

CZASOPISMO LOTNICZE

ORGAN LABORATORJUM AERODYNAMICZNEGO POLITECHNIKI LWOWSKIEJ I INSTYTUTU TECHNIKI SZYBOWNICTWA
DODATEK DO „CZASOPISMA TECHNICZNEGO“

KOMITET REDAKCYJNY:

Prof. **ż. STANISŁAW ŁUKASIEWICZ**
Naczelny Kierownik I. T. S.

Dr. Inż. **ZYGMUNT FUCHS**
Kierownik Lab. Aerođ. Politechniki Lw.

REDAKTOR NACZELNY I ODPOWIEDZIALNY: **Dr. Inż. ZYGMUNT FUCHS.**

TREŚĆ: Dr. Inż. Zygmunt Fuchs: Pomiary usterzeń poziomych. Część druga — Adam Nowotny: Profile płatów o małej wędrowce środka ciśnień — L.: Znamienne wyczyny niemieckich szybowców o małej rozpiętości w r. 1933. na zawodach w Rhon i na szybowisku pod Królewcem. — Wiadomości z literatury lotniczej. — Paweł Painlevé (nekrolog).

Dr. Inż. Zygmunt Fuchs.

Pomiary usterzeń poziomych.

Część druga

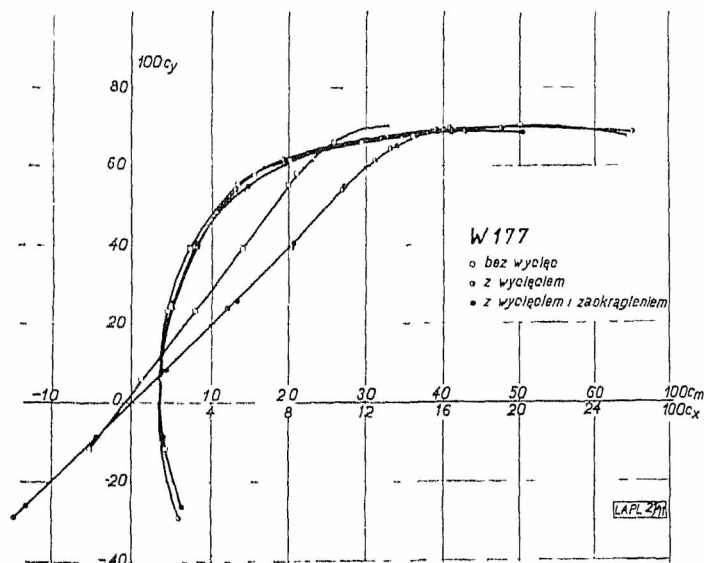
Mesures des empennages horizontaux.

Seconde partie.

Les mesures des empennages horizontaux aux profils: W 177 (Varsovie), G 409 (Göttingen) et M 3 (Amérique) au contour trapézoïdal, comme dans le Nr. 3. de cette édition: a) avec entaille sur l'empennage vertical, b) avec entaille comme sous a et avec l'arrondissement des pointes, — exécutées au Laboratoire Aérodynamique de l'Ecole Polytechnique de Lwów.

W nawiązaniu do ogłoszonych pomiarów usterzeń poziomych o obrysie trapezowym i profilach W 177, G 409 i M 3¹⁾ podajemy wyniki pomiarów przeprowa-

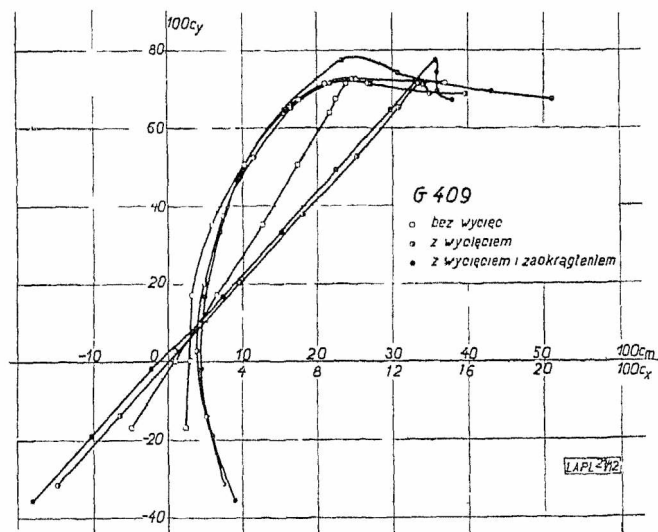
zachowano zgodnie z poprzednią publikacją. Zanalizowanie wyników pozostawiamy na czas późniejszy.



Ryc. 1.

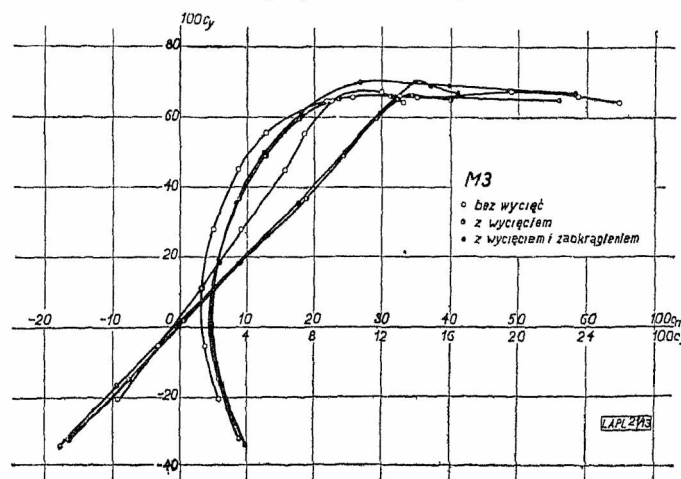
Porównanie biegunowych i wykresów momentów steru o profilu W 177 przy zmianie obrysu.

dzonych w Lab. Aer. P. Lw. na tych samych sterach zmienionych w ten sposób, że najpierw zaopatrzone je w wycięcie na ster kierunkowy, a następnie zaokrąglono końce usterzenia w sposób wskazany każdorazowo na odnośnych rysunkach. Wszelkie określenia i oznaczenia



Ryc. 2.

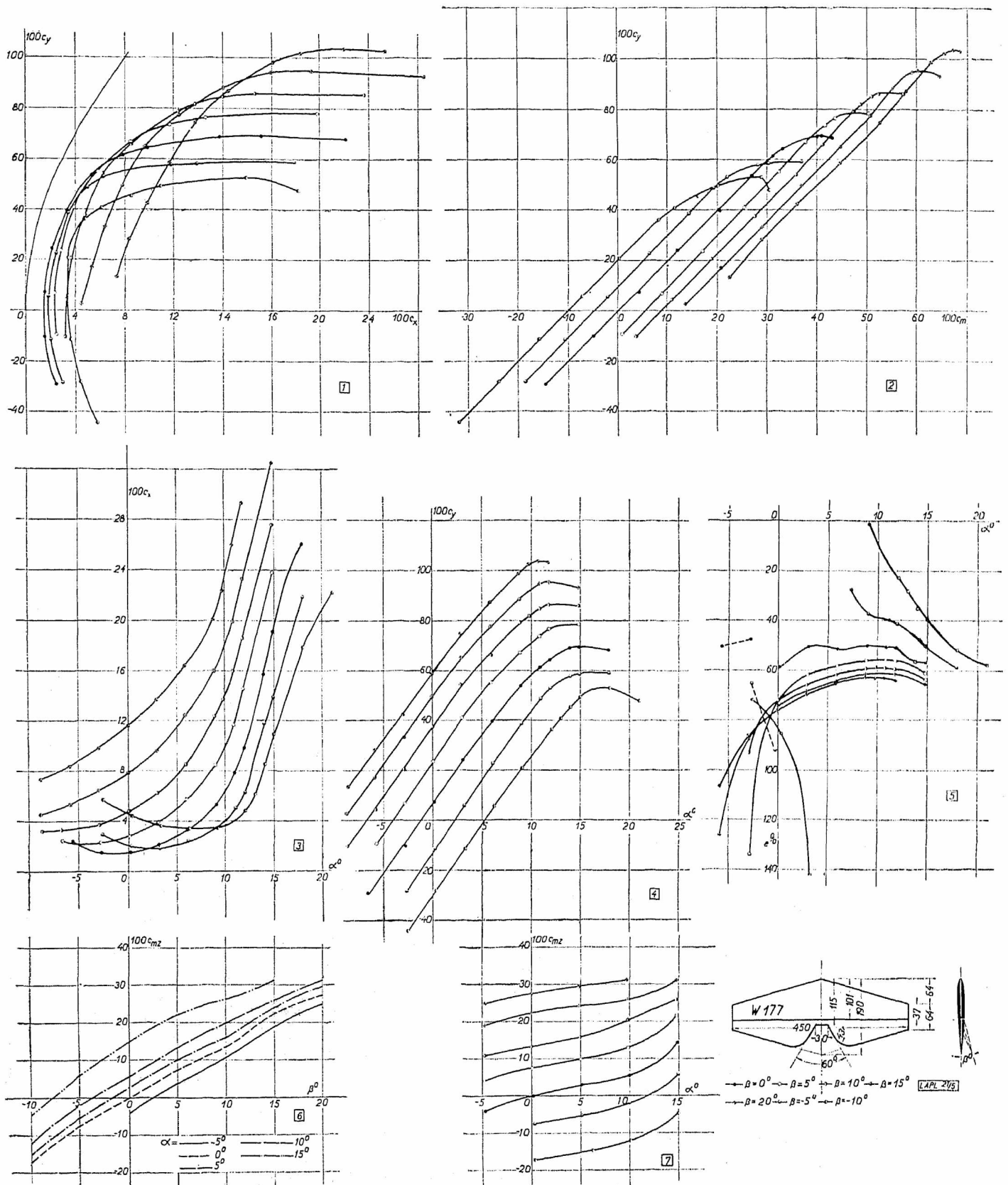
Porównanie biegunowych i wykresów momentów steru o profilu G 409 przy zmianie obrysu.



Rys. 3.

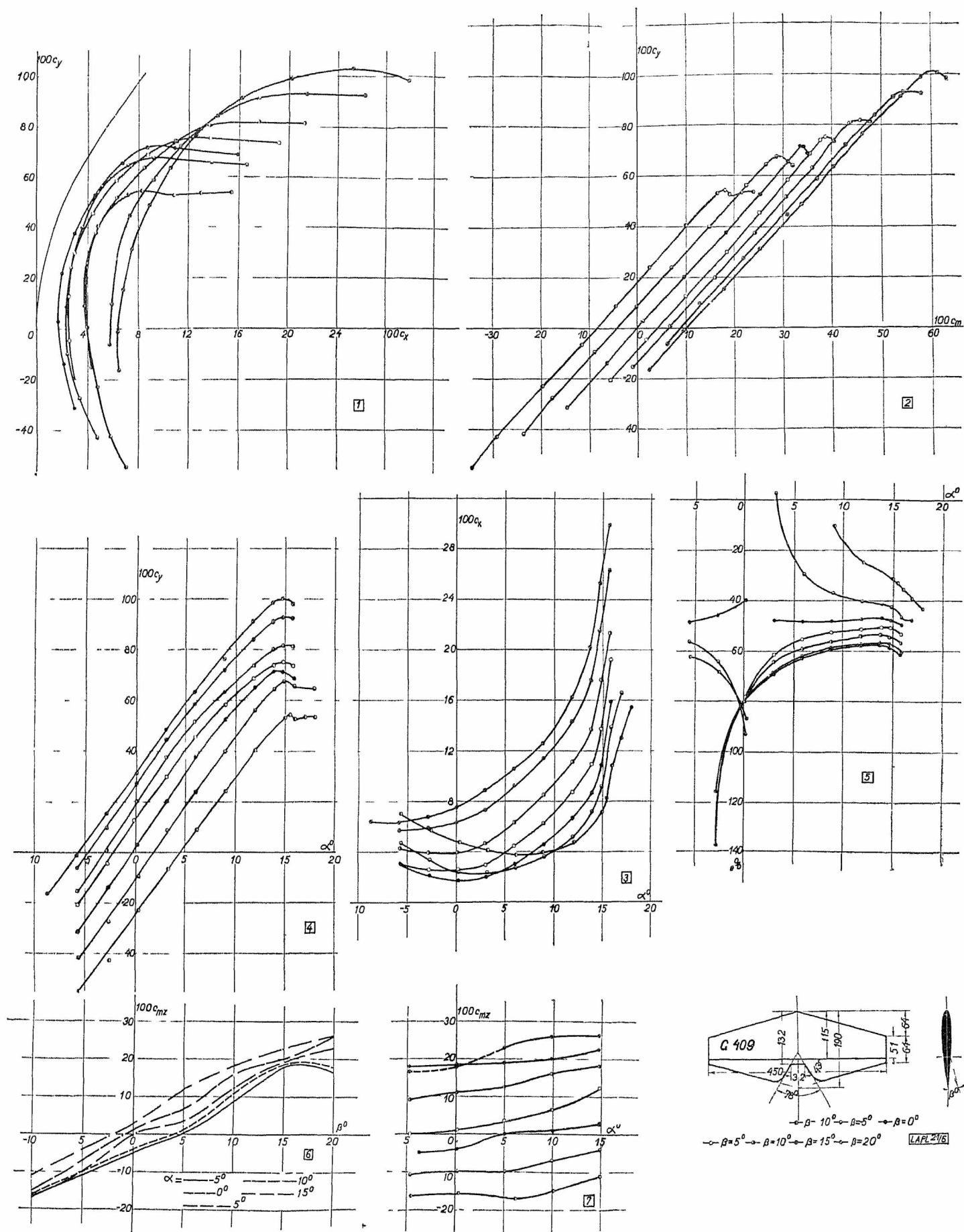
Porównanie biegunowych i wykresów momentów steru o profilu M 3 przy zmianie obrysu.

