

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Swierczewskiego

FAKULTET Nr 3

Egz. Nr 11

ppłk SŁAWIŃSKI

Temat: ANALIZA MAP SYNOPTYCZNYCH
(Skrypt wykładu)

9/25-89
5/232

BIBLIOTEKA GŁÓWNA
Zbiory Wielkopolan - Akademii

4278

1958



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
im. gen. broni K. Swierczewskiego

FAKULTET Nr 3

Egz. Nr 11

ppłk SŁAWIŃSKI

Temat: ANALIZA MAP SYNOPTYCZNYCH
(Skrypt wykładu)

9/2589
5/232



4278

1958

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO
In. Gen. Broni K. ŚWIERCZEWSKIEGO

FAKULTET, Nr 3

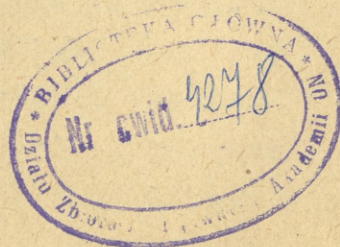
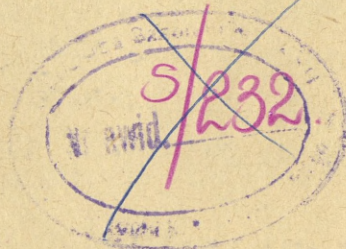
"ZATWIERDZAM"
SZEF KATEDRY Nr 32

[Signature]
DWORAK mgr dypl.

ppłk SZAWIŃSKI

Analiza map synoptycznych

/skrypt/



W S T E P

=====

Metoda przewidziania pogody stosowana w służbie meteorologicznej opiera się na synoptycznej analizie procesów atmosferycznych określających pogodę w danym momencie na danym obszarze geograficznym i na prognozie rozwoju tych procesów wg znanych praw. Przeanalizować procesy atmosferyczne /warunki meteorologiczne/ to znaczy określić, jaka pogoda panuje w danym rejonie /obszarze/, jakie procesy atmosferyczne warunkują tę pogodę, jak będą przebiegały te procesy, jaką pogodę będą one kształtowały w przeciągu tego okresu, na jaki zestawia się prognozę.

Charakter pogody określa się na podstawie stanu fizycznego masy powietrza, frontów atmosferycznych i układów barycznych. Analiza synoptyczna procesów atmosferycznych polega na określeniu położenia, przemieszczenia i rozwoju masy powietrza, frontów atmosferycznych i układów barycznych oraz na określeniu rozkładu ciśnienia, prądów powietrznych, temperatury i wilgotności powietrza na różnych wysokościach w troposferze i w dolnej warstwie stratosfery a w związku z tym na określeniu zmiany rozkładu tych elementów w biegu czasu. Stan fizyczny atmosfery w określonym momencie czasu jest dość dokładnie zobrazowany na mapach synoptycznych i mapach barycznej topografii.

Przy pomocy map synoptycznych, map topografii barycznej, danych z rozpoznania pogody i innych danych znajdujących się w dyspozycji meteorologa przeprowadza się analizę procesów atmosferycznych, na podstawie której sporządza się prognozę ich rozwoju.

Opracowanie map synoptycznych /pogody/ i map barycznej topografii jest jednym z najważniejszych zagadnień przy analizie procesów atmosferycznych. Tylko przy właściwej analizie procesów atmosferycznych na mapach pogody i mapach barycznej topografii można przewidzieć bieżące warunki meteorologiczne, bezbłądnie przewidzieć przyszłe zmiany ich rozwoju i wykorzystać je przy wykonywaniu zadania. Dlatego też koniecznym jest, aby oficerowie lotnictwa, a szczególnie personel latający zapoznali się z zasadniczymi zagadnieniami analize procesów atmosferycznych.

I. Opracowanie map synoptycznych /pogody/.

Mapę synoptyczną nazywamy taką mapę, na której w sposób poglądowy jest przedstawiony zespół elementów meteorologicznych /pogody/ na pewnym obszarze geograficznym w określonym czasie.

Mapy synoptyczne dzielimy na mapy główne i mapy okręgowe. Mapy główne sporządzane są regularnie w pewnych określonych odstępach czasu, na przykład co 6 godzin lub co najmniej dwa razy w ciągu doby /w zależności od potrzeb/.

Mapy okręgowe sporządza się co trzy godziny.

Sporządzanie i opracowywanie głównych i okręgowych map pogody można podzielić na następujące etapy:

1/ Wstępne opracowanie mapy, polegające na określeniu stref:

- obszar kłębiasto-deszczowych, warstwowo-deszczowych i opadów wewnątrzczasowych;

- opadów ciągłych;

- granicznych zjawisk /burz, mgieł, zamieci itp./.

2/ Wykreślanie izolinii /izobary/ tendencji barometrycznych i określanie obszarów wzrostu i spadku ciśnienia.

2/ Określenie położenia frontów atmosferycznych.

Kolejność opracowywania mapy pogody może być różna w zależności od warunków rozwoju procesów atmosferycznych i od specyficznych warunków pracy meteorologa.

Wstępne opracowanie mapy /koloryzacja/ wykonuje się w ten sposób, że przy istnieniu charakterystycznego zjawiska pogody w rejanie stacji meteorologicznej na mapie stawia się odpowiedni dla danego zjawiska symbol /znak/ lub stawia się odpowiednią kolorów /patrz tabela 1/.

Określanie pola ciśnienia polega na wykreśleniu na mapie pogody linii o jednakowym ciśnieniu - izobary.



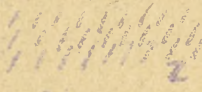
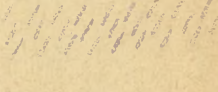

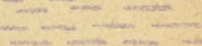
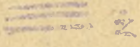

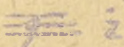

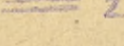

Izobary określa się w postaci jednolitych ciągłych linii zwykłym czarnym ołówkiem, przy czym na głównych mapach pogody izobary przeprowadza się co 5 mb, a na okręgowych mapach co 2,5 mb. Przy wykreśleniu izobary oprócz ciśnienia bierze się pod uwagę kierunek i prędkość wiatru, ponieważ wiatr przy powierzchni ziemi odchyła się od izobary o po-

nien kąta /około 30° / i im większa prędkość wiatru, tym gęściej przebiegają izobary. Wszystkie izobary, które kreślony na mapie oznaczamy całkowitą liczbą milibarów. Niezamknięte izobary oznaczamy na obydwu końcach, natomiast zamknięte izobary przerywa się i w miejscu przerwy ustawia się odpowiednią liczbę.

W rejonie grzbietu górskiego prędkość wiatru i gęstość izobar często nie są zgodne: na przykład prędkość wiatru jest mała, a izobary przebiegają bardzo gęsto. Wynikają one z tego, że grzbiet górski wywiera zmniejszający wpływ na pole wiatru i pole ciśnienia. W związku z tym izobary wzdłuż grzbietu przeprowadza się liniami falistymi /tzw. izobary orograficzne/. W centrum zamkniętych izobar obszaru niskiego ciśnienia stawiamy dużą literę N, a w centrum obszaru wysokiego ciśnienia - dużą literę W. Jeżeli ciśnienie w centrum układu barycznego w ciągu ostatnich sześciu godzin spadało, to z prawej strony przy podstawie litery stawiamy znak minus, a jeśli wzrastało - znak plus. Na głównych mapach pogody, na podstawie których zestawia się prognozę pogody /przeważnie mapa z godz. 7-00/ oznacza się za pomocą linii ciągłej tor przemieszczania się centrum układów barycznych na okres 24 godzin. Oprócz tego przerywaną linią oznacza się przewidywany tor przemieszczania się centrum układów barycznych, przy czym na mapie z godz. 7-00 przewidywany tor przemieszczania w ciągu 24 godzin, a na mapie z godz. 19-00 - na 12 godzin. W celu analizy ciśnienia na ostatnie trzy godziny kreśli się na mapie linie tendencji barometrycznych. Linie te wykreśla się co 1 mb przerywanymi kreskami. Jeżeli spadek lub wzrost ciśnienia jest bardzo duży, to linie o jednakowych tendencjach barometrycznych przeprowadza się co 2 mb. Centrum wzrostu ciśnienia oznaczamy literą - R /kolor niebieski/, a centrum spadku - literami Sp /kolor czerwony/. Z prawej strony przy podstawie tych liter podaje się z dokładnością do dziesiątych części największy wzrost lub spadek ciśnienia.

Tabela 1

Oznaczenia obłoków, opadów i innych zjawisk meteorologicznych stosowane przy następnym opracowaniu map synoptycznych.

Lp.	Zjawiska w chwili obserwacji	Kolorowe oznaczenie na mapach pogody	Oznaczenie na mapach w jednym kolorze
1	2	3	4
1	Opady obłogie /brzoła/, Strefa opadów obłogich na mapie zabarwia się kolorem szarym. W przejściowych porach roku stanła się znak deszczu /: / lub śniegu /w /		
2	Opady miedzocy, obserwowane w stałym lub jednoroboczej masie powietrza.		
3	Opady przelotne /alekro/	∇ _z	∇
4	Burze w chwili obserwacji.	R _{cz}	R
5	Burze w okresie między obserwacjami.	R _g	R
6	Błyskawica bez grzmotu.	L _{cz}	L
7	Mżawka	I _z	I
8	Ciepły kłębiasto-deszczowy. Gdy występuje burza lub opad śniegu tego znaku nie podaje się	V	V
9	Obszary jednolitych mgieł		
10	Mgły miejscami, tj. mgły nie rozprzestrzeniające się na całym obszarze, a obserwowane tylko na oddzielnych stacjach		
11	Mgły z mżawką /znak mżawki oznaczony kolorem szarym/		
12	Zamieć, widzialność poniżej 4 km		
13	Szpele zmetnienie, widzialność poniżej 4 km.	∞ _z	∞

1	2	3	4
14	Zamieć śnieżna, niska i wysoka	\pm \pm cz	\pm \pm
15	Górzność w chwili obserwacji	\sim cz	\sim
16	Górzność w okresie między obserwacjami	\sim n	\sim
17	Burza pyłowa w chwili obserwacji	\mathcal{E} cz	\mathcal{E}
18	Burza pyłowa w okresie między obserwacjami	\mathcal{E} n	\mathcal{E}
19	Trąba wodna /chmura lejkowa / w chwili obserwacji	X cz	X
20	Trąba wodna /chmura lejkowa / w okresie między obserwacjami	X n	X

Tabela 2

Omówienie frontów atmosferycznych na mapach synoptycznych.

Lp.	Nazwa frontu	Omówienie barwy	Omówienia iedgobarywe
1	Front ciepły /Fc/	cz	
2	Front chłodny /Fch/	cz	
3	Front stacjonarny /Fst/	cz	
4	Ciepły front ciepły /Cfc/	cz	
5	Ciepły front chłodny /Cfc/	cz	
6	Drugorzędny front ciepły	cz	
7	Drugorzędny front chłodny	cz	
8	Front okluzji ciepłej /Foc/	fiolet	
9	Front okluzji chłodnej /Foch/	fiolet	
10	Front okluzji bez dokładnego określenia /Fo/	fiolet	
11	Front okluzji rozmyty przy pow. ziemi	fiolet	

Wyjaśnienie: cz - kolor zielony, cz - kolor czerwony,
 ż - kolor żółty, fiolet - kolor fioletowy,
 n - kolor niebieski.

