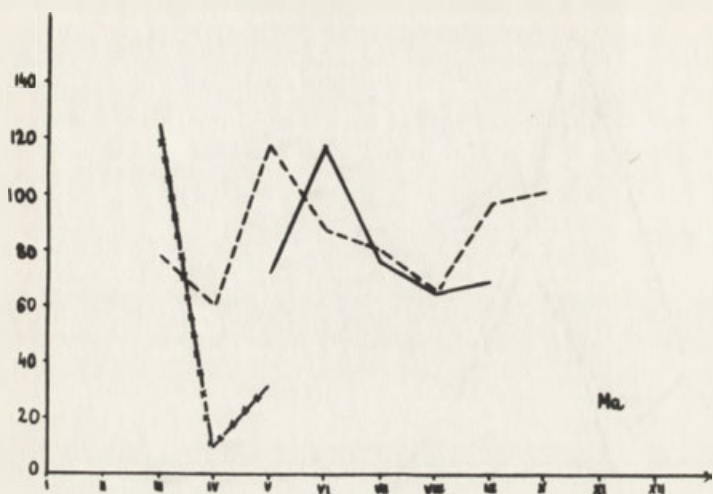


Ryc. 7 PRZEbieG ROCZNY ŚREDNIEGO CZASU TRWANIA BURZ

- Bez uwzględnienia rodzaju mas
- w Masie polarno-morskiej
- w Masie polarno-kontynentalnej

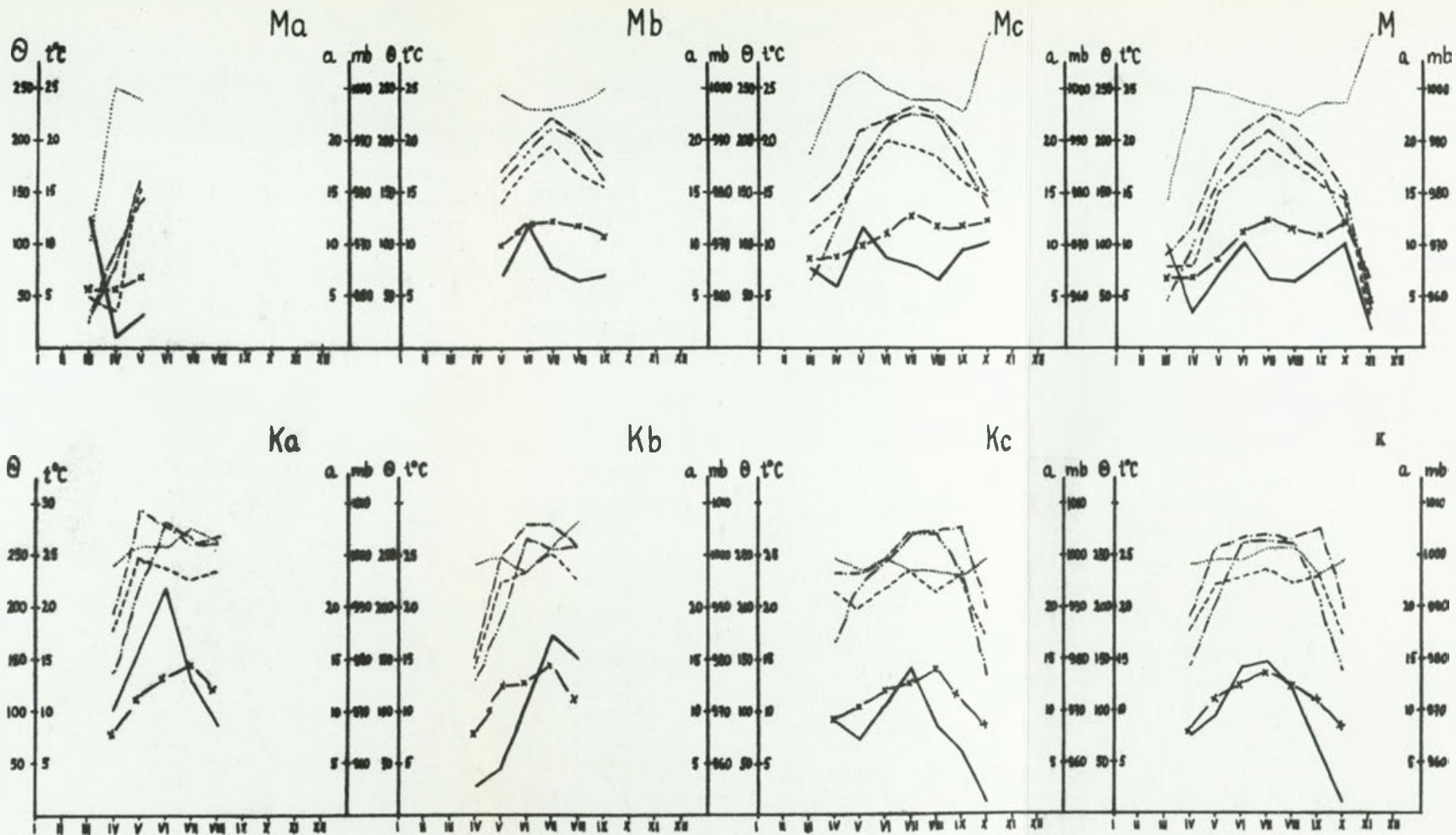


**Ryc.8 PRZEBIEG ROCZNY CZASU TRWANIA BURZ W RÓŻNYCH
 TYPAH MAS POWIETRZA KONTYNENTALNEGO**
 —+— Ka /Masa kontynentalna świeża/
 — Kb /Masa kontynentalna stara/
 --- Kc /Masa kontynentalna przetworzona/