¹ Czasopismo Lotnicze 1933, Nr. 3, str. 27—32.

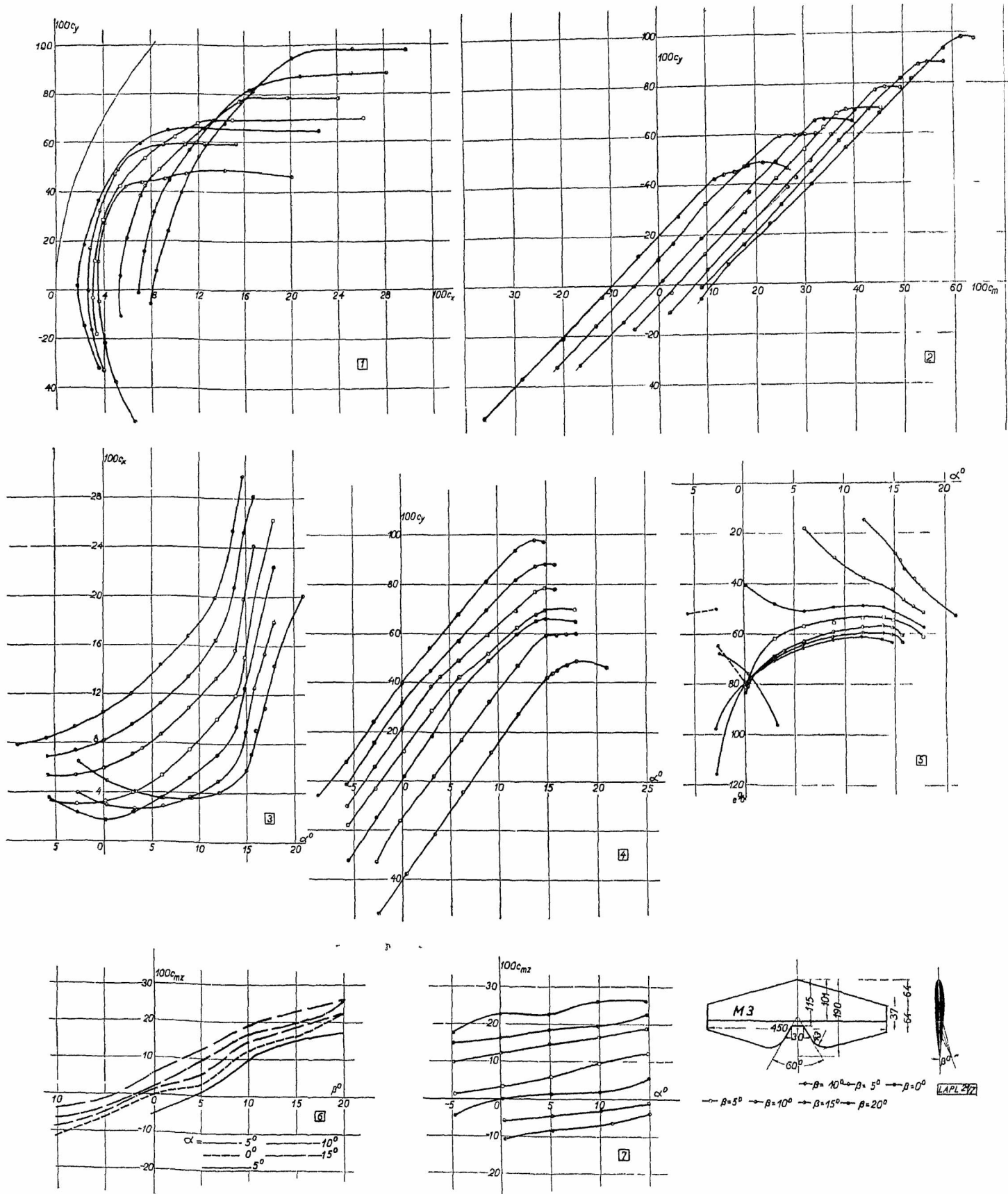


Ryc. 4.

Wykresy dla steru o profilu W 177 z wycięciem na ster kierunkowy.

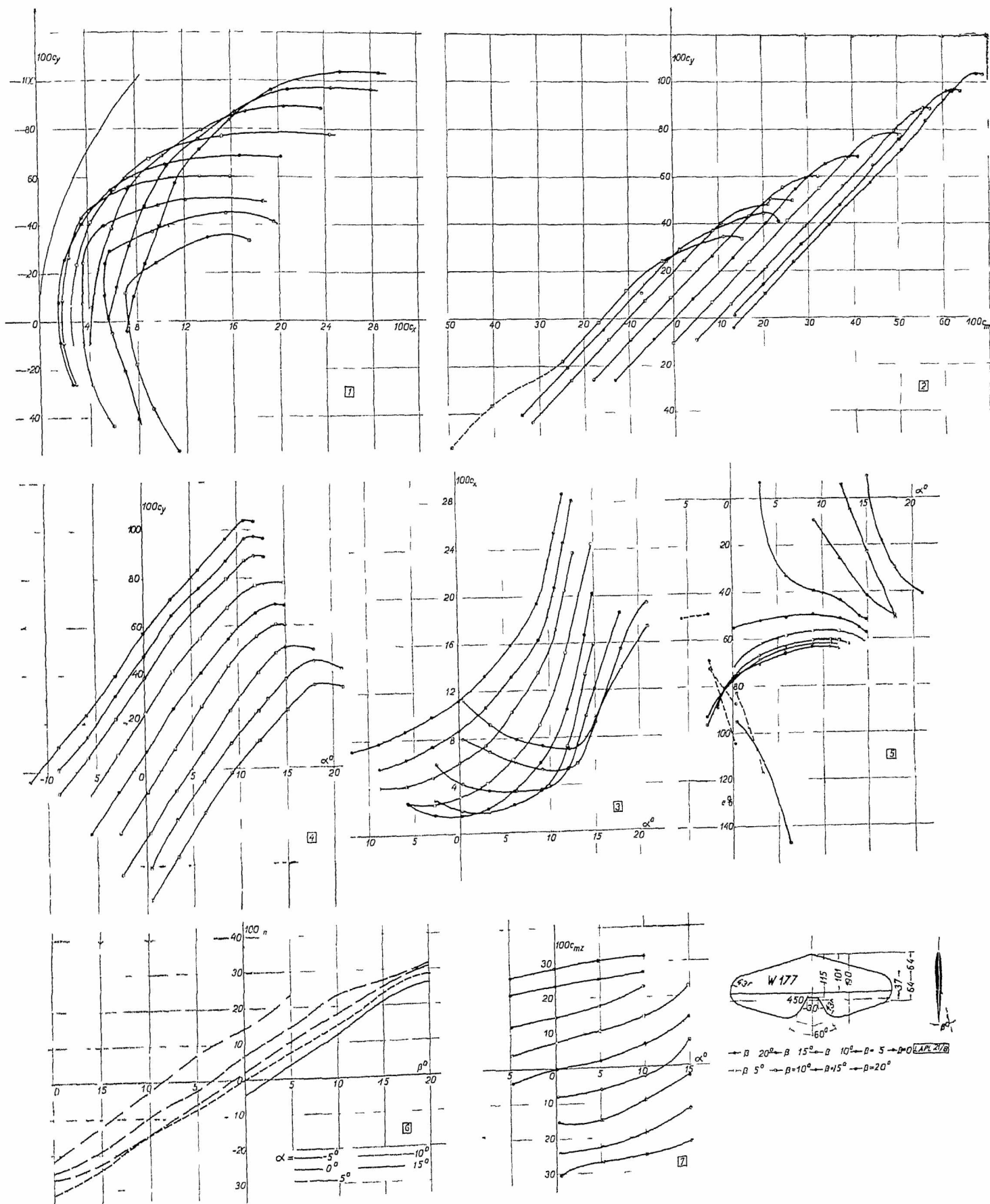


Ryc. 5
Wykresy dla steru o profilu G 409 z wycięciem na ster kierunkowy



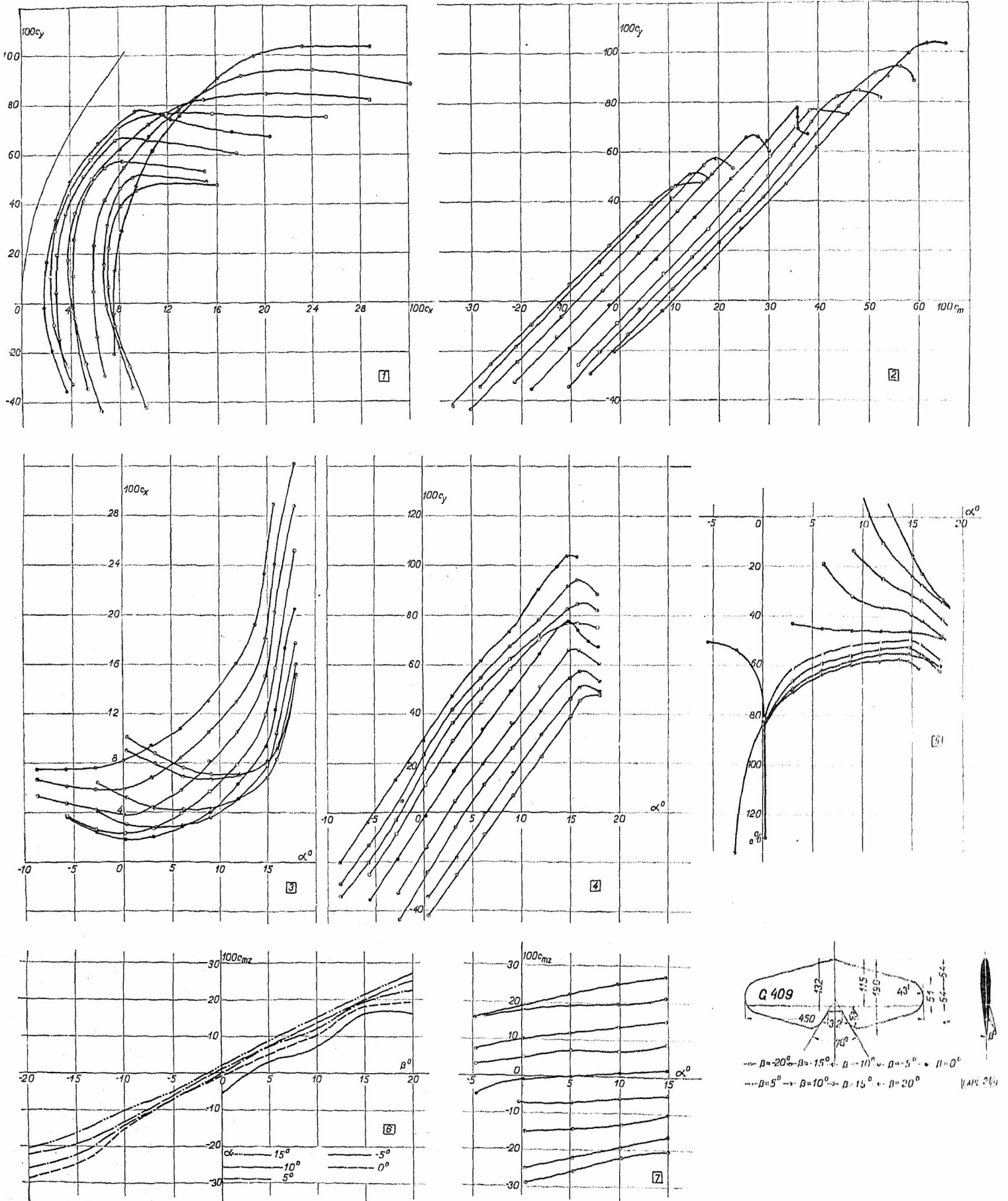
Ryc. 6.

Wykresy dla steru o profilu M 3 z wycięciem na ster kierunkowy.



