

ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA

VOL. VIII, 6

SECTIO B

1953

Zakład Meteorologii i Klimatologii U.M.C.S
Kierownik: z. prof. dr Włodzimierz Zinkiewicz

Włodzimierz ZINKIEWICZ

Zagadnienie kompleksów pogodowych

Вопрос комплексов погоды

The Problem of Weather Complexes

W opracowaniach klimatologicznych opierających się na stanach poszczególnych elementów meteorologicznych dalecy jesteśmy od zadośćuczynienia wymogom współczesnej klimatologii, dla której, jak wiadomo, zasadniczym elementem jest kompleks pogody.

Dotychczasowe systemy klasyfikacji klimatycznych z tego powodu będą musiały — prędzej czy później — zostać poddane gruntownej rewizji, jeśli nawet nie całkowitej reformie. Nie trzeba dowodzić, że temperatura powietrza, czy opad atmosferyczny względnie inny jakiś wybrany element, nie mogą stanowić wystarczającej podstawy dla określenia charakteru klimatycznego danego regionu.

Podobnie, wszystkie opracowania klimatu Polski będą dawały doład obrazy mniej lub więcej fikcyjne, dokąd opierać się będą na pojedynczych elementach (15).

Pojedyncze elementy meteorologiczne nie dają możliwości utworzenia pewnej syntetycznej całości jaką jest pogoda każdego dnia. Uwzględnienie stanu wszystkich elementów w danym momencie czasowym, czy w pewnym okresie czasu, będzie niczym więcej jak tylko mechaniczną mieszaniną niepowiązanych z sobą wartości — jak to wyraża Czubukow (2), względnie jak u nas zapatruje się na to Okołowicz (15).

O k o ł o w i c z rozstrzyga sprawę nawet dość krańcowo, zajmując stanowisko zdecydowanie negatywne odnośnie wykorzystywania istniejących meteorologicznych materiałów obserwacyjnych dla celów klimatologii zespołowej, sugerując, że dopiero przyszły materiał opisowy stanów pogody uzyskany w ciągu dwóch lub trzech lat będzie mógł wypełnić istniejącą obecnie lukę.

A e r o s o l m i e j s k i L u b l i n a

Dyskusja jednej z prac (11), wykonanej ostatnio w Zakładzie Meteorologii i Klimatologii UMCS w Lublinie, nasunęła mi myśl dokonania próby praktycznego rozwiązania zagadnienia i znalezienia metody pozwalającej na liczbowe wyrażanie kompleksu pogodowego.

Zagadnienie zapylenia atmosfery miejskiej ujęte nie tylko statycznie, ale i dynamicznie, musi zwrócić uwagę na związki zachodzące między zmiennymi czasowo wartościami zapylenia powietrza a zmianami elementów meteorologicznych.

W lokalnym klimacie miasta — zapylenie stanowi jedno z ogniw wiążących naturalne warunki klimatyczne, wynikające ze środowiska geograficznego, z niektórymi konkretnymi efektami pracy ludzkiej. Zależności o jakich można tu mówić, są obustronne — wielkość zapylenia w powietrzu miejskim jest regulowana przez stale zmieniające się stany atmosfery, a z drugiej strony zapylenie stanowi jeden z tych czynników, przy pomocy którego człowiek jest w stanie wpływać na kształtowanie miejscowych warunków klimatycznych.

Działalność człowieka zamieszkującego na terenie miasta, przejawiająca się w kierunku progresywnego zwiększania industrializacji i natężenia komunikacji, musi w konsekwencji doprowadzić do zmiany lokalnego klimatu miejskiego.

Aerosol miejski może wpływać na zmniejszenie ogólnej sumy promieniowania słonecznego nawet do 20%. W miastach Europy zachodniej straty promieniowania słonecznego są większe aniżeli w ośrodkach miejskich Europy wschodniej. Pomiary dokonane przez L j u b o s ł a w s k i e g o w Leningradzie i Pawłowsku wykazały, że natężenie promieniowania słonecznego w dawnej stolicy Rosji było o 17% mniejsze w porównaniu z Pawłowskiem oddalonym o 25 km na południe od Leningradu (17).

Według Defanta pyły zawieszone w dolnych warstwach atmosfery absorbują w dzień ogółem 5—15% dopływającego promieniowania (8).

Większe ubóstwo pary wodnej w powietrzu miejskim doprowadza do zwiększenia promieniowania infraczerwonego (o długości fali ponad $0,70 \mu$ czyli $7000 \text{ \AA}$) nad wielkimi miastami, co wpływa na pewne uprzywilejowanie termiczne miasta. Domieszki w postaci pyłów i dymów pociągają za sobą deficyt o około 30% promieniowania UV o długości fali $\lambda < 0,40 \mu$ ($4000 \text{ \AA}$) (13, 14).

Zanieczyszczenie powietrza miejskiego pyłami powoduje perturbację przezroczystości atmosfery. Mała przezroczystość powietrza staje się z kolei przyczyną małej widoczności w kierunku poziomym. Według Aitkena między widocznością w kierunku poziomym a ilością cząstek rozpraszających, znajdujących się w jednostce objętości powietrza, zachodzi stosunek odwrotnie proporcjonalny.

Wielkość współczynnika przeźroczystości powietrza (q) nad miastami jest mniejsza niż nad terenami pozamiejskimi. Wyliczyć go można z wzoru Bouguera:

$$J_d = J_0 \cdot q^d$$

przy założeniu, że długość fali w promieniowaniu słonecznym jest jednakowa.

Tytułem przykładu wyliczono wartości współczynnika przezroczystości atmosfery (q) dla Lublina na podstawie pomiarów całkowitego promieniowania (Q_{sol}) przy pomocy solarymetru Górczyńskiego dla dni o zachmurzeniu mniejszym od 50% i o nieprzysłonitym chmurami słońcu. Wartości wahały się w granicach od 0,42 do 0,85.

Zważywszy na to, że średnia wartość współczynnika przeźroczystości atmosfery w Polsce (za wyjątkiem gór) waha się w granicach od 0,70 do 0,85, należy stwierdzić, że stopień zmętnienia atmosfery w Lublinie jest znaczny¹⁾. (Tabl. I).

Deficyt w natężeniu całkowitego promieniowania, wynikający z małej wartości współczynnika przeźroczystości atmosfery w Lublinie, nie posiada odzwierciedlenia w stosunkach termicznych miasta, ponieważ zwiększone zapylenie powoduje absorpcję promieniowania długofalowego, a to rekompensuje ewentualne straty w bilansie cieplnym

¹⁾ Wyliczona wartość q odnosi się do roku 1953.

Tabl. I.Współczynnik przezroczystości atmosfery (q) dla Lublina w 1953 r.

21.III.1953 r.	$q = 0,6395$
10.VI.1953 r.	$q = 0,6846$
15.V.1953 r.	$q = 0,7739$
15.VI.1953 r.	$q = 0,8276$
21.VI.1953 r.	$q = 0,8002$
1.VII.1953 r.	$q = 0,8157$
15.VII.1953 r.	$q = 0,7536$
2.VIII.1953 r.	$q = 0,8512$
14.VIII.1953 r.	$q = 0,7960$
1.IX.1953 r.	$q = 0,7152$
23.IX.1953 r.	$q = 0,5531$
1.X.1953 r.	$q = 0,5639$
14.X.1953 r.	$q = 0,5657$
1.XI.1953 r.	$q = 0,5829$
16.XI.1953 r.	$q = 0,4239$
3.XII.1953 r.	$q = 0,6547$
21.XII.1953 r.	$q = 0,4598$
Średnio	$q = 0,6742$

miasta, dając raczej wyższe temperatury w porównaniu z terenami pozamiejskimi ²⁾).

Zestawienie obserwowanej temperatury powietrza w stacji meteorologicznej UMCS w Lublinie ($\varphi = 51^{\circ}14'54''N$, $\lambda = 22^{\circ}33'38''E$, wys. n.p.m. 195 m) oraz w stacji met. w Sławinie pod Lublinem ($\varphi = 51^{\circ}16'N$, $\lambda = 22^{\circ}30'3''E$, wys. n.p.m. 186 m) wskazuje na uprzywilejowanie termiczne Lublina. (Tabl. II).

Aerosol miejski obok wpływu na zmniejszenie przezroczystości atmosfery, a w konsekwencji na obniżenie natężenia promieniowania słonecznego, posiada wybitny wpływ na zmiany wilgotności powietrza oraz na zjawisko kondensacji pary wodnej.

Pyły, a w szczególności cząstki sadzy są, jak wiadomo, higroskopijne. Wobec tego, przyciąganie molekularne tych cząstek sprawia, że para wodna stosunkowo łatwo ulega kondensacji, bo już przy wilgotności względnej około 90%, i pozostaje szybko wytrącona, dając zjawisko mgły miejskiej, względnie opadu w postaci mżawki. W rezultacie powstaje chwilowy niedosyt wilgotnościowy w danej objętości po-

²⁾ Nie należy tu pomijać wpływu dodatkowych, sztucznych źródeł ciepła w mieście.

