

LWOWSKIE CZASOPISMO LOTNICZE

ORGAN BIULETYNOWY

LABORATORIUM AERODYNAMICZNEGO POLITECHNIKI LWOWSKIEJ I INSTYTUTU TECHNIKI SZYBOWNICTWA
WYDAWANY KILKA RAZY W ROKU W MIARĘ ZEBRANIA MATERIAŁU BADAWCZEGO

DODATEK DO „CZASOPISMA TECHNICZNEGO“

KOMITET REDAKCYJNY:

Prof. Inż. STANISŁAW ŁUKASIEWICZ
Naczelný Kierownik I. T. S. i przewodniczący Rady L. A.Dr. Inż. ZYGMUNT FUCHS
Kierownik Lab. Aerod. Politechniki Lw.

REDAKTOR NACZELNY I ODPOWIEDZIALNY: Dr. Inż. ZYGMUNT FUCHS

BIULETYN LABORATORIUM AERODYNAMICZNEGO

Dr. Inż. ZYGMUNT FUCHS

Pomiary usterzeń poziomych.

CZĘŚĆ PIĄTA.

Usterzenie z lotką kompensacyjną.

Mesures des empennages horizontaux.

Cinquième partie.

Empennage avec aileron de compensation.

Comme suite aux mesures des empennages horizontaux dont les résultats ont été publiés dans ce périodique en 1933, 1934 et 1935¹⁾, nous donnons les résultats des mesures d'un empennage horizontal avec compensation aérodynamique effectués dans le Laboratoire Aérodynamique de l'École Polytechnique de Lwów. Le principe de la compensation adoptée consiste dans la réduction du moment autour de la charnière de la partie mobile de l'empennage par le braquage convenable d'un aileron de compensation placé au bord de fuite de l'empennage. On a fait les mesures sur un empennage au profil G. 409 et de 12,7% d'épaisseur, dont le contour était formé par trois arcs de cercle et une droite (fig. 1). En faisant varier le rapport de la profondeur de l'aileron de compensation à la profondeur de la partie mobile de l'empennage, on a obtenu les empennages N° 1, 2, 3.

Outre les mesures normales des coefficients de forces aérodynamiques et de moment pour l'empennage entier ainsi que du moment autour de la charnière, on a mesuré aussi le coefficient de force normale $c_{n\sigma}$ agissant sur la partie mobile de l'empennage et on a déterminé le déplacement du „centre de pression“ pour cette force, pour différentes positions de l'aileron de compensation par rapport à la partie mobile de l'empennage. Dans ce but, on mesurait les moments de charnière autour de deux axes O_1 et O_2 parallèles et distants de la longueur a (fig. 6 et 7). Lors de la mesure, on déplaçait l'axe de rotation passant par le point O_2 sur la balance aérodynamique de la façon que la position du

point O_1 par rapport à la partie fixe de l'empennage restait toujours la même.

Pour faire ressortir l'influence de la compensation sur la valeur du moment autour de la charnière, sous l'hypothèse particulière que l'angle de braquage de l'aileron de compensation β_1 soit égal et contraire à l'angle de braquage β de la partie mobile de l'empennage ($\beta_1 = -\beta$), on a établi (fig. 5) plusieurs diagrammes représentant la variation du coefficient de moment autour de la charnière c_{mz} en fonction de l'angle β , l'angle d'incidence α de l'empennage étant constant, pour $\beta_1 = 0$ et $\beta_1 = -\beta$, pour les empennages N° 1, 2, 3. On y peut constater que la compensation employée équilibre, dans certaines conditions, presque entièrement l'influence du braquage β de la partie mobile de l'empennage, surtout pour les angles α supérieurs à 5° .

En outre, on a étudié l'écoulement autour de la partie dorsale de l'empennage N° 1, à l'aide des filets de soie fixés à la surface (photo. 1). La longueur moyenne des filets était de 25 mm, la vitesse du courant d'air $v = 30,2$ m/sec. Les observations étaient photographiées en se servant de la lumière de magnésium, le temps d'exposition étant $t = 1/200 \div 1/150$ sec. On a constaté (fig. 11), au moyen de mesures à la balance effectuées sur une maquette d'empennage munie des filets, que l'influence des filets sur les valeurs des coefficients aérodynamiques est très petite et qu'elle est — en tout cas — négligeable dans l'évaluation de l'écoulement du courant.

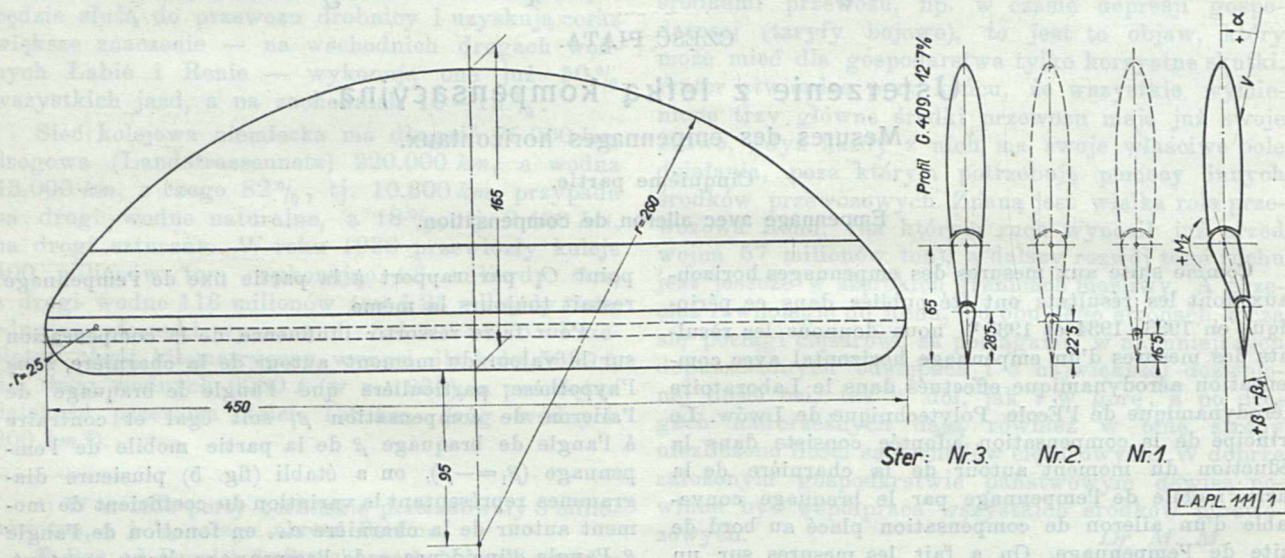
En se basant sur les prises photographiques, on

a établi pour l'empennage N° 1 des schémas (fig. 12) représentant le progrès du phénomène de la perturbation ou du décollement du courant écoulant autour de la surface dorsale de l'empennage, pour différents angles α , β et β_1 . Les parties hachées de l'aire correspondent à la perturbation du courant, les parties doublement hachées — au décollement du courant, et les parties non hachées — au courant non perturbé. Le phénomène de la perturbation ou du décollement du courant se déplace, quand l'angle α croît, des extrémités du contour vers le milieu et du bord de fuite vers le bord d'attaque de l'empennage. Il convient de noter que l'allure du phénomène de la perturbation et du décollement du courant dépend, dans les mêmes conditions, fortement du contour adopté de l'empennage.

Afin de démontrer l'influence de la compensation sur la répartition des pression sur l'empennage horizontal, on a déterminé (fig. 13) la répartition de la pression résultante sur l'empennage N° 1, pour les angles α , β et β_1 donnés. On mesurait la pression sur la surface dorsale et ventrale de l'empennage au moyen de la sonde des pressions statiques⁵⁾. Il est évident que la résultante des pressions agissant sur la partie mobile de l'empennage est diminuée par suite de l'action de l'aileron de compensation et qu'elle se déplace, en même temps, vers l'axe de rotation ce qui réduit le moment autour de la charnière.

chomej przy krawędzi spływu części ruchomej steru (ryc. 1). Pomiaru przeprowadzono na usterzeniu poziomym o profilu G. 409 przy grubości 12,7% o obrysie utworzonym przez trzy łuki kołowe i prostą, jak na ryc. 1, a zatem na tym samym, jak w r. 1935²⁾). Stosunek głębokości części ruchomej steru do głębokości całego usterzenia wynosi $\frac{65}{165} = 0,394$, zaś głębokości „lotki kompensacyjnej“ do głębokości części ruchomej steru tworzą stosunki: dla steru Nr. 1 $\frac{16,5}{65} = 0,254$, dla steru Nr. 2. $\frac{22,5}{65} = 0,346$, dla steru Nr. 3. $\frac{28,5}{65} = 0,438$.

Badania obecne przeprowadzono w szerszym zakresie aniżeli poprzednie. Prócz zwyczajnych pomiarów sił aerodynamicznych dla całego opierzenia i pomiarów momentu zawiasowego części ruchomej steru, wykonano ponadto pomiar siły normalnej na część ruchomą steru i wyznaczono wędrowkę „środką parcia“ dla tej siły przy zmianie położenia części ruchomej steru i lotki kompensacyjnej. Było to możliwe przez pomiar momentów zawiasowych dokoła dwu osi równoległych, przesuniętych odpowiednio względem siebie³⁾. Poza tym zbadano opływ strugi na



Ryc. 1.

Usterzenie poziome o profilu G 409 i grubości 12,7% z lotką kompensacyjną o zmiennej głębokości. Określenia kątów α , β i β_1 .

1. Wstęp.

Uwzględniając postulat ważności wyników pomiarów aerodynamicznych usterzeń poziomych dla konstruktorów lotniczych, podajemy piątą z kolei biuletyn z tych pomiarów¹⁾, obejmujący wyniki pomiarów steru poziomego z kompensacją aerodynamiczną. Zasada przyjętej kompensacji polega na zmniejszeniu momentu zawiasowego części ruchomej steru przez odpowiednie wychylenie specjalnie w tym celu zastosowanej dodatkowej części ru-

górnej powierzchni opierzenia przy pomocy metody jedwabnych nitki przytwierdzonych do powierzchni opływanej przy zastosowaniu zdjęć fotograficznych⁴⁾. Wreszcie wyznaczono rozkład ciśnień na całym opierzeniu przy pomocy sondy ciśnień statycznych⁵⁾.

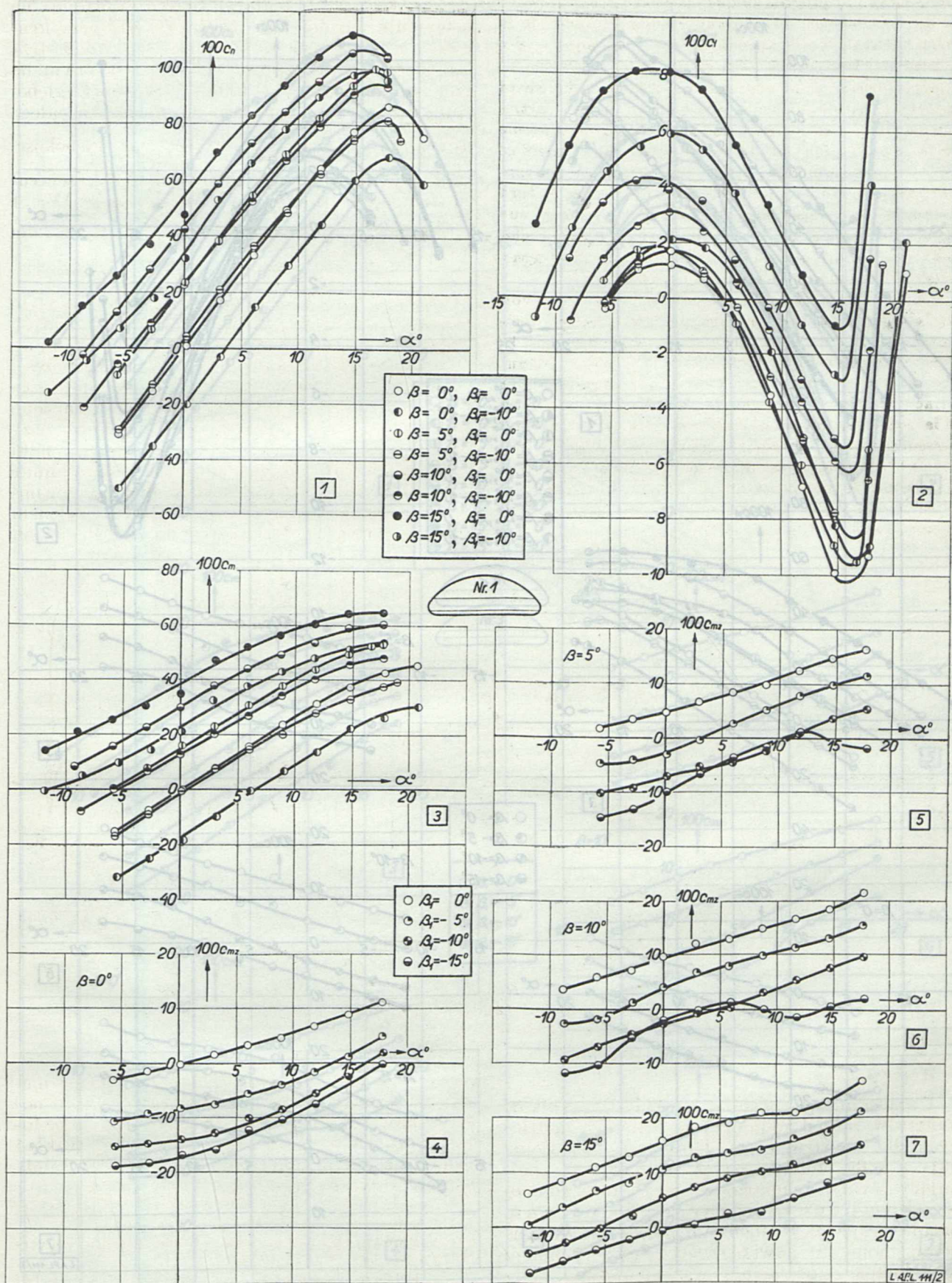
²⁾ l. c.

³⁾ Porówn. Kirste Léon. Étude sur les gouvernails compensés, Paris, 1932.

⁴⁾ Porówn. Clark K. W., Methods of visualising air flow with observations on several aerofoils in the wind tunnel, Rep. and Memor. Nr. 1552, 1933.

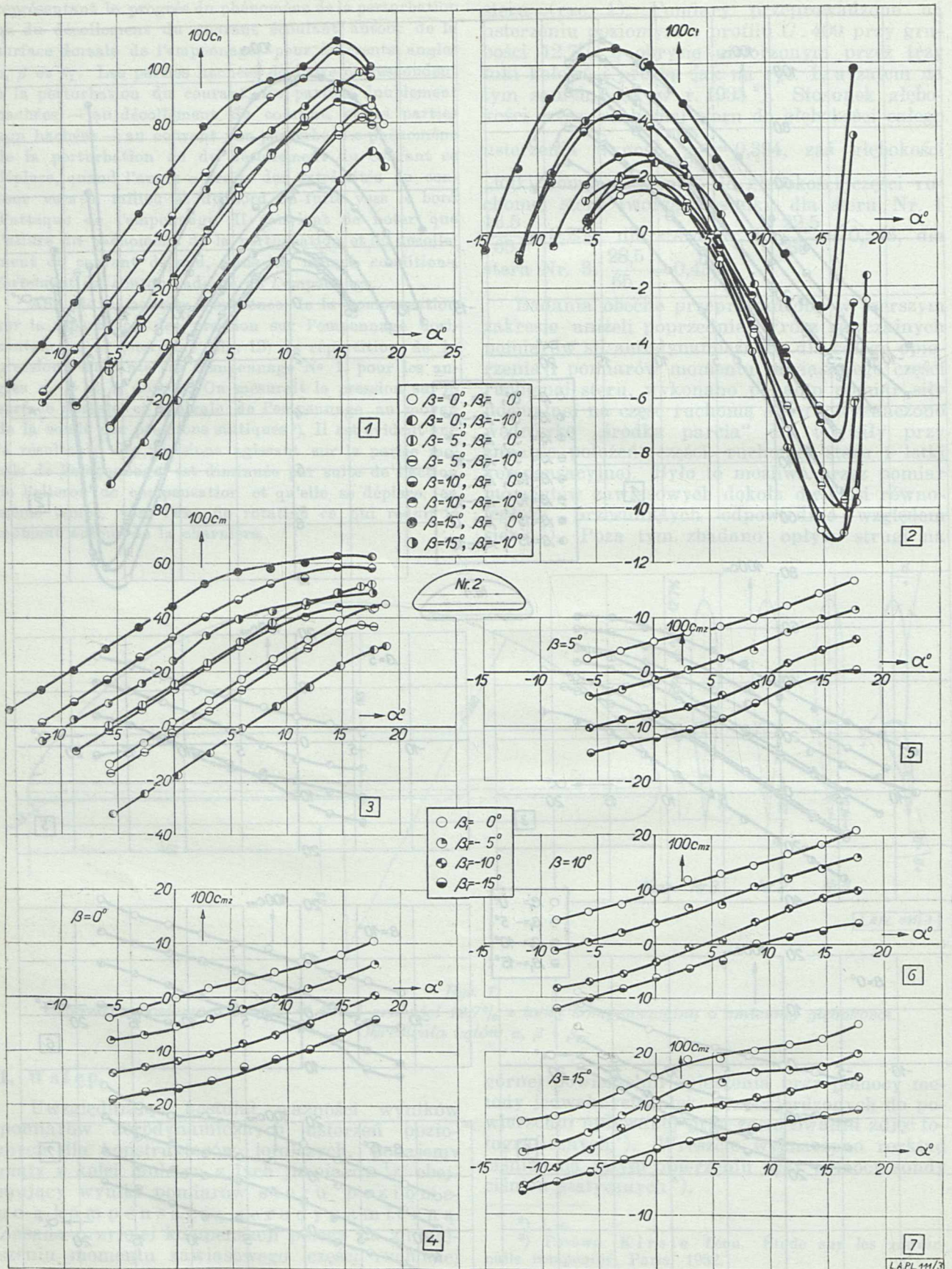
⁵⁾ Fuchs Z., Pomiar rozkładu ciśnień wzdłuż powierzchni przy pomocy sondy ciśnień statycznych. Czas. Lotn. Nr. 1, 1933.

¹⁾ „Lwowskie Czasop. Lotnicze“, r. 1933, str. 27—32, r. 1933, str. 41—53, r. 1934, str. 56—61, r. 1935, str. 13—22.



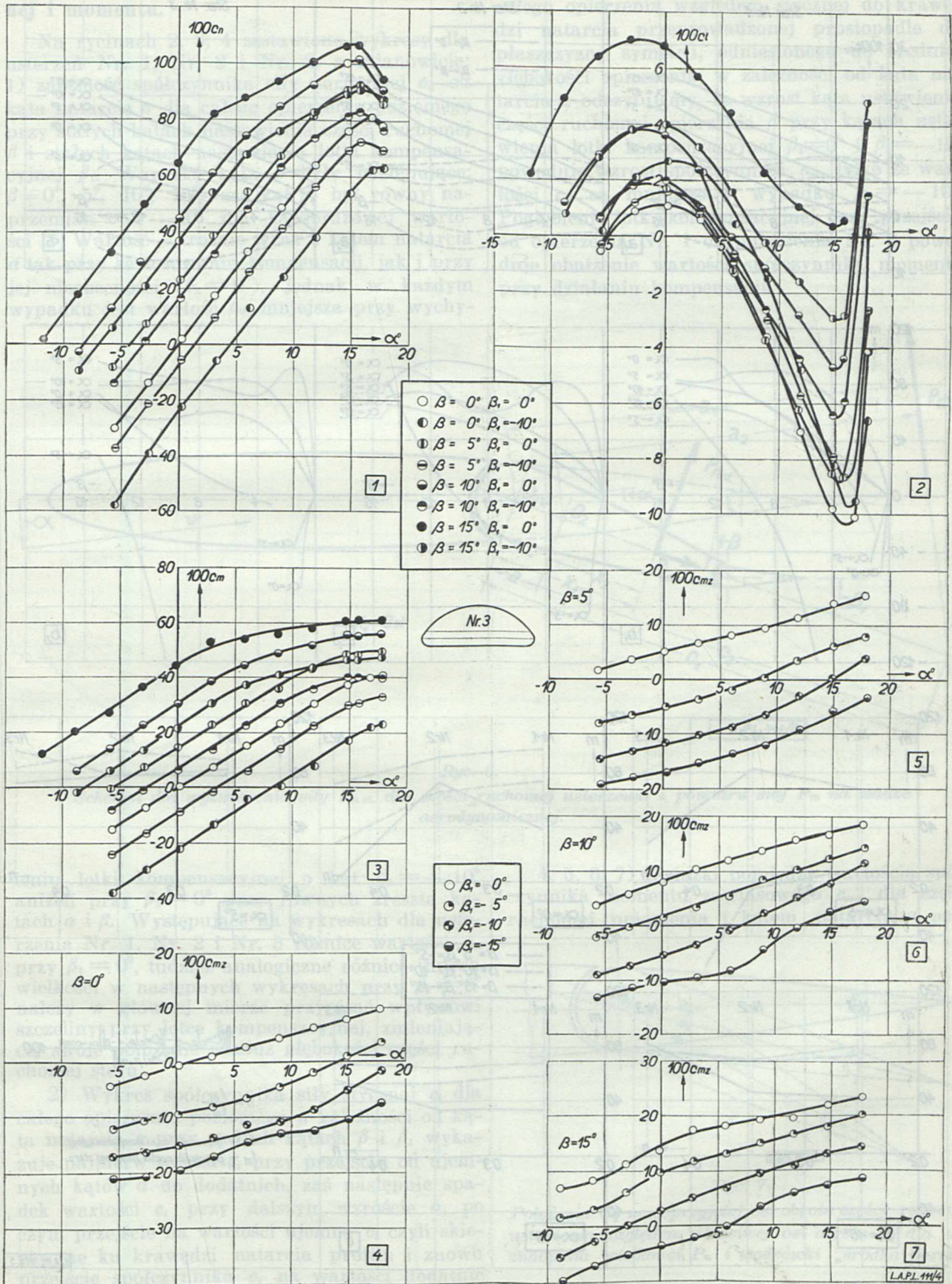
Ryc. 2.

Wykresy współczynników c_n , c_i i c_m w zależności od kąta natarcia α dla całego usterzenia, tudzież wykresy współczynnika momentu zawiasowego c_{mz} dla części ruchomej usterzenia w zależności od kąta α — przy zmiennych kątach β i β_1 dla usterzenia Nr 1 wedle ryc. 1.



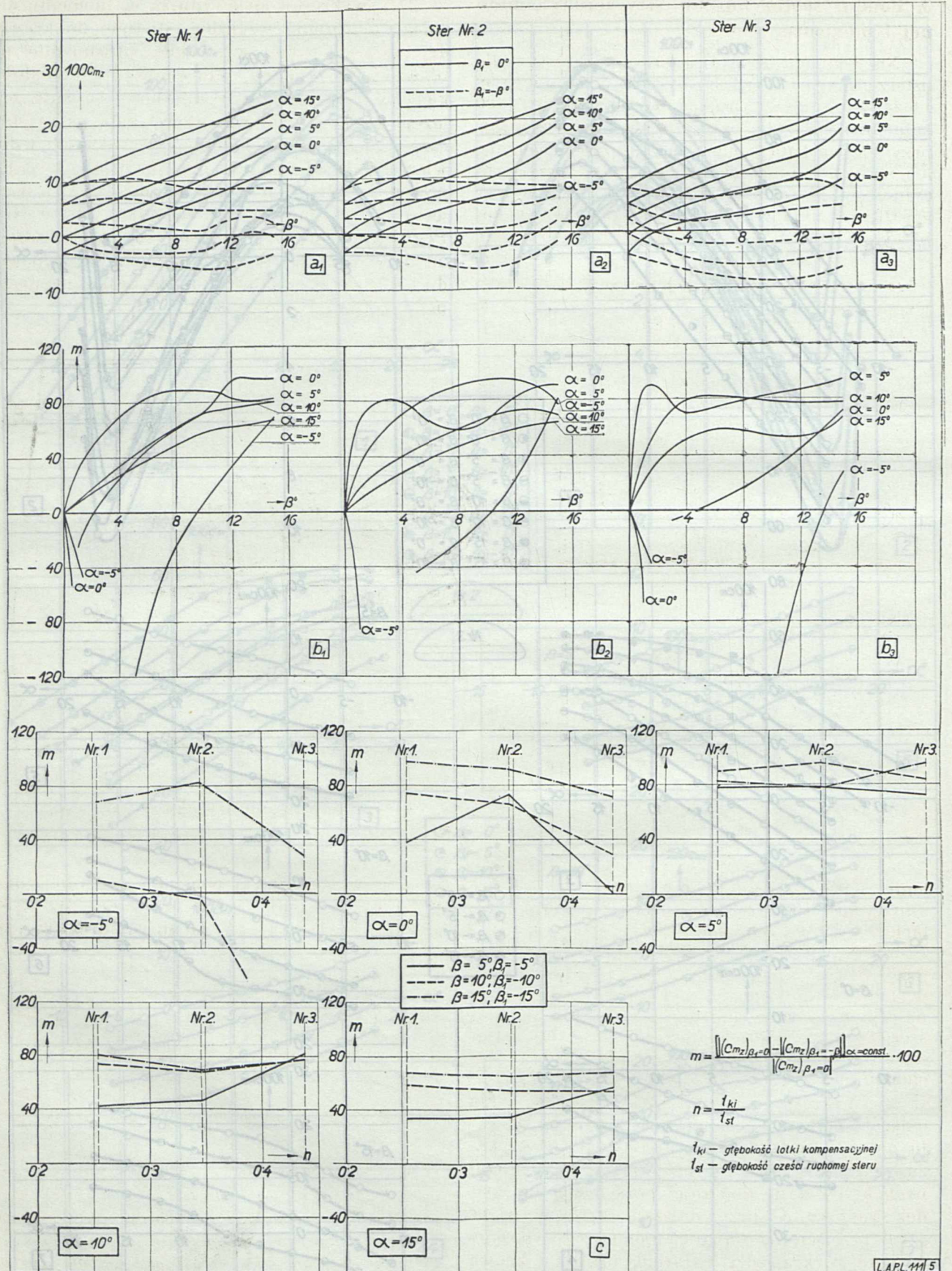
Ryc. 3.

Wykresy współczynników c_n , c_i i c_m w zależności od kąta natarcia α dla całego usterzenia, tudzież wykresy współczynnika momentu zawiasowego c_{mz} dla części ruchomej usterzenia w zależności od kąta α — przy zmiennych kątach β i β_1 dla usterzenia Nr 2 wedle ryc. 1.



Ryc. 4.

Wykresy współczynników c_n , c_i i c_m w zależności od kąta natarcia α dla całego usterzenia, tudzież wykresy współczynnika momentu zawiasowego c_m dla części ruchomej usterzenia w zależności od kąta α — przy zmiennych kątach β i β_1 dla usterzenia Nr 3 wedle ryc. 1.



LAPL 444 5

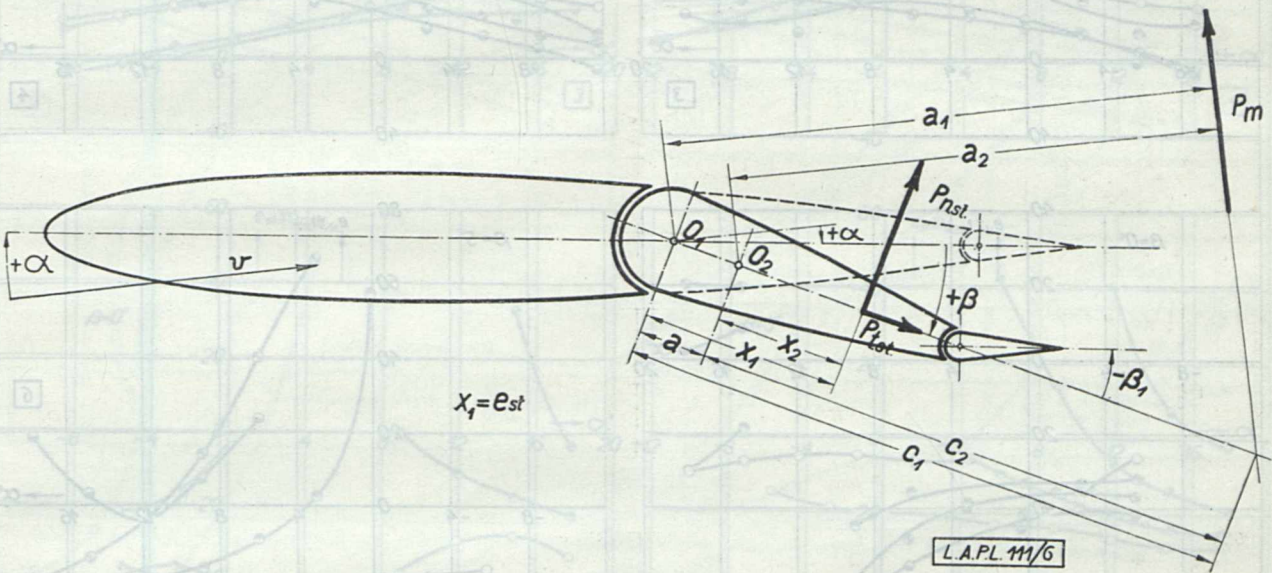
Ryc. 5.

Wykresy współczynników momentu zawiasowego $c_{mz} = f(\beta)$ przy zmiennych α dla kompensacji $\beta_1 = -\beta$ i bez kompensacji ($\beta_1 = 0^\circ$) dla ustereń Nr. 1, Nr. 2 i Nr. 3. Wykazanie zysku (liczba m) na współczynniku c_{mz} przez zastosowanie kompensacji $\beta_1 = -\beta$ w zależności od kąta β przy stałych kątach α dla rozpatrywanych trzech ustereń, tudzież zmiana liczby m przy zmianie głębokości lotki kompensacyjnej.

2. Pomiar współczynników siły aerodynamicznej i momentu.

Na rycinach 2, 3, 4 zestawiono wykresy dla usterzeń Nr. 1, Nr. 2 i Nr. 3, a mianowicie: 1) zależność współczynnika siły normalnej c_n od kąta natarcia α dla całego opierzenia poziomego przy stałych kątach nastawienia części ruchomej β i stałych kątach nastawienia lotki kompensacyjnej β_1 . Wartości kąta β były następujące: $\beta = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$, zaś kąt β_1 był równy naprzemian 0° i -10° dla każdorazowej wartości β . Wartość c_n rośnie wraz z kątem natarcia α tak przy zastosowaniu kompensacji, jak i przy jej nieobecności ($\beta_1 = 0^\circ$), jednak w każdym wypadku jest wartość c_n mniejsza przy wychy-

3) Z wykresów współczynnika c_m momentu dla całego opierzenia względem stycznej do krawędzi natarcia przeprowadzonej prostopadłe do płaszczyzny symetrii, odniesionego do średniej głębokości opierzenia, w zależności od kąta natarcia α odczytujemy, że wzrost kąta ustawienia części ruchomej opierzenia β przy kątach ustawienia lotki kompensacyjnej $\beta_1 = 0^\circ$ i $\beta_1 = -10^\circ$ powoduje wzrost współczynnika c_m , tylko że wartości c_m są mniejsze w wypadku $\beta_1 = -10^\circ$. Pogłębienie lotki kompensacyjnej przy przejściu od opierzenia Nr. 1 do opierzenia Nr. 3 powoduje obniżenie wartości współczynnika momentu przy działaniu kompensacji.



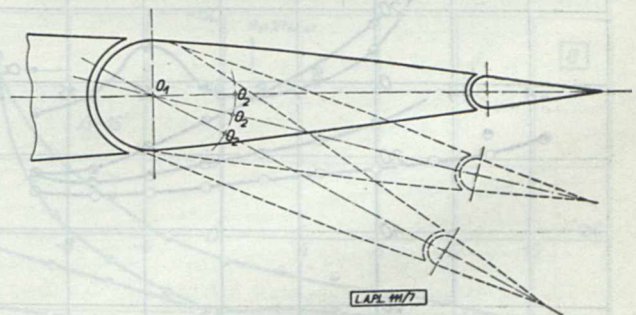
Ryc. 6.

Schemat dla wyznaczenia siły $P_{n.st.}$ dla części ruchomej usterzenia z pomiaru siły P_m na wadze aerodynamicznej.

leniu lotki kompensacyjnej o kąt $\beta_1 = -10^\circ$ aniżeli przy $\beta_1 = 0^\circ$ przy równych zresztą kątach α i β . Występujące na wykresach dla usterzenia Nr. 1, Nr. 2 i Nr. 3 różnice wartości c_n przy $\beta_1 = 0^\circ$, tudzież analogiczne różnice innych wielkości w następnych wykresach przy $\beta_1 = 0^\circ$ należy w głównej mierze przypisać wpływowi szczeliny przy lotce kompensacyjnej, zmieniającej swoje położenie wzdłuż głębokości części ruchomej steru.

2) Wykres współczynnika siły stycznej c_t dla całego opierzenia poziomego w zależności od kąta natarcia α przy stałych kątach β i β_1 wykazuje najpierw wzrost c_t przy przejściu od ujemnych kątów α do dodatnich, zaś następnie spadek wartości c_t przy dalszym wzroście α , po czym przejście na wartości ujemne c_t , czyli skierowane ku krawędzi natarcia profilu i znowu przejście współczynnika c_t na wartości dodatnie przy dalszym powiększaniu kąta natarcia α . Powiększenie kąta ustawienia steru β przy $\beta_1 = 0$ i $\beta_1 = -10^\circ$ powoduje na ogół wzrost wartości c_t .

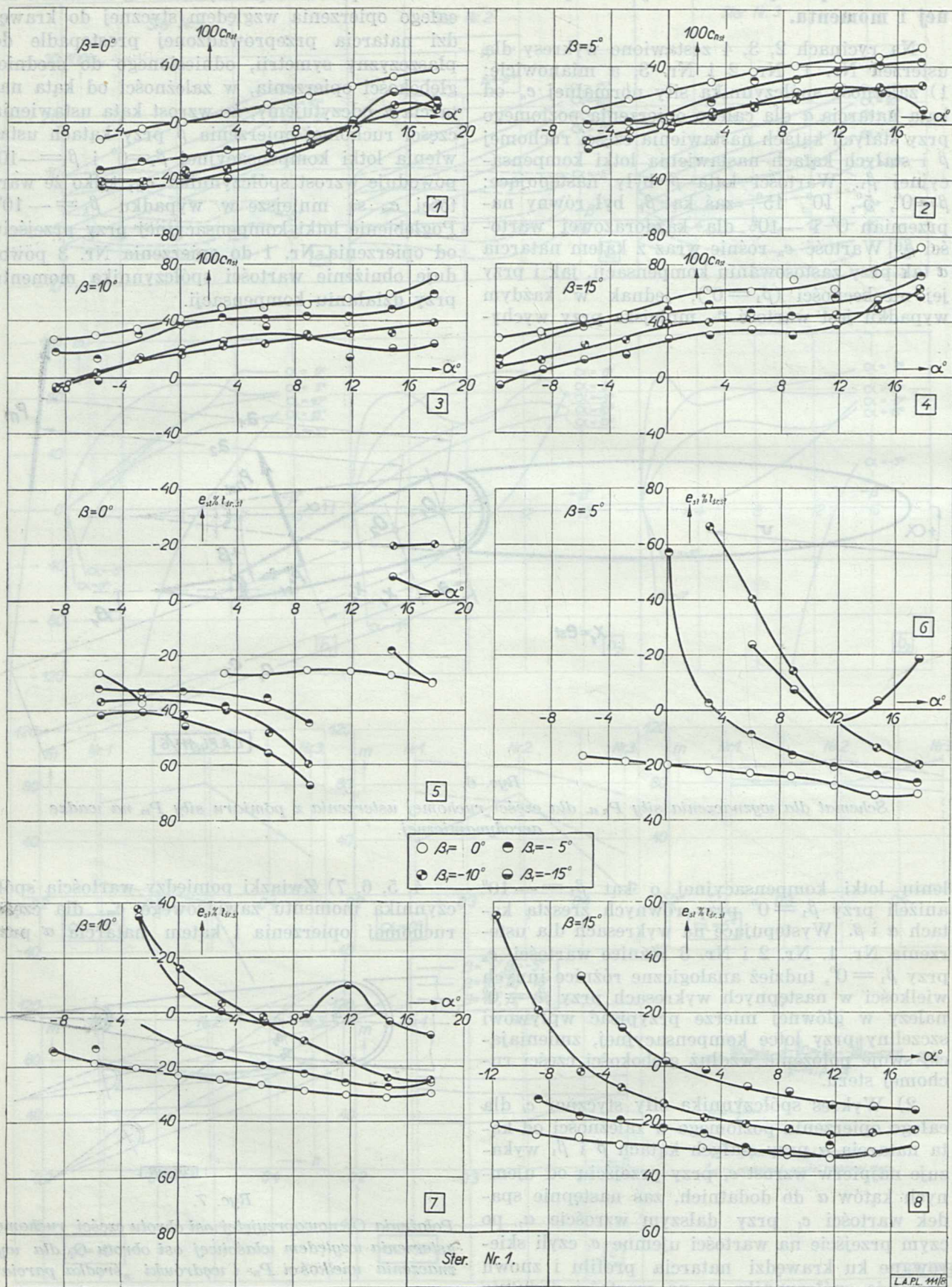
4, 5, 6, 7) Związki pomiędzy wartością współczynnika momentu zawiasowego $c_{m.z}$ dla części ruchomej opierzenia i kątem natarcia α przy



Ryc. 7.