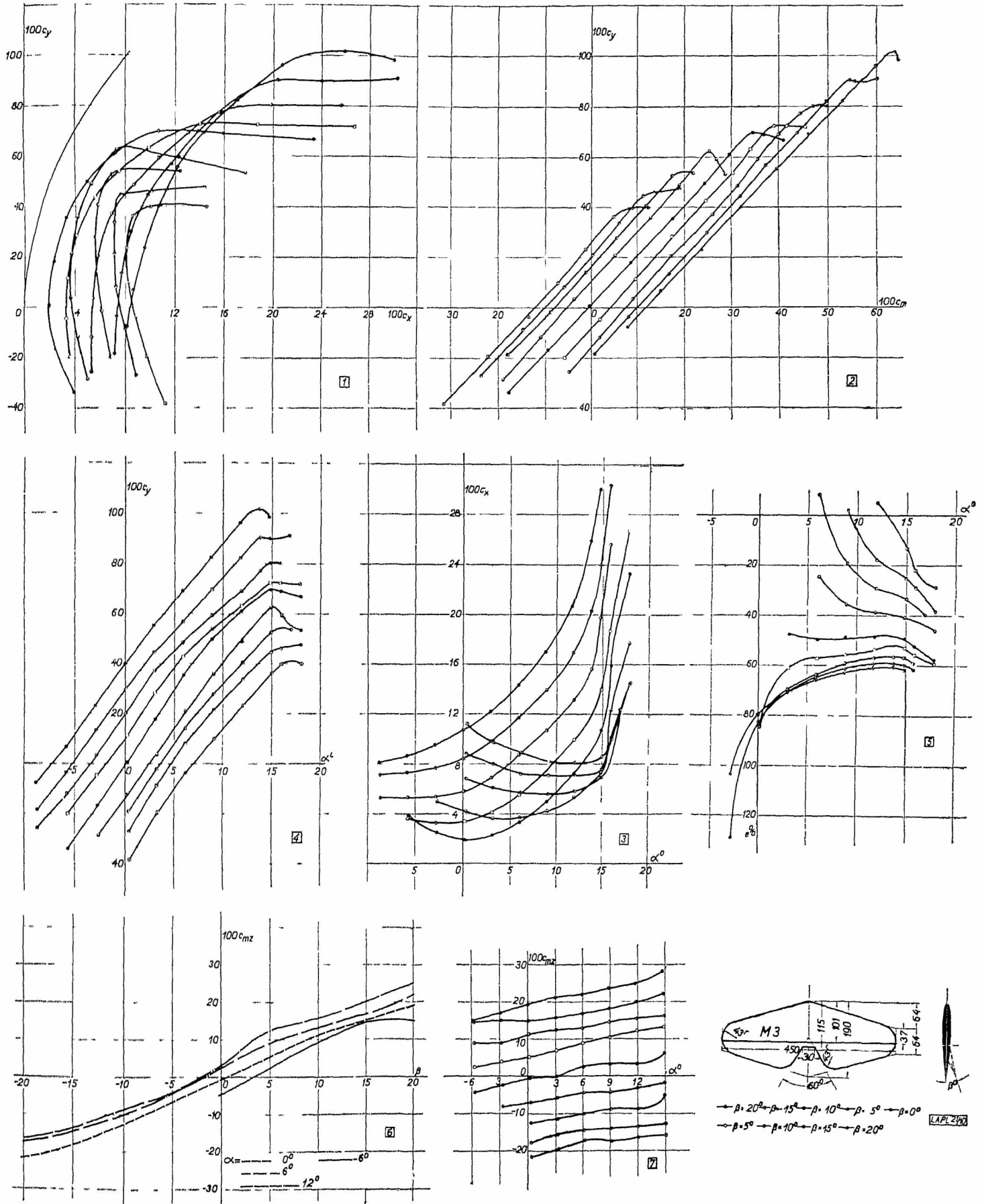
Ryc. 7.

Wykresy dla steru o profilu W 177 z wycięciem na ster ławinkowy i zaokrągleniem końców.



Ryc. 8.

Wykresy dla steru o profilu G 409 z wycięciem na ster kierunkowy i zaokrągleniem końców.



Ryc 9

Wykresy dla steru o profilu M 3 z wycięciem na ster kierunkowy i zaokrągleniem końców.

Tabela I. Opierzenie poziome o profilu W 177 o grubości 10% z wycięciem na ster kierunkowy.

$\beta = -10^\circ$						$\beta = -5^\circ$						$\beta = 0^\circ$					
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$
-2,6	-0,444	0,057	-7,8	-0,320	71,9	-2,7	-0,284	0,029	-9,7	-0,186	65,3	-5,7	-0,291	0,024	-12,1	-0,147	50,5
0,3	-0,282	0,044	-6,4	-0,241	85,5	0,2	-0,115	0,020	-5,7	-0,106	92,2	-2,7	-0,102	0,015	-6,8	-0,049	47,6
3,2	-0,114	0,036	-3,2	-0,159	142,0	3,2	0,055	0,018	3,1	-0,021	-37,5	0,2	0,073	0,015	4,9	0,043	58,9
6,2	0,056	0,034	1,6	-0,072	-122,0	6,1	0,226	0,024	9,3	0,063	27,7	3,1	0,240	0,021	11,4	0,122	50,6
9,1	0,207	0,034	6,1	0,003	1,4	9,0	0,385	0,034	11,3	0,144	37,4	6,0	0,396	0,033	12,0	0,205	51,6
12,0	0,361	0,048	7,5	0,083	22,9	11,0	0,487	0,050	9,7	0,194	39,8	8,9	0,538	0,053	10,1	0,270	50,1
13,0	0,407	0,061	6,7	0,115	28,0	11,9	0,530	0,063	8,5	0,220	41,4	10,9	0,615	0,078	7,9	0,312	50,5
14,0	0,453	0,085	5,3	0,162	35,3	13,9	0,579	0,118	4,9	0,282	47,8	11,9	0,644	0,098	6,6	0,332	51,1
15,0	0,494	0,109	4,5	0,201	39,8	14,9	0,586	0,139	4,2	0,303	50,3	13,9	0,692	0,157	4,4	0,401	56,6
17,9	0,530	0,179	3,0	0,289	51,7	17,9	0,593	0,219	2,7	0,370	53,6	14,9	0,696	0,191	3,6	0,410	56,8
21,0	0,479	0,222	2,2	0,304	57,8							17,9	0,685	0,261	2,6	0,431	58,9

$\beta = 5^\circ$						$\beta = 10^\circ$						$\beta = 15^\circ$					
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$
-5,7	-0,094	0,024	-3,9	0,010	-10,7	-8,7	-0,102	0,032	-3,2	0,038	-35,7	-8,8	0,026	0,045	0,6	0,137	721,0
-2,8	0,068	0,023	3,0	0,090	133,9	-5,8	0,044	0,033	1,3	0,111	270,7	-5,9	0,171	0,053	3,2	0,208	126,1
0,1	0,236	0,028	8,4	0,172	72,9	-2,9	0,205	0,037	5,5	0,189	93,1	-3,0	0,333	0,064	5,2	0,290	87,9
3,0	0,410	0,039	10,5	0,254	61,8	0,0	0,376	0,043	7,8	0,276	73,4	0,0	0,496	0,078	6,4	0,370	74,6
5,9	0,552	0,058	9,5	0,325	58,6	2,9	0,543	0,062	8,7	0,359	65,9	2,9	0,650	0,096	6,8	0,448	68,5
8,9	0,670	0,084	7,9	0,378	56,0	5,9	0,661	0,085	7,8	0,412	61,9	5,8	0,776	0,124	6,3	0,507	64,6
10,8	0,733	0,116	6,3	0,417	55,8	8,8	0,791	0,124	6,4	0,474	59,2	8,8	0,834	0,160	5,5	0,551	61,4
11,8	0,766	0,145	5,3	0,437	56,0	9,8	0,820	0,137	6,0	0,488	58,7	10,7	0,947	0,199	4,8	0,592	61,2
14,8	0,786	0,238	3,3	0,503	61,3	10,8	0,851	0,160	5,3	0,511	59,0	11,7	0,952	0,233	4,1	0,603	61,6
						11,8	0,863	0,186	4,6	0,524	59,4	14,8	0,932	0,325	2,9	0,646	65,6
						14,8	0,859	0,276	3,1	0,574	63,6						

$\beta = 20^\circ$						$\beta = -10^\circ$						$\beta = 10^\circ$						
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	
-8,9	0,135	0,073	1,8	0,224	133,6	$\beta = -10^\circ$	α°	0,3	5,2	10,0	15,0	$\beta = 10^\circ$	α°	-4,7	0,0	4,9	9,8	14,8
-5,9	0,282	0,083	3,4	0,239	106,6	c_{mz}	-0,173	-0,143	-0,122	-0,047	c_{mz}	0,108	0,133	0,157	0,203	0,257		
-3,0	0,423	0,098	4,3	0,360	86,3	$\beta = -5^\circ$	α°	0,2	5,1	10,0	14,9	$\beta = 15^\circ$	α°	-4,7	0,0	4,8	9,8	14,8
-0,1	0,588	0,116	5,1	0,448	76,2	c_{mz}	-0,074	-0,054	-0,020	0,059	c_{mz}	0,200	0,222	0,241	0,257	0,310		
2,8	0,747	0,137	5,4	0,526	69,8	$\beta = 0^\circ$	α°	-4,7	0,2	5,0	10,0	14,9	$\beta = 20^\circ$	α°	-4,6	-0,1	4,8	9,7
5,8	0,872	0,164	5,3	0,579	65,5	c_{mz}	-0,040	0,000	0,027	0,053	0,143	c_{mz}	0,248	0,273	0,294	0,310		
8,7	0,986	0,201	4,9	0,623	62,5	$\beta = 5^\circ$	α°	-4,8	0,1	4,9	9,9	14,8						
9,7	1,022	0,224	4,6	0,656	62,8	c_{mz}	0,040	0,074	0,099	0,130	0,216							
10,7	1,033	0,260	4,0	0,673	63,0													
11,7	1,032	0,293	3,5	0,686	64,2													

Rozpiętość $b=0,45$ m, powierzchnia opierzenia $F=0,052$ m², średnia głębokość opierzenia $t_{st. op.} = 0,115$ m, wydłużenie $\lambda = b^2/F = 3,89$, powierzchnia steru $f = 0,020$ m², stosunek $f/F = 0,38$, średnia głębokość steru $t_{st. st.} = 0,044$ m, ciśnienie prędkości $q = 56,25$ mm słupa wody.

Tabela II. Opierzenie poziome o profilu G 409 o grubości 12,7% z wycięciem na ster kierunkowy.

$\beta = -10^\circ$						$\beta = -5^\circ$						$\beta = 0^\circ$					
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$
-5,5	-0,552	0,070	-7,9	-0,345	62,0	-5,6	-0,418	0,047	-8,9	-0,237	56,3	-5,6	-0,313	0,030	-10,4	-0,149	47,4
-2,6	-0,427	0,057	-7,5	-0,293	68,4	-2,7	-0,275	0,033	-8,2	-0,178	64,5	-2,7	-0,139	0,021	-6,6	-0,064	45,7
0,3	-0,229	0,047	-4,3	-0,199	87,0	0,2	-0,096	0,024	-4,0	-0,039	93,0	0,2	0,030	0,017	1,8	0,012	39,9
3,2	-0,066	0,041	-1,6	-0,117	182,7	3,1	0,086	0,024	3,6	-0,002	-2,6	3,1	0,202	0,020	10,1	0,097	47,8
6,1	0,090	0,037	2,3	-0,045	-48,0	6,1	0,240	0,027	8,9	0,071	29,5	6,0	0,376	0,030	12,5	0,182	48,3
9,1	0,242	0,039	6,1	0,025	10,4	9,0	0,399	0,036	11,1	0,148	37,0	8,9	0,526	0,046	11,4	0,253	48,1
12,0	0,405	0,047	8,5	0,100	24,7	11,9	0,562	0,052	10,9	0,226	40,3	11,9	0,653	0,067	9,7	0,309	47,3
14,9	0,531	0,072	7,4	0,165	31,1	13,9	0,645	0,072	9,0	0,265	41,2	13,8	0,715	0,087	8,2	0,335	46,8
15,4	0,544	0,083	6,6	0,180	33,0	14,9	0,675	0,092	7,3	0,237	42,5	14,8	0,713	0,109	6,5	0,342	47,7
15,9	0,526	0,109	4,8	0,190	35,5	15,9	0,655	0,139	4,7	0,311	46,6	15,9	0,688	0,159	4,3	0,350	49,6
16,9	0,534	0,130	4,1	0,215	39,1	16,9	0,647	0,166	3,9	0,320	48,0						
17,9	0,536	0,154	3,5	0,241	43,2												