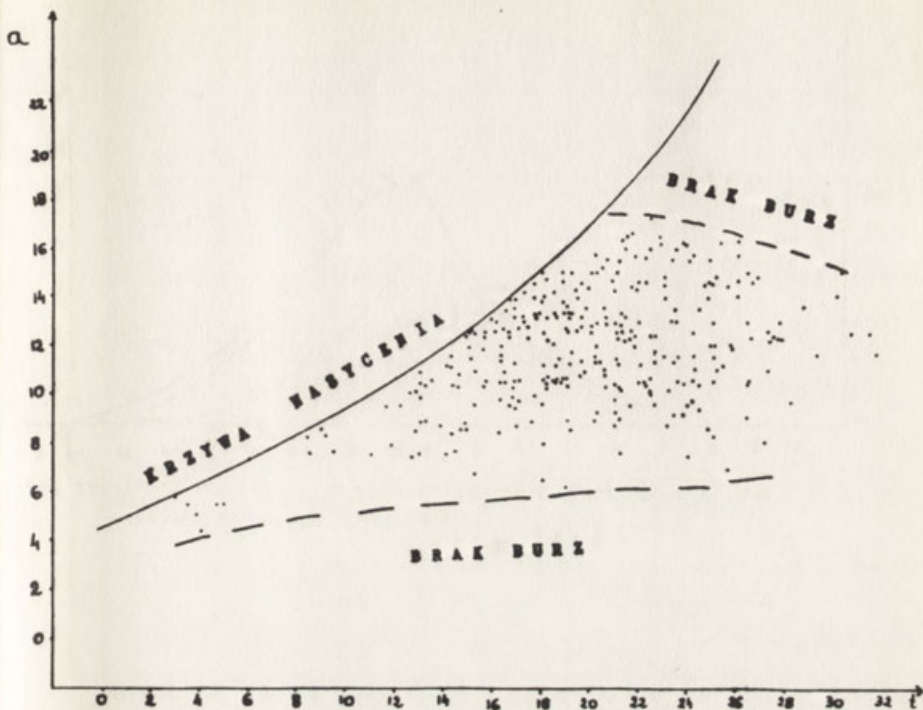


Ryc.9 PRZEBIEG ROCZNY CZASU TRWANIA BURZ W RÓŻNYCH TYPACH MAS POWIETRZA MORSKIEGO

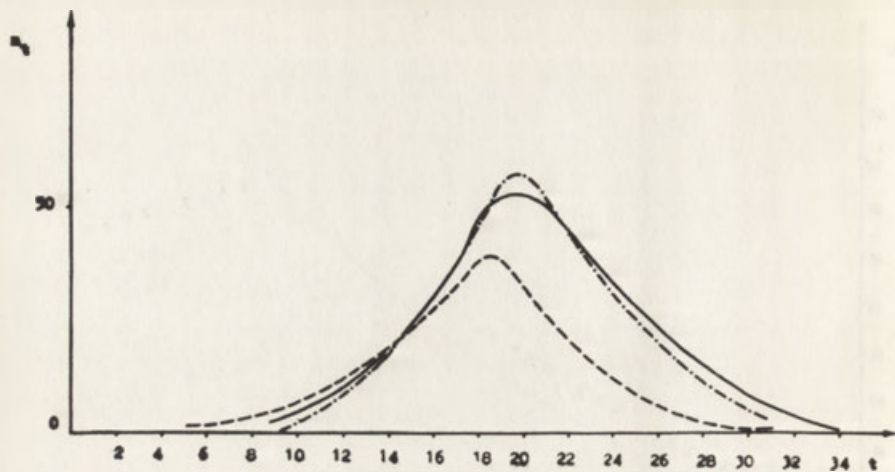
- x- Ma /Masa morska świeża/
- Mb /Masa morska stara/
- Mc /Masa morska przetransformowana/



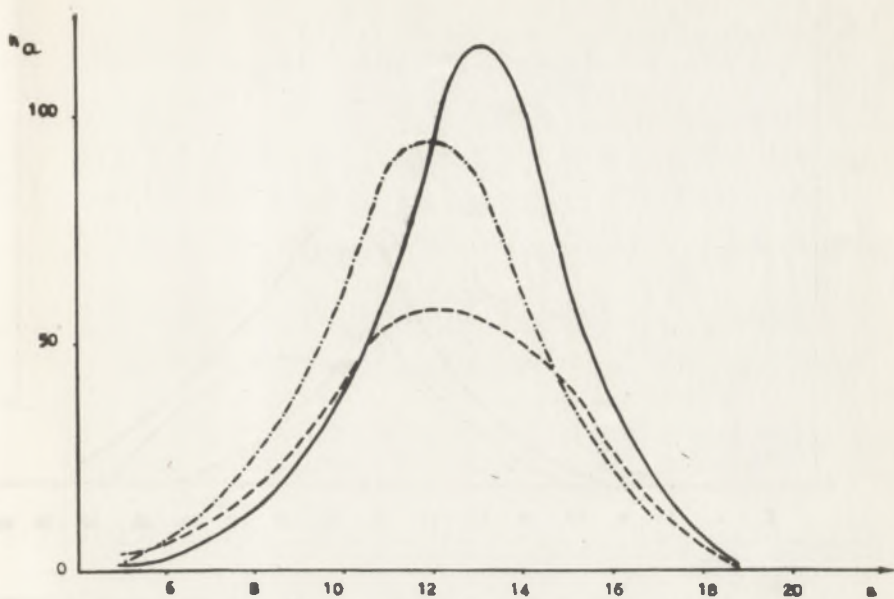
Ryc.10 PRZEBIEG ROCZNY CZASU TRWANIA BURZ W RÓŻNYCH TYPACH MAS POWIETRZA MORSKIEGO I KONTYMENTALNEGO W POWIĄZANIU Z WYBRANYMI ELEMENTAMI METEOROLOGICZNYMI
 — ŚREDNI CZAS TRWANIA BURZ, --- ŚREDNIA TEMPERATURA PRZED BURZA,
 - - - ŚREDNIA TEMPERATURA MAKSYMALNA PRZED BURZA, - · - ŚREDNIA TEMPERATURA MAKSYMALNA MASY POWIETRZA, - x - ŚREDNIA WILGOTNOŚĆ BEZWZGLĘDNA PRZED BURZA, ŚREDNIE CIŚNIENIE PRZED BURZA .



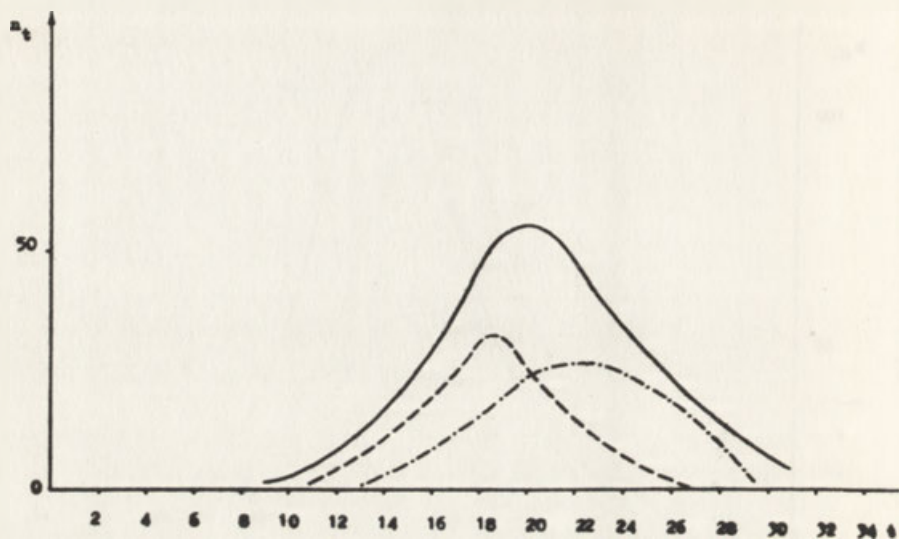
Ryc. 11 CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA BURZ ZALÉŻNIE OD TEMPERATURY
I WILGOTNOŚCI BEZWZGLĘDNEJ



Ryc. 12 CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA WIEZ ZAŁĘŻNIE OD TEMPERATURY [°C]
 — ZAMOŚĆ, --- KOSZALIN, -.-.- WARSZAWA.

