

Lenart, Witold

Osobliwości lokalnej cyrkulacji atmosferycznej w okolicy Płocka

Notatki Płockie 22/1-89, 19-26

1977

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych oraz w kolekcji mazowieckich czasopism regionalnych mazowsze.hist.pl.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Osobliwości lokalnej cyrkulacji atmosferycznej w okolicy Płocka

Mazowsze Płockie nie jest dostatecznie rozpoznane pod względem klimatologicznym. W 1960 roku ukazał się zarys klimatu Płocka i Włocławka oparty głównie o materiały obserwacyjne ze stacji położonych w tych miastach z niewielkim tylko wykorzystaniem specjalnie przeprowadzonych badań (4). Ostatnio zakończone zostały także paruletnie badania Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej nad wpływem Zbiornika Włocławskiego na klimat terenów przyległych. Praca ta nie jest niestety opublikowana (7).

Katedra Klimatologii Instytutu Geografii Uniwersytetu Warszawskiego w 1962 roku rozpoczęła realizację programu badawczego, mającego na celu wykrycie i określenie klimatycznego oddziaływania pradoliny Wisły na tle warunków panujących na Nizinie Polskiej. Obserwacjami objęto odcinek Wisły od Czerwińska do Włocławka. Część wyników zawierają wykonane w tym okresie prace magisterskie (1, 2, 5, 6). W latach 1967—1971 przeprowadzono szereg szczegółowych badań na odcinku Płock—Włocławek uzyskując m. in. materiały do pracy na temat wpływu podłoża na rozwój zachmurzenia (3). Wreszcie ostatnio obiektem zainteresowań stały się miasta mazowieckie. Dwuletnia (1974—1975) obserwacja z Sierpca są w opracowaniu, kolejnym poważnym terenem badań stanie się Płock.

Zainteresowania badawcze klimatologów z Instytutu Geografii UW tym obszarem związane są z rozpoczętymi kilkanaście lat temu staraniami o utworzenie nad Wisłą w pobliżu Płocka stacji terenowej, której dotychczas Instytut nie posiadał. Teraz, gdy w Murzynie u ujścia Skrzywy Prawej jest już uniwersytecki obiekt, należy oczekiwać rozszerzenia prowadzonych badań. Z ich programem obejmującym poza klimatologią cały wachlarz nauk geograficzno-fizycznych i geograficzno-ekonomicznych zapoznamy płockie środowisko naukowe osobno.

Niniejszy artykuł prezentuje najciekawszy, jak się wydaje, fragment dotychczas uzyskanych wyników. Dotyczy on klimatologicznej specyfiki niewielkiego obszaru, jakim jest dolina Wisły pod Płockiem i ze względu na tę specyfikę nie był publikowany. Wykryte zjawiska przedstawiono w aspekcie sytuacji aerosanitarnej miasta. Analiza lokalnych cech cyrkulacji atmosferycznej ma istotne znaczenie praktyczne we wszystkich miastach, zaś w mia-

stach o pogorszonych warunkach aerosanitarnej, jest niezbędna.

Najistotniejszym elementem deformującym ogólne warunki cyrkulacyjne w okolicy Płocka jest dolina Wisły z takimi jej częściami składowymi jak: wyniosła skarpa prawobrzeżna, szerokie koryto (Zbiornik Włocławski), niski i zalesiony taras nadzalewowy na brzegu lewym oraz głębokie ujściowe odcinki dolin prawych dopływów Wisły. Wymienione obiekty uzupełnić jeszcze należy obszarem zabudowanym i uprzemysłowionym Płocka, odmiennie oddziaływującym na poziome i pionowe ruchy powietrza. Skala przestrzenna wyliczonych obiektów ogranicza rozważania do mezocyrkulacji pomijając wszelkie drobne, przyziemne zakłócenia związane z niejednorodnością pokrycia podłoża. Z punktu widzenia ochrony aerosanitarnej Płocka najistotniejszy jest opis deformacji mezocyrkulacyjnych w warstwie tarciowej (do około 1 km nad powierzchnię gruntu), w której prawie w całości odbywa się transmisja zanieczyszczeń powietrza.

Informacje o ruchu powietrza na wysokościach paru - kilkusetmetrowych uzyskano dzięki rejestracji ruchu chmur, głównie rodzaju Cumulus. Zastosowana metoda obserwacyjna jest wynikiem prowadzonych w Katedrze Klimatologii IG UW doświadczeń nad techniką fotografowania chmur na całym sklepieniu przy użyciu tzw. „luster nieba” zainstalowanych na kilku stanowiskach jednocześnie (W. Okołowicz, W. Lenart). Wprowadzając interwały zdjęć nie przekraczające 5 min. oraz ustalając odstępy między sąsiednimi stanowiskami na 3—7 kilometrów uzyskano terytorialno-czasową ciągłość rejestracji. Łączenie synchronicznie wykonywanych zdjęć prowadzi do mapy chmur czyli rozkładu prostopadłych do powierzchni Ziemi rzutów chmur. W trakcie opracowywania fotografii otrzymuje się także ciągły zapis wysokości podstawy chmur. W rejonie Płocka, w Duninowie i Murzynie powyższy system funkcjonował w sierpniu 1970 roku. Zebrano kilkanaście dziennych zapisów zmian zachmurzenia nad odcinkiem doliny Wisły od Dobrzyńna do Płocka.