Położenia O_2 nowoprzyjętej osi obrotu części ruchomej usterzenia względem właściwej osi obrotu O_1 dla wyznaczenia wielkości P_n i wędrówki „środku parcia“.

położeniach steru odpowiadających kątom $\beta = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$, tudzież przy wychyleniu lotki kompensacyjnej odpowiadającym kątom $\beta_1 = 0^\circ, -5^\circ, -10^\circ, -15^\circ$ dla opierzenia Nr. 1,

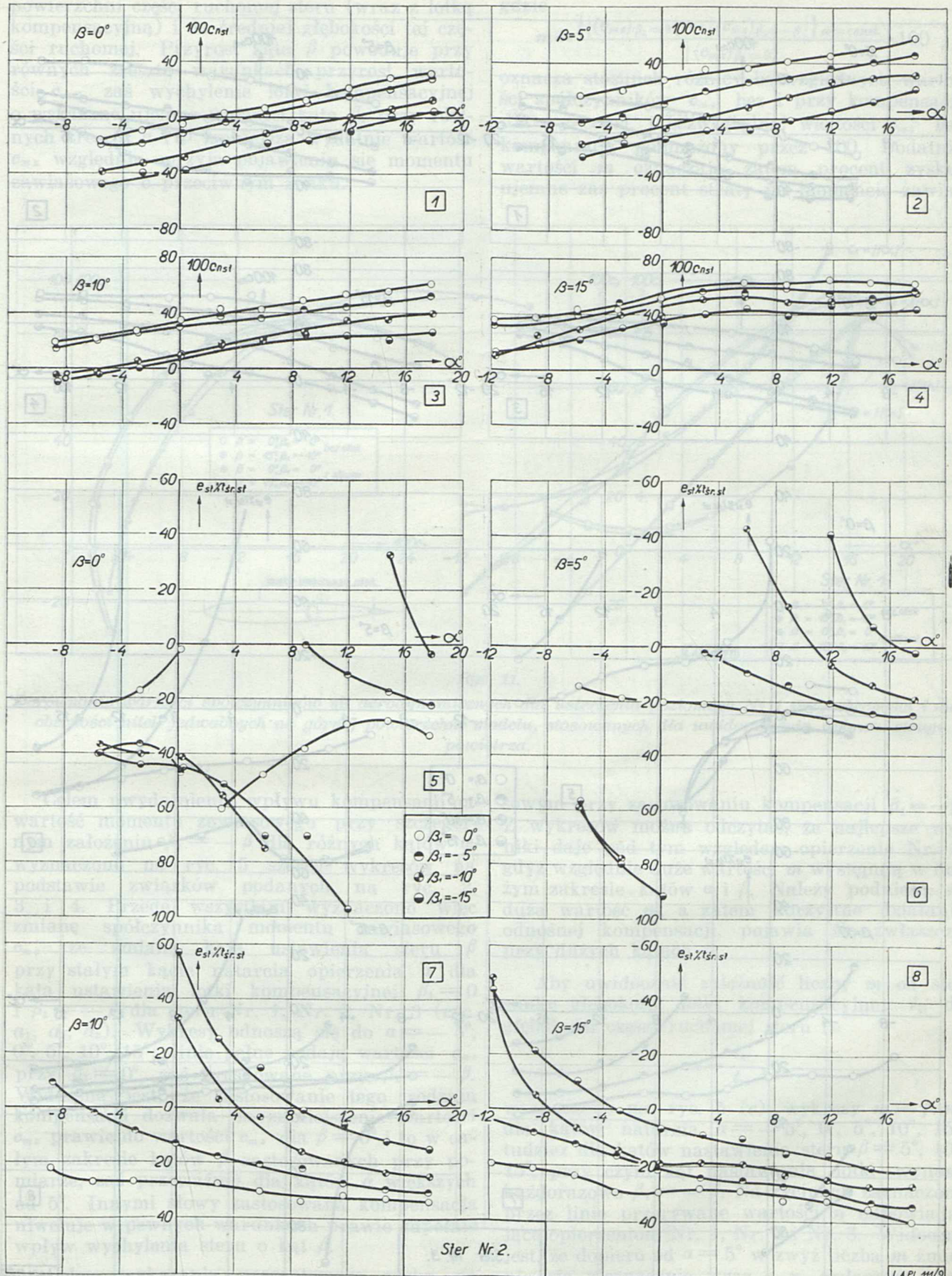


Ser. Nr. 1.

L.A.P.L. III/6

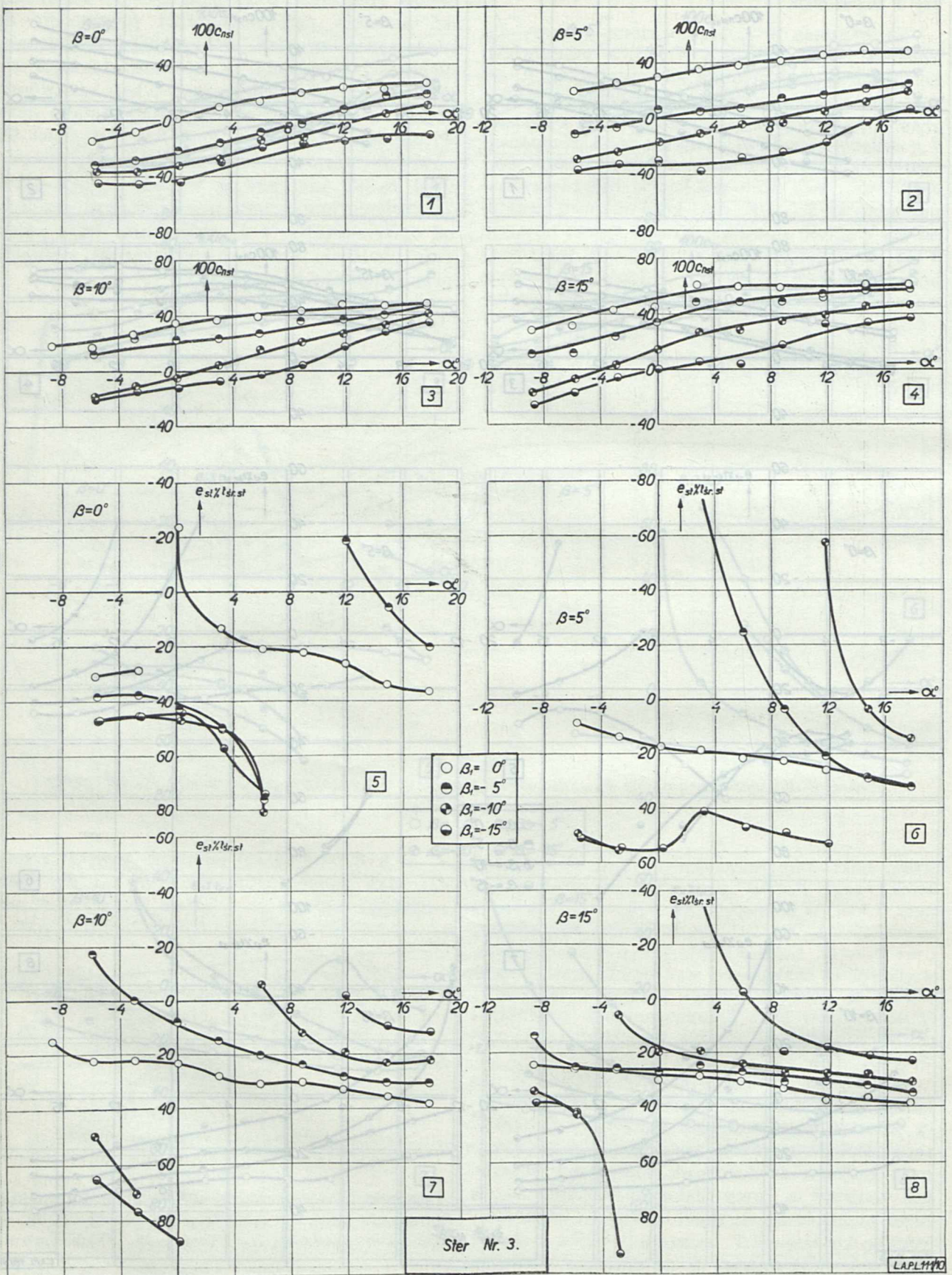
Ryc. 8.
 Zależność współczynnika C_{nst} dla części ruchomej usterzenia od kąta α przy stałych β i β_1 , tudzież wędrowka „środkła parcia” dla usterzenia N° 1.

Nr. 2 i Nr. 3. Spółczynnik $c_{n\text{st}}$ odniesiono do opierzeń wykresy $\alpha = f(\beta)$ (rys. 5, 6, 7, 8)



Ryc. 9.

Zależność współczynnika $c_{n\text{st}}$ dla części ruchomej usterzenia od kąta α przy stałych β i β_1 , tudzież wędrówka „środku parcia” dla usterzenia N° 2.



Ryc. 10.

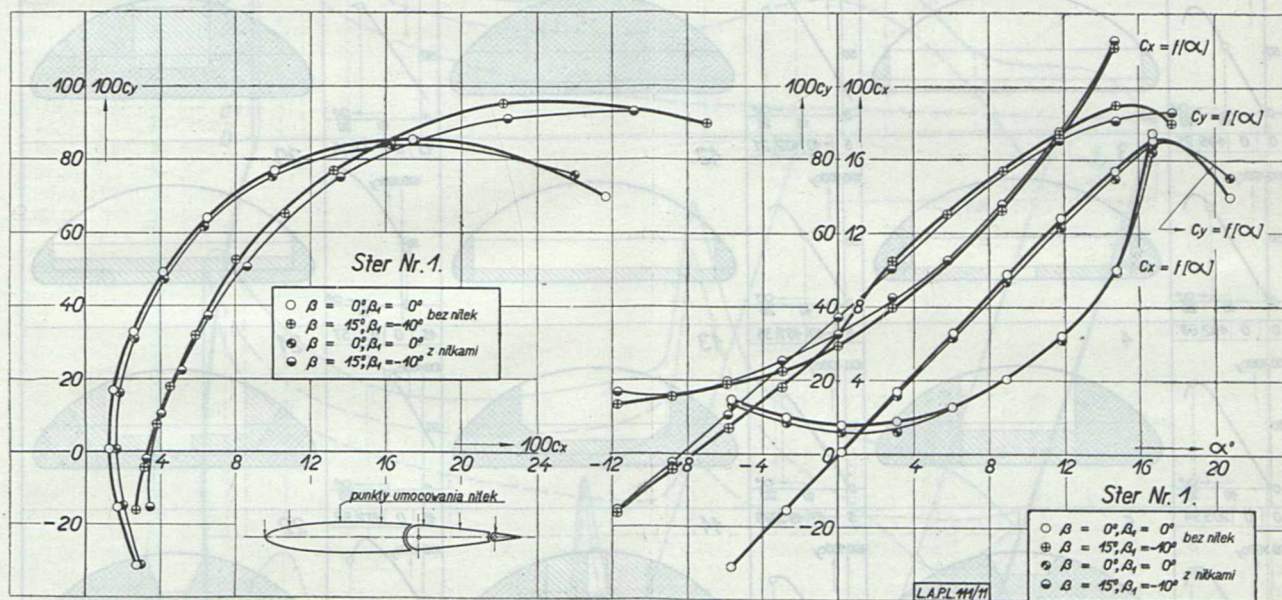
Zależność współczynnika $c_{n.st.}$ dla części ruchomej usterzenia od kąta α przy stałych β i β_1 , tudzież wędrowka „środką parcia“ dla usterzenia N° 3.

Nr. 2 i Nr. 3. Spółczynnik c_{mz} odniesiono do powierzchni części ruchomej steru (wraz z lotką kompensacyjną) i do średniej głębokości tej części ruchomej. Przyrost kąta β powoduje przy równych zresztą warunkach przyrost wartości c_{mz} ; zaś wychylenie lotki kompensacyjnej o wskazane ujemne wartości kąta β_1 przy równych zresztą α i β zmniejsza wydatnie wartość c_{mz} względnie sprzyja pojawieniu się momentu zawiasowego o przeciwnym znaku.

opierzeń wykresy $m = f(\beta)$ (ryc. 5. b_1, b_2, b_3), gdzie

$$m = \frac{\left| (c_{mz})_{\beta_1=0} - (c_{mz})_{\beta_1=-\beta} \right|}{(c_{mz})_{\beta_1=0}} \cdot 100 \quad \alpha = \text{const.}$$

oznacza stosunek różnicy bezwzględnych wartości współczynników c_{mz} bez i przy kompensacji dla $\alpha = \text{const.}$ i bezwzględnej wartości c_{mz} bez kompensacji pomnożony przez 100. Dodatnie wartości m oznaczają zatem procent zysku, ujemne zaś procent straty na momencie zawia-



Ryc. 11.

Porównanie wartości współczynników sił aerodynamicznych dla usterzenia poziomego No 1 przy obecności i nieobecności nitki jedwabnych na górnej powierzchni modelu, stosowanych dla uwidocznienia optywki strugi powietrza.

Celem uwydatnienia wpływu kompensacji na wartość momentu zawiasowego przy szczególnym założeniu $\beta_1 = -\beta$ dla różnych kątów α , wyznaczono na ryc. 5 szereg wykresów na podstawie związków podanych na ryc. 2, 3 i 4. Przede wszystkim wyznaczono więc zmianę współczynnika momentu zawiasowego c_{mz} ze zmianą kąta ustawienia steru β przy stałym kącie natarcia opierzenia α dla kąta ustawienia lotki kompensacyjnej $\beta_1 = 0$ i $\beta_1 = -\beta$ dla steru Nr. 1, Nr. 2, Nr. 3 (ryc. a_1, a_2, a_3). Wykresy odnoszą się do $\alpha = -5^\circ, 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$; linie pełne podają wartości c_{mz} przy $\beta_1 = 0^\circ$, zaś kreskowane przy $\beta_1 = -\beta$. Widoczne jest, że zastosowanie tego rodzaju kompensacji pozwala na zmniejszenie wartości c_{mz} prawie do wartości c_{mz} dla $\beta = 0^\circ$ i to w całym zakresie kątów β zastosowanych przy pomiarze, zaś przeważnie dla kątów α większych od 5° . Innymi słowy zastosowana kompensacja niweluje w pewnych warunkach prawie zupełnie wpływ wychylenia steru o kąt β .

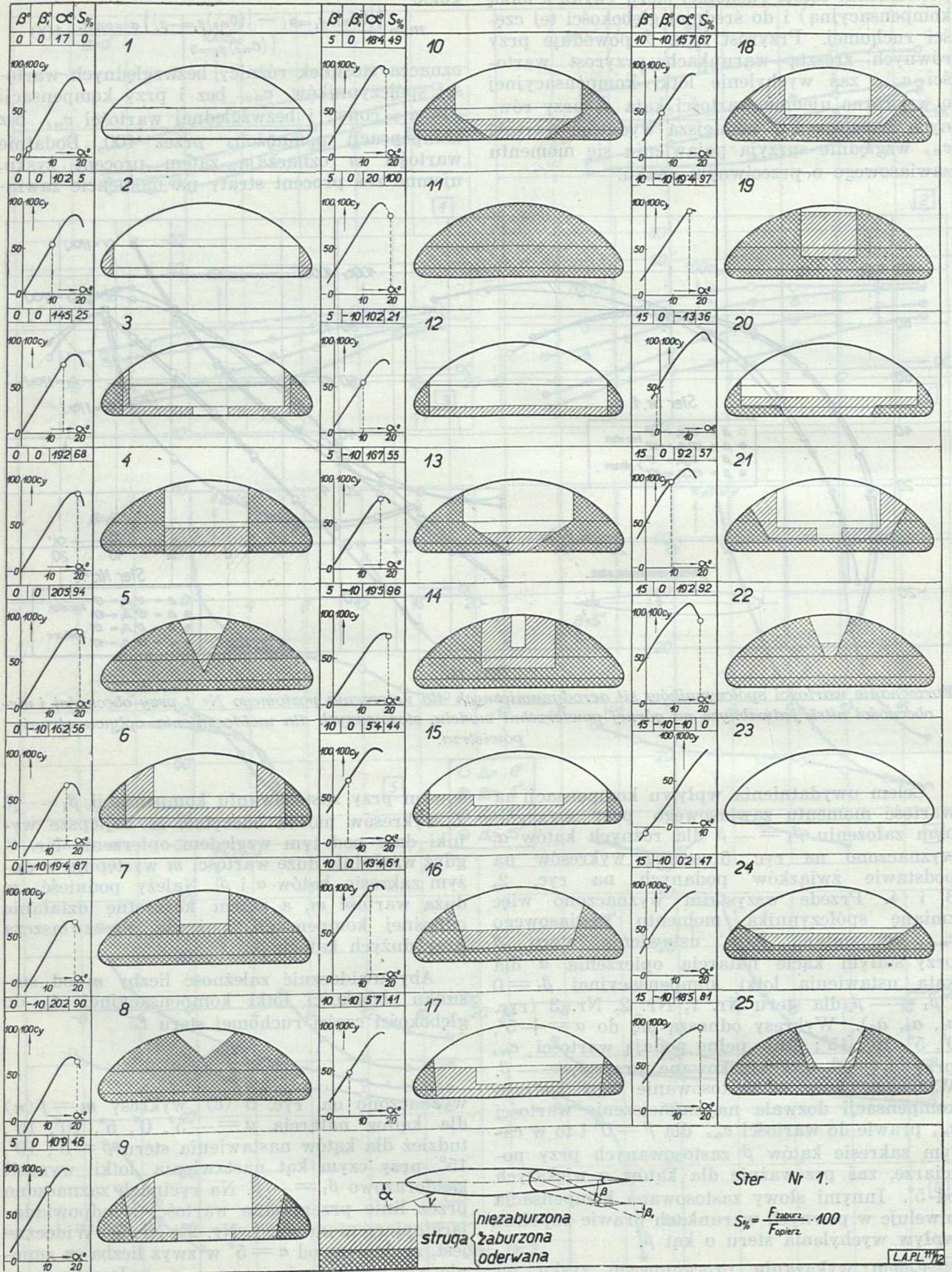
Celem wykazania procentowego zysku na współczynniku c_{mz} otrzymanego wskutek zastosowania kompensacji $\beta_1 = -\beta$ w stosunku do współczynnika momentu zawiasowego przy nieobecności kompensacji wyznaczono dla trzech

sowym przy zastosowaniu kompensacji $\beta_1 = -\beta$. Z wykresów można odczytać, że najlepsze wyniki daje pod tym względem opierzenie Nr. 3, gdyż względnie duże wartości m występują w dużym zakresie kątów α i β . Należy podnieść, że duża wartość m , a zatem korzystne działanie odnośnej kompensacji, pojawia się zwłaszcza przy dużych kątach β .

Aby uwidocznic zależność liczby m od stosunku głębokości lotki kompensacyjnej t_{ki} do głębokości części ruchomej steru t_{st} :

$$n = \frac{t_{ki}}{t_{st}},$$

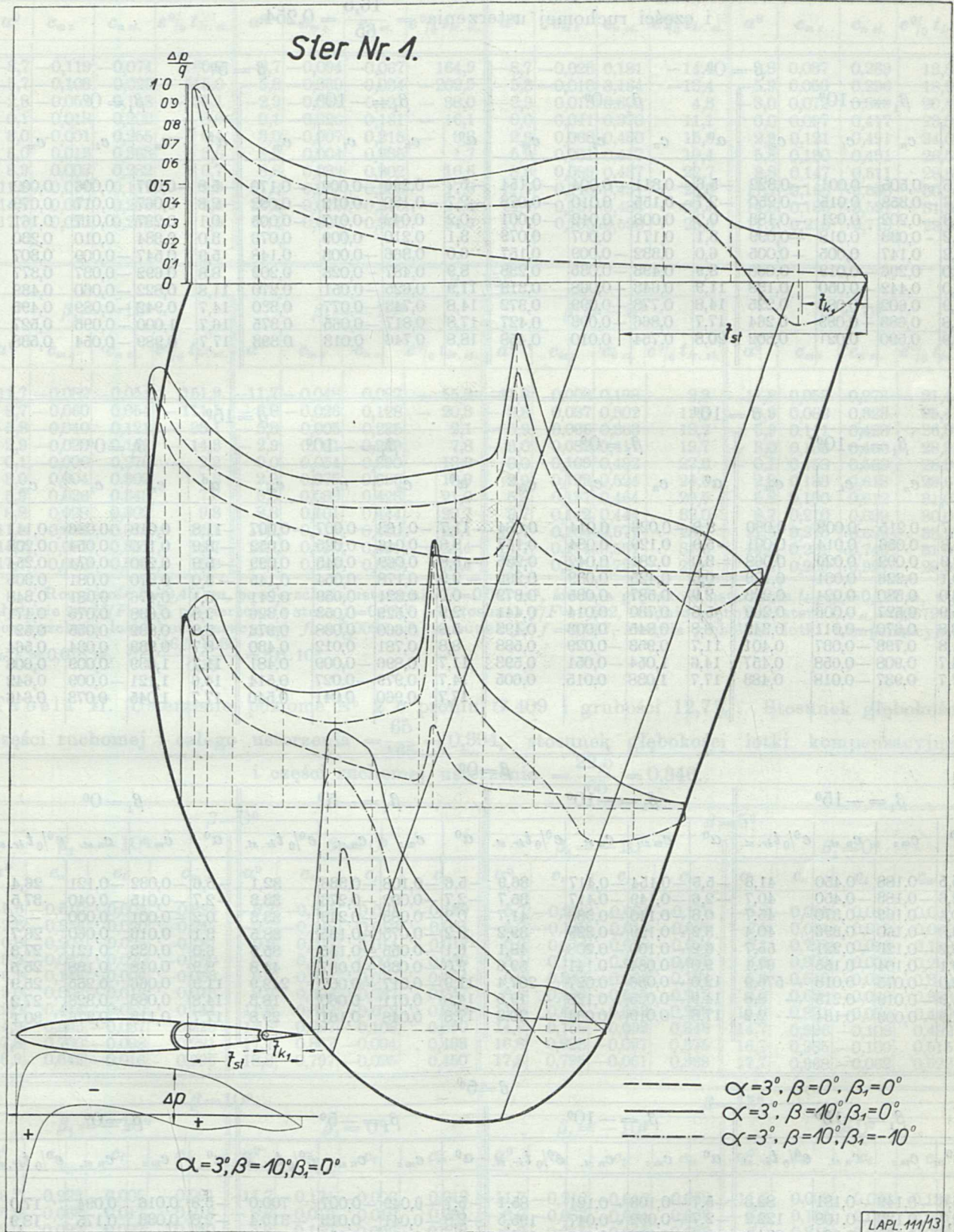
wyznaczono na ryc. 5 (c) wykresy $m = f(n)$ dla kątów natarcia $\alpha = -5^\circ, 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$, tudzież dla kątów nastawienia steru $\beta = 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$, przy czym kąt nastawienia lotki wynosił każdorazowo $\beta_1 = -\beta$. Na rycinach zaznaczono przez linie przerywane wartości n odpowiadające opierzeniom Nr. 1, Nr. 2 i Nr. 3. Widoczne jest, że dopiero od $\alpha = 5^\circ$ w zwyż liczba m zmienia się nieznacznie wraz z n , zwłaszcza przy dużych β , przy czym w niektórych wypadkach, jak np. przy $\alpha = 10^\circ$ dla opierzenia Nr. 3, staje się działanie kompensacji prawie niezależne od wielkości kąta β .



Ryc. 12.

Schematy zaburzenia wzgl. oderwania strugi optywującej górną powierzchnię usterzenia N° 1 na podstawie zdjęć fotograficznych przy pomocy metody „nitkowej“.

Tabela 1. Liczernia poziomu N° 1 o prędkości 12,7 m/s. Stwierzenie głębokości części ruchomych i całego sterzenia — 0,381 m. Stwierzenie głębokości lotki kompensacyjnej — 0,381 m.



Ryc. 13.

Rozkłady ciśnień wypadkowych na usterzeniu N° 1 przy niewychylonym sterze, przy wychylonym sterze ($\beta = 10^\circ$) przy wychylonym sterze ($\beta = 10^\circ$) i działaniu lotki kompensacyjnej ($\beta_1 = -10^\circ$) dla $\alpha = 3^\circ$.

Tabela I. Usterzenie poziome N° 1 o profilu G 409 i grubości 12,7%. Stosunek głębokości części ruchomej i całego usterzenia = $\frac{65}{165} = 0,394$, stosunek głębokości lotki kompensacyjnej i części ruchomej usterzenia = $\frac{16,5}{65} = 0,254$.

$\beta = 0^\circ$								$\beta = 5^\circ$							
$\beta_1 = -10^\circ$				$\beta_1 = 0^\circ$				$\beta_1 = -10^\circ$				$\beta_1 = 0^\circ$			
α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m
-5,5	-0,505	-0,001	-0,322	-5,6	-0,311	-0,004	-0,154	-5,7	-0,296	-0,002	-0,170	-5,8	-0,097	0,006	0,002
-2,6	-0,353	0,015	-0,250	-2,7	-0,155	0,010	-0,078	-2,7	-0,130	0,012	-0,092	-2,8	0,067	0,017	0,079
0,3	-0,202	0,021	-0,183	0,2	0,008	0,012	-0,001	0,2	0,042	0,017	-0,005	0,1	0,237	0,017	0,161
3,2	-0,033	0,018	-0,099	3,1	0,171	0,007	0,079	3,1	0,210	0,009	0,076	3,0	0,334	0,010	0,230
6,2	0,147	0,005	-0,005	6,0	0,332	-0,009	0,157	6,0	0,366	-0,003	0,148	5,9	0,547	-0,009	0,307
9,0	0,296	-0,019	0,068	8,9	0,493	-0,035	0,238	8,9	0,487	-0,028	0,202	8,8	0,692	-0,037	0,377
12,0	0,442	-0,050	0,138	11,9	0,643	-0,068	0,313	11,9	0,625	-0,051	0,270	11,8	0,822	-0,060	0,439
14,9	0,602	-0,082	0,225	14,8	0,773	-0,099	0,372	14,8	0,743	-0,077	0,320	14,7	0,942	-0,089	0,495
17,8	0,683	-0,089	0,264	17,7	0,866	-0,093	0,427	17,8	0,817	-0,065	0,375	16,7	1,000	-0,095	0,527
20,9	0,590	0,021	0,302	20,8	0,754	0,010	0,458	18,8	0,746	0,013	0,393	17,7	0,989	-0,054	0,533

$\beta = 10^\circ$								$\beta = 15^\circ$							
$\beta_1 = -10^\circ$				$\beta_1 = 0^\circ$				$\beta_1 = -10^\circ$				$\beta_1 = 0^\circ$			
α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m
-8,7	-0,215	-0,008	-0,080	-8,8	-0,026	0,014	0,084	-11,7	-0,163	-0,007	-0,007	-11,8	0,018	0,026	0,141
-5,8	-0,056	0,014	-0,001	-5,9	0,129	0,034	0,157	-8,8	-0,046	0,025	0,052	-8,9	0,150	0,054	0,208
-2,9	0,092	0,026	0,068	-3,0	0,281	0,042	0,225	-5,8	0,069	0,045	0,099	-5,9	0,260	0,074	0,254
0,1	0,226	0,031	0,129	0,0	0,425	0,039	0,299	-2,9	0,178	0,054	0,145	-3,0	0,370	0,081	0,305
3,0	0,380	0,024	0,203	2,9	0,587	0,035	0,379	0,0	0,321	0,059	0,211	-0,1	0,476	0,081	0,348
5,9	0,527	0,006	0,269	5,8	0,730	0,014	0,441	2,9	0,529	0,053	0,326	2,8	0,698	0,075	0,471
8,8	0,670	-0,011	0,343	8,8	0,845	-0,003	0,493	5,8	0,660	0,038	0,376	5,8	0,832	0,055	0,521
11,8	0,793	-0,037	0,401	11,7	0,953	-0,029	0,538	8,8	0,781	0,012	0,430	8,7	0,939	0,034	0,564
14,7	0,908	-0,058	0,457	14,6	1,054	-0,051	0,593	11,7	0,896	-0,009	0,481	11,7	1,039	0,009	0,608
17,7	0,937	-0,018	0,483	17,7	1,038	0,015	0,605	14,7	0,979	-0,027	0,514	14,6	1,121	-0,009	0,642
								17,7	0,960	0,041	0,540	17,7	1,045	0,073	0,646

$\beta = 0^\circ$															
$\beta_1 = -15^\circ$				$\beta_1 = -10^\circ$				$\beta_1 = -5^\circ$				$\beta_1 = 0^\circ$			
α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^0/0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^0/0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^0/0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^0/0 t_{sr. st.}$
-5,5	-0,188	-0,450	41,8	-5,5	-0,154	-0,417	36,9	-5,6	-0,108	-0,336	32,1	-5,6	-0,032	-0,121	26,4
-2,6	-0,183	-0,450	40,7	-2,6	-0,149	-0,417	35,7	-2,7	-0,092	-0,276	33,3	-2,7	-0,015	-0,040	37,5
0,4	-0,169	-0,370	45,7	0,3	-0,140	-0,336	41,7	0,2	-0,083	-0,249	33,3	0,2	-0,001	0,000	-∞
3,3	-0,160	-0,396	40,4	3,2	-0,129	-0,329	39,2	3,2	-0,075	-0,195	38,5	3,1	0,016	0,060	26,7
6,2	-0,123	-0,221	55,7	6,2	-0,100	-0,208	43,1	6,1	-0,055	-0,155	35,5	6,0	0,033	0,121	27,3
9,1	-0,104	-0,155	67,1	9,0	-0,084	-0,141	59,6	9,0	-0,039	-0,087	44,8	8,9	0,048	0,188	25,5
12,0	-0,075	0,013	-576,9	12,0	-0,056	-0,027	207,4	11,9	-0,017	-0,007	242,9	11,9	0,066	0,255	25,9
14,9	-0,019	0,215	- 8,8	14,9	-0,025	0,128	- 19,5	14,8	0,011	0,060	18,3	14,8	0,088	0,323	27,2
17,9	-0,003	0,134	- 2,2	17,8	-0,019	0,094	- 20,2	17,8	0,048	0,161	29,8	17,7	0,113	0,376	30,1

$\beta = 5^\circ$															
$\beta_1 = -15^\circ$				$\beta_1 = -10^\circ$				$\beta_1 = -5^\circ$				$\beta_1 = 0^\circ$			
α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^0/0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^0/0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^0/0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^0/0 t_{sr. st.}$
-5,6	-0,149	-0,181	82,3	-5,7	-0,103	-0,121	85,1	-5,7	-0,049	-0,007	700,0	-5,8	0,016	0,094	17,0
-2,7	-0,132	-0,108	122,2	-2,7	-0,092	-0,047	195,5	-2,8	-0,041	0,013	-315,4	-2,8	0,033	0,175	18,9
0,2	-0,100	-0,034	294,1	0,2	-0,072	0,013	-553,8	0,1	-0,031	0,054	- 57,4	0,1	0,047	0,235	20,0
3,1	-0,066	0,054	-122,2	3,1	-0,054	0,081	- 66,7	3,0	-0,004	0,155	- 2,6	3,0	0,066	0,296	22,3
6,0	-0,037	0,155	- 23,9	6,0	-0,046	0,114	- 40,4	6,0	0,027	0,309	8,7	5,9	0,085	0,370	23,0
9,0	-0,017	0,228	- 7,5	8,9	-0,025	0,175	- 14,3	8,9	0,052	0,316	16,5	8,8	0,099	0,410	24,1
11,9	0,011	0,262	- 4,2	11,9	0,008	0,228	3,5	11,8	0,078	0,376	20,7	11,8	0,125	0,457	27,4
14,9	-0,008	0,228	- 3,5	14,8	0,037	0,269	13,8	14,8	0,098	0,417	23,5	14,7	0,146	0,470	31,1
17,8	-0,019	0,101	- 18,8	17,8	0,055	0,276	19,9	17,7	0,115	0,437	26,3	17,7	0,164	0,538	30,5

$\beta = 10^{\circ}$

$\beta_1 = -15^{\circ}$				$\beta_1 = -10^{\circ}$				$\beta_1 = -5^{\circ}$				$\beta_1 = 0^{\circ}$			
α^0	c_{mz}	$c_{n\ st.}$	$e^0/0\ t_{sr.\ st.}$	α^0	c_{mz}	$c_{n\ st.}$	$e^0/0\ t_{sr.\ st.}$	α^0	c_{mz}	$c_{n\ st.}$	$e^0/0\ t_{sr.\ st.}$	α^0	c_{mz}	$c_{n\ st.}$	$e^0/0\ t_{sr.\ st.}$
-8,7	-0,119	-0,074	160,8	-8,7	-0,094	-0,067	164,9	-8,7	-0,026	0,181	-14,4	-8,8	0,037	0,269	13,8
-5,7	-0,103	-0,020	515,0	-5,8	-0,069	0,034	-202,9	-5,8	-0,018	0,134	-13,4	-5,9	0,056	0,296	18,9
-2,8	-0,052	0,148	-35,1	-2,9	-0,046	0,121	-38,0	-2,9	0,013	0,302	4,3	-3,0	0,072	0,349	20,6
0,1	-0,018	0,202	-8,9	0,1	-0,026	0,161	-16,1	0,0	0,041	0,370	11,1	0,0	0,097	0,417	23,3
3,0	-0,001	0,255	-0,4	3,0	-0,007	0,215	-3,3	2,9	0,068	0,430	15,8	2,9	0,121	0,491	24,6
6,0	0,013	0,363	3,6	5,9	0,004	0,235	1,7	5,9	0,081	0,417	19,4	5,8	0,130	0,491	26,5
8,9	0,002	0,282	0,7	8,8	0,032	0,302	10,6	8,8	0,099	0,437	22,7	8,8	0,147	0,511	28,8
11,8	-0,014	0,141	-9,9	11,8	0,055	0,309	17,8	11,7	0,113	0,437	25,9	11,7	0,168	0,558	30,1
14,8	0,007	0,208	3,4	14,7	0,077	0,316	24,4	14,7	0,131	0,484	27,1	14,6	0,185	0,591	31,3
17,7	0,020	0,235	8,5	17,7	0,097	0,390	24,9	17,7	0,155	0,598	25,9	17,7	0,215	0,719	29,9

$\beta = 15^{\circ}$

$\beta_1 = -15^{\circ}$				$\beta_1 = -10^{\circ}$				$\beta_1 = -5^{\circ}$				$\beta_1 = 0^{\circ}$			
α^0	c_{mz}	$c_{n\ st.}$	$e^0/0\ t_{sr.\ st.}$	α^0	c_{mz}	$c_{n\ st.}$	$e^0/0\ t_{sr.\ st.}$	α^0	c_{mz}	$c_{n\ st.}$	$e^0/0\ t_{sr.\ st.}$	α^0	c_{mz}	$c_{n\ st.}$	$e^0/0\ t_{sr.\ st.}$
-11,7	-0,082	-0,054	151,9	-11,7	-0,048	0,087	-55,2	-11,8	0,003	0,128	2,3	-11,8	0,059	0,276	21,4
-8,7	-0,060	0,054	-111,1	-8,8	-0,026	0,128	-20,3	-8,8	0,037	0,302	12,3	-8,9	0,082	0,323	25,4
-5,8	-0,040	0,121	-33,1	-5,8	0,005	0,235	2,1	-5,9	0,066	0,363	18,2	-5,9	0,111	0,423	26,3
-2,9	-0,023	0,161	-14,3	-2,9	0,021	0,269	7,8	-3,0	0,082	0,417	19,7	-3,0	0,130	0,450	28,9
0,1	-0,006	0,276	-2,2	0,0	0,054	0,390	13,8	0,0	0,109	0,482	22,6	-0,1	0,158	0,558	28,3
3,0	0,004	0,302	1,3	2,9	0,075	0,396	18,9	2,9	0,129	0,524	24,6	2,8	0,183	0,618	29,6
5,9	0,026	0,343	7,6	5,8	0,089	0,423	21,0	5,8	0,137	0,464	29,5	5,8	0,190	0,612	31,0
8,8	0,028	0,302	9,3	8,8	0,101	0,444	22,7	8,7	0,142	0,444	32,0	8,7	0,210	0,699	30,0
11,8	0,053	0,376	14,1	11,7	0,113	0,450	25,1	11,7	0,164	0,571	28,7	11,7	0,210	0,632	33,2
14,7	0,081	0,551	14,7	14,7	0,120	0,491	24,4	14,7	0,174	0,551	31,6	14,6	0,231	0,746	31,0
17,7	0,092	0,578	15,9	17,7	0,149	0,638	23,4	17,7	0,211	0,726	29,1	17,7	0,269	0,927	29,0

Rozpiętość $b=0,450\ m$, powierzchnia usterzenia $F=0,057\ m^2$, średnia głębokość usterzenia $t_{sr.\ op.}=0,127\ m$, wydłużenie $\lambda=b^2/F=3,5$, powierzchnia steru $f=0,0303\ m^2$, stosunek $f/F=0,532$, średnia głębokość steru $t_{sr.\ st.}=0,0672\ m$, powierzchnia lotki kompensacyjnej $f_k=0,0080\ m^2$, stosunek $f_k/f=0,267$, średnia głębokość lotki kompensacyjnej $t_{sr.\ k.}=0,018\ m$, $R=\frac{16,5 \cdot 3030}{0,15}=3,3 \cdot 10^5$.