$\beta = 5^\circ$						$\beta = 10^\circ$						$\beta = 15^\circ$					
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$
-5,7	-0,207	0,030	-6,8	-0,057	27,4	-5,7	-0,153	0,043	-3,6	-0,010	6,5	-5,8	-0,063	0,057	-1,1	0,062	-39,8
-2,3	-0,046	0,026	-1,8	0,018	-33,7	-2,3	0,007	0,039	0,2	0,068	1700,0	-2,3	0,098	0,059	1,7	0,130	136,8
0,1	0,128	0,025	5,0	0,100	78,2	0,1	0,201	0,039	5,1	0,161	80,1	0,1	0,275	0,063	4,4	0,220	80,0
3,0	0,300	0,030	10,0	0,184	61,4	3,0	0,376	0,047	8,0	0,243	64,5	3,0	0,446	0,073	6,2	0,309	68,8
6,0	0,454	0,045	10,2	0,252	55,3	5,9	0,516	0,063	8,2	0,307	59,1	5,9	0,587	0,092	6,4	0,368	62,1
8,9	0,584	0,062	9,4	0,310	52,6	8,9	0,635	0,085	7,5	0,360	56,2	8,8	0,720	0,114	6,3	0,427	58,6
11,9	0,687	0,087	7,8	0,354	51,3	11,8	0,739	0,111	6,7	0,403	54,0	11,8	0,841	0,143	5,9	0,487	57,2
13,8	0,741	0,110	6,7	0,376	50,4	13,8	0,804	0,137	5,9	0,435	53,4	13,7	0,911	0,176	5,2	0,524	56,5
14,8	0,751	0,137	5,5	0,387	50,9	14,8	0,818	0,176	4,6	0,457	54,7	14,7	0,929	0,215	4,3	0,545	57,2
15,8	0,736	0,192	3,8	0,405	53,2	15,8	0,814	0,213	3,8	0,477	56,7	15,7	0,925	0,263	3,5	0,530	60,3

$\beta = 20^\circ$						$\beta = -10^\circ$						$\beta = 10^\circ$							
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$		
-8,7	-0,164	0,064	-2,6	0,024	-13,9	$\beta = -10^\circ$	α°	-4,5	0,3	5,2	10,0	14,9	$\beta = 10^\circ$	α°	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,8
-5,8	-0,012	0,063	-0,2	0,095	-527,8	C_{mz}	C_{mz}	-0,165	-0,158	-0,170	-0,151	-0,100	C_{mz}	C_{mz}	0,090	0,109	0,126	0,161	0,182
-2,9	0,154	0,068	2,3	0,178	115,6	$\beta = -5^\circ$	α°	-4,6	0,2	5,1	10,0	14,9	$\beta = 15^\circ$	α°	-4,8	0,1	4,9	9,8	14,7
0,0	0,313	0,075	4,2	0,252	80,5	C_{mz}	C_{mz}	-0,109	-0,100	-0,100	-0,070	-0,039	C_{mz}	C_{mz}	0,178	0,184	0,189	0,200	0,226
3,0	0,486	0,089	5,5	0,338	69,1	$\beta = 0^\circ$	α°	-4,7	0,2	5,0	9,9	14,8	$\beta = 20^\circ$	α°	-4,8	0,0	4,9	9,8	14,7
5,9	0,634	0,106	6,0	0,403	62,3	C_{mz}	C_{mz}	-0,049	-0,040	0,000	0,010	0,029	C_{mz}	C_{mz}	0,165	0,179	0,228	0,261	0,263
8,8	0,764	0,126	6,1	0,462	59,7	$\beta = 5^\circ$	α°	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,8							
11,7	0,914	0,162	5,6	0,539	53,1	C_{mz}	C_{mz}	0,000	0,010	0,035	0,067	0,123							
13,7	0,988	0,202	4,9	0,581	57,6														
14,7	1,003	0,253	4,0	0,612	59,2														
15,7	0,932	0,299	3,3	0,632	61,6														

Rozpiętość $b = 0,45$ m, powierzchnia opierzenia $F = 0,0536$ m², średnia głębokość opierzenia $t_{dr. op.} = 0,119$ m, wydłużenie $\lambda = b^2/F = 3,78$, powierzchnia steru $f = 0,015$ m², stosunek $f/F = 0,28$, średnia głębokość steru $t_{dr. st.} = 0,033$ m, ciśnienie prędkości $q = 56,25$ mm słupa wody.

Tabela III. Opierzenie poziome o profilu M 3 o grubości 11,94% z wycięciem na ster kierunkowy.

$\beta = -10^\circ$						$\beta = -5^\circ$						$\beta = 0^\circ$						
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e\%$	
-2,5	-0,538	0,065	-8,3	-0,366	67,7	-2,6	-0,329	0,039	-8,3	-0,214	64,8	-5,6	-0,319	0,035	-9,0	-0,166	51,7	
0,4	-0,376	0,049	-7,6	-0,285	75,9	0,3	-0,163	0,029	-5,5	-0,132	81,0	-2,7	-0,149	0,023	-6,4	-0,075	50,0	
3,3	-0,213	0,040	-5,3	-0,202	96,0	3,2	-0,002	0,026	-0,1	-0,053	-1553,8	0,2	0,017	0,017	1,0	0,007	40,9	
6,2	-0,047	0,035	-1,3	-0,119	277,4	6,1	0,167	0,028	5,9	0,031	18,3	3,1	0,184	0,023	7,9	0,089	48,1	
9,1	0,116	0,035	3,3	-0,042	35,0	9,0	0,322	0,036	8,9	0,097	30,0	6,0	0,366	0,035	10,3	0,188	51,1	
12,1	0,273	0,040	6,7	0,041	14,9	12,0	0,470	0,049	9,5	0,178	37,9	9,0	0,490	0,051	9,5	0,243	49,4	
15,0	0,420	0,059	7,2	0,118	28,0	14,9	0,593	0,090	6,6	0,251	42,1	11,9	0,598	0,071	8,4	0,293	48,8	
15,5	0,439	0,072	6,1	0,136	30,7	15,9	0,595	0,125	4,7	0,282	46,5	13,9	0,652	0,094	6,9	0,328	49,3	
16,0	0,451	0,091	4,9	0,157	34,2	16,9	0,598	0,154	3,9	0,304	49,3	14,9	0,660	0,125	5,3	0,343	51,2	
17,0	0,474	0,109	4,3	0,186	38,3	17,9	0,601	0,179	3,3	0,325	51,8	17,9	0,649	0,224	2,9	0,399	53,1	
17,9	0,487	0,143	3,4	0,216	42,6													
21,0	0,461	0,201	2,3	0,266	53,0													

$\beta=5^{\circ}$						$\beta=10^{\circ}$						$\beta=15^{\circ}$					
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$
-5,7	-0,179	0,038	-5,3	-0,052	28,7	-5,7	-0,102	0,053	-1,9	0,022	-20,7	-5,8	-0,012	0,069	-0,2	0,088	-463,2
-2,8	-0,032	0,030	-1,1	0,025	-53,6	-2,8	0,057	0,053	1,1	0,102	188,9	-2,9	0,156	0,074	2,1	0,176	115,8
0,1	0,119	0,032	3,7	0,096	81,3	0,1	0,211	0,060	3,5	0,176	83,4	0,0	0,316	0,082	3,9	0,253	80,1
3,1	0,236	0,039	7,3	0,178	61,9	3,0	0,384	0,071	5,4	0,267	69,0	3,0	0,449	0,095	4,7	0,316	69,8
6,0	0,424	0,053	7,9	0,244	57,1	4,0	0,424	0,075	5,7	0,285	66,6	5,9	0,570	0,112	5,1	0,372	64,2
8,9	0,537	0,075	7,2	0,302	55,6	6,0	0,492	0,087	5,7	0,314	63,0	8,9	0,696	0,134	5,2	0,433	61,1
11,9	0,625	0,100	6,2	0,341	53,9	8,9	0,594	0,109	5,4	0,358	59,3	11,8	0,818	0,165	5,0	0,498	59,6
13,9	0,680	0,119	5,7	0,367	53,3	11,9	0,694	0,133	5,2	0,405	57,4	13,8	0,871	0,208	4,2	0,536	59,9
14,9	0,696	0,151	4,6	0,387	54,4	13,8	0,772	0,157	4,9	0,447	56,8	14,8	0,879	0,253	3,5	0,552	60,4
17,9	0,699	0,263	2,7	0,458	61,4	14,8	0,786	0,198	4,0	0,467	57,6	15,8	0,879	0,282	3,1	0,586	63,6
						15,8	0,782	0,242	3,2	0,498	60,9						

$\beta=20^{\circ}$						$\beta=10^{\circ}$						$\beta=15^{\circ}$							
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_m	0,4	5,2	10,1	15,0	α°	C_m	-4,8	0,1	5,0	9,9	14,8	
-8,8	-0,052	0,079	-0,7	0,088	-127,5	$\beta=10^{\circ}$	C_m	-0,108	-0,084	-0,065	-0,089	$\beta=10^{\circ}$	C_m	0,097	0,121	0,144	0,165	0,188	
-5,8	0,077	0,084	0,9	0,145	213,2	$\beta=5^{\circ}$	C_m	0,3	5,1	10,0	14,9	$\beta=15^{\circ}$	C_m	0,148	0,163	0,183	0,194	0,225	
-2,9	0,240	0,093	2,6	0,229	97,4	$\beta=0^{\circ}$	C_mz	-0,045	0,000	0,013	0,019	0,056	$\beta=20^{\circ}$	C_mz	0,175	0,226	0,224	0,259	0,261
0,0	0,398	0,105	3,8	0,316	79,4	$\beta=5^{\circ}$	C_mz	-4,7	0,2	5,0	9,9	14,9	$\beta=10^{\circ}$	C_mz	0,013	0,032	0,057	0,094	0,122
2,9	0,543	0,120	4,5	0,387	70,6	$\beta=15^{\circ}$	C_mz	0,013	0,032	0,057	0,094	0,122							
5,9	0,681	0,143	4,7	0,455	65,8														
8,8	0,813	0,168	4,8	0,519	62,6														
11,7	0,935	0,199	4,7	0,586	61,4														
13,7	0,967	0,254	3,8	0,621	62,2														
14,7	0,972	0,298	3,3	0,646	63,6														

Rozpiętość $b = 0,45$ m, powierzchnia opierzenia $F = 0,0520$ m², średnia głębokość opierzenia $t_{s, op} = 0,115$ m, wydłużenie $\lambda = b^2/F = 3,99$, powierzchnia steru $f = 0,020$ m², stosunek $f/F = 0,38$, średnia głębokość steru $t_{s, st} = 0,044$ m, ciśnienie prędkości $q = 56,25$ mm służy wody.

Tabela IV. Opierzenie poziome o profilu W 177 o grubości 10% z wycięciem na ster kierunkowy i z zaokrągleniem końców.

$\beta=-20^{\circ}$						$\beta=-15^{\circ}$						$\beta=-10^{\circ}$					
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$
0,4	-0,543	0,113	-4,8	-0,496	91,5	0,4	-0,409	0,080	-5,1	-0,339	83,0	-2,6	-0,437	0,059	-7,4	-0,317	72,4
3,4	-0,365	0,092	-4,0	-0,405	112,8	3,3	-0,207	0,069	-3,0	-0,238	117,2	0,3	-0,263	0,042	-6,3	-0,230	87,5
6,3	-0,179	0,079	-2,3	-0,249	147,3	6,2	-0,049	0,059	-0,8	-0,158	367,4	3,2	-0,087	0,036	-2,4	-0,146	171,8
9,2	-0,017	0,073	-0,2	-0,168	3360,0	9,1	0,108	0,053	2,0	-0,071	-62,3	6,2	0,073	0,035	2,1	-0,064	-84,2
12,1	0,117	0,070	1,7	-0,106	-82,2	12,1	0,242	0,054	4,5	-0,014	-5,9	9,1	0,244	0,036	6,8	0,024	9,7
15,1	0,244	0,096	2,5	-0,024	-9,2	13,1	0,292	0,058	5,0	0,015	5,0	12,0	0,400	0,053	7,5	0,104	25,9
18,0	0,348	0,139	2,5	0,111	29,7	15,0	0,374	0,093	4,0	0,088	22,9	14,0	0,482	0,093	4,9	0,210	42,7
21,0	0,334	0,174	1,9	0,154	41,2	18,0	0,449	0,155	2,9	0,201	42,3	15,0	0,505	0,121	4,2	0,217	41,8
						21,0	0,412	0,195	2,1	0,234	51,4	18,0	0,496	0,186	2,7	0,266	50,3