Oprócz tego wykorzystano wyniki standardowych obserwacji kierunków wiatru ze stacji meteorologicznych pracujących w pobliżu. Pozwalają one na dwa spostrzeżenia.

Oś doliny Wisły deformuje układ kierunków wiatru na lewym niskim brzegu w stosunku do

wysokiego brzegu prawego, a tym bardziej w stosunku do stacji reprezentujących warunki Wysoczyzny Płockiej. Ilustruje to tabela.

Procentowy udział kierunków wiatrów w okolicy Płocka

		kierunki	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Dol- na	okolice									
	Włocławka		9	6	13	9	9	14	27	13
	Płock- Radziwie		8	6	11	18	9	11	25	12
Wys- czyzna	okolice									
	Dobrzynia		7	10	16	15	4	14	21	13
	Poświętne		8	7	12	9	7	15	23	19

W okolicach Włocławka przewaga napływu powietrza z zachodu jest największa, gdyż dolina Wisły ma tam prawie dokładnie równoleżnikowy przebieg. Wiatry północno-wschodnie są wciągane w dolinę zwiększając frekwencję napływu powietrza ze wschodu. Warto dodać, że we Włocławku notowano najwyższą liczbę przypadków z ciszą (ponad 25%), co stwarza poważne zagrożenie aerosanitarne dla tego uprzemysłowanego miasta. Podobne uwagi dotyczą lewobrzeżnego Płocka, gdzie przeważające kierunki wiatrów powtarzają układ doliny. Udział cisz jest też znaczny (13%). Wiatry z NW wprowadzające zanieczyszczenia z MZRiP do centrum miasta są w okolicy Radziwia notowane z frekwencją 10%, przy dość korzystnym rocznym jej przebiegu (maksimum w czerwcu, minimum w zimie).

Jeśli dane dla okolic Włocławka można w przybliżeniu uznać jako odpowiadające warunkom panującym w tym mieście, źle zlokalizowana stacja na Radziwiu wypacza rzeczywisty obraz sytuacji prawobrzeżnego Płocka. Przewaga napływu powietrza z zachodu utrzymuje się chociaż jest mniejsza, znaczny jest też udział wiatrów wschodnich, zwłaszcza zimą i wiosną. Najistotniejsze jest zwiększenie frekwencji wiatrów północnych, a zwłaszcza NW i NE, które na niskich stacjach lewobrzeżnych były wciągane w dolinę i zmieniały kierunek na równoleżnikowy. Tak więc liczba przypadków z napływem nad miasto zanieczyszczonego powietrza jest w rzeczywistości większa, niż to wykazuje stacja w Radziwiu; jest ich około 15%.

W przypadku okolic Dobrzynia uwagę zwraca znaczny udział wiatrów SW i SE przy wyciszeniu od strony południowej. Przyczyna tego stanu ma jednak charakter lokalny i dlatego za charakterystyczny układ nad Wysoczyzną Płocką uznać należy różę wiatrów z Poświętne. Dodajmy jeszcze, że stacje wysoczyznowe notują znacznie mniejszy udział cisz, co z aerosanitarne punktu widzenia jest pozytywne, pod warunkiem, że zabudowa miejska nie doprowadza do zbytowego wyciszenia zagrożonej zanieczyszczeniami strefy.

Drugie spostrzeżenie wywodzi się z odwrotnego spojrzenia na układ wiatrów. Porównanie stosunków anemometrycznych Włocławka i Płocka z uwzględnieniem korekty wynikającej z deformującej roli doliny Wisły pro-