Tabela II. Usterzenie poziome N° 2 o profilu G 409 i grubości 12,7%. Stosunek głębokości części ruchomej i całego usterzenia = $\frac{65}{165} = 0,394$, stosunek głębokości lotki kompensacyjnej i części ruchomej usterzenia = $\frac{22,5}{65} = 0,346$.

$\beta = 0^{\circ}$				$\beta = 5^{\circ}$											
$\beta_1 = -10^{\circ}$				$\beta_1 = 0^{\circ}$				$\beta_1 = -10^{\circ}$				$\beta_1 = 0^{\circ}$			
α^0	c_n	c_t	c_m	α^0	c_n	c_t	c_m	α^0	c_n	c_t	c_m	α	c_n	c_t	c_m
-5,5	-0,510	0,005	-0,324	-5,7	-0,305	0,001	-0,139	-5,7	-0,299	0,004	-0,173	-5,8	-0,095	0,011	0,005
-2,6	-0,356	0,020	-0,247	-2,7	-0,148	0,013	-0,061	-2,7	-0,140	0,016	-0,099	-2,8	0,061	0,019	0,030
0,3	-0,204	0,025	-0,181	0,2	0,017	0,014	0,017	0,2	0,014	0,018	-0,024	0,1	0,225	0,019	0,158
3,2	-0,037	0,020	-0,100	3,1	0,188	0,007	0,096	3,1	0,188	0,010	0,055	3,0	0,379	0,008	0,233
6,1	0,145	0,006	-0,003	6,0	0,346	-0,010	0,174	6,0	0,347	-0,006	0,134	5,9	0,543	-0,012	0,312
9,0	0,306	-0,019	0,076	8,9	0,496	-0,087	0,247	8,9	0,499	-0,035	0,212	8,8	0,688	-0,043	0,333
12,0	0,444	-0,052	0,144	11,9	0,642	-0,072	0,320	11,9	0,645	-0,063	0,289	11,8	0,821	-0,078	0,447
14,9	0,593	-0,087	0,223	14,8	0,787	-0,108	0,390	14,8	0,758	-0,092	0,346	14,7	0,926	-0,103	0,492
17,8	0,700	-0,098	0,281	17,7	0,867	-0,094	0,433	16,8	0,823	-0,097	0,375	16,7	0,985	-0,109	0,515
18,9	0,642	-0,016	0,296	18,8	0,797	-0,025	0,450	17,8	0,795	-0,061	0,369	17,7	0,968	-0,062	0,522

$\beta = 10^{\circ}$				$\beta = 15^{\circ}$											
$\beta_1 = -10^{\circ}$				$\beta_1 = 0^{\circ}$				$\beta_1 = -10^{\circ}$				$\beta_1 = 0^{\circ}$			
α^0	c_n	c_t	c_m	α^0	c_n	c_t	c_m	α^0	c_n	c_t	c_m	α^0	c_n	c_t	c_m
-8,7	-0,223	-0,005	-0,091	-11,7	-0,171	-0,008	0,013	-11,7	-0,212	-0,010	-0,053	-11,8	0,003	0,023	0,134
-5,8	-0,068	0,017	-0,016	-8,8	-0,019	0,018	0,091	-8,8	-0,067	0,021	0,026	-8,9	0,155	0,048	0,207
-2,9	0,092	0,027	0,060	-5,9	0,150	0,036	0,172	-5,8	0,055	0,040	0,086	-6,0	0,319	0,063	0,286
0,1	0,248	0,027	0,136	-3,0	0,314	0,042	0,255	-2,9	0,205	0,049	0,160	-3,1	0,477	0,066	0,367
3,0	0,418	0,016	0,219	-0,1	0,468	0,038	0,328	0,0	0,376	0,049	0,242	-0,1	0,624	0,060	0,441
5,9	0,573	-0,006	0,296	2,9	0,626	0,024	0,403	2,9	0,563	0,033	0,335	2,8	0,791	0,046	0,521
8,8	0,697	-0,023	0,358	5,8	0,764	-0,001	0,466	5,8	0,703	0,016	0,398	5,7	0,900	0,026	0,569
11,8	0,793	-0,045	0,404	8,7	0,896	-0,032	0,523	8,8	0,777	-0,002	0,424	8,7	0,958	0,012	0,580
14,7	0,877	-0,069	0,441	11,7	0,964	-0,042	0,546	11,8	0,864	-0,025	0,458	11,7	1,006	-0,008	0,601
17,8	0,827	-0,034	0,437	14,7	1,057	-0,063	0,587	14,7	0,945	-0,042	0,494	14,6	1,098	-0,027	0,626
				17,7	0,969	-0,026	0,584	17,8	0,889	0,034	0,493	17,7	1,005	0,058	0,625

$\beta=0^{\circ}$															
$\beta_1=-15^{\circ}$				$\beta_1=-10^{\circ}$				$\beta_1=-5^{\circ}$				$\beta_1=0^{\circ}$			
α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$
-5,5	-0,191	-0,476	40,1	-5,5	-0,142	-0,385	36,9	-5,6	-0,079	-0,196	40,3	-5,7	-0,037	-0,168	22,0
-2,6	-0,176	-0,399	44,1	-2,6	-0,129	-0,322	40,1	-2,7	-0,069	-0,189	36,5	-2,7	-0,017	-0,098	17,3
0,4	-0,171	-0,378	45,2	0,3	-0,119	-0,287	41,5	0,2	-0,053	-0,112	47,3	0,2	-0,001	-0,049	2,0
3,3	-0,155	-0,301	51,5	3,2	-0,105	-0,189	55,6	3,2	-0,040	-0,035	114,3	3,1	0,017	0,028	60,7
6,2	-0,128	-0,182	70,3	6,1	-0,084	-0,112	75,0	6,1	-0,022	0,021	-104,8	6,0	0,030	0,063	47,6
9,1	-0,113	-0,161	70,2	9,0	-0,068	-0,056	121,4	9,0	0,000	0,105	0,0	8,9	0,048	0,126	38,1
12,0	-0,095	-0,098	96,9	12,0	-0,049	0,007	-700,0	11,9	0,017	0,154	11,0	11,9	0,063	0,217	29,0
14,9	-0,064	0,014	-157,1	14,9	-0,023	0,070	-32,9	14,8	0,035	0,203	17,2	14,8	0,080	0,287	27,9
17,9	-0,040	0,049	-81,6	17,8	0,004	0,126	3,2	17,8	0,062	0,280	22,1	17,7	0,104	0,315	33,0
$\beta=5^{\circ}$															
$\beta_1=-15^{\circ}$				$\beta_1=-10^{\circ}$				$\beta_1=-5^{\circ}$				$\beta_1=0^{\circ}$			
α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$
-5,6	-0,150	-0,266	56,4	-5,7	-0,103	-0,175	58,9	-5,7	-0,043	-0,021	204,3	-5,8	0,025	0,168	14,9
-2,7	-0,134	-0,168	79,8	-2,7	-0,087	-0,112	77,7	-2,8	-0,032	0,021	-152,4	-2,8	0,038	0,203	18,7
0,2	-0,121	-0,133	91,0	0,2	-0,077	-0,063	122,2	0,1	-0,014	0,112	-125,0	0,1	0,056	0,280	20,0
3,1	-0,105	-0,077	136,4	3,1	-0,063	0,021	-300,0	3,0	0,004	0,203	2,0	3,0	0,074	0,357	20,7
6,1	-0,083	-0,077	107,8	6,0	-0,042	0,098	-42,9	6,0	0,025	0,266	9,4	5,9	0,084	0,364	23,1
9,0	-0,056	-0,007	800,0	8,9	-0,023	0,154	-14,9	8,9	0,040	0,287	13,9	8,8	0,098	0,413	23,7
11,9	-0,023	0,056	-41,1	11,9	0,017	0,266	6,4	11,8	0,074	0,364	20,3	11,8	0,122	0,455	26,8
14,8	-0,010	0,126	-7,9	14,8	0,041	0,294	13,9	14,8	0,098	0,406	24,1	14,7	0,144	0,504	28,6
17,8	0,004	0,217	1,8	17,8	0,060	0,315	19,0	17,7	0,113	0,461	24,5	17,7	0,166	0,574	28,9
$\beta=10^{\circ}$															
$\beta_1=-15^{\circ}$				$\beta_1=-10^{\circ}$				$\beta_1=-5^{\circ}$				$\beta_1=0^{\circ}$			
α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$
-8,6	-0,118	-0,098	120,4	-8,7	-0,081	-0,042	192,9	-8,7	-0,013	0,147	-8,8	-8,8	0,044	0,196	22,4
-5,7	-0,100	-0,035	285,7	-5,8	-0,069	-0,021	328,6	-5,8	0,004	0,203	2,0	-5,9	0,059	0,217	27,2
-2,8	-0,081	0,007	-1157,1	-2,9	-0,053	0,056	-94,6	-2,9	0,022	0,259	8,5	-3,0	0,074	0,273	27,1
0,1	-0,060	0,105	-57,1	0,1	-0,032	0,098	-32,7	0,0	0,040	0,301	13,3	-0,1	0,097	0,350	27,7
3,0	-0,044	0,175	-25,1	3,0	-0,006	0,182	-3,3	2,9	0,068	0,385	17,7	2,9	0,119	0,427	27,9
5,9	-0,031	0,210	-14,8	5,9	0,007	0,203	3,4	5,8	0,074	0,364	20,3	5,8	0,130	0,427	30,4
8,9	0,002	0,245	0,8	8,8	0,042	0,266	15,8	8,8	0,106	0,490	21,6	8,7	0,145	0,427	34,0
11,8	0,014	0,245	5,7	11,8	0,067	0,350	19,1	11,7	0,121	0,448	27,0	11,7	0,167	0,532	31,4
14,8	0,025	0,210	11,9	14,7	0,085	0,357	23,8	14,7	0,139	0,476	29,2	14,7	0,184	0,560	32,9
17,8	0,039	0,266	14,7	17,8	0,099	0,399	24,8	17,7	0,159	0,525	30,3	17,7	0,209	0,616	33,9
$\beta=15^{\circ}$															
$\beta_1=-15^{\circ}$				$\beta_1=-10^{\circ}$				$\beta_1=-5^{\circ}$				$\beta_1=0^{\circ}$			
α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$
-11,7	-0,055	0,126	-43,7	-11,7	-0,047	0,098	-48,0	-11,8	0,013	0,315	4,1	-11,8	0,070	0,357	19,6
-8,7	-0,039	0,182	-21,4	-8,8	-0,013	0,252	-5,2	-8,8	0,031	0,371	8,4	-8,9	0,080	0,378	21,2
-5,8	-0,022	0,217	-10,1	-5,8	0,020	0,294	6,8	-5,9	0,050	0,399	12,5	-6,0	0,102	0,434	23,5
-2,8	0,002	0,301	0,7	-2,9	0,058	0,399	14,5	-3,0	0,081	0,490	16,5	-3,1	0,127	0,434	29,3
0,1	0,022	0,343	6,4	0,0	0,075	0,399	18,8	-0,1	0,110	0,518	21,2	-0,1	0,153	0,525	29,1
3,0	0,036	0,406	8,9	2,9	0,098	0,518	18,9	2,8	0,138	0,574	24,0	2,8	0,188	0,665	28,3
5,9	0,045	0,448	10,0	5,8	0,102	0,532	19,2	5,8	0,143	0,567	25,2	5,7	0,187	0,637	29,4
8,8	0,062	0,392	15,8	8,8	0,117	0,497	23,5	8,7	0,164	0,595	27,6	8,7	0,205	0,623	32,9
11,8	0,076	0,462	16,5	11,8	0,127	0,504	25,2	11,7	0,167	0,560	29,8	11,7	0,216	0,658	32,8
14,8	0,083	0,399	20,8	14,7	0,140	0,504	27,8	14,7	0,174	0,525	33,1	14,6	0,226	0,637	35,5
17,8	0,094	0,441	21,3	17,8	0,155	0,567	27,3	17,7	0,199	0,581	34,3	17,7	0,252	0,637	39,6

Rozpiętość $b=0,450$ m, powierzchnia usterzenia $F=0,0562$ m², średnia głębokość usterzenia $t_{sr. op.}=0,125$ m, powierzchnia steru $f=0,0316$ m², stosunek $f/F=0,562$, średnia głębokość steru $t_{sr. st.}=0,070$ m, powierzchnia lotki kompensacyjnej $f_k=0,0106$ m², stosunek $f_k/f=0,335$, średnia głębokość lotki kompensacyjnej $t_{sr. k}=0,0236$ m, $R = \frac{16,5 \cdot 3080}{0,15} = 3,3 \cdot 10^5$.

Tabela III. Usterzenie poziome N° 3 o profilu G 409 i grubości 12,7%. Stosunek głębokości części ruchomej i całego usterzenia = $\frac{65}{165} = 0,394$, stosunek głębokości lotki kompensacyjnej i części ruchomej usterzenia = $\frac{28,5}{65} = 0,438$.

$\beta=0^{\circ}$								$\beta=5^{\circ}$							
$\beta_1=-10^{\circ}$				$\beta_1=0^{\circ}$				$\beta_1=-10^{\circ}$				$\beta_1=0^{\circ}$			
α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m
-5,5	-0,580	0,002	-0,380	-5,7	-0,303	-0,005	-0,151	-5,6	-0,371	-0,003	-0,240	-5,8	-0,087	0,006	-0,003
-2,6	-0,391	0,021	-0,298	-2,7	-0,138	0,009	-0,073	-2,7	-0,214	0,012	-0,165	-2,8	0,073	0,018	0,076
0,3	-0,225	0,027	-0,220	0,2	0,019	0,011	0,005	0,2	-0,055	0,016	-0,089	0,1	0,230	0,017	0,151
3,2	-0,057	0,023	-0,132	3,1	0,173	0,006	0,077	3,1	0,097	0,010	-0,015	3,0	0,389	0,008	0,229
6,1	0,118	0,004	-0,042	6,0	0,329	-0,013	0,157	6,1	0,256	-0,006	0,064	5,9	0,541	-0,012	0,305
9,1	0,240	-0,015	0,008	8,9	0,487	-0,036	0,234	9,0	0,413	-0,030	0,144	8,8	0,672	-0,037	0,358
12,0	0,385	-0,048	0,082	11,9	0,637	-0,070	0,308	11,9	0,564	-0,057	0,227	11,8	0,814	-0,062	0,437
14,9	0,541	-0,082	0,174	14,8	0,762	-0,098	0,375	14,8	0,693	-0,079	0,300	14,7	0,908	-0,085	0,487
16,9	0,626	-0,095	0,220	16,8	0,811	-0,101	0,400	16,8	0,721	-0,086	0,309	16,7	0,925	-0,086	0,486
17,9	0,631	-0,066	0,233	17,8	0,784	-0,041	0,411	17,8	0,699	-0,026	0,331	17,8	0,857	0,002	0,499

$\beta=10^{\circ}$								$\beta=15^{\circ}$							
$\beta_1=-10^{\circ}$				$\beta_1=0^{\circ}$				$\beta_1=-10^{\circ}$				$\beta_1=0^{\circ}$			
α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m	α°	c_n	c_t	c_m
-5,7	-0,144	0,007	-0,082	-8,8	-0,029	0,012	0,065	-8,8	-0,093	0,008	-0,018	-8,9	0,176	0,049	0,204
-2,8	0,012	0,018	-0,012	-5,9	0,128	0,029	0,144	-5,8	0,059	0,028	0,062	-6,0	0,329	0,064	0,270
0,1	0,167	0,020	0,065	-3,0	0,294	0,038	0,226	-2,9	0,209	0,038	0,136	-3,1	0,491	0,070	0,362
3,0	0,321	0,009	0,140	0,0	0,449	0,036	0,302	0,0	0,369	0,040	0,217	-0,2	0,643	0,068	0,444
5,9	0,483	-0,009	0,226	2,9	0,609	0,024	0,383	2,9	0,543	0,032	0,304	2,8	0,819	0,057	0,529
8,9	0,630	-0,026	0,306	5,8	0,740	0,000	0,444	5,8	0,673	0,016	0,372	5,7	0,877	0,044	0,544
11,8	0,735	-0,044	0,359	8,8	0,846	-0,011	0,492	8,8	0,758	-0,002	0,409	8,7	0,937	0,023	0,559
14,8	0,815	-0,064	0,401	11,7	0,924	-0,028	0,520	11,8	0,829	-0,016	0,436	11,7	1,005	0,011	0,582
15,8	0,830	-0,058	0,403	14,7	1,003	-0,047	0,558	14,7	0,893	-0,029	0,466	14,7	1,063	0,004	0,609
17,8	0,763	0,015	0,399	15,7	1,016	-0,044	0,554	15,7	0,909	-0,028	0,468	15,7	1,067	0,006	0,610
				17,7	0,909	0,041	0,562	17,8	0,823	0,048	0,476	17,7	0,949	0,087	0,612

$\beta=0^{\circ}$															
$\beta_1=-15^{\circ}$				$\beta_1=-10^{\circ}$				$\beta_1=-5^{\circ}$				$\beta_1=0^{\circ}$			
α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$
-5,4	-0,210	-0,447	47,0	-5,5	-0,171	-0,363	47,1	-5,6	-0,121	-0,315	38,4	-5,7	-0,043	-0,140	30,7
-2,5	-0,206	-0,454	45,4	-2,6	-0,164	-0,363	45,2	-2,7	-0,106	-0,280	37,8	-2,7	-0,022	-0,077	28,6
0,4	-0,195	-0,440	44,3	0,3	-0,151	-0,322	46,9	0,2	-0,093	-0,217	42,9	0,2	-0,004	0,014	23,6
3,3	-0,172	-0,301	57,1	3,2	-0,137	-0,273	50,2	3,2	-0,080	-0,161	49,7	3,1	0,012	0,091	13,2
6,2	-0,145	-0,196	74,0	6,1	-0,113	-0,140	80,7	6,1	-0,064	-0,084	76,2	6,0	0,028	0,133	21,1
9,1	-0,130	-0,168	77,4	9,1	-0,107	-0,126	84,9	9,0	-0,045	-0,028	160,7	8,9	0,044	0,196	22,4
12,1	-0,124	-0,147	84,4	12,0	-0,085	-0,056	151,8	11,9	-0,018	0,077	-23,4	11,9	0,061	0,231	26,4
15,0	-0,104	-0,133	78,2	14,9	-0,051	0,042	-121,4	14,9	0,010	0,175	5,7	14,8	0,076	0,224	33,9
18,0	-0,073	-0,105	69,5	17,9	-0,018	0,105	-17,1	17,8	0,037	0,182	20,3	17,8	0,097	0,266	36,5

$\beta=5^{\circ}$															
$\beta_1=-15^{\circ}$				$\beta_1=-10^{\circ}$				$\beta_1=-5^{\circ}$				$\beta_1=0^{\circ}$			
α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$	α°	c_{mz}	$c_{n st.}$	$e^{\circ}/_0 t_{sr. st.}$
-5,5	-0,190	-0,370	51,4	-5,6	-0,145	-0,294	49,3	-5,7	-0,080	-0,112	71,4	-5,8	0,017	0,196	8,7
-2,6	-0,179	-0,329	54,4	-2,7	-0,132	-0,238	55,5	-2,8	-0,064	-0,070	91,4	-2,8	0,036	0,259	13,9
0,3	-0,168	-0,308	54,5	0,2	-0,119	-0,168	70,8	0,1	-0,048	0,063	-76,2	0,1	0,051	0,294	17,3
3,2	-0,152	-0,370	41,1	3,1	-0,102	-0,105	97,1	3,1	-0,037	0,049	-75,5	3,0	0,067	0,356	18,8
6,1	-0,135	-0,287	47,0	6,1	-0,086	-0,042	204,8	6,0	-0,019	0,077	-24,7	5,9	0,082	0,377	21,8
9,0	-0,120	-0,245	49,0	9,0	-0,064	-0,035	182,9	8,9	0,005	0,140	3,6	8,8	0,094	0,412	22,8
12,0	-0,093	-0,175	53,1	11,9	-0,028	0,049	-57,1	11,8	0,035	0,168	20,8	11,8	0,118	0,454	26,0
14,9	-0,057	-0,028	203,6	14,8	0,004	0,112	3,6	14,8	0,061	0,210	29,0	14,7	0,140	0,489	28,6
17,9	-0,032	0,063	-50,8	17,8	0,028	0,189	14,8	17,8	0,079	0,245	32,2	17,8	0,154	0,475	32,4

$\beta = 10^\circ$															
$\beta_1 = -15^\circ$				$\beta_1 = -10^\circ$				$\beta_1 = -5^\circ$				$\beta_1 = 0^\circ$			
α^0	c_{mz}	c_{nst}	$e^0/0 t_{\dot{s}r.st}$	α^0	c_{mz}	c_{nst}	$e^0/0 t_{\dot{s}r.st}$	α^0	c_{mz}	c_{nst}	$e^0/0 t_{\dot{s}r.st}$	α^0	c_{mz}	c_{nst}	$e^0/0 t_{\dot{s}r.st}$
-5,7	-0,132	-0,203	65,0	-5,7	-0,090	-0,182	49,5	-5,8	-0,022	0,126	-17,5	-8,8	0,029	0,189	15,3
-2,7	-0,113	-0,147	76,9	-2,8	-0,074	-0,105	70,5	-2,9	-0,001	0,238	-0,4	-5,9	0,038	0,168	22,6
0,2	-0,104	-0,119	87,4	0,1	-0,055	-0,042	131,0	0,0	0,017	0,224	7,6	-3,0	0,059	0,266	22,2
3,1	-0,096	-0,070	137,1	3,0	-0,034	0,049	-69,4	3,0	0,035	0,238	14,7	0,0	0,082	0,350	23,4
6,0	-0,081	-0,021	385,7	5,9	-0,009	0,154	-5,8	5,9	0,055	0,273	20,1	2,9	0,104	0,370	28,1
8,9	-0,043	0,042	-102,4	8,9	0,024	0,203	11,8	8,8	0,086	0,363	23,7	5,8	0,121	0,391	30,9
11,9	-0,003	0,175	-1,7	11,8	0,051	0,266	19,2	11,8	0,104	0,370	28,1	8,8	0,130	0,433	30,0
14,8	0,026	0,280	9,3	14,8	0,078	0,336	23,2	14,7	0,123	0,405	30,4	11,7	0,158	0,482	32,8
17,9	0,041	0,350	11,7	17,8	0,092	0,412	22,3	17,8	0,143	0,468	30,6	14,7	0,168	0,475	35,4
												17,7	0,187	0,489	38,2

$\beta = 15^\circ$															
$\beta_1 = -15^\circ$				$\beta_1 = -10^\circ$				$\beta_1 = -5^\circ$				$\beta_1 = 0^\circ$			
α^0	c_{mz}	c_{nst}	$e^0/0 t_{\dot{s}r.st}$	α^0	c_{mz}	c_{nst}	$e^0/0 t_{\dot{s}r.st}$	α^0	c_{mz}	c_{nst}	$e^0/0 t_{\dot{s}r.st}$	α^0	c_{mz}	c_{nst}	$e^0/0 t_{\dot{s}r.st}$
-8,7	-0,097	-0,252	38,5	-8,8	-0,055	-0,161	34,2	-8,8	0,015	0,112	13,4	-8,9	0,068	0,280	24,3
-5,8	-0,071	-0,168	42,3	-5,8	-0,027	-0,063	42,9	-5,9	0,030	0,119	25,2	-6,0	0,082	0,315	26,0
-2,8	-0,052	-0,056	92,9	-2,9	0,002	0,035	5,7	-3,0	0,061	0,238	25,6	-3,1	0,112	0,426	26,3
0,1	-0,037	0,000	$-\infty$	0,0	0,029	0,147	19,7	-0,1	0,093	0,343	27,1	-0,1	0,136	0,447	30,4
3,0	-0,021	0,056	-37,5	2,9	0,051	0,266	19,2	2,8	0,119	0,482	24,7	2,8	0,174	0,608	28,6
5,9	-0,001	0,035	-2,9	5,8	0,068	0,280	24,3	5,8	0,131	0,482	27,2	5,7	0,181	0,594	30,5
8,8	0,035	0,175	20,0	8,8	0,095	0,343	27,7	8,8	0,151	0,489	30,9	8,7	0,194	0,587	33,0
11,8	0,058	0,322	18,0	11,8	0,109	0,391	27,9	11,7	0,166	0,545	30,5	11,7	0,196	0,517	37,9
14,8	0,072	0,336	21,4	14,7	0,127	0,454	28,0	14,7	0,179	0,566	31,6	14,7	0,220	0,608	36,2
17,8	0,085	0,370	23,0	17,8	0,142	0,461	30,8	17,8	0,202	0,580	34,8	17,7	0,235	0,608	38,7

Rozpiętość $b=0,450$ m, powierzchnia usterzenia $F=0,0564$ m², średnia głębokość usterzenia $t_{\dot{s}r.op.}=0,125$ m, powierzchnia steru $f=0,0315$ m², stosunek $f/F=0,558$, średnia głębokość steru $t_{\dot{s}r.st.}=0,070$ m, powierzchnia lotki kompensacyjnej $f_k=0,0131$ m², stosunek $f_k/f=0,416$ średnia głębokość lotki kompensacyjnej $t_{\dot{s}r.k}=0,029$ m, $R = \frac{16,5 \cdot 3080}{0,15} = 3,3 \cdot 10^5$.

3. Pomiary dla wyznaczenia „środka parcia“ dla części ruchomej opierzenia.

Celem wyznaczenia „środka parcia“ dla składowej normalnej P_{nst} siły aerodynamicznej działającej na część ruchomą usterzenia, wykonano pomiary momentów zawiasowych steru dookoła dwu osi przechodzących przez O_1 i O_2 (ryc. 6), równoległych i przesuniętych względem siebie o odstęp a . Oś obrotu przechodzącą przez punkt O_2 przemieszczano w czasie pomiaru na wadze w ten sposób, aby punkt O_1 nie zmienił swego położenia względem części nieruchomej usterzenia (ryc. 7). Odstęp obu osi przyjęto w danym wypadku $a=1$ cm.

Kierunek siły mierzonej na wadze P_m założono (ryc. 6) jako normalny do kierunku szybkości v dla przyjętych w czasie pomiarów momentu zawiasowego wartości kąta β , ponieważ odchyłka kierunku siły P_m od założonego powyżej nie przekraczała 20', wskutek czego błąd, będący następstwem tego założenia, był stale mniejszy od błędu pomiarowego. Wobec tego założywszy oznaczenia, jak na ryc. 6, otrzymujemy:

$$M_{01} = P_{1m} \cdot a_1 = P_{1m} \cdot c_1 \cos(\alpha + \beta) = P_{nst} \cdot x_1 = c_{nst} f_{st} q x_1$$

$$M_{02} = P_{2m} \cdot a_2 = P_{2m} \cdot c_2 \cos(\alpha + \beta) = P_{nst} \cdot x_2 = c_{nst} f_{st} q x_2,$$

gdzie:

$$q = \frac{\rho v^2}{2}.$$

Stąd $M_{01} - M_{02} = P_{nst} (x_1 - x_2) = P_{nst} \cdot a$,

a zatem

$$P_{nst} = \frac{M_{01} - M_{02}}{a}$$

względnie

$$c_{nst} = \frac{t_{\dot{s}r.st}}{a} (c_{mz_1} - c_{mz_2})$$

tudzież odległość P_{nst} od osi obrotu O_1

$$e = x_1.$$

Na podstawie przedstawionej zasady wyznaczono na ryc. 8, 9, 10 wykresy $c_{nst} = f(\alpha)$ przy stałych kątach β i β_1 , przy czym przyjęto $\beta = 0^\circ, 5^\circ, 10^\circ, 15^\circ$, zaś $\beta_1 = 0^\circ, -5^\circ, -10^\circ, -15^\circ$ (wykresy 1, 2, 3, 4). Poza tym załączono wykresy (5, 6, 7, 8), przedstawiające wędrowkę środka parcia siły $P_{nst} : e = f(\alpha)$ dla tych samych wartości kątów β i β_1 . Wartości e podano w procentach średniej głębokości części ruchomej steru $t_{\dot{s}r.st}$.

Z podanych wykresów wynika, że lotka kompensacyjna zmniejsza wydatnie wartość siły normalnej na część ruchomą usterzenia i powoduje przesunięcie jej ku osi obrotu, zmniejszając tym samym wartość momentu zawiasowego. Poza tym wykresy te mogą oddać pewne usługi przy konstrukcji i obliczaniu sterów.

Wartości liczbowe, na podstawie których wyznaczono omawiane dotąd wykresy, zestawiono dla sterów Nr. 1, Nr. 2 i Nr. 3 w tabelach I, II i III.

4. Uwidocznienie opływu strugi powietrza na górnej powierzchni usterzenia.

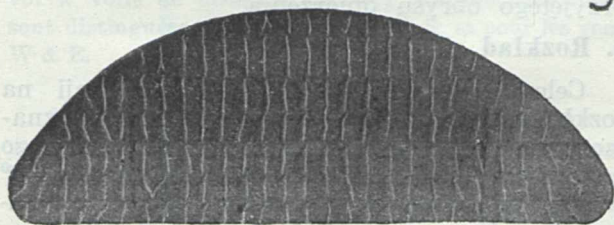
Uwidocznienie opływu strugi powietrza na górnej powierzchni usterzenia dla różnych kątów α , β i β_1 przeprowadzono przy pomocy metody nitkowej. Zastosowano do tego celu nitki jedwabne o długości średniej około 25 mm rozmieszczone na górnej powierzchni usterzenia w odległości około 15 mm w rzędach równoległych do tylnej krawędzi spływu. Nitki umocowano do powierzchni przez wklejenie jednego ich końca do małych otworków nakłutych na powierzchni usterzenia (fot. 1). Zaopatrzone

światła magnezjowego przy czasie ekspozycji $t = \frac{1}{200} \div \frac{1}{150}$ sek.

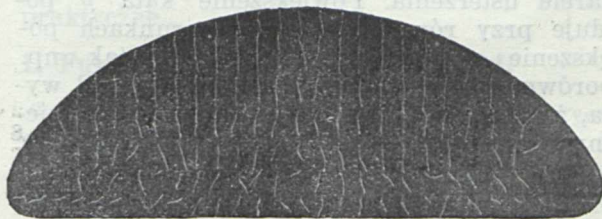
Celem przekonania się, jaki wpływ ma umieszczenie nitek na górnej powierzchni usterzenia na opływ strugi, a zatem i na siły aerodynamiczne, wykonano dodatkowe pomiary wagowe modelu steru Nr. 1, zaopatrzonego w nitki (ryc. 11). Z porównania biegunowych dla usterzenia z nitkami i bez nitek dla $\beta = 0^\circ$, $\beta_1 = 0^\circ$, tudzież dla $\beta = 15^\circ$, $\beta_1 = -15^\circ$ dochodzimy do wniosku, że wpływ ten jest nieznaczny i w każdym razie dla oceny opływu strugi bez znaczenia. Aby przedstawić oddzielnie wpływ nitek na wartości c_x i c_y , podano na ryc. 11 wykresy $c_x = f(\alpha)$ i $c_y = f(\alpha)$ dla wymienionych wyżej położzeń steru i lotki kompensacyjnej.

Na ryc. 12 zestawiono schematy dla usterze-

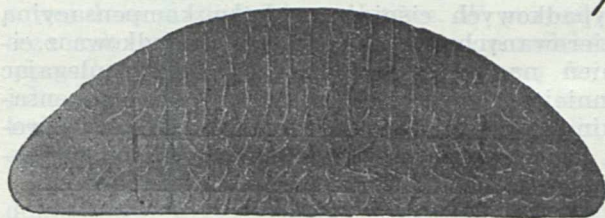
3.



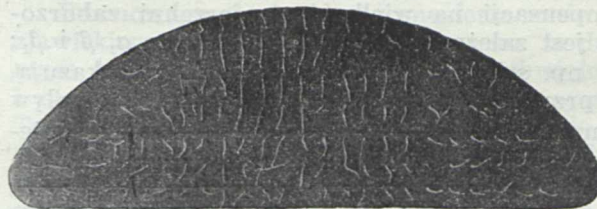
13.



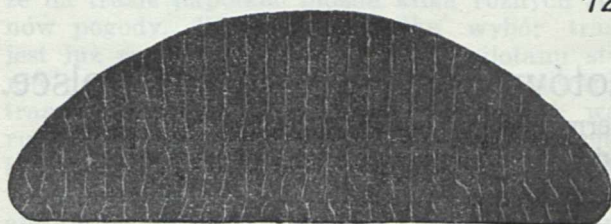
7.



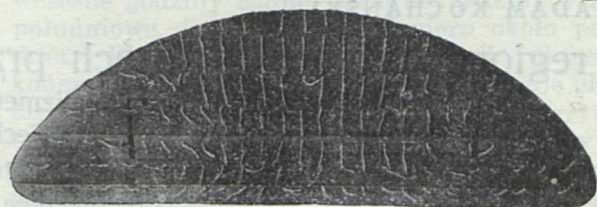
14.



12.



25.



Fot. 1.

Niektóre zdjęcia opływu strugi na górnej powierzchni usterzenia No 1, uzyskane przy pomocy nitek jedwabnych przytwierdzonych do powierzchni modelu. Szybkość strugi powietrza $v = 30,2$ m/s, czas ekspozycji

$$t = \frac{1}{200} \div \frac{1}{150} \text{ sek.}$$

w ten sposób w nitki jedwabne model usterzenia poziomego zawieszano w tunelu aerodynamicznym i badano zachowanie się nitek przy prędkości strugi powietrza $v = 30,2$ m/sek, odpowiadającej prawie prędkości strugi przy pomiarach wagowych usterzenia. Obserwacje utrwalano na kliszy fotograficznej przy pomocy

nia Nr. 1, przedstawiające postępujące naprzód zjawisko zaburzenia względnie oderwania strugi opływającej górną powierzchnię usterzenia przy zmianie kątów α , β i β_1 . Części zakreskowane powierzchni usterzenia odpowiadają zaburzeniu strugi wzdłuż nich, części podwójnie zakreskowane oderwaniu strugi, zaś części niez-

kreskowane strudze niezaburzonej. Obok każdego schematu zamieszczono krzywą $c_y = f(\alpha)$ dla danego kąta β i β_1 z zaznaczeniem punktu na krzywej odpowiadającego obranemu kątowi natarcia α przy odmuchiowaniu modelu usterzenia. Poza tym podano jednocześnie procentowy stosunek powierzchni „zaburzonej“ F_{zaburz} do całkowitej powierzchni opierzenia F_{opierz} :

$$S\% = \frac{F_{zaburz}}{F_{opierz}} 100.$$

Na fot. 1 zamieszczono niektóre zdjęcia, na podstawie których wyznaczono schematy podane na ryc. 12. Cyfry zamieszczone przy zdjęciach odpowiadają numeracji schematów na ryc. 12.