II. Analiza map barycznej topografii.

Mapy barycznej topografii opracowuje się na podstawie danych aerologicznych uzyskanych w radiosondowaniu atmosfery.

Mapy te są niezbędne dla analizy rozkładu ciśnienia, wiatru, temperatury i wilgotności powietrza na różnych wysokościach.

Mapa barycznej topografii jest podobna do zwykłej mapy topograficznej i ukazuje kształtowanie danego terenu czy obszaru /maga hipsometryczna - warstwowa terenu/.

Na mapach tych, podobnie jak na mapach topograficznych, nad obszarami wysokiego ciśnienia powierzchnie izobaryczne przebiegają w kształcie pagórków, a nad obszarami niskiego ciśnienia w kształcie kotlin.

Na mapach barycznej topografii bezwzględnej skrót H /absolutna topografia/ wysokość powierzchni izobarycznej jest większa tam, gdzie ciśnienie jest wyższe /większe/, natomiast tam, gdzie wysokość jest mniejsza jest mniejsze /niższe/ ciśnienie. Powierzchnią izobaryczną nazywamy taką powierzchnię, której ciśnienie w każdym punkcie jest jednolite /stałe/.

Nazwa bezwzględna oznacza, że wysokości powierzchni izobarycznych liczą się od poziomu morza. Dla określenia obszarów wysokiego ciśnienia /wyżów/ i niskiego ciśnienia /niżów/, na mapach topografii bezwzględnej przeprowadza się linie /izohipry/ o jednakowych bezwzględnych wysokościach danej powierzchni izobarycznej.

Głębokość między dwiema dowolnymi powierzchniami izobarycznymi, to jest wysokość względna, zależy tylko od średniej temperatury warstwy powietrza zawartej między tymi powierzchniami izobarycznymi. Jeżeli średnia temperatura warstwy powietrza jest wyższa, to wysokość względna jest większa i odwrotnie, gdy średnia temperatura warstwy powietrza jest niższa - wysokość względna jest mniejsza. /Temperaturę powietrza podaje się w stopniach skali bezwzględnej/.

Izohipsy wykreśla się w odstępach co 4 dekamentry /40 m/
Na przykład na mapie AT₆₅₀/czyli AT₆₅₀ - baryczna topografia
względna powierzchni izobarycznej 850 milibarów/ kreślimy
izohipsy 140, 144, 148 dekamentrów /dkm/ i t.d., na mapie
AT₇₀₀ = 296, 300, 304 dkm i t.d., na mapie AT₅₀₀ = 500, 504,
508 dkm itd. oraz na mapie AT₃₀₀ = 300, 304, 308 dkm itd.
Podane wysokości w dziesiątkach metrów /dkm/ odpowiadają
wysokościom dla danych powierzchni izobarycznych.

Izohipsy na mapach topografii bezwzględnej są analogiczne
do izobar na głównej mapie synoptycznej, podobnie tak
podobnie jak i drugie obrazują rozkład ciśnienia i
położenie /rozstawienie/ układów barycznych /patrz za-
łączniki 2, 3, 4 i 5/.

Wiatr na mapach topografii bezwzględnej przebiega równoległe
do izohips, czyli inaczej mówiąc, prądy powietrzne prze-
biegają się wzdłuż izohips, to jest patrząc w kierunku
dokąd wiatr wieje, prądy to /wiatr/ pozostawiają niskie
ciśnienie z lewej strony. Między gęstością izohips i pręd-
kością wiatru istnieje ścisły związek tj. im bliżej siebie
są położone izohipsy, tym jest większa prędkość wiatru.

W praktyce stosuje się specjalne nomogramy tak zwane
linijki gradientowe, przy pomocy których na zasadzie gęstoś-
ci izohips można zmierzyć prędkość wiatru gradientowego w
dowolnym punkcie /rejonie/. Na podstawie map topografii bezwzględnej
można określić strukturę wiatru w interesującym rejonie

na takiej lub innej wysokości. W związku z tym należy pa-
miętać, że wg mapy AT₆₅₀ można określić wiatr na wysokości
około 1,5 km, wg mapy AT₇₀₀ - na wysokości około 3 km,
wg mapy AT₅₀₀ - na wysokości około 5 km, wg mapy AT₃₀₀ - na
wysokości około 8 km.

Mapy topografii bezwzględnej wykorzystuje się dla określenia
kierunku i prędkości prądów wodzących przy analizie prze-
biegu układów barycznych, ponieważ charakteryzują
one strukturę prądów powietrznych w średniej troposferze.

Na mapy topografii bezwzględnej nanosi się również takie wielkości jak, temperaturę i wilgotność powietrza, które znaczenie ułatwiają analizę mas powietrza i frontów atmosferycznych. Oprócz map barycznej topografii bezwzględnej są również stosowane mapy barycznej topografii względnej, skrót /WT/. W odróżnieniu od map AT na mapy WT nanosi się nie wysokość powierzchni izobarycznej nad poziom morza, lecz jej wysokość nad powierzchnią izobaryczną poprzednią, np. wysokość powierzchni 500 mb nad powierzchnią 700 mb i t.p. co możemy w skrócie zapisać WT $\frac{500}{700}$. / WT $\frac{500}{700}$ -

baryczna topografia względna powierzchni izobarycznej 500 mb ponad powierzchnią izobaryczną 700 mb/.

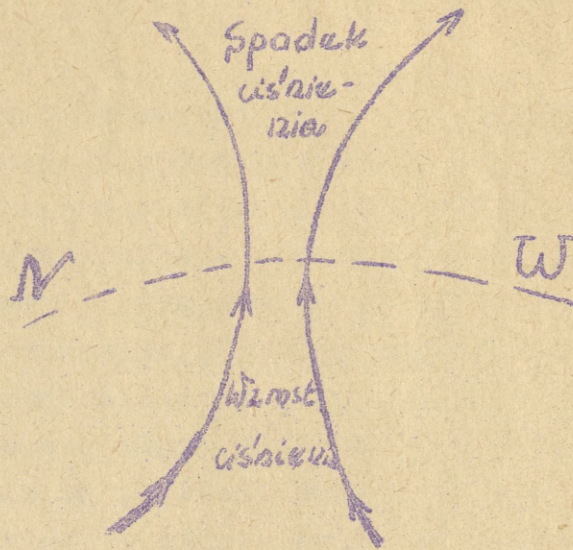
Mapę względnej topografii o powierzchni izobarycznej 500 mb ponad powierzchnią izobaryczną 1000 mb WT $\frac{500}{1000}$ obrazuje rozkład średniej temperatury w dolnej pięciokilometrowej warstwie troposfery. Opracowanie /sporządzenie/ mapy WT $\frac{500}{1000}$ polega na wykreśleniu izohips. Izohipsy na mapie WT $\frac{500}{1000}$ kreśli się w odstępach co 4 dkm. Po wykreśleniu izohips na mapie WT $\frac{500}{1000}$ określa się obszary /ogniska/ ciepła i obszary chłodu. W centrum obszaru chłodu stawia się literę Z, a w centrum ~~rozgrzanej~~ obszaru ciepła literę C.

W centralnej części obszaru ciepła są największe wysokości względne, a w centralnej części obszaru chłodu - najmniejsze. Na podstawie map topografii bezwzględnej AT₇₀₀ i map topografii względnej WT $\frac{500}{1000}$ sporządza się mapę termobaryczną dolnej pięciokilometrowej warstwy troposfery /zał. 7/, gdzie izohipsy AT₇₀₀ wykreślone są ciągłymi liniami, a izohipsy WT $\frac{500}{1000}$ - liniami przerywanymi. Kierunek i prędkość przemieszczenia się prądów powietrznych /mas powietrze/ określa się na podstawie izohips AT₇₀₀, a na podstawie izohips WT $\frac{500}{1000}$ znajdujących się na mapie termobarycznej określamy nad interesującym nas obszarem /rejonem/ przemieszczania się ciepłego lub chłodnego powietrza.

Kierunek izohips na mapach barycznej topografii bezwzględnej wskazuje kierunek prądu wodzącego na danej wysokości. Zbieżność i rozbieżność izohips topografii bezwzględnej mają bardzo ważne znaczenie w zakresie prognozy, dotyczącej zmian ciśnienia powietrza przy powierzchni ziemi. Gdzie bowiem izohipsy wykazują zbieżność, tam występują jakby zwięźlenie prądu, gdyż powietrze przemieszcza się wzdłuż izohips. Zwięźlenie strumienia prądu prowadzi do miejscowego gromadzenia się powietrza dlatego, że nie może ono dość swobodnie przepływać przez wąską gardziel między zbliżonymi do siebie izohipsami, co ma ten skutek, że ciśnienie przy powierzchni ziemi wzrasta. Rozbieżność izohips daje efekt odwrotny - spadek ciśnienia przy powierzchni ziemi.

W tych obszarach atmosfery, gdzie powietrze jest cieplejsze i tym samym odznaczające się wilgotnością względną mniejszą, odległość między powierzchniami izobarycznymi jest większa i odwrotnie: w powietrzu chłodniejszym odległości te są mniejsze. Tę właściwość powierzchni izobarycznych wykorzystuje się na mapach barycznej topografii względnej. Wzrost wysokości pewnej powierzchni izobarycznej nad powierzchnią poprzednią oznacza się wzrostem średniej temperatury warstwy powietrza, zalegającego między tymi powierzchniami, a zmniejszenie wysokości - oznacza się spadkiem temperatury. Dlatego na mapach topografii względnej w ośrodkach /centrach/ najwyższych wysokości wpisujemy literę C /powietrze ciepłe/ a w ośrodkach najniższych wysokości literę Z /powietrze chłodne/.

Analiza mapy topografii względnej umożliwia wprowadzenie pewnych poprawek na głównej mapie synoptycznej. Dotyczy to zwłaszcza temperatury, która na tej mapie jest sądzić, że niekwalifikowana w skutkach wpływu miejscowych własności powierzchni ziemi /podłoża/, że trudno jest w wielu wypadkach ściśle określić stan i zasięg mas powietrza chłodnego i ciepłego. Trudność tę usuwa w znacznej mierze topografia względna.



Rys. 1. Zbieżność i rozbieżność izohips
/prądów powietrznych/.

III. Analiza i prognoza stanu masy powietrza.

Ocena warunków lotu.

Określić warunki lotu w danej masie powietrza, to znaczy przeanalizować stan tej masy powietrza, ustalić granice jego rozprzestrzenienia się i kierunek przemieszczania się oraz uwzględnić możliwe zmiany procesów fizycznych. Dane te można opracować na podstawie map synoptycznych i map barycznej topografii oraz innych danych, którymi dysponuje synoptyk. Pogoda masy powietrza zależy przede wszystkim od charakteru zachmurzenia i opadów, od zawartości wilgotności w danej masie powietrza i jej stratyfikacji /rozwarstwienia/ oraz rozkładu temperatury ze wzrostem wysokości. W stałej masie powietrza o odpowiedniej wilgotności obserwuje się jednolite zachmurzenie warstwowe lub kłębiaste-warstwowe, opady w postaci mżawki lub też słaby deszcz /śnieg/. Gdy występuje kondensacja bezpośrednio przy powierzchni ziemi, to duże obszary mogą być pokryte mgłą odwekcyjną. Jeżeli natomiast w stałej masie powietrza występuje mała wilgotność, to obserwuje się w niej pogodę bezchmurną lub o małym zachmurzeniu, widzialność nieco pogorszoną wskutek smętnienia powietrza, a nocą przez zamglenie. Warunki pogody w chwiejnej masie powietrza są inne niż w stałej. Jeżeli chwiejna masa powietrza posiada odpowiednią zawartość wilgotności, czyli jest "wilgotna", to w takiej masie rozwijają się chmury kłębiaste i kłębiasto-deszczowe, występują opady przelotne i ulewne, a przy sprzyjających warunkach występują burze. Charakterystyczną cechą chwiejnej masy jest to, że występują w niej szybkie zmiany rodzajów i ilości chmur. Wiatr silny, porywisty, a szczególnie przy burzach występują szkwały.

