

Wincenty Okołowicz

ZACHMURZENIE I OPAD WYBRANYCH MIESIĘCY LETNICH 1962—1963 R. W OKOLICY WIELKICH JEZIOR MAZURSKICH

UWAGI OGÓLNE

Zachmurzenie i opad należą do elementów bardzo zmiennych. Ta zmienność może mieć charakter okresowy i nieokresowy — przypadkowy, nie związany z przebiegiem dobowym czy rocznym. Opady zjawiają się ponadto w sposób nieciągły, ani ze względu na czas ich występowania, ani pod względem natężenia.

Różne czynniki geograficzne mogą wpływać na kształtowanie się zachmurzenia, a więc i opadów. Ponieważ ewentualny wpływ podłoża na procesy atmosferyczne odbywa się w powietrzu będącym w ruchu, efektów tego wpływu należy szukać raczej poza obiektami terenowymi, które go wywierają. Zagadnienie komplikuje ponadto ta okoliczność, że prędkość ruchu powietrza wzrastając zazwyczaj z wysokością jest większa w warstwie, w której rozwijają się chmury, niż przy powierzchni terenu. Kierunek ruchu na pewnej wysokości może również odbiegać niekiedy od obserwowanego na zwykłych stacjach naziemnych. Stąd poważna trudność w ustalaniu, czy i jak czynniki geograficzne oddziałują na rozkład i przebieg zachmurzenia oraz opadów.

W niniejszym opracowaniu wykorzystano, oprócz archiwalnych materiałów Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, szereg danych zebranych przez stacje zakładane na okres prac terenowych Katedry Klimatologii UW. Pomiaru opadu dokonywano na tych stacjach z pomocą deszczomierzy własnej konstrukcji o powierzchni recepcyjnej 100 cm² i o powierzchni przekroju pionowego ca 290 cm², a więc znacznie mniejszych od używanych na sieci państwowej deszczomierzy Hellmanna (przekrój pionowy ca 780 cm²). Równoległe pomiary wykazały, że opad mierzony przy pomocy obu typów tych przyrządów daje wynik porównywalny. Niestety znaczna część deszczomierzy używana w pracach polowych była niszczone, względnie pomiar musiał być odrzucony z innych powodów (wylewanie wody, nasypywanie piasku, przeważnie przez dzieci

itp.). Pełne serie pomiarów miesięcznych udało się zebrać tylko dla niektórych stanowisk pomiarowych i miesięcy.

W niniejszej pracy chodzi w zasadzie o wpływ podłoża, to znaczy wysokości, urzeźbienia i pokrycia terenu na opad, przekazywany pośrednio poprzez zmiany wywołane w charakterze zachmurzenia. Oddziaływanie podłoża musi wywołać o tyle istotne zmiany w strukturze chmur, aby nastąpiła zmiana w natężeniu już występującego opadu, względnie, aby doszło do jego pojawienia się lub zaniku. Ponieważ jednak deszczomierze używane w pracach polowych miały rozmaite usytuowanie topograficzne, można również podać wyniki wykazujące zróżnicowanie pomierzonych opadów w skali topoklimatycznej, a nie tylko w mezoklimatycznej. W pierwszym przypadku ma się na myśli zróżnicowanie ilości opadu spowodowane procesami aerodynamicznymi, które zostały wywołane istnieniem pobliskiej przeszkody na drodze przepływającego — zakłóconego ruchu — powietrza (topoklimatyczna skala zjawisk). Przy ogólnej tej samej ilości opadu jego część przenoszona jest zakłóconym ruchem powietrza z jednego miejsca w drugie. W przypadku, gdy liczymy się z różnymi ilościami opadów przypadającymi na różne obszary lub różne części dostatecznie dużego obszaru, wchodzi w grę skala co najmniej mezoklimatyczna. Nawiasem można dodać, że jeszcze innym zagadnieniem jest odpowiedź na pytanie: jaka ilość rzeczywistego opadu trafia do deszczomierza zależnie od jego kształtu, wielkości i sposobu ustawienia? Tą kwestią nie będziemy się tu w ogóle zajmować.

Względne różnice ilości opadu uwarunkowane różnym topograficznym położeniem danego miejsca w stosunku do średniej obliczonej ze wszystkich pomiarów (zespołu deszczomierzy rozlokowanych w danej miejscowości, okolicy) niezależnie od warunków topograficznych, przedstawia się jak w tabeli 1.

Dla zestawienia poniższej tabeli wykorzystano pomiary z około 40 deszczomierzy. Liczby mają charakter orientacyjny. Potwierdzają one podobne wyniki znane z literatury. Widoczna jest zgodność odchyień dla miejsc, których warunki aerodynamiczne są zbliżone. Szczyty form wypukłych i brzegi jeziora, gdzie notuje się zwykle większe prędkości wiatru powodujące przy zwiększonej turbulencji znoszenie opadających kropel deszczu, mają podobny, mniejszy opad. W przypadku istnienia osłony, odchylenia zmieniają znak na dodatni. Dane dla zbocza o ekspozycji NW wzbudzają pewną wątpliwość ze względu na odmienny znak i wysokie odchylenia skrajne (+48%). Taki wynik otrzymano z pomiarów na zboczu dość izolowanego i wysokiego pagórka w okolicy Szarejek. Może on nie być typowym dla większości podobnie zorientowanych zboczy.

Przy pomiarach prowadzonych pojedynczym deszczomierzem szczególnie istotny jest wybór odpowiedniego miejsca na jego ustawienie. Można

Tabela 1. Względne różnice opadu uwarunkowane topografią miejsca pomiaru w stosunku do średniej niezależnej od topografii (ze wszystkich deszczomierzy w danej miejscowości)

Table 1. Differences in precipitation caused by topography of measurement place in relation to the mean value (from all rain-gauges of neighbourhood)

Topograficzne położenie miejsca pomiaru. (Topographical position of measurement place)	Średnie różnice (Mean differences) %%	Skrajne różnice — z różnych miejscowości — %% (Extreme differences from different places — %%)
dominujące szczyty pagórków i krawędzie silnie eksponowane (predominant tops of hills and strongly exposed edges)	— 7	—3 do —11
niższe pagórki i formy wypukłe mniej eksponowane (lower hills and convex forms not so exposed)	— 1½	0 do — 3
pagórki, formy wypukłe — osłonięte np. lasem (hills and convex forms covered with woods)	+ 5	+1½ do +10
zbocza, ekspozycja NW slopes, exposition NW	+ 27	+5 do +48
„ W	— 11	—8 do —14
„ SE	— 6	—2 do —11
„ ENE	— 5	(tylko jedno stanowisko)
podstawa zboczy, w pobliżu pagórków (Base of slopes near hills)		
ekspozycja (exposition) N	+ 4	— ½ do +13
„ S	+ 5	dwa stan. — brak różnic
„ W	+ 4	+1½ do + 7
brzeg jeziora (lakeside) N	— 7	stanowisko pojed.
„ E	— 3	„
„ SE	— 8	„
„ SW	+ 8	„
osłonięty od ładu zadrzewieniem (with wood cover)		

przypuszczać, że często pomiary opadu prowadzone na różnych stacjach sieci państwowej mogą odbiegać znacznie od rzeczywistych reprezentatywnych wielkości dla danej okolicy. Powyższe rozważania są pożyteczne dla przypomnienia, że wykorzystane w niniejszej pracy materiały mogą być zniekształcone.

Z innych części niniejszej pracy wiemy, że wpływ jezior na stosunki termiczne i wilgotność powietrza jest wyraźny, choć złożony. Uwidacznia

się to także zwiększeniem frekwencji wiatrów wiejących od jezior w porze dziennej, co wskazuje na istnienie zjawisk bryzowych. Z większą prędkością wiatru obserwowaną w godzinach popołudniowych wiąże się niewątpliwie wzrost turbulentnego mieszania się powietrza i wobec tego intensywniejsza pionowa wymiana ciepła. W tej porze doby przenoszony w górę wpływ jeziora jest raczej ochładzający, przynajmniej w zasięgu niżej zalegających warstw. Wpływ ten może hamować prądy wstępujące i nie sprzyjać rozwojowi chmur. Wieczorem i w nocy, gdy w okolicy jeziora i nad nim jest cieplej, mogą zachodzić procesy sprzyjające rozwojowi chmur. Są one trudne do wykrycia. Niekiedy jednak, w dogodnych warunkach, dają się dostrzec nawet wizualnie. Uwidacznia się to w czasie ciszy lub bardzo słabego wiatru, wieczorem względnie o wschodzie słońca przy małym zachmurzeniu. W kilku pojedynczych przypadkach po zachodzie obserwowano powstający i rozrastający się nad jeziorem Śniardwy pojedynczy kłęb (bubble) białego, pozbawionego cieni obłoku. Nad ranem natomiast obserwowano, jak nocna mgła nadjezierna skłębiała się miejscami, unosila się tworząc wąską wyciągniętą ukośnie ku górze ławicę Stratus, której koniec rozpadał się na strzępy — typowe Stratus fractus. Te ostatnie przekształcały się stopniowo (już po wschodzie słońca) w Cumulus fractus i kolejno dalej w klasyczne Cumulus humilis. Ten proces odbywał się po bezchmurnej nocy, a w 4—5 godzin po wschodzie słońca i z tych chmur (Cumulus humilis), które przejściowo pokrywały niebo w ca 7/10, nie pozostało śladu. Ostatnie chmurki Cu zanikały daleko poza jeziorem, nisko nad horyzontem. Tak więc jeziora, przynajmniej większe, a zapewne w nie mniejszym stopniu kompleksy niektórych bagien, mogą wpływać zarówno na stosunki termiczne i wilgotnościowe, jak i bezpośrednio na rozwój chmur, powstających czasem z nocnej mgły.

ZACHMURZENIE

Na podstawie innych opracowań można przypuszczać, że jeśli ma być mowa o wpływie jezior na zachmurzenie, to należy się zająć jego wielkością w poszczególnych terminach obserwacyjnych. Dla wybranych stacji stopień zachmurzenia ilustruje tabela 2. Umieszczono w niej stacje otaczające Wielkie Jeziora oraz znajdujące się w ich sąsiedztwie. Trzeba podkreślić, że określony stopień zachmurzenia nie uwzględnia żadnego zróżnicowania chmur ani według ich rodzajów, ani pięter występowania, gdyż bardziej szczegółowa charakterystyka chmur nie jest notowana na stacjach klimatologicznych. Ta okoliczność nie sprzyja wyjaśnieniu interesującego nas zagadnienia, ponieważ chmury wysokie i być może średniej wysokości, nie są uwarunkowane wpływem jezior. Ten ostatni mógł

się zaznaczyć w zachmurzeniu przez chmury niskie, które nie są w obserwacjach wyodrębnione.

Zwraca uwagę duży stopień zachmurzenia w miejscowościach położonych w obrębie wzniesień bardziej eksponowanych ku północy: Gołdap i Biskupiec. W niektórych terminach obserwacyjnych lub nawet we wszystkich trzech notuje się w Biskupcu największe zachmurzenie we wszystkich wybranych miesiącach (VII i VIII. 1962 r. i VII. 1963 r.). W Gołdapi ma to miejsce tylko w lipcu i sierpniu 1962 r. Pogoda była wtedy chłodna i dżdżysta i kształtowała się głównie pod wpływem chłodnych morskich mas powietrznych. W lipcu 1963 r., miesiącu upalnym o znacznie mniejszym zachmurzeniu, jego stopień jest w Gołdapi przeciętny lub nawet niższy, aniżeli na niektórych innych stacjach. Ma tu widocznie znaczenie, przy adwekcji z sektora od W do N, ekspozycja wzniesień kompleksu wzgórz Szeskich.