Z ryc. 12 można odczytać, że zjawisko zaburzenia strugi wraz z następującym po nim zjawiskiem oderwania strugi przesuwa się wraz ze wzrostem kąta α od końców obrysu ku środkowi i od krawędzi spływu ku krawędzi natarcia usterzenia. Powiększenie kąta β powoduje przy równych zresztą warunkach powiększenie powierzchni zaburzonej; tak np. z porównania schematów 2 i 9 na ryc. 12 wynika, że powiększenie kąta β o 5° przy niezmiennym prawie α (różnica $\Delta\alpha = 0,7^\circ$) i $\beta_1 = 0^\circ$ wywołuje przeszło 9-ciokrotne powiększenie powierzchni zaburzonej na górnej powierzchni usterzenia. Natomiast zastosowanie kompensacji $\beta_1 = -10^\circ$ przy $\beta = 5^\circ$ zmniejsza przy podanym α wielkość powierzchni zaburzonej do połowy (schematy 9 i 12 na ryc. 12). Wpływ kompensacji na wielkość powierzchni zaburzonej jest zależny od kombinacji kątów α , β i β_1 ; tak np. schematy 15 i 17 na ryc. 12 wykazują, że przy $\alpha = 5,4^\circ$ wzgl. $5,7^\circ$ i $\beta = 10^\circ$ wpływ kompensacji $\beta_1 = -10^\circ$ powoduje tylko nieznaczne zmniejszenie powierzchni zaburzonej.

Odnosnie do wartości S podanych przy poszczególnych schematach tudzież porównań ucyzionych powyżej należy zaznaczyć, że wartości te oddają tylko chwilowy stan przepływu strugi, gdyż czas zdjęcia fotograficznego wynosił tylko drobny ułamek sekundy. Wobec tego, ściśle biorąc, nie można wobec ruchu nietrwałego strugi przy oderwaniu przypisywać wartościom S znaczenia parametrów oddających wiernie średni przebieg zjawiska. Poza tym, wobec ograniczenia się przy wyznaczaniu powierzchni zaburzonej na schematach do linii prostych, popełniamy pewien trudny do uchwycenia błąd spotęgowany przez względnie duży odstęp pomiędzy poszczególnymi nitkami. Wobec tego należy podane schematy oceniać tylko ze stanowiska jakościowego.

Ogólnie należy podkreślić, że przebieg zjawiska zaburzenia i oderwania strugi zależy przy równych zresztą warunkach w dużej mierze od przyjętego obrysu opierzenia.

5. Rozkład ciśnień.

Celem wykazania wpływu kompensacji na rozkład ciśnień na opierzeniu poziomym wyznaczono na ryc. 13 rozkład ciśnienia wypadkowego na opierzeniu Nr. 1 dla kąta natarcia $\alpha = 3^\circ$ przy $\beta = \beta_1 = 0^\circ$, przy $\beta = 10^\circ$ i $\beta_1 = 0^\circ$, następnie zaś przy $\beta = 10^\circ$ i $\beta_1 = -10^\circ$. Widoczne jest, że zastosowana kompensacja obniża w znacznej mierze ciśnienia wywołane przez wychylenie steru o kąt β , a to wskutek pojawienia się wypadkowych ciśnień na lotkę kompensacyjną skierowanych w dół. Poza tym wypadkowa z ciśnień na część ruchomą opierzenia, ulegając zmniejszeniu wskutek działania lotki kompensacyjnej, przesuwa się zarazem w stronę osi obrotu steru, wobec czego maleje silnie moment zawiasowy.

BIULETYN INSTYTUTU TECHNIKI SZYBOWNICTWA

Dr ADAM KOCHAŃSKI

O regionach termiki i trasach przelotów szybowcowych w Polsce.

Z poszukiwań nad regionalizmem termiki cumulusowej w Polsce, prowadzonych przez Instytut Techniki Szybownictwa we Lwowie¹⁾.

Sur la distribution de la thermique des Cumulus, et sur les routes aériennes favorables au vol de distance en Pologne.

L'article présenté ci-dessous, forme le premier essai pour se rendre compte du régionalisme des conditions atmosphériques favorables au vol à voile, sur les territoires étendus de la Pologne.

L'auteur considère seulement la thermique des Cu (thermique de convection basse), dans laquelle la nature du sol, l'élévation au dessus du niveau de la mer, l'aridité du terrain, l'exposition au soleil, le démembrément du terrain et surtout, l'eau qui se trouve jusqu'à la profondeur de 1 m, semblent jouer un rôle prédominant.

Le manque des données physiographiques, hydrologiques et aérologiques (les sondages faites à 7 heure du matin, sont inutiles), nous force d'étudier telles facteurs que la nébulosité, les orages, la nidification et les routes volières de la cigogne. Cet oiseau, étant un excellent aviateur du vol à voile, peut nous donner des indications inappréciables.

Sur la fig. 1, nous avons les régions thermiques distinguées d'après les sondages aérologiques de l'auteur, faites en Haute-Silésie. En comparant la fig. 1 et 2, qui représente la distribution des nids et les routes de la cigogne, on voit une coïncidence très nette entre la thermique et la cigogne. La fig. 3 représente la répartition de ces oiseaux au Sud de la Pologne.

¹⁾ Publikowane w Nrze 3 miesięcznika „Skrzydłata Polska“ z r. 1937.

La fig. 4 donne la distribution des jours avec la nébulosité des *Cu*, en % de nombre des jours de 6 mois d'été (IV à IX); la fig. 4b comporte les jours avec la nébulosité 0, 1, 7 du Code synoptique C_L (*Cu* de beau temps), fig. 4c comporte les jours avec la nébulosité 2, 3, 8, 9 (*Cu congestus et Cunb*), et la fig. 4a représente la somme de la fig. 4b et 4c, c. t. d. la somme de la thermique des *Cu*.

La fig. 6 représente l'étude des deux situations instantanées. Sur la fig. 7, nous avons la distribution des jours avec les orages; une coïncidence très nette, avec la fig. 4, est bien marquée. En ce qui concerne les conditions mensuelles, on ne peut pas encore aujourd'hui bien dire, parceque il n'y a pas des matériaux suffisants. L'auteur donne seulement 3 éléments: les mois du commencement de la thermique, mois du maximum, et la durée de la thermique exprimée en mois (fig. 8).

D'après les cartes des fig. 3, 4, 5, 7, 8 et 9, et les autres 13 cartes qui ne sont pas ici publiées, l'auteur trace les routes aériennes probablement favorables au vol à voile de distance (fig. 11). De plus, les routes sont distinguées pour les vents N & S, et pour les vents W & E.

Krajowe Zawody Szybowcowe w Ustjanowej w r. 1936, oraz przeloty ośrodka warszawskiego i Szkoły L. O. P. P. na Sokolej Górze z sezonu letniego 1936, nie tylko oderwały nasze szybownictwo pod względem przelotowym od gór, wznowiając tym tradycję lotów nad terenami płaskimi, ale wykazały też dobitnie, że nad niżem polskim istnieją w warunkach termiki cumulusowej duże możliwości przelotowe. W przyszłych sezonach trzeba się liczyć z poważnym zwiększeniem ilości przelotów nad nizinami, przy czym, jako naturalny, dalszy stopień w rozwoju naszej techniki przelotowej, na pierwszy plan powinny się wysunąć loty docelowe oraz loty okrężne.

Przeloty takie, nawet krótkie, wymagać będą dokładnego przemyślenia i rozważnego zdecydowania się na wybór trasy. Przy przelotach bowiem ponad 150—200 km odległości operujemy już synoptycznym rzędem wartości, t. zn. że na trasie napotkać można kilka różnych stanów pogody. W takim wypadku wybór trasy jest już rzeczą zasadniczą. Przed pilotami stanie poważne zadanie dokładnego opracowania tras zamierzanych przelotów. W dobrych warunkach atmosferycznych lot na „los szczęścia“ i zdecydowanie się na trasę dopiero na podstawie złudnych nieraz obserwacji w powietrzu absolutnie nie popłacają. Po przelecie kilkudziesięciu km można natknąć na kilkunastokilometrowy obszar zaporowy i zmarnować doskonałe warunki, podczas gdy małe nawet zboczenie z kursu przedłużyłoby nieraz lot do kilkuset km. W kiepskich warunkach zaś, kiedy możliwości przelotowych naogół niema, obranie pewnej faworyzowanej termicznie trasy pozwoli dokonać nieimponującego może, ale zawsze solidnie wypracowanego przelotu.

Opracowanie trasy wymaga dwu rodzajów wiadomości: 1° Orientacji w *przeciętnych*, regionalnych zróżnicowaniach termiki, t. zn. zdania sobie sprawy, które obszary wytwarzają nad sobą stale mniej więcej dobrą termikę, które mierzalną, a które wreszcie są obszarami ujemnej ter-

miki, zaporowymi dla przelotów. 2° Informacji o *aktualnym* stanie pogody na możliwie dużym obszarze; chwilowy stan pogody może bowiem zniszczyć termikę nad najbardziej nawet aktywnym regionem, może też wzmocnić termikę aż do gęsto rozmieszczonych, lokalnych burz termicznych włącznie.

Jeżeli odpowiednio gęstą i sprawną sieć informacyjno-synoptyczną da się jednorazowo zorganizować, to dokładne opracowanie przeciętnych warunków termicznych na większym obszarze wymaga nie tylko wieloletnich obserwacji meteorologicznych, ale i pomocy innych działów naukowych, takich jak np. hydrologia, fizjografia, ornitologia i t. d. Wstęp do badań nad regionalizmem termiki cumulusowej w Polsce, jaki stanowią niniejsze poszukiwania, może dać tylko ogólną orientację i z powodu braku odpowiednich materiałów nie pretenduje do zupełnej ścisłości. Skąpe jednak nawet wiadomości, w czas podane, mogą mieć duże znaczenie praktyczne.

1. Funkcjonowanie motoru termiki.

Puszczenie w ruch maszyny atmosferycznej wymaga dwu procesów: 1° zaistnienia w kierunku pionowym odpowiednich różnic temperatury, tak, by wytworzyła się równowaga chwiejna, 2° zwichnięcia tej równowagi czyli t. zw. wyzwolenia się prądów pionowych. Wtedy dopiero pojawi się w atmosferze wolna cyrkulacja pionowa, t. zn. termika.

Równowaga chwiejna w atmosferze może być zjawiskiem przytransportowanym, t. zn. że dana masa była już pierwotnie w stanie chwiejnym i stan ten zachowuje się z wędrówką masy. Taka permanentna niestałość pojawia się jednak w naszych warunkach klimatycznych bardzo rzadko. O wiele częściej następuje *wypracowanie równowagi chwiejnej przez insolację terenu*. Zależnie od stopnia nagrzania terenu i spadku temperatury z wysokością, początek dobowego okresu niestałości przypada już to na wczesne godziny ranne, już to na godziny przedpołudniowe, już to wreszcie dopiero około południa. Okres ożywionej cyrkulacji pionowej kończy się pod wieczór, a po tym następuje okres ciszy nocnej. Słońce i teren muszą odgrywać tu dominującą rolę, jeżeli 70% naszej pogody letniej ma taki właśnie charakter. Dwukresowość dobową wykazuje nie tylko bezwietrzna, spokojna, a tak częsta u nas w letniej połowie roku, pogoda typowych *Cu*, ale i pogody wypiętrzonych *Cu* i *Cunb*.

Jeżeli więc tylko w rozkładzie temperatury z wysokością niema specjalnie silnych i częstych inwersyj lub izotermij, temperatura powietrza tuż przy ziemi decyduje o wytworzeniu się i nateżeniu równowagi chwiejnej w atmosferze. Wypracowany w ten sposób przez teren stan, wymaga z kolei, celem zamienienia go w prądy pionowe, pewnego rodzaju „zapłonu“ t. j. czynników wyzwalających. Za pomocą drobnego nawet, ale nagłego impulsu, czynniki te burzą stan równowagi chwiejnej. Są to: duże różnice temperatury w kierunku poziomym na

małym odcinku, zwiększona w pewnym miejscu turbulencja wiatru, zwiększone tarcie na skutek różnic charakteru podłoża i t. d. Czynniki te są znowu prawie w zupełności zależne od podłoża terenowego.

W ten sposób powstawanie i funkcjonowanie całego aparatu termiki cumulusowej dałoby się sprowadzić do zagadnienia *par excellence* geograficznego. Można zaryzykować nawet twierdzenie, że *termika cumulusowa jest obrazem podłoża nad którym powstaje*.

2. Czynniki podłoża terenowego.

W rozważaniach naszych weźmiemy pod uwagę dwie właściwości terenu: urzeźbienie i zdolności chłonięcia oraz wypromieniowywania ciepła.

Do powstawania dobrej termiki urzeźbienie powinno być duże, do pewnego optimum jednak. Jedne płaty terenu powinny być korzystnie eksponowane na kąt padania promieni słonecznych, tak, by się silnie nagrzewały. Inne, leżące zaraz obok, powinny być w cieniu, tak by na małych odcinkach powstawały w kierunku poziomym duże różnice temperatur. Silne nagrzanie przyspiesza tworzenie się równowagi chwiejnej, a duże różnice w nagrzaniu terenu ułatwiają wyzwalanie.

Przy tworzeniu się termiki olbrzymią rolę odgrywają właściwości cieplne podłoża do głębokości, do której sięga dobową zmianą temperatury, t. zn. do około 1 m. Absolutnie nie docenia się przy tym znaczenia wszelkiej ilości wody znajdującej się w gruncie lub na powierzchni gruntu. 1 cm² powierzchni wodnej odbiera w ciągu letniego, pogodnego dnia, 40—50 kilogramowych kaloryj ciepła, a oddaje podczas krótkiej letniej nocy tylko 15—30 kaloryj. 1 cm² piasku chłonie podczas dnia tylko 7,5 kilogramowych kaloryj ciepła, a wypromieniowuje w nocy 7,7 kaloryj. Za to temperatury obu ciał zachowują się odwrotnie: jeżeli nie uwzględnimy strat ciepła przez przewodnictwo i wypromieniowywanie, to zbiornik wody o powierzchni 1 m² a głębokości 10 cm nagrzej się w południe letniego dnia, w ciągu 1 godziny, o 6°; taki sam zbiornik piasku o 15°.

Stopień nawodnienia terenu, rozważany pod kątem widzenia zdolności absorbcyjnych i emisyjnych ciepła, odgrywa więc w termice ogromną rolę. Analizując właściwości terenu pod względem termiki, musimy uwzględnić ilości wód powierzchniowych, gruntowych (zaskórnych), ilości wód w bagnach i moczarzyskach, wreszcie magazynowanie wód przez lasy. Wszędzie tam, gdzie występują duże ilości wód, trzeba się liczyć z niszczeniem termiki za dnia, wskutek magazynowania ciepła i słabego ogrzewania się podłoża. Ale i to nie jest tak proste. W wypadku większych a płytkich zbiorników wodnych, jak jeziora, stawy, obszary bagien i t. d., w grę wchodzi jeszcze duże wyparowywanie, a co za tym idzie zwiększanie wilgotności względnej w powietrzu nad tymi zbiornikami i łatwość zaistnienia wilgotnej równowagi chwiejnej. Takie obszary stwarzałyby nad sobą za dnia dobrą termikę.

Dokładne uchwycenie roli wód terenowych w procesach termiki jest więc ogromnie trudne i wymaga gigantycznych wprost materiałów i pracy. Trzeba sobie jednak zdać sprawę z tych procesów, gdyż dopiero skombinowanie urozmaiconego urzeźbienia terenu z obszarami o dużej i małej zawartości wody daje optymalne warunki do powstawania termiki. Ideałem byłaby oczywiście kombinacja, przy której miejsca silnie nagrzane byłyby jednocześnie suche, a miejsca nieinsolowane, zasobne w wodę. W rzeczywistości dostajemy jednak inne kombinacje, a co za tym idzie, i występowanie warunków jest bardziej skomplikowane, niżby to z mapy można przypuszczać.

3. Czynniki terenowe sprzyjające i niesprzyjające powstawaniu termiki.

Zjawiskiem najbardziej rzucającym się w oczy i stosunkowo łatwo wyznaczalnym są linie graniczne między obszarami dodatniej i ujemnej termiki. Łatwo da się zaobserwować, że wszystkie większe, graniczne linie fizjograficzne, a więc orograficzne, hydrograficzne i t. d., są jednocześnie granicami regionów termicznych. Nadto linie fizjograficzne są liniami silniejszego wyzwalania.

Tu należą brzegi mórz, ostre granice gór, doliny większych rzek, wszelkie wybitniejsze jednostki pagórkowate na nizinach i t. d. Np. (z własnych obserwacji): wybrzeże polskie, wybrzeża Adriatyku, granice Beskidu Śląskiego, Małego i Wyspowego, granice Bieszczadów, Tatr, N i S granice Alp, Apenin, góry środkowoniemieckie, doliny Wisły, Dniestru, Padu, Renu, grzbiety Roztocza, Krakowsko - Wieluński, Góry Świętokrzyskie, Szwajcaria Kaszubska, N i S krawędź Podola i t. d.

Analizując, wyprowadzić można następujące — zapewne niekompletne jeszcze — zestawienie czynników terenowych, kształtujących termikę:

Czynniki sprzyjające powstawaniu równowagi chwiejnej w atmosferze:

1. Łatwo nagrzewające się podłoże: skały, piaski, suche zwirowiska, dojrzałe zboża, grupy zabudowań.

2. Wyższe położenie nad poziom morza, dające silniejszą insolację wskutek braku pyłów chłoniących ciepło i mniejszej masy atmosfery, przez którą przechodzą promienie słoneczne. Jako przykłady, przytoczyć można znane z gwałtownych burz termicznych Wielkie Wyżyny Ameryki Płn., wyżyny centralne Andów, Tybet.

3. Suchość podłoża sprzyjająca dziennemu nagrzaniu: niski poziom wód zaskórnych, przepuszczalne grunta.

4. Łatwo parujące, niegłębokie zbiorniki wód, zwiększające możliwość rozpoczęcia się adiabaty wilgotnej od niewielkiej już wysokości. Jako przykłady: wilgotne obszary równikowe, z najwałtowniejszymi na świecie burzami tropikalnymi, wschodnia część naszego Polesia.

5. Urozmaicone urzeźbienie terenu, wyrażające się w dobrej ekspozycji na słońce jednych płatów a złej ekspozycji sąsiednich. Np. północne i południowe stoki stromych wzgórz, gór, jarów i t. d.

Czynniki niesprzyjające powstawaniu równowagi chwiejnej w atmosferze:

1. Trudno nagrzewające się podłoże: mokre gliny, moczarzysta, podmokłe pastwiska i łąki, głębokie bagna i wreszcie magazynujące wodę lasy.

2. Większe i jednolite zbiorniki wód powierzchniowych.

3. Nawodnienie podłoża wyrażające się w wysokim i obfitym poziomie wód gruntowych: nieprzepuszczalne grunty, wilgotne żwirowiska, torfy, gliny i t. d.

4. Brak urozmaiconego urzeźbienia i wynikający stąd brak poziomych różnic temperatury (prak silniejszej termiki na Saharze!).

4. Materiał.

Jakim materiałem źródłowym można rozporządzać dla obszaru Polski, chcąc uwzględnić wszystkie wyżej wymienione czynniki? Z działu fizjograficznego — mimo starań — nie mogłem niczym rozporządzać. Po prostu albo brak materiałów, albo niedostateczne jeszcze opracowanie danych. Ani dla terytorium całej Polski, ani dla mniejszych jej obszarów, nie ma dotychczas map wód zaskórnych, sieci rzecznej, wód powierzchniowych, jezior, bagien, mapy sieci dolinnej, stopnia urzeźbienia terenu i t. d. Nie mówiąc już o katastrze wodnym, t. j. o dokładnym zestawieniu ilości wód, znajdujących się na danym terenie.

Ze źródeł meteorologicznych najodpowiedniejszym byłby oczywiście materiał wzlotów aerologicznych. Dla Warszawy są one względnie liczne, ale chodziło mi o wloty w kilku conajmniej punktach kraju. Tu rozporządzałem około 400 wzlotami (od r. 1933) z 7^h rano, nieprzedstawiającymi niestety dla naszego celu żadnej wartości. Godzina 7 przypada bowiem jeszcze na porę „snu“ termiki; tak np. w uprzywilejowanym pod względem termiki lipcu 1936 r., na 24 wzlotów przeprowadzonych na różnych lotniskach Polski, tylko 3 wykazują bardzo nieznaną zresztą równowagę chwiejną.

Trzeba się było uciec wobec tego do badania wtórnego czynnika termiki, jakim jest zachmurzenie. Wydane od r. 1934 nowe mapy synoptyczne P. I. M., podają dla 30 stacji polskich obserwacje rodzaju chmur niskich, z godziny 7, 13 i 18. Klucz na oznaczanie chmur niskich zawiera 10 pozycji, w tym 6 na odmiany *Cu* i *Cunb*. Materiał ten, z naszego punktu widzenia zawiera następujące niedogodności i błędy: 1. Daje tylko pośrednie wiadomości o termice cumulusowej. 2. Daje tylko rodzaj zachmurzenia, a nie wielkość pokrycia nieba. 3. Pozwala wnioskować tylko o częstotliwości pojawiania się termiki, a nie o jej nasileniu. 4. Błąd osobowy w tego rodzaju obserwacjach jest zazwyczaj

bardzo duży. 5. Dostępny mi był zaledwie 3-letni okres. 6. Sieć stacyj jest bezwzględnie za rzadka; w wypadku *Cu*, latem, obserwator ocenia pole w promieniu 5—10 km. Żeby mieć dokładne pojęcie o regionalizmach zachmurzenia, trzeba by więc rozporządzać dziesięciokilometrową siecią stacyj, a nie „siecią“, w której odległości między stacjami wynoszą od 100 do 200 km.

Ani materiał więc, ani wyniki, nie mogą mieć pretensyj do zupełnej ścisłości. Z zadowoleniem muszę jednak stwierdzić, że mapa średniej 3-letniej, oraz obrazy dla poszczególnych lat, nie różnią się między sobą. Podnosi to wartość materiału, a jednocześnie pozwala przypuszczać, że *przeciętny obraz termiki*, zależnej od terenu, *z roku na rok mało się zmienia*.

Dla wydobycia więcej szczegółów a jednocześnie dla sprawdzenia map zachmurzenia, posłużyłem się nadto ilościami dni z burzą na miejscu obserwacji, względnie burzą odległą notowaną na podstawie grzmotów. Z roczników P. I. M-a dla lat 1929—1931, można było wydobyć dane dla 188 stacyj w Polsce. Jest to już ilość wcale pokaźna. Nie każda z tych stacyj figurowała w czterech rozważanych latach, to też wyrysowałem naprzód mapy dla poszczególnych lat, a następnie dla stacyj, dla których brakło w jakimś roku obserwacji, wartości interpolowałem. Ogólna mapa z 4 lat, którą mamy na ryc. 7, kreślona jest na podstawie 116 pewnych i 72 częściowo interpolowanych wartości. Z materiału tego, po uwzględnieniu stopnia „pewności“ poszczególnych stacyj, można być zupełnie zadowolonym. Ogólna mapa burz termicznych (ryc. 7) zgadza się w zarysie z mapą zachmurzenia *Cu* i *Cunb* (ryc. 4 b i c), a mapy z poszczególnych lat (ryc. 9) wykazują niewielkie a ciekawe wahania gniazd burzowych i obszarów atermicznych.

5. Przeloty i gniazdowiska ptaków żaglowych.

Jest zagadnieniem niezmiernie ciekawym, do jakiego stopnia trasy przelotów oraz gnieźdzenie się naszych wielkich ptaków żaglowych może odzwierciedlać warunki termiki²⁾. Dział ornitologii zajmujący się przelotami, oraz szybownictwo, mogą oddać sobie wzajemnie duże usługi. Współpraca jest już nawet zadzierżgnięta. M. i., prof. Thienemann, dyrektor znanej stacji do badania wędrówek ptaków w Rossitten, wspomina kilkakrotnie w jednym ze swych dzieł o zagadnieniach ornitologiczno-szybowniczych (9), ciesząc się, że w Rossitten dwie tak różne dziedziny, jak ornitologia i szybownictwo mogą razem współpracować. Informacje o wysokości i szybkości lotu ptaków, podawane przez pilotów, są liczne i cenne.

Jest rzeczą notorycznie wiadomą i potwierdzoną bardzo licznymi obserwacjami, że z naszych ptaków żaglowych bocian jest pierwszym, prawdziwym szybownikiem, trenującym, latającym specjalnymi trasami i t. d. Tylko z braku miejsca nie wymieniam licznych konkret-

²⁾ Porównaj interesujące studia nad ptakami żaglowymi A. Magnan'a p. t. „Le Vol à Voile“, T. I, Paris 1925.

nych wypadków, w których zaglujący bocian naprowadzał naszych pilotów szybowcowych na kominny termiczny³⁾). Obserwacji i materiałów byłoby jeszcze więcej, gdyby bocianem z punktu widzenia jego zagłowania, zajęli się nie tylko szybownicy i meteorolodzy, ale też i ornitolodzy oraz piloci motorowi.

Jeden z pilotów niemieckich podaje wysokość 4 krążących bocianów na 1800 m (chyba nie za zerem!), innym razem na 2200 m (!). Sam obserwowałem w lipcu 1933 duże stado bocianów zaglujące u czoła burzy termicznej, częściowo w chmurze, na wys. około 1200 m; we wrześniu 1934 stado około 40—50 sztuk krążące pod wypiętrzoną Cu, na wysokości około 1500 m. Czudek (4) podaje obserwację przelotu grupy nad Baranią Górą (1214 m, plus wysokość ptaków nad szczytem).

Oдноśnie długości przelotu dziennego bociana, Thienemann podaje konkretne wypadki: 72, 82, 118, 143, 154 km; przelot dzienny bociana równa się więc średniemu przelotowi termicznemu na szybowcu; odbywa się zawsze przed południem, w dobrej pogodzie, przy wzrastającym ciśnieniu. Lucanus (10) twierdzi, że bociany lecą szlakiem szerokim na 130—400 km, a ich dzienna szybkość przelotowa wynosi na wiosnę 400 km, w jesieni zaś 200 km. Oдноśnie szerokości szlaku przelotowego, jaką podaje Lucanus, to wartość ta zdaje się być jednak przesadzona, a i pierwszą (130 km) możnaby zmniejszyć i dostaniemy wtedy normalną „linię“ termiczną. Co zaś do ilości km przebytych w jednym dniu, to poza tym, że wartości Lucanus'a tracą wartość w świetle nowszych badań, odległość 400 km wydaje się nieco za duża, biorąc pod uwagę doskonałość aerodynamiczną bociana i warunki aerologiczne panujące na trasach przelotów wiosennych. Natomiast 200 km jest już wartością możliwą i całkowicie porównywalną z długością lepszych przelotów termicznych szybowcowych.

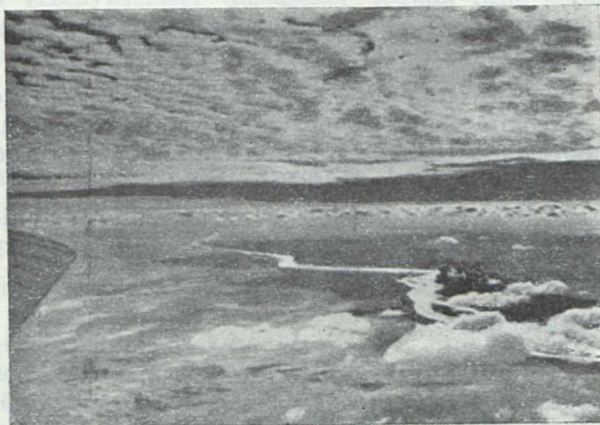
To drobne zestawienie niektórych danych, wskazuje już na zagłowną naturę bociana. Studium tej dziedziny może oddać szybownictwu duże usługi.

6. Bocian odzwierciedleniem warunków termicznych.

Szlaki przelotowe i rozmieszczenie gniazdownisk tego ptaka, opracowano już dla południowej Polski zupełnie dokładnie, dla Śląska nawet podwójnie.

We wrześniu 1936 r., miałem możliwość skartowania części Śląska pod względem termicznym. Nadarza się więc sposobność porównania wyróżnionych na podstawie pomiarów aerologicznych obszarów termiki, z zachowaniem się bociana. Z porównania ryc. 1 i 2 wynika, że bocian omija zasiany licznymi stawami i moczaryskami „żabi kraj“ na S od Pszczyny, a gnieździ się tam, gdzie ma lepsze warunki

lotu, t. j. w wąskim pasie średnio silnej termiki. Z tras przelotowych znowu widać, że bocian ciągnie chętnie nie tylko niską przełęczą Jabłonkowską, ale i przez sam Beskid Śląski, Beskid Mały, Beskid Wyspowy, krawędzią północną Beskidu Śląskiego, t. j. obszarami dobrej termiki. Druga oś większych przelotów kieruje się na W, granicami równoleżnikowych pasów dobrej termiki. Wielki kompleks lasów na S od Katowic, oraz t. zw. „żabi kraj“, są wyraźnie omijane.



Fot. 1.

Regionalizm Cu. Zdjęcie z samolotu, Egipt, 29. I. 1924. Wstęga Nilu, daleko na horyzoncie płaszcz Cu kończący się ostrą granicą, z przodu rejon uprzycięlowany termicznie, z grupą pięknych pogodowych Cu. Nad samolotem cienki płaszcz Acu (z Atlas Intern. des Nuages).

Na ryc. 2, trasy oznaczone przez Czudka jako rzadkie, zaopatrzyłem znakiem zapytania, gdyż zdaje mi się, że jeżeli była np. tylko jedna informacja o grupie przelatującej nad Baranią Górą, to przy rzadko stosunkowo zamieszkałym Beskidzie Śląskim informacja może braknąć, a bociany mogą często latać. Wszystko zaś przemawia za tym, że bocian leci najchętniej tam, gdzie ma dobrą termikę, t. zn. w naszym wypadku właśnie przez Beskid.

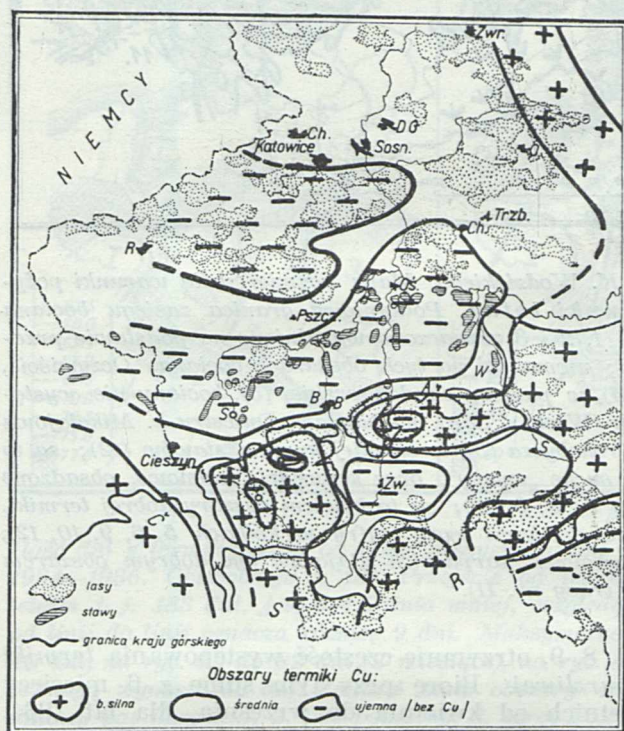
Z podanej wyżej dokładniejszej analizy małego stosunkowo obszaru wynika niedwuznacznie, że *bocian odzwierciedla warunki szybowcowe.*

Interesującym jest, że znany ornitolog K. Wodzicki stawia pośrednio tę samą tezę. Oдноśnie krainy cieszyńsko-bielskiej, pisze on (2): „Uderzającym jest dla tej krainy stosunkowo znaczne ubóstwo gniazd bocianich mimo, że istnieją tutaj nierzadko, niemal idealne warunki dla osiedlenia się; jest to bowiem dalszy ciąg „żabiego kraju“, ciągnącego się od zachodniej części województwa krakowskiego, poprzez Śląsk, ku szerokiej Bramie Morawskiej, kraju, który — *dzięki znacznej ilości wód gruntowych* — stanowi również teren prastarej gospodarki rybnej człowieka“.

Liczne bocianiska w krainie pszczyńskorybnickiej, przypisuje Wodzicki „uśpionej erozji“, t. j. znacznej coprawda ilości wód grunto-

³⁾ Porównaj np. opis przelotu B. Baranowskiego 332 km, w artykule autora p. t. Regionalizm termiki, „Skrzydłata Polska“ 1936, Nr. 10.

wych, ale głębnych. O zróżnicowanych stosunkach nad Wisłą, powiada: „Wydaje się, jakby Wisła układem swoich stosunków hydrograficznych w niektórych partiach swojego biegu, specjalnie faworyzowała występowanie bociana“. Jednym z wniosków Wodzickiego jest stwierdzenie, że lasy wcale nie wykluczają bociana; jeżeli zaś faktem jest, że na obszarach leśnych bocianów na ogół niema, to można wnioskować, że bocian omija lasy z powodu złych warunków lotnych. Wskazywałoby to więc na zależność od termiki.



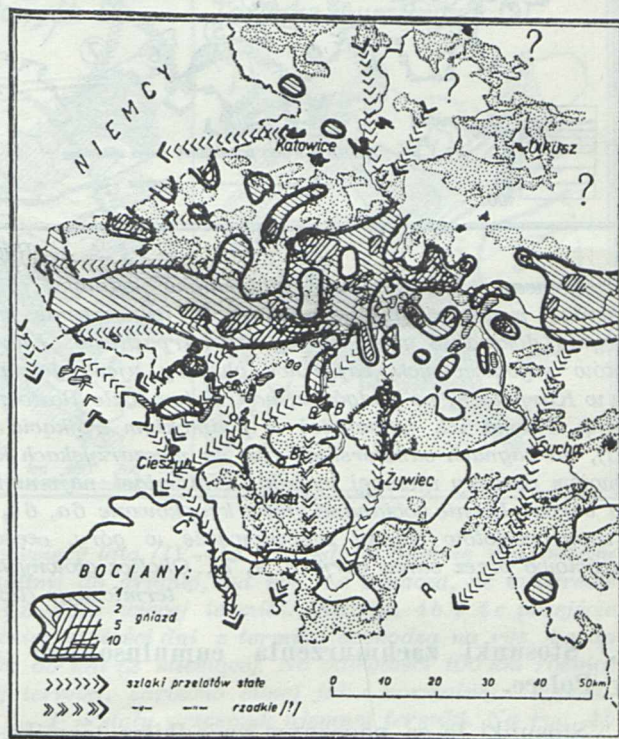
Ryc. 1.

Przykład zróżnicowania się termiki na poszczególne regiony termiczne, w zależności od terenu. Obszar Śląska i zachodnia część wojew. krakowskiego. Dziedziny wyróżniono na podstawie wlotów aerologicznych przeprowadzanych przez autora. Porównaj ryc. 2 wskazującą, że bocian gnieździ się w wąskim kanale średniej termiki, a unika niekorzystnego do lotu „żabiego kraju“, ciągnącego się u podnóża Beskidu Śląskiego i Małego.