Jeżeli natomiast chwiejna masa powietrza jest "sucha" tj. posiada małą zawartość wilgotności, to pogoda w niej bywa często bezchmurna lub o małym zachmurzeniu z nieznacznym rozwojem chmur kłębiastych. W danym przypadku charakterystyczną oznaką chwiejności masy jest porywistość wiatru.

Przy analizie chwiejnej masy powietrza zwraca się szczególnie uwagę, czy opady i burze /zjawiska krótkotrwałe/ powtarzają się. W związku z tym przy ocenie sytuacji na podstawie map synoptycznych należy zwracać uwagę szczególną nie tylko na bieżącą pogodę, ale i na pogodę w okresie między obserwacjami. Przy tym należy pamiętać, że nad lądem zjawiska chwiejności wzmagają się w okresie popołudniowym, a nad morzem nocą. Prognoza stanu masy powietrza polega w zasadzie na określeniu jej stratyfikacji i zawartości wody, na podstawie czego można wyciągnąć wnioski co do prognozy zachmurzenia wewnętrznomasowego, opadów i szczególnych zjawisk. O jakości tych zmian możemy wnioskować na podstawie analizy charakteru masy powietrza na mapie synoptycznej, przewidując zawsze zmianę pola ciśnienia. Jeżeli ustalono, że masa powietrza przed przyjściem w dany rejon powinna przemieszczać się nad chłodniejszym podłożem /ciepła masa powietrza/, to największemu ochłodzeniu ulega jej dolna warstwa, w związku z czym stałość stratyfikacji wzrasta, a w wypadkach chłodnej masy powietrza, chwiejność zmniejsza się. Z tymi procesami są związane zmiany wewnętrznomasowego zachmurzenia. Na przykład w okresie zimowym świeże powietrze umiarkowane morskie /PPM nad oceanem Atlantyckim posiada równowagę chwiejną, czyli mówimy, że jest ono chwiejne w związku z czym na wybrzeżu Europy w takiej masie powietrza kształtuje się zachmurzenie konwekcyjne /chmury kłębiaste/, z którego padają opady przelotne i ulewne. W miarę przesuwania się w głąb kontynentu to powietrze w dolnej warstwie /w dolnej części/ przez cały czas oziębia się i na wschodnich krańcach Polski prawie całkowicie zatracą swoje właściwości cechujące masę chwiejną. W takiej masie powietrza rozwijają się przeważnie chmury kłębiaste i kłębiasto-warstwowe. W ten sposób powietrze umiarkowane morskie po dłuższym przemieszczaniu się na wschód staje się stopniowo stałą masą powietrza /masą powietrza o równowadze stałej/. Przypuśćmy, że przed przyjściem w dany rejon masa powietrza przemieszcza się nad podłożem cieplejszym niż dana masa /chłodna masa powietrza/. W tym wypadku stałość masy powietrza wskutek ogrzewania się jej dolnej

warstwy będzie malała i jeśli trasa przemieszczenia się będzie stosunkowo długa, to masa ta przejdzie w stan równowagi chwiejnej i w związku z tym w danym rejonie należy oczekiwać rozwoju chmur kłębiastych, opadów przelotnych i częściowo burz wewnątrzmasowych, jeżeli wilgotność jest stosunkowo duża. Zmiana wilgotności powietrza wywiera znaczny wpływ na zmianę pogody wewnątrzmasowej. Na przykład, jeżeli oczekuje się wtargnięcia powietrza arktycznego /PA/, które przeszło długą drogę nad powierzchnią wody, to są wszelkie dane ku temu /szczególnie w okresie popołudniowym/, że będą rozwijały się chmury typu kłębiastego i będą występowały krótkotrwałe opady przelotne. Jeżeli natomiast, powietrze arktyczne przedziera się w okresie sinowym nad morzem Arktycznym pokrytym lodem, to w takiej masie powietrza nie należy oczekiwać znacznego rozwoju zachmurzenia, ponieważ jego wilgotność jest stosunkowo mała.

Przy analizie i prognozowaniu stratyfikacji masy powietrza korzystamy z map barycznej topografii, ponieważ przy pomocy tych map możemy określić kierunek i prędkość przemieszczenia się powietrza na różnych wysokościach, a biorąc pod uwagę to, że na tych mapach są naniesione wartości temperatury możemy określić, czy będzie występowało ocieplenie lub ochłodzenie i jaka jest wielkość zmiany temperatury na różnych wysokościach.

Prognoza ~~przebiegu~~ stratyfikacji masy powietrza dla interesującego nas punktu /rejonu/ przy pomocy map barycznej topografii bezwzględnej przeprowadza się w następujący sposób. Jeżeli ocieplenie lub ochłodzenie jest najmniejszej jednakowe na wszystkich poziomach /wysokościach/, to stratyfikacja masy powietrza w ciągu doby nie ulegnie poważnym zmianom. Wyjątek może stanowić jedynie dolna warstwa powietrza w przybliżeniu do wysokości 1 km, które w znacznym stopniu ogrzewa się w dzień, a ochładza się nocą /przy małym zachmurzeniu lub bezchmurnej pogodzie./. Jeżeli zaś ochłodzenie w górnej części jest większe niż w dolnej, stałość masy powietrza zmniejsza się, a jeśli już była chwiejną, to chwiejność masy powietrza wzrasta. I na odwrót, jeżeli ochłodzenie

w górnej części jest mniejsze niż w dolnej, ta stałość masy powietrza zwiększa się. Analogiczna sytuacja może wystąpić w przypadku ocieplenia, które jest nie jednakowe na różnych wysokościach. Oprócz temperatury na mapach barycznej topografii, są naniesione dane wilgotności powietrza. Jeżeli izohipsy są skierowane w ten sposób, że odhyla się napływ wilgotnego powietrza, to wilgotność powietrza nad interesującym nas punktem będzie się zwiększała, a w przeciwnym zaś wypadku będzie się zmniejszała.

Przy opracowaniu prognozy stanu masy powietrza uwzględnia się dobowy przebieg temperatury, ponieważ stałość równowagi danej warstwy powietrza może się zwiększać wskutek nocnego ochłodzenia, a zmniejszać - wskutek dziennego nagrzewania. Należy mieć na uwadze, że pogoda wewnątrz masy powietrza nie jest w zasadzie jednorodną, gdyż wywierają na nią silny wpływ grzbiety górskie, wzniesienia terenowe, duże zbiorniki wodne itd.

IV. Analiza położenia i prognoza przemieszczania się oraz rozwoju frontów atmosferycznych.

Analizę położenia frontów jak również prognozę ich przemieszczania się i rozwoju opracowuje się przy pomocy map synoptycznych, map barycznej topografii, danych aerologicznych, danych z rozpoznania i niektórych innych danych oraz na podstawie charakterystycznych właściwości frontów.

Ocenić warunki lotu w strefie działania frontu atmosferycznego /w strefie pogody frontowej/ to znaczy określić:

- zasięg ^u kierunku poziomych i pionowych systemów ^u zachmurzenia frontowego;
- położenie dolnej i górnej granicy chmur;
- wykryć położenie /rozmięszczenie/ ^{lub} silnej i słabej rozbudowanych warstw zachmurzenia;

- określić charakter opadów i szerokość strefy opadów;
- widzialność;
- położenie izotermi zerowej i przy tym wyjaśnić, gdzie znajduje się strefa możliwego oblodzenia;
- prędkość i kierunek przy ziemi i na różnych wysokościach;
- charakter niebezpiecznych zjawisk pogody związanych z frontem i ich wpływ na warunki lotu.

Oprócz tego należy przewidzieć, w jakim kierunku i z jaką prędkością będzie się przemieszczał front, jakie są ku temu dane, że front będzie się wznagał lub rozmywał /zanikał/, t.j. określić jaki będzie charakter pogody, a w związku z tym, jakich warunków lotów należy oczekiwać. Do tego należy jeszcze dodać, że przy analizie położenia frontów atmosferycznych trzeba dobrze znać ich właściwości. Na przykład, fronty ciepłe obszarów cyrkulacji cyklonicznej /obszarów niżowych/ posiadają następujące charakterystyczne właściwości:

- system chmur pierzastych, pierzasto-warstwowych, średnio-warstwowych i warstwowo-deszczowych, pod którymi zwykle rozprzestrzeniają się chmury deszczowe /Frat/ lub warstwowe;
- mniej lub bardziej szeroka strefa opadów padających w zasadzie przed frontem;
- prawy skręt wiatru na linii frontu;
- przedfrontowy spadek ciśnienia;
- słaby lub duży skok temperatury itp.

Taka pogoda jest związana z ciepłym frontem przechodzącym w strefie niżu na przykład, na wschód od południowo-wschodniej części Polski /patrz załącznik nr 1/.

Oznaką rozmywania się frontu ciepłego jest zmniejszenie się pionowej rozbudowy zachmurzenia oraz zanikające opady ciągłe. Przy wilgotnochwijnym ciepłym powietrzu, co najczęściej obserwuje się latem, na ciepłym froncie rozwija się zachmurzenie kłębiasto-deszczowe, obserwuje się opady przelotne, a nawet burze. Najczęściej podane zjawiska mają miejsce nocą, ponieważ o tej porze doby ciepłe fronty są bardziej aktywne.

W wypadku chłodnego frontu I rodzaju, system średnio-warstwowych i warstwowych chmur rozprzestrzenia się w zasadzie za linią frontu, a przed linią frontu często kształtują się chmury kłębiasto-deszczowe. Strefa opadów ciągłych zwykle bywa mniejsza niż na froncie cieplem i rozmieszcza się za linią frontu. Bezpośrednio przed linią frontu padają opady przelotne, a w cieplej porze roku, szczególnie podczas dnia, obserwuje się działania burzowe i niekiedy - szałwy.

Wiatr wyraźnie wzrasta siłą, gdy chłodny front I rodzaju, nalega w głębokiej burzynie, i zaptownie zmienia swój kierunek przy przechodzeniu linii frontu.

Zachmurzenia i opady na froncie chłodnym II rodzaju występują w stosunkowo wąskiej strefie przed linią frontu.

Zachmurzenie szczególnie w okresie cieplej pory roku, jest kłębiasto-deszczowe, a opady są przelotne /ulewne/. O tej porze roku wzdłuż linii frontu obserwuje się rozwój burz i szałwów. Zjawiska te najczęściej występują w okresie popołudniowym.

Szczególne uwagę należy zwracać na pogodę kształtującą się w okresie między obserwacjami, gdyż przy stosunkowo krótkotrwałych opadach przelotnych i burzach, szereg stacji w momencie obserwacji ich nie obserwuje, w związku z tym nie podaje w depeszach. Za linią frontu obserwuje się znaczny wzrost ciśnienia. Po przejściu linii frontu obserwuje się zwykle przejaśnienia /rozpogodzenia/.