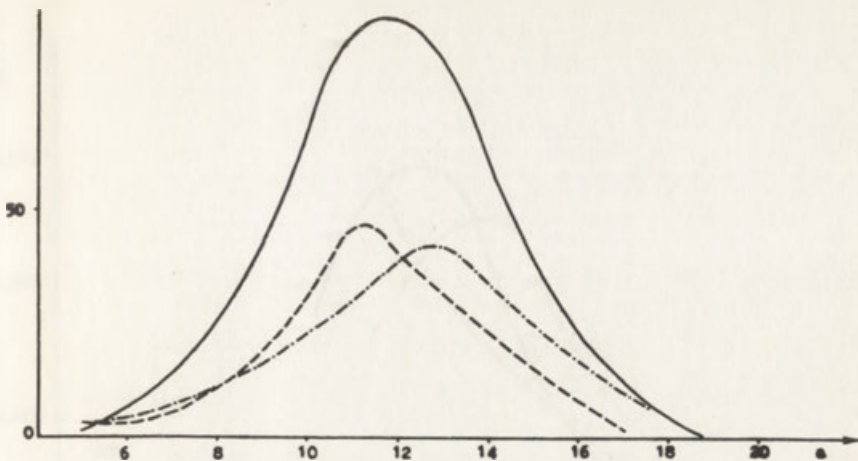


Rys. 13 CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA BURZ ZALĘŻNIE OD WILGOTNOŚCI
 BEZWZGLĘDNEJ
 — WANOŚĆ, — — — WĄRZAWA, - - - KOSZALIN



Rys. 14 CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA BURZ W RÓŻNYCH MASACH POWIETRZA
ZALĘŻNIE OD TEMPERATURY W WARSZAWIE