Tabela 2. Średni stopień zachmurzenia (VII—VIII. 1962 r., VII. 1963 r.)
Table 2. Mean cloudiness (VII—VIII. 1962, VII. 1963)

	Lipiec 1962 July 1962			Sierpień 1962 August 1962			Lipiec 1963 July 1963		
	7	13	21	7	13	21	7	13	21
Gołdap	8,0	7,7	6,7	8,0	7,9	6,5	5,4	4,8	4,7
Olecko	7,5	7,8	6,4	7,6	7,4	7,1	6,3	6,1	6,0
Szczuczyn	7,3	8,0	6,3	7,6	7,8	5,6	5,6	5,7	5,1
Kolno	6,1	7,6	5,8	7,0	8,3	5,2	5,0	4,3	4,0
Myszyniec	6,7	7,1	5,4	7,5	6,7	6,2	4,8	5,1	4,2
Szczytno	6,5	5,0	5,0	6,2	5,7	4,8	4,4	4,4	3,7
Biskupiec	7,7	7,2	9,2	8,1	7,4	8,7	6,8	6,5	7,5
Kętrzyn	7,1	7,3	6,1	7,1	7,2	6,1	5,6	5,3	6,1
Giżycko	7,3	7,0	6,2	7,5	7,3	5,8	5,5	4,4	4,9
Prynowo							6,1	5,0	5,1
Olszewo							6,0	5,8	5,1
Mikołajki	7,3	7,6	6,2	7,4	7,5	5,8	5,4	5,8	5,0
Dziubiele							5,8	5,6	5,0
Nowe Guty							6,4	6,3	5,2
Pisz	7,5	7,5	6,7	7,5	7,2	6,7	6,2	5,3	5,8
Szeroki Ostrów							5,8	5,4	5,2

Znaczny stopień zachmurzenia jest również w Biskupcu, nawet w upalnym lipcu 1963 r. nie obniża się więcej, niż 6,5 przy tym maksimum występuje zawsze wieczorem. Widocznie rozwój chmur w godzinach popołudniowych jest tak duży, że ich rozpad trwa do późnych godzin nocnych.

Inaczej jest w Gołdapi i we wszystkich miejscowościach położonych w pobliżu Wielkich Jezior (z wyjątkiem Mikołajek). Tu dobowe maksimum zachmurzenia występuje w godzinach rannych. Podobnie jest w Szczytnie, w pobliżu zaczynających się tu obszarów większych bagien. Być może, iż to przesunięcie największego zachmurzenia na okres porannej obserwacji jest śladem wpływu jezior. W Gołdapi byłby to raczej wpływ Bałtyku, pobliskich mokradeł nad Pregołą i Niemnem. Zaznacza się on również w Prynowie.

Dla rozważań o zachmurzeniu i opadach istotne jest uwzględnienie kierunku spływu powietrza panującego w danym okresie. O nim informuje tabela 3.

Tabela 3. Panujące kierunki spływu powietrza
Table 3. Predominant direction of air flow

Liczba przypadków Number of cases	Lipiec 1962 July 1962		Sierpień 1962 August 1962		Lipiec 1963 July 1963	
	≥ 10	9—5	≥ 10	9—5	≥ 10	9—5
1000 mb — 00 GMT	NW	SW	—	W,SW	—	(N—x4)
— 12 GMT	—	NW,SW	—	W,NW	—	N
700 mb — 00 GMT	NW,SW	—	W,SW	—	SW	NW

W poziomie 1000 mb było najwięcej bezgradientowych sytuacji w lipcu 1963 (kilkanaście) i w sierpniu 1962 (około 10). W poziomie 700 mb o 00^h GMT było ich zaledwie po kilka (4—5) w lipcu 1962 i 1963 r.

Interesujący obraz dają poszczególne mapki liczby przypadków zachmurzenia: 0 do < 2 — nieba pogodnego i 2 do < 5 — nieba dość pogodnego w I i III terminie obserwacji (7^h, 21^h) oraz liczba przypadków 5 do < 8 — nieba chmurnego i ≥ 8 — nieba pochmurnego we wszystkich trzech terminach obserwacji klimatologicznych. Rano, najwięcej przypadków nieba pogodnego jest w okolicy Kolna i Kisielnicy (25, 27) oraz Szczytna (22) — to znaczy w południowej części badanego obszaru, zaś nieba dość pogodnego — na linii Olsztyn—Biskupiec—okolice Śniardw (20 lub nieco więcej przypadków), to znaczy w miejscach, gdzie było najmniej ranków pogodnych (w Biskupcu 0). Ponieważ podane liczby przypadków — w nawiasach — jak i użyte do wykreślenia mapek (fig. 1—10) stanowią sumę przypadków z poszczególnych terminów obserwacyjnych za trzy miesiące łącznie (VII. 1962 r. + VIII. 1962 r. + VII. 1963 r.) z danym stopniem zachmurzenia, wobec tego, aby przejść do wielkości względnych, należy je odnosić do 93, jako sumy wszystkich obserwacji w danym terminie w ciągu trzech miesięcy. Dość pogodne niebo obserwowano więc w Olsztynie,

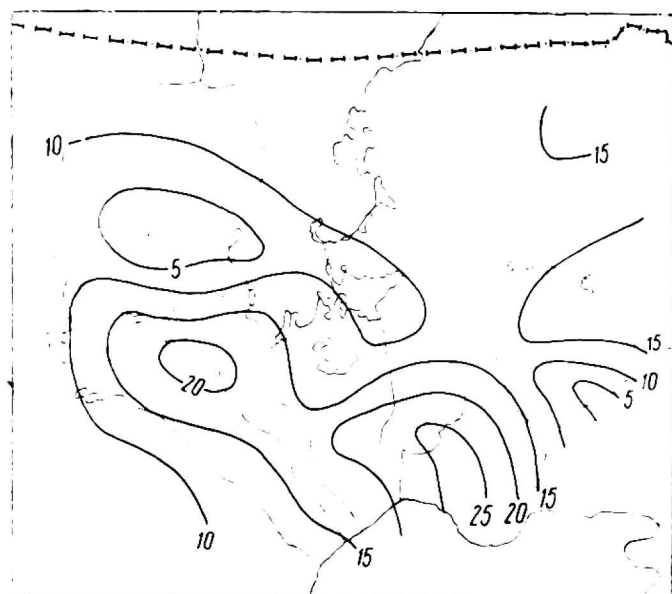


Fig. 1

Niebo pogodne ($< 2/10$) 7h Liczba przypadków (VII—VIII. 1962—VII. 1963)
Clear sky ($< 2/10$) 7h Number of cases (VII—VIII. 1962—VII. 1963)

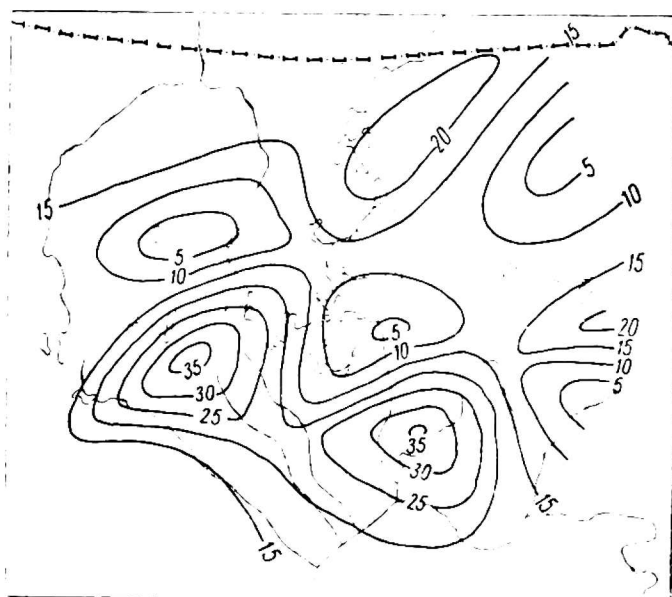


Fig. 2

Niebo pogodne ($< 2/10$) 21h Liczba przypadków (VII—VIII. 1962—VII. 1963)
Clear sky ($< 2/10$) 21h Number of cases (VII—VIII. 1962—VII. 1963)

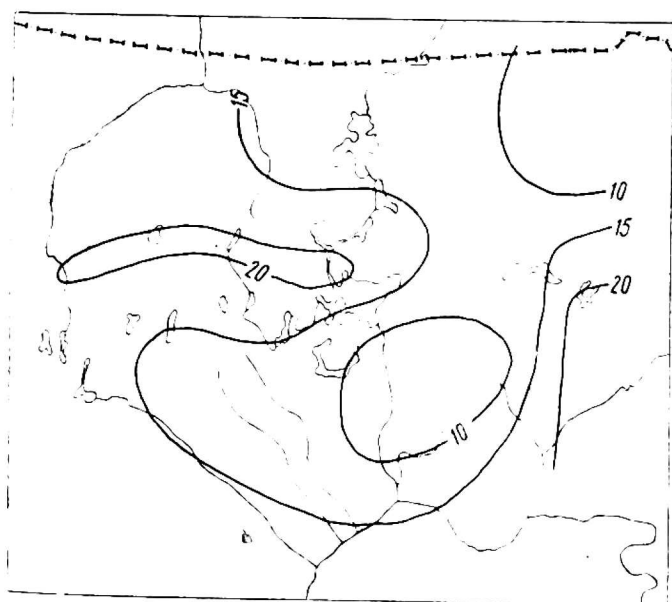


Fig. 3

Dość pogodnie ($2/10 - < 5/10$) Liczba przypadków 7h (VII—VIII. 62, VII. 63)
Fairly clear sky ($2/10 - < 5/10$) Number of cases 7h (VII—VIII. 62, VII. 63)

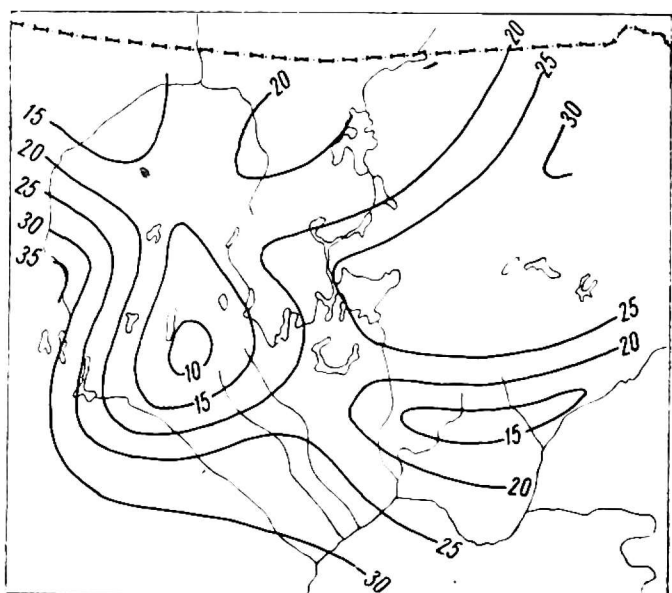


Fig. 4

Dość pogodnie ($2/10 - < 5/10$) Liczba przypadków 21h (VII—VIII. 62, VII. 63)
Fairly clear sky ($2/10 - < 5/10$) Number of cases 21h (VII—VIII. 62, VII. 63)

Biskupcu i Mikołajkach średnio co najmniej co 5 dzień, rano. Taką samą frekwencją mają ranki pogodne (zachmurzenie 0—2) w Szczytnie.