Młody front okluzji cieplej w większości wypadków trudno odróżnić od głównego frontu ciepłego. Szczególną uwagę należy zwrócić na charakter zmiany ciśnienia i zmianę intensywności opadów. Strefa największego spadku ciśnienia rozmieszcza się nie bezpośrednio przed linią frontu, a nieco w przódzie przed głównym chłodnym frontem. Najintensywniejsze opady występują też przed głównym frontem chłodnym. Oprócz tego należy pamiętać, że ocieplenie przy przechodzeniu frontu okluzji cieplej jest w zasadzie mniejsze niż w przypadku przechodzenia frontu ciepłego. W późniejszym stadium okluzji zachmurzenie frontowe stopniowo rozmywa się /zanika/. Zamiast średnio

warstwowych chmur obserwuje się typowe chmury średnio-
kłębiaste, a zamiast warstwowo-deszczowych występują warst-
wowe lub warstwowo-kłębiaste. Opady całkowicie przestają padać
lub wyraźnie zanikają.

Front okluzji chłodnej w początkowym stadium układowania
się, szczególnie latem, trudno odróżnić od głównego frontu
chłodnego. W danym wypadku szczególną uwagę należy zwrócić
na nieciągłość temperatury, która zwykle jest mniejsza niż
na froncie chłodnym, a także na rozkład tendencji baryce-
trycznych. Obszar najintensywniejszego wzrostu ciśnienia
rozmieszcza się na górnym ciepłym froncie. W późniejszym
stadium okluzji jest znacznie łatwiej odróżnić te dwa fronty,
ponieważ na froncie okluzji zjawiska występują w mniejszym
natężeniu niż na froncie chłodnym. Drugorzędne fronty można
odróżnić od typowych frontów wskutek słabszej intensywności
zjawisk, które występują przy przechodzeniu tych frontów.
Jednak w szeregu wypadkach można je rozpoznać tylko przy
pomocy map barycznej topografii.

Przy analizie frontów atmosferycznych oprócz map synoptycz-
nych należy wykorzystać mapy barycznej topografii. Front na
mapie synoptycznej, wskutek silnego oddziaływania podłoża
na szereg jego elementów może być niezauważony /niezauważony/.
Poczynając od pewnej wysokości /500-1000 m/ bezpośredni
wpływ podłoża na niektóre elementy, na przykład na tempera-
turę, jest niewielki. W związku z tym już na mapie AT₈₅₀
stosunkowo łatwo jest zauważyć front na podstawie analizy
pola ~~temperatur~~ temperatury, t.j. znaczne kontrasty temperatury
obserwuje się tam, gdzie przechodzi front /linia frontu/.
Rzecz jasna, że przy analizie położenia frontu na mapie
synoptycznej i mapie AT₈₅₀, a w razie konieczności i na
innych mapach barycznej topografii, należy uwzględniać
wspólne cechy związane z nachyleniem powierzchni frontowej,
charakterem zachmurzenia, stałością strący opadów itd.
Przy porównaniu głównej mapy synoptycznej z mapą AT₈₅₀
front na mapie AT₈₅₀ powinien nachylać się tylko w stronę
chłodnej masy powietrza, ponieważ powierzchnia frontowa
zawsze jest nachylona w stronę masy chłodnej. Jeżeli roz-

mieszczanie frontów na tych poziomach /wysokościach/
jest odwrotne, to znaczy, że przy analizie którejs z map
popelniono błąd, który należy natychmiast poprawić. Ważny
pod uwagę mapę AT₈₅₀ z 28 września /załącznik 6/. Jak widać
na mapie, front jest dobrze zaznaczony w polu temperatury,
i oddziela powietrze chłodne z nad Bałkanów, zachodniej
i północno-wschodniej europejskiej części ZSRR od ciepłego
powietrza centralnej i wschodniej części ZSRR. Mapy bryoz-
nej topografii ułatwiają identyfikację frontu, gdyż na przykład
wynikają trudności jak sklasyfikować, czy jako front wysoki
troposferyczny, czy jako front niski /drugorzędny/. W wielu
wypadkach zarówno klasyfikację jak i identyfikację frontów
przeprowadza się na podstawie szerokości stref zamurzenia
frontowego i stref opadów związanych z danym frontem, ale
należy zaznaczyć, że ten sposób jest dość trudny i nie zawsze
jest możliwy do zrealizowania. Stosowanie map barycznej
topografii umożliwia rozwiązanie tego zagadnienia bez spec-
jalnych trudności. Jeżeli w polu temperatury front zaznacza
się nie tylko na głównej mapie synoptycznej i na mapie
AT₈₅₀ ale na mapach AT₇₀₀ i AT₅₀₀ nie mówiąc już o mapie
AT₃₀₀ to front taki należy bezwarunkowo zaliczyć jako
front wysoki. Jeżeli natomiast front nie zaznacza się powy-
żej mapy AT₈₅₀ to należy go zaliczyć jako front niski
/drugorzędny/.

Bardzo ważnym zagadnieniem dla oceny warunków lotu, jest
określenie położenia dolnej granicy zamurzenia fronto-
wego oraz jego pionowej rozbudowy. Dane o położeniu dolnej
granicy zamurzenia /wysokości podstawy chmur/ są podane
na mapie synoptycznej, natomiast dane o położeniu górnej
granicy zamurzenia nie są ujęte na mapie synoptycznej.
Dla orientacyjnego określenia wysokości górnej granicy
chmur warstwowo-łuszczowych można posługiwać się empirycz-
ną regułą zalecaną przez B. Żaka.

Reguła ta jest oparta na związku zachodzącym między sze-
rokością strefy chmur warstwowo-łuszczowych, skierowaną
w kierunku prostopadłym do frontu, i wysokością górnej gra-
nicy chmur. Stosując tę regułę w pierwszym rzędzie należy

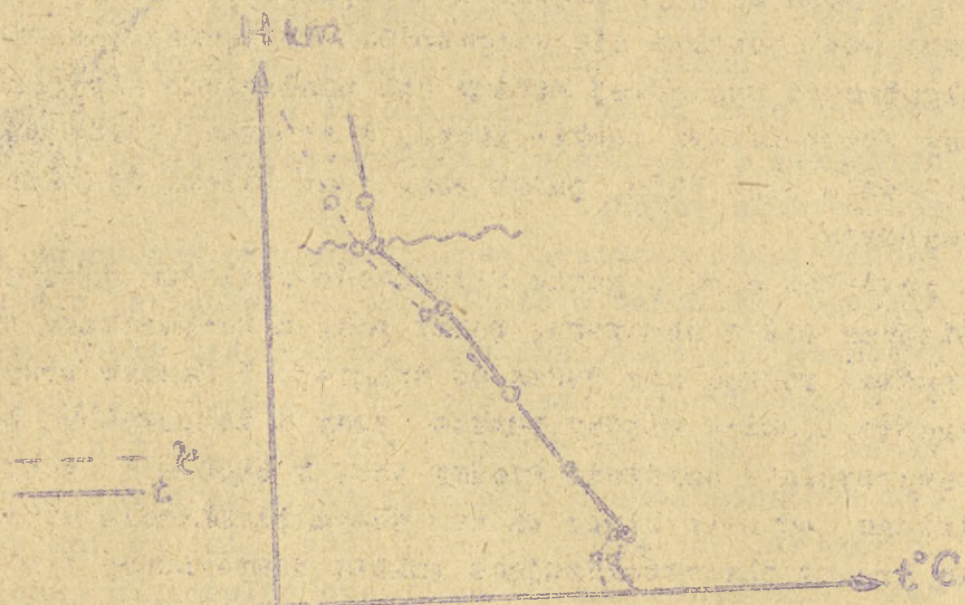
określić szerokość strefy chmur warstwowo-deszczowych, następnie zmierzoną szerokość tej strefy, wyrażoną w kilometrach, dzieli się przez 100 i do otrzymanego wyniku dodaje się jedność. Otrzymane liczbę daje wysokość górnej granicy chmur warstwowo-deszczowych w kilometrach. Regułę tę stosujemy tylko dla orientacyjnego określenia wysokości górnej granicy chmur warstwowo-deszczowych, ale na podstawie wielokrotnych doświadczeń można na stosunkowo dużą wiarygodnością stwierdzić, że wysokość górnej granicy chmur warstwowo-deszczowych leży nie niżej wysokości obliczanej danym sposobem. Zastosujemy tę regułę na konkretnym przykładzie, na przykład, szerokość strefy chmur warstwowo-deszczowych frontu ciepłego w centralnej części niżu, zalegającego rano 28 września /patrz zał. 5/ na południowy-wschód od południowej części Polski, wynosi około 400 km. Na podstawie poznanej reguły możemy wnioskować, że górna granica tych chmur leży nie niżej 5 km, $\frac{400}{100} + 1 = 5$ km/. Jeżeli posiadamy dane z sondowania atmosfery, to położenie górnej granicy chmur frontowych może być określone w pewnym przybliżeniu wg charakteru rozkładu wilgotności względnej i temperatury ze wzrostem wysokości. Wilgotność względna w chmurach jest bliska do 90-100%, a przy wyjściu z chmur nagle zmniejsza się. Rozpatrzmy dla przykładu. Przypuśćmy, że rozkład wilgotności względnej jest następujący:

wysokość w m	wilgotność względna w procentach
100	98
500	100
1000	99
1500	95
2000	92
2500	92
3000	90
3500	90
4000	90
4500	89
5000	88
5500	87
6000	72
6500	68

Na podstawie tych danych możemy wnioskować, że w danym wy-
padku górna granica zachmurzenia znajduje się między
5500 i 6000 m, gdyż między tymi wysokościami występuje gwał-
towne zmniejszenie się wilgotności względnej. Zmianę
wilgotności względnej możemy też posługiwać się punktem
rosy /temperaturą punktu rosy/. W chmurach, gdzie wilgotność
względna jest duża, punkt rosy jest bliski do temperatury
powietrza.

Na zewnątrz chmur, gdzie wilgotność względna jest znacznie
mniejsza niż w chmurach, punkt rosy i temperatura powietrza
wyraźnie różnią się jedna od drugiej. W naszym przykładzie
wyraźna różnica między punktami rosy i temperaturą będzie
występowała w warstwie między 5500 i 6000 m i wyżej.

Dlatego też w praktyce na tym samym blankiecie wykreśla
się krzywe charakteryzujące zmianę temperatury powietrza
i punktu rosy ze wzrostem wysokości. Wewnątrz chmur te
dwie krzywe przebiegają obok siebie lub nakrywają się /przy
wilgotności względnej wynoszącej 100%/. Poza chmurę, tj.
począwszy od górnej granicy chmur, krzywe te gwałtownie
rozchodzą się /rys. 2/. Sposób ten, teoretycznie dosta-
tecznie uzasadniony nie zawsze daje pożądane rezultaty,
gdyż odbiornik współczesnych radiosonów, stosowany do pion-
owego sondowania atmosfery, nie podaje dokładnych danych
o wilgotności przy niskich ujemnych temperaturach. Dlatego
oprócz podanego sposobu stosuje się inny sposób jako
uzupełniający /kontrolny/. Pionowy gradient temperatury
wewnątrz chmur jest stosunkowo bliski do wilgotno-adiaba-
tycznego gradientu. Nad górną granicą chmur często obser-
wuje się inwersję temperatury pochodzenia radiacyjnego
lub w każdym bądź razie spadek temperatury ze wzrostem
wysokości znacznie słabszy /rys.2/.



rys. 2. Zmiana temperatury i punktu rosy z wznoszeniem wysokości w chmurach frontowych i nad ich górną granicą.