$\beta=-5^{\circ}$						$\beta=0^{\circ}$						$\beta=5^{\circ}$						
α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	α°	C_y	C_x	C_y/C_x	C_m	$e^{\circ}/\%$	
-2,7	-0,261	0,029	-9,0	-0,181	69,1	-5,7	-0,261	-0,026	-10,0	-0,132	50,4	-5,7	-0,104	0,027	-3,8	0,000	0,0	
0,2	-0,092	0,019	-4,8	-0,096	104,4	-2,7	-0,087	-0,016	-5,4	-0,043	48,9	-2,8	0,066	0,025	2,6	0,086	132,3	
3,1	0,087	0,018	4,8	-0,006	-6,8	0,2	0,080	-0,015	5,3	0,044	55,0	0,1	0,237	0,031	7,4	0,171	72,1	
6,1	0,264	0,024	11,0	0,087	32,9	3,1	0,256	0,021	12,2	0,134	52,1	3,0	0,412	0,042	9,3	0,255	61,7	
9,0	0,430	0,035	12,3	0,170	39,5	6,0	0,404	0,035	11,5	0,206	50,7	5,9	0,550	0,062	8,9	0,324	58,6	
11,9	0,553	0,072	7,7	0,244	43,9	8,9	0,546	0,059	9,2	0,273	49,8	8,9	0,675	0,091	7,4	0,336	56,7	
13,9	0,602	0,133	4,5	0,311	50,5	11,9	0,652	0,104	6,3	0,339	51,4	11,8	0,769	0,152	5,1	0,446	56,9	
14,9	0,600	0,159	3,8	0,323	52,0	13,9	0,637	0,167	4,1	0,393	55,6	14,8	0,779	0,244	3,2	0,506	62,1	
						1,9	0,634	0,202	3,4	0,411	57,6							

$\beta = 10^\circ$						$\beta = 15^\circ$						$\beta = 20^\circ$					
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ
-8,7	-0,092	0,040	-2,3	0,051	-52,6	-8,8	0,010	0,056	0,2	0,137	7611,1	-11,8	-0,043	0,071	-0,6	0,134	-239,3
-5,8	0,057	0,041	1,4	0,128	241,5	-5,9	0,144	0,063	2,3	0,200	146,0	-8,8	0,103	0,077	1,3	0,201	226,7
-2,9	0,217	0,048	4,5	0,207	96,3	-2,9	0,313	0,074	4,2	0,286	92,9	-5,9	0,238	0,087	2,7	0,269	118,0
0,0	0,388	0,060	6,5	0,293	75,5	0,0	0,477	0,087	5,5	0,370	77,6	-3,0	0,395	0,099	4,0	0,346	88,9
2,9	0,558	0,074	7,5	0,376	67,0	2,9	0,647	0,106	6,1	0,447	68,7	-0,1	0,574	0,112	5,1	0,438	76,3
5,9	0,689	0,102	6,7	0,443	63,7	5,8	0,760	0,132	5,8	0,504	65,5	2,9	0,715	0,133	5,4	0,510	70,7
8,8	0,797	0,135	5,9	0,492	60,9	8,8	0,870	0,163	5,3	0,553	62,5	5,8	0,837	0,159	5,3	0,563	66,3
10,8	0,870	0,172	5,1	0,536	60,4	10,7	0,962	0,208	4,6	0,609	61,9	8,7	0,962	0,194	5,0	0,622	63,5
11,8	0,893	0,205	4,4	0,558	60,9	11,7	0,971	0,246	3,9	0,627	62,6	10,7	1,039	0,254	4,1	0,675	63,2
12,8	0,887	0,237	3,7	0,573	62,5	12,7	0,964	0,281	3,4	0,641	64,0	11,7	1,035	0,287	3,6	0,690	64,4

$\beta = -20^\circ$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ	$\beta = -5^\circ$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ	$\beta = 10^\circ$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ
$\beta = -20^\circ$	α°	0,4	5,3	10,2	15,1	15,1	$\beta = -5^\circ$	α°	0,2	5,1	10,0	14,9	14,9	$\beta = 10^\circ$	α°	-4,3	0,0	4,9	9,8	9,8
$\beta = -20^\circ$	c_{mz}	-0,304	-0,267	-0,252	-0,215	-0,215	$\beta = -5^\circ$	c_{mz}	-0,080	-0,061	-0,027	0,073	0,073	$\beta = 10^\circ$	c_{mz}	0,121	0,146	0,176	0,228	0,228
$\beta = -15^\circ$	α°	0,4	5,2	10,1	15,0	15,0	$\beta = 0^\circ$	α°	-4,7	0,2	5,0	9,9	14,9	$\beta = 15^\circ$	α°	-4,9	0,0	4,8	9,8	9,8
$\beta = -15^\circ$	c_{mz}	-0,241	-0,226	-0,188	-0,121	-0,121	$\beta = 0^\circ$	c_{mz}	-0,040	-0,000	0,020	0,066	0,137	$\beta = 15^\circ$	c_{mz}	0,212	0,234	0,253	0,269	0,269
$\beta = -10^\circ$	α°	0,3	5,2	10,1	15,0	15,0	$\beta = 5^\circ$	α°	-4,3	0,1	5,0	9,9	14,8	$\beta = 20^\circ$	α°	-4,9	-0,1	4,8	9,7	9,7
$\beta = -10^\circ$	c_{mz}	-0,153	-0,148	-0,094	-0,027	-0,027	$\beta = 5^\circ$	c_{mz}	0,040	0,074	0,106	0,143	0,228	$\beta = 20^\circ$	c_{mz}	0,260	0,285	0,305	0,315	0,315

Rozpiętość $b = 0,45 \text{ m}$, powierzchnia opierzenia $F = 0,0511 \text{ m}^2$, średnia głębokość opierzenia $t_{s. op} = 0,1135 \text{ m}$, wydłużenie $\lambda = b^2/F = 3,96$, powierzchnia steru $f = 0,0195 \text{ m}^2$, stosunek $f/F = 0,38$, średnia głębokość steru $t_{s. st.} = 0,0436 \text{ m}$, ciśnienie prędkości $q = 56,25 \text{ mm}$ słupa wody.

Tabela V. Opierzenie poziome o profilu G 409 o grubości 12,7% z wycięciem na ster kierunkowy i z zaokrągleniem końców.

$\beta = -20^\circ$						$\beta = -15^\circ$						$\beta = -10^\circ$					
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ
0,4	-0,421	0,101	-4,2	-0,342	81,4	0,4	-0,344	0,090	-3,8	-0,284	82,7	-2,6	-0,436	0,064	-6,8	-0,304	69,4
3,3	-0,254	0,088	-2,9	-0,262	105,6	3,3	-0,182	0,080	-2,3	-0,208	116,8	0,3	-0,244	0,052	-4,7	-0,209	85,8
6,2	-0,093	0,076	-1,2	-0,180	214,3	6,2	-0,008	0,069	-0,1	-0,123	12300,0	3,2	-0,061	0,043	-1,4	-0,119	201,7
9,2	0,067	0,071	0,9	-0,102	-132,5	9,1	0,158	0,067	2,4	-0,041	-24,5	6,1	0,109	0,042	2,6	-0,036	-32,1
12,1	0,224	0,071	3,1	-0,022	9,4	12,0	0,315	0,070	4,5	0,035	10,8	9,1	0,259	0,043	6,0	0,036	13,7
15,0	0,391	0,081	4,8	0,064	16,0	15,0	0,463	0,081	5,7	0,113	24,1	12,0	0,413	0,051	8,1	0,104	25,1
16,0	0,455	0,094	4,8	0,106	22,9	15,9	0,509	0,091	5,6	0,142	27,6	14,9	0,546	0,068	8,0	0,170	31,2
18,0	0,476	0,160	3,0	0,167	33,3	18,0	0,492	0,152	3,2	0,178	34,6	15,9	0,574	0,083	6,9	0,194	33,7
												17,9	0,534	0,150	3,6	0,229	41,3

$\beta = -5^\circ$						$\beta = 0^\circ$						$\beta = 5^\circ$					
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	e°/ρ
-2,6	-0,327	0,041	-8,0	-0,214	65,0	-5,6	-0,355	0,036	-9,9	-0,181	50,8	-5,7	-0,253	0,037	-6,8	-0,085	33,2
0,3	-0,145	0,030	-4,3	-0,128	88,3	-2,7	-0,190	0,024	-7,9	-0,103	53,9	-2,7	-0,088	0,026	-3,4	-0,006	6,7
3,2	0,042	0,028	1,5	-0,034	-79,1	0,2	-0,017	0,018	-0,9	-0,022	129,9	0,1	0,109	0,023	4,7	0,089	81,6
6,1	0,194	0,029	6,7	0,038	19,4	3,1	0,168	0,020	8,4	0,074	43,8	3,1	0,290	0,027	10,7	0,178	61,4
9,0	0,360	0,036	10,0	0,116	32,1	6,0	0,335	0,028	12,0	0,152	45,2	6,0	0,446	0,039	11,4	0,248	55,5
11,9	0,510	0,051	10,0	0,186	36,5	9,0	0,492	0,040	12,3	0,225	45,7	8,9	0,533	0,057	10,2	0,303	51,3
14,9	0,659	0,077	8,6	0,255	38,8	11,9	0,647	0,063	10,3	0,298	46,1	11,9	0,703	0,079	8,9	0,356	50,6
15,9	0,660	0,104	6,3	0,279	42,1	14,8	0,775	0,093	8,3	0,358	46,3	14,8	0,767	0,119	6,4	0,383	49,7
17,9	0,605	0,177	3,4	0,302	47,9	15,8	0,741	0,123	6,0	0,359	48,1	15,8	0,767	0,157	4,9	0,401	51,3
						16,9	0,694	0,173	4,0	0,360	50,4	17,8	0,751	0,252	3,0	0,457	57,7
						17,9	0,674	0,205	3,3	0,379	53,8						

$\beta=10^0$						$\beta=15^0$						$\beta=20^0$							
α^0	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α^0	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α^0	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$		
-8,6	-0,345	0,053	-6,5	-0,104	29,8	-8,6	-0,293	0,067	-4,4	-0,060	20,0	-8,7	-0,204	0,075	-2,7	-0,012	5,1		
-5,7	-0,202	0,047	-4,3	-0,040	19,4	-5,7	-0,135	0,061	-2,2	0,017	-12,1	-5,3	-0,042	0,075	-0,6	0,087	-177,5		
-2,8	-0,034	0,042	-0,8	0,040	-111,1	-2,8	0,047	0,059	0,8	0,107	248,8	-2,9	0,131	0,076	1,7	0,172	135,4		
0,1	0,175	0,038	4,6	0,147	84,0	0,1	0,234	0,059	4,0	0,200	85,4	0,0	0,291	0,082	3,5	0,244	88,8		
3,0	0,362	0,044	8,2	0,241	66,4	3,0	0,416	0,068	6,1	0,290	69,4	3,0	0,472	0,094	5,0	0,336	70,6		
5,9	0,502	0,058	8,6	0,300	59,4	5,9	0,549	0,084	6,5	0,345	62,2	5,9	0,618	0,108	5,7	0,398	63,6		
8,9	0,623	0,081	7,7	0,352	56,1	8,9	0,674	0,105	6,4	0,397	58,2	8,8	0,755	0,130	5,8	0,459	59,9		
11,8	0,721	0,105	6,9	0,387	53,2	11,8	0,783	0,130	6,0	0,441	55,6	11,8	0,905	0,161	5,6	0,537	58,4		
14,8	0,822	0,150	5,5	0,438	52,6	14,7	0,915	0,181	5,0	0,514	55,2	13,7	0,996	0,192	5,2	0,582	57,4		
15,8	0,846	0,202	4,2	0,482	55,5	15,7	0,942	0,241	3,9	0,565	58,1	14,7	1,036	0,233	4,4	0,618	58,2		
17,8	0,820	0,288	2,8	0,524	60,3	17,8	0,885	0,322	2,7	0,592	62,9	15,7	1,036	0,289	3,6	0,666	61,0		
$\beta=-20^0$	α^0	0,4	5,3	10,1	15,0	$\beta=-15^0$	α^0	-	-0,3	5,1	10,0	14,9	$\beta=10^0$	α^0	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,8
c_{mz}	-0,289	-0,258	-0,222	-0,204	c_{mz}	-	-0,071	-0,072	-0,061	-0,050	c_{mz}	0,082	0,101	0,119	0,135	0,149			
$\beta=-15^0$	α^0	0,4	5,2	10,1	15,0	$\beta=10^0$	α^0	-4,6	0,2	5,1	9,9	14,8	$\beta=15^0$	α^0	-3,8	0,1	4,9	9,8	14,7
c_{mz}	-0,248	-0,222	-0,194	-0,164	c_{mz}	-0,051	-0,010	0,000	0,010	0,020	c_{mz}	0,162	0,178	0,193	0,195	0,213			
$\beta=-10^0$	α^0	0,3	5,2	10,0	14,9	$\beta=5^0$	α^0	-4,7	0,1	5,0	9,9	14,8	$\beta=20^0$	α^0	-4,3	0,0	4,9	9,8	14,7
c_{mz}	-0,151	-0,143	-0,133	-0,102	c_{mz}	0,031	0,051	0,071	0,069	0,087	c_{mz}	0,158	0,193	0,223	0,249	0,269			

Rozpiętość $b=0,45$ m, powierzchnia opierzenia $F=0,0527$ m², średnia głębokość opierzenia $t_{sr. op.} = 0,117$ m, wydłużenie $\lambda=b^3/F=3,84$, powierzchnia steru $f=0,0146$ m², stosunek $f/F=0,28$, średnia głębokość steru $t_{sr. st.} = 0,0335$ m, ciśnienie prędkości $q=56,25$ mm słupa wody.