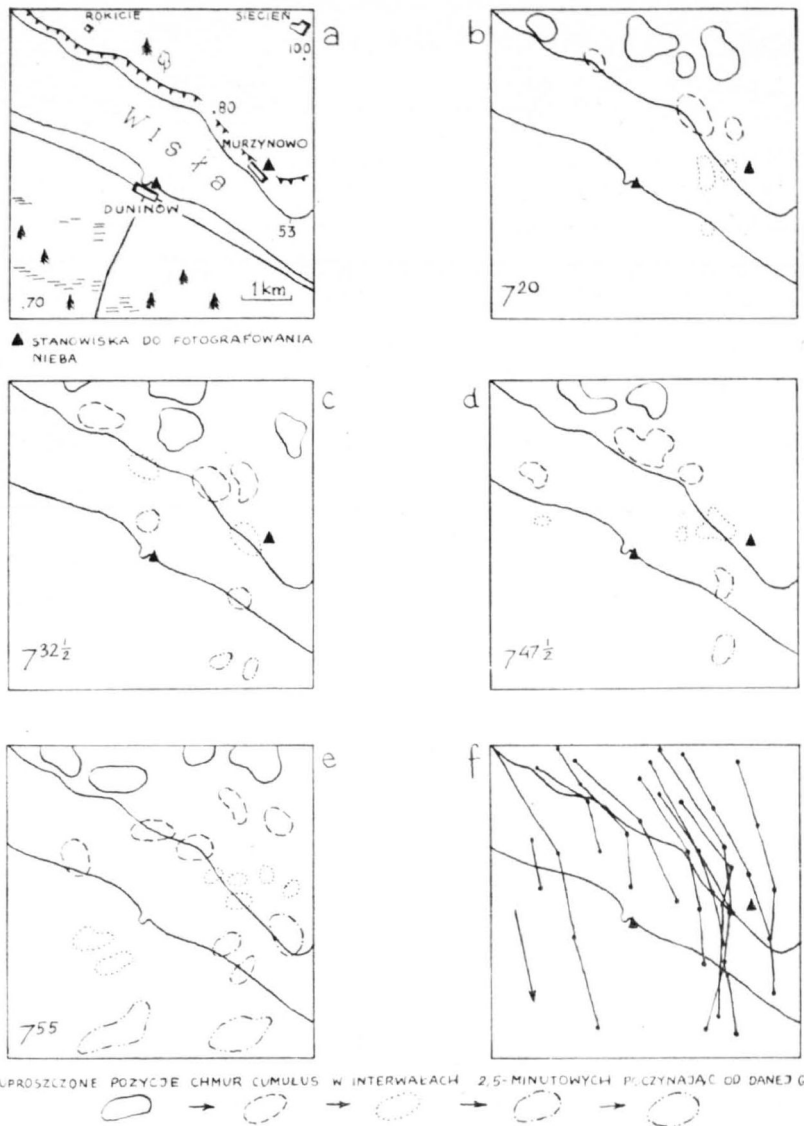
wadzi do przybliżonego rozkładu kierunków dla całego Pojezierza Gostynińskiego:

kierunek	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
procentowy udział	6	5	10	15	9	14	27	14

Przypadki z ciszą rozłożono proporcjonalnie do frekwencji poszczególnych kierunków. Z przytoczonego zestawienia wynika, że Pojezierze Gostynińskie należy traktować jako naturalny klimatyzator dla Płocka. Jego znaczenie dla zachowania stałej wentylacji w mieście jest większe niż w znanym przypadku wpływu Puszczy Kampinoskiej na warunki w stolicy. Dokładnie 50% kierunków napływu powietrza do Płocka to kierunki od Pojezierza (S, SW, W). Przebieg roczny frekwencji tych kierunków wskazuje na wyraźne wzmoczenie wpływu Pojezierza Gostynińskiego na okolice Płocka w miesiącach z niedogodnymi warunkami do wynoszenia zanieczyszczeń z miasta (styczeń—luty). Podkreślamy tu przede wszystkim rolę Pojezierza w nawietrzaniu czystym powietrzem, gdyż zasięg takiego wpływu jest największy (najdalszy) i można go ocenić nawet w skali regionalnej. Wydaje się, że zachowanie ciągłego pasa obszarów leśnych na lewym brzegu Wisły od Warszawy do Bydgoszczy powinno być traktowane jako element ogólnokrajowego planu zagospodarowania przestrzennego gwarantujący znośne warunki aerosanitarne w miastach i aglomeracjach położonych w pobliżu tego pasa. Natomiast, jak wynika z przeprowadzonych badań, wpływ Pojezierza Gostynińskiego na wartości elementów meteorologicznych terenów sąsiadujących jest niewielki. Dodatkowym czynnikiem niwelującym ten wpływ jest obecność prawej wysokiej skarpy wislanej, która najczęściej występuje jako nawietrzna. Opisana sytuacja wymaga utrzymania takiego systemu zabudowy miasta, aby wspomniany napływ powietrza nie był deformowany, lecz możliwie łatwo przenikał do centrum.

Dalsze uwagi dotyczące głównie ruchów pionowych w warstwie tarciowej pochodzą już z analizy materiałów fotograficznych. Opracowany materiał dotyczy okresu letniego, ale przy niezmiennych przyczynach obserwowanych zjawisk, które są w znacznym stopniu dynamiczne, można go traktować uniwersalnie.