Wieczorów pogodnych jest w Szczytnie jeszcze więcej, bo 38, a więc 40% i prawie tyle samo w Kolnie. Mało ich jest w Biskupcu, Olecku i nad Śniardwami. Natomiast wieczorów z zachmurzeniem od 2 do < 5 jest mało zarówno w Biskupcu, jak i Szczytnie i Kolnie (od 8 do 15%) więc inaczej niż rano, kiedy okolice Biskupca i Szczytna zachowały się niezgodnie. Zachmurzenie tego stopnia wielkości występowało często w ob-

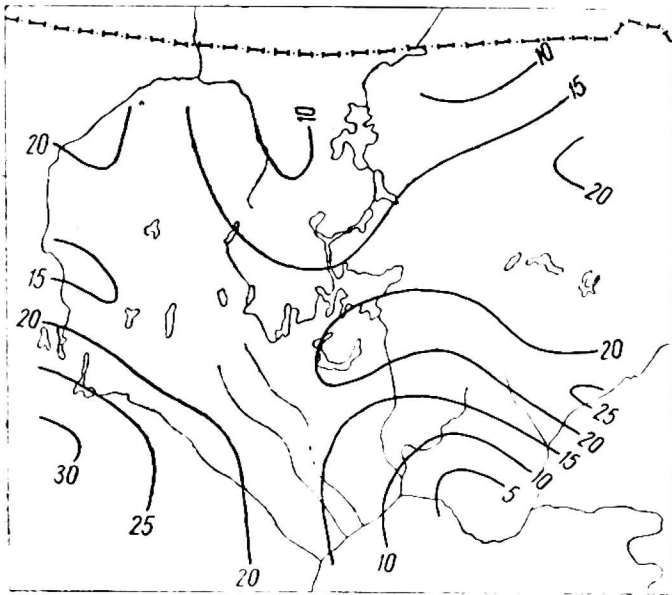


Fig. 5

Chmurno (5/10 — < 8/10) Liczba przypadków 7h (VII—VIII. 62, VII. 63)
 Cloudy sky (5/10 — < 8/10) Number of cases 7h (VII—VIII. 62, VII. 63)

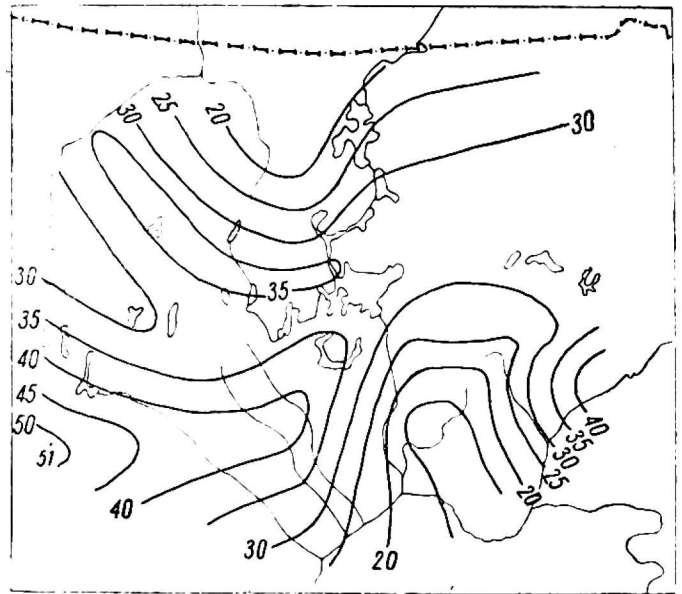


Fig. 6

Chmurno (5/10 — < 8/10) Liczba przypadków 13h (VII—VIII. 62, VII. 63)
 Cloudy sky (5/10 — < 8/10) Number of cases 13h (VII—VIII. 62, VII. 63)

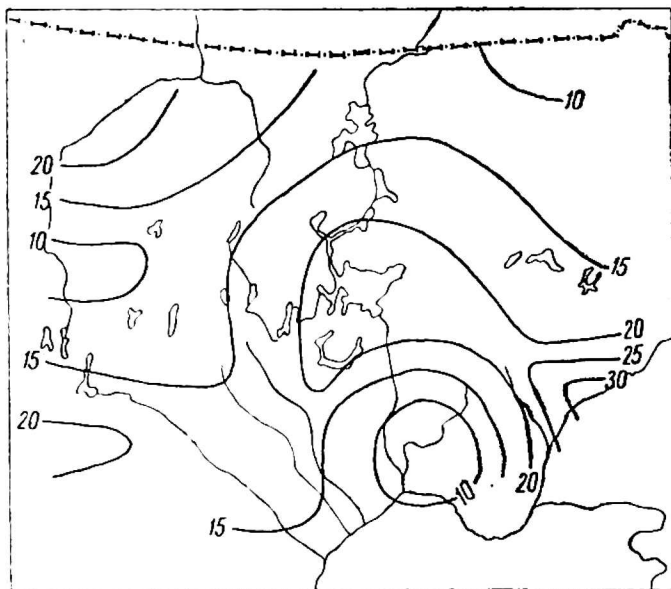


Fig. 7

Chmurno (5/10 — < 8/10) Liczba przypadków 21h (VII—VIII. 62, VII. 63)
 Cloudy sky (5/10 — < 8/10) Number of cases 21h (VII—VIII. 62, VII. 63)

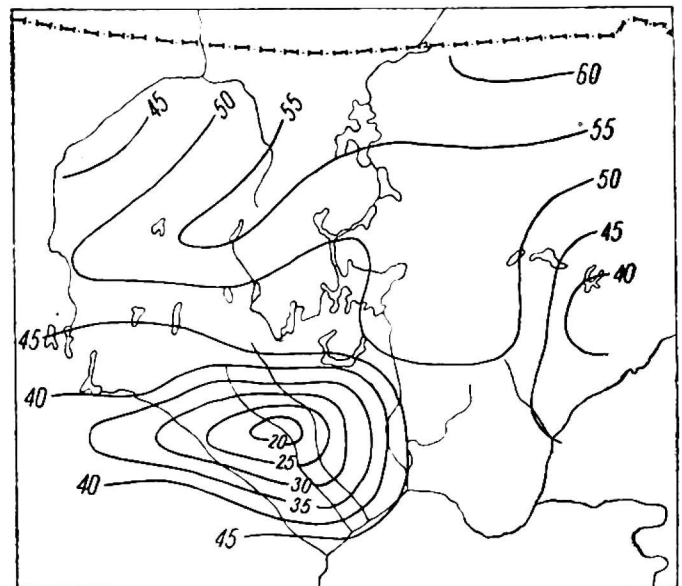


Fig. 8

Pochmurno ($\geq 8/10$) Liczba przypadków 7h (VII—VIII. 62, VII. 63)
 Very cloudy sky ($\geq 8/10$) Number of cases 7h (VII—VIII. 62, VII. 63)

szarze południowej części Wielkich Jezior i na wschód od nich wzrastając koło Olecka do 30 przypadków (ca 32%). Liczba przypadków dość pogodnych wieczorów wzrasta również ku wschodowi w profilu od Kętrzyna poprzez Mamry i dalej położone wzniesienia ku Olecku (fig. 1—4). Obszar dużej części zachmurzenia tej wielkości obejmuje raczej niżej położone tereny, które, niezależnie od hipsometrii, są położone na wschód od Wielkich Jezior, to znaczy, że są przesunięte zgodnie z kierunkiem przeważającego splywu powietrza. Wydaje się, że mamy tu ślad wpływu jezior.

Stopień zachmurzenia 5 do < 8 „chmurno” (fig. 5, 6, 7) jest rano najczęściej notowany w Nidzicy reprezentującej peryferię wzniesień Góry Dylewskiej (częstość 34%), poza tym w pobliżu południowej części Śniardw i na wschód od nich (ca 27%). W południe częstotliwość przypadków nieba chmurnego silnie wzrasta szczególnie w okolicy Nidzica — Myszyniec — Śniardwy oraz w pasie Lidzbark Warmiński — Biskupiec — Śniardwy. W Biskupcu liczba przypadków z takim zachmurzeniem podwaja się w okresie między terminami porannym i południowym (fig. 5—6). Pod wieczór częstotliwość zachmurzenia 5 do < 8 powszechnie maleje, jednak najmniej koło Śniardw i na wschód, względnie południowy wschód od nich. W tym obszarze mamy maksimum częstości występowania wieczorów chmurnych, co przypomina omówioną wyżej sytuację z zachmurzeniem 2 do < 5 (porównaj mapki fig. 4 i 7). W obu przypadkach Śniardwy i tereny położone na wschód, bądź z odchyleniem ku północy, bądź ku południowi, mają największą częstotliwość wieczorów dość pogodnych i chmurnych. Na profilu Śniardwy — Osowiec i Śniardwy — Olecko występują tereny przeważnie niżej położone. Trudno więc dopatrywać się wpływu hipsometrii na omawiany rozkład zachmurzenia. W czasie wieczornej obserwacji notowany jest największy kontrast temperatur powietrza w okolicy jezior i z dala od nich. Poza termicznym oddziaływaniem cieplejszych wieczorem wód jeziornych trzeba się liczyć z intensywnym zapewne wzbogacaniem powietrza w parę wodną i to nie tylko samych jezior, ale również — może nawet przede wszystkim — różnych miejsc podmokłych, torfowisk, szuwarów itp. Występowanie maksymalne częstości zachmurzenia średnich stopni zachmurzenia (łącznie 2 do < 5 i do < 8) na obszarze obejmującym południową część regionu Wielkich Jezior, tereny położone na wschód od nich oraz nad Biebrzą wskazują, że rozkład przestrzenny tych pośrednich stopni zachmurzenia jest najprawdopodobniej skutkiem wpływu jezior i bagien. Częstotliwość występowania nieba dość pogodnego i chmurnego łącznie w czasie wieczornej obserwacji wynosi tu: w Mikołajkach i Piszcu po ca 52%, w Olecku 46%, w Szczuczynie 49%, w Osowcu 52%, w miejscowości Biebrza 59%. Do stacji reprezentujących okolice północnej części Wielkich Jezior należy Giżycko z 36% częstotliwości tych stopni zachmurzenia. Tyle samo jest w Kętrzynie (37%). Natomiast we wszystkich miejscowościach położonych z dala od jezior częstotliwość ta jest wyraźnie mniejsza: w Biskupcu 27%, Kolnie 19%, Szczytnie 22% i tylko w Nidzicy, w sąsiedztwie wzgórz Dylewskich dużo, aż 56%.

Podane liczby nabierają większej wymowy, jeśli je porównać z odpowiednimi wielkościami dla wieczorów pogodnych biorąc jednocześnie pod uwagę geograficzne usytuowanie stacji (fig. 2): Szczytno 41%, Kolno 38%

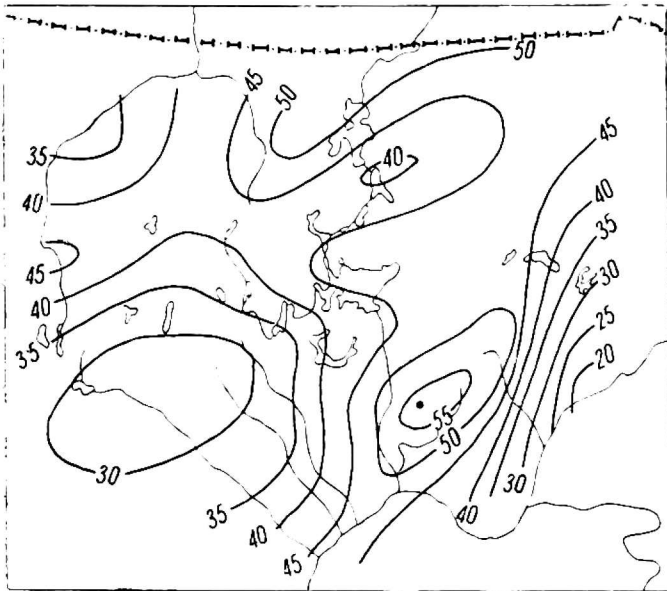


Fig. 9

Pochmurno ($\geq 8/10$) Liczba przypadków 13h (VII—VIII. 62, VII. 63)
 Very cloudy sky ($\geq 8/10$) Number of cases 13h (VII—VIII. 62, VII. 63)

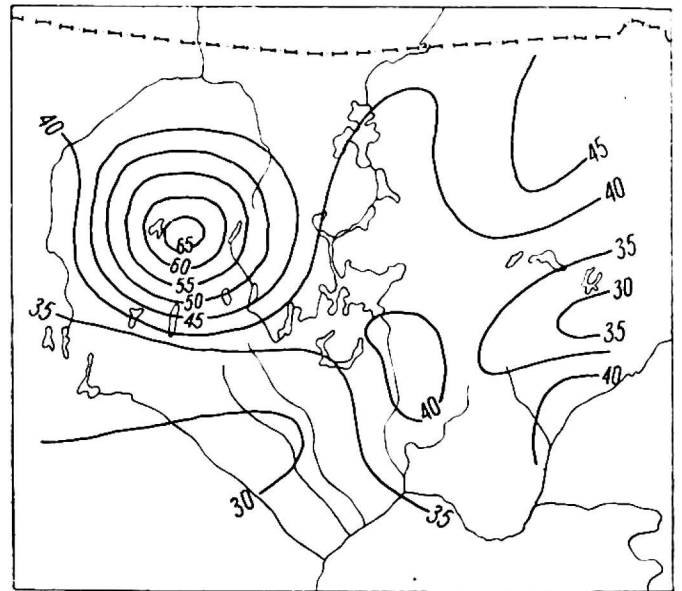


Fig. 10

Pochmurno ($\geq 8/10$) Liczba przypadków 21h (VII—VIII. 62, VII. 63)
 Very cloudy sky ($\geq 8/10$) Number of cases 21h (VII—VIII. 62, VII. 63)