Określenie położenia górnej granicy zachmurzenia frontowego wg danych pionowego sondowania atmosfery daje pozytywne rezultaty dla systemu średnio-warstwowych i warstwowo-deszczowych chmur. Natomiast górna granica chmur wysokich /pierzastych i pierzasto-warstwowych/ nie określa się wg podanego sposobu.

W ostatnim okresie dla określenia wysokości górnej granicy chmur ^(Spektrometr) stosuje się do tego przeznaczony przyrząd tzw. ^{chmur} ^{miernik} Chmuronierz podwieszony do wypełnionego wodorem balonu gumowego, unoszący się do góry podaje /przekazuje/ przy pomocy radiopojemności odpowiednio sygnały. Przy wchodzeniu i wychodzeniu z chmur sygnał ten zmienia się i w ten sposób określa się wysokość podstawy i górnej granicy chmur oraz bezchmurnych przestrzeni między warstwami chmur. Wysokość dolnej i górnej granicy warstw określa się na podstawie prędkości wznoszenia się chmuronierza.

którą przyjmujemy jako stałą i czas licząc od momentu wylotu balonu /przyrządu/.

Niezależnie od tego, że mamy znaczną ilość różnorodnych sposobów do określenia wysokości granic warstw chmurowych w obecnym czasie dokładne dane o położeniu dolnej i górnej granicy oraz pionowej rozbudowie zachmurzenia mogą być otrzymane w większości wypadków tylko drogą lotniczego rozpoznania pogody.

Zachmurzenie frontowe posiada znaczną rozbudowę pionową. Dlatego też nawet w cieplej porze roku, przy stosunkowo wysokich temperaturach przy powierzchni ziemi, prawa część tego zachmurzenia znajduje się w strefie temperatur ujemnych. Podczas lotu w takiej strefie jak i w strefie deszczu przechłodzonego obserwują się oblodzenie samolotów, co znacznie utrudnia warunki lotu. Dlatego też ważną rzeczą jest określenie strefy możliwego oblodzenia samolotów.

W chłodnej porze roku, gdy występują ujemne temperatury przy powierzchni ziemi jest możliwość oblodzenia w całej masie zachmurzenia frontowego. Najbardziej intensywne oblodzenie występuje w dolnej i środkowej części zachmurzenia /w chmurach warstwowych i warstwowo-deszczowych/, gdzie występuje największa wilgotność chmur /ilość wody ciekłej zawartej w 1 m³ powietrza/. Gdy temperatura powietrza przy powierzchni ziemi jest dodatnia, to należy określić wysokość położenia izotermy zerowej, wykorzystując przy tym dane z pionowego sondowania atmosfery.

Orientacyjnie można to wykonać przy pomocy map barycznej topografii. Na przykład, rano 28 września temperatura w rejonie Mińska na mapie AT₈₅₀ /wysokość około 1,5 km/ wynosiła $+ 4^{\circ}\text{C}$ a na mapie AT₇₀₀ /wysokość około 2 km/. Na podstawie tych danych jest podstawa do przypuszczenia, że izoterma zerowa nad Mińskiem rozprzestrzeniła się na wysokości 2,5 km. W tej części zachmurzenia, gdzie temperatura jest powyżej zera, nie ma niebezpieczeństwa oblodzenia, natomiast w tej części, gdzie temperatura wynosi poniżej zera są sprzyjające warunki do oblodzenia.

Dlatego pilot przed startem otrzymuje w komunikacie położenie izotermy wero.

Oprócz określenia położenia i cech charakterystycznych frontów atmosferycznych dla celów prognostycznych należy jeszcze określić kierunek i prędkość ich przemieszczania. Przemieszczanie frontu określa się na podstawie składowej wiatru prostopadłej do frontu, czyli orientacyjnie można powiedzieć, że przypuszczalny kierunek przemieszczania frontu określa się na podstawie charakteru pola ciśnienia w pobliżu frontu /linii frontu/. Front, który przebiega równoległe do izobar jest frontem nieruchomym /stacjonarym/. Jeżeli bruzda niskiego ciśnienia z którą jest związany front, jest głęboka, tj. kąt między izobarami i frontem jest niewielki, to front będzie się przemieszczał wolno. Jeżeli kąt między izobarami i frontem jest duży /zbliżony do prostego/, front będzie się przemieszczał prędko. Bez względu na to w każdym wypadku należy uwzględnić nie tylko kąt zawarty między izobarami a frontem, ale i gęstość izobar, gdyż im gęściej przebiegają izobary, tym silniejszy jest wiatr. Ilościowo prędkość przemieszczania się frontu może być obliczona na podstawie składowej wiatru skierowanej prostopadle do linii frontu na mapie synoptycznej. W praktyce do tego celu wykorzystuje się specjalne linijki. Doświadczenia wykazały, że prędkość przemieszczania się linii frontu ciepłego na powierzchni ziemi wynosi 0,5-0,6 w stosunku do składowej wiatru prostopadłej do linii frontu, dla frontu chłodnego II rodzaju współczynnik ten wynosi 0,7-0,8 i dla frontu chłodnego I rodzaju 0,9-1,0. Dla określenia przyszłego położenia linii frontu można wykorzystać dane mapy pogody z dwóch kolejnych terminów obserwacji. Na przykład za okres 12 godzin tj. z godziny 7 i z godziny 19-ej /patrz załącznik 1 i 5/, chłodny front na południu Ukrainy przemieścił się na 600 km, a jego prędkość przemieszczania wynosiła 50km/godz.

W rzeczywistości należy uwzględniać nie tylko prędkość przemieszczania się frontu, ale i jego przyspieszenia. Do tego są niezbędne trzy mapy z trzech kolejnych obserwacji / np. w odstępie czasu co 12 godz. /. Oprócz przemieszczania należy uwzględnić również i rozwój frontu, bo w przeciwnym razie możemy popełnić poważne błędy w prognozie. Bardzo ważną między innymi czynnością jest uwzględnienie dobowego przebiegu zachmurzenia frontowego i opadów. Należy przy tym zauważyć, że fronty ciepłe w okresie letnim wznagają się w godzinach nocnych, a fronty chłodne - w drugiej połowie dnia. Rozpatrzmy dla przykładu chłodny front przemieszczający się w ciągu dnia na południe Ukrainy. Jeżeli na podstawie rannej mapy /zał.1/ nie możemy przewidzieć dobowego przebiegu zachmurzenia, opadów i groźnych zjawisk, to w związku z przechodzeniem frontu chłodnego można przewidywać zachmurzenie warstwowo-deszczowe i opady ciągłe. W rzeczywistości, jak wykazuje mapa wieczorna /zał.6/, sprawa przedstawiała się inaczej. W drugiej połowie dnia w związku z przechodzeniem frontu chłodnego występowało zachmurzenie kłębiasto-deszczowe, miejscami opady przelotne i burze. Jeżeli chodzi o przybrzeżne raporty to należy brać pod uwagę to, że w okresie zimowym fronty ciepłe wznagają się przy przemieszczaniu z morza na ląd. Oprócz podanych uwag należy brać pod uwagę wpływ rzędy terenu. Przy ogólnej ocenie sytuacji można przyjąć, że prędkość przemieszczającego się frontu ma tendencję do rozmywania /zakłócania/, natomiast wolno przemieszczający się front - na odwrót, ma tendencję do wznagania się /rozwoju/. Ważną czynnością przy analizie jest wykrycie możliwego zafalowania na froncie, ponieważ w tych wypadkach meteorologiczne warunki komplikują się. Powstanie zafalowania /kali/ należy spodziewać się tam, gdzie przy linii frontu nastąpi wzrost lub na tych spadkach ciśnienia przystąpią się obszar stosunkowo silnego spadku ciśnienia.

V. Analiza i prognoza położenia, przemieszczania i rozwoju układów barycznych. Ocena warunków lotu.

Pojęcie układów barycznych jest pojęciem skomplikowanym składającym się z szeregu elementów meteorologicznych, w skład którego wchodzi oprócz charakterystyki pola ciśnienia i wiatru wszystkie właściwości dotyczące mas powietrza i frontów atmosferycznych, czyli krótko mówiąc: płaszczyzn pogody. W związku z tym ocena położenia, przemieszczania i rozwoju układów barycznych nabiera szczególnego znaczenia dla oceny warunków lotu. Przeważnie szczególnie uwagę zwraca się na niżej, z którymi są związane w większości wypadków trudne warunki meteorologiczne. Ponieważ chodzi przede wszystkim o prawidłową prognozę tj. jakie będą warunki meteorologiczne, trudno czy wcale. W związku z tym trzeba ocenić ogólny charakter warunków meteorologicznych i szczególnie uwagę zwrócić nie tylko na niż i brzozy, ale i na inne układy baryczne. Analizę położenia układów barycznych określa się na podstawie jednoczesnego rozpatrywania map synoptycznych i map barycznej topografii.

Tylko przy ogólnej analizie wszystkich tych materiałów można opracować wyobrażenie o wysokości /reźbudowie/ układów barycznych, nachyleniu osi, określić kierunek i prędkość ich przemieszczania, przewidzieć ich rozwój /genozę/. Na przykład, analizując mapę synoptyczną i mapy barycznej topografii z 28 września /zał. 1, 2, 3, 4 i 5/ można ustalić że niż, centrum którego znajduje się na zachód od południowo-wschodniej części Polski, zaznacza się na wysokości około 1 km /mapa AT₇₀₀/, a na mapach AT₅₀₀ i AT₃₀₀ już nie widać tego zaznaczenia. Natomiast niż zalegający nad morzem N₀rweckie i półwysep Skandynawski zaznacza się na wszystkich mapach barycznej topografii do mapy AT₃₀₀ /około 9 km/ włącznie. Niż ten powoduje przepływ powietrza w troposferze z południowo-zachodu na północny-wschód na całym terytorium krajów bałtyckich i północno-zachodniej części ZSRR.

Przy ocenie warunków meteorologicznych ważną rzeczą jest określenie prędkości i kierunku przemieszczania się układów barycznych. Dla prognozy przemieszczania się układów barycznych posługujemy się ogólnymi regułami ruchu układów barycznych. Prędkość przemieszczania się układów barycznych waha się w dość dużych granicach w zależności od konkretnych warunków. W Europie średnia prędkość przemieszczania się niżów wynosi średnio 27 km/godz., a na terytorium Północnej Ameryki dochodzi do 36 km/godz. Należy pamiętać, że podane cyfry są średnimi danymi, bo w rzeczywistości zdarzały się takie wypadki, że prędkość przemieszczania się niżu osiągała 100 km/godz. jak również i takie wypadki, że układy baryczne /niż i wyż/ w przeciągu kilku dni pozostawały w granicach tego samego rejonu. Najogólniejszą regułą przemieszczania się układów barycznych jest reguła prądu wodzącego. Prąd wodzącym nazywa się stały co do prędkości i kierunku prąd powietrzny w środkowej troposferze, związany z wolno przemieszczającymi się wysokimi układami barycznymi /wysokim niżem i wyżem/. Regułę prądu wodzącego, opracowaną przez S. Teisiekę, można sformułować w następujący sposób: ruchy niżu i wyżu przemieszczają się w kierunku prądu wodzącego z prędkością stanowiącą połowę prędkości prądu wodzącego, jeżeli prędkość prądu wodzącego określimy na wysokości rzędu 5-6 km. Ścisłej mówiąc, podana reguła jest prawidłowa dla takich układów barycznych, których ciśnienie w centrum z biegiem czasu nie zmienia się. Pogłębiający się niż i słabnący wyż odchylają się w lewo, a wypełniający się niż i wzmacniający się wyż odchylają się w prawo od oznaczonego kierunku. W praktyce kierunek i prędkość prądu wodzącego określa się wg map barycznej topografii 500 mb powierzchni. Kierunek prądu wodzącego określa się wg kierunku izohips, a prędkość wg prędkości wiatru nad interesującym nas rejonem. Jeżeli chodzi o regułę prądu wodzącego, to należy zaznaczyć, że reguła ta jest prawidłowa dla niskich i średnich układów barycznych, których rozwój pionowy nie przekracza wysokości 2-4 km.