Zjawisko podcinania prądów konwekcyjnych wzdłuż wysokiej skarpy prawobrzeżnej doprowadza do deformacji poziomej składowej chmur Cumulus, zwłaszcza przy kierunkach skośnych do osi doliny. Na rys. 2 wykryto zmianę kierunku przemieszczania się chmur Cu w bezpośredniej bliskości Wisły 19 sierpnia 1970 roku. Kolejne fazy przechodzenia chmur nad Wisłą podczas czterech pulsacji prezentuje rys. 2b, c, d, e. W lewych dolnych rogach zaznaczono termin faz zapoczątkowujących poszczególne pulsacje. Szlaki ze wszystkich pulsacji zawiera rys. 2f. Jest to obraz ogólnego zakłócenia normalnego kierunku przemieszczania się chmur, który pokazano strzałką. Trzeba zaznaczyć, że



Rys. 2. Deformacje ruchu chmur Cumulus nad doliną Wisły

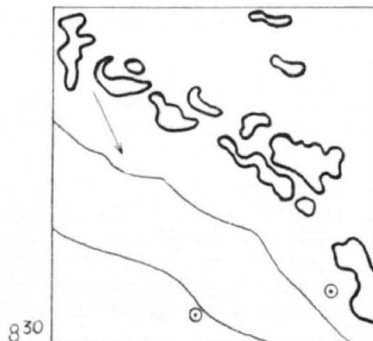
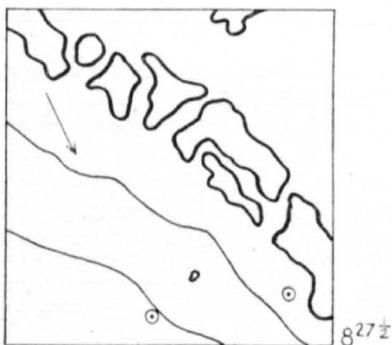
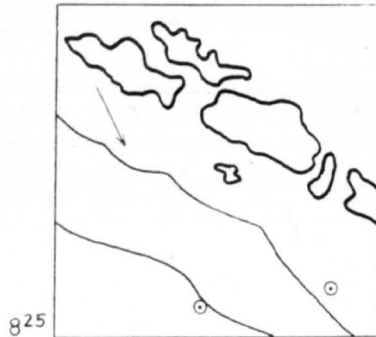
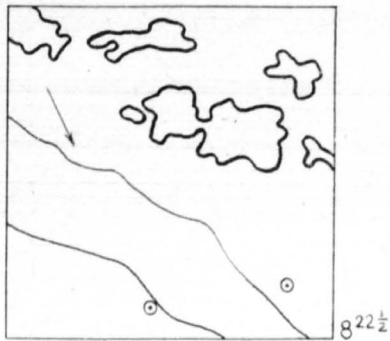
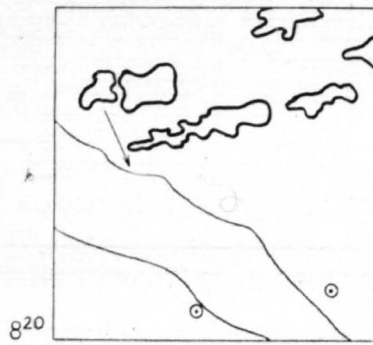
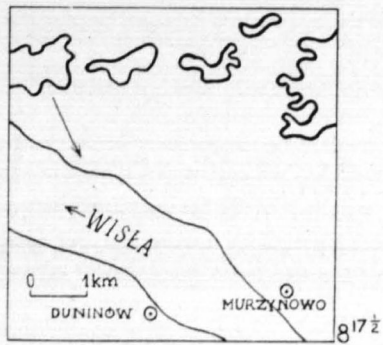
UPROSZCZONE POZYCJE CHMUR CUMULUS W INTERWAŁACH 2,5-MINUTOWYCH PŁYCZYNAJĄC OD DANEJ GODZ.

zakłócenie tego kierunku następuje jeszcze przed wkroczeniem chmur nad opracowany teren. Wskazuje to na szeroką, ponad 3-kilometrową strefę przykrawędziową, gdzie ruch chmur jest zaburzony. Wyraźne, zwłaszcza koło Murzynowa, są zahamowania prędkości przemieszczania się chmur. Deformacja ruchu chmur pociąga za sobą zmiany lokalnej cyrkulacji w powietrzu podchmurowym. Struktura tych zmian wymaga jednak osobnych badań. Z oceny kilkunastu przypadków opisanych wyżej zjawisk wynika, że prawobrzeżna skarpa powoduje zaburzenia konwekcyjno-cyrkulacyjne wyrażające się kątowymi odchyleniami kierunków poziomych od 15 do 25°.

Przeszkoda, jaką wytworzyła dolina Wisły dla normalnego ruchu i rozwoju chmur, spowodowała, że w okresie gdy żadna chmura nie przekracza doliny następowało różnicowanie się zachmurzenia po obu stronach rzeki. Zjawisko to obserwowano przy wszystkich kierun-

kach napływu powietrza, szczególnie wyraźnie — przy kierunkach zgodnych z osią doliny, co tłumaczyć można także różnicami w rzeźbie i pokryciu Wysoczyzny Płockiej i Pojezierza Gostynińskiego. Przy typowych warunkach do rozwoju chmur konwekcyjnych, prawy brzeg charakteryzuje się obecnością aktywnych i silniej rozbudowanych chmur Cu z gatunków mediocris i congestus, gdy nad pojezierzem zalegają, zwłaszcza w godzinach popołudniowych, kowadła wodne i inne formy przekształcania się chmur Cu w chmury Stratocumulus (kłębiasto-warstwowe). Dowodzi to zdecydowanie gorszych warunków do rozwoju prądów pionowych na lewobrzeżnym tarasie nadzalewowym.