Tabela VI. Opierzenie poziome o profilu M 3 o grubości 11,94% z wycięciem na ster kierunkowy i z zaokrągleniem końców.

$\beta=-20^0$						$\beta=-15^0$						$\beta=-10^0$					
α^0	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α^0	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α^0	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$
0,4	-0,382	0,112	-3,4	-0,315	82,7	0,3	-0,269	0,088	-3,1	-0,237	88,3	0,3	-0,196	0,068	-2,9	-0,180	92,0
3,3	-0,194	0,097	-2,0	-0,222	117,5	3,2	-0,085	0,080	-1,1	-0,148	182,7	3,2	-0,016	0,061	-0,3	-0,089	684,6
6,3	-0,038	0,039	-0,4	-0,136	469,0	6,2	0,082	0,072	1,1	-0,059	-66,3	6,1	0,142	0,057	2,5	-0,012	-8,2
9,1	0,099	0,032	1,2	-0,073	-65,8	9,1	0,213	0,071	3,0	0,004	1,8	9,1	0,279	0,056	5,0	0,055	19,4
12,1	0,234	0,031	2,9	-0,012	-4,9	12,0	0,338	0,071	4,8	0,061	17,7	12,0	0,406	0,058	7,0	0,119	29,1
15,0	0,361	0,036	4,2	0,049	13,2	15,0	0,448	0,076	5,9	0,113	25,0	14,9	0,527	0,069	7,6	0,175	33,2
16,0	0,399	0,100	4,0	0,090	21,9	16,0	0,460	0,101	4,5	0,136	28,9	16,9	0,538	0,124	4,3	0,218	39,6
18,0	0,399	0,145	2,7	0,123	28,9	18,0	0,475	0,144	3,3	0,191	38,5						
$\beta=-5^0$	α^0	-	-	-	-	$\beta=0^0$	α^0	-	-	-	-	$\beta=5^0$	α^0	-	-	-	-
c_{mz}	-	-	-	-	-	c_{mz}	-	-	-	-	-	c_{mz}	-	-	-	-	-
-2,7	-0,286	0,050	-5,7	-0,190	66,0	-5,6	-0,338	0,089	-3,7	-0,178	52,3	-5,7	-0,199	0,036	-5,5	-0,059	29,3
0,2	-0,118	0,042	-2,8	-0,110	93,4	-2,7	-0,166	0,025	-6,6	-0,094	56,3	-2,8	-0,047	0,033	-1,4	0,019	-39,6
3,2	0,035	0,036	1,0	-0,038	-102,7	0,2	0,007	0,019	0,4	-0,004	-56,6	0,1	0,114	0,034	3,3	0,097	34,9
6,1	0,208	0,037	5,6	0,052	24,6	3,1	0,180	0,023	7,8	0,086	47,5	3,1	0,283	0,041	6,9	0,174	61,0
9,0	0,357	0,042	8,5	0,128	35,7	6,0	0,354	0,033	10,7	0,176	49,6	6,0	0,423	0,055	7,8	0,247	57,2
12,0	0,489	0,053	9,2	0,190	33,8	9,0	0,498	0,050	10,0	0,244	48,3	8,9	0,539	0,075	7,2	0,303	55,7
14,9	0,625	0,073	8,6	0,254	40,3	11,9	0,611	0,072	8,5	0,297	48,4	11,9	0,633	0,099	6,4	0,341	53,4
15,9	0,593	0,123	4,8	0,269	44,5	14,9	0,699	0,107	6,5	0,346	49,3	14,8	0,725	0,140	5,2	0,391	53,0
17,9	0,534	0,177	3,0	0,288	51,1	15,9	0,690	0,159	4,3	0,370	52,3	15,3	0,725	0,137	3,9	0,417	55,7
						17,9	0,668	0,233	2,9	0,409	57,3	17,9	0,720	0,267	2,7	0,455	59,3

$\beta = 10^\circ$						$\beta = 15^\circ$						$\beta = 20^\circ$					
α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$	α°	c_y	c_x	c_y/c_x	c_m	$e^0/0$
-8,7	-0,255	0,053	-4,8	-0,048	18,5	-8,7	-0,182	0,071	-2,6	0,008	-4,2	-8,8	-0,075	0,081	-0,9	0,080	-93,0
-5,7	-0,118	0,053	-2,2	0,019	-15,6	-5,8	-0,085	0,073	-0,5	0,082	-195,2	-5,8	0,068	0,086	0,8	0,150	254,2
-2,8	0,035	0,054	0,6	0,091	284,4	-2,9	0,135	0,077	1,7	0,169	129,0	-2,9	0,234	0,095	2,5	0,237	103,5
0,1	0,203	0,058	3,5	0,172	84,7	0,0	0,300	0,084	3,6	0,249	83,0	0,0	0,402	0,107	3,8	0,321	79,8
3,0	0,371	0,069	5,4	0,261	69,8	3,0	0,446	0,098	4,5	0,319	70,9	2,9	0,555	0,122	4,5	0,397	70,9
6,0	0,486	0,087	5,6	0,313	63,6	5,9	0,569	0,117	4,9	0,374	64,7	5,9	0,692	0,143	4,8	0,462	65,8
8,9	0,593	0,107	5,5	0,356	59,1	8,9	0,699	0,139	5,0	0,439	61,7	8,8	0,824	0,170	4,8	0,530	63,1
11,9	0,692	0,131	5,3	0,401	57,0	11,8	0,824	0,169	4,9	0,498	59,2	11,7	0,963	0,207	4,6	0,599	60,8
13,8	0,774	0,156	5,0	0,445	56,5	13,8	0,904	0,203	4,4	0,547	59,1	13,7	1,018	0,259	3,9	0,637	60,7
14,8	0,803	0,198	4,0	0,470	56,8	14,8	0,900	0,240	3,7	0,556	59,7	14,7	0,985	0,300	3,3	0,645	62,7
15,8	0,808	0,256	3,1	0,497	59,0	15,8	0,911	0,303	3,0	0,601	62,7						

$\beta = -20^\circ$	α°			0,4	3,3	6,2	9,1	12,1	15,0	$\beta = 5^\circ$	α°	-5,7	-2,8	0,1	3,1	6,0	8,9	11,9	14,8	
	c_{mz}			-0,216	-0,195	-0,173	-0,175	-0,164	-0,159		c_{mz}	0,025	0,038	0,051	0,069	0,088	0,105	0,122	0,132	
$\beta = -15^\circ$	α°			0,3	3,2	6,2	9,1	12,0	15,0	$\beta = 10^\circ$	α°	-5,7	-2,8	0,1	3,0	6,0	8,9	11,9	14,8	
	c_{mz}			-0,179	-0,156	-0,145	-0,140	-0,134	-0,128		c_{mz}	0,089	0,089	0,113	0,124	0,129	0,145	0,154	0,162	
$\beta = -10^\circ$	α°			0,3	3,2	6,1	9,1	12,0	14,9	$\beta = 15^\circ$	α°	-5,8	-2,9	0,1	3,0	5,9	8,9	11,8	14,8	
	c_{mz}			-0,126	-0,114	-0,102	-0,089	-0,089	-0,051		c_{mz}	0,145	0,150	0,148	0,158	0,167	0,181	0,199	0,221	
$\beta = -5^\circ$	α°			-2,7	0,2	3,2	6,1	9,0	12,0	14,9	$\beta = 20^\circ$	α°	-5,8	-2,9	0,0	2,9	5,9	8,8	11,7	14,7
	c_{mz}			-0,082	-0,070	-0,057	-0,045	-0,044	-0,032	-0,019		c_{mz}	0,149	0,171	0,192	0,212	0,218	0,235	0,249	0,283
$\beta = 0^\circ$	α°			-5,6	-2,7	0,2	3,1	6,0	9,0	11,9	14,9									
	c_{mz}			-0,044	-0,025	-0,006	0,000	0,025	0,031	0,031	0,062									

Rozpiętość $b = 0,45$ m, powierzchnia opierzenia $F = 0,0512$ m², średnia głębokość opierzenia $t_{sr. op.} = 0,114$ m, wydłużenie $\lambda = b^2/F = 3,92$, powierzchnia steru $f = 0,0201$ m², stosunek $f/F = 0,39$, średnia głębokość steru $t_{sr. st.} = 0,045$ m, ciśnienie prędkości $q = 56,25$ mm słupa wody.

Adam Nowotny.

Profile płatów o małej wędrowce środka ciśnień.

Profils des plans porteurs de petit déplacement du centre de pression.

I. Cel badań.

W związku z projektami nowych szybowców, zbadano w oddziale aerodynamicznym Instytutu Techniki Szybownictwa kilka nowych profili o stałym, względnie mało wędrującym środku ciśnień. Profile takie, obecnie bardzo aktualne w związku z zagadnieniem bezogonowca, przedstawiają również dla szybowców normalnych na pierwszy rzut oka znaczne korzyści. Ze względu na pożądaną małą szybkość opadania przyjęły się w budowie szybowców profile o możliwie dużym współczynniku lotności. Własność tą posiadają profile stosunkowo silnie sklepione: Klasycznym ich przedstawicielem jest profil G.535, bardzo rozpowszechniony w swej formie pierwotnej lub też w różnych odmianach uzyskanych głównie przez zmianę grubości względnej. Profile te posiadają obok dużego współczynnika lotności, również znaczny współczynnik momentu przy wyporze równym zeru, c_{m0} . Tymczasem, wielkość współczynnika c_{m0} charakteryzująca wędrowkę środka ciśnień wzdłuż płata przy zmianie kąta natarcia, wywiera niemały wpływ na lekkość konstrukcji i doskonałość aerodynamiczną całości. Duży c_{m0} wymaga bowiem odpowiednio sztywnych płatów i większych opierzeń, które w bilansie oporów szkodliwych szycowca stanowią wcale znaczny procent.

Wiadomo, że można zmniejszyć dowolnie współczynnik c_{m0} przez odpowiednie podgięcie spływowej części profilu płata. Znamy już cały szereg takich profili, posiadają one jednak stosunkowo małą nośność. Chodziło więc w pierwszym rzędzie o podwyższenie maksymalnego współczynnika wyporu profili o stałym środku ciśnień. Z drugiej strony, należało sprawdzić, czy przez podgięcie opływu znanych, dobrych profili, można zmniejszyć c_{m0} bez wielkiej szkody dla doskonałości aerodynamicznej profilu.

II. Sposób wyznaczenia kształtu profilu dla danego c_{m0} .

Spółczynnik momentu dowolnego profilu względem rzutu przedniej krawędzi na cięciwę profilu można w zależności od współczynnika wyporu, zgodnie z teorią i doświadczeniem wyrazić równaniem prostej:

$$c_m = c_{m0} + a \cdot c_y$$

gdzie $a \approx 0,25$, jest praktycznie biorąc stałą, niezależną od profilu, natomiast c_{m0} zależy od kształtu profilu.

Obecnie znamy kilka metod pozwalających przewidzieć c_{m0} z kształtu profilu. Wybraliśmy z nich metodę opracowaną przez Munka, Birnbauma i Glauerta¹⁾, która

¹⁾ Glauert-Holl. Tragflügel u. Luftschraubentheorie.

Tabela I. Spółrzędne profili.