Rys.3 Isobary AT_{500} /linie ciągłe/ i kierunek przemieszczenia niżu /linia przerywana/.

Oprócz reguły prądu wodzącego można posługiwać się innymi regułami. Na przykład: 1/ Niż przemieszcza się w kierunku spadku ciśnienia równoległe do linii łączącej centrum spadku ciśnienia w przedniej części niżu z centrum wzrostu ciśnienia w tylnej części niżu. Wyże przemieszczają się w kierunku wzrostu ciśnienia w tylnej części niżu. Wyże przemieszczają się w kierunku wzrostu ciśnienia równoległe do linii łączącej obszar wzrostu ciśnienia w przedniej części wyżu z obszarem spadku ciśnienia w jego tylnej części.



Rys.4. Położenie obszaru spadku i wzrostu ciśnienia i kierunek przemieszczenia układów barycznych /wskazują strzałki/.

2/ Niż przemieszcza się w kierunku izobar ciepłego sektoru, jeżeli chodzi o przemieszczenie się bruzd i wałów to, bruzdy przemieszczają się w kierunku największego spadku ciśnienia, a wały w kierunku największego wzrostu ciśnienia. Dla określenia kierunku przemieszczania się układów barycznych wykorzystuje się porównywanie kolejnych map synoptycznych.

Na podstawie dwóch sąsiednich co do czasu map można określić prędkość przemieszczania się układu barycznego, a na podstawie trzech map - przyspieszenie, tj. zwiększenie lub zmniejszenie prędkości w ciągu czasu objętego rozpatrywanymi mapami.

Na podstawie tej metody możemy wyznaczyć przyszłą trasę niżu. Ta metoda sprawdza się przez prognozie krótkoterminowej na okres 3-6 godzin. Najlepsze rezultaty otrzymuje się przy zastosowaniu reguły prądu wodzącego.

Rozpatrzmy dla przykładu przemieszczanie się niżu, który rano 28 września należał na wschód od południowo-wsch.

części Polski /zał.1/. Położenie centrum niżu na mapie AT 500

/zał.4/ oznaczone czarnym krążkiem. Według pola izohips określamy, że nie powinien przemieszczać się na północny-wsch.

Prędkość wiatru nad centrum niżu wynosi około 60 km/godz.,

przy czym taka prędkość zachowuje się też w kierunku północno-wschodnim. Następnie w ciągu 12 godzin niż przesunie się

$$o \frac{60 \cdot 12}{2} = 360 \text{ km.}$$

W rzeczywistości niż przosunął się w przeciągu 12 godz. na północny-wschód o 400 km a jego centrum wieczorem 28 października /mapa synopt. z godz. 19 zał.6/ należał w rejonie Mińska.

Na przemieszczenie centrum niżu w kierunku północno-wschodnim wskazuje charakter zmiany ciśnienia w jego obszarze.

W analogiczny sposób określa się przemieszczenie dowolnego układu barycznego. Oprócz kierunku przemieszczenia się układu barycznego, równie ważną rzeczą jest określenie jego rozwoju, ponieważ z rozwojem są związane zmiany pogody.

Przy prognozie rozwoju układów barycznych, należy wnikliwie przeanalizować charakter rozmieszczenia tendencji barometrycznej. Na przykład, jeżeli w centralnej części niżu obserwuje się spadek ciśnienia, to niż ten w ciągu pewnego czasu będzie pogłębiał się. Natomiast spadek ciśnienia w centralnej części wyżu świadczy o jego zanikaniu. Na przykład na mapie synoptycznej z dnia 28 września godz. 07 /zał.1/ można

zauważyć, że w całej centralnej części rozpatrywanego niżu występuje spadek ciśnienia. W związku z tym możemy wyciągnąć wniosek, że niż ten w najbliższej przyszłości będzie pogłębiał się. W rzeczywistości tak było. Mapa synoptyczna z godz. 19 wykazuje, jak rozszerzyła się powierzchnia objęta izobarą 995 mb. Jako drugi przykład można rozpatrzeć rozwój wału wysokiego ciśnienia rozprzestrzeniającego się o godz. 07:28 września na południowym-zachodzie Europy. Silny wzrost ciśnienia we wschodniej części wału świadczy o jego rozprzestrzenianiu się na wschód, a ta okoliczność, iż prawie na całym obszarze wału występuje wzrost ciśnienia, świadczy o jego umocnieniu się. W związku z tym nad całą Środkową Europą należy oczekiwać polepszenia się pogody. Mapa z godz. 19 wykazuje że przy przemieszczaniu się na wschód, wał będzie rozszerzał się, ponieważ ciśnienie w jego centralnej części nieco podwyższyło się. Nad całą Środkową Europą przeważa pogoda o małym namulzeniu i miejscami bezchmurnie. Jeżeli chodzi o fronty stacjonarne, to należy wnikliwie śledzić rozkład tendencji barometrycznych, ponieważ pojawianie się obszaru spadku lub wzrostu ciśnienia w pobliżu frontu powoduje powstawanie składowej ruchu powietrza skierowanej do frontu, wskutek czego na froncie powstaje fala, która przy sprzyjających warunkach /fala obwiejna/ rozwija się i może utworzyć się niż. Dobrą meteorologicznym warunków lotu w różnych układach barometrycznych należy przeprowadzać z uwzględnieniem położenia i stanu mas powietrza oraz frontów atmosferycznych.

VI. Krótkoterminowe lotnicze prognozy pogody.

Prognozę pogody zostawia się na podstawie analizy mas powietrza, frontów, układów barycznych i możliwych zmian rozwoju ich cech fizycznych, które określają pogodę.

Do tego celu wykorzystuje się zasadniczo i okręgowe mapy synoptyczne, mapy barycznej topografii, oddzielne dane sądownia oraz dane otrzymane z lotniczego rozpoznania pogody.

Przy opracowywaniu prognozy pogody należy uwzględniać dla danego rejonu lub trasy, takie czynniki jak rzeźba terenu, charakter roślinności /pokrywa śnieżna, jeziora, tereny podmokłe itd./. Krótkoterminowe lotnicze prognozy pogody zostawia

się na miejscowość, rejon i trasę.

Prognoza pogody na daną miejscowość jest to prognoza zestawiona dla miejscowości lub dla lotniska.

Prognoza pogody na rejon jest to prognoza zestawiona na obszar bazowania jednostek i związków lotniczych, posiadających w przybliżeniu jednorodne warunki klimatyczne. Oprócz tego do prognozy na rejon zestawia się prognozę na loty w rejonie danego lotniska.

Prognozę pogody na trasę nazywamy opis pogody oczekiwanej na trasie lotu i na lotnisku lądowania.

Prognozę pogody dla miejscowości i na rejon zestawia się w okresie jednej doby, przy czym oddzielnie podaje się prognozę na noc i oddziaływanie na dzień.

Prognoza pogody zestawiona z terminem ważności na kilka godzin jest uzupełnieniem prognozy dobowej. Prognoza pogody na okres dłuższy niż jedną dobę jest prognozą orientacyjną i w związku z tym jest mniej dokładna niż prognoza dobową.

Dla różnych celów zestawia się też trzydniowe, pięciodniowe, dziesięciodniowe, miesięczne a nawet i sezonowe prognozy.

Lotnicza prognoza pogody winna być dokładna i konkretna tak aby nie było dwóznacznego objaśnienia.

W krótkoterminowych lotniczych prognozach pogody podaje się elementy meteorologiczne i atmosferyczne zjawiska z charakterystyką ich długotrwałości i intensywności.

1. Zachmurzenia. Podaje się ilość chmur w dziesiątych częściach, rodzaj zachmurzenia, wysokość podstawy i gór granicy w metrach.

2. Opady. Podaje się rodzaj opadów, ich intensywność i długotrwałość. W miarę możliwości uaktualnia się czas rozpoczęcia i zakończenia opadów.

3. Widzialność pozioma. Widzialność podaje się w kilometrach. Przy oczekiwaniu zjawisk pogody pogarszających widzialność podaje się stopień pogorszenia widzialności.

4. Niebezpieczne zjawiska pogody. Przy niebezpiecznych zjawiskach pogody podaje się długotrwałość i intensywność tych zjawisk /burzy, mgły, zamglania, namieci, burzy pyłu, oblodzenia, gołolodzi, saktwału lub huraganu/.

5. Wiatr. Kierunek podaje się z dokładnością do 45° , a prędkość w m/sek.

6. Temperatura powietrza. Podaje się największe i najmniejsze wartości temperatury na okres ważności prognozy.

Dla przykładu sporządzimy prognozę pogody dla rejonu Mińska, Łużyczanowa i Warszawy, wykorzystując w tym celu mapę synoptyczną i mapy barometrycznej topografii z 28 września /zał. 1, 2, 3, 4 i 5/.

Zanim przystąpimy do sformułowania prognozy, należy wpiernie scharakteryzować ogólna warunki meteorologiczne.

O godz. 07.28 września pogoda rejonu Mińska kształtowała się pod wpływem ciepłego frontu, który przechodził około 150 km na południowy-wschód od Mińska. Centrum niżu z którym jest związany front ciepły przesuwa się na północny-wschód i oczekuje się go około godz. 19 w rejonie Mińska.

Ciepły front w układzie tego niżu przemieszcza się na południowy-wschód, a w związku z tym jest możliwość, iż front ten wieczorem 28 września będzie przechodził w pobliżu Mińska. Nie w dalszym ciągu będzie przemieszczał się na północny-wschód, a w związku z tym pogoda rejonu Mińska w ciągu nocy jak i w dzień 29 września będzie kształtowała się pod wpływem tylnej części niżu, w której panuje chwiejnie chłodna masa powietrza i przechodzą drugorzędne chłodne fronty. Na podstawie tej oceny możemy sformułować /zestawić/ prognozę pogody dla rejonu Mińska.

Od godz. 18.00 28.09 do godz. 06.00 29.09.

W pierwszej połowie okresu zachmurzenie 10 dziesiątych przez chmury warstwowa-deszczowa i porozrywane chmury szkiej pogody o podstawie 200-300 m. Wysokość górnej granicy chmur 5000-6000 m. Deszcz. Widzialność 4-6 km. Wiatr północno-wsch. 4-7 m/sek. W drugiej połowie okresu zachmurzenie 7-10 dziesiątych przez chmury kłębiaste-warstwowe o podstawie 250-300 m. Wysokość górnej granicy chmur 1500-2000 m. Widzialność 6-10 km. Wiatr wschodni 4-7 m/sek. Temperatura od $+10^\circ$ wieczorem do $+7^\circ$ w końcu okresu. W chmurach obładowanie.