Interesującym i istotnym dla cyrkulacji lokalnej zjawiskiem jest gromadzenie się chmur, a następnie ich stagnacja w postaci wału chmurowego równoległego do doliny. Najczęściej dochodzi do ujednoczenia poszczególnych członów wału. Ponieważ obecność wału poprzez efekt



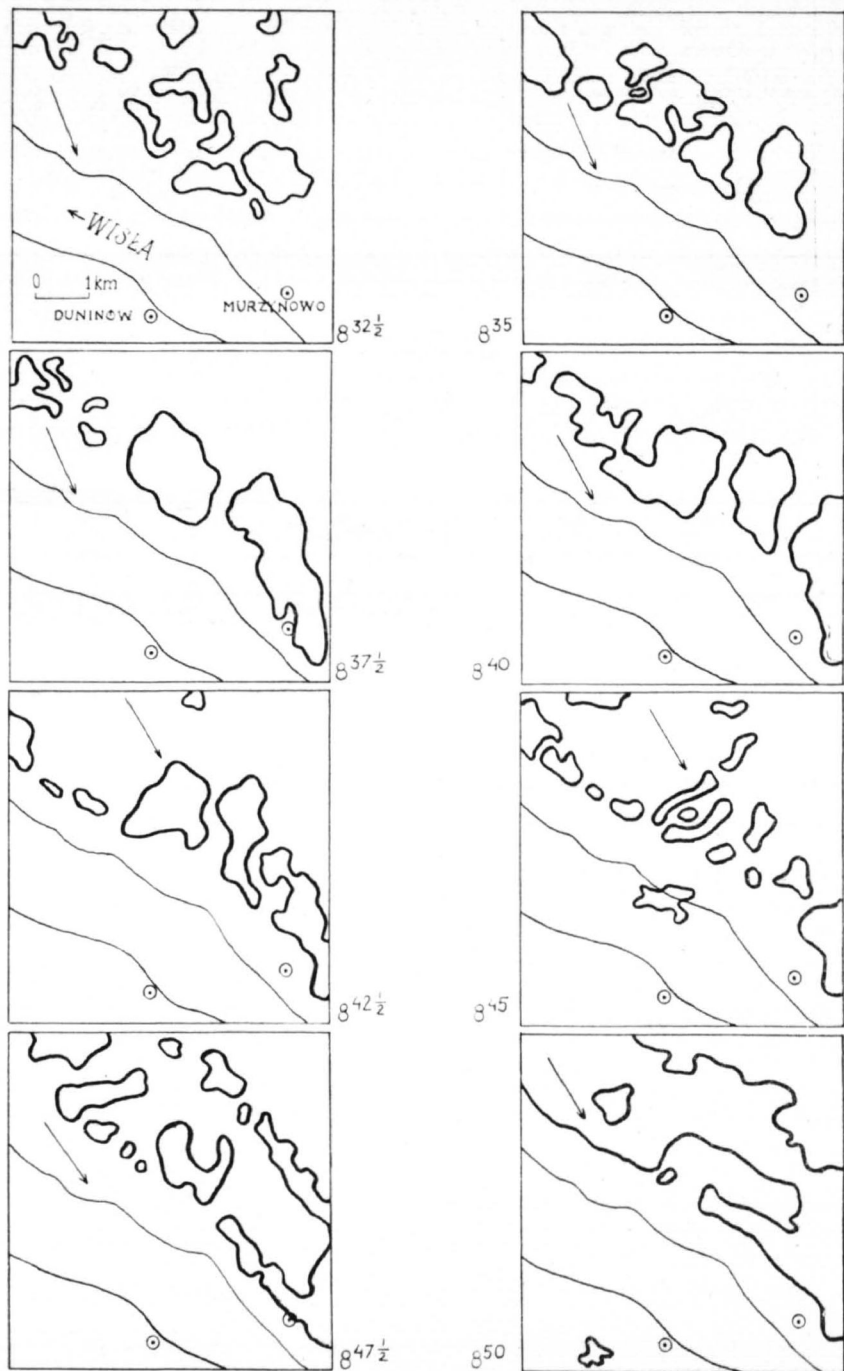
Rys. 3

cieniowy negatywnie wpływa na rozwój prądów konwekcyjnych w strefie jego powstania, zjawisko trwa kilkanaście do kilkudziesięciu minut, by po pewnym czasie się powtórzyć. Trwalsze są wały pochodzenia dynamicznego powstające przy wysokim ogólnym zachmurzeniu.