	X	0,00	1,25	2,5	5	7,5	10	15	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
Nr. 1	Y_g	6,17	9,25	10,7	12,72	14,15	15,3	16,8	17,7	18,00	16,8	14,15	11,1	7,94	4,8	2,08	1,2	0,7
	Y_d	6,17	2,8	1,83	0,75	0,18	0,00	0,08	0,80	0,58	0,83	1,00	0,67	0,31	0,00	0,17	0,37	0,7
Nr. 2	Y_g	7,00	9,85	11,1	12,9	14,25	15,40	16,7	17,4	17,7	16,1	13,68	10,80	7,8	4,67	2,05	1,01	0,42
	Y_d	7,00	3,37	2,47	1,5	0,92	0,51	0,13	0,00	0,08	0,35	0,58	0,3	0,08	0,00	0,17	0,25	0,42
Nr. 3	Y_g	6,7	8,5	11,00	12,9	14,35	15,43	16,6	17,45	17,0	15,90	13,4	10,52	7,6	4,76	2,54	1,34	1,33
	Y_d	6,7	3,36	2,32	1,47	1,00	0,67	0,31	0,00	0,00	0,2	0,345	0,167	0,00	0,06	0,52	0,89	1,33
Nr. 4	Y_g	0,00	2,2	3,3	5,00	6,2	7,2	8,9	9,8	10,5	10,1	8,8	6,8	5,00	3,2	1,6	0,8	0,00
	Y_d	0,00	-1,5	-3,94	-2,4	-2,7	-3,00	-3,18	-3,34	-3,36	-3,2	-2,9	-2,62	-2,2	-1,6	-0,94	-0,50	0,00
Nr. 5	Y_g	0,00	2,1	2,9	4,4	5,5	6,4	7,7	8,5	9,15	8,8	7,6	6,00	4,35	2,8	1,38	0,78	0,00
	Y_d	0,00	-1,3	-1,6	-2,00	-2,3	-2,5	-2,76	-2,84	-2,9	-2,8	-2,6	-2,3	-1,9	-1,4	-0,8	-0,46	0,00
Nr. 6	Y_g	0,00	2,25	3,3	4,8	6,04	7,1	8,5	9,3	10,00	9,5	8,24	6,6	4,8	3,00	1,4	0,7	0,00
	Y_d	0,00	-1,42	-1,76	-2,2	-2,58	-2,8	-3,02	-3,2	-3,16	-3,00	-2,8	-2,5	-2,02	-1,6	-0,9	-0,46	0,00
Nr. 7	Y_g	0,00	2,20	3,1	4,5	5,6	6,4	7,6	8,2	8,56	8,1	7,2	5,8	4,2	2,4	1,18	0,58	0,00
	Y_d	0,00	-1,5	-1,9	-2,5	-2,9	-3,2	-3,8	-4,2	-4,5	-4,36	-3,8	-3,22	-2,7	-2,00	-1,12	-0,55	0,00
Nr. 8	Y_g	0,00	2,8	3,64	5,10	6,2	7,00	8,10	8,9	9,60	9,60	8,68	7,30	5,6	3,32	2,10	1,2	0,3
	Y_d	0,00	-1,9	-2,34	-3,00	-3,4	-3,7	-3,8	-3,7	-3,78	-3,7	-3,58	-3,25	-3,00	-2,5	-1,6	-1,00	0,3

Tabela II.

Wyniki liczbowe													
Nr. 1	100	C_y	-22	-4,14	16,6	38,1	58,1	80,5	102	121,5	133,5	136,7	—
	100	C_x	6,36	2,36	2,2	2,74	3,98	6,09	8,92	11,95	16,7	20,3	—
	100	C_m	-5,81	0,19	5,2	10,1	15,5	21,5	28,3	33,7	37,8	40,8	—
	100	α^0	-8,6	-5,8	-2,9	-0,1	2,8	5,7	8,5	11,4	14,3	17,3	—
Nr. 2	100	C_y	-18,3	0,92	20,83	40,5	61,6	81,4	102,3	121,00	135,6	141,3	139,6
	100	C_x	2,70	2,05	2,23	3,00	4,52	6,5	9,38	12,8	16,88	20,36	22,3
	100	C_m	-2,87	1,82	6,66	11,5	17,4	22,5	28,6	34,15	38,65	41,4	41,8
	100	α^0	-8,67	-5,8	-2,94	-0,07	2,78	5,65	8,51	11,38	14,28	16,25	17,76
Nr. 3	100	C_y	-26,6	-7,27	12,2	31,3	53,8	75,8	95,1	113,8	128,5	134,2	—
	100	C_x	3,07	2,10	1,98	2,55	3,63	5,69	7,9	11,09	14,81	19,67	—
	100	C_m	-6,7	-2,27	2,20	7,12	13,05	19,31	24,73	29,8	35,38	38,88	—
	100	α^0	-8,62	-5,75	-2,88	0,01	2,84	5,69	8,65	11,44	14,34	17,3	—
Nr. 4	100	C_y	-21,36	-2,41	14,8	37,4	57,2	76,00	94,2	111,26	121,5	116,2	118,8
	100	C_x	2,23	1,42	1,23	1,95	3,32	5,13	7,33	10,45	14,28	19,07	16,78
	100	C_m	-1,93	1,83	5,66	11,9	16,83	21,6	26,4	32,8	34,3	34,8	34,4
	100	α^0	-5,65	-2,63	0,1	2,54	5,51	8,28	11,16	14,05	16,98	20,01	13,49
Nr. 5	100	C_y	-19,12	-1,05	18,44	39,72	60,57	80,36	99,61	113,5	108,5	109,6	—
	100	C_x	2,3	1,36	1,22	1,98	3,37	5,38	7,86	13,41	9,26	19,9	—
	100	C_m	-3,01	2,38	7,04	12,91	17,81	21,52	27,87	32,4	29,72	34,98	—
	100	α^0	-5,67	-2,8	0,08	2,94	5,8	8,66	11,53	15,94	12,97	13,97	—
Nr. 6	100	C_y	-30,79	-14,04	4,75	24,4	47,2	67,2	87,4	107,0	119,5	117,5	—
	100	C_x	3,68	2,05	1,4	1,6	2,6	4,05	6,31	9,03	12,3	15,16	—
	100	C_m	-3,96	-0,42	3,92	8,36	14,7	13,35	24,1	29,2	32,52	33,4	—
	100	α^0	-8,63	-4,88	-3,11	0,14	2,89	5,76	8,63	11,48	14,42	15,92	—
Nr. 7	100	C_y	-23,6	-10,7	-8,56	29,1	48,7	72,3	87,4	97,00	105,4	111,4	108,2
	100	C_x	2,42	1,56	1,25	1,77	3,27	5,58	7,54	8,58	10,22	14,66	15,46
	100	C_m	-6,34	-1,95	2,75	7,64	12,92	18,36	24,9	25,18	27,3	30,74	32,7
	100	α^0	-5,62	-2,73	-1,95	3,01	5,88	8,72	11,63	13,07	14,51	17,47	18,99
Nr. 8	100	C_y	-22,65	-5,12	13,70	37,09	60,61	77,83	93,28	106,35	111,90	111,04	—
	100	C_x	2,18	1,72	1,82	2,67	4,13	5,82	8,23	10,88	13,88	17,04	—
	100	C_m	-1,96	1,68	5,9	13,17	19,22	22,9	25,92	27,70	29,19	31,37	—
	100	α^0	-5,64	-2,76	0,1	2,95	5,79	8,67	11,57	14,48	17,44	20,45	—

jakkolwiek ważna ściśle jedynie dla płatów idea¹nie cieniach (płytek zakrzywionych), posiada zaletę prostoty i przejrzystości, a da się również z łatwością stosować nawet wówczas, jeżeli profil jest dany tylko przez rysunek, a nieda się przedstawić żadnym wyrażeniem analitycznym.

Dla znalezienia c_{m0} danego profilu, zastępujemy go szkieletem, który otrzymamy jako linię środkową, połowiącą w każdym punkcie odstęp między spodem,

a grzbietem profilu. Jeżeli, jak w ryc. 1 A, obierzemy początek układu współrzędnych prostokątnych x, y , w początku szkieletu, a koniec szkieletu przyjmujemy za punkt $x=1$, wówczas:

$$c_{m0} = -2 \left(\mu_0 - \frac{\pi}{4} \epsilon_0 \right)^{1)}$$

¹⁾ Glauert-Holl. Tragflügel u. Luftschraubentheorie.

gdzie:

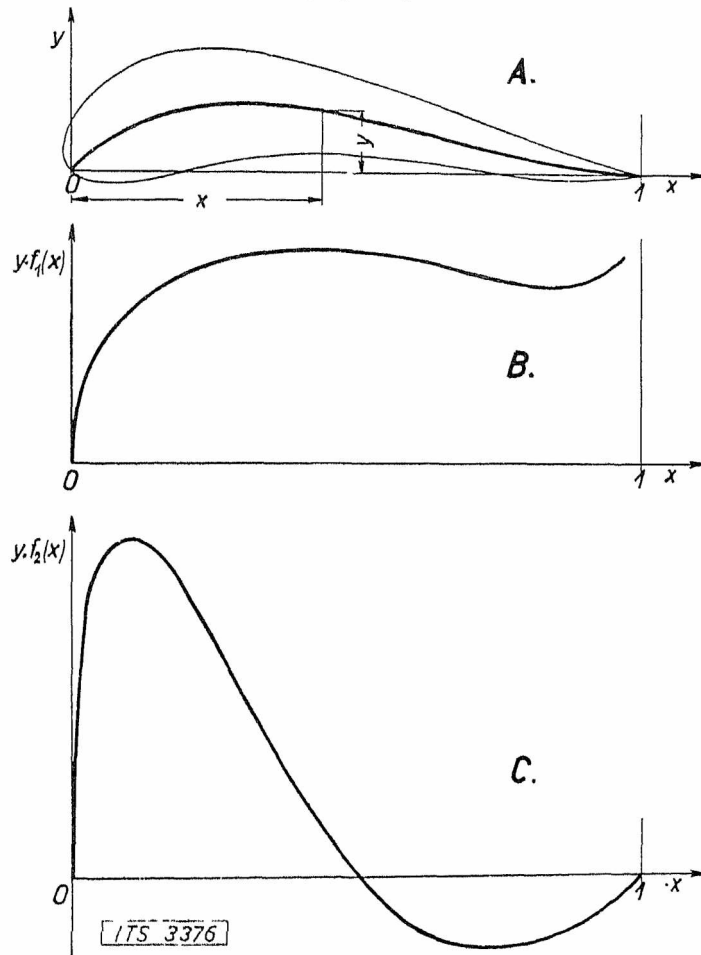
$$\varepsilon_0 = \int_0^1 y \cdot f_1(x) dx$$

$$\mu_0 = \int_0^1 y \cdot f_2(x) dx$$

zaś:

$$f_1(x) = \frac{1}{\pi \cdot \sqrt{x(1-x)} \cdot (1-x)},$$

$$f_2(x) = \frac{1-2x}{\sqrt{x(1-x)}}$$



Ryc. 1.

Jeżeli kształt szkieletu określony jest prostym równaniem, wówczas możliwe jest całkowanie analityczne. Jeżeli natomiast kształt szkieletu jest dany tylko przez rysunek, wówczas łatwo wykonać całkowanie graficzne. W tym celu dla szeregu odciętych x tworzymy iloczyny odpowiednich rzędnych szkieletu y i przynależnych im funkcji $f_1(x)$ i $f_2(x)$: iloczyny te nanosimy w układzie $y \cdot f_1(x) = f'_1(x)$ i $y \cdot f_2(x) = f'_2(x)$. (Ryc. 1 B i C). Powierzchnie uzyskanych w ten sposób wykresów, przedstawiają w odpowiedniej skali ε_0 i μ_0 ¹⁾.

III. Dane geometryczne pomierzonych profili.

Profile Nr. 1 do 3 uzyskano przez nawinięcie konturu Żukowskiego o grubości równej 17,7% cięciwy, na szkielecie o równaniu:

$$y = h \cdot x(1-x)(1-\lambda x).$$

Dla tej zależności możliwe jest bezpośrednie rozwiązanie całek na ε_0 i μ_0 , przyczem otrzymamy:

$$c_{mo} = -\frac{\pi}{32} \cdot h(7\lambda - 8).$$

¹⁾ Na końcu szkieletu $y \cdot f_1(x)$ dąży do ∞ : Planimetruje się zatem do $x=0,95$, resztę zaś oceniamy przyjmując $\Delta\varepsilon_0 = 2,9 \cdot y'$, gdzie y' jest rzędną wykresu dla $x=0,95$.

Dla poszczególnych profili obrano następujące wartości stałych:

Profil Nr.	1	2	3
$h =$	0,362	0,29	0,29
$\lambda =$	8/7	8/7	9/7

Maxymalna rzędna szkieletu w % cięciwy

5	4	3,74	
Obliczone $c_{mo} =$	0	0	-0,03

Profile Nr. 4 do 7 uzyskano przez odpowiednie podgięcie profilu G.549 (profil szybowca „Wien“) i zmiany grubości względnej. Spółczynnik c_{mo} wyznaczono graficznie.

Profil Nr. 8 zbudowano na szkielecie o równaniu:

$$y = 0,2 \cdot x(1-x)^2.$$

W tym wypadku jest teoretycznie $c_{mo} \approx 0,02$. Jako kontur, użyto profilu G.693 zgrubionego do 13%.

Spółrzędne profili w % cięciwy podaje tabela 1.

IV. Własności pomierzonych profili.

Wyniki pomiarów, wykonanych w Laboratorium Aerodynamicznym Politechniki Lwowskiej, podaje tabela 2, biegunowo zestawiono w ryc. 2 do 9.