Od 06.00 do 18.00 29.09.

Zachmurzenie 7-10 dziesiątych przez chmury kłębiasto-warstwowe i kłębiasto-deszczowe o podstawie 300-500 m. Wysokość górnej granicy chmur kłębiasto-warstwowych 2000-2500 m, kłębiasto-deszczowych - około 5000 m. Krótkotrwały deszcz. Widzialność 5-10 km, podczas deszczu 2-4 km. Wiatr południowo-zachodni 3-5 m/sek.

Temperatura od $+7^{\circ}$ wieczorem do $+10^{\circ}$ w dzień. W chmurach ebidzenie. Ocena warunków meteorologicznych w rejonie Kujbyszewa wskazuje na to, że pogoda tego rejonu będzie kształtowała się pod wpływem zachodniej części wyżu, w związku z czym będzie napływało ciepłe powietrze od południa. Wnioskujemy to na tej podstawie, że ciśnienie w obszarze wyżowym opada bardzo powoli, a co za tym idzie, wyż nie zmieni swojego nasadniczego położenia. Kształtem dzielnego nagrzewania się dolnych warstw atmosfery /do wysokości 1-2 km/ będzie rozwijała się konwekcja.

Należy przypuszczać, że w tym czasie przy wstępujących ruchach powietrza w warunkach wyżowych, na pewnej wysokości będzie kształtowała się inwersja osiadania. Dokładne określenie co do powstawania inwersji jest możliwe po przeanalizowaniu rozkładu temperatury no wzrostem wysokości.

Na podstawie powyższych rozumowań jest najprawdopodobniej to, że w dzień będą rozwijały się chmury kłębiaste o niżej rozbudowie pionowej. Rozprzeszczenie się tego zachmurzenia pod warstwą inwersji może doprowadzić do tworzenia się chmur kłębiasto-warstwowych. Na podstawie tej oceny warunków meteorologicznych możemy napisać prognozę pogody dla rejonu Kujbyszewa.

Od 18.00 28.09 do 06.00 29.09.

Wieczorem zachmurzenie 5-8 dziesiątych przez chmury kłębiasto-warstwowe o podstawie 300-1000 m. Wysokość górnej granicy około 1500 m. Noc bezchmurna. Widzialność 5-10 km.

Wiatr południowy 4-7 m/sek.

Temperatura od $+15^{\circ}$ wieczorem do $+11^{\circ}$ w końcu okresu.

Od 06.00 do 18.00 29.09.

Rano zachmurzenie małe. W dzień zachmurzenie 5-6 dziesiątych przez chmury kłębiaste i kłębiasto-warstwowe o podstawie 800-1000 m. Wysokość górnej granicy chmur około 1500 m. Widzialność 5-10 km. Wiatr południowy 3-6 m/sek. Temperatura od $+11^{\circ}$ rano do $+17^{\circ}$ w dzień.

Ogólna ocena pogody dla rejonu Warszawy.

Rano w godz. 07.28 września pogoda rejonu Warszawy będzie pod wpływem nachodzącej i osłabionej tylnej części tegoż niżu, w której panuje chwiejnie chłodna masa powietrza i przechodzą drugorzędne chłodne fronty. Na podstawie tej oceny prognoza dla rejonu Warszawy będzie następująca.

Od godz. 18.00 28.09 do godz. 06.00 29.09.

W pierwszej połowie okresu zachmurzenia 10 dziesiątych przez chmury warstwowo-deszczowe i średnie kłębiaste o podstawie 100-300 m. Wysokość górnej granicy chmur 4000-5000 m. Deszcz. Widzialność 4-6 km. Wiatr północno-zachodni 3-7 m/sek. W drugiej połowie okresu zachmurzenia 10 dziesiątych przez chmury kłębiasto-warstwowe i warstwowe o podstawie 200-300 m. Wysokość górnej granicy chmur 1500-2500 m. Widzialność 5-10 km. Wiatr zachodni 4-6 m/sek. Temperatura od $+11^{\circ}$ wieczorem do $+7^{\circ}$ w końcu okresu. W chmurach oblodzenie.

Od 06.00 do 18.00 29.09.

Zachmurzenie 5-10 dziesiątych przez chmury kłębiasto-warstwowe i kłębiasto-deszczowe o podstawie 300-600 m. Wysokość górnej granicy chmur kłębiasto-deszczowych 2500-4500 m. Deszcz przelotny. Widzialność 5-10 km, w deszczu 2-4 km.

Wiatr północno-zachodni 3-7 m/sek. Temperatura $+7^{\circ}$ rano do $+12^{\circ}$ w dzień. W chmurach oblodzenie.

Dla opracowania prognoz pogody na trasy lotu wykorzystuje się główne i okręgowe mapy synoptyczne, mapy barometrycznej topografii, dane z radiosondowania, rozpoznania pogody i inne materiały. Zagadnienia zabezpieczenia meteorologicznego działań bojowych lotnictwa są rozpatrywane w skrypcie, "Zasady organizacji i zabezpieczenia meteorologicznego działań bojowych lotnictwa frontowego" Nr 016297. W związku z tym ograniczymy się tylko do oceny oczekiwanych warunków meteorologicznych tj. na prognozie pogody na trasę lotu i w miejscu lądowania.

Prognozę pogody na trasę 1 w punkcie lądowania wpisuje się do biuletynu który doręcza się załogom przed startem. Jeżeli na trasie panuje niejednorodna /niejednorodna/ pogoda, to dany odcinek trasy dzieli się na odcinki, na których przewiduje się mniej więcej jednolite warunki meteorologiczne. Oprócz opisowej /tekstowej/ prognozy zawartej w biuletynie podaje się pionowy przekrój atmosfery na daną trasę. Jeżeli występują fronty atmosferyczne, to należy ich możliwe przybliżone położenie zaznaczyć na pionowym przekroju. Fronty i elementy meteorologiczne na przekroju pionowym oznaczamy szablonami znakami. Przekrój pionowy jest uzupełnieniem prognozy tekstowej. Na blankiecie biuletynu podaje się aktualną /faktyczną/ pogodę w miejscu lądowania z terminem nie przekraczającym 2 godzin, astronomiczne dane w miejscu startu i lądowania, a na odwrotnej stronie blankietu - schemat sytuacji synoptycznej z danymi faktycznej pogody z ostatniej okręgowej mapy synoptycznej.

Lewej połowy odwrotnej strony nie wypełnia się, ponieważ ta część blankietu, w której notują się faktyczny stan pogody na odcinku trasy, wypełnia załoga.

Aby można było prawidłowo ocenić oczekiwaną pogodę na trasie należy uwzględnić przemieszczanie się i rozwój układów barycznych, frontów i mas powietrza.

Rozpatrzmy dla przykładu ocenę pogody przy przelotach na trasach, Charków-Wilno, Stalingrad - Kujszysow i Warszawa - Bukareszt, z tym że czas startu dla tych trzech tras wyznaczono na godz. 10.00 28 września.

Trasa Charków - Wilno.

Ważność prognozy od godz. 10.00 do 14.00 28 września. Analiz warunków meteorologicznych wykazuje, że w ciągu dnia 28 września niż, nalegający rano na wschód od północno-wschodniej części Polski /załącznik 1/, będzie przemieszczał się na północno-wschód z prędkością 60 km/godz., a front ciepły w końcu okresu ważności prognozy będzie przechodził około 100 km na południowy-wschód od Mińska. W związku z tym pogoda na trasie będzie niejednorodna. Na odcinku Charków-Konotop rano występowały mgły, pochodzenie których jest

związane z napływem ciepłego powietrza z południowego wschodu i jego radiacyjnym ochłodzeniem się w ciągu nocy.

W warunkach jeszcze dość silnego nagrzewania słonecznego należy oczekiwać, że te mgły rozprzesą się /zanikną/ i będą kształtowały się chmury kłębiaste-warstwowe 5-8 dziesiętych o podstawie 600-1000 m i o wysokości górnej granicy 1500-2000 m.

Na odcinku Kozłotap-Bohrujsk warunki będą bardziej skomplikowane, gdyż na tym odcinku utrzyma się zachmurzenie warstwowe ciepłego sektora niżu o podstawie 100-200 m, miejscami wystąpi mgłanka i namglenie. W związku z czym widzialność pogorszy się do 2-4 km.

Na odcinku Bohrujsk-Wilno warunki jeszcze bardziej pogorszą się, ponieważ pogoda na tym odcinku kształtuje się pod wpływem frontu ciepłego. W rejonie Mińska podstawa chmur będzie wynosiła 100-250 m, a dalej na północny-zachód aż do Wilna znacznie podwyższy się do 200-300 m.

Zachmurzenia będą dwuwarstwowe: dolna warstwa to porożniane chmury deszczowe, kształtujące się w obłędnej masie powietrza i druga warstwa to chmury warstwowe-deszczowe o silnej rozbudowie pionowej sięgające do wysokości około 6000 m. W chmurach obłędzenie. Na całym odcinku trasy możliwość deszczu ciągłego przy widzialności 4-6 km, a miejscami 2-4 km. Wiatr górny na wszystkich odcinkach trasy, jak wykazują mapy barycznej topografii, przeważają w kierunku południowo-zachodniego z prędkością 60-70 km/godz.

Trasa Stalingrad - Kujbyszew.

Analiza warunków meteorologicznych wykazuje, że trasa przebiega z zachodniej części wyżu w jednorodnej masie powietrza bez przecinania frontów. W związku z tym można wyolęgnać wniosek, że za całej trasy będzie występowała taka sama pogoda, jaka była podana w dobowej prognozie dla rejonu Kujbyszewa tj. zachmurzenie 5-8 dziesiętych przez chmury kłębiaste & kłębiaste-warstwowe o podstawie 800-1000m i o wysokości górnej granicy około 1500 m. Widzialność 10 km. Wiatr na wysokościach 1,5-3 km i 5 km południowo-zachodni o prędkości 40-50 km/godz. Na wysokości 9 km na pierwszej połowie trasy wiatr południowy o prędkości 60-70 km/godz.

S P I S T R E S C I

W e t ę p	str.	2
I. Opracowanie map synoptycznych /pogody/....	str.	3
II. Analiza map barycznej/topografii	str.	8
III. Analiza i prognoza stanu mas powietrza. . .	str.	13
IV. Analiza położenia i prognoza przemieszczenia się oraz rozwoju frontów atmosferycznych	str.	16
V. Analiza i prognoza położenia, przemieszczenia i rozwoju układów barycznych . . .	str.	27
VI. Krótkoterminowe lotnicze prognozy pogody .	str.	31

Załączniki/Nr 1,2,3,4,5,6/

OPRACOWAŁ:

Sławinski
SŁAWINSKI - ppłk

Wydruk. w 20 egz.