- Bez uwzględnienia mas powietrznych
- H /Masa morska/
- K /Masa kontynentalna/

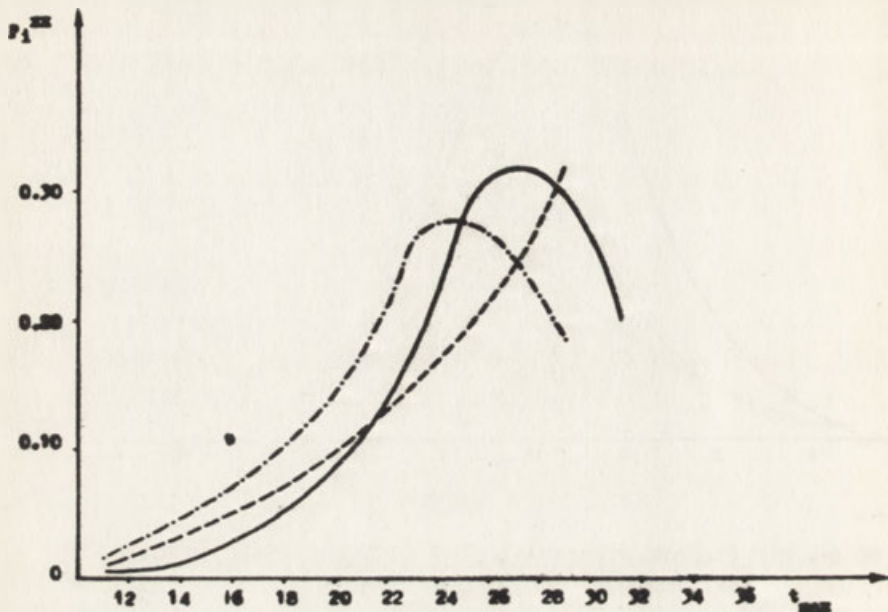


Rys. 15 CZĘSTOŚĆ WYSTĘPOWANIA BURZ W RÓŻNYCH MASACH POWIETRZA
ZALICZENIE OD WILGOTNOŚCI B ZWZGLĘDNEJ

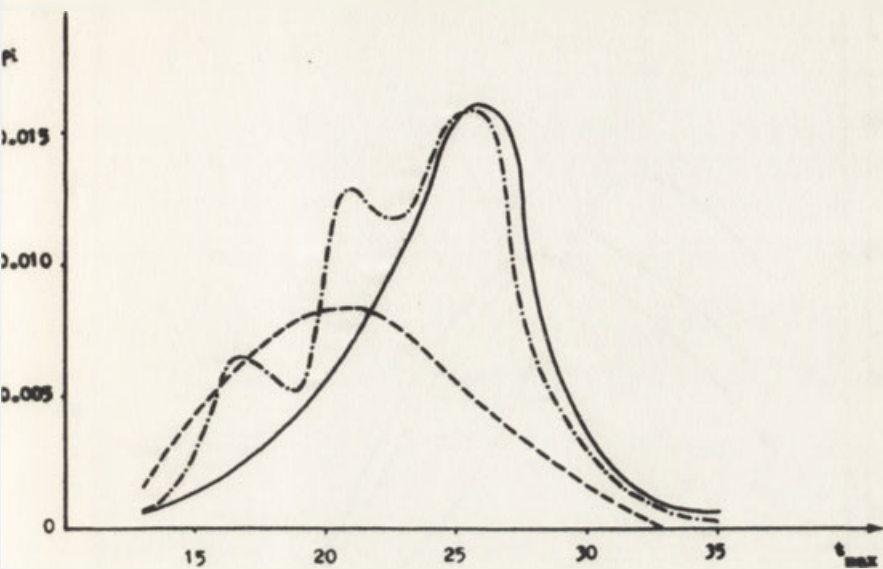
— Bez uwzględnienia mas powietrznych

-- M /Masa morska/

-·- K /Masa kontynentalna/



Ryc. 16 ROZKŁAD WARTOŚCI PRAWDOPODOBIEŃSTWA P_1
 — ZAMOŚĆ, --- WARSZAWA, -.- KOSZALIN



Ryc. 17 ROZKŁAD GĘSTOŚCI PRAWDOPODOBIEŃSTWA P_i
 — ZAHOC, - - - WARSZAWA, . . . KOSZALIN

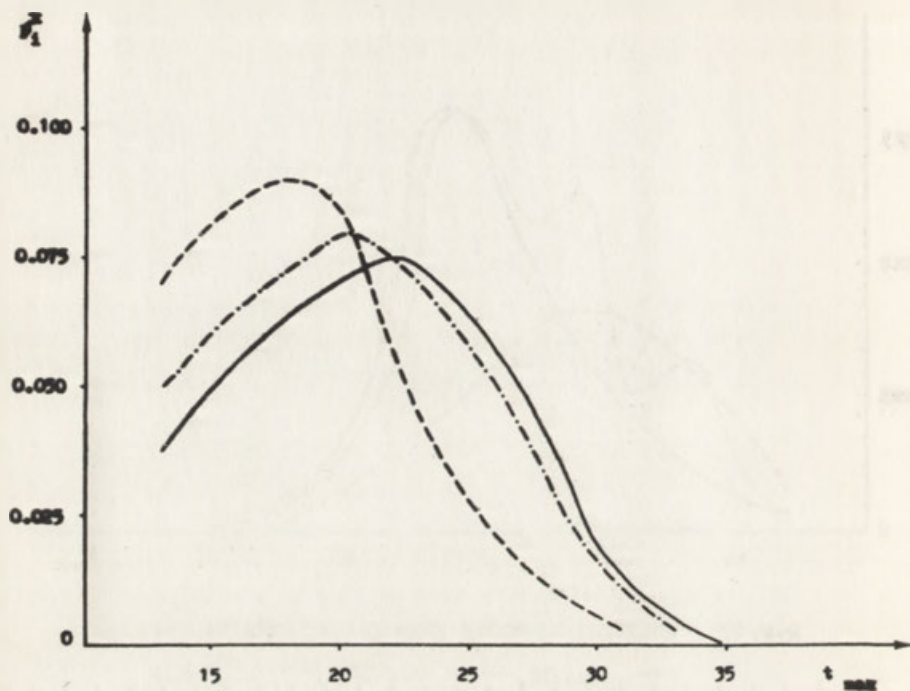


Fig. 18 ROZKŁAD GĘSTOŚCI PRAWDOPODOBIENSTWA f_1^x

— ZAMOSĆ, -·- WARSZAWA, --- KOSZALIN

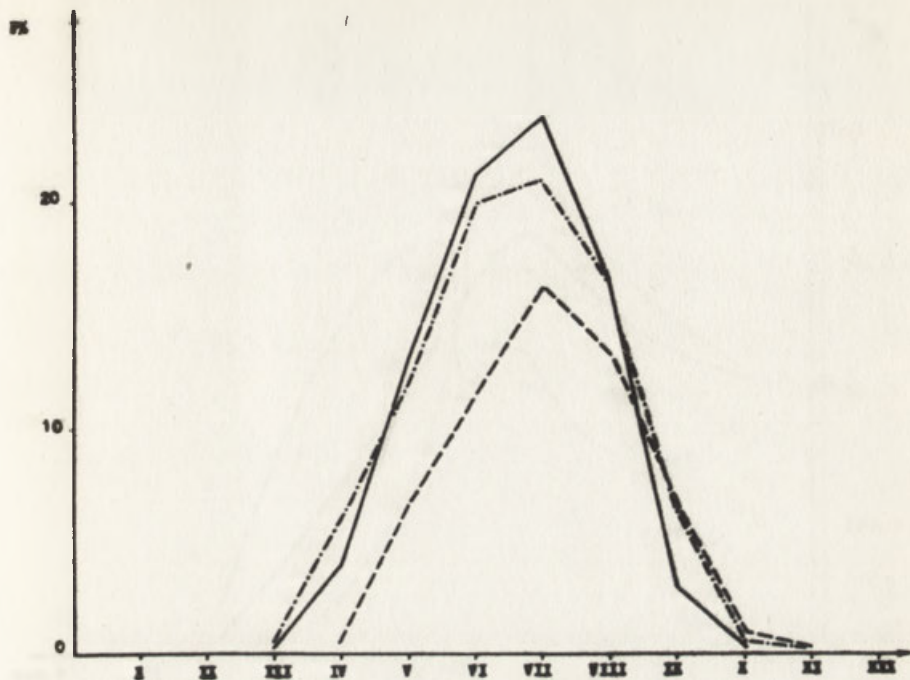
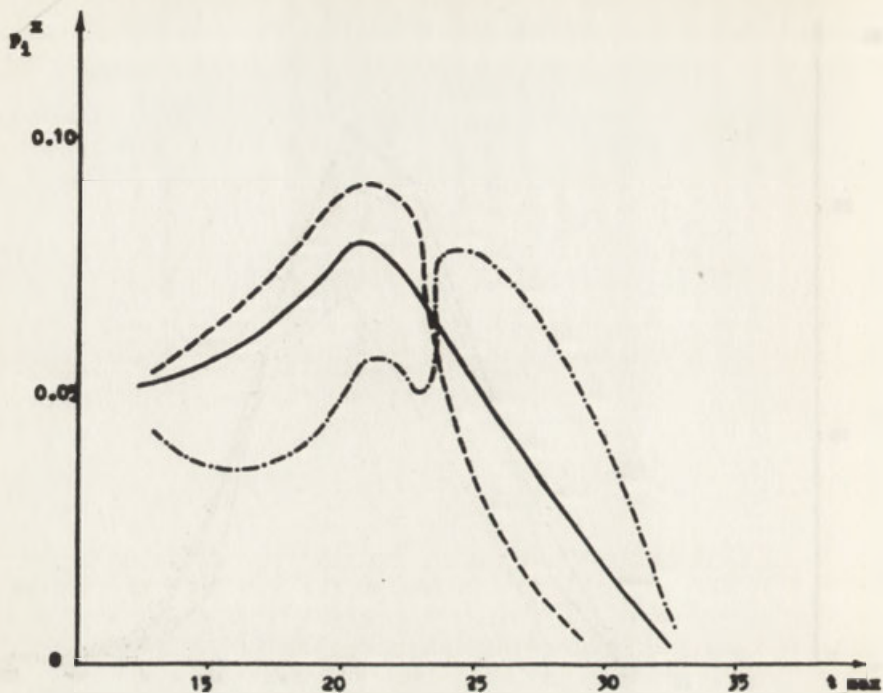


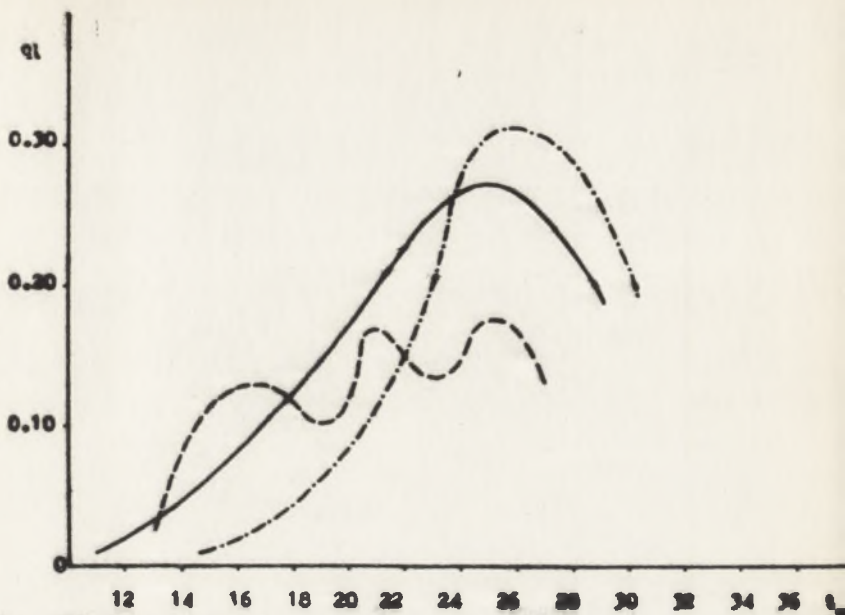
Fig. 19 PRANIE ODOBIEGOSTWO WYSTĘPOWANIA INIA Z BURZA
 — ZAMOC, — WARSZAWA, - - - KOSZALIN



Ryc.20 ROZKŁAD GĘSTOŚCI PRZEDPODOBIEŃSTWA P_1^x

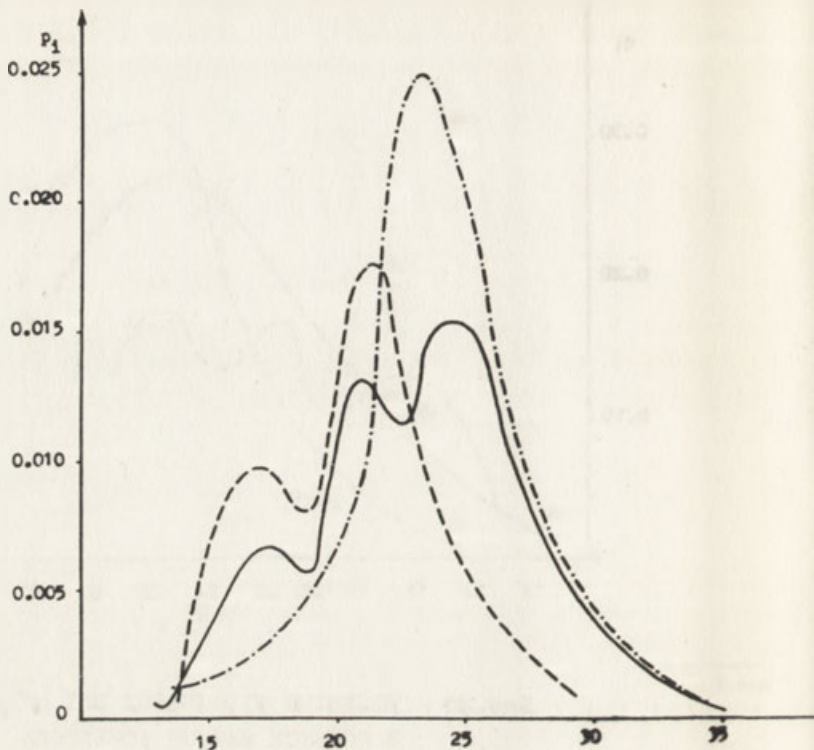
A)