Tabl. II.
Temperatura powietrza na wysokości 2 m nad gruntem.
(II termin obserwacyjny)

Data	Lublin	Sławin	Różnica Lublin — Sławin
22.III.1955 r.	5,2°	3,9°	+ 1,3°
10.IV.1953 r.	12,1	12,1	0,0
15.V.1953 r.	16,7	15,3	+ 1,4
15.VI.1953 r.	24,9	24,0	+ 0,9
21.VI.1953 r.	24,1	24,3	— 0,2
1.VII.1953 r.	26,0	26,1	— 0,1
15.VII.1953 r.	22,7	22,1	+ 0,6
2.VIII.1953 r.	21,0	20,6	+ 0,4
14.VIII.1953 r.	24,2	22,1	+ 2,1
1 IX.1953 r.	18,1	18,6	— 0,5
23.IX.1953 r.	17,9	18,3	— 0,4
1.X.1953 r.	17,9	17,1	+ 0,8
14.X.1955 r.	17,3	17,6	— 0,3
1.XI.1953 r.	1,3	1,2	+ 0,1
16.XI.1953 r.	1,3	1,1	+ 0,2
3.XII 1953 r.	8,0	7,9	+ 0,1
21.XII.1953 r.	— 2,3	— 2,2	— 0,1

wietrza, który umożliwia dalsze nasycanie się powietrza parą wodną. Jednakże proces ten może mieć miejsce wyłącznie w porze zimowej; latem powietrze miejskie jest raczej względnie suche^{a)}.

Zależność między wilgotnością i zapyleniem może być uchwyciona jedynie w przypadku, gdy przeanalizujemy korelację liczb wielkości zapylenia — odpowiadających przyjętym przedziałom wilgotności względnej.

Tabl. III.
Wilgotność względna a zapylenie powietrza w Lublinie w 1953 r.

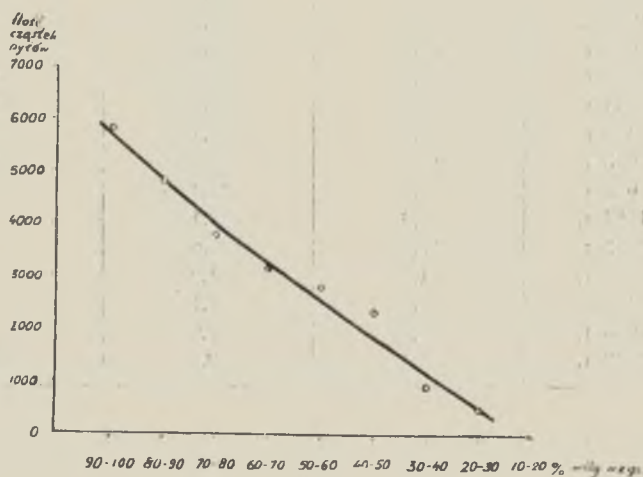
0—10	10—20	20—30	30—40	40—50	50—60	60—70	70—80	80—90	90—100 %
0	0	457,8	949,3	2356,0	2812,6	3171,5	3791,0	4821,1	5858,9

Obliczony dla tych liczb współczynnik korelacji Pearsona wskazuje na dużą dodatnią korelację, gdyż

^{a)} Zob. dane liczbowe średnich miesięcznych wilgotności względnej powietrza w Lublinie w 1953 r. w pracy Klugego (11).

$$r = \frac{\Sigma x \cdot y}{\sqrt{\Sigma x^2 \cdot \Sigma y^2}} = \frac{308903,0}{318886,56} = 0,968$$

Zgola inaczej przedstawia się współzależność tych elementów względem siebie w czasowym przebiegu rocznym. Pentadowy przebieg konsekwentny dla wilgotności względnej i dla zapylenia powietrza zdradza korelację jedynie dla pewnych okresów, jak to wykazał Kluge (11).



Ryc. 1.

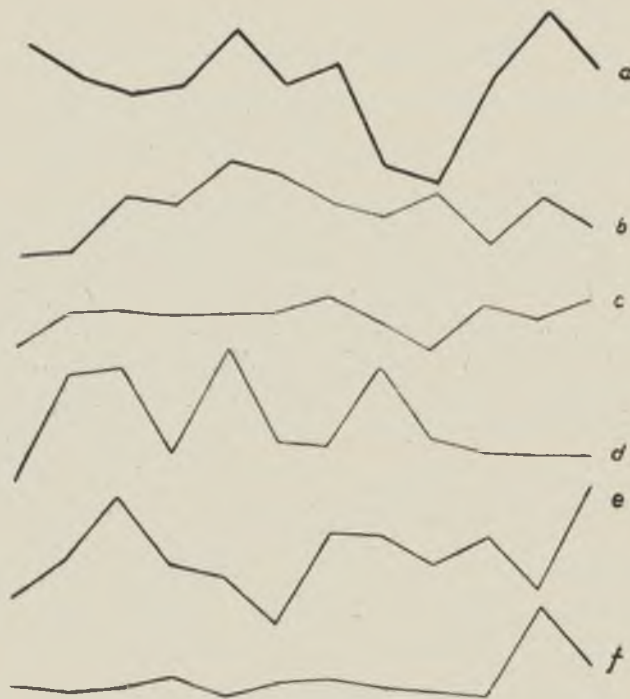
Wilgotność względna a zapylenie powietrza w Lublinie w 1953 r.

Relative moisture and air dustiness at Lublin in 1953.

Nie można oczekiwać całkowitej zgodności czasowego przebiegu zapylenia z elementami meteorologicznymi, szczególnie wtedy, gdy działalność człowieka doprowadza do atmosfery znacznie większe ilości pyłów, a zatem gdy wpływ człowieka staje się silniejszy od wpływu kompleksów pogodowych naturalnego klimatu. Korelacja w takich okresach będzie zupełnie zatarta, ponieważ następuje wtedy nakładanie się na siebie dwóch przebiegów zapylenia — naturalnego adwekcyjnego i sztucznego, wywołanego przez człowieka.

Eliminując jednakże tego rodzaju przypadki, w oparciu o stwierdzone przez Klugego zależności między częstotliwością kierunkową wiatrów a zapyleniem powietrza, występujące w miesiącach letnich,

a zatem w okresie większego wpływu na omawiane zjawisko, adwekcyjnych mas atmosferycznych — można by spodziewać się wyraźniejszej korelacji czasowego przebiegu zapylenia powietrza z elementami meteorologicznymi.



Ryc. 2.

Zmiany zapylenia powietrza — a, wilgotności względnej — b, częstotliwości kierunkowej wiatru — c, prędkości wiatru — d, zachmurzenia — e, opadu — f, w Lublinie w okresie od 30.VI.1953 do 28.VIII.1953 (średnie pentadowe).

Changes in air dustiness — a, relative moisture — b, wind direction frequency — c, wind velocity — d, cloudiness — e, precipitation — f, at Lublin in the period from 30.VI.1953 to 28.VIII.1953 (mean pentade values).

Zmiany czasowe wilgotności względnej, częstotliwości kierunkowej wiatru, prędkości wiatru, opadu i zachmurzenia w zestawieniu ze zmianami zapylenia powietrza, wyrażone krzywymi wykreślonymi jako średnie pentadowe dla okresu VII—VIII — nie dają podstawy do snucia wniosków o istniejącej zależności (Ryc. 2).

Jeśli można doszukiwać się związków, to bynajmniej nie z oderwanymi elementami meteorologicznymi, bo będzie to w większym lub mniejszym stopniu fikcja. Można jedynie mówić o współzależności między zapyleniem powietrza a kompleksami pogodowymi.

Metody kompleksowe

Zagadnieniem typów pogody zajmowali się Alisow (1), Baranow (2), Czubukow (2), Diubiuk (3), Fiedorow (5, 6) i inni.

Pierwsze próby szły w kierunku wyrażenia stosunków pogodowych każdego dnia przy zastosowaniu odpowiednich formuł. Jednakże próby te polegały na użyciu pewnego rodzaju szyfru oznaczającego stan pogody panującej w danym dniu i wyrażeniu tego stanu literami i liczbami (2). Fiedorow używał skomplikowanej metody, której stosowanie wymagało znajomości szeregu tablic i zapamiętywania przyjętych znaków. Szyfr pogodowy na każdy dzień obejmował: średnią temperaturę dobową powietrza wyrażoną w pewnych przyjętych interwałach, amplitudę dobową, dobowe maksimum i minimum termiczne, różnicę temperatury między wartością aktualną i z dnia poprzedzającego, wilgotność względną wyrażoną w 20 procentowych przedziałach oraz wilgotność względną obserwowaną o godzinie 13-tej, zachmurzenie, opad, kierunek i prędkość wiatru, a nadto stan gruntu.