Odnosnie terenu Śląska, bardzo ciekawą jest informacja udzielona mi przez poważnego hodowcę i badacza gołębi pocztowych. Okazuje się, że ptak ten, którego trudno podejrzewać o żaglowanie, omija starannie przy swoich przelotach Śląską krainę stawów. Tak np. trasa lotu gołębia z Białej do Katowic wiedzie na Cieszyn, a po tym dopiero na Katowice: zamiast wprost na N i 50 km, naprzód na WSW do Cieszyna, a po tym dopiero na NNE i w sumie 100 km trasy. Potwierdza to pośrednio istnienie pasa silnej ujemnej termiki na N od Beskidu, a jednocześnie rzuca snop światła na charakter lotu gołębia - pocztowca.

Dla 3 województw południowych, skompilowałem materiał Wodzickiego. Wynik przedsta-

wiony jest na ryc. 3. Ta niezmiernie interesująca mapka nie wymaga dłuższego opisu. Wyłączamy tylko Karpaty i większe obszary leśne, w których bocian wogóle się nie gnieździ, to będziemy mogli wszelkie skupienia tego ptaka i wszelkie trasy przelotowe, typować jako obszary dobrej termiki. Łuki 1, 2 i 3 to obszary, przez które tak trudno przedrzeć się na przelocie szybowcowym. Niema też obok nich bocianów. Fenomenem przecież jest (zwraca na to uwagę i K. Wodzicki), że za łukiem 2, na wielkich błotach i bagnach samborskich, bociany nie

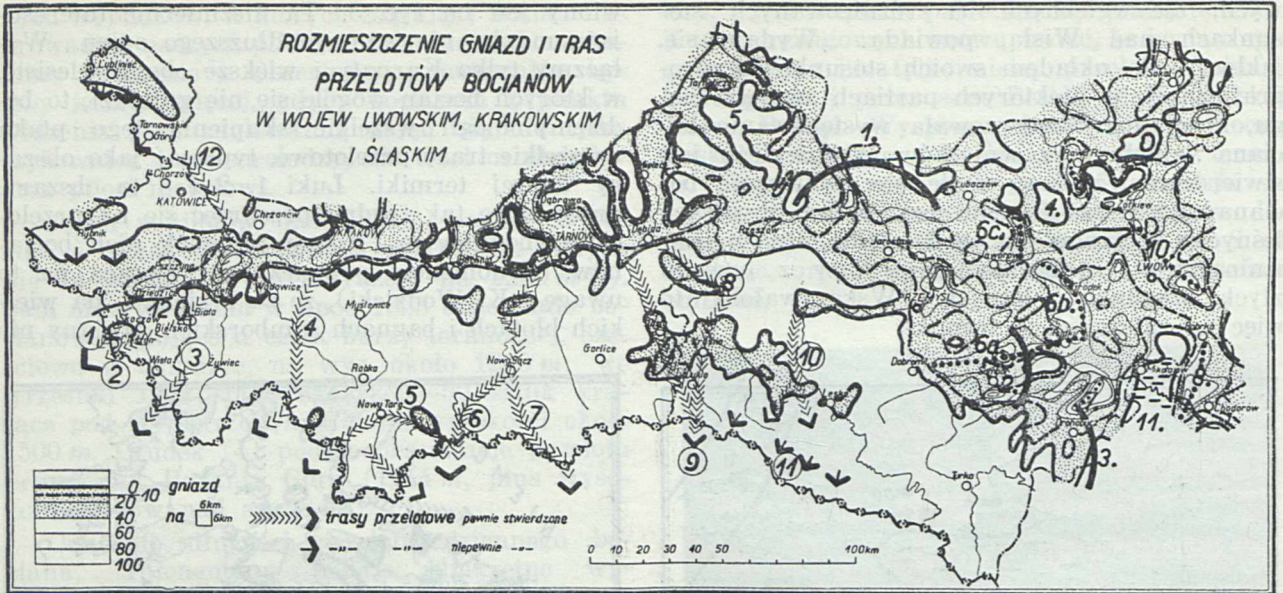


Ryc. 2.

Rozsiedlenie bociana na Śląsku na podstawie materiałów K. Wodzickiego, oraz szlaki przelotów na podstawie K. Wodzickiego i A. Czudka. Porównaj ryc. 1 i zauważ, że główne szlaki przelotów wiodą krawędzią Beskidów oraz przez wysoki Beskid Śląski, t. zn. przez obszary silnej termiki, omijając systematycznie atermiczne obszary.

gnieźdzą się zupełnie. Z tych samych powodów nie ma ich w płaskiej i podmokłej dolinie sandomierskiej, t. j. w widłach Wisły i Sanu, nad Dniestrem koło Mikołajowa, w krainie stawów na Śląsku. Natomiast każda najmniejsza suchsza wysepka, jest już licznie obsadzona. Skupienia te zaznaczone na ryc. 3 liniami kropkowanymi i cyframi 6 a, 6 b, 6 c, 7. Podobnie krawędź Opola (8), granica Roztocza (9), północna krawędź Podola (10), zaznaczają się licznymi skupieniami.

Trzeba się zgodzić z Wodzickim, że „roz-mieszczenie bociana znajduje pełne wytłumaczenie w różnorodnej fizjografii“, a co za tym idzie, odzwierciedla trudne nieraz do wyprowadzenia z samej fizjografii, stosunki termiki.



Ryc. 3.

Wyrysowano na podstawie materiałów podanych przez K. Wodzickiego. Mapa odzwierciedla warunki pożywienia i możliwości gnieźdzenia się, a jednocześnie warunki lotne. Południowa granica zasięgu bociana biegnie dokładnie granicą pogórza karpackiego. Łukami 1, 2 i 3 zaznaczono wyróżnione na podstawie przelotów szybowniczych, zaporowe obszary ujemnej termiki; niema też na tych obszarach bociana. Oczywiście, że w Karpatach, na podgórzu, na lesistym wale Roztocza (4), w puszczy sandomierskiej (5), bociany nie występują. Niema ich jednak też w podmokłym trójgącie rzek (Wisła i San), na bagnach Dniestru k. Mikołajowa (11), na bagnach samborskich (2), na moczarszykach k. Drohobycza (3), w śląskiej krainie stawów (12); są to bowiem obszary ujemnej termiki. Natomiast najmniejsze suche „wyspy“, oraz krawędzie terenowe, obsadzone są bardzo licznie bocianami (linie kropkowane 6a, 6b, 6c, 7, 8, 9, 10); są to bowiem obszary dobrej termiki. Trasy przelotów ciągną zdecydowanie w góry, częściowo dolinami rzek (cyfry w kółkach 5, 6, 9, 10, 12), częściowo przez same góry (3, 4, 7). Okolice głównych szybowisk karpackich zdają się być dobrym obszarem termicznym (liczne trasy nr. 11).

7. Stosunki zachmurzenia cumulusowego w Polsce.

Stosunki te są naocznym świadkiem termiki. Na podstawie ich można zdać sobie sprawę z ilościowego, a częściowo i jakościowego charakteru termiki zależnej od regionu.

Klucz do oznaczania rodzaju chmur niskich (Code synoptyczny C_L) różniczkuje obłoki kłębiaste na: 1. *Cu* pięknej pogody, 2. *Cu* wypiętrzone lub burzliwe ale bez kowadła, 3. *Cunb*, 7. *Cu* pięknej pogody ze *Stcu*, 8. *Cu* wyp. lub burzliwe, lub *Cunb* — obie formy łącznie ze *Stcu*, 8. *Cu* wyp. lub burzliwe, lub *Cunb* — obie formy łącznie z niskim, porwanym *Nb*. Nadto pozycja zero oznacza brak chmur niskich, co przy braku chmur średnich oraz braku woala *Ci* lub *Cist*, daje piękną słoneczną pogodę, charakteryzującą latem bezchmurną termikę.

Zliczając dla 13^h, t. zn. dla godziny maksymalnego natężenia termiki, wszystkie notowane na danej stacji rodzaje zachmurzenia *Cu*, dostaniemy ilość dni, w których napewno panowała termika. Otrzymaoną ilość dni nazywam *sumą termiki*, gdyż wchodzi w nią wypadki spokojnej termiki pogodowej, jak również termiki burzliwej, a nawet same burze. Ażeby dojść, jak często występuje w danej stacji spokojna, typowa termika *Cu*, sumuję ilość dni z zachmurzeniem 0, 1, 7, i nazywam to *termiką Cu pogodowych*. Sumując zaś dni o zachmurzeniu 2,

3, 8, 9, otrzymuję częstość występowania *termiki burzliwej*. Biorę przy tym sumę z 6 miesięcy letnich od kwietnia do września, dla lat 1934, 35 i 36, analizując łącznie 549 dni. Ilości dni z termiką nie podaję wprost, ale w % -cie od owych 549 dni. Mapy ryc. 4 wskazują więc, jaki procent dni przypada latem na danym obszarze na sumę termiki, termikę pogodową i termikę burzliwą.

Z powodów wyłuszczonej w rozdz. 4, izartrymy interpolowałem nie geometrycznie, lecz na podstawie przypuszczalnego zróżnicowania termicznego terenu. Podkład taki mamy na ryc. 5, gdzie opierając się na doświadczeniach z południowej Polski, typuję i odgraniczam pewne obszary i linie fizjograficzne, które zdają się wpływać na termikę.

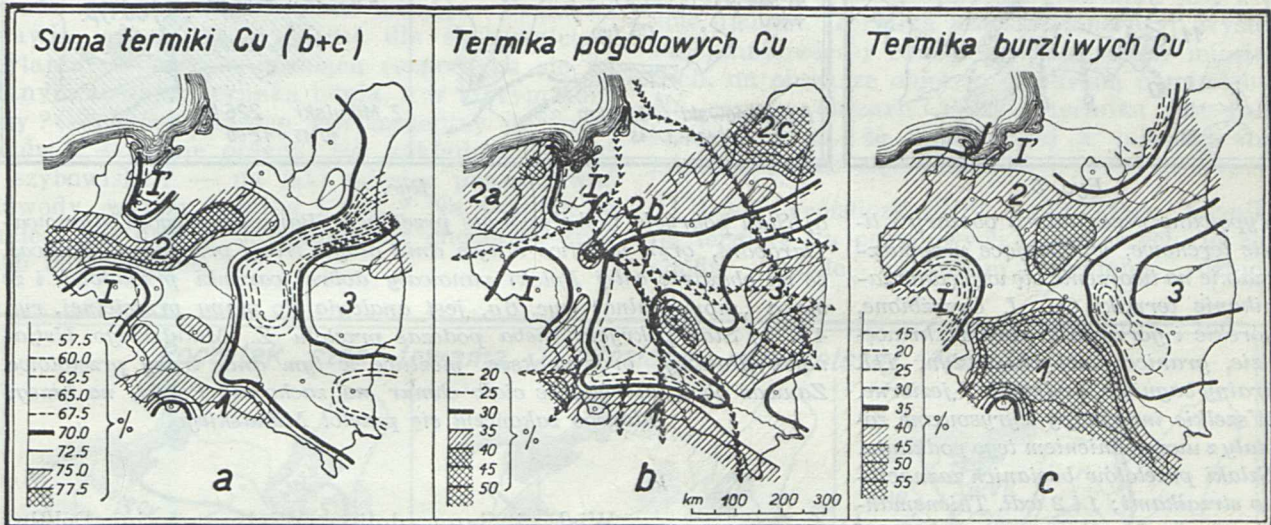
Mapy ryc. 4 wskazują, że na tak na pozór jednostajnym obszarze niżu polskiego istnieje ogromne zróżnicowanie w ilości dni z termiką. W rozważanym okresie letnim (183 dni), zależnie od obszaru, na sumę termiki przypada od 57% do 79% dni. Potwierdza to zupełnie wypowiedaną już przeze mnie kilkakrotnie tezę, zupełnie naoczną zresztą, ale wymagającą ciągłego uświadomiania sobie: *Termika Cumulusów jest u nas w lecie dominującym stanem pogody*. Jeżeli wyróżnimy osobno obszary termiki pogodowej (ryc. 4 b) i burzliwej (ryc. 4 c), to w termice pogodowej znajdujemy na terenie Polski wartości od 17% do 53%, a w termice

burzliwej od 10% do 56%. Ciekawe jest przy tym, że jednak bardziej urozmaicony obraz przedstawia termika pogodowych *Cu*. Znaczy to, że jest ona wypracowana terenem, podczas gdy termika burzliwa (silna), zależy już w większej mierze od stanu samej atmosfery.

Na ryc. 4 wyróżniają się: 1° Trzy obszary stałe, gdzie występuje często zarówno termika pogodowa, jak i burzliwa. 2° Obszary mające częstą termikę pogodową a rzadką burzliwą, lub odwrotnie. 3° Obszary zdecydowanie atermiczne.

nu pogody, będą ogromnie zmodyfikowane. Na opracowanie stosunków w poszczególnych miesiącach za mało jest jeszcze danych. W każdym jednak razie obrazy „chwilowe” z poszczególnych dni i godzin, będą się starały zbliżać do obrazów przeciętnych. Jako przykład weźmy stosunki, jakie panowały podczas dwu najdłuższych naszych przelotów: B. Baranowskiego i Z. Mikulskiego (ryc. 6).

W dniu przelotu Baranowskiego (ryc. 6 a), na obszarze całej Polski z wyjątkiem osi Ka-



Ryc. 4.

Ilość dni z termiką, w % od ilości wszystkich dni 6 miesięcy lata (IV—IX). Średnie 3-letnie dla okresu 1934—1936. Obserwacje z 13^h. Przejście od jednej izoliny do drugiej, na ryc. 4a oznacza, że w okresie letnim t. j. 183 dni, jest o 4,5 dnia mniej, względnie 4,5 dnia więcej termiki. Na ryc. 4b i 4c przejście od linii do linii oznacza różnicę 9 dni. Maksymalne różnice w ilości dni z termiką dochodzą na ryc. 4a do 40 dni, na ryc. 4b do 82 dni (3 miesiące), na ryc. 4c do 65 dni (2 miesiące). Na odległości 100 km różnice te mogą wynosić 52 dni. Zauważ stałe obszary częstej termiki, zarówno silnej jak i normalnej: 1. południowy pas karpacki, 2. pas północny, 3. serce Polesia. I—I' = stały przesmyk ujemnej termiki. Na ryc. 4b wyrysowano szlaki przelotowe bociana.

W obszarach stałej termiki zaznacza się wydłużony pas południowy (1), wydłużony pas północny (2), oraz najogólniej biorąc, Polesie (3). Obszarami o częstej termice pogodowej a rzadkiej burzliwej są: Wileńszczyzna (2c), Polesie i Wołyń (3), Rostocze, północna krawędź Podola. Odwrotny stosunek mają: Góry Świętokrzyskie, dolina Wisły od Krakowa po Warszawę, oraz dolina Sanu od Przemyśla. Zdecydowanie atermiczną jest oś I—I', oraz obręcz, która obejmuje od N i W Polesie a następnie przechodzi na t. zw. zimne Podole (Tarnopol).

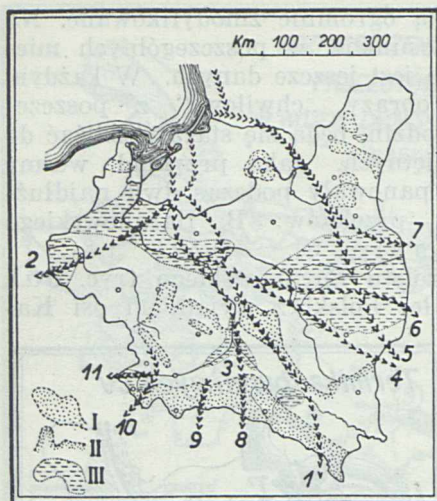
Na ryc. 4b widać uprzywilejowanie Karpat, Beskidu Śląskiego, Jury Krakowsko-Wieluńskiej, Rostocza, północnej krawędzi Podola, Szwajcarii Kaszubskiej, urozmaiconej Wileńszczyzny. Doliny podkarpackie to obszar zdecydowanie atermiczny, wysuwający się daleko wzdłuż Wisły na kieleckie i warszawskie.

Przy burzliwej termice *Cu* wypiętrzonych (ryc. 4c), widać faworyzowane stanowisko Polski południowej, oraz zanik termiki na Polesiu.

Omawialiśmy tu obrazy ogólne, które oczywiście zależnie od miesiąca i każdorazowego sta-

liz — Grudziądz, panowała pogoda cumulusowa. Silna termika odzwierciedlająca się w występowaniu wypiętrzonych *Cu*, zaznaczała się wzdłuż znanej nam już osi Pomorze — Wileńszczyzna, na Polesiu, w G. Świętokrzyskich i w okolicach Łodzi, na Podolu i wreszcie wzdłuż południowego pasa silnej termiki, t. j. w Karpatach. W dniu tym panowały więc niemal w całej Polsce duże możliwości przelotowe, z tym, że dosyć silne wiatry NW pozwoliłyby na dokonanie przelotów na S, SE i E. A więc np.: 1. Z Pomorza lub Poznańskiego na Łódź, G. Świętokrzyskie i dalej wzdłuż Karpat. 2. Z Wilna przez Grodzieńszczyznę i Polesie na Podole. 3. Z Pomorza lub Poznania, łukiem na Wilno i t. d.

W dniu przelotu Mikulskiego (ryc. 6b), stosunki normalne zostały zatarte pojawieniem się na zachodzie kraju, zwartego, atermicznego ciała chmur. Ciało to składało się z *Ast*, pod którym występował *Nb* lub *Stcu*. Na brzegach, *Ast* przechodził w *Acu*, nakrywający typowe, pogodowe *Cu*. Z północnego pasa silnej termiki została tylko Suwalszczyzna i Wileńszczyzna, łączące się z dobrym termicznie Polesiem. Południowy pas silnej termiki nie tylko ostał się, ale



Ryc. 5.

Typowane przez autora obszary i linie terenowe, wpływające przypuszczalnie na tworzenie się względnie zanikanie termiki Cu. I. Urzeźbione, górskie i górzyste krainy; II. krawędzie, granice suchych wyżyn, III. krainy bagniste, podmokłe i jezienne. Wszelkie inne mapy wyrysowane zostały z uwzględnieniem tego podkładu. Szlaki przelotów bocianich zaznaczono strzałkami: 1 i 2 wdt. Thienemana (9), 3-7 wdt. Chotłokowskiego i Syłańciewa (13), 8-11 wdt. Wodzieckiego (1, 2, 3) i Czudka (4).

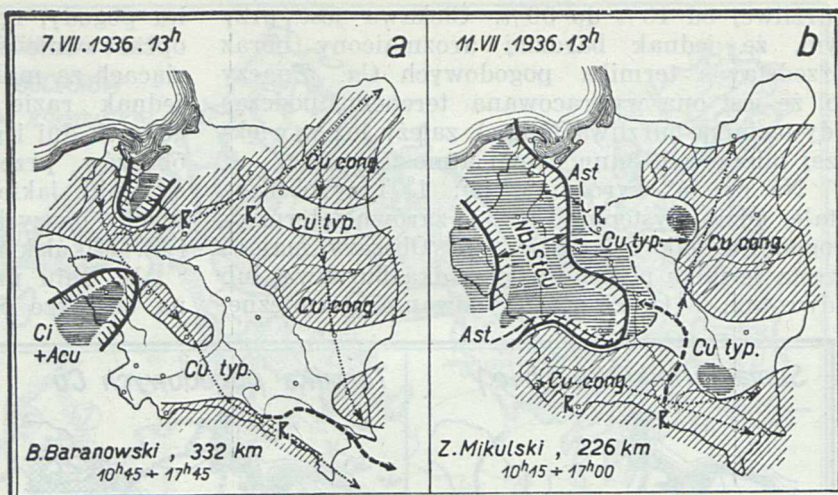
nawet przesunął daleko na N. Na Wołyniu Rostoczu, Podlasiu i Mazowszu panowała normalna termika pogodowych Cu. Możliwości przelotowe były więc znowu duże, z tym, że południowy wiatr wyznaczał kierunki przelotów na E, N lub NE. Np.: 1. Ze Śląska wzdłuż całych Karpat. 2. Z Ustjanowej wzdłuż Rostocza na Brześć, Grodno, Wilno. 3. Z Ustjanowej na Tarnopol i t. d.

8. Rozmieszczenie burz termicznych.

Weźmy teraz pod uwagę czynnik burz termicznych. W grę wchodzi tu niewątpliwie ogromny błąd osobisty przy ocenianiu burz odległych (grzmoty, błyskawice?), błąd łącznego zaliczania burz termicznych i frontowych, i t. d. Jednakże przy tym wszystkim, zgodność mapy ryc. 7, z mapami ryc. 4, jest zadziwiająca. Na podstawie 188 stacji, mamy tylko na ryc. 7 bardziej szczegółowy obraz.

Mapa wykazuje przede wszystkim ogromne zróżnicowanie burz na niżu. W okolicach Kalisza, Przemyśla i Białowieży, mamy przeciętnie po 26 dni z burzami w ciągu roku (raz na tydzień latem burza), podczas gdy w widłach Wisły & Sanu, w podolskiej dolinie Dniestru, na północnym Podolu, na NW od Pińska, na S od Wilna, w Kaliskim, występuje w roku średnio tylko po 5 dni z burzami (burza latem nawet nie raz na miesiąc).

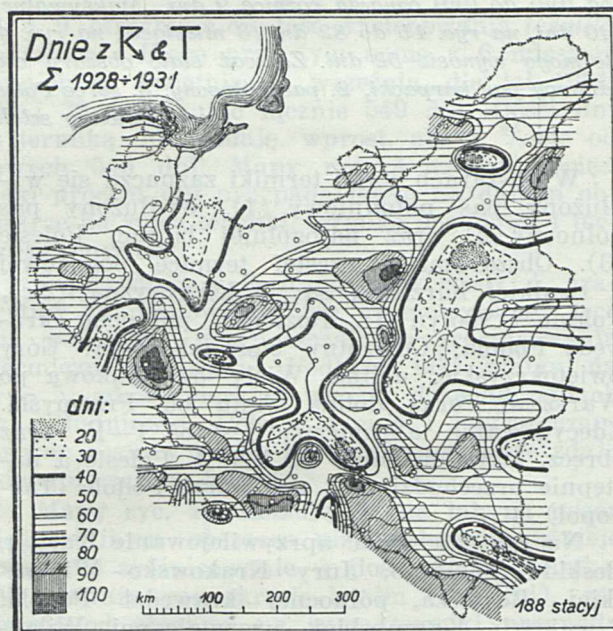
Z obszarów atermicznych, które mieliśmy na ryc. 4, pojawiają się znowu: oś I-I', widły



Ryc. 6.

a) Stan pokrycia nieba podczas przelotu B. Baranowskiego, Ustjanowa-Darabani, oraz możliwe w tym dniu długie trasy przelotowe. Zauważ, że na obszarze całej Polski panowały dobre warunki przelotowe i że mapa „momentalna” ryc. 6a, jest analogią do mapy przeciętnej, ryc. 4b. b) Stan pokrycia nieba podczas przelotu Z. Mikulskiego, Ustjanowa-Puławy, oraz większe, możliwe w tym dniu trasy przelotowe. Zauważ obce, atermiczne ciała chmur na zachodzie Polski, na brzegu którego zakończył się przelot Mikulskiego.

Wisły i Sanu, dolina Wisły powyżej Dębina, charakterystyczna „obrzecz” Polesia, zimne Podole. Nie mieliśmy natomiast na mapach ryc. 4, z powodu braku stacji, atermicznej doliny podolskiej Dniestru.



Ryc. 7.

Ilość dni z burzą na miejscu obserwacji, oraz burzami odległymi, w 4-letnim okresie 1928-1931. Grubą linią odgraniczono obszary, gdzie występuje mniej aniżeli 40 burz w okresie 4-letnim, t. j. mniej niż 10 dni średnio w ciągu jednego roku. Zauważ zgodność z mapami ryc. 4, pod względem obszarów ujemnej termiki, oraz obszarów uprzycwilejowanych termicznie.

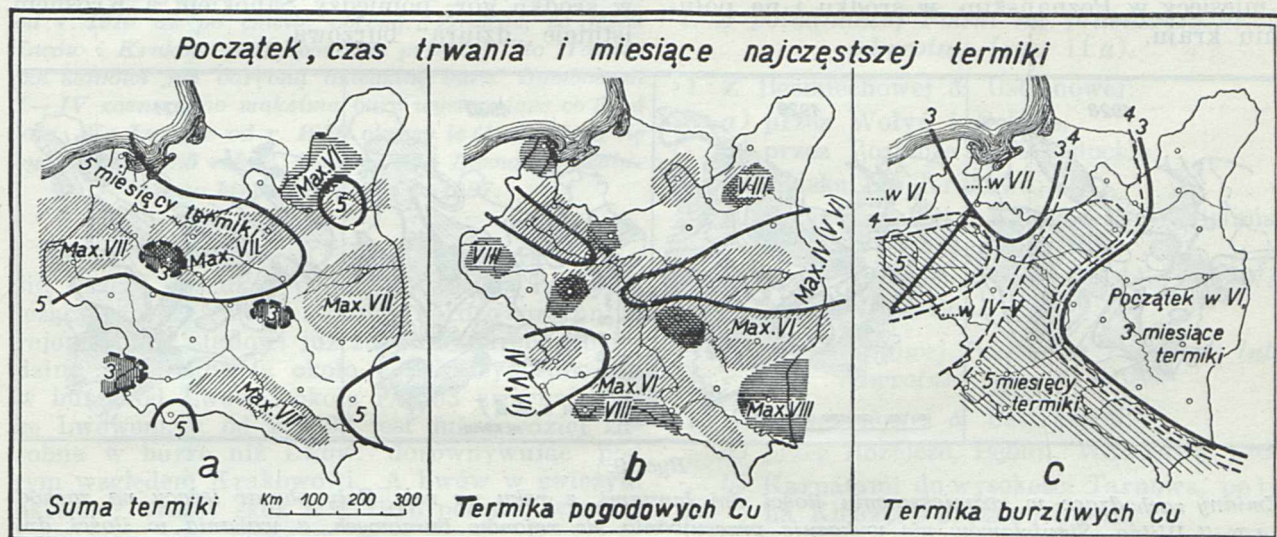
Z obszarów częstej termiki zaznacza się na ryc. 7 Szwajcaria Kaszubska, Wisła koło Grudziądza i Bydgoszczy, Poznańskie, grzbiet Krakowsko - Wieluński, G. Świętokrzyskie, Beskid Śląski, Karpaty, Roztocze, Wołyń, „serce” Polesia, Warszawskie i okolice Białowieży, Suwalszczyzna, wzgórze Wileńsko - Mińskie.

9. Charakterystyka letniego okresu termiki

Za mało jest niestety danych, by zdać sobie dokładnie sprawę z nasilenia i rozkładu termiki cumulusowej z miesiąca na miesiąc. Praktyka stawia jednak ciągle ważne dla szybownictwa pytania: w którym miesiącu rozpoczyna się na danym obszarze termika letnia, a w którym kończy? — który miesiąc jest najlepszy do przelotów? — gdzie opłaca się zakładać ośrodki i szybowiska? — na jaki miesiąc przewidywać zawody, wyższy trening i t. d.? Na pytania te należy już dziś w najogólniejszy chociażby sposób odpowiedzieć.

nej termiki, oraz Polesie, mają wybitne maksimum częstości termiki w lipcu względnie już w czerwcu. Na reszcie obszaru Polski (niezakreskowane pola na ryc. 8a) brak wyraźnego maksymalnego miesiąca. Czas trwania termiki wynosi w NW połaci kraju i na Podolu 5 miesięcy, w reszcie kraju 4 miesiące. Istnieją nadto izolowane wyspy, gdzie termika trwa tylko 3 miesiące: ujemny termicznie obszar śląski, przejście z Roztocza w Polesie, jądro ujemnej osi Kalisz — Pojezierze Mazurskie. Wyspy te pokrywają się z obszarami, gdzie termika jest wogóle ujemna. Termika jest skupiona czyli występuje mniej więcej równo we wszystkich miesiącach, na obszarze objętym izochroną 5 miesięcy. Na reszcie obszaru Polski, termika jest rozrzucona, t. zn. że częstość jej z miesiąca na miesiąc bardzo się waha.

Jeżeli zróżniczkujemy teraz sumę termiki na termikę *Cu* pogodowych i burzliwych, to zachodzi przede wszystkim ogromna różnica



Ryc. 8.

Charakterystyka termiki dla okresu letniego. Na ryc. podano tylko najbardziej zmienne elementy. W sumie termiki (ryc. 8a) początek termiki przypada na V, a wyjątkowo w IV. Termika skupiona występuje na obszarze objętym izochroną 5 miesięcy. W termice pogodowej (ryc. 8b) lipiec nie jest nigdzie miesiącem dominującym. Występują natomiast pasy wczeszej termiki w IV (obok V i VI), oraz wyspy późnej termiki w VIII. Poza tym, maksimum tej termiki pojawia się na reszcie obszaru Polski w V (białe pola) lub w VI (zakreskowane pola). W termice burzliwej (ryc. 8c) uwidacznia się bardzo różny czas pojawiania się i trwania tej termiki. Maksimum jej przypada na całym obszarze Polski na VII lub VIII.

Weźmy w tym celu 4 elementy: miesiąc początku termiki letniej, miesiąc najsilniejszej termiki, czas trwania termiki, oraz skupienie się termiki na większość miesięcy letnich względnie występowanie jej tylko w niektórych uprzywilejowanych miesiącach. Część tych stosunków przedstawiona jest na ryc. 8. Wyróżniam przy tym stosunki dla sumy termiki, termiki pogodowej i termiki burzliwej.

Wyniki są następujące:

1° (ryc. 8a). Maj jest początkiem termiki na całym obszarze Polski, z wyjątkiem Poznańskiego, Białostockiego i Nowogrodzkiego, gdzie termika rozpoczyna się już w kwietniu. Północno - polski i południowy (karpacki) pas sil-

w skupianiu się tych termik. Warunki dobrej pogody są rozsiane równomiernie na wszystkie miesiące lata, t. zn. że termika *Cu* pogodowych jest bardzo skupiona. Jej maksymalny współczynnik zmienności dla obszaru całej Polski wynosi 14,6% t. zn., że jeżeli najlepszy np. miesiąc miał 14,5 dnia z termiką, to najgorszy będzie miał 10 dni. Termika burzliwa zaś, zależna od niejednostajnych napływów mas atmosferycznych, jest bardzo rozrzucona na poszczególne miesiące. Jej maksymalny współczynnik zmienności dla obszaru Polski wynosi aż 24,5% t. zn., że jeżeli najgorszy miesiąc miał 10 dni z tą termiką, to najlepszy będzie miał 17,5 dnia.

2° (ryc. 8b). Początek termiki pogodowej

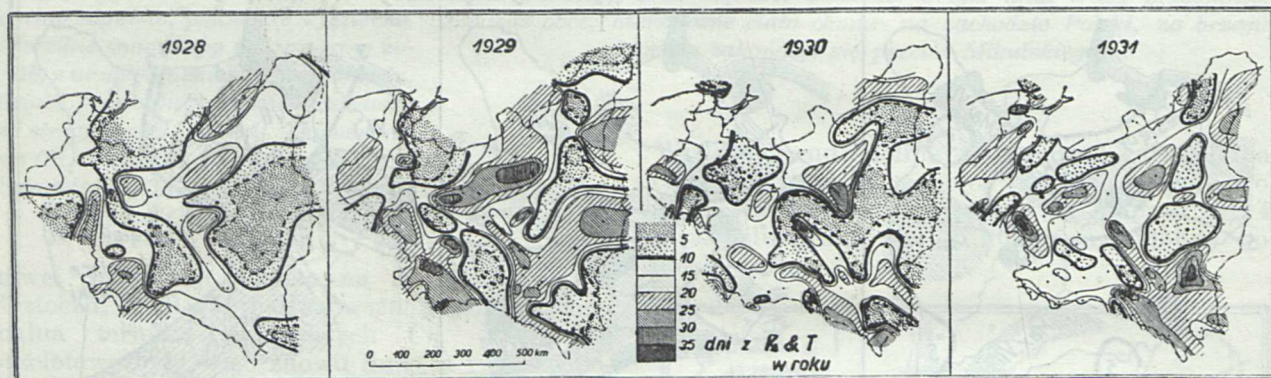
wypada na ogół na kwiecień, koniec na wrzesień; w sumie więc 6 miesięcy trwania. Lipiec nie jest nigdzie uprzywilejowanym miesiącem tej termiki. Nieznaczne maksima rozsiewają się na rozmaite miesiące. Istnieją więc pasy, w których obok maja i czerwca, termika pogodowa występuje równie często już w kwietniu. Istnieją też liczne wyspy *późnej termiki pogodowej*, gdzie nieznaczne maksimum pojawia się dopiero w sierpniu. Na przeważającej jednak części obszaru Polski, maksimum tej termiki przypada na maj (pola niezakresowane na ryc. 8 b).

3° (ryc. 8 c). Początek termiki burzliwej przypada w różnych częściach Polski na bardzo różne miesiące. Na południu i w środku kraju już wczesną wiosną, w Poznańskim i na wschodzie kraju w czerwcu, a na Pomorzu i na wybrzeżu dopiero w lipcu. Termika ta ma wyraźne maksimum częstości, które w całej niemal Polsce przypada na lipiec lub sierpień. Czas trwania jej jest również bardzo różny i waha się od 3 miesięcy na północy i na wschodzie kraju, do 5 miesięcy w Poznańskim, w środku i na południu kraju.

gularną, termika burzliwa i samych burz, jako zależna już od importowanego stanu atmosfery, byłaby mniej regularną.

Porównując między sobą stosunki zachmurzenia cumulusowego, analogiczne jak na ryc. 4, ale dla każdego z 3 lat z osobna, stwierdzić trzeba, że zmian w przesuwaniu się obszarów prawie niema, a istnieją tylko zmiany w natężeniu termiki. Są to jak gdyby fale stojące. Natomiast w ilości dni z burzami zachodzą ciekawe wędrówki obszarów, przesuwania się pewnych osi i wreszcie wahania na miejscu.

Rozpatrzmy ryc. 9, przedstawiającą rozkład burz termicznych w poszczególnych latach. Północno-polski pas częstych burz zachowuje się w każdym roku. Oś tego pasa biegnie przez Poznań, Warszawę, Białystok, Wilno. Stale występują częste burze wzdłuż Roztocza i wzgórz krakowsko-wieluńskich, aż po Kalisz; są to opisane już wyżej *pomosty*, łączące północ Polski z południem. Uprzywilejowane są: wschodnia i zachodnia część Karpat i ich podgórze; w środku gór, pomiędzy Sanokiem a Krosnem, istnieje „dziura“ burzowa.



Ryc. 9.

Zmiany zachodzące w rozmieszczeniu ilości dni burzami, z roku na rok. Cały obszar leżący na zachód od linii Wilno - Stanisławów nie wykazuje przesuwania się rejonów burzowych, a wahania w ilości dni z burzą zachodzą na miejscu (lokalnie). Wileńszczyzna, środkowe i południowe Polesie, Wołyń oraz Podole, mają natomiast nieoczekiwane wahania z roku na rok. Tak np. w r. 1929 pojawiło się nieoczekiwane maksimum burz na Polesiu, a w r. 1931 na Wołyniu. Statymi, zawsze silnie nawiedzanymi przez burze obszarami są: 1. pas północny na linii Poznań, Warszawa, Białystok, Wilno; 2. pas karpaccy i podkarpaccy z przerwą około Sanoka & Krosna; 3. Roztocze; 4. grzbiet krakowsko-wieluński po Kalisz. Statymi obszarami atermicznymi są: I. oś Kalisz - Pojezierze mazurskie; II. okolice wideł Sanu i Wisły; III. N i W Polesie; IV. podolska dolina Dniestru.

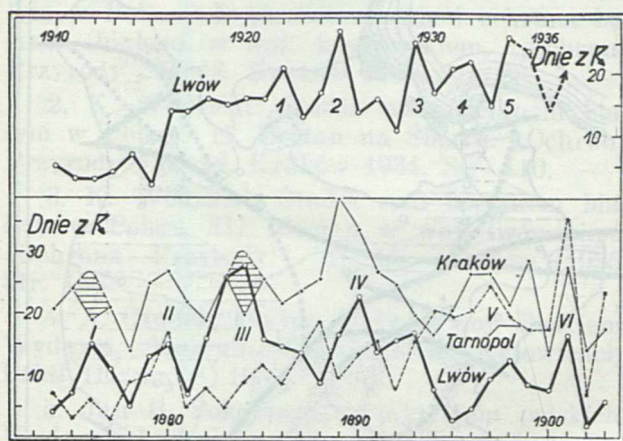
10. Wahania termiki z roku na rok.