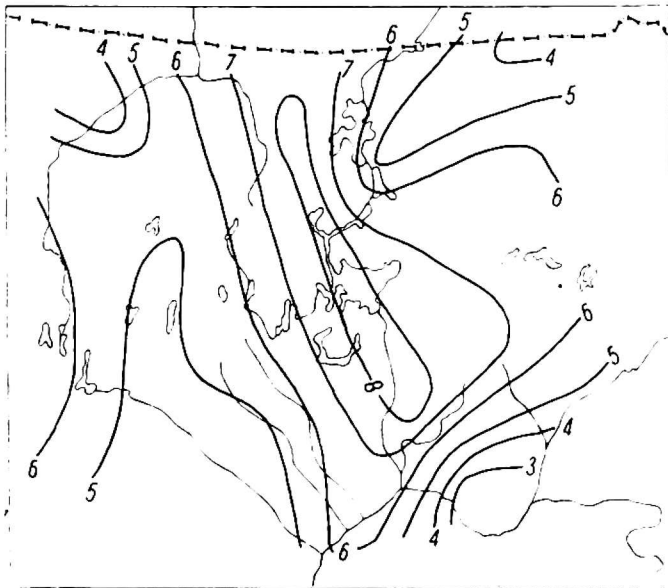


Fig. 11

Stopień zachmurzenia 30. VII. 62, 13h
 Cloudiness on the 30-th of July 1962, 13h

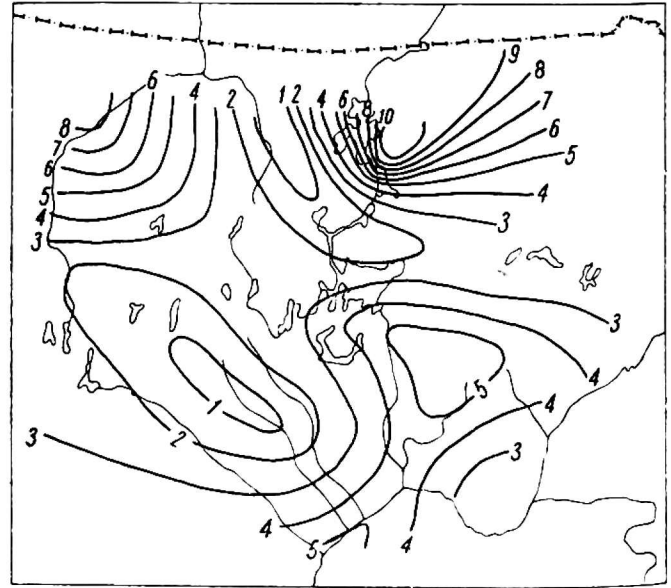


Fig. 12

Stopień zachmurzenia 9. VIII. 62, 7h
 Cloudiness on the 9-th of August 1962, 7h

oraz Pisz 4%, Mikołajki 12%, Osowiec 1%; tylko w Biebrzy i Szczuczynie jest więcej — 21% i 15%.

Pogoda pochmurna (≥ 8) patrz fig. 8—10 jest najczęściej notowana na północy rano i wieczorem, w południe — w okolicy wysoczyzny Kolneńskiej, najrzadziej koło Szczytna, Myszyńca i Biebrzy. W okolicy Wielkich Jezior rano formuje się „zatoka” większej nieco częstości wkraczająca od północy w obszar położony na wschód od jezior. Wieczorem wzdłuż ciągu jezior powstaje zatoka mniejszych wartości skierowana na północ, a dru-

ga — nieco większych wartości — na południe, w obu przypadkach w porównaniu z terenami sąsiednimi (fig 10). Zatoka skierowana na północ sygnalizuje przypuszczalnie wpływ jezior polegający na zmniejszeniu stopnia zachmurzenia, dużego na północy (czynnik termiczny); zatoka wyciągnięta na południe w obszar mniejszej częstotliwości dużego zachmurzenia jest zapewne efektem miejscowego wzbogacania powietrza w parę wodną. Wieczorem zaznaczałby się w ten sposób wyrównujący wpływ jezior na frekwencję występowania dużego zachmurzenia w okresie pomiędzy terminami obserwacji południowej i wieczornej. Jasne jest przecież, że notowanie stanu nieba odnosi się do procesów, które zachodziły wcześniej. Można sądzić, że gdyby termin obserwacji wieczornej przypadał na porę poprzedzającą zachód słońca, to istniejące wówczas kontrasty byłyby większe od efektów przetrwałych do 21^h będących już w fazie zaniku.

Duże zachmurzenie (≥ 8) rozwija się, jak widać, głównie nad obszarami bardziej wzniesionymi i eksponowanymi na adwekcję świeżych mas powietrza, w których środowisku warunki sprzyjają rozwojowi chmur. Wniosek ten potwierdzają liczby tab. 4.

Tabela 4. Częstość występowania zachmurzenia $\geq 8/10$ (VII—VIII. 1962 r., VII. 1963 r.)
Table 4. Frequency of cloudiness $\geq 8/10$ (VII—VIII. 1962, VII. 1963)

	7 ^h	13 ^h	21 ^h	Srednia dzienna Daily mean
Biskupiec	60%	43%	73%	59%
Kętrzyn	60	55	47	54
Gołdap	66	54	47	58
Kolno	52	61	43	52
Mikołajki			38	47
Pisz	ca 54	48	44	49
Szczytno	50	27	37	35
Myszyniec	18	34	31	26
Szczuczyn	50	54	33	46
Biebrza	37	28	28	31

Na stacjach bardziej wysuniętych na północ zachmurzenie jest szczególnie duże. W Biskupcu, poza wpływem podobnym do tego, jaki ma miejsce w Kętrzynie i Gołdapi (położenie w pierwszym planie ekspozycji przy adwekcji z sektora NW świeżych mas powietrza morskiego) przejawia się również skutek rozwoju intensywnej konwekcji występującej w późniejszych godzinach popołudniowych. W Szczuczynie, Kolnie, Myszyńcu przebieg zachmurzenia odpowiada normalnemu okresowi konwekcji dziennej wczesnej (łatwość nagrzewania i ochładzania podłoża). W Szczytnie poło-

żonym u skraju tej samej wysoczyzny, na której znajduje się Biskupiec, przebieg dużego zachmurzenia jest zbliżony, choć jego stopień mniejszy, a maksimum przesunięte na inny termin. W Mikołajkach i Pieszku, gdzie nie mogło być większego ochłodzenia nocnego (możliwie również w Szczytnie i Biebrzy), przejawia się miejscowy wpływ wzbogacenia powietrza w parę i być może nocnej konwekcji.

Dotychczasowe rozważania oparte na porównaniu częstości występowania różnych stopni zachmurzenia w określonych terminach w trzech miesiącach (wybranych) mogą dać tylko ogólny orientacyjny pogląd na jego rozkład. W poszczególnych dniach zachmurzenie kształtuje się różnie, co widać z poniżej podanych przykładów:

1. Dnia 30. VII. 1962 r. przy słabo zaznaczającym się spływie z NW na poziomie 700 mb (00^h GMT) i wiatrach dolnych przeważających z tegoż kierunku, najmniejsze zachmurzenie w południe (13^h) występowało na zachód i wschód od Wielkich Jezior (fig. 11). Największe zachmurzenie rozwijało się w wąskim pasie ciągnącym się od Kętrzyna do Kolna. Nie biorąc pod uwagę chmur wysokich, na czterech stacjach synoptycznych (Olsztyn, Kętrzyn, Mikołajki, Ostrołęka) notowano w tym czasie tylko chmury Cu, a w Mikołajkach dodatkowo Ac i Sc. W tym terminie obserwacyjnym zarejestrowano na linii największego zachmurzenia niższe temperatury powietrza (Kętrzyn 16,4, Mikołajki 15,8°C) od temperatur mierzonych w tym czasie w zachodniej i wschodniej części rozpatrywanego obszaru (Biskupiec 20,7, Gołdap 18,7°C). Wiatry w tym pasie osiągały nieco większą prędkość 3 m/sek., podczas gdy w Olsztynie 1 m/sek. podobnie, jak i w innych miejscach. Tylko w Gołdapi było 2 m/sek. Interesujący nas obszar zajmowała w tym dniu centralna część wyżu (1022 mb). Kętrzyn leży w miejscu obniżonym w porównaniu z sąsiednimi terenami. Tędy odbywał się, jak się wydaje „wlew” chłodniejszego powietrza (obfitszy lub wcześniejszy) skierowany wzdłuż doliny Gubra w obniżenie Wielkich Jezior z NW na SE. O zróżnicowaniu zachmurzenia decydowała hipsometria podłoża sprzyjająca przy małych gradientach barycznych wkroczeniu płytkiej chłodniejszej strugi powietrznej. Jej wtargnięciu mogła towarzyszyć wzmożona turbulencja, która przyczyniła się do rozwoju większego zachmurzenia.

2. Dnia 9. VIII. 1962 r. teren badań znajdował się pod wpływem wału podwyższonego ciśnienia o kierunku równoleżnikowym (12 GMT — 1020 mb). Na poziomie 700 mb odbywał się spływ z SW; w dole rano z SW, później z W. W terminie rannym przy słabych wiatrach notowano Ac w Olsztynie, Ostrołęce i Mikołajkach, w Orzyszu Cu. W Kętrzynie nie było w ogóle chmur.

Minimum zachmurzenia wystąpiło:

- na linii Olsztyn—Szczytno—Myszyniec
- na linii Kętrzyn—Mikołajki.

W pierwszym przypadku w „cieniu” Garbu Lubawskiego, w drugim — wzniesień okolicy Biskupca, i tu i tam w odległości 40—50 km za wzniesieniami idąc w kierunku dolnych wiatrów (fig. 12). W południe, przy większych prędkościach wiatru (do 9 m/sek.) o kierunkach przeważnie z W, na wschód od bruzdy najmniejszego zachmurzenia (Kętrzyn—Biskupiec—Szczytno—Kisielnica) wzrasta ono wyraźnie w okolicy Orzysza i Gołdapi. Wszędzie występują przede wszystkim chmury Cu; jest ich najwięcej na wschód od Krainy Wielkich Jezior i to bez wyraźnego związku z hipsometrią tej okolicy. W tym czasie temperatura powietrza zmierzona na wysokości 1/2 m nad wodą w pobliżu Szerokiego Ostrowia wynosi 20,7°C, a wody jeziornej 21,6°C (na ca 10—20 cm głębokości). Przy różnicy temperatur na styku powietrze—woda zachodzi nad jeziorem niewątpliwie intensywne parowanie, wzbogacanie powietrza w parę wodną. Wzrost zachmurzenia na wschód od Wielkich Jezior w odległości ca 10—40 km od nich jest przypuszczalnie wynikiem tego miejscowego procesu (fig. 13). Wieczorem (fig. 14) prędkość wiatru maleje. Na większości stacji o 21^h panuje cisza. Zachmurzenie reprezentują chmury Sc. Jest ono największe nad Śniardwami i nieco na wschód od nich oraz w okolicy wzgórz Szeskich. Te ostatnie są najwyższym wzniesieniem w opracowanym terenie, a jednocześnie wysunięte najbardziej na północ i znajdują się przy spływie zachodnim (względnie południowo-zachodnim) na drodze powietrza przemieszczającego się ponad dość wilgotnymi nizinami dorzeczy Łyny i górnej Węgorapy (względnie nad Krainą Wielkich Jezior). Występowanie największego zachmurzenia nad wzgórzami Szeskimi jest zrozumiałe; natomiast zagadnienie wykształcenia drugiego maksimum w miejscu gdzie brak wzniesień na wschód od Śniardw nie wyjaśnia w żaden sposób hipsometria. Rozwija się ono chyba wyłącznie pod wpływem oddziaływania jezior na procesy chmurotwórcze. Różnica temperatur woda—powietrze jest niewątpliwie większa wieczorem niż poprzednio w południe. Ponieważ panuje cisza, względnie bardzo słabe wiatry, efekt wpływu jeziora występuje w jego bezpośrednim sąsiedztwie, bliżej niż poprzednio w południe.