Szczególnie długotrwały wał obserwowano 19 sierpnia w godzinach rannych. Utworzył się on z grup chmur Cumulus powstałych w rejonie Dobrzynia. W wyniku deformacji szlaków chmur oraz zmiany prędkości ich przemieszczania się, chmury rozwinęły się w strefę równoległą do osi doliny (rys. 3). Utworzył się ażurowy wał, który po odnowieniu komórek konwekcyjnych (rys. 3 — godz. 3.30, rys. 4 — godzina 8.32^{1/2} do godz. 3.37^{1/2}) stał się szerszy i prawie ciągły. Nieprzypadkowa jest też, jak się wydaje, wewnętrzna struktura tego wału;

wyraźniej zarysowane obrzeża i wolne przestrzenie w centrum obserwowano jeszcze dwukrotnie.

Inny typ wału zarejestrowano 11 sierpnia między godz. 17.40 a 18-tą (rys. 5). Znaczny pionowy gradient prędkości wiatru nadał mu charakterystyczny wygląd „żebrowania łodzi” (rys. 5d). Kolejne etapy tworzenia się tego wału pokazuje rys. 5a, b, c. Zaprezentowano także schematyczny przekrój pionowy zachmurzenia, prostopadły do doliny (rys. 5e). Wytworzenie się tego wału nastąpiło w warunkach typowej pogody niżowej, przy wiatrach z SW, a więc po zawietrznej stronie rzeki. Obecność chmur Scud (poszarpane chmury poniżej głównej warstwy chmurowej) oraz niskich Cu vesperalis i mediocris wskazuje na stan bliski nasycenia w grubej warstwie podchmurowej. Wał z chmur Cu mediocris doczepił się od dołu do płata

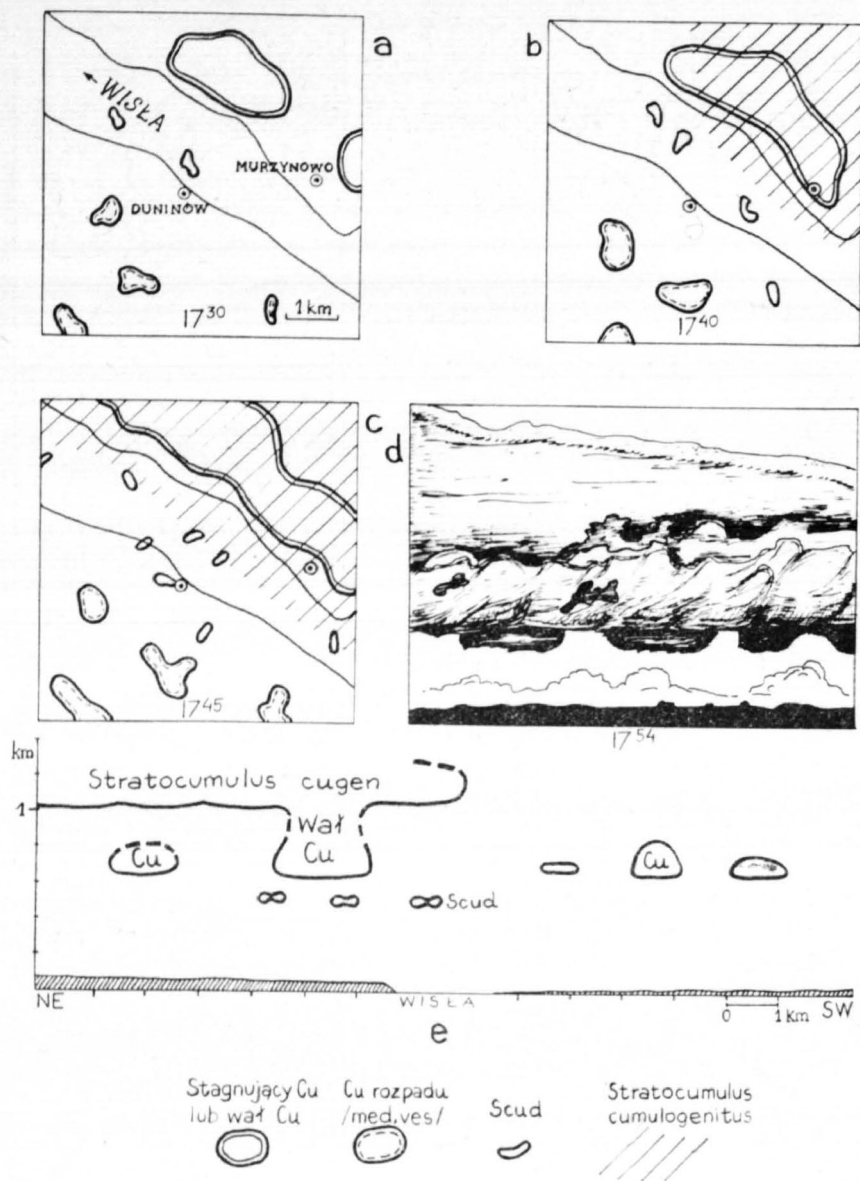


Rys. 4

chmur Stratocumulus pochodzących z rozpościerania się chmur Cu (Sc c'igen). Także wspomniany płat wykazuje zgodność z kierunkiem doliny.