Jaką wartość praktyczną przedstawiają te poszukiwania przy ogromnych zmianach pogody zachodzących z roku na rok? Pozostawiony w ten sposób problemat wahań w nasileniu i rozkładzie termiki, nie ma jeszcze precedensu w literaturze, a materiał, jakim rozporządzać można dla Polski, nie pozwoli zapewne przez długi czas jeszcze zdać sobie bodaj sprawę z zagadnienia. Czy mamy tu do czynienia z tak ogromnymi wahaniami, jak w wypadku ciśnienia i opadu, czy też przebiegi termiki są regularniejsze? Przy koncepcji uzależnienia termiki od terenu należałoby oczekiwać raczej tego drugiego. Przy tym, termika pogodowa jako bardziej wypracowana terenem, byłaby więcej re-

Stale obszary z małą częstością burz, t. zn. obszary zmniejszonej termiki, w jednych latach pęcznieją, w innych kurczą się. Są to: oś Kalisz - Pojezierze mazurskie, okolice wideł Wisły i Sanu, obręcz otaczająca od N i W Polesie, podolska dolina Dniestru. Bardzo duże zmiany z roku na rok, wykazują: Wileńszczyzna, środkowe i południowe Polesie, Wołyń i Podole — jednym słowem cały wschód Polski.

Opierając się na tej analizie, możemy być dostatecznie pewni co do ogólnej charakterystyki termiczno-burzowej całej Polski, z wyjątkiem wschodu. Natomiast co do wahań „stojących“, t. zn. zmian zachodzących w ilości termiki z roku na rok, to sprawa jest już bardzo trudna. Jak bezładne i nieoczekiwane potrafią

być te wahania, świadczy ryc. 10, gdzie u dołu mamy wahania ilości dni z burzami dla Krakowa, Lwowa i Tarnopola, a u góry dla Lwowa, ale dla obecnego już okresu.



Ryc. 10.

Długoletnie wahania w ilości dni z burzami. U dołu: dla 30-letniego okresu 1874—1903. U góry: dla Lwowa od r. 1910 aż po chwilę obecną. Zauważ, że jeżeli Lwów i Kraków mają podobne przebiegi, to Tarnopol stanowi już odrębną dziedzinę burz. Symbolami I—IV zaznaczono maksima burz występujące co 3—4 lata. We Lwowie od r. 1920 okresy te (1—6) zdają się być krótsze (2,5 roku). Krzywą dla Lwowa przedłużono hipotetycznie do r. 1937.

Jeżeli w krzywej Krakowa i Lwowa można się jeszcze doszukać podobieństwa, to Tarnopol leżący w wyżej wymienionym, bardzo zmiennym rejonie burz, stanowi już zupełnie odrębną dziedzinę. Dziedzina ta około r. 1875 była uboższa w burze od Lwowa, około r. 1893 zrównała się ze Lwowem, a od r. 1893 jest już bardziej zasobna w burze niż Lwów, dorównując pod tym względem Krakowowi. A Lwów w świeżym okresie? Nagły skok w r. 1916 podnosi wartość termiczną tego obszaru, przy czym pojawiają się krótkie, 2,5 roczne wahania, w których dochodzi do 27 dni z burzą w roku (4—5 burz w 1 miesiącu letnim). Jak przewidzieć i zekstrapolować taką krzywą, jak dla Lwowa? Prawdopodobnie przez długi czas jeszcze będzie to niemożliwym.

11. Typowane trasy przelotowe.

W mapach przedstawionych na ryc. 4 i 8, mimo szeregu braków, jakie zawierają, mamy już zupełnie konkretne wyniki. Trzeba jeszcze przyjąć dużą tolerancję granic poszczególnych regionów termiki (zdaje mi się że 50—70 km), istnienie małych wysp termiki dodatniej i ujemnej, które z powodu braku stacyj nie wyszły i t. d., ale nie błądzimy już na ogromnym obszarze Polski poomacku.

Stąd krok tylko do wytyczenia *głównych tras przelotowych* dla obszaru całej Polski. Materiał był następujący: 12 map zachmurzenia cumulusowego (9 dla poszcz. lat, 3 średnie), 5 map burz termicznych (4 dla poszcz. lat, 1 średnia), 3 mapy analizujące termikę w czasie, trasy przelotowe bociana, rozsiedlenie bo-

ciana w południowej Polsce. Na każdej z wyżej wymienionych map uwidacznia się zawsze kilka wyraźnych osi i obszarów, które narzucają się wprost, by je typować jako regiony uprzywilejowane termicznie. Po przeniesieniu tych osi, kierunków, obszarów — na jedną mapę, materiał wydał mi się tak obfity, że zdecydowałem się typować niektóre szlaki jako korzystne trasy przelotów szybowcowych. Kierowałem się przy tym doświadczeniem ze sporej ilości dłuższych przelotów, jakie miały miejsce na południu Polski, w r. 1935 i 1936 i nielicznymi niestety przelotami dokonanymi w różnych ośrodkach nizinnych.

Wyrysowane trasy rozbiłem na dwa obrazy: szlaki przy wiatrach północnych względnie południowych (ryc. 11 a), oraz szlaki przy wiatrach zachodnich względnie wschodnich (ryc. 11 b).

Mapy te są zrozumiałe same przez się, podaje jednak parę przykładów czytania ich, uwzględniając trasy najdłuższe.

I. Z południowej Polski na Wileńszczyznę, lub odwrotnie (ryc. 11 a).

1. Z Bezmiechowej & Ustjanowej:
 - a) przez Wołyń i Polesie,
 - b) przez Roztocze i Białostockie.
2. Ze Śląska lub Krakowa:
 - a) przez grzbiet Krakowsko - Wieluński, Łódź, Warszawę, Białystok,
 - b) przez G. Świętokrzyskie, Dęblin lub Warszawę, Białystok.

II. Z południowej Polski na Pomorze, lub odwrotnie (ryc. 11 a).

1. Z Bezmiechowej & Ustjanowej:
 - a) przez Roztocze, Dęblin, Warszawę, Płock,
 - b) Karpatami do wysokości Tarnowa, po tym na Kielce, Warszawę i t. d.,
 - c) Karpatami do Krakowa, grzbietem Krakowsko - Wieluńskim, Kalisz, Poznań.
2. Ze Śląska lub Krakowa:
 - a) przez grzbiet Krakowsko - Wieluński, Kalisz, Poznań,
 - b) przez Góry Świętokrzyskie, Warszawę, Płock.

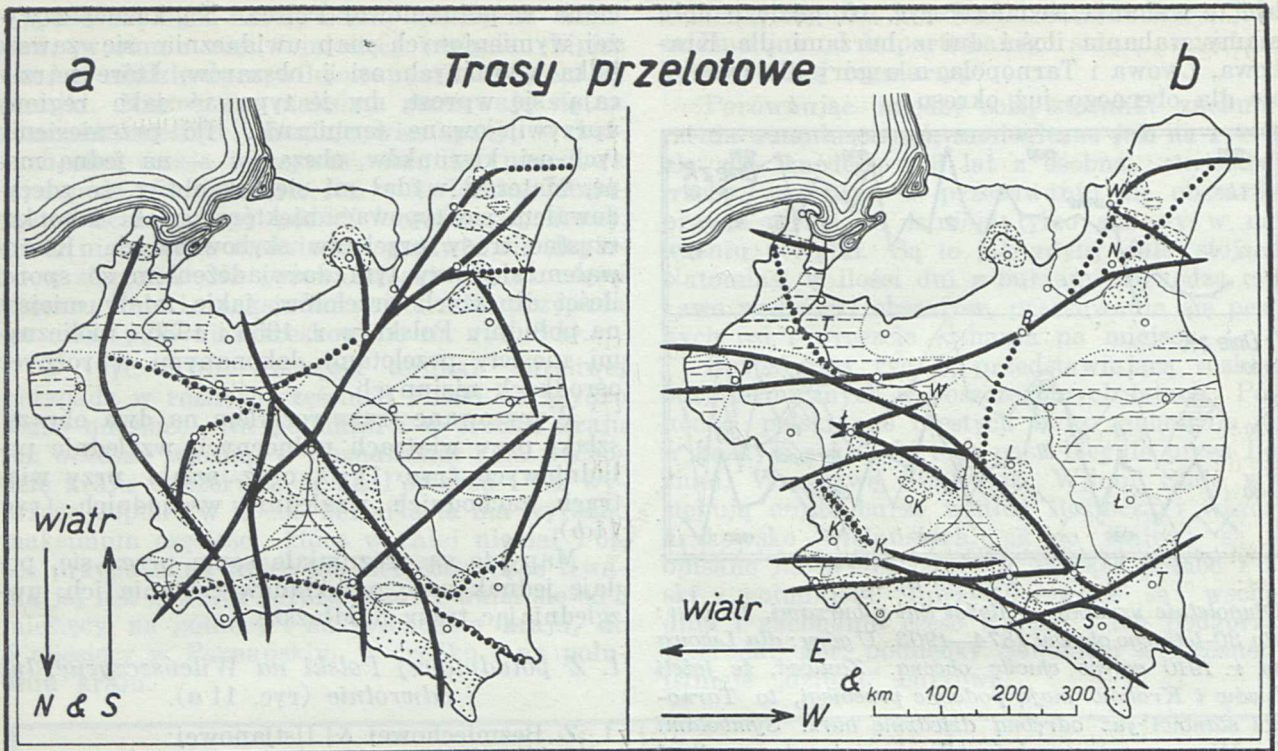
III. Z Pomorza na Podole, lub odwrotnie.

1. Przez Poznań, Warszawę, Roztocze, Lwów, doliną Dniestru (ryc. 11 a).
2. Przez Poznań, Kalisz, grzbiet Krakowsko - Wieluński, Karpatami (ryc. 11 b).

IV. Przy częstych u nas, silnych wiatrach NW, kalkuluje się przelot: 1. Poznań—Warszawa—Lwów—Śniatyn, 2. przelot wzdłuż Karpat.

Przy równie częstych wiatrach W, opłaca się przelot: 3. Poznań (względnie Pomorze) — Warszawa—Wilno, oraz 4. przelot wzdłuż Karpat ze Śląska.

Przy wiatrach S i N kalkuluje się przeloty: 5. Śląsk—Kalisz—Poznań—Pomorze, 6. Podole Wołyń — Pińsk — Wilno, 7. Warszawa — Kielce—Karpaty, i t. d.



Ryc. 11.

Typowane przez autora trasy termicznych przelotów szybowcowych: a) przy wiatrach północnych względnie południowych, b) przy wiatrach zachodnich, względnie wschodnich. Liniami kropkowanymi zaznaczono odcinki, które ewentualnie trzeba byłoby przelecieć z bocznym wiatrem. Najpewniejszymi są trasy: północna (Poznań wzgl. Pomorze - Warszawa - Białystok - Wilno) i południowa (karpacka). Pomiędzy nimi istnieją dwa dobre pomosty: Roztocze i grzbiet Krakowsko - Wieluński. Połączenia przez Kieleckie, dolinę Wisły, Wotyn i Polesie, nie są już tak pewne. Zauważ, że lot docelowy do jakiegoś miejsca może odbywać się 2, a nieraz i 3 różnymi trasami, nieróżniącymi się zbyt długo. Np. na ryc. 11 a: Poznań - Bezmiechowa & Ustjanowa, 1-sza trasa: Poznań - Warszawa - Roztocze - Przemysł - B. & U. ca. 650 km; 2-ga trasa: Poznań - Warszawa - Kielce - Tarnów - Karpatami, ca. 650 km; 3-cia trasa: Poznań - Kalisz - Wieluń - Kraków - Karpatami, ca. 650 km.

Omawiamy tu oczywiście szlaki najdłuższe, które były na razie eksploatowane krótkimi tylko odcinkami. Zachodzi też pytanie, czy wogóle najdłuższe nasze szlaki zdoła się przelecieć jednym lotem. Otóż wydaje się, że przy nadzwyczajnych tylko warunkach termiki wiatrowej, można będzie skutecznie w całości takie przeloty, jak np. Bezmiechowa & Ustjanowa — Hel (około 900 km po trasie), Bezmiechowa & Ustjanowa — Wilno (ok. 800 km po trasie), Poznań — Zaleszczyki (około 900 km po trasie). W ciągu letniego dnia rozporządza się bowiem w najlepszym razie 8 godzinami termiki (9^h do 17^h) co przy bardzo dobrej szybkości przelotowej 60 km na godzinę, da około 500 km. Z tego względu o wiele bardziej możliwe wydają się przeloty wzdłuż Karpat (550 km) i wzdłuż północnej Polski (Poznań — Wilno 700 km). I odległości bowiem są mniejsze i silne wiatry zachodnie częstsze, i wreszcie termika jest w tych pasach silniejsza. Pamiętajmy więc: Poznań lub Śląsk!

* * *

Przedstawione tu wyniki nie obejmują wszystkich odmian warunków lotnych, a tylko stosunki niskiej termiki konwekcyjnej. Nie jest to więc suma możliwości szybowcowych, jaką

rozporządzamy na terenie kraju. Tak np. Karpaty oprócz silnej termiki konwekcyjnej, mają też swoją specjalną, jesienną termikę gór⁴⁾. Zagadnienia termiki wybrzeża, termiki wyżyn i małych łańcuchów górzystych, które tak często jednak urozmaicają nasz monotony niż polski, zagadnienia termiki wysokiej, nocnej, zimowej, wiatrowej, ujęte pod kątem widzenia regionalizmów, dadzą dopiero sumę naszych możliwości szybowcowych. Termika wiatrowa dała w Niemczech piękne wyniki. Gdy jej jednak na ostatnich zawodach w Rhön w r. 1936 zabrakło, trzeba było wrócić do zwyczajnej termiki cumulusowej. Nie da ona może tak błyskotliwych wyników, jak rzadka termika wiatrowa, będzie jednak latem najczęstszym stanem pogody; nie zmusi też silnym wiatrem do przelotów na niegościnnie i monotony termicznie wspaniałej. Co drugi dzień średnio Cumulusy, piękna pogoda, słaby wiatr — i wędrowka z jednego upatrzzonego miejsca w drugie, po sto, dwieście km dziennie. Zagadnienie termiki cumulusowej, wykorzystanie jej minimów, a w związku z tym zagadnienie odpowiednich maszyn, oto racjonalne podstawy przyszłości naszego szybownictwa.

⁴⁾ A. Kochański: Termika gór. „Skrzydłata Polska“ 1935, Nr. 11.

Wyzyskana literatura odnośnie przelotów i gniazdowisk ptaków.

1. K. Wodzicki: Studja nad bocianem białym w Polsce. I. Rozmieszczenie i ochrona bociana białego w woj. krakowskim. „Ochrona Przyrody“, R. 13. Kraków 1933. Str. 88.
2. K. Wodzicki: Studja nad bocianem białym w Polsce. II. Bocian na Śląsku. „Ochrona Przyrody“, R. 14. Kraków 1934. Str. 110.
3. K. Wodzicki: Studja nad bocianem białym w Polsce. III. Bocian w woj. lwowskim. „Ochrona Przyrody“, R. 15. Kraków 1935. Str. 156.
4. A. Czudek: Bocian biały w woj. śląskiem. Wydawn. Muzeum Śląskiego w Katowicach, Dział III, nr. 8. 1935.
5. Jan B. Sokołowski: Ptaki ziem polskich. Wydawn. Ligi Ochr. Przyrody, T. 1, Z. 1. Poznań 1934. Rozdz. p. t. Wędrowki ptaków.

6. J. Domaniewski: Wędrowki ptaków. Bibl. Szkoły Powsz. Lwów 1934.

7. A. Wodziczko: Praca młodzieży na polu ochrony przyrody. „Ochrona Przyrody“, R. 14. Kraków 1934. Na str. 13 mapa rozmieszczenia bocianisk w pow. poznańskim.

8. Sprawozdania z działalności Stacji Bad. Wędrowek Ptaków. Acta ornitologica Musei Zoologici Polonici. Warszawa 1931—1934.

9. J. Thienemann: Vom Vogelzuge in Ros-sitten. Neudamm 1931.

10. F. Lucanus: Die Rätsel des Vogelzuges, III Aufl. Leipzig 1929.

11. H. Duncker: Wanderzug der Vögel. Jena 1905.

12. J. A. Palmén: Über die Zugstrassen der Vögel. Leipzig 1876.

13. H. A. Chołodkowskij i A. A. Syłańtiew: Ptyci Europy. Petersburg 1901.

Dr ADAM KOCHAŃSKI

Z badań nad strukturą atmosfery podczas termiki Cumulusów.

(Autoreferat z prac i poszukiwań).

Sur le problème de la thermique des Cumulus.

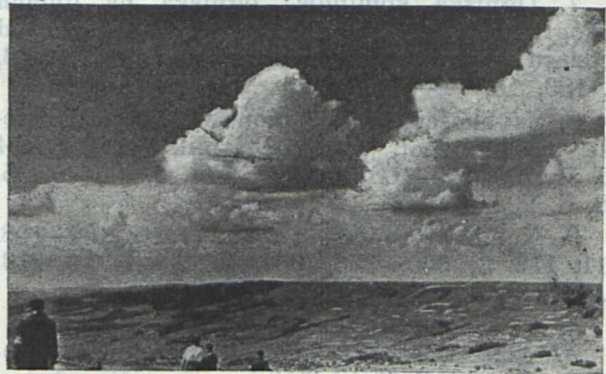
C'est le résumé, et un point de vue général, sur les résultats des travaux aérologiques, qui ont été commencés en 1932 par l'Institut de la Technique d'Aviation sans moteur et l'Institut de Géophysique de l'Université de Lwów, et poursuivies en 1933, 1934 et 1935. L'auteur donne les indications pratiques pour les constructeurs, instructeurs et aviateurs, parle sur les questions particulières plus intéressantes du problème de la thermique de *Cu*, de même que discute la méthode des ascensions par l'avion et la méthode des pilotages par 2 théodolites. Dans la bibliographie notée par l'auteur, on peut trouver les indications plus exactes, aussi bien que les explications des problèmes particulières.

W klimatach o charakterze kontynentalnym, termika *Cu* jest latem dominującym stanem pogody. W Polsce, zależnie od regionu i roku, 60 do 80% dni 6 miesięcy letnich, charakteryzuje się Cumulusami.

Dokładne uświadomienie sobie tego, tak zresztą oczywistego ale niedość podkreślanego faktu, wysunęło postulat szczegółowego zbadania struktury atmosfery podczas występowania *Cu*. ITS wraz z Instytutem Geofizyki i Meteorologii U. J. K., realizowały programowo ten postulat od r. 1933. Mimo ogromnych braków technicznych i finansowych, możemy dziś na podstawie wyników 3-letnich badań, odtworzyć budowę i funkcjonowanie atmosfery podczas termiki *Cu*, do wysokości 4000 m.

Należy jednak z naciskiem podkreślić, że jeżeli ogólny obraz termiki *Cu* jest już zadawalająco znany, to cały szereg szczegółowych kwestyj o pierwszorzędym dla lotnictwa znaczeniu, nie zostało dotychczas wyczerpująco i wystarczająco wyjaśnionych. Istnieją nawet zagadnienia tylko postawione, a zupełnie nieopisane i nie-

badane. Tak np. kapitalne dla wytrzymałości konstrukcyj, zagadnienie gradientu prądów pionowych, nie zostało ani w części wyjaśnione z powodu braku odpowiednich pomiarów. A nie ma niestety z tej dziedziny publikacji obcych.



Fot. 1.

Cu pogodowe, nieco przepiętrzone, charakterystyczne dla bardziej kontynentalnych obszarów. Ustjanowa, początek lipca 1936, około 15^h, kierunek na NW.

Fot. F. Kotowski.

Z ogromnej grupy poszczególnych zagadnień, składających się na całość tematu, można wydzielić 3 działy: I. Zagadnienia mające ważne praktyczne znaczenie dla techniki pilotażu, taktyki i ekonomii lotu tak szybowcowego jak i motorowego, konstrukcji i wytrzymałości aparatów, bezpieczeństwa lotów itd. II. Zagadnienia praktycznie narazie mniej ważne. III. Zagadnienia o wartości — jak dotychczas przynajmniej — czysto naukowej.

Zagadnień tych i rezultatów, osiągniętych w trakcie badań, nie da się pobieżnie streścić. Rycinami zilustrowałem kilka ciekawszych kwestyj, a poniżej podaję tylko *zestawienie zagadnień* wchodzących w skład wielkiego problemu termiki *Cu*. Niektóre z nich wyloniły się dopiero w trakcie badań i poszukiwań i są postawione — zdaje mi się — niezależnie, od szczupłej zresztą literatury zagranicznej z tego zakresu. Inne są rozwinięciem znanych już częściowo problemów.

I. Ważniejsze zagadnienia składające się na problem termiki Cumulusów.

Cyfry w nawiasach odsyłają do literatury cytowanej w rozdz. II.

1. Odmiany i rodzaje termiki *Cu* (2, str. 72, 76, 3, 317—324).
2. Przebieg dobowy równowagi pionowej atmosfery, podczas termiki *Cu*; ryc. 1 (1, str. 94, 3, 346—357, 9, 294, 11).
3. Przebieg dobowy szybkości prądów pionowych, podczas termiki *Cu* (1, str. 95, 3, 340, 360—376, 5, 39, 8, 202).
4. Termika wieczorowa i nocna; ryc. 4 (3, str. 342, 348, 362, 366, 367, 371, 414).
5. Krótkoczasowa zmienność struktury pionowej atmosfery, podczas termiki *Cu*; ryc. 2 (3, str. 343, 362—373, 5, 47—48, 8, 204, 9, 295, 11).
6. Rola podłoża terenowego: wpływ do 500—600 m, zwiększona turbulencja do tej wysokości, ogromny wpływ wód gruntowych (3, str. 377—383, 5, 43, 9, 298, 10, 70—71).
7. Ogniska kominów: ogniska na liniach fizjograficznych, a ogniska lokalne, zależne od rodzaju pokrycia podłoża (3, str. 383, 5, 43, 7, 183, 10, 74—76).
8. Szybkości prądów pionowych w atmosferze bezchmurnej, podczas termiki *Cu*; ryc. 4 (1, str. 90, 95—100, 3, 407—414, 4, 66—67, 5, 48, 8, 204, 9, 295).
9. Kominny termiczne; ryc. 2 (1, str. 102—108, 111, 112, 3, 360—376, 384, 5, 44—47, 6, 213, 7, 183, 8, 203—204, 9, 295, 297):
 - a) ich szerokość i wysokość (1, 105);
 - b) czas trwania: pulsacje prądów pionowych (1, 108, 3, 384—388);
 - c) odległości między kominami (5, 44);
 - d) żyły prądów opadających wewnątrz kominów;
 - e) spiralny, lewoskrętny ruch powietrza w kominie (3, 390—393);
 - f) kominny południowe (4, 67, 7, 203).
10. Studnie, obszary między kominami; ryc. 2 (1, str. 102—108, 110, 3, 360—376, 384—388, 390—393, 5, 44—47, 11).
11. Gradienty prądów pionowych (1, str. 115, 3, 337, 371, 392, 5, 47).
12. Formy występowania *Cu*: A) osobniki, B) zgrupowania.
 1. *Cu* izolowane,
 2. Płaszcze z *Cu* izolowanych,
 3. Grupy *Cu*,

4. Wały czyli ławy *Cu*,
5. Szeregi czyli łańcuchy, czyli „rózańce“ *Cu*,
6. Szlaki czyli „sztrasy“ *Cu*:
(1, str. 92, 2, 73, 3, 403—407, 5, 37, 8, 202, 11).

13. Klasyfikacja obłoków kłębiastych pod względem natężenia:

1. *Cu humilis*,
2. *Cu congestus*,
3. *Cunb calvus* (obłok burzowy bez kowadła),
4. *Cunb capillatus* (obłok burzowy z kowadłem),
5. Gradacja i pochodzenie *Cu* dla Polski:
(1, str. 92, 2, 73, 3, 403—407, 5, 37, 8, 202, 11).

14. Stany rozwojowe *Cu*, życie obłoku; ryc. 3 a, b, c (1, str. 94, 108, 3, 402, 5, 39, 6, 213).

15. Struktura termiczna *Cu*: obłok „nałożony“ na komin, stopniowe przejście w mgłę chmurną na bazie obłoku, turbulencja ścian bocznych, „nakrycie“ obłoku *kapą* inwersyjną, „lej“ w środku bazy, „żyły“ prądów opadających wewnątrz obłoku; ryc. 3 a, b, c, (3, str. 399—402, 5, 38, 8, 203, 9, 295—296).

16. Rozkład prądów pionowych w okolicy obłoku; ryc. 3 c (1, str. 101, 3, 393—398, 409—414, 4, 63, 67, 5, 40, 8, 203—204, 9, 295).

17. Szybkości prądów pionowych wewnątrz obłoku; ryc. 4, 5, 6 (3, str. 414, 4, 63, 67, 68, 5, 48, 8, 204).

18. Fenomeny *Cu*: „kocioł“ (ryc. 7), *Cu* południowe, *Cu* nocne, *Frcu* turbulencyjne podczas jesiennej termiki gór, *Cu* dwupiatrowe, (3, str. 405—406, 4, 63, 67, 68, 8, 202—203, 9, 296).

19. Związek między szybkościami prądów pionowych, a szybkościami wiatru (3, str. 388—390).

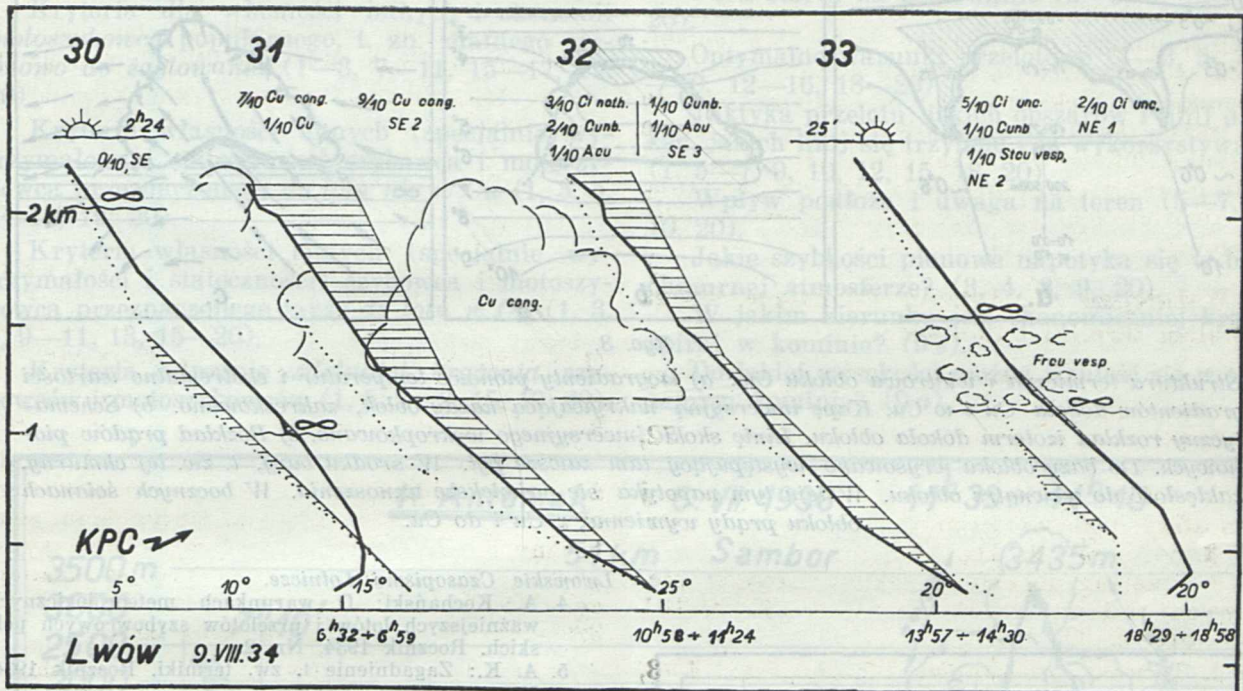
20. Zagadnienie turbulencji: turbulencja przy występowaniu *Cu* wypiętrzonych, około tych obłoków; stałe pojawianie się turbulencji w mgłę chmurnej; stałe pojawianie się po burzach; wszędzie w świeżych masach polarnych; turbulencja z resztek powietrza polarnego, pozostałego w drobnych „soczewkach“; ogromna turbulencja u podstawy *Stcu* o wyglądzie *Acu* (1, str. 114, 3, 336—339, 343—346, 5, 41—43, 8, 204, 9, 294—295).

II. Zestawienie prac I. T. S. i Inst. Geofizyki U. J. K., traktujących o termice Cumulusów¹⁾.

Komunikaty Instytutu Geofizyki i Meteorologii U. J. K. we Lwowie.

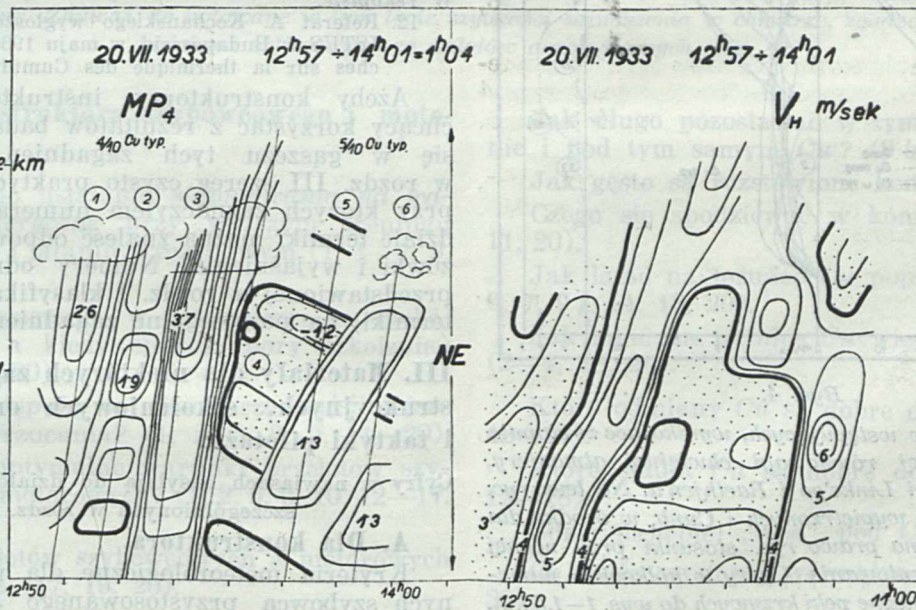
1. A. Kochański: O prądach wstępujących na szybowisku w Bezmiechowej. Kom. Nr. 69. 1933 (rozdział II, traktujący o prądach termicznych i turbulencyjnych).
2. A. K.: Caractères de continentalisme utilisés dans le vol à voile. Kom. Nr. 95. 1934. Tekst francuski.
3. A. K.: Studia nad strukturą atmosfery podczas termiki Cumulusów. Kom. Nr. 109. 1936.

¹⁾ Podaję tylko niektóre, łatwo dostępne publikacje polskie, traktujące o termice *Cu*. W publikacjach tych znajduje się cytelnik wskazańki do odnośnej literatury zagranicznej.



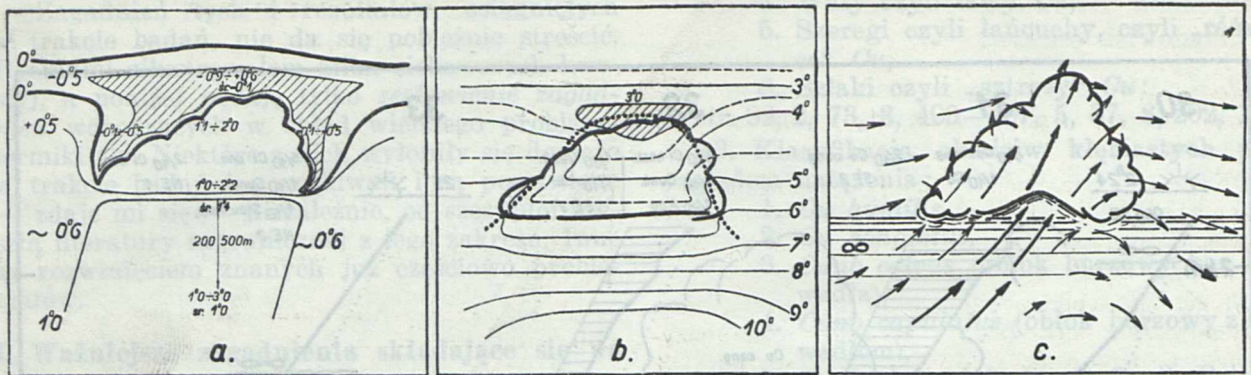
Ryc. 1.

Przebieg dzienny równowagi pionowej atmosfery, przedstawiony w emagramach. Grube linie pełne oznaczają temperaturę podczas wzlotu, linie kropkowane podczas zlotu. Wzlot nr. 30 uskutecznił 2 godz. 24 min. po wschodzie słońca (sierpień), wzlot nr. 33 uskutecznił 25 min. przed zachodem słońca. Opisy wzlotów: Nr. 30 — przy starciu resztki nocej inwersji, przy lądowaniu wytworzenie się już, słabej równowagi chwiejnej. Nr. 31 — duża równowaga chwiejna do poziomu Cu, jeszcze większa wewnątrz chmur, okres najbardziej ożywionej cyrkulacji pionowej. Nr. 32 — zanikanie chwiejności po maksimum rozwoju Cu, około godz. 14. Nr. 33 — przy wzlocie brak chwiejności i resztki Cu, przy zlocie wytwarzanie się termiki wieczorowej.



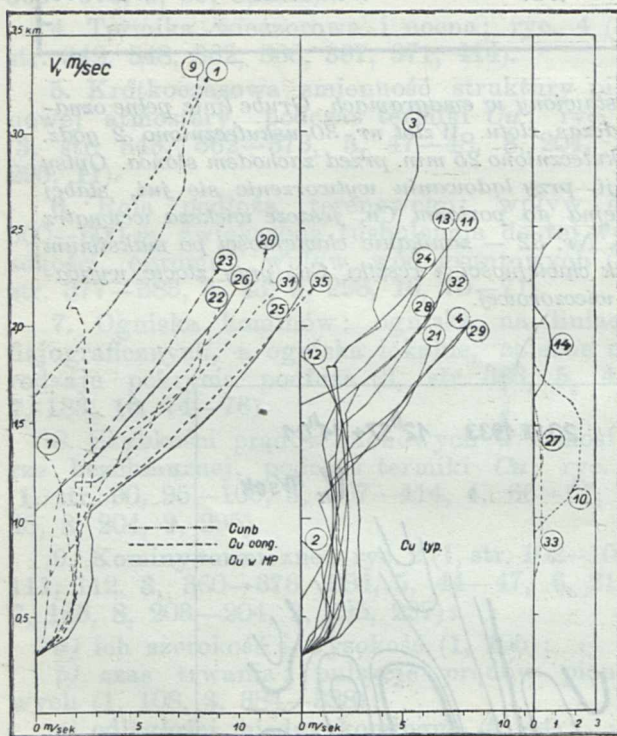
Ryc. 2.

Na lewo izoplety szybkości prądów pionowych w m/sec. Na prawo odpowiadające im izoplety szybkości wiatru. Lotnisko Sknitów. 1, 2, 3, 4, 5, 6 = drogi balonów wizowanych 2-ma teodolitami. MP_4 = czwarty dzień ustalenia się mas polarno-morskich. Zauważ trzy dobrze wykształcone kominy termiczne i dość silną studnię między kominem drugim, a trzecim.



Ryc. 3.

Struktura termiczna i wiatrowa obłoku Cu: a) izogrady pionowe temperatur i ekstremalne wartości gradientów dokola Cu i w Cu. Kapę inwersyjną nakrywającą każdy obłok, zakreskowano. b) Schematyczny rozkład izoterm dokola obłoku. Linie skoku inwersyjnego wykropkowano. c) Rozkład prądów pionowych. Do bazy obłoku wrysowano występujący tam zawsze pył. W środku bazy, t. zw. lej chmurny, zakłębłość do wewnątrz obłoku. W leju tym napotyka się największe wznoszenia. W bocznych ścianach obłoku prądy wymienne, z Cu i do Cu.



Ryc. 4.