3. Dnia 17. VIII. 1962 r. w terminie południowym (12^h GMT) panowała w zasadzie sytuacja bezgradientowa, z tym, że na poziomie 700 mb (00^h GMT) zaznaczał się spływ z SW. Na zachodzie i południu obserwowano chmury Cb i Cu, a na niektórych stacjach zanotowano nawet burze, na pozostałych — Cu i Sc. Nad Szerokim Ostrowem burza przeszła w noc, a opad trwał do 5^h, wiatry były słabe. Temperatury wody w jeziorze (16,5—

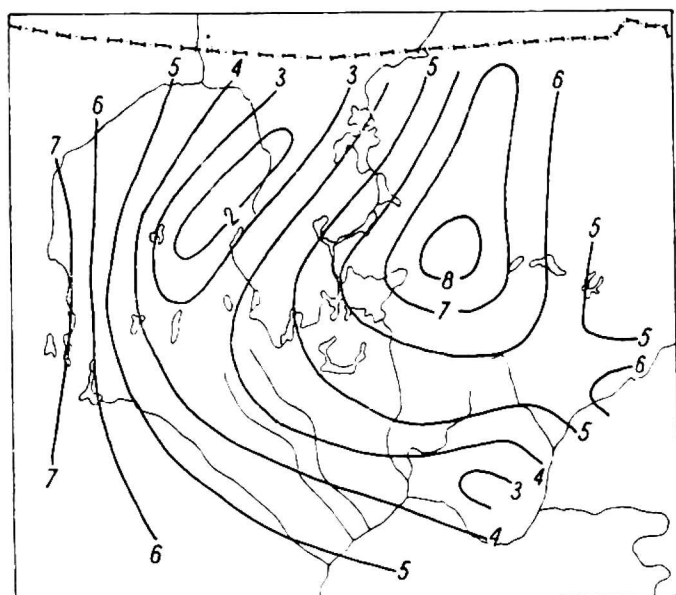


Fig. 13

Stopień zachmurzenia 9. VIII. 62, 13h
Cloudiness on the 9-th of August 1962,
13h

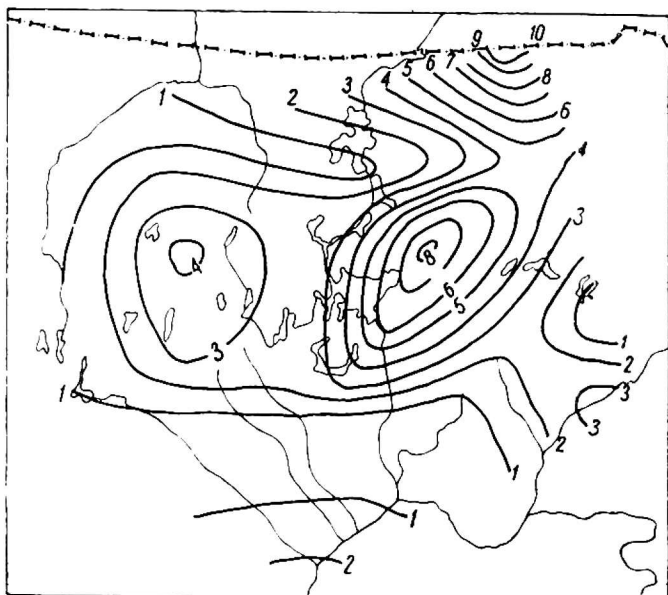


Fig. 14

Stopień zachmurzenia 9. VIII. 62, 21h
Cloudiness on the 9-th of August 1962,
21h

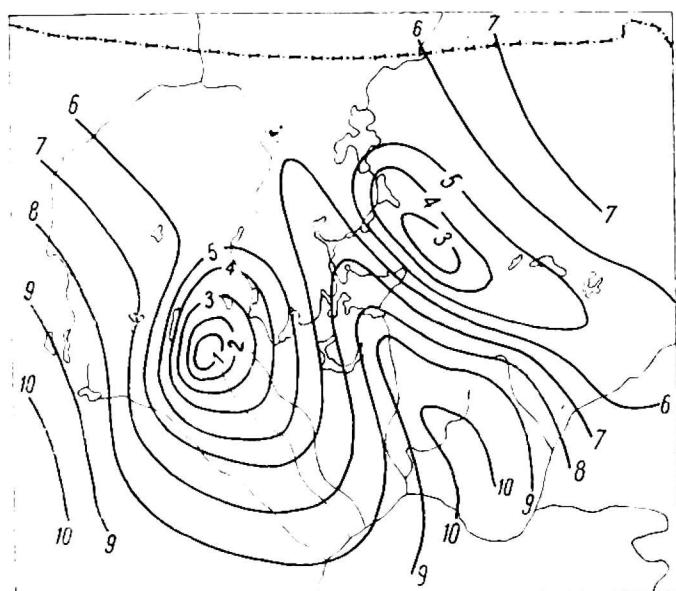


Fig. 15

Stopień zachmurzenia 17. VIII. 62, 13h
Cloudiness on the 17-th of August 1962,
13h

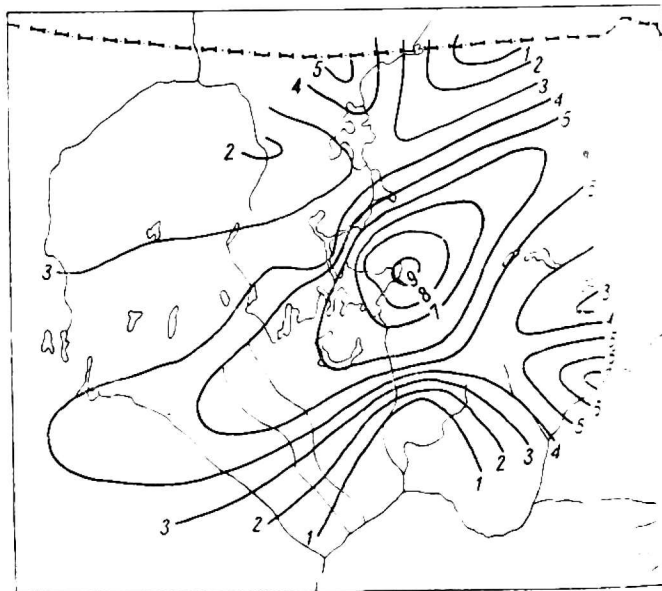


Fig. 16

Stopień zachmurzenia 21. VII. 63, 7h
Cloudiness on the 21-st of July 1963, 7h

— $16,6^{\circ}\text{C}$ koło Szerokiego Ostrowia) były wyższe od temperatury powietrza nad wodą do ca 9—10^h (najniższą temperaturę powietrza zanotowano o 6^h i wynosiła $15,1^{\circ}\text{C}$; $16,6^{\circ}\text{C}$ o 9^h; $17,4^{\circ}\text{C}$ o 10^h). W terminie południowym temperatura powietrza nad jeziorem (na wysokości ca 1/2 m) wynosiła $24,0^{\circ}\text{C}$, wody $16,6^{\circ}\text{C}$. W tych warunkach wobec dużych kontrastów termicznych podłoże—powietrze nad jeziorem zachmurzenie było duże w nocy i nad ranem (nocna burza, opad do 5^h), a potem w godzinach przedpołudniowych zaczęło maleć. Klin dużego zachmurzenia ciągnący się od Wyżyny Kolneńskiej przerzedzał się i zanikał nad jeziorem (fig. 15).

4. Dnia 21. VII. 1963 r. opracowany teren znajdował się pod wpływem wschodniej części wyżu (po przejściu chłodnego frontu dnia poprzedniego). W tym dniu rejestrowano wiatry słabe rano z kierunku W, a po południu i wieczorem — z NW. Ogólnie biorąc na poziomie 700 mb przeważał spływ z NW; na 1000 mb — z NW i N. Temperatura wody w jeziorze i powietrza nad wodą (Szeroki Ostrów) wynosiła:

	I (7 ^h)	II (13 ^h)	III (21 ^h)
t wody (strefa przybrzeżna)	21,0°C	23,7°C	20,4°C
t powietrza (1/2 m nad wodą)	16,7°C	19,7°C	17,0°C
$t_w - t_p$	4,3°C	4,0°C	3,4°C

Obszar największego zachmurzenia w kształcie „wału” chmur z Cu oraz Sc i Ac w sąsiedztwie Śniardw rozciągał się rano od Nidzicy po Olecko (fig. 16); w południe zachodnie skrzydło tego wału przesunęło się ku północy na linię Lidzbark Warmiński—Biskupiec—Mikołajki—Olecko (fig. 17); wieczorem skurczył się do izolowanej „wyspy” chmur złożonej głównie z Ac i As w pobliżu Śniardw, z maksymalnym stopniem zachmurzenia na południe od nich. W Kętrzynie notowano tylko Ci (fig. 18). W tym przypadku zbieżność występowania maksymalnego w tym dniu zachmurzenia z obszarem Śniardw, których wody (przybrzeżne przynajmniej) były stale cieplejsze niż powietrze nad nimi, usuwa, jak się zdaje, wszelkie wątpliwości co do istnienia wpływu większych zbiorników wodnych na rozwój zachmurzenia. Wieczorem zaznacza się również większe zachmurzenie w okolicy Osowca położonego wśród bagien nadbiebrzańskich.

Nie wszystkie przyczyny i szczegóły kształtowania się zachmurzenia w okolicy Krainy Wielkich Jezior Mazurskich dały się wytłumaczyć na podstawie posiadanych materiałów. Katedra Klimatologii prowadzi obserwacje zmierzające do zebrania szczegółowych i dokładnych materiałów dotyczących zachmurzenia. W tym celu dokonano w pojedynczych punktach zdjęć fotograficznych typu „all sky” (z pomocą urządzenia własnej konstrukcji). Punkty tego rodzaju obserwacji były jednak izolowane i wykorzystanie dość licznych materiałów jest jeszcze przedwcześnie.

OPAD

Rozkład opadów w okolicy Krainy Wielkich Jezior Mazurskich przedstawiają mapki sum miesięcznych (fig. 19, 21, 22, 24); mapki liczby dni z opadem ≥ 5 mm (fig. 20, 23) oraz kilka map opracowanych dla pojedynczych dni.