Szyfr pogody na każdy dzień obejmował w zasadzie cztery litery i trzy lub więcej liczb. Przykład takiego szyfru daje formuła przedstawiająca pogodę Moskwy z dnia 20 lipca 1939 roku:

$a \ t_{16}^{27} \ u^{53} \ a$

Pierwsza litera odnosi się do wiatru i określa jego kierunek i prędkość, druga oznacza stosunki termiczne panujące w danym dniu, za pośrednictwem trzeciej litery wyraża się wilgotność względną, zachmurzenie i opady, wreszcie litera czwarta charakteryzuje stan gruntu. Liczby wyrażają obserwowane wartości elementów.

Odczytując przykładowy szyfr w oparciu o szereg tablic zawierających znaczenie poszczególnych liter powiemy, że dnia 20.VII.1939 r. wiał wiatr północny o prędkości od 3—6 m/sek., średnia dobową temperatura powietrza mieściła się w przedziale 17,5°—22,4°C, maksy-

malna temperatura w ciągu doby osiągnęła 27° , a minimalna 16° , amplituda dobową temperatury powietrza zawarta była w przedziale od $10-15^{\circ}$, różnica między średnią dobową temperaturą dnia 20.VII, a średnią dobową dnia poprzedzającego była niższa od 5° , zachmurzenie w ciągu dnia i nocy nie wykraczało poza granice 6—10, średnia dobową wilgotność względna zawarta była w przedziale 61—80%, natomiast w południowym terminie obserwacyjnym o godz. 13-tej wilgotność względna miała wartość 53%, opadów nie obserwowano a powierzchnia gruntu była sucha (2).

Jest rzeczą bardzo cenną, że metoda Fiedorowa uwzględnia nie tylko znaczną ilość elementów meteorologicznych, ale i ich zmiany od dnia poprzedzającego jak to ma miejsce w przypadku temperatury powietrza, a nadto, że pozwala na określanie powtarzalności poszczególnych układów, po ułożeniu katalogu pogód.

Jednakże sporządzanie tych katalogów stanowi równocześnie poważną niedogodność ze względu na tysiące zaszyfrowanych formulek, oznaczających typy pogody, oraz ze względu na trudności praktycznego posługiwania się szyframi.

Metoda Fiedorowa nie uwzględnia następstwa poszczególnych typów pogody oraz ich zamiany na inne typy (1).

Inną metodę, polegającą na wydzielaniu typów pogody na podstawie temperatury powietrza i wilgotności względnej wprowadził Alisow (1). Stoi ona o tyle wyżej od poprzedniej, że poszczególne typy pogody wiąże z masami atmosferycznymi, uwzględniając równocześnie częstotliwość tych typów dla każdego miesiąca. Formuła używana przez Alisowa ma następującą postać:

$$N = \frac{t_0 \ t_{13} \ t_M}{r_{\%} \ r_{13\%}}$$

Litera N oznacza liczbę przypadków danego typu;

t_0 — temperaturę średnią dobową;

t_{13} — temperaturę obserwowaną o godzinie 13-tej;

t_M — temperaturę minimalną w ciągu doby;

$r_{\%}$ — średnią dobową wilgotność względną;

$r_{13\%}$ — wilgotność względną obserwowaną o godzinie 13-tej.

Alisow wylicza powtarzalność poszczególnych typów pogody dla każdej masy atmosferycznej oddzielnie tak dla roku, jak i dla szeregu lat. Korzystne jest to, że Alisow nie używa całego balastu

znaków i szyfrów. Jednakże metoda, zdaniem jej autora ma braki, które polegają na trudnościach w rozgraniczaniu typów pogody w obrębie pewnych mas atmosferycznych.

Niezależnie od oceny Alisowa można wysunąć zastrzeżenia, czy temperatura powietrza i wilgotność względna w wystarczający sposób charakteryzują pogodę danego dnia. Nadto, analogicznie jak u Fiedorowa, przy zastosowaniu tej metody nie można badać zmian typów pogody, zachodzących z dnia na dzień.

Dalszym krokiem naprzód w tej dziedzinie było uwzględnienie przez Diubiuka ważnej dla celów prognostycznych okoliczności, mianowicie określenie prawdopodobieństwa przemian typów pogody. Diubiuk wydziela typy pogody (12-cie) w zależności od mas atmosferycznych, ale masy rozpatruje nie ze względu na ich pochodzenie, lecz ze względu na panującą w nich równowagę (3).

Metoda Diubiuka nie daje wprawdzie możliwości śledzenia przebiegu czasowego typów pogody w danym okresie, ale w każdym razie informuje, że panujący typ pogody może przemienić się w przewidywany określony typ, co może dać podstawę do wykrycia praw rządzących tym zjawiskiem.

W każdej z przytoczonych metod brak jednej z najważniejszych cech tzn. wymierności, ponieważ zestawianie wartości elementów meteorologicznych czy to w formule Fiedorowa czy też Alisowa jest niczym innym jak mechaniczną mieszaniną tych elementów.

Pogoda, stanowiąc zjawisko natury kompleksowej, powinna być wyrażana w ten sposób, by wiadomą było rzeczą w jakim względem siebie stosunku pozostają poszczególne elementy w każdym typie pogody z osobna, względnie mówiąc inaczej, winna być wyrażana współzależność elementów meteorologicznych. W rzeczywistości, elementy nie występują w oderwaniu, ale w ścisłym ze sobą związku i we wzajemnej współzależności i dzięki temu właśnie stanowią układ, będący w każdym dniu pewną organiczną całością.

Zadanie, jakie sobie postawiłem, polegało na tym, by kompleks pogodowy przedstawić w sposób wymierny, dający się wyrazić jedną liczbą.

W tym celu dobrałem elementy meteorologiczne pod kątem ich współzależności, oraz z punktu widzenia ich znaczenia i roli jaką w każdym układzie pogodowym reprezentują.

Elementy zestawione zostały w pary w następujący sposób:

- | | | |
|----|----------------------------|-------------|
| a) | temperatura powietrza | $t = (y_1)$ |
| | wilgotność względna | $f = (x_1)$ |
| b) | stopień zachmurzenia nieba | $n = (y_2)$ |
| | opad atmosferyczny | $r = (x_2)$ |
| c) | wiatr (prędkość) | $v = (y_3)$ |
| | ciśnienie atmosferyczne | $p = (x_3)$ |

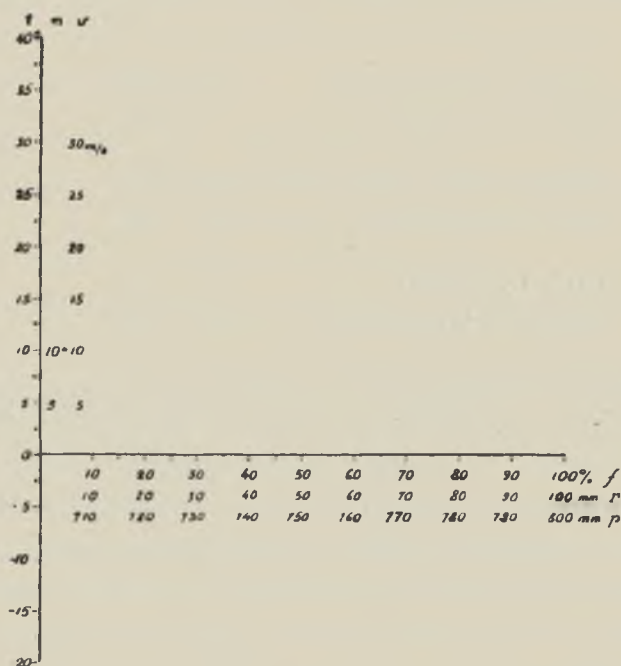
W układzie współrzędnych prostokątnych, po przyjęciu jednolitej skali wyrażonej w centymetrach, zostają przedstawione dla każdego kompleksu pogody trzy punkty, których wzajemne położenie na płaszczyźnie pozostaje w ścisłym związku z istniejącym w danym momencie czasu względnie w danym okresie rodzajem pogody. Położenie trzech punktów w układzie współrzędnych, z których każdy wyraża współzależność dwóch elementów, jest zmienne w zależności od wielkości elementów. Zmiany, z którymi ma się tu do czynienia, prowadzą od wzajemnego ułożenia się rzeczonych punktów na jednej prostej, do znacznego niekiedy ich rozrzutu na płaszczyźnie. Właśnie wielkość rozrzutu punktów stanowi w przyjętej metodzie podstawę do liczbowego wyrażania tego zjawiska. Mając dane wzajemne położenie punktów przy pomocy współrzędnych, wyrażonych w centymetrach (graficznie lub matematycznie), wyliczam wielkość pola, jakie te punkty wyznaczają na płaszczyźnie według wzoru:

$$S = \frac{(y_2 - y_3) \cdot x_1 + (y_3 - y_1) \cdot x_2 + (y_1 - y_2) \cdot x_3}{2}$$

Wielkość S może się wahać w granicach od zera do 20, w zależności od tego czy mamy do czynienia z pogodą zdecydowanie złą, względnie z pogodą w naszym klimacie możliwie optymalną.