Szybkości prądów wstępujących, wynikające ze stopnia suchej i wilgotnej równowagi chwiejnej atmosfery, obliczone wzorami Linke'go i Raethjen'a. Na lewo ryc. stosunki przy Cu wypiętrzonych i Cunb, w środku dla Cu pogodowych, na prawo ryc. stosunki przy nocej termice wypromieniowania. Cyfry w kółkach = numeracja wlotów. Zbieżne pęki krzywych do wys. 1–1,5 km, ilustrują warunki w bezchmurnej atmosferze pod Cu. Nachylone krzywe rozbieżne, oddają stosunki wewnątrz Cu, przy wilgotnej równowadze chwiejnej.

Lwowskie Czasopismo Lotnicze.

4. A. Kochański: O warunkach meteorologicznych ważniejszych lotów i przelotów szybowcowych polskich. Rocznik 1934, Nr. 2.

5. A. K.: Zagadnienie t. zw. termiki. Rocznik 1934, Nr. 1.

„Skrzydłata Polska“.

6. A. Kochański: Pilotom szybowcowym pod rozważę. Nr. 8 z r. 1935.

7. A. K.: Mapa kominów. Nr. 7 z r. 1936.

8. A. K.: Lot żaglowy na termice Cumulusów i burz letnich. Nr. 7 z r. 1936.

9. A. K.: Regionalizm termiki. Nr. 10 z r. 1936.

10. A. K.: O regionach termiki i trasach przelotów cowych w Polsce. Nr. 3 z r. 1937.

Mitteilungsblatt Nr. 4 der Intern. Studienkommission für den motorlosen Flug. Darmstadt 1935.

11. A. Kochański: Travaux météorologiques pour le vol à voile en Pologne (tekst francuski).

W rękopisie:

12. Referat A. Kochańskiego wygłoszony na zjeździe ISTUS w Budapeszcie, w maju 1936, p. t. „Recherches sur la thermique des Cumulus“.

Ażeby konstruktorzy, instruktorzy i piloci, chcący korzystać z rezultatów badań, nie gubili się w gąszczu tych zagadnień, postawiłem w rozdz. III szereg czysto praktycznych pytań, przy których zaznaczyłem numerami, w jakim dziale termiki można znaleźć odpowiednie wskazówki i wyjaśnienia. Numery odnoszą się do przedstawionej w rozdz. I klasyfikacji problemu termiki, na poszczególne zagadnienia.

III. Materiały dla niektórych zagadnień konstrukcyjnych, szkoleniowych oraz techniki i taktyki pilotażu.

Cyfry w nawiasach odsyłają do działów termiki wyszczególnionych w rozdz. I.

A. Dla konstruktora.

Kryteria meteorologiczne dla własności lotnych szybowca przystosowanego specjalnie do lotów na termice Cu (1, 5, 8–11, 15–17, 19, 20).

Kryteria meteor. dla własności lotnych szybowca przystosowanego do ustanawiania wyczynów przy maksymalnie korzystnych warunkach termiki Cu (1–3, 6–12, 15–20).

Kryteria meteor. dla własności lotnych szybowca przystosowanego specjalnie do wyzyski-

wania *minimów* atmosferycznych (1—5, 7—11, 15—17, 19, 20).

Kryteria dla własności lotnych i ekonomii *motoszybowca* popularnego, t. zn. *zdatnego częściowo do żaglowania* (1—3, 7—11, 15—17, 19, 20).

Kryteria własności lotnych (specjalnie wytrzymałości i stateczności) *szybowca* i *motoszybowca* przeznaczonego *do lotu nie w Cu* (1, 3, 5, 8—11, 19, 20).

Kryteria własności lotnych (specjalnie wytrzymałości i stateczności) *szybowca* i *motoszybowca* przeznaczonego także *do lotu w Cu* (1, 3, 5, 9—11, 13, 15—20).

Kryteria odnośnie *zdolności krążenia* *szybowców* i *motoszybowców* (1, 5, 7—9, 15, 19, 20).

C. Dla pilota szybowcowego.

Pora startu na żaglowanie (2—5, 9, 12—14, 20).

Optymalne warunki przelotowe (1—3, 5, 7—10, 12—16, 18—20).

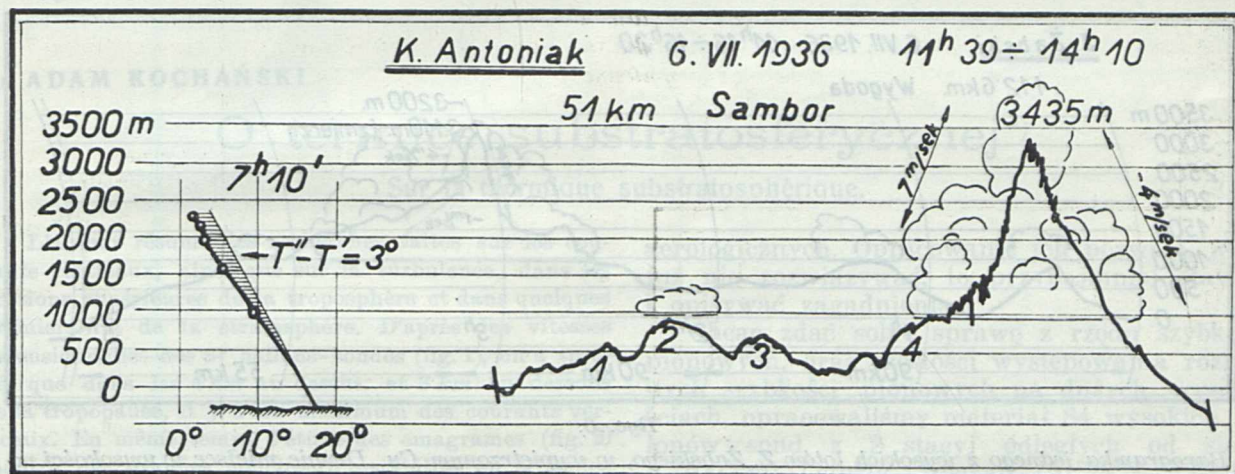
Taktyka przelotu: jakich obszarów i linii unikać, jakich linii się trzymać i je wykorzystywać? (1, 5—7, 9, 10, 12, 15, 18, 20).

Wpływ podłoża i uwaga na teren (5—7, 9, 10, 20).

Jakie szybkości pionowe napotyka się w bezchmurnej atmosferze? (3, 4, 8, 9, 20).

W jakim kierunku jest ekonomiczniej kręcić spiral w kominie? (9 e).

Do jakiej wysokości można wznieść się w tym samym kominie? (9 a).



Ryc. 5.

Barogramka lotu K. Antoniaka w wypiętrzonym Cu. Rekord wysokości IV KZS w Ustjanowej. Na lewo emagram z 4 godzin przed startem Antoniaka. W emagramie, mimo wczesnej pory, widać już równowagę chwiejną. Zauważ, że notowane w tym locie szybkości wznoszenia w chmurze, zgadzają się z szybkościami obliczonymi ze wzlotów aerologicznych (ryc. 4).

B. Dla instruktora szybowcowego i motorowego.

Materiał do ustalania *stopniowania na warunki atmosferyczne* przy wyższym treningu szybowcowym i lataniu wyczynowym (1, 4—7, 9, 12—20).

Kiedy występuje w atmosferze niepokój („rzucania“) a kiedy spokój (pory szkolenia) (2, 3, 5, 6, 9, 20).

Gdzie występują w atmosferze najsilniejsze i najczęstsze rzucania? (1, 2, 5, 6, 9, 11—20).

Jakie są optymalne warunki przelotów szybowcowych a motorowych? (1, 2, 5, 9, 10, 12—17, 19, 20).

Pora przelotów szybowcowych a motorowych (1, 3, 5, 9, 12—17, 19, 20).

Wysokość przelotów motorowych (1, 2, 6, 7, 9, 10, 12—17, 20).

Trasy przelotów szybowcowych i motorowych (1, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 18, 20).

Pora, warunki i wysokość nocnych lotów szybowcowych i motorowych (2—4, 6, 12, 13, 18, 20).

Jak długo pozostawać w tym samym kominie i pod tym samym Cu? (9 b, 14).

Jak gęsto są rozstawione kominy? (9 c, 12).

Czego się spodziewać w kominie? (5, 8, 9, 11, 20).

Jak latać na termice Cu popołudniu? (2, 3, 6, 7, 9 f, 14, 18, 20).

Jak latać na termice Cu wieczorem i nocą? (2—4, 18, 20).

Które odmiany Cu są dobre do przelotu? (1, 12—18).

Które stadia Cu są dobre do lotu? (1, 9 b, 12—18).

Gdzie najlepiej „nosi“ pod Cu? (15—17).

Co może wystąpić wewnątrz Cu? (15—18, 20).

Jakich prądów pionowych należy oczekiwać wewnątrz Cu? (17, 18, 20).

Co może wystąpić po bokach i nad Cu? (15, 16, 18, 20).

Gdzie występują najsilniejsze i najczęstsze rzucania? (1, 2, 5, 6, 9, 11—20).

IV. 0 materiale i metody pomiarów.

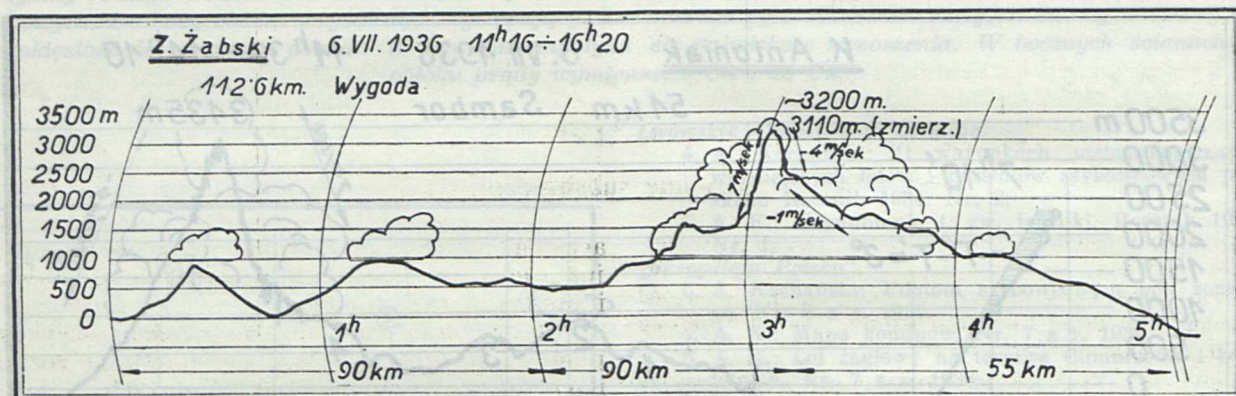
Materiał, na którym oparłem rezultaty badań, był następujący:

- 1) 100 pilotaży balonowych 2-ma teodolitami, w czasie 4. VI. — 4. VII. 1932, z Bezmiechowej.
- 2) 20 pilotaży w czasie 25. VI. — 2. VII. 1933, z Bezmiechowej.
- 3) 100 pilotaży i 13 wzlotów na Potezie XXV, do wys. 4—5 km, w czasie 10. VII. — 22. VII. 1933, z lotniska w Skniłowie.
- 4) 75 pilotaży w czasie 5. X. — 27. X. 1933, z Bezmiechowej.
- 5) 22 wzlotów na RWD 8, do wys. 2,5 km, w czasie 10. VII. — 10. VIII. 1934, z lotniska w Skniłowie.

typowych warunków cumulusowych, w czasie 29. VI. — 12. VII. 1936, z Ustjanowej.

Z innych materiałów ogromny pożytek dają studia barogramek, oraz dokładne opisy ciekawszych lotów, podawane mi przez pilotów szybowcowych. Z III K. Z. S. (1935), z IV K. Z. S. (1936), oraz ze Szkoły Szybowcowej w Bezmiechowej, rozporządzałem około 1500 barogramkami. Jest to naprawdę cenny materiał, z którego kilkaset ciekawych kopii znajduje się w zbiorach ITS.

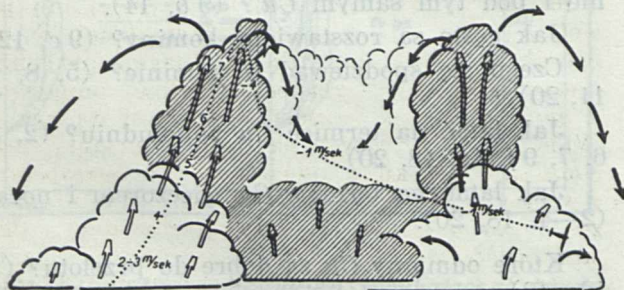
Podstawowy materiał 35 wzlotów i 338 pilotaży byłby nie wystarczający, gdyby nie został zebrany metodycznie. Ponieważ celem było zbádanie termiki letnich *Cu*, starałem się nie marnować wzlotów względnie pilotaży na badanie



Ryc. 6.

Barogramka jednego z wysokich lotów Z. Żabskiego, w wypiętrzonej *Cu*. Drugie miejsce w wysokości IV KZS w Ustjanowej. Zawważ lot w kotle utworzonym w grupie Cumulusów.

6) 43 pilotaży w czasie 29. VI.—12. VII. 1936, z Ustjanowej. Razem 338 pilotaży 2-ma teodolitami, średnio do wys. 2000 m i 35 wzlotów samolotowych. Wartość tego materiału podnoszą liczne fotografie *Cu*, oraz dokładne i gęste obserwacje dolne, czynione podczas samych pomiarów.



Ryc. 7.

Schematyczny przekrój przez kocioł wewnątrz gniazda wypiętrzonej *Cu*. Linia kropkowaną zaznaczono lot Z. Żabskiego, strzałkami prądy wstępujące i opadające. Kocioł jest prawdopodobnie analogią do bezchmurnego „oka burzy” cyklonów tropikalnych. Powstaje w skupionych grupach wypiętrzonej *Cu*, gdy kompensacyjne odprowadzenie powietrza na zewnątrz grupy, nie wystarcza. Część prądu opadającego zwraca się wtedy ku środkowi grupy.

Nadto miałem wgląd w materiał 26 wzlotów, przeprowadzanych trzy razy dziennie podczas

innych stanów pogody; co najwyżej przejścia z okresu *Cu* w inne stany pogody. Nadto wloty i pilotaże uskutecziano nie w terminach stałych, ale wybierano momenty ciekawsze i momenty, które chciało się badać. Pomiar przeprowadzono krótkimi seriami, w których zagęszczano obserwacje, o ile to było tylko możliwe i celowe.

Na wloty latałem zawsze jako obserwator. Sondaż z obserwatorami jest bowiem najekonomicznym sposobem wyzyskania lotu. Obecność meteorologa na drugim siedzeniu w maszynie nadaje dopiero wlotowi wartość pomiarową. Inne wloty mają raczej wartość czysto statystyczną czy synoptyczną. Możliwość wyboru momentu startu, możliwość skierowania pilota w żądaną część atmosfery, chmury, komina, ogląd chmur i terenu z góry, liczne notatki i topowania meteorografu, wreszcie systematyczny pomiar prądów pionowych z szybkości wznoszenia się samolotu, oto rzeczy, których nawet najzdolniejszy pilot nie zdołał sam podczas wlotu przeprowadzić.

Odnosnie pilotaży balonowych, wprowadzono obserwacje balonów o dużej własnej szybkości wznoszenia (150, 200 m/sek), wizowanych 2-ma teodolitami. Długość baz, używanych do tych pomiarów, wynosiła w Bezmiechowej 1617 m, w Skniłowie 824 m, w Ustjanowej 2000 m. Mimo, że D. F. S. pracuje balonami wyważonymi z oto-

zeniem, prowadziłem od początku badania balonami o dużej własnej szybkości wznoszenia, a to ze względu na a) dużą szybkość przesondowania atmosfery do wys. 2000 m, b) łatwe ogrzewanie się balonów wolnych. Maksymalne błędy odczytów wynosiły 0,5 m/sek; w 90% obserwacji nie przekraczały 0,2 m/sek. Jest to dokładność dla naszego celu zupełnie zadawalająca.

Wprowadzono:

1. Systematyczne, pojedyncze sondáže rano, w południe i wieczór.

2. Liczne pojedyncze sondáže w różnych porach tego samego dnia, dla zbadania przebiegu dziennego prądów pionowych.

3. Sondáže, przy których balon wypuszczano w takim momencie, by można było badać rozmaite części *Cu*.

Dr ADAM KOCHAŃSKI

O termice substratosferycznej¹⁾.

Sur la thermique substratosphérique.

L'auteur résume les recherches faites sur les courants verticaux, ainsi que sur la turbulence, dans les portions supérieures de la troposphère et dans quelques premiers km de la stratosphère. D'après les vitesses ascensionnelles des 84 ballons-sondes (fig. 1), on a trouvé, que dans les 4 km au dessus, et 3 km au dessous de la tropopause, il y a un maximum des courants verticaux. En même temps, l'étude des emagrammes (fig. 2) montre des grandes couches d'instabilité en altitudes de 5 à 10 km. Maximum d'apparition de cette haute instabilité se trouve entre 7 et 9 km (fig. 4). Les vitesses des courants verticaux ascendants, peuvent atteindre, d'après les calculs, 14 m par sec., en altitude 8 km (fig. 2, courbe V_v).

Jeżeli dolną część troposfery, do wysokości 5 km, znamy już naogół dobrze, to wyższe partie troposfery, tropopauza i stratosfera, stanowiąc będą jeszcze na długie lata dziedzinę wdzięcznych eksploracji naukowych. Jak narazie bowiem, z wyższych części atmosfery mamy opracowanych kilka oderwanych zagadnień, nie odtwarzających jeszcze wcale warunków, struktury i sposobu funkcjonowania wysokich warstw.

W momencie kiedy możliwość eksploatacji wysokich warstw — powiedzmy 7—10 km, — zaczyna być dla lotnictwa ważną i realną, daje się odczuwać brak wiadomości o prądach pionowych i turbulencji w wysokich warstwach. Zachodzi też pytanie, czy na tych dużych wysokościach niema jakichś możliwości żaglowych dla szybownictwa.

Od niewielu dopiero lat prowadzone na szerszą skalę badania prądów pionowych, nie sięgnęły jeszcze tak wysoko. Można znaleźć jednak pewne dane cyfrowe w starszych materiałach

4. Serie balonów wypuszczanych po sobie w możliwie krótkich odstępach czasu, od 3 do 20 minut, po 3 do 9 balonów w każdej serii. Cel: dokładne zbadanie zmienności struktury pionowej, kominów, studni itd.

5. Systematyczne pomiary prądów pionowych, z obserwowanej szybkości wznoszenia się samolotu.

Na innym miejscu tego numeru znajdzie Czytelnik artykuł o geograficznym rozprzestrzenieniu termiki *Cu* w Polsce. Ta próba regionalnego ujęcia zagadnienia termiki, jest kontynuowaniem systematycznej pracy i badań nad termiką. Od ogólnego poznania szczegółów struktury atmosfery i jej funkcjonowania, trzeba będzie obecnie przejść do zagadnień regionalnych.

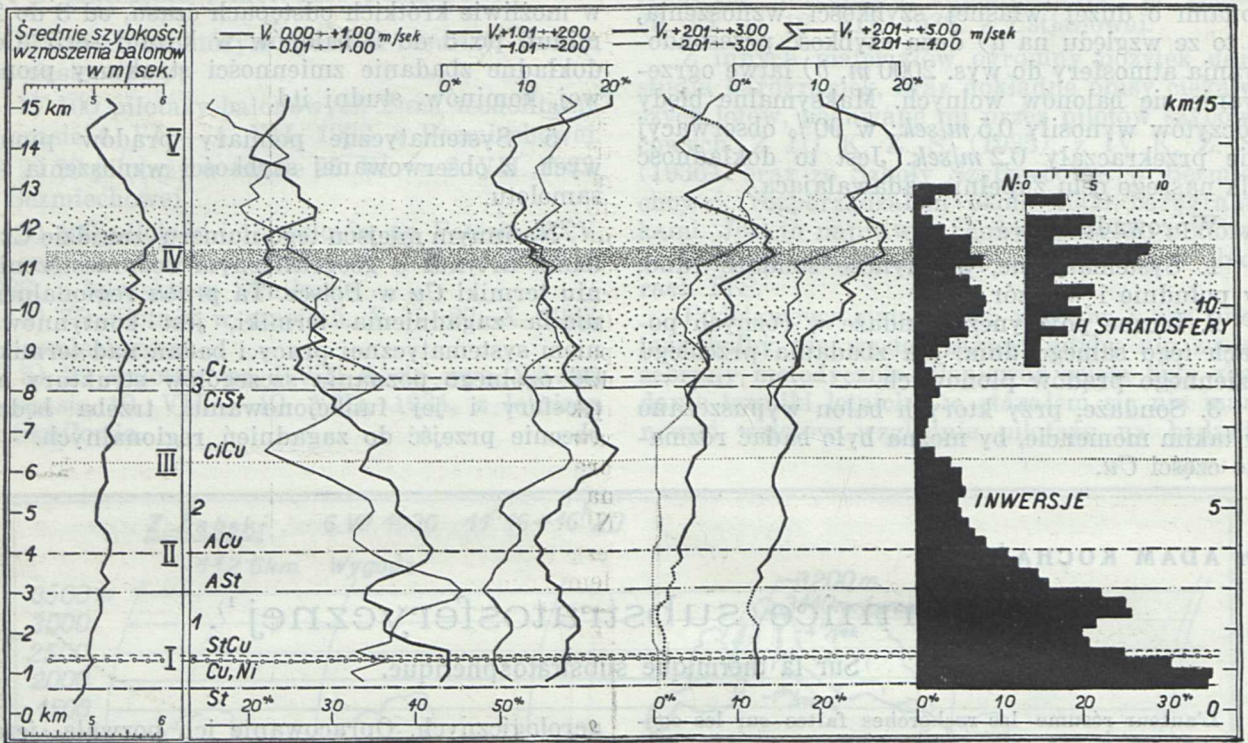
aerologicznych. Opracowanie ich pozwala, jeżeli już nie rozwiązywać, to przynajmniej stawiać i opisywać zagadnienia.

Chcąc zdać sobie sprawę z rzędu szybkości pionowych, oraz częstości występowania rozmaitych szybkości pionowych na dużych wysokościach, opracowaliśmy materiał 84 wysokich balonów-sond z 2 stacyj odległych od siebie o 100 km: Leipzig - Mockau (51°24'N, 12°43'E, 130 m) i Dresden - Heller (51°35'N, 13°46'E, 152 m). Materiał pochodził przeważnie z 8 rano i z miesięcy zimowych (IX—III) tak, że nie było obawy o silną insolację balonów-sond i o wpływ termiczny terenu w dolnych warstwach. Dla każdego poziomu 250-metrowego obliczono z 84 sondáže średnią szybkość wznoszenia się balonów, a następnie obrachowano o ile każdy balon wznosił się szybciej lub wolniej od tej średniej. Otrzymaliśmy w ten sposób odchylenia, które z dużym przybliżeniem wskazują szybkości prądów pionowych w m/sek. Wynik przedstawiony jest na ryc. 1. Widać, że w wyższych partiach troposfery, oraz conajmniej w kilku pierwszych km stratosfery, występują prądy pionowe o tym samym natężeniu co w pierwszych 2 km troposfery. Częstość występowania tych prądów jest związana z płaszczyznami obłocznymi. Maksimum ich pojawia się w przejściu z troposfery w stratosferę, czyli w t. zw. tropopauzie.

Analogiczne zjawiska, jednak mniej wyraźnie postawione, sygnalizowali w roku 1914 A. Schmidt i R. Dietzius, a w r. 1919 J. Reger. Odnosnie zaś prądów pionowych na wys. 13—19 km, L. Poncelet (r. 1935) podaje kapitalne obserwacje „soczewek“ turbulencyjnych w stratosferze, w których napotyka się na prądy pionowe o sile do 8—9 m/sek.

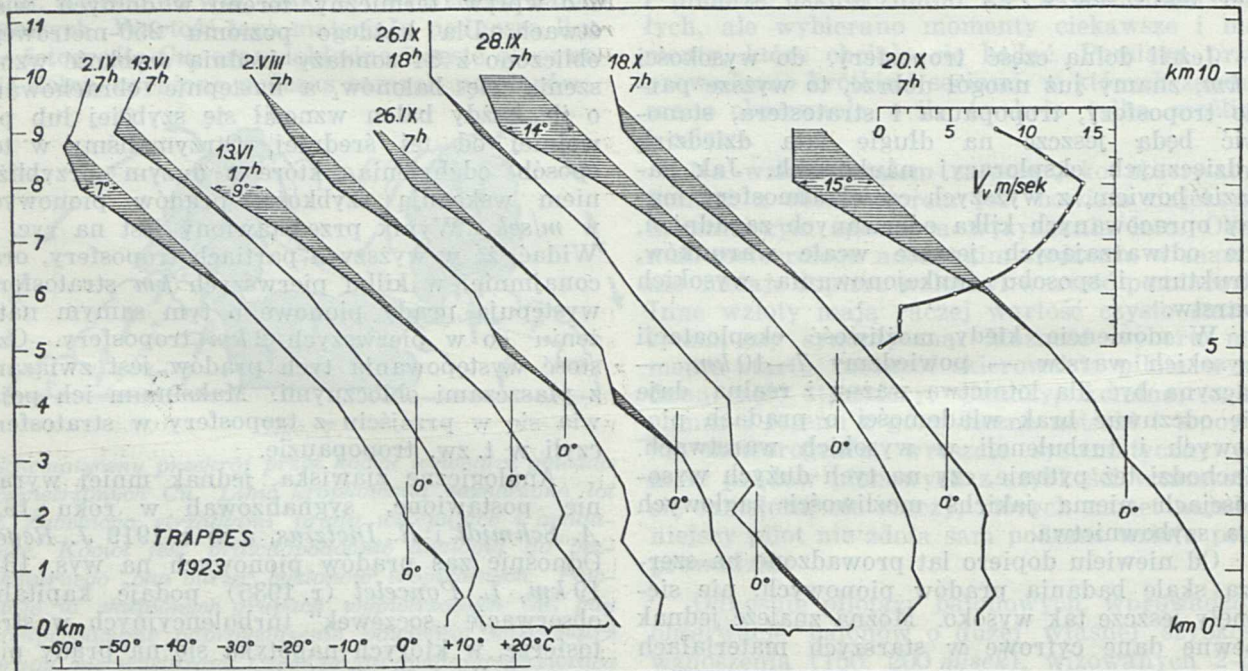
Na podstawie szeregu wspomnianych tu faktów, a głównie rezultatu przedstawionego na ryc. 1, można wyróżnić do 15 km kilka piętr

¹⁾ A. Kochański i W. Wiszniewski: O prądach pionowych w wyższych warstwach troposfery i w stratosferze. Komun. Inst. Geofizyki i Meteor. U. J. K., Nr. 104, Lwów 1936.



Ryc. 1.

Na lewo: średnie szybkości wznoszenia 84 balonów-sond. W środku: procentowy udział prądów wstępujących i opadających na rozmaitych wysokościach; szybkości te ułożono w 8 grup. Na prawo: częstość występowania inwersji i izotermij w % od 84 wzlotów (30% oznacza, że w 30% t. j. w 28 na 84 wzlotów obserwowano na danym poziomie wysokościowym inwersję lub izotermię). Liniami poziomymi wrysowano średnie wysokości poszczególnych płaszczyzn obłocznych w zimie. Nadto zaznaczono piętra aktywne pod względem ruchów pionowych, i piętra pasywne. Piętra aktywne: I) Cu, Stcu, Nb. 0—1,5 km. II) Acu. 4 km. III) Cicu. 7 km. IV) Tropopauza 11—12 km. V) Stratosfera od 14 km w górę. Piętra pasywne: 1) Przestrzeń między Cu, a Acu. 1,5—3,5 km. Przestrzeń między Acu, a Cicu. 4,0—6,5 km. 3) Ci, Cist. 8 km.

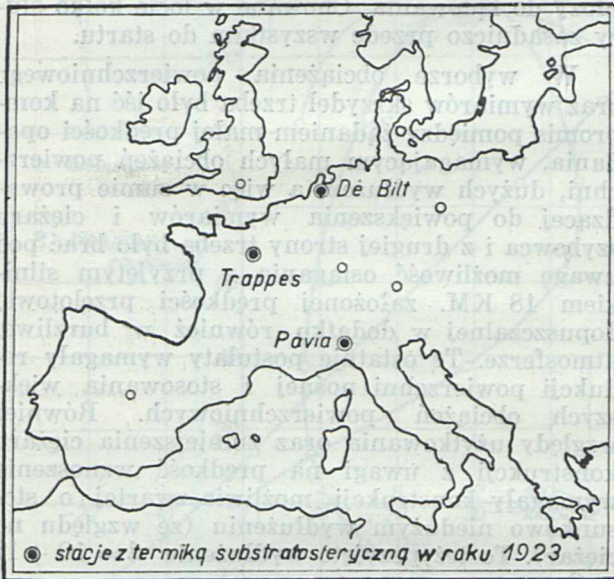


Ryc. 2.

Emagramy termiki substratosferycznej. Dla sondażu z 20. X. 1923 obliczono wzorem Linke'go szybkości prądów występujących w warstwie chwiejnej; szybkości te dochodzą do 14 m/sek, na granicy stratosfery.

atmosferycznych, z których jedne są pod względem ruchów pionowych aktywne, a drugie pasywne. Piętra aktywne zaznaczone są na ryc. 1 cyframi I—V, piętra pasywne 1—3.

Niezmiernie interesujące wyniki dały poszukiwania nad równowagą chwiejną atmosfery w wysokich warstwach. Zużytkowaliśmy do tego dane 98 międzynarodowych wysokich sondaży z r. 1923. Na ryc. 2 mamy emagramy 9 wzlotów z Trappes (Francja). Od 5 km w górę, występują w tych emagramach nieprzerwane warstwy niestałości suchej, o olbrzymiej miąższości kilku km i różnicach temperatur między adiabata a krzywą stanu, dochodzących do 15°. Obliczone w jednym z naszych przykładów i wyrysowane na ryc. 2, szybkości prądów pionowych wywołanych taką nierównowagą, dochodziły do 14 m/sek.



Ryc. 3.

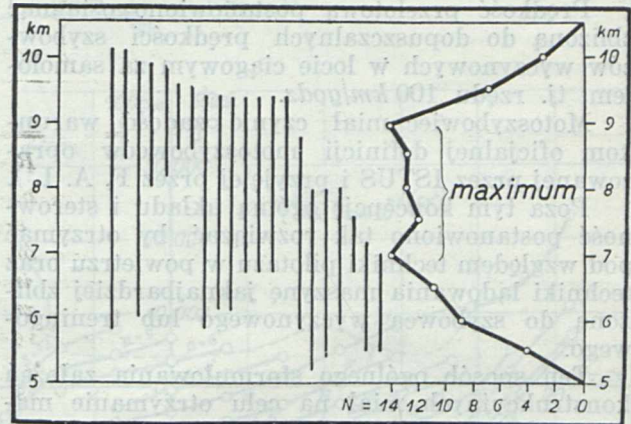
Stacje europejskie, w których przeprowadzono w r. 1923 pomiary, za pomocą wysokich balonów-sond.

W studiowanym przez nas materiale, opublikowane były dane dla 13 stacji, w tym 8 europejskich (ryc. 3). Charakterystycznym jest, że tylko 3 stacje wykazują termikę substratosferyczną: Trappes (w 62% wzlotów), De Bilt (w 30%) i Pavia (w 33%). Inne stacje europejskie oraz Słuck (Rosja), nie wykazały ani razu zjawiska tej termiki. Nasuwa się więc pytanie, czy termika ta jest charakterystyczna dla pewnych tylko regionów, czy też jest zjawiskiem ogólnym, niezaobserwowanym tylko z powodu braku liczniejszych wzlotów.

Trudno na to dać dziś odpowiedź. Faktem jednak jest, że Trappes i De Bilt leżą w obszarze najbardziej ożywionej cyrkulacji i wymiany mas, jaka zachodzi między trzonem kontynentu europejskiego a Atlantykiem i Morzem Północnym. Pavia zaś położona jest w takim samym pasie granicznym między północną częścią Europy, a najzupełniej odmiennym pod każdym względem Morzem Śródziemnym.

Ryc. 4 jest jeszcze jednym przyczynkiem do

poznania natury termiki substratosferycznej. Z 21 sondaży z Trappes, De Bilt i Pavii, w których wystąpiło zjawisko tej termiki, wybrano miąższość (wysokość) warstwy chwiejnej i przedstawiono kreskami na odpowiednich wysokościach. Ryc. 4 wskazuje, że w górnych partiach troposfery istnieją warstwy równowagi chwiejnej o miąższości ponad 4 km, a sięgające ponad 10 km wysokości. W prawej części ryc. 4 mamy ilość wypadków niestałości w każdej warstwie 500-metrowej od 5 do 11 km. Pojawia się tu wyraźne maksimum od 7 do 9 km. Całą więc partię troposfery od regionu Cicu (7 km) do tropopauzy (9 km), trzeba uważać za dziedzinę bardzo ożywionych ruchów pionowych. I to nie tylko w tych regionach, gdzie notowaliśmy pojawianie się termiki substratosferycznej, ale prawdopodobnie wszędzie w Europie; wskazuje na to wynik ryc. 1, odnoszący się do wschodnich Niemiec, z którego widać, że tropopauza i niżej leżąca warstwa o grubości 3 km, jest pod względem ruchów pionowych najaktywniejsza.



Ryc. 4.

Na lewo: miąższość i zasięg wysokościowy warstw równowagi chwiejnej, z 21 wysokich sondaży z r. 1923. Warstwy uporządkowane są na ryc. według miąższości i wysokości, do której sięga niestałość. Na prawo: ilość wypadków (N) równowagi chwiejnej, na poziomach co 500 m. Wybitne maksimum pojawiające się między 7 a 9 km, zaznacza najbardziej aktywną część tropopauzy, poza pierwszymi dwoma km przyziemnymi.

Tak więc i ten „idealny“ rejon wysokich lotów, stratosfera, — a przynajmniej kilka km substratosferycznych i kilka km samej stratosfery — nie są tak martwe i „ciche“, jakby to można przypuszczać. A konkretnie: czy to ożwienie tropopauzy i warstw sąsiednich pomoże, czy też zaszkodzi przyszłemu lotnictwu stratosferycznemu? Czy będzie można żaglować na tych wysokościach tak jak to miało już miejsce przed rokiem w Z. S. R. R.? Jakie są warunki lotne, możliwości realizacji, cele praktyczne lotnictwa motorowego i szybownictwa substratosferycznego? Jak wreszcie przedstawia się zjawisko termiki substratosferycznej nad regionami Polski? Są to zagadnienia otwarte, wymagające raz jeszcze pionierskiej pracy naukowej.

Motoszybowiec ITS-8.

Motoplaneur ITS-8.

En réalisant son programme des études des problèmes des motoplaneurs L'Institut de la Technique d'Aviation sans Moteur vient de construire motoplaneur ITS-8. Ce motoplaneur conçu comme l'appareil d'école et d'entraînement, a passé déjà quelques heures d'étude en vol. L'article donne les principes de construction, les résultats des études aérodynamiques et les performances approximatives d'après les essais en vol. On donne aussi les résultats des essais aérodynamiques d'un motoplaneur de performance ITS-8W.

Założenia ogólne: W locie szybowym z zatrzymanym silnikiem i nieruchomym śmigłem prędkość opadania miała nie przekraczać 1 m/sek tj. prędkości opadania szybowców treningowych.

Prędkość przelotową postanowiono osiągnąć zbliżoną do dopuszczalnych prędkości szybowców wyczynowych w locie ciągowym za samolotem, tj. rzędu 100 km/godz .

Motoszybowiec miał czynić zadość warunkom oficjalnej definicji motoszybowców opracowanej przez ISTUS i przyjętej przez F. A. I.¹⁾

Poza tym koncepcję ogólną układu i sterowność postanowiono tak rozwiązać, by otrzymać pod względem techniki pilotażu w powietrzu oraz techniki lądowania maszynę jaknajbardziej zbliżoną do szybowca wyczynowego lub treningowego.