Możliwość tworzenia się wałów chmurowych nie tylko w warunkach pogody wyżowej stwarza tendencję do sugerowania klimatologicznego pasa zwiększonego zachmurzenia nad prawym brzegiem. Nad brzegiem lewym, w ciągu opracowywanego okresu badań, podobnego zjawiska nie zanotowano.

Tworzenie i odnawianie się wałów stwarza możliwość pulsacyjnego rozwoju prądów konwekcyjnych nad prawym brzegiem, więc i w Płocku. W okresach stagnacji wału wynoszenie zanieczyszczeń jest osłabione. W skrajnych przypadkach może wytworzyć się nadchmurowa inwersja temperatury wywołana nagrzewaniem się szczytów chmur. Wydaje się jednak, że silne prądy pionowe wyzwalane stale w rejonie kombinatu utrudniają utrzymywanie się takich sytuacji. Parokrotnie obserwowano



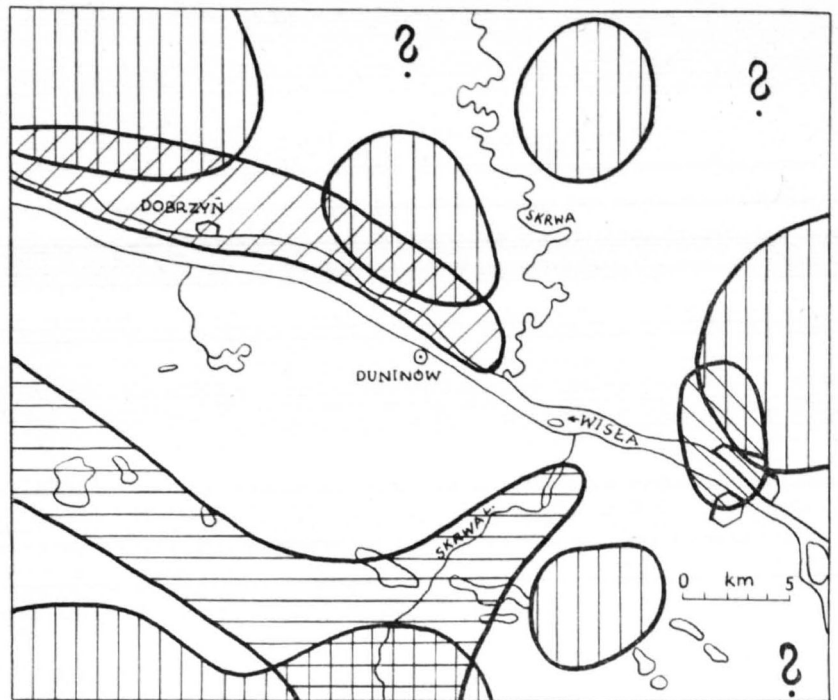
Rys. 5

no powstawanie chmur nad zakładami petrochemicznymi przy wyraźnie stałej równowadze powietrza nad całym badanym obszarem. Tendencja do tworzenia się wału chmurowego nie jest natomiast napewno niebezpieczeństwem powstawania podchmurowej smugi wyższych stężeń zanieczyszczeń ciągnącej się w dół lub w górę rzeki zależnie od równoleżnikowej składowej kierunku wiatru. Smuga ta w okresie nocnym znajdzie się nad korytem i brzegiem lewym niesiona tam prądami katabatycznymi (spływami chłodnego powietrza ze skarpy).

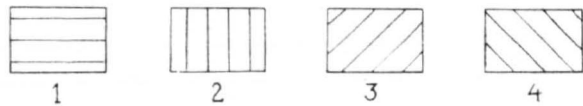
Kartograficzne podsumowanie prezentowanych badań znajdujące się na rys. 6. Jest ono słuszne dla północnych i zachodnich kierunków napływu powietrza. Oznaczono: 1 — obszary z tendencją do wieczornego zalegania chmur pochodzących z rozpadu chmur Cu, 2 — obsza-

ry o wzmózonej konwekcji dziennej, 3 — strefę najczęstszego tworzenia się wału nadbrzeżnego, 4 — obszar powstawania chmur pochodzenia przemysłowego (MZRiP). Znaki zapytania postawiono tam, gdzie skąpy materiał nie pozwolił dokonać oceny.