Stosowanie metody najlepiej będzie można wyjaśnić na przykładach.

Przyjęta skala (Ryc. 3), w której wyraża się wartości elementów meteorologicznych przedstawia się następująco:



Ryc. 3.

Skala dla kompleksów pogody.

Scale for weather complexes.

	1°	$t = 0,2 \text{ cm}$		1%	$f = 0,1 \text{ cm}$	
na osi y	1°	$n = 0,2 \text{ cm}$	na osi x	1 mm	$r = 0,1 \text{ cm}$	
		$1 \text{ m/s} = 0,2 \text{ cm}$			1 mm	$p = 0,1 \text{ cm}$

Dnia 6.II.1953 r. była w Lublinie pogoda kształtująca się pod wpływem stosunkowo głębokiej depresji, która wkroczyła do Polski od NW z obszaru Bałtyku. W ciągu dnia (6.II) ponad całym krajem przemieścił się front zokludowany z dużym zachmurzeniem (w Lublinie chmury Ns,Cs i Ac, stopień zachmurzenia 8,3), z opadem śnieżnym, temperaturą średnią dobową w Lublinie $-5,1^{\circ}$ i wiatrami WSW i SW transportującymi masy powietrza Pm. Średnie dobowe wartości elementów meteorologicznych w Lublinie wynosiły:

$t = -5,1^{\circ}$	$r = 0,5 \text{ mm}$
$f = 84 \%$	$v = 3,3 \text{ m/s}$
$n = 8,3^{\circ}$	$p = 733,5 \text{ mm}$

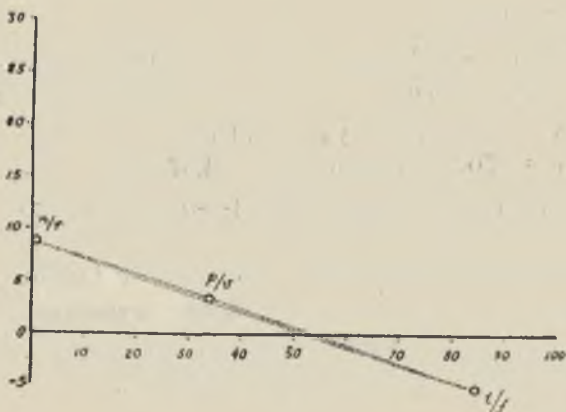
Po przeliczeniu wartości elementów na centymetry według przyjętej skali otrzymujemy:

$$\begin{aligned} t = y_1 &= -1,02 \text{ cm} & n = y_2 &= 1,66 \text{ cm} & v = y_3 &= 0,66 \text{ cm} \\ f = x_1 &= 8,4 \text{ cm} & r = x_2 &= 0,05 \text{ cm} & p = x_3 &= 3,35 \text{ cm} \end{aligned}$$

Podstawiając wartości do wzoru na obliczenie S, otrzymamy:

$$S = \frac{(1,66 - 0,66) \cdot 8,4 + [0,66 - (-1,02)] \cdot 0,05 + (-1,02 - 1,66) \cdot 3,35}{2}$$

$$S = \frac{8,4 + 0,084 + (-8,978)}{2} = (-) 0,25$$



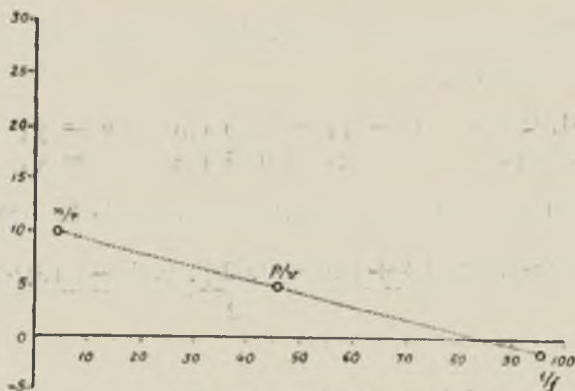
Ryc. 4.

Kompleks pogody z 6.II.1953 r. w Lublinie.

Weather complex on the 6.II.1953, at Lublin.

Znak minus orientuje, że ma się tu do czynienia z sytuacją zimową (Ryc. 4).

Pogoda frontu zimnego wystąpiła w Polsce dnia 8.III.1953 roku. Wytworzyły się wówczas nawet drugorzędne fronty chłodne. Adwekcja mas Pm zaznaczyła się w Lublinie pod postacią wiatrów N, NNW i NW o prędkości 10 m/s. i porywistości przekraczającej 20 m/s. Padał śnieg, który chwilami przechodził w zadymkę (Ryc. 5).



Ryc. 5.

Kompleks pogody z 8.III.1953 r. w Lublinie.

Weather complex on the 8.III.1953, at Lublin.

Lublin, 8.III.1953 r.

$$t = -1,1^{\circ} = y_1 = -0,22 \text{ cm}$$

$$n = 10,0^{\circ} = y_2 = 2,0 \text{ cm}$$

$$f = 96 \% = x_1 = 9,6 \text{ cm}$$

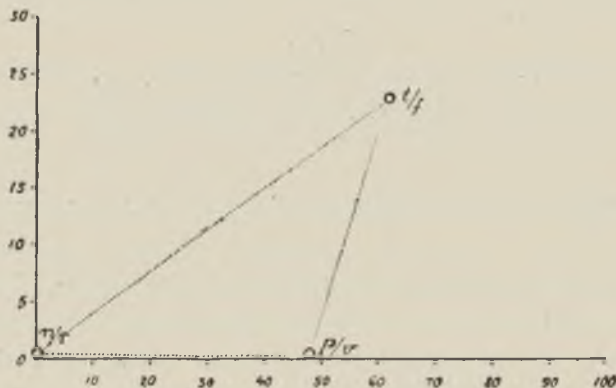
$$r = 4,0 \text{ mm } x_2 = 0,4 \text{ cm}$$

$$v = 5,0 \text{ m/s} = y_3 = 1,0 \text{ cm}$$

$$p = 700 + 45,7 \text{ mm} = x_3 = 4,57 \text{ cm}$$

$$S = \frac{(2,0 - 1,0) \cdot 9,6 + [1,0 - (-0,22)] \cdot 0,4 + (-0,22 - 2,0) \cdot 4,57}{2} = (-) 0,03$$

Kompleks pogodowy dnia 23.V.1953 roku w Lublinie kształtował się pod wpływem mas powietrza P_c , które wytworzyły transformacyjny typ pogody ze stosunkowo wysokim ciśnieniem, wysoką temperaturą i bardzo małym zachmurzeniem (Ryc. 6).



Ryc. 6.

Kompleks pogody z 23.V.1953 r. w Lublinie.

Weather complex on the 23.V.1953, at Lublin.

Lublin, 23.V.1953 r.

$$t = 23.0^{\circ} = y_1 = 4,6 \text{ cm}$$

$$n = 1,3^{\circ} = y_2 = 0,26 \text{ cm}$$

$$f = 62 \% = x_1 = 6,2 \text{ cm}$$

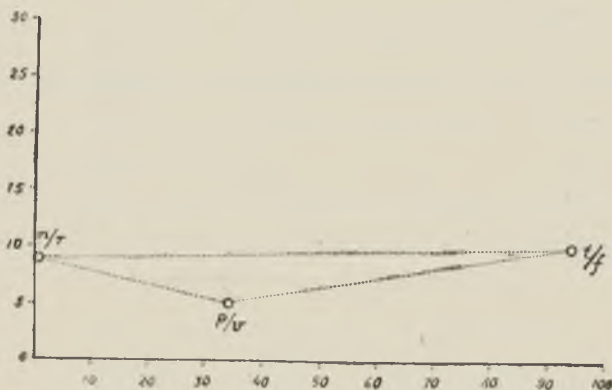
$$r = 0 \text{ mm} = x_2 = 0$$

$$v = 1,3 \text{ m/s} = y_3 = 0,26 \text{ cm}$$

$$p = 700-48,3 \text{ mm} = x_3 = 4,83 \text{ cm}$$

$$S = \frac{(0,26-0,26) \cdot 6,2 + (0,26-4,6) \cdot 0 + (4,6-0,26) \cdot 4,83}{2} = 10,48$$

Typ pogody depresyjnej, frontowej miał miejsce dnia 13.IX.1953 r. W całej Polsce było duże zachmurzenie, z opadami i stosunkowo silnymi wiatrami. Ponad Lublinem przemieszczała się pogoda frontu zokludowanego z masami Pm. (Ryc. 7).



Ryc. 7.