Ten sposób ogólnego sformułowania założeń konstrukcyjnych miał na celu otrzymanie maszyny, która pod względem pilotażowym nie przedstawiając trudności dla zaawansowanego pilota szybowcowego, mogłaby stać się środkiem turystyki lotniczej czy małej komunikacji zdolnym do wykorzystywania dla lotu energię atmosfery w tym samym stopniu co przeciętny szybowiec treningowy. Zaopatrzenie w silnik pomocniczy możliwy do uruchamiania w powietrzu rozszerzałoby możliwość latania przy braku odpowiednich warunków aerologicznych, zapewniając przy tym conajmniej taką swobodę latania, jaką mają szybowce wyczynowe w locie ciągowym za samolotem (prędkości przelotowe tego samego rzędu).

Konieczne minima ze względu na swobodę startu i lądowania wyznaczają warunki oficjalnej definicji motoszybowca¹⁾.

Drogi realizacji. Chęć uczynienia motoszybowca podobnym w pilotażu i lądowaniu (wyczucie, widoczność, odległość od ziemi,

¹⁾ Ciężar całkowity w locie $Q \leq 350 \text{ kg}$. Obciążenie kwadratu rozpiętości $\frac{Q}{L^2} \leq 2,5 \text{ kg/m}^2$. Silnik o pojemności $V \leq 1000 \text{ cm}^3$.

Przy starcie motoszybowiec powinien przechodzić nad 8-0 metrową przeszkodą odległą o 250 m od miejsca startu.

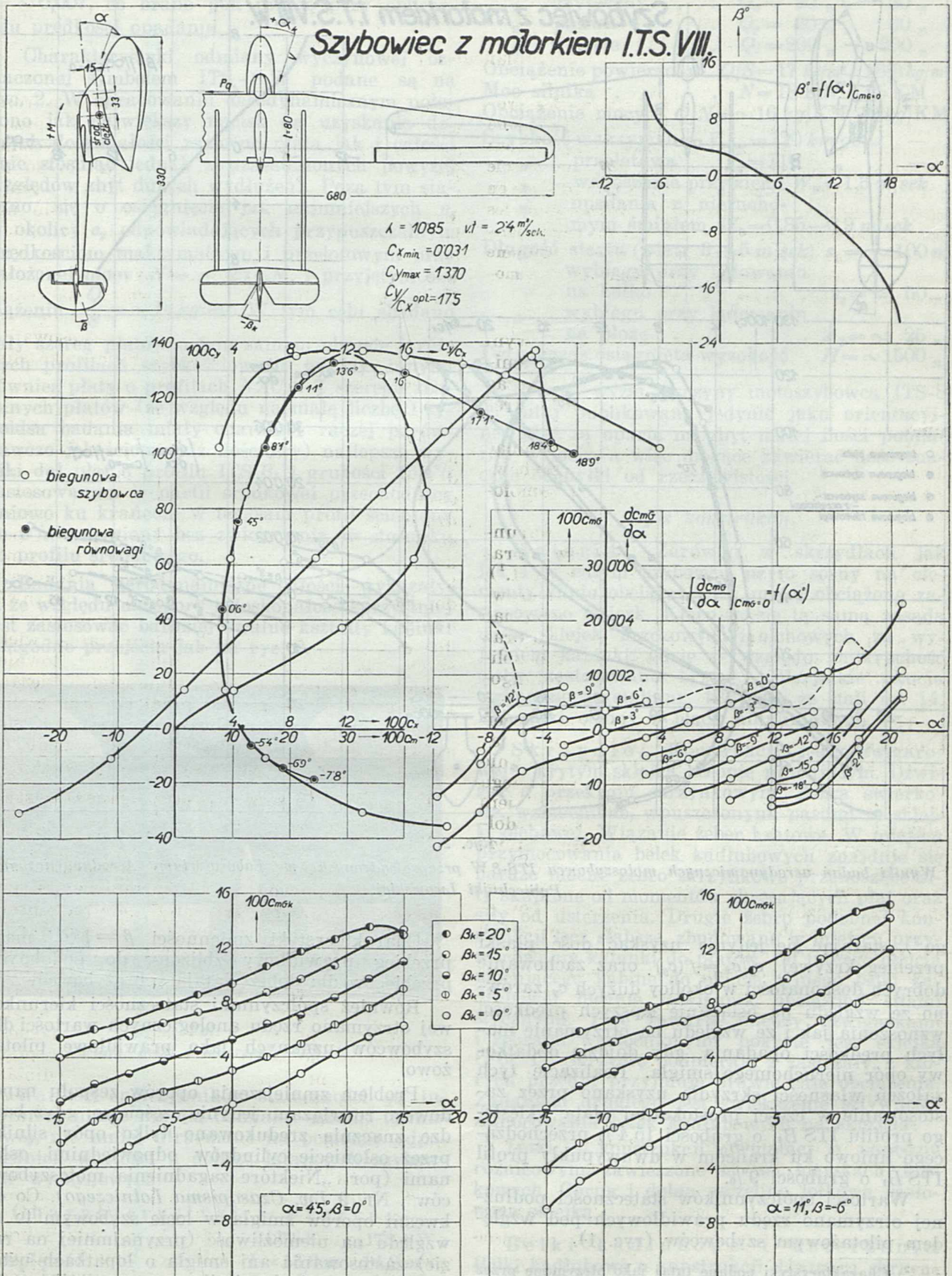
Przy lądowaniu po przejściu 8 m przeszkody powinien zatrzymać się w odległości co najwyżej 250 m za przeszkodą.

reakcja sterów itp.) do szybowca znalazła rozwiązanie w koncepcji umieszczenia pilota z przodu i uformowania przodu kadłuba identycznie jak w szybowcach wyczynowych. Pociągnęło to za sobą konieczność zastosowania silnika o śmigle pchającym; umieszczono go ze względu na bezpieczeństwo jak najbardziej w tyle poza pilotem, co pociągnęło za sobą (ze względu na wyważenie) przyjęcie układu skrzydeł w strzałę. Umieszczenie silnika z tyłu pozwalało na realizację bardzo ważnego problemu podobieństwa w lądowaniu do szybowca przez zastosowanie płozy do lądowania. Chowane w locie kółko służy zasadniczo przede wszystkim do startu.

W wyborze obciążenia powierzchniowego oraz wymiarów skrzydeł trzeba było iść na kompromis pomiędzy żądaniem małej prędkości opadania, wymagającym małych obciążeń powierzchni, dużych wydłużeń, a więc w sumie prowadzącej do powiększenia wymiarów i ciężaru szybowca i z drugiej strony trzeba było brać pod uwagę możliwość osiągnięcia z przyjętym silnikiem 18 KM. założonej prędkości przelotowej dopuszczalnej w dodatku również w burzliwej atmosferze. Te ostatnie postulaty wymagały redukcji powierzchni nośnej i stosowania większych obciążeń powierzchniowych. Również względy użytkowania oraz zmniejszenia ciężaru konstrukcji z uwagi na prędkość wznoszenia wymagały konstrukcji możliwie zwartej o stosunkowo niedużym wydłużeniu (ze względu na ciężar). To też przyjęto wydłużenie $\lambda = 10 \div 12$ i $\frac{Q}{S} = 15 \div 18 \text{ kg/m}^2$ (patrz charakterystyki niżej).

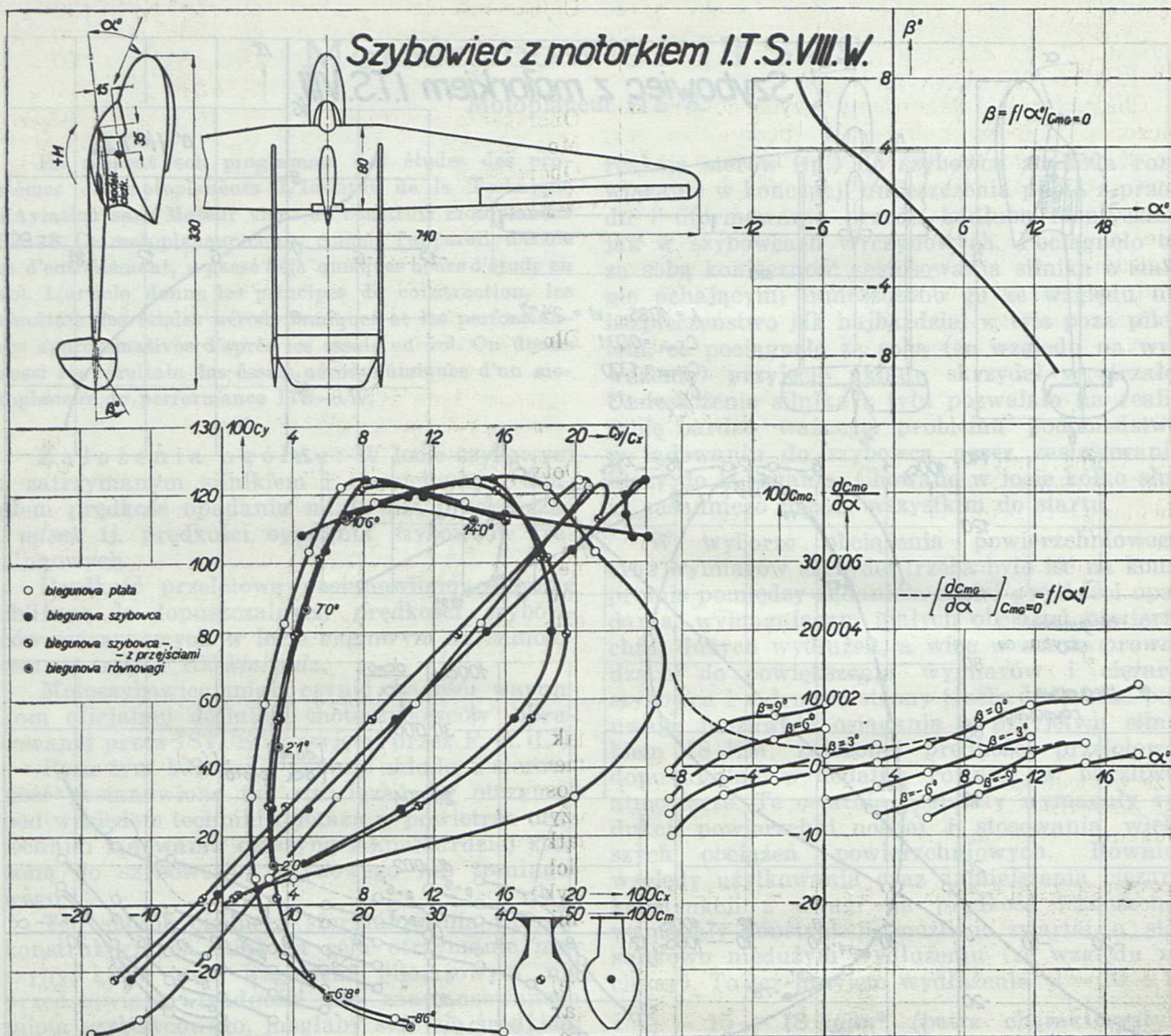
Chcąc zdobyć jaknajwięcej doświadczenia w sprawie wpływów takich czynników jak wydłużenie charakterystyki aerodynamicznej profilu itp., na własności szybowca oraz jego warunki pilotażowe, motoszybowiec ITS-8 zaprojektowano od razu w dwu odmianach: szkolno-treningowej i wyczynowej. Według pierwotnej koncepcji odmiany te miały się różnić jedynie zamiennymi płacami i całą różnicę własności i wyczynów motoszybowców miały dawać płaty. Następnie opracowano nową całość odmiany wyczynowej polepszając charakterystyki aerodynamiczne drogą bardziej celowego ukształtowania kabinki, sterów itd.

Charakterystyki aerodynamiczne odmiany szkolno-treningowej oznaczonej symbolem ITS-8 podaje ryc. 1. Płat ITS-8 o wydłużeniu średnim ($\lambda=11$) ma tak dobre profile, by uzyskać płaski przebieg biegunowej w okolicy $c_{y \max}$ ze względu na nieprzyciągalność szybowca. Poza tym starano się, by c_x płata powiększało się w okolicy $c_y=0$ ze względu na zmniejszenie prędkości nurkowania. Na doskonałość maksymalną zwrócono tu mniejszą uwa-



Ryc. 1.

Wyniki badań aerodynamicznych motoszybowca I.T.S.-8 przeprowadzonych w Laboratorium Aerodynamicznym Politechniki Lwowskiej.



gę²⁾, starając się jedynie uzyskać dość płaski przebieg krzywej $c_y/c_x = f(c_y)$, oraz zachowanie dobrych doskonałości w okolicy dużych c_y , zarówno ze względu na osiąganie lepszych prędkości wznoszenia jak i ze względu na otrzymanie małych prędkości opadania, gdy dojdzie dodatkowo opór nieruchomego śmigła. Realizację tych założeń własności skrzydła uzyskano przez zastosowanie w części prostokątnej płata wklęsłego profilu ITS B₄, o grubości 15,4% przechodzącego liniowo ku krańcom w dwuwypukły profil ITS B₁ o grubości 9%.

Wartości współczynników stateczności podłużnej otrzymano rzędu prawidłowych pod względem pilotażowym szybowców (ryc. 1).

²⁾ Charakterystyki podane tutaj jako otrzymane przez badanie modelu przy bardzo małej liczbie Reynoldsa należy uważać jako mniej korzystne od charakterystyk rzeczywistych. Dotychczasowe badania w locie motoszybowca ITS 8 również zdają się potwierdzać ten fakt zarówno co do wielkości oporów jak i co do wielkości wyporów.

Charakterystyki zmienności $\beta = f(\alpha)$ mają przebieg prawidłowy zbliżony do podobnych przebiegów dla dobrze latających szybowców.

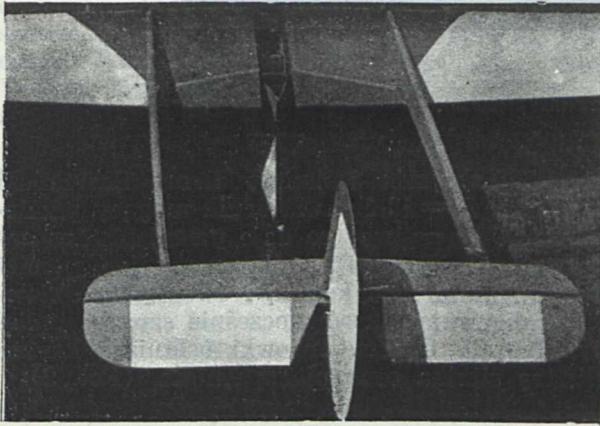
Również współczynniki stateczności kierunkowej otrzymano rzędu anologicznych wartości dla szybowców uznanych jako prawidłowe pilotażowo.

Problem zmniejszenia oporów zespołu napędowego rozwiązano jedynie częściowo, gdyż bardzo znacznie zredukowano tylko opór silnika przez osłonięcie cylindrów odpowiednimi osłonami (por. „Niektóre zagadnienia motoszybowców“, Nr. 9 *Lw. Czasopisma Lotniczego*). Co do kwestii oporów śmigła w locie szybowym to ze względu na niemożliwość (przynajmniej na razie) zastosowania ani śmigła o łopatkach ustawianych w locie bezsilnikowym w linii strug, ani nawet zastosowania rozprężnięcia śmigła z silnikiem i pozwolenie mu na swobodne wirowanie (co daje mniejszy opór od śmigła nieruchomego) liczone się od razu z wystąpieniem w lo-

cie szybowym dodatkowego oporu rzędu $e_x = \sim 0,007$, co brano pod uwagę przy obliczaniu prędkości opadania.

Charakterystyki odmiany wyczynowej oznaczonej symbolem ITS-8 W podane są na ryc. 2. W opracowaniu aerodynamicznym położono jak największy nacisk na uzyskanie dobrych doskonałości zarówno płata jak i całości (nie stosując jednak z uzasadnionych powyżej względów zbyt dużych wydłużeń). Poza tym starano się o osiągnięcie jak najmniejszych e_x w okolicy e_y odpowiadających przypuszczalnym prędkościom maksymalnym i przelotowym przy założonej mocy $N = \sim 25$ KM. i przyjętym obciążeniu $\frac{Q}{S} = \sim 18$ kg/m². W tym celu zbadano cały szereg płatów o tym samym obrysie i różnych profilach szybkościowych między innymi również płaty o profilach NACA. Z szeregu zbadanych płatów (ze względu na małą liczbę Reynoldsa badania miały charakter raczej porównawczo jakościowy niż ilościowy) najlepsze wyniki dał płat o profilu ITS B₁ i grubości 15,4% zastosowanym w partii środkowej przechodzący liniowo ku krańcom w ten sam profil ścieniony do 9%, ustawiony bez zwichrzenia w stosunku do profilu środkowego.

Badania aerodynamiczne całości wykazały, iż ze względu na opory i doskonałość korzystniej jest zastosować bardziej owalne kształty kabinki i łagodne przejścia jak na ryc. 2.



Fot. 1.

Płaty, belki i usterzenie ITS-8.

Wartości współczynników stateczności są tutaj nieco niższe niż dla odmiany szkolno-treningowej, nie mniej utrzymane na poziomie odpowiednich wartości u dobrze latających szybowców wyczynowych.

Charakterystyki i wyczyny.

	ITS-8	ITS-8 W
Rozpiętość	$L=13,6$ m	14,2 m
Długość	$D=6,4$ „	6,5 „
Powierzchnia nośna	$S=16,9$ m ²	16,2 m ²
Wydłużenie	$\lambda=11$	12,5
Pow. opierzenia poziomego	$S_H=2,08$ m ²	1,8 m ²
„ „ pionowego	$S_V=1,37$ „	1,68 „

Ciężar własny	$Q_w=180$ kg	180 kg
„ użyteczny	$Q_u=90$ „	90 „
„ paliwa	$Q_p=20$ „	30 „
„ w locie	$Q_c=290$ „	300 „
Obciążenie powierzchni	$Q/S=17$ kg/m ²	18,5 kg/m ²
Moc silnika	$N=18$ KM	25 KM
Obciążenie mocy	$Q/N=\sim 16$ kg/KM	12 kg/KM
Szybkość maksymalna	$V_{max}=120$ km/godz	—
„ przelotowa	$V_p=110$ „	—
„ wznoszenia przy ziemi	$W_w=1,3$ m/sek	
„ opadania z nieruchomym śmigłem	$W_0=0,85-0,9$ m/sek	
Długość startu (wiatr $3 \div 5$ m/sek)	$s_1=\sim 100$ m	
„ wybiegu przy lądowaniu na kółko	$s_2=\sim 50$ „	
„ wybiegu przy lądowaniu na płożę	$s'_2=\sim 25$ „	
Dotychczas osiągnięta wysokość	$H=\sim 1500$ „	

Podane wyżej wyczyny motoszybowca ITS-8 są tutaj publikowane jedynie jako orientacyjne, gdyż są oparte na zbyt małej ilości pomiarów w locie, a więc mogące zawierać dość znaczne odchyłki od rzeczywistości.

Opis konstrukcji.

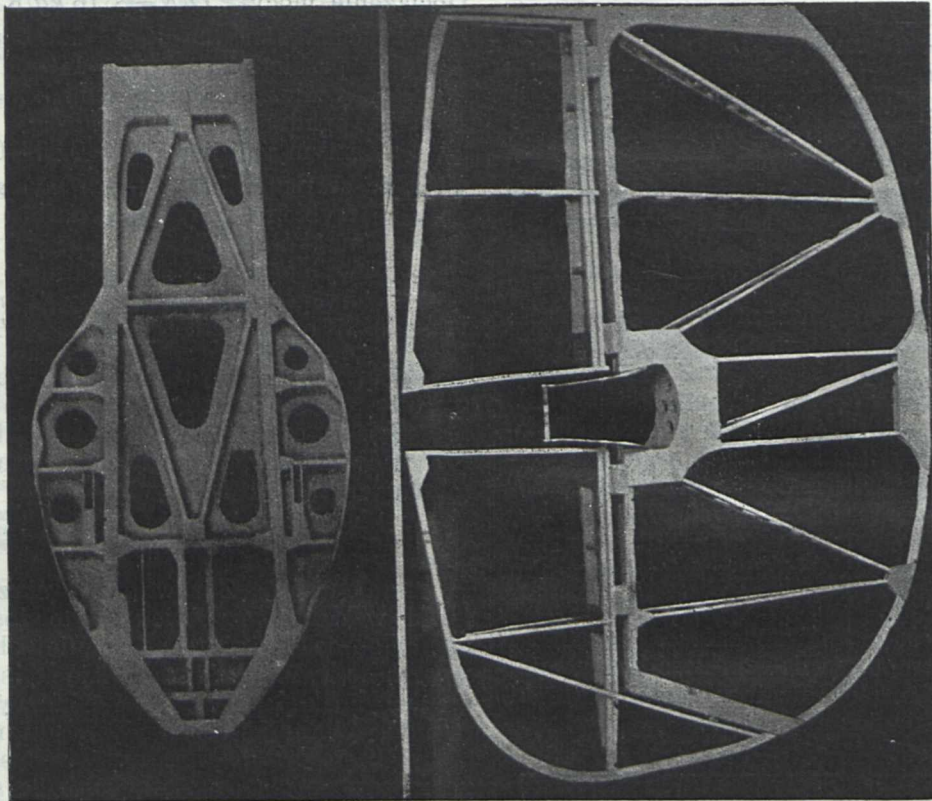
Materiał. Zarówno w skrzydłach jak i w całym szybowcu użyto sosny na elementy silnie obciążane, na mniej obciążone zastosowano świerk. Kierując się tą samą zasadą użyto sklejek brzożowych i olchowych za wyjątkiem kabinki, gdzie ze względu na kruchość olchy zastosowano brzożę. Wszystkie okucia wykonano ze stali nr. 12, bolce ze stali nr. 14. Zbiorniki osłony z blach aluminiowych.

Skrzydło: Konstrukcji jednodźwigarowej o krytym sklejką kesonie pracującym. Dźwigar o przekroju skrzynkowym. Żebra świerkowe, wzmocnione, wpuszczonymi pasami ze sklejki olchowej. Wiązanie żeber kratowe. W miejscu przymocowania belek kadłubowych znajduje się bardzo mocne żebro skrzynkowe przenoszące siły skupione od momentów skręcających płat oraz siły od usterzenia. Drugie żebro podobnej konstrukcji lecz słabsze, zbudowano w miejscu przymocowania kabinki do płatów. Od tylnego okucia mocującego kabinę do okucia tylnego belki kadłubowej biegnie dźwigarek obciążony siłami stycznych. Pole zawarte między dźwigarkami i żebrami wzmocnionymi pokryte jest sklejką (Fot. 1). Skrzydło podpierają 2 zastrzały, z których przedni przyjmuje prawie całe obciążenia. Zadaniem drugiego jest zwiększenie sztywności zamocowania belek kadłubowych na skrzydło.

Lotki — konstrukcji normalnej o napędzie różnicowym, zawieszane są na łożyskach kulkowych. Górna i dolna szczelina lotkowa zasłonięta sklejką.

Belki kadłubowe i usterzenie. Belki kadłubowe o konstrukcji dźwigara skrzynkowego (podłużnice i rozpórki świerkowe) są usztywnione w płaszczyźnie poziomej skrzyżowanymi drutami. Usterzenie zarówno poziome jak i pionowe składa się ze stateczników krytych sklejką i sterów krytych płótnem. Konstruk-

cja usterzenia poziomego normalna. Statecznik pionowy natomiast składa się z 2-ch części mocowanych przegubowo do statecznika poziomego i usztywnionych drutami. Ster kierunkowy normalny. (Fot. 2).



Fot. 2.
Wręga główna i usterzenie pionowe.

K a d ł u b : O kształcie zbliżonym do kabinek szybowców, pokryty jest całkowicie sklejką. Jego usztywnienie wewnętrzne stanowią normalne wręgi o przekroju skrzynekowym oraz wręgi wzmacniące (główne) całkowicie kryte sklejką (Fot. 2). Kadłub wyposażony jest w płożę szybowcową amortyzowaną dętką oraz wszystkie urządzenia do startu z gumy i do lotów ciągowych.

Nieco przed środkiem ciężkości znajduje się kółko „Argus“, (ogonowe) o średnicy 290 mm wystające do połowy w stanie wysuniętym i całkowicie kryjące się za płożę w stanie schowanym. Kółko chowa się w locie, dźwignią uruchamianą lewą ręką pilota. Osłonę pilota stanowi spawana z rurek stalowych i kryta celuloidem limuzyna.

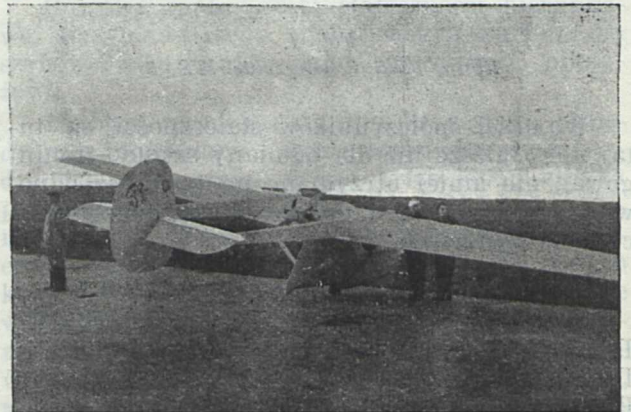
Wyposażenie kabiny w przyrządy jak w normalnych szybowcach wyczynowych plus licznik obrotów.

Duży nacisk położono na staranne wykończenie powierzchni zewnętrznych. Oprócz wspomnianych osłon zespołu śmigło-silnikowego zastosowano owiewki okuć zastrzałowych przejście między kabiną a skrzydłem oraz między statecznikami.

Zewnętrzne powierzchnie zostały wyrównane przez szpachlowanie, a całość pokryta lakiem Nu-Enamel.

Zespół śmigło-silnikowy: stanowi 2-cylindrowy silnik Köhler o mocy 18 KM.

przy 2700 obr./min i śmigło firmy Szomański o średnicy $D = 1,36$ m. Zbiornik mogący pomieścić do 30 kg paliwa (co daje ponad 650 km zasięgu przy wietrze 0), umieszczony jest pomiędzy skrzydłami nad kabiną i osłoniętym owiewkiem zakrywającym równocześnie szparę pomiędzy płatami. Osobne owiewki osłaniają karter, cylindry silnika oraz piastę śmigła. (Fot. 3).



Fot. 3.
Molotzybowiec ITS-8. Widoczne osłony silnika.

Uruchamianie silnika w powietrzu będzie prawdopodobnie rozwiązane przez zastosowanie dekompresorów pozwalających na wyzyskanie momentu wiatrakowego śmigła do rozprężenia silnika.

Wnioski z prób. Na podstawie przeprowadzonych prób można już sprecyzować pewne wnioski.

A więc: pilotaż takiego motoszybowca nie powinien przedstawiać dla zaawansowanych szybowników żadnych trudności. Lądowanie na płożę najzupełniej identyczne jak w szybowcach, lądowanie natomiast na pierwotnie zastosowane kółko bez amortyzacji wymagało większej precyzji i mogło stanowić trudność dla pilota-szybowcowego. Obecnie przerabia się podwozie w ten sposób, że dodaje się amortyzację gumową, której konieczność okazała się również ze względu na start.

Doświadczenie wykazało, iż nawet w połączeniu z płożą nie należy stosować zbyt małych średnic kółka, które powodują zahamowanie szybowca przy starcie w nierównościach lotniska w błocie, śniegu itp.

Celowość troskliwego wykończenia powierzchni zewnętrznych oraz starannego wykonania wszystkich przejść najlepiej podkreśla fakt uzyskania zwiększenia prędkości maksymalnej o kilkanaście kilometrów na godzinę po starannym wykończeniu.

Co się tyczy silnika Köhler M-3 to na pełnym gazie i przelotowych obrotach pracuje on stosunkowo spokojnie, natomiast na niższych obrotach silnie drga. Drgania te zmuszają do elastycznego zawieszania silnika, starannego opracowania łoża ze względu na możliwość znacznych naprężeń wywołanych drganiami i zmęczeniem materiału. Należy pamiętać o doprowadzeniu przewodów w sposób elastyczny jak również i sterowania silnika i to przeprowadzając je możliwie przez osł drgań. Również należy pamiętać o dobrym przytrzymywaniu kabli wyposażenia elektrycznego silnika i bowdenów sterowania, gdyż wskutek drgań mogą się one przetrzeć o części silnika lub płatowca.

Inż. W. Stępniewski.

KOMUNIKATY.

Komunikat Związku Polskich Inżynierów Lotniczych. Dnia 14 lutego b. r. w lokalu Związku Polskich Inżynierów Lotniczych, mieszczącym się w Instytucie Aerodynamicznym w Warszawie, przy ul. 6 Sierpnia 50, odbyło się Zwyczajne Walne Zgromadzenie Związku. Nowe Władze Związku zostały wybrane w składzie następującym:

Zarząd: Prezes Inż. W. Challier. Członkowie: Inż. St. Dudziński, Inż. L. Dulęba, Inż. J. Dziewoński, Inż. K. Jagoszewski, Inż. L. Kwaśniak, Inż. M. Skarbiński. Zastępcy: Inż. J. Bełkowski, Inż. E. Kosko.

Komisja Rewizyjna: Członkowie: Inż. Z. Arnd, Inż. L. Łabuć, Inż. R. Suryn. Zastępcy: Inż. M. Kaczanowski, Inż. W. Zaremba.

Komisja Weryfikacyjna: Inż. E. Roland, Inż. F. Suchos, Inż. A. Szyszkowski.

Sąd Koleżeński: Inż. S. Krzyckowski, Inż. W. Makowski, Inż. M. Pęczalski, Inż. S. Rogalski, Inż. A. Seńkowski.

Pomiary aerologiczne ITS na Śląsku. Dzięki poparciu Zarządu Okręgu Śląskiego LOPP i czynnej pomocy Szkoły Lotniczej LOPP w Aleksandrowicach, miałem możliwość rozpocząć we wrześniu 1936 r., pomiary nad właściwościami termicznymi Śląska.

W czasie od 14 do 30 września 1936, przeprowadzono z lotniska w Aleksandrowicach 20 wzlotów aerologicznych na RDW 8, do wysokości 2500 m, przy czym niektóre wzloty składały się z 2 lub 3 niezależnych wzlotów, tak że sondowań było w sumie 37.

Nie wszystkim może wiadomym jest, że teren południowego Śląska, ze względu na góry Be-

skidu Małego i Śląskiego, z charakterystyczną kotłową żywiecką, jarem Soły, dolinami Wisły i Brenny, oraz pasami stawów u podnóża gór, stanowi niezmiernie ciekawą krainę zjawisk termiki atmosfery.

Przy sposobności kursu nawigacyjno-meteorologicznego odbytego w czasie od 15 do 25 marca 1937 r., zebrałem nadto materiał 24 wzlotów (47 niezależnych sondaży).

Podkreślić należy zrozumienie dla tego rodzaju prac ze strony Zarządu Okręgu Śląskiego LOPP i ofiarną pomoc (pomieszczenia, samolot, paliwo, piloci).

A. Kochański.

Kurs szybowcowy nawigacyjno-meteorologiczny w Aleksandrowicach. Przy ciągłym rozwoju naszego szybownictwa, wylaniała się od dłuższego czasu konieczność podniesienia wiadomości z zakresu nauki o prądach wznoszących, będących istotnym motorem lotu bezsilnikowego. Celem uzupełnienia tych braków, zorganizowany został staraniem Zarządu Okręgu Śląskiego LOPP i przy czynnej pomocy ITS, kurs nawigacyjno-meteorologiczny dla kierowników i instruktorów szkół i ośrodków szybowcowych. Kurs odbył się w Szkole lotniczej LOPP w Aleksandrowicach koło Bielska, w czasie od 15 do 25 marca 1937 r.

Celem kursu było: 1) zaznajomienie uczestników z dotychczasowymi wynikami badań aerologicznych i doświadczeń nawigacyjno-szybowcowych, 2) podniesienie wiadomości teoretycznych i praktycznych z zakresu meteorologii stosowanej i nawigacji szybowcowej, 3) zorganizowanie współpracy w zbieraniu materiałów i badaniu warunków termicznych różnych szybowisk.

Kurs prowadził Dr. A. Kochański z ITS, R. Matz (ITS), oraz M. Offierski (pilot doświadczalny). Z 20 uczestników przypadło na Okręgi Wojew. LOPP: Śląski 6 uczestników. Krakowski 2. Kielecki 3. Warszawski 3. Wołyński 2. Lwowski 3. Łódzki 1. W kursie wzięli udział kierownicy wszystkich szkół szybowcowych LOPP: Policzna, Sokolej Góry, Czerwonego Kamienia, Golezowa, Bodzowa, Tęgorborza itd.

Kurs miał charakter zupełnie specjalny. Wykłady teoretyczne z zakresu termiki, synoptyki, służby meteor. dla lotnictwa, przyrządów pokładowych itp., objęły 18 godzin. Na część praktyczną (109 godzin zajęć) położono największy nacisk, udostępniając wszystkim uczestnikom wloty aerologiczne w charakterze obserwatora, samodzielne, kilkakrotne cechowania barografów, montaż przyrządów pokładowych itd. Opracowanie wlotów, wykreślanie i „czytanie“ emagramów, wykreślanie metryk barografów itd., wykonał każdy z uczestników zupełnie samodzielnie.

Lotów sondażowych na RWD 8, do wysokości 2500 m, wykonano 27, w łącznej sumie 20 godzin 40 min. Loty te, poza ich instruktywną stroną dla uczestników kursu, dały dużo cennego materiału naukowego.

Kurs dał pod każdym względem doskonałe wyniki. Należy stwierdzić, że strona naukowa szybownictwa jest wśród pilotów w zupełności doceniana i rozumiana. Wielka różnorodność zjawisk termiki, jaką obserwuje się na terenie Śląska, obudziła żywe zainteresowanie wśród uczestników kursu i dążność do przeprowadzenia tej pracy na innych terenach.

Przy nikłym jednakże przygotowaniu naukowym, nawet wyczynowych pilotów szybowco-

wych, należałoby bezwzględnie organizować dalsze kursy tego rodzaju.

A. Kochański.

Pomiary krążenia szybowców. Próbnymi pomiarami krążenia szybowców, wykonane na kursie doświadczalnym i wyczynowym w Ustjanowej 2—17 IX. 1936 przez Kierownictwo tego kursu (kpt. inż. M. Blaicher) i Instytut Techniki Szybownictwa metodą fotografowania kinowego przez siatkę, dały następujące wyniki:

Szybowiec	Średnica krążenia m	Czas jednego okrążenia sek	Pochylenie o kąty zawarty między osią dźwigi-gara a poziomem	Szybkość po torze km/h
SG ₃	66,0	14,00	33,0°	53,2
SG ₃	82,3	18,00	19,5	51,6
SG ₃	117,0	20,00	23,0	66,0
CW ₅	103,0	18,86	40,0	62,0
CW ₅	111,0	17,66	30,0	71,1
CW ₅	108,8	18,66	31,5	66,0
CW ₅ *)	100,0	15,66	34,0	72,0
Komar	80,0	16,44	32,7	55,0
Komar	196,0	37,00	33,5	60,0
Condor	140,0	16,80	27,5	96,0

*) lakierowany.

Wydawnictwa ITS: Inż. Zbigniew L. Krzywobłocki, ITS: „Drewno w szybownictwie“. Podręcznik dla konstruktorów i warsztatów szybowcowych, Lwów, 1937.

TREŚĆ: BIULETYN LABORATORIUM AERODYNAMICZNEGO. Dr. Inż. Zygmunt Fuchs: Pomiary usterzeń poziomych. Część piąta. Usterzenia z lotką kompensacyjną. *Mesures des empennages horizontaux. Cinquième partie. Empennage avec aileron de compensation.* — BIULETYN INSTYTUTU TECHNIKI SZYBOWNICTWA. Dr. Adam Kochański: O regionach termiki i trasach przelotów szybowcowych w Polsce. Z poszukiwań nad regionalizmem termiki cumulusowej w Polsce, prowadzonych przez Instytut Techniki Szybownictwa we Lwowie. *Sur la distribution de la thermique des Cumulus, et sur les routes aériennes favorables au vol de distance en Pologne.* — Dr. Adam Kochański: Z badań nad strukturą atmosfery podczas termiki Cumulusów. *Sur le problème de la thermique des Cumulus.* — Dr. Adam Kochański: O termice substratosferycznej. *Sur la thermique substratosphérique.* — Inż. W. Stępniewski: Motoszybowiec ITS-8. *Motoplaneur ITS-8.* — KOMUNIKATY.