- Bez uwzględnienia mas powietrznych
- M /Masa morska/
- K /Masa kontynentalna/



Rys.21 PRZEKIBIE WYDAJNOŚCI DNI BURZOWYCH q_1
W RÓŻNYCH MASACH POWIETRZA

- Bez uwzględnienia mas powietrznych
- M /Masa morska/
- K /Masa kontynentalna/



φ

Ryc. 22 ROZKŁAD PRAWDOPODOBIEŃSTWA P_1

- Bez uwzględnienia mas powietrznych
- - - M /Masa morską/
- · - N /Masa kontynentalną/



ekspozycja zboczy itp. Charakterystykę regionu przeprowadzono na podstawie danych uzyskanych z 4 stacji. Region karpacki pod względem liczby dni z burzą, na wiosnę, w lecie i w roku, lokalnego wskaźnika aktywności burzowej w lecie dominuje nad wszystkimi regionami dotychczas opisanymi. Od regionu podkarpackiego różni się zwiększoną działalnością burzową, natomiast tatrzańskiemu ustępuje pierzeństwo pod względem prawie wszystkich charakterystyk burz.

15. R e g i o n k a r k o n o s k i obejmuje Karkonosze. Liczbowa charakterystyka została tu oparta na podstawie danych z 7 stacji - na Śnieżce. Pod względem ilości burz i wielkości lokalnego wskaźnika aktywności burzowej w lecie i w roku, region karkonoski najbardziej podobny jest do karpackiego. Od regionu śląsko-sudeckiego różni się zwiększoną liczbą burz. Osobliwością tego regionu jest największy udział burz gradowych w stosunku do ogólnej liczby burz zaobserwowanych na terenie naszego kraju /74 %/.

16. R e g i o n t a t r z a ń s k i obejmuje Tatry. Charakterystykę regionu przeprowadzono na podstawie obserwacji ze stacji na Kasprowym Wierchu. Region ten wyróżnia się największą liczbą burz w poszczególnych miesiącach, porach roku, największymi wartościami lokalnego wskaźnika aktywności burzowej, najdłuższym spotykanym na ziemiach polskich okresem występowania burz. Region ten zajmuje drugie miejsce w Polsce zarówno pod względem udziału burz gradowych w stosunku do ogólnej liczby burz w roku - po regionie karkonoskim, jak i pod względem ilości okresów w powstawaniu burz - po regionie Wyżyny Lubelskiej. W przebiegu dobowym dla miesięcy

maksima występują wcześniej o 2 do 3 godzin w porównaniu z regionami północnymi.

Charakterystyka liczbowa poszczególnych regionów znajduje się w tabeli 9.

IX. WNIOSKI

1. Szczegółowa analiza rozkładu przestrzennego określonych charakterystyk burz /liczby dni z burzą, liczby burz, lokalnego wskaźnika aktywności burzowej, przebiegu dobowego, czasu trwania, okresu ich występowania, stosunku liczby burz z gradami do ogólnej liczby burz itp./ wykazała, że na terenie Polski zaznacza się dość duże zróżnicowanie w wartościach tych wielkości zależnie od pory roku i charakteru podłoża. Do obszarów najbardziej burzowych w Polsce należą Karpaty, a do najmniej - wybrzeże.
2. Istnieje wyraźna korelacja między liczbą dni z burzą a pozostałymi wyżej wymienionymi wskaźnikami, co uwidacznia się najbardziej na obszarach o najsilniej zróżnicowanej aktywności burzowej. Tereny o największej liczbie dni z burzą charakteryzują się również najwyższymi wskaźnikami: ilości burz, wartości lokalnego wskaźnika aktywności burzowej, zmienności z godziny na godzinę w występowaniu burz, ilości okresów w powstawaniu itp. odwrotnie - na terenach o najmniejszej liczbie dni z burzą wyżej wymienione wskaźniki przedstawiają wartości najniższe.
3. Zróżnicowanie przestrzenne poszczególnych charakterystyk oraz korelacja między nimi uwarun-

Charakterystyka liczbowo wydziałonych regionów bursowych

Lp.	Nazwa regionu	Średnia liczba dni z burzą /ld/				Wskaźnik aktywności bursowej			Okres występowania burs			Stosunek liczby burz z gradami do ogólnej liczby burz Rok w 8/c	Średni czas trwania burz - w minutach
		Wiosna	Lato	Jesień	Rok	Wiosna	Lato	Sezon bursowy	pozątek	koniec	średnia długość okresu liczba dni		
									średnia data	średnia data			
1	Zachodnio-bałtycki	3,2	10,1	1,6	15,2	7,0	11,2	8,0	26.IV	5.IX	133	24	62
2	Warciańsko-noteci	4,1	10,3	0,5	14,5	13,5	12,5	12,5	15.IV	29.VIII	136	15	71
3	Pomorski	4,2	12,8	1,6	18,8	18,4	18,9	17,6	22.IV	12.IX	146	20	91
4	Mazurski	4,1	12,5	1,1	17,7	7,5	16,8	14,5	25.IV	3.IX	131	18	72
5	Dolnej Wisły	5,2	14,2	1,6	21,4	18,5	16,8	16,5	17.IV	13.IX	148	23	68
	S t r e f a I	4,3	12,6	1,4	18,5	14,5	17,2	17,0	20.IV	8.IX	141	22	75
6	Lubuski	5,7	15,9	1,2	22,9	15,0	32,0	27,5	15.IV	5.IX	142	23	77
7	Wielkopolski	4,8	12,5	1,3	18,7	18,2	17,7	18,0	23.IV	5.IX	139	16	74
8	Mazowiecko-Podlaski	5,3	14,4	1,5	21,4	8,8	15,8	13,1	20.IV	15.IX	146	22	76
	S t r e f a II	5,3	14,1	1,4	21,0	14,0	19,0	19,0	23.IV	9.IX	142	20	76
9	Małopolski	5,2	15,4	1,8	22,5	13,8	16,3	15,7	18.IV	11.IX	151	25	68
10	Wyżyny Lubelskiej	5,4	15,0	1,2	21,7	14,6	20,0	19,4	16.IV	16.IX	150	26	63
11	Podlaski	5,4	15,4	2,0	22,8	23,3	20,6	22,6	20.IV	13.IX	147	30	60
12	Śląsko-Sudecki	5,9	15,1	1,7	22,8	17,9	21,6	21,5	15.IV	11.IX	145	18	78
13	Podkarpacki	5,8	15,7	1,6	23,5	16,4	24,0	22,8	12.IV	9.IX	140	22	66
	S t r e f a III A	5,6	15,3	1,7	22,8	16,1	19,7	20,0	13.IV	10.IX	147	22	70
14	Karpacki	6,7	17,2	1,8	26,2	19,4	27,3	26,2	12.IV	11.IX	144	24	70
15	Karkonoski	5,1	17,3	1,8	24,3	20,0	31,0	29,0	24.IV	12.IX	141	74	94
16	Tatrzański	8,3	22,9	2,3	33,6	34,0	48,0	48,0	9.IV	17.IX	161	62	83
	S t r e f a III B	6,7	17,9	1,9	26,8	20,4	30,3	29,0	12.IV	11.IX	146	35	77

kowane są przede wszystkim wpływem charakteru podłoża, które działa pobudzająco lub hamująco na rozwój zjawisk burzowych.