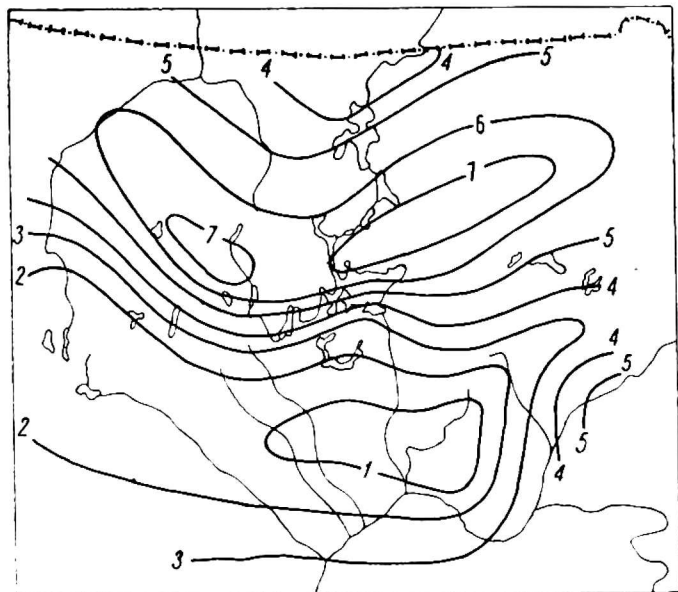


Fig. 17

Stopień zachmurzenia 21. VII. 63, 13h
Cloudiness on the 21-st of July 1963,
13h

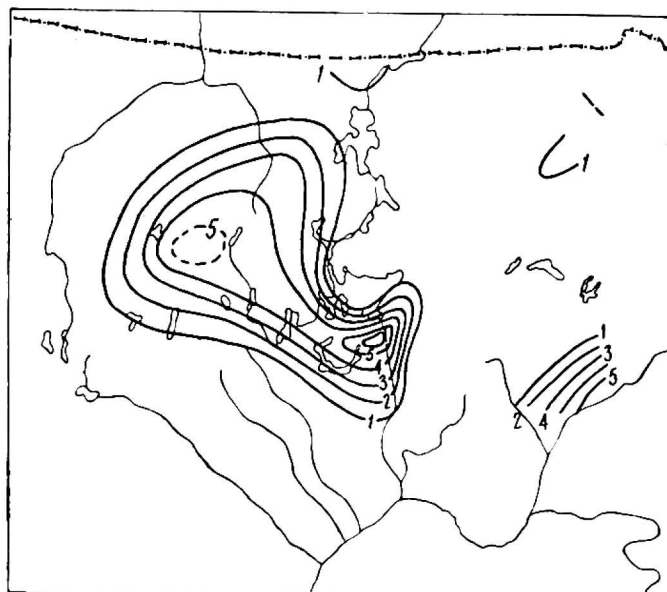


Fig. 18

Stopień zachmurzenia 21. VII. 63, 21h
Cloudiness on the 21-st of July 1963,
21h

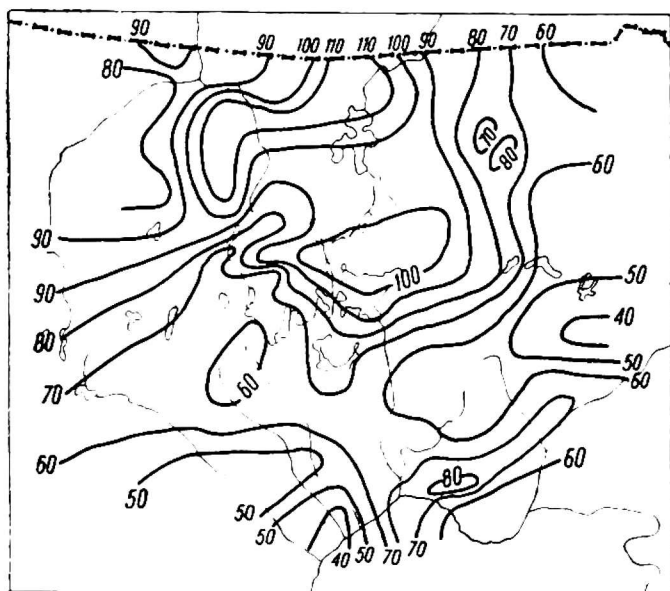


Fig. 19

Suma opadów (mm). Lipiec 1962
Amount of precipitation (mm) in July
1962

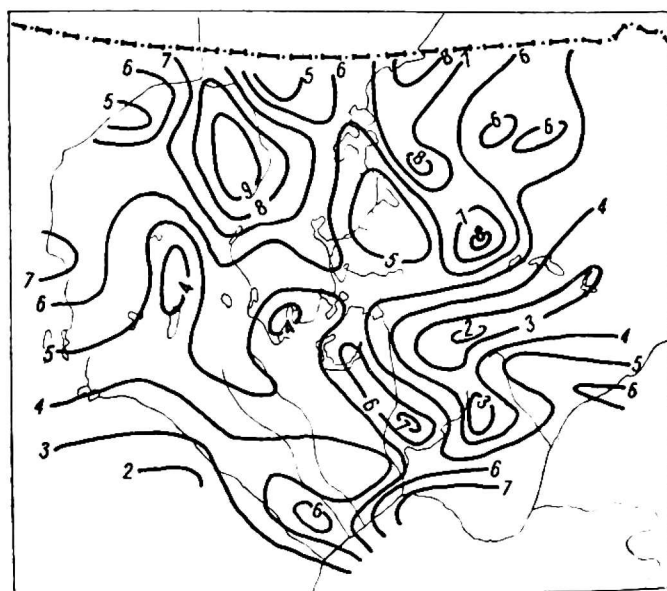


Fig. 20

Liczba dni z opadem ≥ 5 mm. Lipiec
1962
Number of days with precipitation
 ≥ 5 mm in July 1962

Sumy opadów w lipcu 1962 r. — miesiącu chłodnym i dżdżystym — były największe na północy oraz w okolicy Wielkich Jezior. Natomiast w sąsiedztwie największych wzniesień wzgórz Szeskich — opady były umiarkowane (fig. 19). Najwidoczniej tereny położone w pobliżu Biskupca i Kętrzyna były bardziej eksponowane na spływ wilgotnych mas powietrza, co byłoby zrozumiałe przy spływie z północy. Większe sumy opadu koło Śniardw można wyjaśnić różnicą temperatur jezioro—ład oraz wpływem hipsometrii. Opadów o dużych sumach dobowych (≥ 5 mm) było

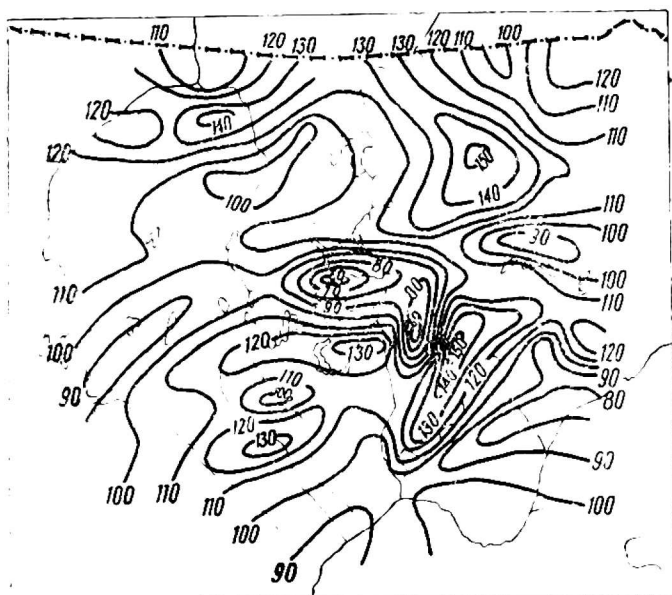


Fig. 21

Suma opadów (mm). Sierpień 1962
Amount of precipitation (mm) in August 1962

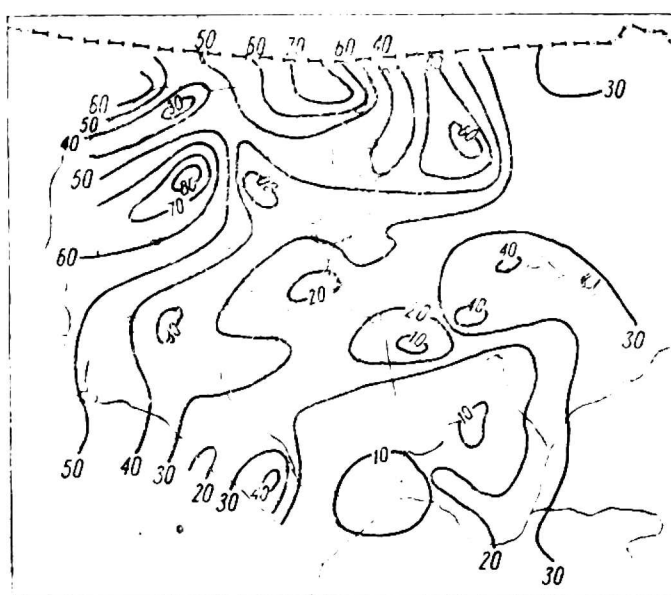


Fig. 22

Suma opadów (mm). Lipiec 1963
Amount of precipitation (mm) in July 1963

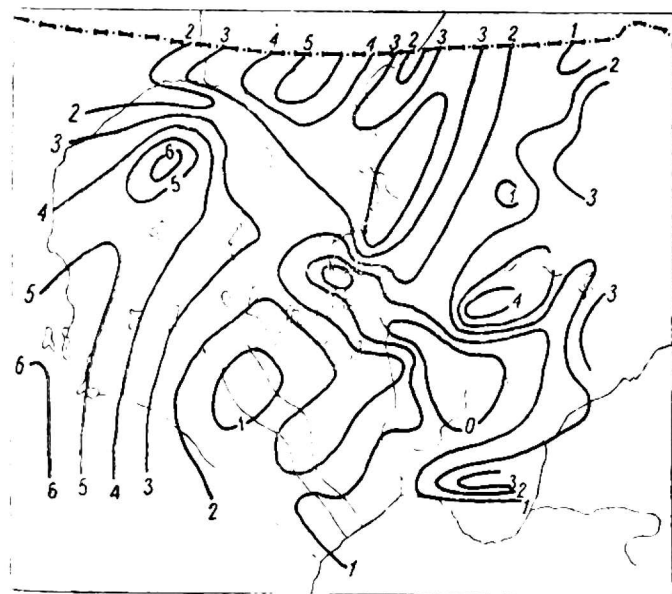


Fig. 23

Liczba dni z opadem ≥ 5 mm. Lipiec 1963
Number of days with precipitation ≥ 5 mm in July 1963

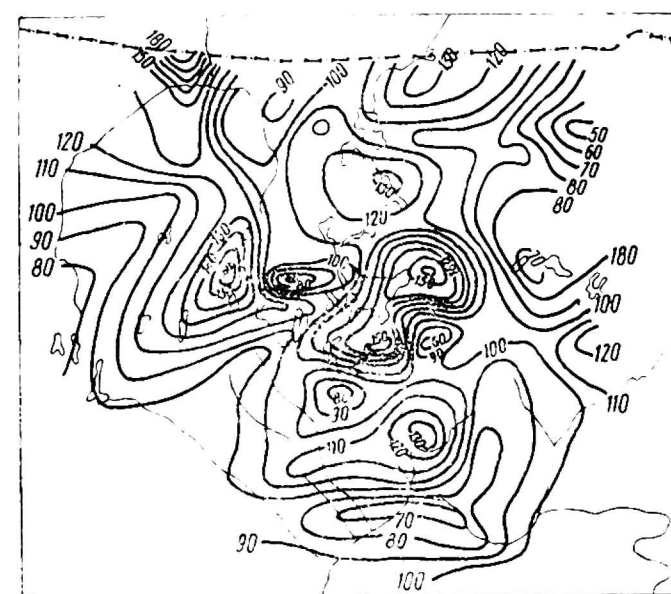


Fig. 24

Suma opadów (mm). Sierpień 1963
Amount of precipitation in August 1963

stosunkowo mniej nad jeziorami, natomiast najczęściej w dorzeczu Gubra (południowo-wschodniego dopływu Łyny) (fig. 20).

W sierpniu 1962 r., którego temperatura mniej odbiegała od średniej wieloletniej, maksymalne sumy opadów wystąpiły na wschód od Wielkich Jezior w pobliżu Garbu Szeskiego i Wysoczyzny Kolneńskiej (fig. 21). Porównując te dwa miesiące (lipiec i sierpień) należy zaznaczyć, że spływ z kierunku NW przeważający w lipcu był dużo rzadziej obserwowany w sierpniu. W tym ostatnim wyraźnie dominowały kierunki W i SW (tab. 3). Jeżeli więc wpływ jeziora oddziaływał na opad, to najczęściej opa-

dów musiałyby występować na wschód od jezior, tam przede wszystkim, gdzie opadom sprzyjała hipsometria. Wydaje się, że wniosek taki potwierdza mapka (fig. 21).

W upalnym lipcu 1963 r. najmniej opadów było w pobliżu jezior i na Wysoczyźnie Kolneńskiej, najwięcej — na północy, szczególnie koło Biskupca (fig. 22). Z tego widać, że zarówno w czasie okresów chłodnych, wilgotnych jak i suchych, upalnych te same tereny (północne) są pod względem opadów uprzywilejowane. Liczba dni z opadem ≥ 5 mm w lipcu 1963 r. (fig. 23) jest najmniejsza nad jeziorami (Śniardwy) i na południowy wschód od nich, największa — na północy, przede wszystkim w pobliżu Biskupca. W tym miesiącu przeważał dolny spływ z N, co wyjaśnia (jak zobaczymy dalej) rozkład liczby dni z opadem dużym.

Dla porównania opadów z lipca 1963 r. (ubogiego w opad) z innym miesiącem o obfitych deszczach dołącza się jeszcze mapkę sum opadów za sierpień 1963 r. Był to miesiąc ogólnie biorąc ciepły o upalnych dniach w I dekadzie i znacznym ochłodzeniu w III, kiedy dochodziło do częstych zmian pogody. Wiatry były dość zmienne, cisze częste. W dole przeważały kierunki od SW do NW, zdarzały się również SSE i S. Na poziomie 700 mb najczęściej panował spływ z SW, WSW, SSW rzadziej z W, czasem z S i SSE. Opady miały przeważnie charakter przelotny lub burzowy. Największe sumy miesięczne (ponad 160 mm) zarejestrowano:

- w pobliżu Bartoszyce (na wschód od wzniesień Górowskich),
- na wschód od maksymalnych wzniesień okolicy Biskupca.

Wyraźnie mniejsze ilości (ca 130 mm) zanotowano w pobliżu Garbu Szeskiego i Wysoczyzny Kolneńskiej. Duże opady wystąpiły poza tym w pobliżu południowo-wschodniego brzegu Śniardw (160 mm) i koło jeziora Niegocin (130 mm).

Wydaje się, że opisany rozkład można tłumaczyć zarówno wpływem hipsometrii oraz ekspozycją wzniesień, jak i wpływem jezior. Jedną z obfitych ulew, która towarzyszyła gwałtownej, wielogodzinnej burzy, wystąpiła w okolicy Śniardw w porze nocnej, gdy ciepłe wody sprzyjały rozwojowi konwekcji.