Uzyskane wyniki pozwalają skonstruować dość prosty model lokalnych skłonności cyrkulacyjnych w okolicy Płocka. Dzienna aktywność konwekcyjna prawego brzegu jest oczywista i pozytywna z aerosanitarnego punktu widzenia. Wytwarzanie się wałów chmurowych a także osłabienie prądów konwekcyjnych wieczorem powoduje lokalne gromadzenie się zanieczyszczeń powietrza pochodzących z emitorów powierzchniowych i niskich (takich w kombinacie nie brakuje). Wieczorem i nocą poduszki z zanieczyszczonym i wychłodzonym radia-



Rys. 6



cyjnie powietrzem spływają grawitacyjnie w dolinę nie przemieszczając się daleko. Spływy te są szczególnie silne w obrębie dolin Brzeźnicy, Wierzbicy i Skrwy, co można stwierdzić bez użycia metod instrumentalnych. Obszary lewobrzeżne położone poniżej tarasu Ciechomickiego to typowe zastoiska chłodnego i zanieczyszczonego powietrza. Cyrkulacja wstępująca pojawiająca się rano wciąga to powietrze powtórnie do miasta.

Ochrona przed opisanym szkodliwym zjawiskiem recyrkulacji jest w płockich warunkach topograficznych trudna. Natomiast istnieje możliwość manewru lokalizacyjnego nowymi dzielnicami miasta w celu złagodzenia niekorzystnych skutków położenia aerosanitarnego. Przede wszystkim należy dążyć do zachowania łatwej penetracji powietrza z kierunków W-SW-S-SE. Dlatego odcinek między Winiarami i ujściem Skrwy powinien pozostać wolny od zwartej zabudowy. Nie jest on zagrożony przez zanieczyszczenia z kombinatu (wiatry NE wykazują najmniejszą frekwencję) ale po zabudowie stałby się sztuczną przeszkodą dla powietrza odświeżającego miasto i okresowo oczyszczającego strefę ochronną kombinatu. Czyste powietrze z południowego-zachodu przechodziło by wtedy nad Płockiem.

Aktywność konwekcyjną strefy krawędziowej na wysokości centrum miasta i dzielnic wschod-

nich można nadal wzmacniać przez zabudowę, co spotęguje rozrzedzanie zanieczyszczonego recyrkulującego powietrza. Natomiast ochrona przed penetracją zanieczyszczeń z niskich emitorów MZRiP jest możliwa poprzez właściwe zagospodarowanie strefy ochronnej wokół kombinatu. Strefa ta powinna zawierać jak największą liczbę elementów dynamizujących ruch powietrza, gdyż doprowadzenie do wytworzenia się tam aerozastoiska grozi znowu zjawiskami recyrkulacyjnymi między dzielnicami północnymi i strefą ochronną.

Poprawa i utrzymanie właściwym warunków aerosanitarnych w Płocku wymaga uwzględnienia przytoczonych faktów. Wynikająca z nich jedyna alternatywa -- rozwój miasta na wschód, nie jest jednak pozbawiona wad. Wspomnieć tu wystarczy o wzrastającej frekwencji wiatrów od NW ku W. Dlatego opublikowane tu wstępne wyniki należy możliwie szybko zastąpić analizą szczegółową. Pilne jest usytuowanie na obszarze kombinatu bogato wyposażonej stacji meteorologicznej z pomiarami na wyższych poziomach (kominy). Procesami tu zasygnalizowanymi zajmie się oczywiście także nowopowstała Stacja Terenowa Instytutu Geografii Uniwersytetu Warszawskiego w Murzynowie koło Płocka.

LITERATURA

1. Dratwicka A. Klimat doliny środkowej Wisły. Opady, burze i mgły. 1963, Zakład Klimatologii IG UW (maszynopis).
2. Krauze I. Klimat doliny środkowej Wisły. Zachmurzenie i stosunki wilgotnościowe. 1964, Zakład Klimatologii IG UW (maszynopis).
3. Lenart W. Wpływ podłoża na rozwój chmur Cumulus nad wybranymi terenami Niżu Polskiego. Prace i Studia IG UW, Klimatologia z. 9 1975.
4. Paszyński J. et al. Klimat Włocławka i Płocka. Wiad. Sl. Hydrol. i Meteorologicznej, T. VII, z. 5, 1960
5. Ryżycka M. J. Stosunki nefologiczne i opadowe doliny Wisły w okolicach Wyszogrodu. 1970, Zakład Klimatologii IG UW (maszynopis).
6. Skibińska Z. Klimat doliny środkowej Wisły. Stosunki termiczne. 1963, Zakład Klimatologii IG UW (maszynopis).
7. Wpływ Zbiornika Włocławskiego na stosunki termiczno-wilgotnościowe terenów przyległych. 1975, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej (maszynopis).

Staraniem Towarzystwa Naukowego Płockiego
ukazało się w sprzedaży wydawnictwo pt.:

KOMISJA EDUKACJI NARODOWEJ I JEJ SZKOŁA W PŁOCKU
1773—1973

Są to materiały z sesji popularno-naukowej zorganizowanej przez Towarzystwo Naukowe Płockie wspólnie z Liceum Ogólnokształcącym imienia Stanisława Małachowskiego w Płocku.

Nakład 2.000 egz., format B-5, stron 110, w tym 32 zdjęcia. Książka jest do nabycia w biurze TNP, Płock, pl. Narutowicza 8, tel. 22-604 oraz w księgarniach płockich.