4. Zróżnicowanie przestrzenne wymienionych charakterystyk występuje najwyraźniej w porze letniej, kiedy to intensywność zjawisk burzowych jest największa. Nawet niewielkie zróżnicowanie charakteru podłoża prowadzi w tym okresie do stosunkowo dużych zróżnicowań w liczbie dni z burzą, liczbie burz, lokalnym wskaźniku aktywności burzowej, wskaźniku trwałości burz itp.
5. Statystyczna analiza stosunków termiczno-wilgotnościowych obserwowanych przed burzą na trzech przykładowo wybranych stacjach synoptycznych, reprezentujących różne regiony geograficzne /wyżyny, niziny, wybrzeża/ wykazała że:
 - a/ powstanie burz uwarunkowane jest określonymi wartościami temperatury i wilgotności bezwzględnej /t.j. zawartością pary wodnej wyrażonej w g/m^3 / przy powierzchni ziemi /dotyczy to przede wszystkim burz typu lokalnego/;
 - b/ zależnie od właściwości fizycznych podłoża oraz od położenia geograficznego, maksymalne częstości występowania burz są różne i przypadają na inne przedziały temperatury i wilgotności bezwzględnej: niższe - w północnej części Polski, wyższe - w południowej;
 - c/ "wydajność burzowa" i czas trwania burz są większe w masie powietrza polarno-kontynentalnego niż w masie powietrza polarno-morskiego, co prawdopodobnie należy tłumaczyć wyższą temperaturą mas pochodzenia lądowego.

6. Prawdopodobieństwo wystąpienia zjawiska burzy jest większe w południowej części Polski; związana jest to z większą częstotliwością dni, w których temperatura i wilgotność powietrza osiągając wartości progowe, wyraźnie sprzyjające a niekiedy decydujące o powstawaniu burz.
- a/ Maksimum rozkładu gęstości prawdopodobieństwa wystąpienia burzy w Polsce południowej przypada na dni z temperaturą maksymalną 24-28°C, w północnej zaś 20-24°C.
 - b/ Prawdopodobieństwo wystąpienia burzy w dniach o temperaturze maksymalnej poniżej 12°C jest w przybliżeniu równe zeru.
 - c/ Prawdopodobieństwo wystąpienia dnia z burzą jest większe w masie powietrza polarno-kontynentalnego niż w masie powietrza polarno-morskiego /przyjemniej w centralnej Polsce/.
 - d/ We wszystkich rozpatrywanych przypadkach największe prawdopodobieństwo wystąpienia dnia z burzą przypada na miesiąc lipiec.
7. Uwzględniając zróżnicowanie przestrzenne wszystkich opracowanych charakterystyk zjawisk burzowych, dokonano z tego punktu widzenia próby regionalizacji obszaru Polski.
- a/ Za podstawowe kryterium podziału Polski na regiony burzowe przyjęto liczbę dni z burzą, za pomocnicze zaś lokalny wskaźnik aktywności burzowej; pełniejszą charakterystykę zjawisk burzowych występujących w danym regionie oparto na szeregu wskaźników uzupełniających.
 - b/ Na terenie naszego kraju zaznaczają się dosyć wyraźnie zasadniczo trzy strefy: I - o zmniejszonej liczbie burz w stosunku do przeciętnej Polski, obejmująca północną

część Polski, mniej więcej po równoleżnik 53°; II - o średniej liczbie burz obejmująca Krainę Wielkich Dolin i III - o zwiększonej liczbie burz obejmująca południową część naszego kraju; w tej ostatniej Karpaty oraz Karkonosze należą do podstrefy o szczególnie dużej aktywności burzowej.

- c/ W obrębie tych trzech stref wyróżniono 16 regionów burzowych; niektóre z nich wykazują podobieństwa pod względem pewnych charakterystyk, lecz różnią się liczbą burz /podstawowego wskaźnika przedstawionej klasyfikacji/, co wynika z różnych czynników charakteru podłoża.

x x x

LITERATURA

1. A d á m y L., M á h r J., M é h a n y s t a t i s z t i k a i a d a t N y i r e g y h á z a e s S z e g e d z i v a r k l i m a j á r ó l . I d o j é r a s , 6 7 É v i o l y a m , 4 s z a m , 1 9 6 3 J u l i z s - A u g u s z t u s .
2. A r a b a d z i W . , G i e o g r a f i c z e s k i e o s o b i e n n o s t i g r o z . P r i r o d a N r V I I , 1 9 5 4 .
3. B a ł a b a j e w A . G . , G r o z y Z a k o w k a z j a . T r u d y T b i l i s s k o w s k o g o G e o f i z i o z e s k o g o I n s t i t u t a , t . I V : 1 9 3 9 .
4. B e r g E . J a . , Z n a c z e n i j a o b s o l u t n o j w ł a ż n o s t i d l a p r o i s c h o Ź d i e n i j a i r a s p r o s t r a n i e n i j a g r o z . " S I b " , 1 8 8 6 .
5. B y e r s H . , T h e t h u n d e r s t o r m s . C o m p e n d i u m o f M e t e o r o l o g y , 1 9 5 1 .
6. B u j w i d C . , G r a d 4 m a j a 1 8 8 7 r . W s z e c h ś w i a t 1 1 . X I I . W a r s z a w a 1 8 8 7 .
7. B u r c e w D . N . , B i e t a s z c z e n k o N . A . , G r o z a s o s n i e g o m w K r y m u . M i e t e o r o l o g i j a i G i d r o l o g i j a , N r 8 , M o s k w a 1 9 5 9 .
8. C z i r a k a d z e G . J . , R a s p r i e d i e l e n i e g r o z n a K a w k a z i e . I z w i e s t j a G i e o g r a f . O b s z e z w a , N r 2 , 1 9 4 6 .
9. D o b r o w o l s k i A . , H i s t o r i a n a t u r a l n a l o d u . W a r s z a w a 1 9 2 3 .
10. F r e n k e l J a . I . , A t m o s f i e r n o j e e l e k t r i c z e s t w o i g r o z o w y j e j a w l i e n i j a . E l e k t r i c z e s t w o , N r 1 0 , 1 9 4 6 .

11. G o c k e l A., Das Gewitter. Berlin und Bonn, 1925.
12. G u m i ń s k i R., Grady w województwie tarnopolskim /w okresie od roku 1926 do 1933/. Prace Państw. Inst. Meteorolog., Warszawa 1934.
13. G u m i ń s k i R., Grad, jego pochodzenie i walka z nim. Prace Państw. Inst. Meteorolog. Nr 1, 1930.
14. G u n i j a S.U., K woprosu o sostojanii atmosfery nad Suchumi w grozowyje dni. Trudy Stalinirskiego gosudarstwiennogo pedagogičeskogo instituta, T.2:1955.
15. G u n i j a S.U., Aerosinoptičeskje usłowja razwitja grozowych jawlenij w rajonie Tbilisi. Trudy TbnIGMI, wyp.31:1940.
16. G u n i j a S.U., Grozowyje processy w usłowjach Zakawkaza. IbNIGMI, Leningrad 1960.
17. H e y e r B., Über einige Gewitter des Sommers 1950. Zeitschrift für Meteorologie. Bd.5. N.2. Berlin 1951.
18. K a c z o r o w s k a Z., Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Prace Geograficzne Inst.Geogr. P.A.N., Kr 33, Warszawa 1962.
19. K o ł o b k o w N.W., Grozy i szkwały, Moskwa - Leningrad 1951.
20. K o s i b a A., O związku między występowaniem kryształków lodu w atmosferze a występowaniem burz. Gazeta Obserwatora Nr 3, Warszawa 1954.
21. K o ź m i ń s k i Cz., Próba wykreślenia izogrand na terenie Polski. Czasopismo Geograficzne, z.3, Wrocław 1961.