Kompleks pogody z 13.IX.1953 r. w Lublinie.

Weather complex on the 13.IX.1953, at Lublin.

Lublin, 13.X.1953 r.

$$t = 10.0^{\circ} = y_1 = 2,0 \text{ cm}$$

$$n = 8,7^{\circ} = y_2 = 1,74 \text{ cm}$$

$$f = 94 \% = x_1 = 9,4 \text{ cm}$$

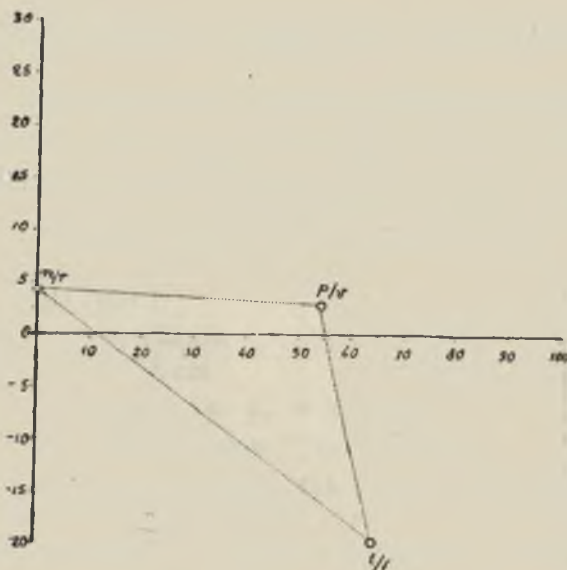
$$r = 4,5 \text{ mm} = x_2 = 0,45 \text{ cm}$$

$$v = 5,0 \text{ m/s} = y_3 = 1,0 \text{ cm}$$

$$p = 700 - 33,9 \text{ mm} = x_3 = 3,39 \text{ cm}$$

$$S = \frac{(1,74-1,0) \cdot 9,4 + (1,0-2,0) \cdot 0,45 + (2,0-1,74) \cdot 3,39}{2} = 3,69$$

Georadiacyjny kompleks pogodowy w okresie zimy 1954 roku wystąpił 1.II.1954 r. Polska znajdowała się wtedy pod adwekcją mas Pc, które doprowadziły do znacznego spadku temperatury powietrza. W Lublinie, jak i w większej części kraju była w tym dniu pogoda mroźna i słoneczna (Ryc. 8).



Ryc. 8.

Kompleks pogody z 1.II.1954 r. w Lublinie.

Weather complex on the 1.II.1954, at Lublin.

Lublin, 1.II.1954 r.

$$t = -19,8^{\circ} = y_1 = -3,96 \text{ cm}$$

$$n = 4,3^{\circ} = y_2 = 0,86 \text{ cm}$$

$$f = 64 \% = x_1 = 6,4 \text{ cm}$$

$$r = 0 \text{ mm} = x_2 = 0 \text{ cm}$$

$$v = 3,0 \text{ m/s} = y_3 = 0,6 \text{ cm}$$

$$p = 700 + 54,0 \text{ mm} = x_3 = 5,4 \text{ cm}$$

$$S = \frac{(0,86-0,6) \cdot 6,4 + [0,6-(-3,96)] \cdot 0 + (-3,96-0,86) \cdot 5,4}{2} = (-)12,18 \text{ cm}$$

Powyższe przykłady wskazują, że bezwzględna wartość S pozostaje w związku z typem pogody i dla pogody frontowej (frontu ciepłego, chłodnego i zokludowanego) waha się około zera, względnie

osiąga liczby bliskie zera, a dla pogody transformacyjnej — wartości przekraczające 10. Kompleksy pogody adwekcyjnej związanej z masami chłodnymi względnie ciepłymi wyrażają się liczbami pośrednimi

Dzięki tej zależności można było określić przybliżone granice w jakich zawarte są poszczególne kompleksy pogodowe.

$S = 0 - 10$ kompleksy pogody frontowej, pochmurnej z opadami oraz pogody adwekcyjnej, chmurnej i zmiennej (masy T_m , P_m oraz A_m);

$S = 10,01 - 20$ kompleksy pogody konwekcyjnej lub georadiacyjnej kształtującej się w masach T_c , P_c i A_c ;

$S > 20,01$ pogoda antycyklonalna trwała (letnia lub zimowa) związana z masami T_a .

Posługując się sposobem używanym przez Alisowa, wymienione kompleksy dadzą się wiązać z dominującymi w danym okresie czasu masami atmosferycznymi, co ma znaczenie przy określaniu częstotliwości występowania kompleksów pogodowych w ciągu miesiąca, roku czy całego szeregu lat (1).

Powyższa metoda dająca możliwość wyrażania kompleksu pogody jedną liczbą, pozwala również na badanie czasowego przebiegu pogody i określania jej zmienności z dnia na dzień⁴⁾.

Korzystną cechą jest możliwość matematycznego i graficznego uchwycenia współzależności elementów meteorologicznych w każdym typie pogody. Wyrażone tu zostają związki między temperaturą powietrza, wilgotnością względną, zachmurzeniem, opadem, ciśnieniem i wiatrem. Rozmieszczenie punktów t/f , n/r i p/v , wyrażających tę współzależność w układzie współrzędnych prostokątnych, jest charakterystyczne dla poszczególnych kompleksów pogodowych. Punkt t/f może leżeć w pierwszej — względnie czwartej ćwiartce układu, pozostałe punkty, jedynie w pierwszej ćwiartce. Położenie t/f nad osią x odpowiada typom pogody z temperaturą dodatnią, na osi x — z temperaturą równą 0° , a pod osią x — z temperaturą ujemną. Wraz ze zmianą rozmieszczenia trzech punktów w układzie zmienia się kształt trójkąta, który one wyznaczają oraz jego powierzchnia.

⁴⁾ Zob. przebieg kompleksów pogodowych w okresie lipca i sierpnia 1953 roku zestawiony w Tabl. 4.

Niezależnie od graficznego sposobu wyrażania kompleksów pogodowych można je określać matematycznie i ograniczyć się tylko do tego sposobu.

Metoda spełnia warunek porównywalności. Gdy dane obserwacyjne z dziennika meteorologicznego nie dają możliwości łatwego porównywania typów pogody następujących po sobie dni — wprowadzona metoda wypełnia z łatwością to zadanie.

Dla jednej określonej miejscowości, przy zastosowaniu powyższej metody, można prześledzić zmiany czasowe kompleksów pogodowych oraz wyliczyć ich częstotliwość. Przypuszczać należy również, że na tej drodze będzie można uchwycić regionalne różnice pogodowe poszczególnych obszarów. Dalsze studia w tym kierunku pozwolą, być może, na określanie regionów klimatycznych na podstawie stwierdzenia zależności zgodnych między sobą kompleksów pogodowych.

Zapylenie powietrza a kompleksy pogodowe w Lublinie

Nawiązując do przebiegu zapylenia z dnia na dzień w Lublinie (11) postanowiłem wypróbować proponowaną przeze mnie metodę kompleksową dla okresu VII—VIII.1953 r. opierając się właśnie na możliwości śledzenia zmian pogody z dnia na dzień.

Kompleksy pogodowe w ciągu tych miesięcy kształtowały się jak wskazują zamieszczone w Tabl. 4 wartości dla S. W zestawieniu podano również dane dla zapylenia powietrza.

Biorąc pod uwagę wprowadzone przedziały i wyliczając częstotliwość pojawiania się poszczególnych kompleksów pogodowych w ciągu lata 1953 roku w Lublinie, należy powiedzieć, że w lipcu było 13 przypadków pogody frontowej i pogody adwekcyjnej o przewadze mas atmosferycznych Pm i Tm oraz 18 przypadków pogody konwekcyjnej kształtującej się w masach Tc i Pc.

Sierpień 1953 roku miał 21 kompleksów pogody zawartej w przedziale 0—10 i 10 przypadków z pogodą konwekcyjną odnoszącą się do przedziału 10,01—20.

Łatwo można też określić frekwencję takich kompleksów pogody, które w okresie VII lub VIII stanowiły pogodę podobną.

Zmiany pogody jakie zachodziły z dnia na dzień w tym okresie czasu przedstawiono graficznie na Ryc. 9 pod postacią krzywej wy-

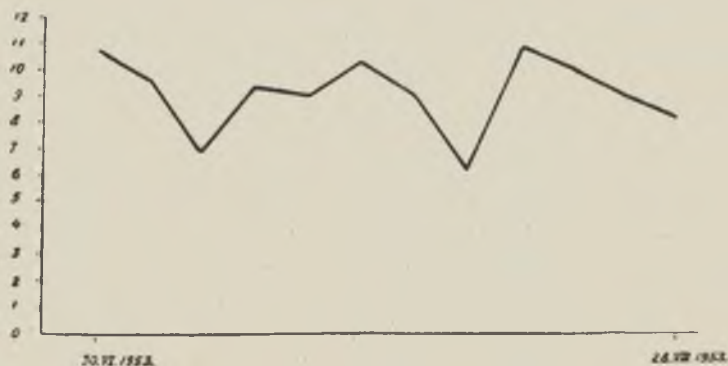
Tabl. IV.