Przejdziemy do przykładów z wybranych dni:

1. 12. VII. 1962 r. opad towarzyszył burzom które wystąpiły w godzinach popołudniowych. Przeważały wiatry z kierunku W, a w Piszcu i Giżycku z NW. Najwcześniej zarejestrowano burzę i opad w północnej części terenu badań: (w Lidzbarku Warmińskim o 15.28, w Kętrzynie o 16.10, Olsztynie 16.45, w Mikołajkach o 17.45, w Orzyszu o 17.55, a na niektórych innych stacjach burze wystąpiły jeszcze później. Bardzo wcześnie pojawiła się burza w Myszyńcu (13.40), zaś późno w Szczytnie (18.07) i Kolnie (19.05). Biorąc pod uwagę możliwe kierunki spływu oraz czas zaobserwowania początku burzy, pas maksymalnych opadów w tym dniu ciągnący

się z NW na SE przez tereny międzyjeziorne (pomiędzy jeziorem Niegocin a jeziorem Śniardwy) wyznacza szlak najintensywniejszego rozwoju zjawisk burzowych. Obraz izohiet dobowych (fig. 25) potwierdza w pewnym stopniu, że burze we dnie „omijają” jeziora.

2. Szczególnie pouczający przypadek wydarzył się 14. VII. 1962 r. W tym dniu ponad interesującym nas terenem przemieszczał się zokludowany front. Częste opady przelotne występowały w strefie frontu i za nim już od godzin nocnych; przemieszczała się masa powietrza PP_m. Na poziomach 1000 mb i 700 mb miał miejsce spływ z kierunku N. Najwięcej opadu było:

— W pasie ciągnącym się od okolicy Bartoszyca do Kętrzyna, teren między jeziorami Mamry, Niegocin, Śniardwy po Garb Szeski. W tym pasie maksymalną ilość opadu zmierzono na zachodzie — w obszarze mało wzniesionym nad poziom morza; najmniejszą — na wschodzie w okolicy najwyższych wzniesień.

— Na obszarze Puszczy Kurpiowskiej na południe od Śniardw.

W okolicy Kolna (na wysoczyźnie) opady były małe.

Opisany rozkład można wyjaśnić jedynie w ten sposób, że powietrze przemieszczające się z północy ponad zachodnią częścią interesującego nas terenu napływało znad Zalewu Kurońskiego. Odległość od jego wybrzeży do pierwszych wzniesień terenu (wys. 75—125 m n. p. m.) na linii Lidzbark Warmiński—Kętrzyn wynosi zaledwie 90 km. Trzykrotnie większa jest odległość wyznaczona wzdłuż południka od najbliższego odcinka wybrzeża morskiego (Zatoki Ryskiej) do Garbu Szeskiego. Przy spływie północnym powietrze znad Zatoki Ryskiej przemieszcza się między innymi nad Wyżyną Żmudzką i przebywa znaczną drogę nad obszarem lądowym. Przy spływie znad Zalewu Kurońskiego po krótkiej drodze nad nizinami dolnej Pregoły wznoszącymi się zaledwie do kilkunastu metrów n. p. m. masy powietrza natrafiają na pierwsze większe przeszkody (wysokości ca 100—200 m) w okolicy Kętrzyna, Biskupca, Lidzbarka Warmińskiego. Stąd niewątpliwie wynika uprzywilejowanie tej części terenu, jeżeli chodzi o kształtowanie się większego zachmurzenia i opadów. Stwierdzamy w tym przypadku znaczenie bezpośredniego wpływu Bałtyku na kształtowanie się warunków pogody i klimatu. Duży opad wystąpił również na południe od północnej części jezior i na południe od jeziora Śniardwy, sąsiednich jezior mniejszych i terenów podmokłych. Znamienną rzeczą jest, że w tym ostatnim przypadku duży opad (nie mniejszy niż na wzniesieniach ekspozowanych na wiatr północny od morza), wystąpił na obszarze nisko położonym. Wydaje się, że taki rozkład zawdzięczać można efektem lokalnego wzbogacenia powietrza w parę wodną nad ciepłą w nocy powierzchnią jezior. Efekt wpływu jezior (wzbogacanie w parę wodną, zwiększanie chwiejności) musi wystąpić po pewnym czasie i w pewnej odległości w masie po-

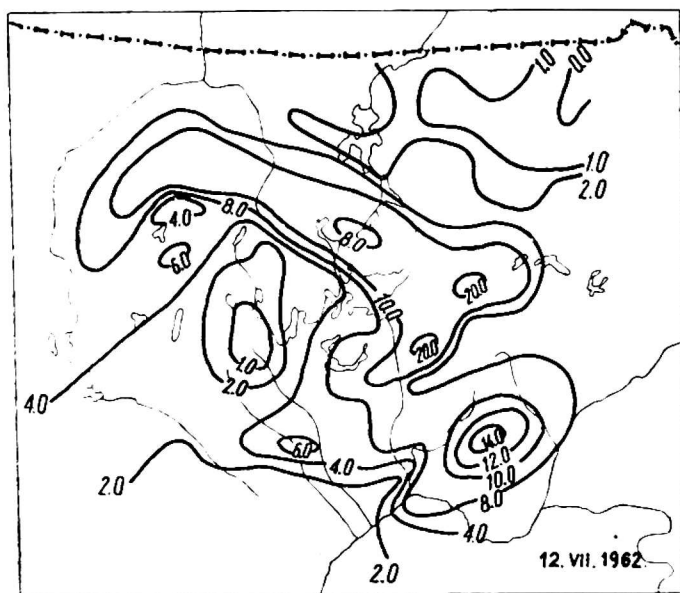


Fig. 25

Opad (mm) 12. VII. 1962
Precipitation (mm) on the 12-th of July
1962

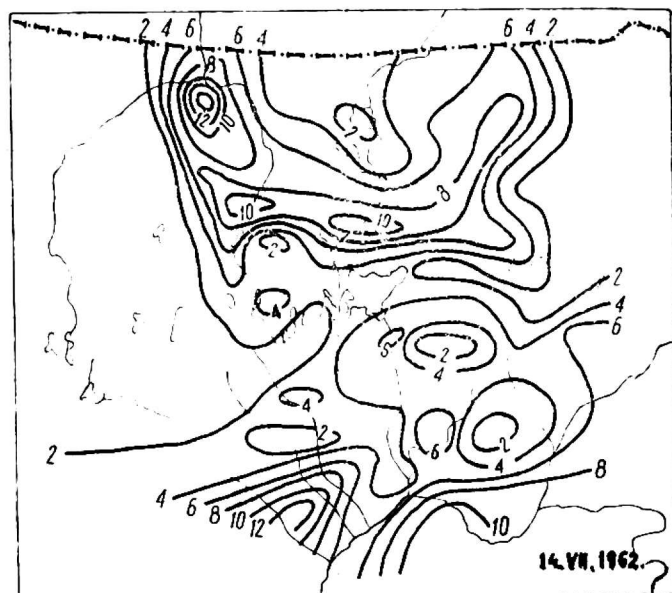


Fig. 26

Opad (mm) 14. VII. 1962
Precipitation (mm) on the 14-th of July
1962

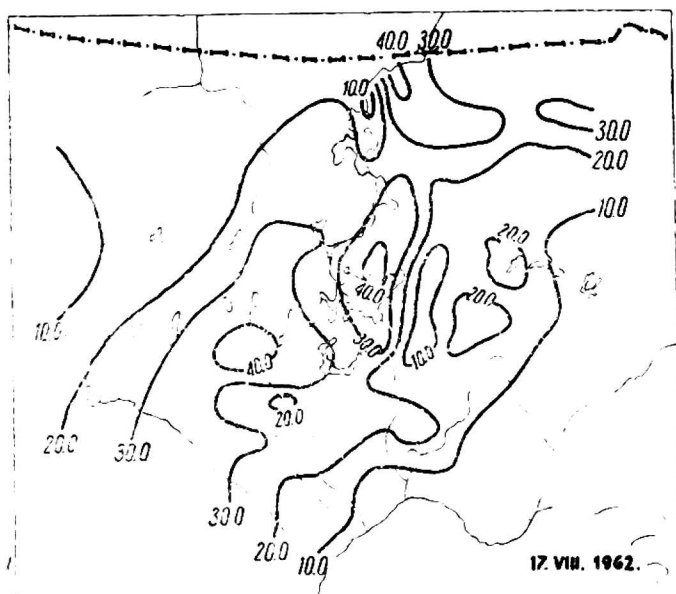


Fig. 27

Opad (mm) 17. VIII. 1962
Precipitation (mm) on the 17-th of
August 1962

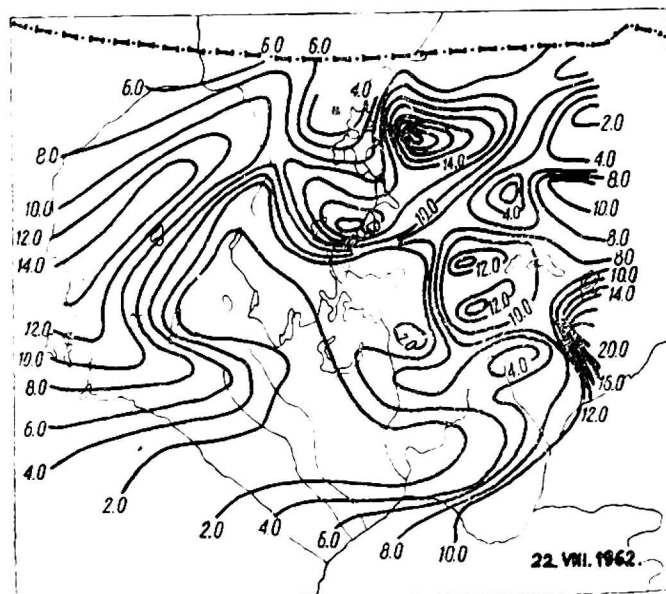


Fig. 28

Opad (mm) 22. VIII. 1962
Precipitation (mm) on the 22-nd of
August 1962

wietrza będącego w ruchu względem jezior, jako czynnika który spowodował lokalny wzrost ilości opadu. Wystąpił on szybciej (bliżej) w północnej części kompleksu jezior, jeszcze na północ od Śniardw, gdyż teren jest tu wyższy i wybitnie nierówny. Na południe od jeziora Śniardwy, w obszarze najmniej zróżnicowanym hipsometrycznie wpływ jeziora na zwiększenie opadu zaznaczył się w większej odległości.

3. Opad z dnia 17. VIII. 1962 r. (fig. 27) występował nad Śniardwami w nocy i trwał do 5^h. Jak wiemy już z opisu zachmurzenia, w dniu tym wiatry były słabe (przeważnie poniżej 2 m/sek), głównie zachodnie. Rano na wielu stacjach notowano ciszę. Do 9^h temperatura wody była

w Śniardwach wyższa niż powietrza. W niektórych okolicach wystąpiła rano mgła np. w Pieszku i Orzyszu do 7^h notowano mgłę z widzialnością poniżej 200 m. W tych warunkach przy spływie górnym (700 mb) z SW największe opady wystąpiły na wzniesieniach między Szczytnem a Mrągowem oraz w pobliżu największych jezior: na północy z pewnym przesunięciem na wschód, na południu nad samymi jeziorami (Niegocin, Śniardwy). Wzniesienia koło Szczytna—Mrągowa są na tym terenie najbardziej eksponowane na spływ z SW. Duży opad nad jeziorami jest skutkiem ich oddziaływania na procesy atmosferyczne, w tym na rozwój opadów.

4. Dnia 22. VIII. 1962 r. nastąpił spływ z W. Wiatry w południe miały większe prędkości niż w poprzednim przykładzie. Opady występowały we dnie przeważnie po południu. Najwięcej notowano ich po przejściu chłodnego frontu, w pasie przechodzącym przez Olsztyn na północny-wschód między Wielkimi Jeziorami oraz na wschód od nich, szczególnie na wschód od jeziora Mamry, gdzie teren wznosi się do ponad 200 m n. p. m. (fig. 28). Większe przesunięcie (w tym dniu) obszaru dość dużych opadów na wschód od Śniardw w porównaniu z sytuacją z 17. VIII. 1962 r. dowodzi wpływu większej prędkości ruchu powietrza na rozkład przestrzenny opadu. Skutek oddziaływania jezior na rozwój chmur i opadów występuje w ich bezpośrednim sąsiedztwie przy słabych wiatrach lub ciszy, dalej przy większych prędkościach, zawsze zgodnie z kierunkiem spływu.