22. K o ź m i ń s k i Cz., Opady gradowe na terenie Polski w latach 1946-1955. Szczecińskie Towarzystwo Naukowe, t.17, z.2, Szczecin 1963.
23. K r y s t e k J., Burze gradowe w Polsce. "Gazeta Obserwatora", Nr 7, Warszawa 1961.
24. K ü h n U., Die Gewitterhäufigkeit in Nordwest - Thüringen. "Zeitschrift für Meteorologie", H 8, Berlin 1953.
25. K u r d i a n i U.O., O grozach i gradobitijach w Kachetii. "Gruzinskoje Geograf. Obszsz-wo", Tbilisi 1935.
26. L e b i e d i e w A.M., Prodożżitelnost groz na ograniczennych uczastkach tertitorii. Trudy Gław. Geofiz. Obserwat. im. A.U. Wojsjkowa, wyp.85, Leningrad 1958.
27. L e d i e b i e w a N.W., O r ł o w a B.M., C z e r k a s s k a j a W.M., K prognozu liwniowych osadkow. "Trudy C.I.P.", wyp.31 /58/, 1954.
28. M o l g a M., Grad i jego znaczenie w gospodarstwie wiejskim. "Gazeta Obserwatora", VI, Warszawa 1948.
29. N o m i a s J., Thunderstorms forecasting with the aid of isentropical charts. Bull. Amer. Met. Soc., vol.19, Mol 1938.
30. O k o ł o w i c z W., Zachmurzenie Polski. "Prace Geograficzne Inst.Geogr. P.A.N.", Nr 34, Warszawa 1962.
31. O k o ł o w i c z W., Wstępna charakterystyka klimatu okolicy Nowego Dworu. Manuskrypt opracowania na zlecenie Frac. Planu Regional. Warszawy przy Prezydium St.R.No., Warszawa 1962.

32. P a r c z e w s k i W., Natężenie opadu burzowego a częstotliwość wyładowań elektrycznych. "Przegląd Geofiz.", Roczn. III /XI/, z.3-4, Warszawa 1958.
33. P a r c z e w s k i W., Studia nad prądami pionowymi w obszarach występowania chmur Cumulus i Cumulonimbus. "Przegl.Meteorolog.", VIII, z.1, Warszawa 1955.
34. P a r c z e w s k i W., Cykliczność rozwoju chmur burzowych. "Przegl.Geofiz.", Roczn. VI/XIV/, z.1-2, Łódź-Warszawa 1961.
35. P e t t e r s o n S., Introduction to Meteorology. New York and London 1942.
36. P é c z e l y G., Grosswetterlagen in Ungarn. Kleinere Veröffentlichungen der Zentralanstalt für Meteorologie Budapest, Nr 30, Budapest 1957.
37. R e i n h a r d H., Die Gewitter in Mecklenburg. "Zeitsch. f. Met.", H 3, Berlin 1950.
38. S c h m u c k A., Burze gradowe. "Czasopismo Geograf.", t.XX, z.1-4, Wrocław 1949.
39. S c h n e i d e r - C a r i u s K., Letnie burze powstające podczas suchego i gorącego lata. Meteorologische Rundschau. Z.5/6, 1949.
40. S i m i l a A., Über Gewitterbildung und Gewittervornersage besonders in Skandinavien. Helsinki 1955.
41. S m o s a r s k i W., Bieg dobowy opadów i burz w Poznaniu. Pozn.Tow.Przyj.Nauk. Prace Kom. Mat.-Przyr., t.VI, z.14, Poznań 1952.
42. Ś n i a d e c k i J., Postrzeżenia nader wielkiego gradu z przyłączeniem niektórych

- uwag nad jego teorią. Dziennik Wileński. Wilno 1815.
43. S t a g e r A., Gewitter und Luftelektrizität. Innsbruck - Wien - München 1927.
 44. S t a s z i c S., O ziemiorodztwie Karpatów, innych gór i równin Polski. Warszawa 1815.
 45. S t o p a M., Liczba dni z burzą w Polsce. "Przeł.Geogr.", T.32:1960, z.3. Warszawa 1960.
 46. S t o p a M., Burze w Polsce. "Prace Geogr. Inst. Geogr. P.A.N.", nr 34, Warszawa 1962.
 47. S t o p a M., Przebieg dobowy występowania burz w Polsce. "Przeł.Geogr.", t.XXXVI z.1. Warszawa 1964.
 48. S t o p a M., Warunki meteorologiczne sprzyjające powstawaniu burz w różnych masach powietrza. "Przeł.Geofiz.", Roczn.II /XVII/ z.1 Łódź - Warszawa 1964.
 49. S t o p a M., Czas trwania burz w różnych masach powietrza. Manuskrypt pracy znajduje się w Redakcji "Przełódu Geofiz."
 50. S t o p a M., Przebieg roczny czasu trwania burz w różnych masach powietrza w powiązaniu z wybranymi elementami meteorologicznymi. Manuskrypt pracy znajduje się w Redakcji "Przełądu Geograf."
 51. S ü r i n g R., H a n n I., Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1940.
 52. S z a p a j e w W.M., Opredielenije wierojatnosti obrazowanija wnutrimassowych miestnych groz. Mieteorologija i Gidrologija Nr 3, 1948.

53. T o m a s z e w s k a A., Przebieg temperatur ekstremalnych w Warszawie w różnych masach powietrza w latach 1951-1960. Maszynopis pracy magisterskiej znajduje się w archiwum Katedry Klimatologii I.G. U.W.
54. T w i e r s k o j P.N., Atmosfiernoje elektrichestwo. Gidromietieoizdat, 1949.
55. W i e r z b i c k i Grady w Galicji w roku 1892. Sprawozd. Komisji Fizjogr. Lwów 1893.
56. W i s z n i e w s k i W., O burzach w Polsce. "Gazeta Obserw.", nr 6, Warszawa 1949.
57. World Meteorological Organization. World Distribution of Thunderstorms Days. Part 2: Tables of Marine Data and World Maps, No 21, Geneva - Switzerland 1956.
58. Z i n k i e w i c z W., M i c h n a B., Częstość występowania gradów w woj. lubelskim w zależności od warunków fizjograficznych. Annales U.N.C.S., Sectio B, vol.X. 1955. Lublin 1955.

Spis rycin

1. Rozmieszczenie stacji meteorologicznych
2. Średnia liczba dni z burzą - lato
3. Średnia liczba burz - lato
4. Średnia liczba dni z burzą - rok
5. Lokalny wskaźnik aktywności burzowej - rok
6. Czas trwania burz w różnych masach powietrza
7. Przebieg roczny średniego czasu trwania burz
8. Przebieg roczny średniego czasu trwania burz w różnych typach mas powietrza kontynentalnego
9. Przebieg roczny średniego czasu trwania burz w różnych typach mas powietrza morskiego
10. Przebieg roczny czasu trwania burz w różnych typach mas powietrza morskiego i kontynentalnego w powiązaniu z wybranymi elementami meteorologicznymi
11. Częstotliwość występowania burz zależnie od temperatury i wilgotności bezwzględnej
12. Częstość występowania burz zależnie od temperatury
13. Częstość występowania burz zależnie od wilgotności bezwzględnej
14. Częstość występowania burz w różnych masach powietrza zależnie od temperatury w Warszawie.