Kompleksy pogodowe S w VII i VIII.1953 r. w Lublinie ^{a)}
oraz wartości zapylenia powietrza Z.

Data	S	Z	Data	S	Z
30.VI.1953 r.	10,23	43,23			
1.VII.1953 r.	10,20	44,02	1.VIII.1953 r.	8,33	15,37
2. „ „	10,58	30,06	2. „ „	8,47	24,16
3. „ „	12,04	49,02	3. „ „	7,77	34,24
4. „ „	11,68	44,55	4. „ „	8,42	22,55
5. „ „	9,06	24,38	5. „ „	6,39	24,38
6. „ „	7,70	40,80	6. „ „	6,38	17,18
7. „ „	10,53	28,99	7. „ „	5,64	18,25
8. „ „	10,41	30,60	8. „ „	6,15	18,79
9. „ „	12,03	31,13	9. „ „	7,45	20,40
10. „ „	10,22	24,69	10. „ „	10,97	16,64
11. „ „	6,20	27,91	11. „ „	12,94	12,35
12. „ „	7,99	36,50	12. „ „	14,26	20,14
13. „ „	7,16	31,67	13. „ „	10,40	29,71
14. „ „	8,11	52,61	14. „ „	10,22	26,30
15. „ „	8,42	15,57	15. „ „	10,31	27,38
16. „ „	7,28	19,86	16. „ „	13,45	22,26
17. „ „	8,41	25,77	17. „ „	9,62	45,67
18. „ „	11,87	46,70	18. „ „	8,70	33,28
19. „ „	11,65	67,10	19. „ „	10,51	39,19
20. „ „	7,26	33,40	20. „ „	9,96	34,89
21. „ „	10,75	45,09	21. „ „	10,05	63,34
22. „ „	10,14	40,29	22. „ „	9,82	55,29
23. „ „	10,46	44,00	23. „ „	8,21	57,97
24. „ „	7,67	68,71	24. „ „	8,64	30,60
25. „ „	11,23	27,91	25. „ „	10,38	38,65
26. „ „	10,48	42,94	26. „ „	8,39	55,08
27. „ „	11,64	37,04	27. „ „	8,79	47,24
28. „ „	8,53	28,62	28. „ „	8,35	31,13
29. „ „	11,31	48,77	29. „ „	7,64	23,08
30. „ „	12,04	81,06	30. „ „	9,83	51,00
31. „ „	9,98	47,77	31. „ „	9,35	43,44

^{a)} Wartości S wyliczone zostały dla II terminu obserwacyjnego, ponieważ w tym terminie odbywały się pomiary zapylenia atmosfery.

kreślonej na podstawie wyliczonych pentadowych, średnich arytmetycznych. Z przebiegu krzywej wynika, że w Lublinie w ciągu lata 1953 r. były dwa głębokie minima w trzeciej i w ósmej pentadzie; w piątej



Ryc. 9.

Zmiany kompleksów pogodowych w Lublinie w okresie od 30.VI. do 28.VIII.1953 r. (średnie pentadowe).

Changes in weather complexes at Lublin in the period from 30.VI. to 28.VIII.1953, (mean pentade values).

pięciodniówce miało miejsce tylko nieznaczne obniżenie krzywej. W pozostałych pentadach krzywa wykazała maksima, tzn. dominowały kompleksy pogody dobrej.

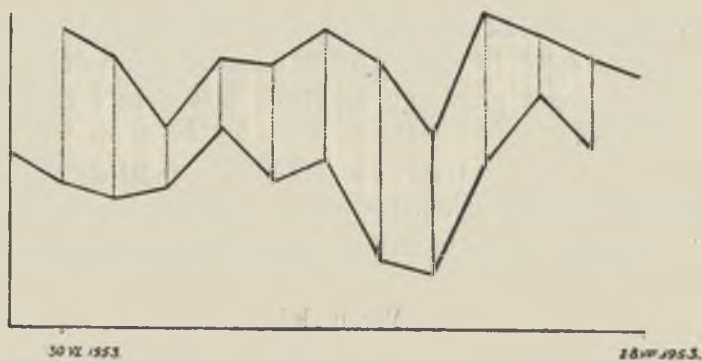
Tabl. V.

Średnie pentadowe wartości S dla VII i VIII.1953 r.
oraz średnie pentadowe zapylenia Z w Lublinie.

	S	Z
30.VI. — 4.VII.	10,94	42,17
5.VII. — 9.VII.	9,94	35,43
10.VII. — 14.VII.	7,19	34,67
15.VII. — 19.VII.	9,53	35,00
20.VII. — 24.VII.	9,25	46,29
25.VII. — 29.VII.	10,64	37,05
30.VII. — 3.VIII.	9,32	40,52
4.VIII. — 8.VIII.	6,60	20,23
9.VIII. — 13.VIII.	11,21	19,85
14.VIII. — 18.VIII.	10,46	30,98
19.VIII. — 23.VIII.	9,71	50,13
24.VIII. — 28.VIII.	8,91	40,54

Zakładając, że zapylenie atmosfery miejskiej w Lublinie w okresie lata 1953 roku miało charakter adwekcyjny (11), można spodziewać się, że minima, zaznaczające się w krzywej średnich pentadowych wartości S , odpowiadające złej pogodzie, często z opadami, powinny odzwierciedlić się w przebiegu zapylenia również pod formą obniżeń krzywej. Sprawa nie podlega dyskusji, gdy idzie o związek deficytu zapylenia z pogodą depresyjną, w szczególności z pogodą frontową. Przyrost zapylenia może wystąpić w okresach wzmożonej adwekcji, jednakże przy kompleksach pogody o mniejszych wartościach wilgotności względnej i przy nieobecności opadów atmosferycznych.

Zestawienie krzywych — przebiegu pentadowego zapylenia powietrza z pentadowym przebiegiem kompleksów pogodowych przedstawiono na ryc. 10.



Ryc. 10.

Współzależność między zmianami kompleksów pogodowych a zmianami zapylenia powietrza w Lublinie w okresie od 30.VI. do 28.VIII.1953 r. (średnie pentadowe).

Correlation between changes in weather complexes and changes in air dustiness at Lublin in the period from 30.VI. to 28.VIII. 1953, (mean pentade values).

Zgodność przebiegu jest tak uderzająco dobra, że nie ma wątpliwości, iż ma się tu do czynienia z daleko posuniętą korelacją. Współzależność ta stanowi równocześnie dowód, świadczący o wartości metody kompleksowej w badaniu tego rodzaju związków.

Analiza przebiegu kompleksów pogodowych w porównaniu z przebiegiem zapylenia powietrza prowadzi do dalszych, interesujących wniosków. Korelacja, o której mowa nie jest zsynchronizowana w odniesieniu do obu krzywych, ponieważ krzywa górna została przesunięta

o jedną pentadę na prawo. Oznacza to, że przebieg kompleksów pogodowych jest primordialny w stosunku do przebiegu zapylenia. Jeśli zważymy, że zapylenie atmosfery w okresie letnim w Lublinie jest pochodzenia adwekcyjnego, stanie się zrozumiałe, że nawiane pyły dostaną się do najniższej warstwy zapylenia ⁶⁾, na jakim przeprowadzane były jego pomiary (11) dopiero po upływie określonego czasu, mianowicie okresu jednej pentady. Być może, że przebieg całego zjawiska daje w tym przypadku potwierdzenie istnienia znanego okresu meteorologicznego o przeciętnej długości 5,5 dni, oddzielającego czas przejścia nad daną miejscowością depresji, należącej do jednej rodziny, od nadejścia zniżki następnej rodziny. Opadanie pyłów z warstw adwekcyjnych na pierwszy poziom zapylenia może się bowiem odbywać w masach powietrza występujących w tylnej części depresji albo w obszarach antycyklonalnych.

Z powyższych rozważań wynika, że zmiany kompleksów pogodowych z dnia na dzień (w wydzielonych okresach) wpływają na kształtowanie się takiegoż przebiegu zapylenia powietrza i stanowią jego główną przyczynę.

Uchwycenie tego rodzaju związków jest możliwe jedynie przy wprowadzeniu metody kompleksowej, z wyeliminowaniem sposobu szukania korelacji z pojedynczymi elementami meteorologicznymi.

W y n i k i

Proponowana metoda kompleksowa uważana jest przeze mnie za pewnego rodzaju próbę przedstawienia pogody za pośrednictwem jednej liczby i stanowi kontynuację czynionych w tym kierunku poszukiwań.