Maksimum opadów w okolicy Olsztyna wiąże się z wydatniejszą ekspozycją tutejszych wzniesień na spływ z W.

5. Przykład z 8. VII. 1963 r. (fig. 29) potwierdza wniosek o wpływie prędkości wiatru na przesunięcie obszaru maksymalnych opadów względem miejsca lokalizacji czynnika, który na nie wpływa. W tym dniu przechodził przez Pojezierze Mazurskie front chłodny, spływ dolny miał początkowo kierunek W, potem NW, a na poziomie 700 mb — SW. Prędkości wiatru rejestrowane na stacjach były znaczne i dochodziły nawet do 8 m/sek. Spadek temperatury wywołany przejściem frontu wynosił od 2°C do 7°C różnicy pomiędzy średnią dzienną 7 i 8. VII. 1963 r.

W rozkładzie opadu (fig. 29) uderza stosunkowo znaczne przesunięcie maksimum opadowego względem większych wzniesień.

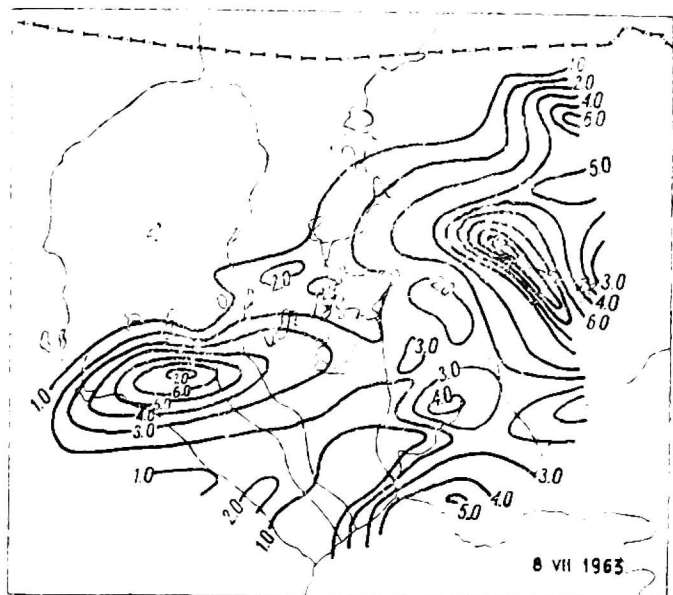


Fig. 29

Opad (mm) 8. VII. 1963
Precipitation (mm) on the 8-th of July
1963

WNIOSKI

1. Analizując rozkład zachmurzenia i opadów można dostrzec istnienie wpływu większych wzniesień jak i jezior.

2. Zwiększenie zachmurzenia, względnie opadów, wywołane wpływem hipsometrii czy jezior, zależy od ekspozycji danego obiektu na aktualny spływ dolny i górny (700 mb). Miejsce maksymalnego opadu jest przesunięte zależnie od prędkości spływu (wiatru) zgodnie z jego kierunkiem.

3. Wpływ jezior, przede wszystkim Śniardw, zależy od wielkości i znaku różnicy temperatur woda—powietrze.

4. Przy adwekcji od strony Bałtyku największe zachmurzenie i opady występują w okolicy wzniesień północnych. Wpływ ten przy wietrze z N może być różny w dorzeczach Łyny i Węgorapy.

SUMMARY

Our research was intended to determine, whether and to what extent the ground relief and the occurrence of lakes bear on the making of cloudiness and precipitation in the Masurian Large Lake District. This problem is by no means simple. Atmospheric processes are taking place in the air which usually is in motion. Thus, if geographical agencies influence processes such as the formation of clouds, the effect of such influence is, in principle, bound to come into view beyond the place, in which the agency causing said influence is situated.

In the present paper, use was made not only of archival data but also, in part, of observations from stations established by the Chair of Climatology of Warsaw University. At these stations rainfall was measured by the use of small novel-type pluviometers with catch basins of 100 sq. cm surface each. Because well over 50 rain gauges of this type were available, they were installed at localities differing topographically. Table 1 indicates the divergence of the gauge readings, dependent on where the instruments had been placed. This type of differences must be referred to a topoclimatic scale, being the result of disturbances in air movement caused by some nearby obstruction. However, the present paper is intended to deal with another scale of features: with the differentiation in cloudiness, and with differences in the amount of precipitation because of changes in the structure of clouds. This refers to such structural changes, as were brought about by the influence of some geographical agency such as, e. g., an assemblage of elevations or lakes. In this instance we speak of a mesoclimatic scale of the interrelation: cause — process — result, — an interrelation that on larger areas can be investigated. Thus the results presented in Table 1 are here dealt with marginally only; in general, they corroborate facts known from literature.

As to the influence exerted by lakes, it can differ dependent on the time of day and on general conditions of the weather and its changes. Only in exceptional instances one was able to visually observe the influence of definite localities. During calm, and under a cloudless sky, at sunset, there was observed above Lake Śniardwy the formation of a solitary white bubble which grew, gradually proceeding towards the shore, where it disappeared in the dark. In the morning, under similar weather conditions, it was twice observed how the night fog, rising above the lake surface, was

gradually transformed into a bank of Stratus clouds. This bank was then split up into a Stratus fractus which changed its shape into a Cumulus fractus and, finally, into a typical Cumulus humilis. Due to the latter cloud form, cloudiness reached temporarily values as high as a 7/10 covering of the sky; afterwards, however, the clouds began to vanish, so that 4—5 hours after sunrise no trace of cloudiness was left. Similar phenomena can presumably develop above larger swamp complexes also. Even so, these are isolated instances. As a rule, the influence of lakes on cloudiness and precipitation proceeds in a very complicated manner, and inferences can be drawn merely by indirect conclusions.

CLOUDINESS

At our disposal were observations distinguishing neither kind nor altitude of the clouds. Therefore we were unable to eliminate from the records observations of clouding by high C_H clouds, the development of which in this area could not possibly have been caused by geographical agencies, — and this obstacle precluded obtaining indubitable results.

In order to give a characteristic of the degree of cloudiness there have been presented in Table 2, data for three standard times of the day (7 a. m., 1 p. m. and 9 p. m. LMT) for selected summer months of 1962 and 1963. The distribution of our stations of observation has been illustrated in a map attached to the Preface of our Collective Paper. Table 2 shows, that cloudiness is particularly heavy in the north, for instance at Biskupiec. Here maximum cloudiness always occurs in the evening — the result of an intensive cloud development in this region during the late afternoon hours. At the majority of stations situated near the lakes, the records show maximum cloudiness to occur in the morning (7 a. m. LMT).

Table 3 indicates the direction of air flow prevailing at the 1000 and 700 mb levels. Successive maps (Figs. 1 to 10) illustrate frequencies for three summer months (July and August 1962 and July 1963), — periods when the observations recorded fair weather (cloudiness $< 2/10$) and rather fair ($2/10 - < 5/10$) in the morning and evening; and cloudy weather ($5/10 - < 8/10$) or very cloudy ($\geq 8/10$) — at all times of observation.

The greatest number of fair weather observations were made in the south, and of cloudy weather in the north of the area examined. The majority of observations recording mean values of cloudiness ($2/10 - 5/10 - < 8/10$) were made east of the Large Lakes, mainly of Lake Śniardwy. Presumably this is due to the influence of the lakes: the pattern of observations tallies with the prevailing directions of air flow at the time, when the thermal influence of the lakes is greatest. Table 4 presents the frequency of cloudy weather occurrence (in per cent values). The frequency of such weather shows maximum values (54—50%) at stations situated farthest northward.

For a clearer understanding of the mechanics governing the differentiation in cloudiness, analytical studies were made of several cases dealing with selected days and hours of observation (Figs. 11—18):

1) July 30, 1962, 1 p. m. LMT. Wind from NW (1000 and 700 mb). Prevalence of Cu clouds, locally Sc and Ac. In the zones of greatest cloudiness, lower temperatures and slightly higher wind velocities were observed. Probable cause: „infusion” of cooler, humid air from the north.

2) August 9, 1962. Wind (advection) from SW, partly from W. 7 a. m. light winds. Minimum cloudiness in “shadow” of elevations, observed at a distance of 40—50 km from these elevations. 1 p. m. at some stations, wind velocity up to 9 m/sec. Maxi-

imum cloudiness (Cu) east of the lakes, lacking interrelation with ground relief. At Lake Śniardwy, water temperature higher than air temperature. Cause: partly influence of the lakes, that is, increase in evaporation and convection. 9 p. m. calm, or very light wind. Clouds mostly Sc. Under low wind velocities, maximum cloudiness is maintained near the lakes.

3) August 17, 1962, 1 p. m. LMT. Conditions lacking gradients (00 GMT, 700 mb — SW). Above Lake Śniardwy thunderstorm ended 2 a. m.; rainfall after thunderstorm lasted to 5 a. m. Water temperature higher than air temperature above the lake until 9—10 a. m.; afterwards air was warmer. At many places, Cb clouds and local thunderstorms during the day. Above Lake Śniardwy, cloudiness, complete during night, gradually decreases.

4) July 21, 1963. Light winds from W in the morning from NW at noon and evening. (1000 mb — NW and N; 700 mb — NW). Throughout the day, temperature of water higher by about 4°C than air temperature. Heavy cloudiness, maintained longest near the lakes.

PRECIPITATION

A number of maps illustrate the sum of rainfall during individual months (Figs. 19, 21, 22, 24) and the number of days with ≥ 5 mm rainfall (Figs. 20, 23). July and August 1962 were cool and humid, July 1963 was dry and, apart from the first 10 days, hot. August 1963, initially very hot with frequent thunderstorms, was cooler towards the end.

Larger totals of monthly rainfall occurred in the most elevated parts of the area (mainly in the north), as well as near the Large Lakes. The number of days with heavy diurnal rainfall (≥ 5 mm) are lower near the lakes than farther away. Most numerous were such days in the NW part of the area examined, in spite of the fact, that not everywhere does it contain complexes of higher elevations. This part of the area is most strongly exposed to masses of humid air (from NW and N).

The distribution of precipitation varies during individual days (Figs. 25—29); to cite examples:

July 14, 1962 (Fig. 26). Advection from N. Highest was precipitation in the NW part of the area; thence the Baltic is near, barely 90—100 km off. From this distance maritime air arrived. In the NE part of the area, where assemblages of hillocks are highest (up to 300 m a. s. l.), less rain fell on this day. From here, in northward direction, the distance to the nearest sea shore — the Riga Bay from which advection took place — is three times as great. Thus, the differences in the amount of rainfall in the N part of the area may be explained by the influence of the Baltic being greater in the W part.

This same day, the region S of the lakes also witnessed considerable precipitation. This might be ascribed to the effect of the lakes, by which the content of water vapour in the air overlying the lake surfaces was raised.

August 22, 1962 (Fig. 28). Fairly strong W winds. Precipitation mainly in the afternoon hours, after passage of a cool front. With regard to the lakes, the localities of maximum rainfall are shifted eastward.

July 8, 1963 (Fig. 29). Winds stronger than in previous case (velocity up to 8 m/sec). The shifting of maximum precipitation with regard to the complexes of elevations and lakes went farther than on August 22, 1962.

The instances cited seem to indicate, that between the amount of precipitation there exists an interrelation, on the one hand, with the direction of advection as

regards the elevations exposed to this advection and, on the other, with the situation of the lakes beyond which, in the direction of the prevailing winds, precipitation is usually heavier.

CONCLUSIONS

1. In an analysis of the pattern of cloudiness and precipitation in the area examined, one can perceive an influence on the shaping of these features exerted by elevations and lakes.

2. Any increase in cloudiness or rainfall, brought about by the effect of ground relief and lakes, depends on the location of these land forms and on their exposure to winds (lower and upper downflow at the 1000 and 700 millibar levels). The place of heaviest precipitation undergoes shifting, concurrent with the direction of movement and velocity of the air. This refers to cloudiness as well.

3. The influence of lakes, and of Lake Śniardwy in particular, depends on the difference in temperature of water and air; this difference affects the thermal conditions of the air and the processes caused by these conditions, and causes an increase in the water vapour content of the air.

4. Air advection from the north signifies the effect of the nearness of the Baltic. Regions situated farther west may be subject to the direct influence of the „Baltic air masses”, while at the same time this influence may be weaker, or not exist at all, in adjoining regions situated farther east.