15. Częstość występowania burz w różnych masach powietrza zależnie od wilgotności bezwzględnej
16. Rozkład gęstości prawdopodobieństwa p_i^{xx}
17. Rozkład gęstości prawdopodobieństwa p_i
18. Rozkład gęstości prawdopodobieństwa p_i^x
19. Prawdopodobieństwo występowania dnia z burzą
20. Rozkład gęstości prawdopodobieństwa p_i^x
21. Przebieg wydajności dni burzowych q_i w różnych masach powietrza
22. Rozkład prawdopodobieństwa p_i
23. Regiony burzowe w Polsce

Spis tabel

1. Średnia liczba dni z burzą i liczbą burz
2. Zależność wilgotności bezwzględnej od temperatury dla sytuacji przedburzowych w Zamós-
ciu
3. Zależność wilgotności bezwzględnej od tempe-
ratury dla sytuacji przedburzowych w Warsza-
wie
4. Zależność wilgotności bezwzględnej od tempe-
ratury dla sytuacji przedburzowych w Kosza-
linie
5. Liczbowa charakterystyka strefy I
6. Liczbowa charakterystyka strefy II
7. Liczbowa charakterystyka strefy IIIA
8. Liczbowa charakterystyka strefy IIIB
9. Charakterystyka liczbowa wydzielonych regio-
nów burzowych.

Spis treści

	str.
I. Wstęp	1
II. Metoda opracowania	5
III. Okres występowania burz w Polsce	8
IV. Rozkład burz na obszarze Polski	10
1. Rozkład burz w poszczególnych mie- siącach, porach roku i w roku	11
2. Kształtowanie się lokalnego wskaź- nika aktywności burzowej w wybra- nych miesiącach, porach roku i w roku	19
3. Stosunek liczby burz z gradem do ogólnej liczby burz	21
V. Zróżnicowanie przebiegu dobowego burz na terenie Polski	22
1. Godzinne zmiany w występowaniu burz	24
2. Okresowość w powstawaniu burz	
3. Kształtowanie się wskaźnika	39
VI. Czas trwania burz w Polsce	41
1. Czas trwania burz w różnych masach powietrza	42
2. Przebieg roczny czasu trwania burz w różnych masach powietrza	45

	str.
VII. Warunki termiczno-wilgotnościowe sprzyjające powstawaniu burz	50
1. Prawdopodobieństwo występowania burz w różnych przykładowo wybranych regionach geograficznych ...	58
2. Prawdopodobieństwo występowania burz w różnych masach powietrza..	62
VIII. Podział Polski na regiony burzowe...	64
1. Strefy i regiony burzowe oraz ich charakterystyki	70
IX. Wnioski	82
X. Literatura	86
XI. Spis rycin	92
Spis tabel	94

WYKAZ ZESZYTÓW DOKUMENTACJI GEOGRAFICZNEJ

za ostatnie lata

1961

- 1 PRACA ZBIOROWA — **Klimat Hali Gąsienicowej** tekst s. 20, 29 tabel, 44 ryc., zł 7.—
- 2 PRACA ZBIOROWA — **Z badań Stacji Naukowej IG PAN nad Jeziołem Mikołajskim**, s. 135+nlb. 28 ryc.+mapa+2 tab., zł 7.—
- 3 PRACA ZBIOROWA — **Materiały do geografii przemysłu Polski**, s. 245, zł 7.—
- 4 M. BOGACKI — **Objaśnienie do mapy geomorfologicznej 1:50 000** Arkusz N 34-93 Kolno, s. 50, zł 7.—
- 5 PRACA ZBIOROWA — **Materiały do geografii zaludnienia Polski i Czechosłowacji**
- 6 E. TOMASZEWSKI — **Objaśnienie do mapy geomorfologicznej 1:50 000** Arkusz N 33-143 — A KÓRNIK s. 50+1 tab. nlb., zł 7.— (poz. 2, 4, 5, 6 do użytku służbowego)

1962

- 1 PRACA ZBIOROWA — **Economic Regionalization. Materials of the First General Meeting of the Commission held in Utrecht, the Netherlands, from 8 till 9 Sept. 1961**, s. 120, zł 7.—
- 2 T. LIJEWSKI — **Geografia komunikacji woj. białostockiego**, s. 206 + mapy, zł 7.— (do użytku służbowego)
- 3 PRACA ZBIOROWA — **Instrukcja szczegółowego zdjęcia użytkowania ziemi**. Wydanie II poprawione i uzupełnione s. 130, zł 7.—
- 4 E. GÓRECKA — **Związek przemysłu cementowego w Polsce ze środowiskiem geograficznym**, s. 171+36 nl. (ryc. i fot.), zł 7.—
- 5 E. TOMASZEWSKI — **Objaśnienia do mapy geomorfologicznej 1:50 000**. Arkusz N 33-131-C KOSTRZYŃ s. 63+ryc. n-b, zł 7.— (do użytku służbowego)
- 6 PRACA ZBIOROWA — **Studia nad użytkowaniem ziemi — IV**. Sprawozdania z prac w powiatach: koszalińskim, suwalskim i olsztyńskim, s. 120+ryc. nlb. zł 7.—

1963

- 1 S. ZYNDA — **Objaśnienia do mapy geomorfologicznej 1:50 000**. Arkusz N-33-139-B. TOPORÓW s. 70+nlb. ryc., zł 7.— (do użytku służbowego).
- 2 D. KOSMOWSKA — **Objaśnienia do mapy hydrograficznej 1:50 000** arkusz Ożarów, s. 80+mapy, zł 7.— (do użytku służbowego).
- 3 PRACA ZBIOROWA — **Bibliografia geografii polskiej — 1960** str. 320, zł 7.—
- 4 PRACA ZBIOROWA — **Studia nad wymianą ciepłą na Stacji Naukowej IG PAN w Wojcieszowie**, s. 40+ryc. nlb. zł 7.—
- 5 PRACA ZBIOROWA — **Zagadnienia z geomorfologii i hydrografii**, s. 54+ryc. nlb., zł 7.—
- 6 J. BĄCZYK — **Geneza Półwyspu Helskiego na tle rozwoju Zatoki Gdańskiej**, s. 180+28 ryc.+36 fot. nlb., zł 7.— (do użytku służb.).

1964

- 1 PRACA ZBIOROWA — **National and Regional Atlases**, s. 155, zł 24.—
- 2 J. KOSTROWICKI — **The Polish Detailed Survey of Land Utilization. Methods and Techniques of Research**. s. 100+ulb., zł 18.—
- 3 PRACA ZBIOROWA — **Instrukcja do mapy hydrograficznej Polski 1:50 000**, wydanie III, s. 83 + zał. nlb., zł 24.—
- 4 PRACA ZBIOROWA — **Materiały do monografii geograficzno-gospodarczej Chełmży**
Wpływy podziału spadkowego komasacji i parcelacji na zmianę układów przestrzennych wsi w powiecie puławskim od połowy XIX wieku, s. 152 + ryc. ulb., zł 24.—
- 5 PRACA ZBIOROWA — **Badania klimatu lokalnego**, s. 94+ryc. nlb., zł 18,—
- 6 PRACA ZBIOROWA — **Zagadnienie geografii przemysłu**, s. 81+ryc. ulb., zł 15.—

1965

- 1 M. STOPA — **Rejony burzowe w Polsce**, s. 100 + ryc. ulb., zł 18.—
- 2 PRACA ZBIOROWA — **Katalog rękopisów geograficznych** (w druku)
- 3 T. KRZEMIŃSKI — **Objaśnienia do mapy hydrograficznej Polski 1:50 000**, arkusz STREKOWA GÓRA (w druku)