Główny cel niniejszej pracy, mianowicie znalezienie metody pozwalającej na liczbowe wyrażanie kompleksu pogodowego oraz wykrycie związków między zmianami z dnia na dzień kompleksów pogodowych a ilościowymi wahaniami zapylenia w Lublinie, mógł być osiągnięty dzięki systematycznym pomiarom zapylenia powietrza (w 1953 roku) oraz ciągłym normalnym spostrzeżeniami meteorologicznym prowadzonym w Obserwatorium Zakładu Meteorologii i Klimatologii U. M. C. S.

⁶⁾ Wg Löbnera w miastach istnieją 3 warstwy zapylenia (cyt. za Geigerem).

Obserwacje nad zapyleniem, wprowadzone z inicjatywy prof. Malickiego, dokonywane były systematycznie na terenie Stacji Meteorologicznej UMCS przez okres całego roku przez Mieczysława Klugęgo.

Kompleks pogodowy wyrażony niniejszą metodą, jest wartością wymierną i porównywalną przy zastosowaniu jednakowej skali, oraz przy przyjęciu współrzędnych elementów meteorologicznych na tych samych osiach układu.

Wartość S może być wyliczana tak dla każdego z osobna terminu obserwacyjnego, jak i dla całej doby.

Kompleksy pogodowe mogą być wyrażane matematycznie lub graficznie, w układzie współrzędnych prostokątnych.

Elementy meteorologiczne, stanowiące składowe części kompleksu pogodowego, zostały dobrane pod kątem ich wzajemnej współzależności i roli jaką odgrywają w całokształcie zjawiska pogody.

Wartość współrzędnych prostokątnych dla tych elementów jest odpowiedzialna za położenie punktów przedstawiających pary współzależnych elementów w układzie.

Wielkość pola wyznaczonego przez położenie tych punktów na płaszczyźnie pozostaje w stosunku wprost proporcjonalnym do zmian kompleksów pogodowych zachodzących z dnia na dzień w danej miejscowości.

Dodatnią cechą metody jest możliwość śledzenia zmian kompleksów pogodowych z dnia na dzień.

Wprowadzona metoda okazała się pomocną przy badaniu związku przebiegu (z dnia na dzień) zapylenia atmosfery w Lublinie z pogodą.

W okresie letnim 1953 r. (VII—VIII), a zatem wówczas, gdy wpływ naturalnego klimatu przeważa nad modyfikującym wpływem człowieka jako mieszkańca miasta, dało się stwierdzić całkowitą zgodność czasowego przebiegu z dnia na dzień kompleksów pogodowych z wahaniami zapylenia.

Stwierdzenie współzależności tych przebiegów świadczy o wartości metody.

Wykazana została niewłaściwość poszukiwania związków między wahaniami zapylenia a przebiegiem zmian poszczególnych elementów meteorologicznych.

Proponowana metoda może być zastosowana jako nowa próba rozwiązania zagadnienia klasyfikacji klimatycznych.

Opierając się na tej metodzie badań można by uzyskać lepszą, jak mi się wydaje, podstawę dla przeprowadzenia rejonizacji klimatycznej Polski.

L I T E R A T U R A

1. Alisow B., Iz wiekow B., Pokrowskaja T., Rubinstein J. — Kurs klimatologii. Leningrad—Moskwa, 1940.
2. Czubukow L. A. — Kompleksnaja klimatologija. Akademia Nauk SSSR, Moskwa—Leningrad, 1949.
3. Diubiuk A. F. — Sprawocznik po miestnym pryznakam pogody. Moskwa, 1943.
4. Fels E. — Der Mensch als Gestalter der Erde. Leipzig, 1935.
5. Fiedorow E. E. — Klimat w widie sowokupnosti pogod. Nauko-agronom. Żurnal. 1927.
6. Fiedorow E. E. — Das Klima als Wettergesamtheit. Das Wetter, 1927.
7. Flach E. — Über ortsfeste und bewegliche Messungen mit dem Scholtz-schen Kernzähler und dem Zeisschen Freiluftkonimeter. Zeit. f. Met. H. 4, IV. 1952.
8. Geiger E. — Das Klima der bodennahen Luftschicht. Braunschweig, 1942.
9. Gorczyński W. — Wartości pyrhelimetryczne i sumy ciepła dla Warszawy w okresie 1901—1913. Tow. Naukowe Warszawskie. Warszawa, 1914.
10. Gorczyński W. — Stosunki usłonecznienia dla Warszawy (1903—38) oraz ich porównanie z Gdynią i Gdańskiem. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. W-wa, 1939.
11. Kluge M. — Zapylenie atmosfery miejskiej w Lublinie w 1953 r. Annales Univ. Mariae Curie-Skłodowska. Sectio B. Vol. VIII. 1953.
12. Kosiba A. — Wstęp do klimatologii Polski. Wrocław, 1952.
13. Kratzer A. — Das Stadtklima. Braunschweig, 1937.
14. Landsberg H. — Atmospheric condensation nuclei. Ergebnisse der Kosmischen Physik. B. III. Leipzig, 1938.
15. Okołowicz W. — Klimatologia jako nauka i jej stosunek do meteorologii i geografii fizycznej. Przegląd Geograficzny. Tom XXIV, z. 3, 1952.
16. Reeger E. und Siedentopf H. — Staubmessung in der freien Atmosphäre. Zeit. f. Met. H. 4/5, IV/V, 1950.
17. Sapożnikowa S. A. — Mikroklimat i miestnyj klimat. Leningrad, 1950.

18. Schöne V. — Kernzahlmessungen auf dem Brocken. Zeit. f. Met. H. 9. IX. 1953.
 19. Schöne V. — Kernzahl und freier Föhn auf dem Brocken. Zeit. f. Met. H. 11. XI, 1953.
 20. Stenz F. — Natężenie promieniowania słonecznego i insolacja w Warszawie według pomiarów w okresie 1913—1918. Rocznik Państw. Inst. Met. za rok 1919. Warszawa, 1922.
 21. Stenz F. — O zakłóceniach przezroczystości atmosfery ziemskiej. Kosmos, t. 51, 1926.
 22. Vogt H. — Lehrbuch der Bäder und Klimaheilkunde. Berlin, 1940.
 23. Zinkiewicz W. — Perturbacja w przezroczystości atmosfery oraz opad pyłu eolicznego w Lubelszczyźnie w kwietniu 1948 r. Annales U. M. C. S. Lublin. Sectio B. Vol. IV.
-

Р Е З Ю М Е

В комплексной климатологии какбы зарисовывается стремление к поискам за новыми методами и наряду с этим к элиминации прежних, до сих пор употребляемых классической климатологией методов. Все чаще встречается с резкой критикой использование средних годовых величин отдельных метеорологических элементов. Все более становится очевидным, что некоторых метеорологических элементов, даже столь важных как температура воздуха и атмосферные осадки, нельзя считать, как это до сих пор делалось, эквивалентами климата.

Элементом климата в комплексной климатологии является погода под которой разумеется конечно тип погоды. Так понимаемую погоду нужно обязательно обозначать комплексным образом.

Проблемой типов погоды занимались Алисов (1), Баранов (2), Чубуков (2), Дюбюк (3), Федоров (5, 6) и др.

Пробы обозначания для каждого дня типа погоды на основе совокупности метеорологических элементов заключались в применении некоторых шифрованных формул, состоящих из букв и числе.

Применяемые до сих пор методы не позволяют на количественное обозначение типов погоды. Отрицательной чертой существующих методов является невозможность исследования изменений типов погоды происходящих изо дня в день.

Погода, будучи явлением комплексного характера, должна быть обозначаемая таким способом, чтобы можно было установить, в каком взаимоотношении находятся отдельные метеорологические элементы в каждом типе погоды, или иначе говоря, должна быть определена корреляция метеорологических элементов.

Автор поставил себе задачу представить комплекс метеорологических элементов погоды измеримым образом, т.е. выразить его одной величиной.

Для этой цели были подобраны метеорологические элементы с точки зрения их корреляции, а также значения и роли, какую играют в каждой системе погоды.

Метеорологические элементы были распределены попарно, как ниже следует:

- | | |
|-------------------------|-----------|
| a) температура воздуха | $t = y_1$ |
| влажность относительная | $f = x_1$ |
| b) степень облачности | $n = y_2$ |
| атмосферные осадки | $r = x_2$ |
| c) ветер (скорость) | $v = y_3$ |
| атмосферное давление | $p = x_3$ |

В системе прямоугольных координат, при применении однородной шкалы, выраженной в сантиметрах (рис. 3), каждый комплекс погоды характеризуется тремя точками, взаимное положение которых на плоскости находится в тесной связи с существующим в данный период времени типом погоды. Положение трех точек в системе координат, из которых каждая обозначает два зависящих друг от друга элемента, изменяется в зависимости от величины этих элементов. Изменчивость, с которой у нас дело, ведет от взаимного размещения указанных точек по одной прямой линии до их иногда очень значительного рассеяния на плоскости. Именно степень рассеяния точек является в предлагаемом методе основой для числового обозначения этого явления. При данном взаимном размещении точек с помощью координат выраженных в сантиметрах (графически или математически), можно определить величину поля образованного этими точками на плоскости на основании формулы:

$$S = \frac{(y_2 - y_3) \cdot x_1 + (y_3 - y_1) \cdot x_2 + (y_1 - y_2) \cdot x_3}{2}$$

Величина S может колебаться в пределах от 0 до 20 в зависимости от того, имеется ли у нас дело с решительно плохой погодой, или же с погодой в условиях нашего климата наиболее оптимальной (рис. 4 и 8). Благодаря этой корреляции можно было определить приблизительные границы, в каких заключаются отдельные типы погод.