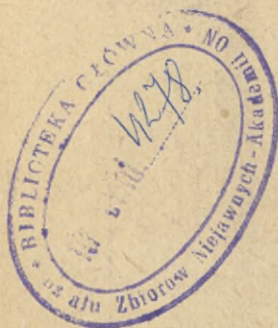
Egz. Nr 1-20 - Bibl. Jawną

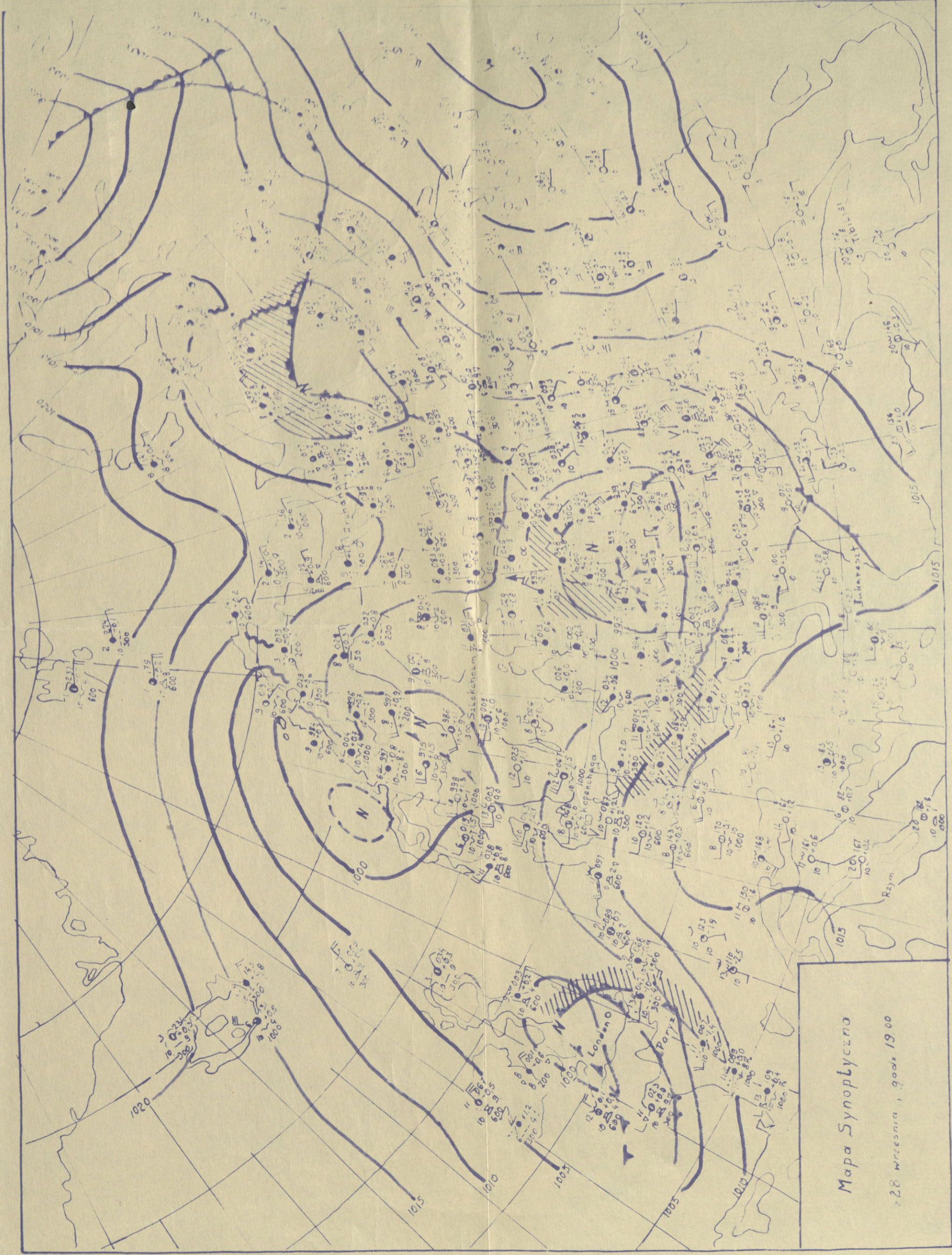
Wykonał: J.S.

Druk. W. W. d. 11.11.58 r.

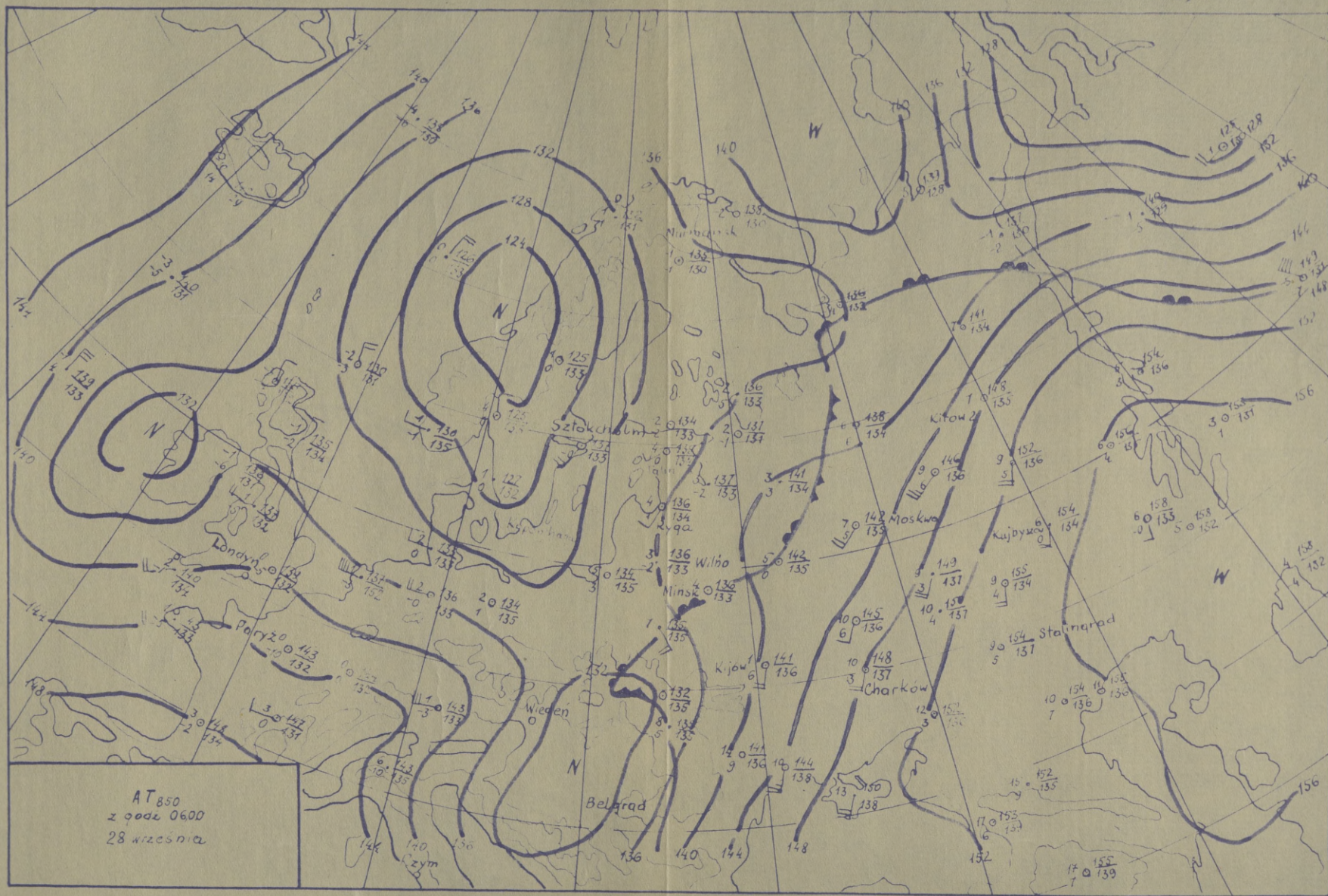
Nr kssz masz. 1201/PB

poz 246



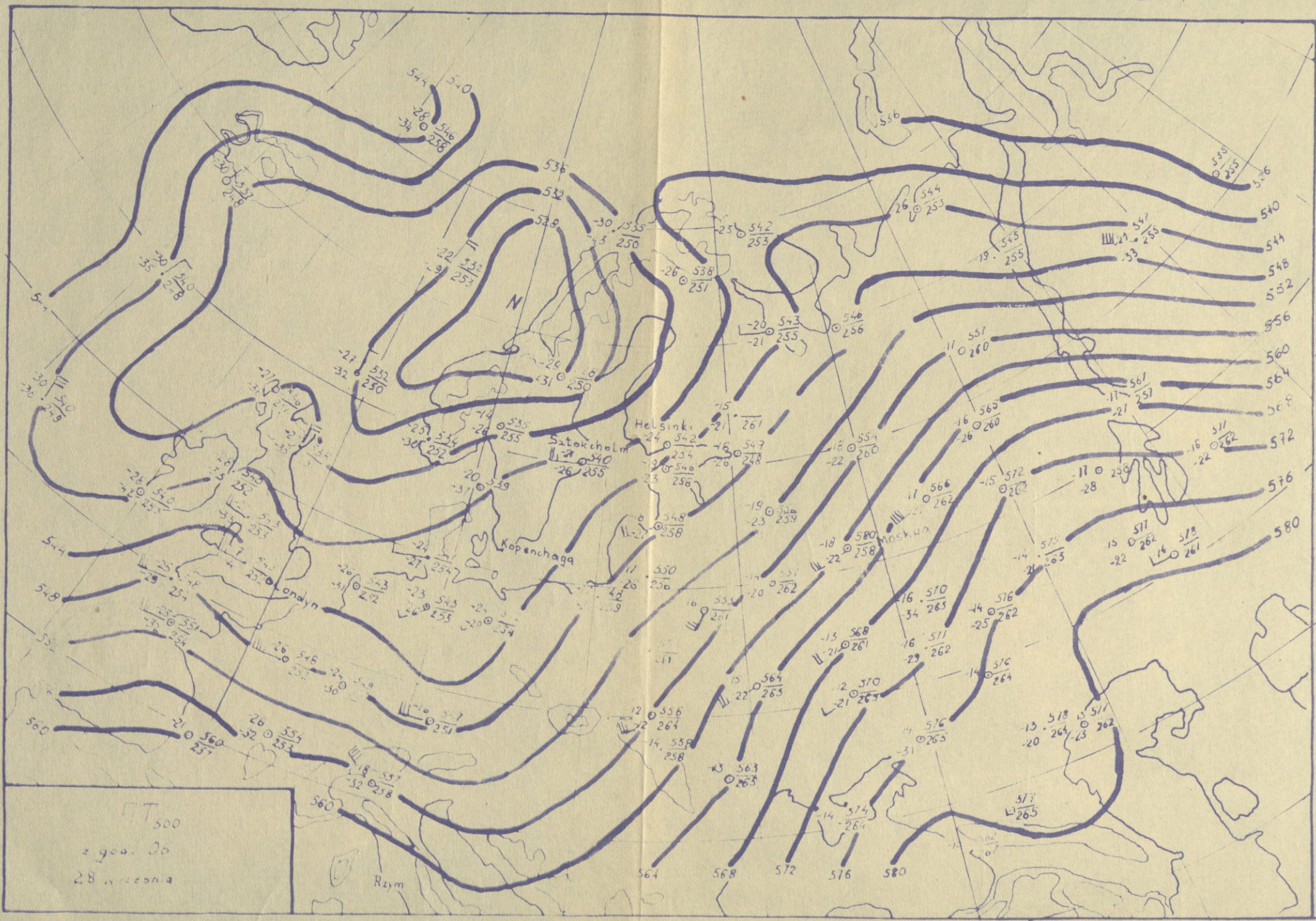


Mapa Synoplyczna
z 28 września, godz. 19.00





AT₇₀₀
 = godz. 6.00
 28 wrzesnia



500
z gora. 20
28 wczesnia

Rzym