- $S = 0-10$ Комплексы погоды фронтальной, облачной, с осадками, а также погоды адвекционной, облачной и непостоянной (массы T_m , P_m и A_m)
- $S = 10,01-20$ Комплексы погоды конвекционной или георadioионной, формирующейся в массах T_c , P_c и A_c .
- $S > 20,01$ Погода антициклональная постоянная (летняя или зимняя), связанная с массами T_a .

Пользуясь методом применяемым А л и с о в ы м, между указанными выше комплексами погоды и преобладающими в данный период времени атмосферными массами можно установить некоторую связь, что имеет значение для определения частоты выступления типов погоды на протяжении месяца, года или даже целого ряда лет (I).

Предлагаемый автором метод, дающий возможность обозначать комплекс погоды одним числом, является измеримым и сравниваемым. Этот метод дает также возможность следить за изменениями погоды изо дня в день. Автор считает предлагаемый метод лишь первой попыткой числового определения погоды.

Изложенный метод оказал большую помощь при исследовании, связан ли ход (изо дня в день) запыления атмосферы в Люблине с погодой.

Летом 1953 г. (VII—VIII), стало быть в то время когда влияние природного климата доминирует над модифицирующим влиянием человека — жителя города, во время более интенсивного влияния адвекционных масс воздуха — следовало бы ожидать более отчетливо выраженной корреляции между временным ходом запыления воздуха и метеорологическими элементами.

Временные изменения в относительной влажности, в частоте изменений направления ветров, в скорости ветра, в изобилии атмосферных осадков и степени облачности²⁷ в сравнении с изменениями в запылении воздуха, выраженные кривыми, нарисованными на основании пентадовых средних для периода

VII—VIII не дают основания для делания выводов о выступающей зависимости (рис. 2).

Совершенно иначе обстоит дело, если принять во внимание ход комплексов погоды, а не метеорологических элементов, с которыми степень запыления находится в определенной зависимости.

Сопоставление кривых — пентадового хода запыления воздуха в городе с пентадовым ходом комплексов погоды в Люблине — иллюстрирует рис. 10.

Выше упомянутые кривые свидетельствуют о том, что временный ход (изо дня в день) комплексов погоды согласуется с колебаниями. Установление зависимости между этими процессами указывает на ценность метода.

Корреляция, о которой выше речь, не является синхронной по отношению к обеим кривым, так как верхнюю кривую следует передвинуть на одну пентаду вправо. Это показывает, что ход комплексов погоды является примордиальным по отношению к ходу запыления. Опадание пыли из адвекционных слоев на первый уровень запыления (на котором производились его измерения), может происходить лишь в массах воздуха, выступающих в задней части депрессии или в антициклонах.

Изменения комплексов погоды изо дня в день (в выделенные периоды времени) влияют на формирование такого же хода запыления воздуха и являются его главной причиной.

Выявление такого рода связей возможно лишь при применении комплексного метода с исключением методов, состоящих в поиске корреляций с отдельными метеорологическими элементами.

S U M M A R Y

It is easy to observe that the complex climatology shows a tendency to seeking for new methods and simultaneously to eliminating the old ones which are proper to the classical climatology. The use for particular elements of the mean yearly values is being criticized still more sharply. At the same time it becomes evident that some meteorological elements, were they even so important as air temperature and atmospheric precipitation, cannot be looked upon, as this was done so far, as equivalents to climate.

The element of climate in the complex climatology is the weather, understood as a type of weather. Taken in such a meaning the weather must be expressed in the way of a complex.

The problem concerning weather types was studied by Alisow (1), Czubukow (2), Diubiuk (3), Fiedorow (5, 6) and others.

Attempts of expressing the respective weather types for each day were based on applying some cipher formulae arranged in letters and numbers.

The complex methods, as known till now, did not allow any quantitative expression of the weather types. Their chief deficiency lies in the fact that they make impossible studying the changes in weather types, as these occur from day to day.

The weather being a phenomenon of a complex nature demands to be expressed in such a manner that one could learn by it, for each weather type separately, the reciprocal relation of elements present in the type; in other terms this manner should express the interdependence of meteorological elements.

The author undertook the task to represent the weather complex in a measurable form, possible to be expressed by a single number.

For realizing this purpose meteorological elements have been chosen from the point of view of their interdependence, as well as with regard to their importance and the role they play in each weather arrangement they are representing.

The elements are assembled in pairs as follows:

air temperature	$t = (y_1)$
relative moisture	$f = (x_1)$
degree of sky cloudiness	$n = (y_2)$
atmospheric precipitation	$r = (x_2)$
atmospheric pressure	$p = (x_3)$
wind (velocity)	$v = (y_3)$

In the system of rectangular coordinates, after accepting the uniform scale expressed in cm (Fig. 3), for each weather complex are presented three points which mutual position on the plane corresponds strictly to the kind of weather at the given time, or in the given period. The position of the three points in the system of coordinates, each of

which expresses the interdependence of two elements, varies according to the value of the elements. The changes one is dealing with, lead to the reciprocal position of the points on the same straight line, often to their considerable dispersion on the plane. Just the value which expresses this dispersion of points is for the adopted method the base for a numeral determination of the phenomenon. Having the reciprocal position of the points, obtained by means of the coordinates expressed in cm (graphically or mathematically), the author computes the extent of the area limited by the points, according to the formula:

$$S = \frac{(y_2 - y_3) \cdot x_1 + (y_3 - y_1) \cdot x_2 + (y_1 - y_2) \cdot x_3}{2}$$

The value S can oscillate from nought to twenty in dependence, whether we are dealing with a definitely bad weather, or with a weather, for our climate, possibly optimal (Fig. 4 to 8). Due to this dependence, the approximate limits which enclose particular weather complexes could be determined.

- $S = 0 - 10$ complexes of frontal weather, cloudy, with precipitation and of advective weather, cloudy and varying (masses — Tm, Pm and Am);
- $S = 10,01 - 20$ complexes of convective or georadiative weather forming in the masses Tc, Pc and Ac;
- $S > 20,01$ anticyclonic constant weather (in summer or winter), connected with the masses Ta.

By applying the method used by Alisow one can connect the quoted complexes with the atmospheric masses which are predominating in the given period; this is important for determining the frequency occurrence of weather complexes during a month, a year, a series of years (1).

The method proposed by the author, since it allows a numeral expression of weather complexes, is therefore measurable and comparable. It also allows detecting weather changes from day to day. The author thinks it to be an attempt of representing the weather by means of a single number.

The method, as introduced at Lublin, proved to be helpful for studying the relation between the course (from day to day) of air dustiness at Lublin and that of the weather

In the summer period 1953 (VII—VIII), therefore at a time when the influence of the natural climate prevails over that of town inhabitants, further in a period of an increased influence of advective atmospheric masses — one can expect a more distinct correlation between the temporary course of air dustiness and meteorological elements.

The temporary changes of relative moisture, wind direction frequency, wind velocity, precipitation and cloudiness, in comparison with the changes of air dustiness, expressed by curves giving the pentade means for the period VII—VIII — cannot be the basis for deducing conclusions about the existing dependency (Fig. 2).

The problem looks differently when one takes into consideration the course of weather complexes and not the meteorological elements in relation to which air dustiness stands in a definite dependency.

The arrangement of curves — pentade course of air dustiness in the town with pentade course of weather complexes at Lublin — is illustrated in Fig. 10.

The comparison indicates a good agreement of the temporary course (from day to day) of weather complexes with the oscillations of dustiness.

The evidence of the interdependence of the said courses is proof of value for the method under discussion.

The correlation in question is not synchronized in relation to both curves because the upper curve has to be turned right for the length of a pentade. This means that the course of weather complexes is primordial in relation to the course of dustiness. The precipitation of dust particles from advective layers and its deposition on the first level of dustiness (where the measurements were conducted), can take place merely in air masses which occur in the back parts of the depression, or in anticyclonic areas.

Changes of weather complexes from day to day (in the chosen periods) influence the course of air dustiness, forming it accordingly; therefore they are its main cause.

To detect connections of this kind is possible merely, when one applies the complex method and eliminates the ways of seeking for correlation with single meteorological elements.