W odróżnieniu od znanych profili o stałym środku ciśnień, które są albo stosunkowo cienne (profile Munka), albo też, o ile nawet są grube, posiadają stosunkowo wysmukłe noski (profile Instytutu Aerodynamicznego w Warszawie), zastosowano w profilach Nr. 1 do 3 kontury Żukowskiego odznaczające się stosunkowo pełnymi kształtami nosków. Doświadczenie uczy bowiem, że wysokie współczynniki wyporu posiadają właśnie profile o szczególnie pękatych noskach (np. G.652). Istotnie, w profilach Nr. 1 do 3 uzyskano wysokie $c_{y_{max}} = 1,35$ do 1,4. Pod względem doskonałości aerodynamicznej profile te, nie ustępują wiele innym profilom o tej samej grubości względnej.

Przez podgięcie opływu profilu G.549, o doskonałości aerodynamicznej $(c_y/c_x)_{max} = 21$, i o współczynniku momentu $c_{mo} = 0,09$, zmniejszył się współczynnik momentu dla profilu Nr. 4 do $c_{mo} \approx 0,03$ przyczem obniżyła się również doskonałość aerodynamiczna do $(c_y/c_x)_{max} = 19$: równocześnie $c_{y_{max}}$ spadło z 1,32 do 1,2. Zmiana grubości względnej z 13,85% na 12% w profilu Nr. 5, zwiększyła nieco doskonałość aerodynamiczną (do 20), obniżając równocześnie $c_{y_{max}}$ (do 1,15). Podniesienie noska profilu Nr. 6, pogorszyło doskonałość aerodynamiczną profilu Nr. 7, obniżając równocześnie jeszcze wybitniej c_{mo} . Profil Nr. 8 posiada zgodnie z równaniem szkieletu małe c_{mo} , natomiast również małą doskonałość.

Porównanie współczynników c_{mo} obliczonych z kształtu szkieletu profilu i pomierzonych, podaje tabela 3.

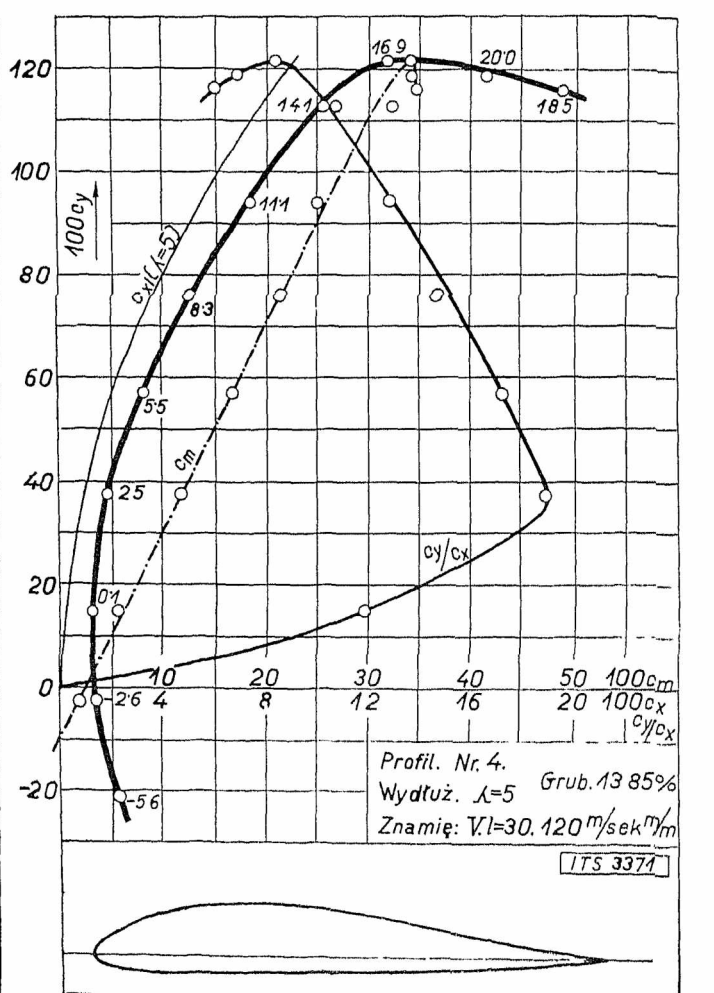
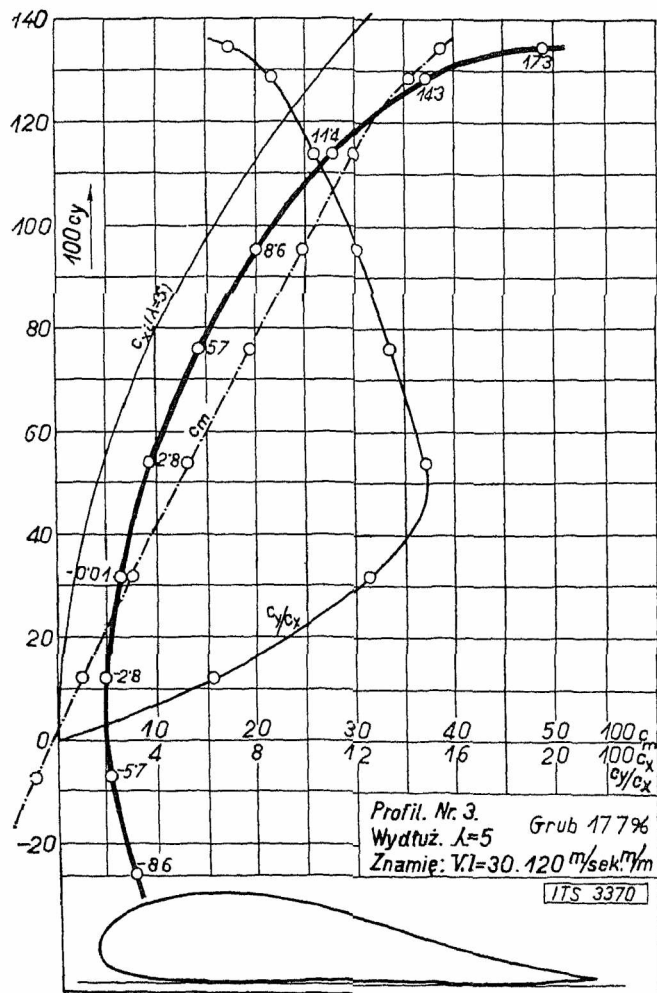
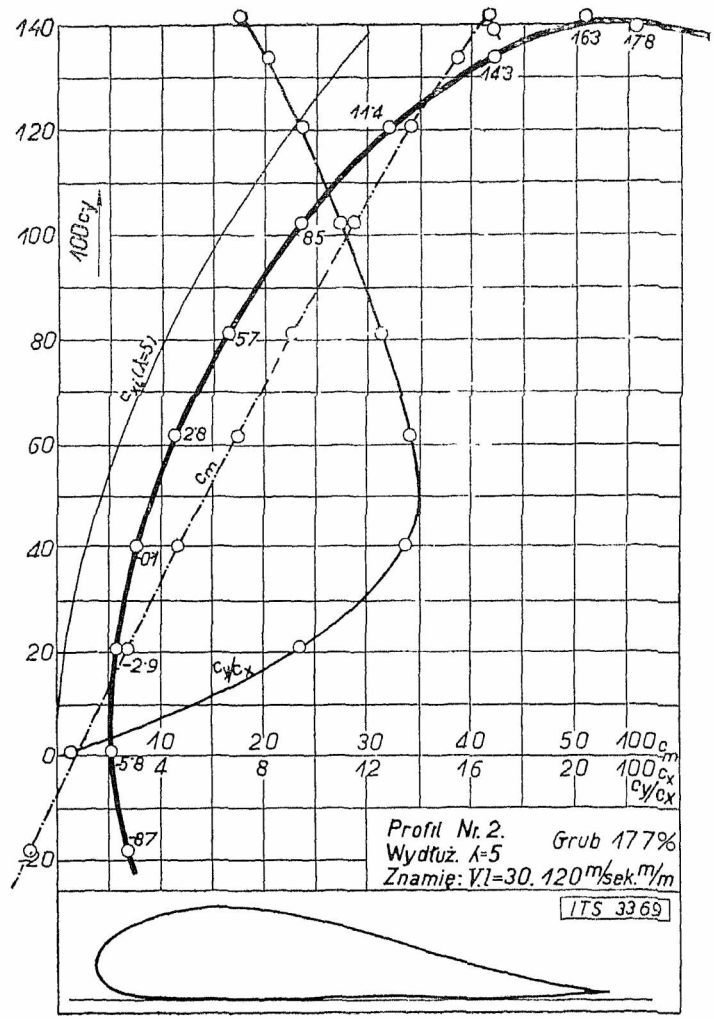
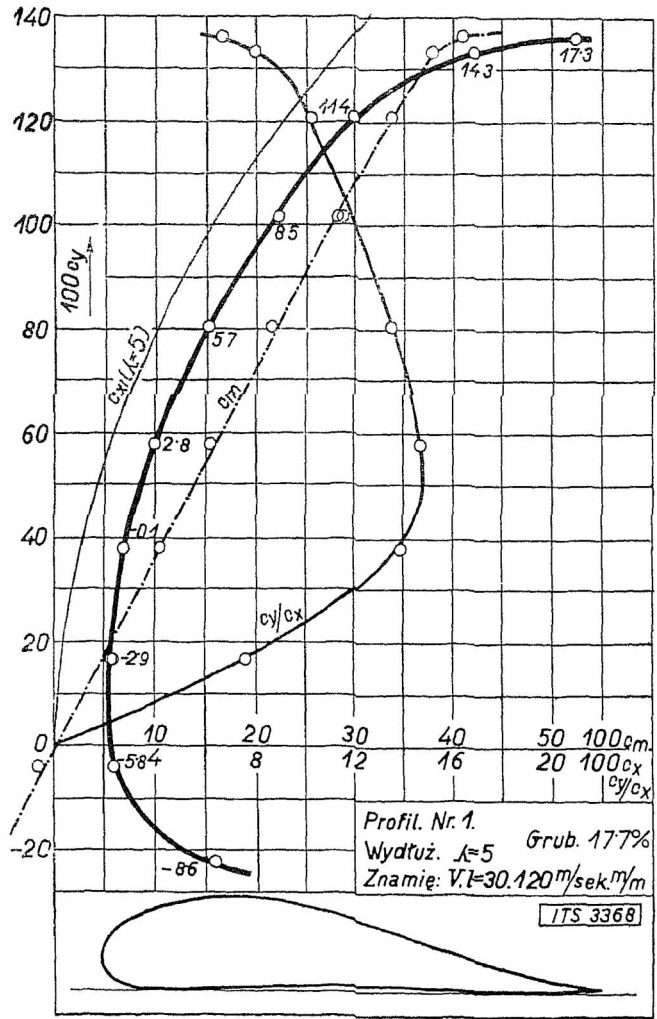
Tabela III.

Profil Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
obliczone	0	0	-0,03	0,03	0,02	0,02	0,002	0,02
zmierzone	0	0,02	-0,01	0,03	0,03	0,03	0,006	0,03

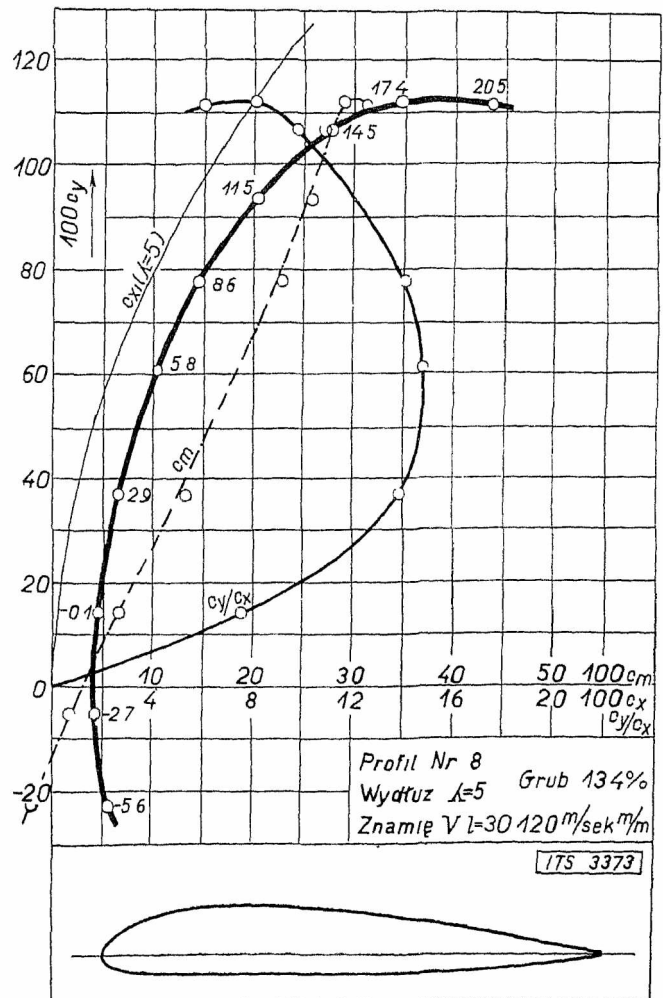
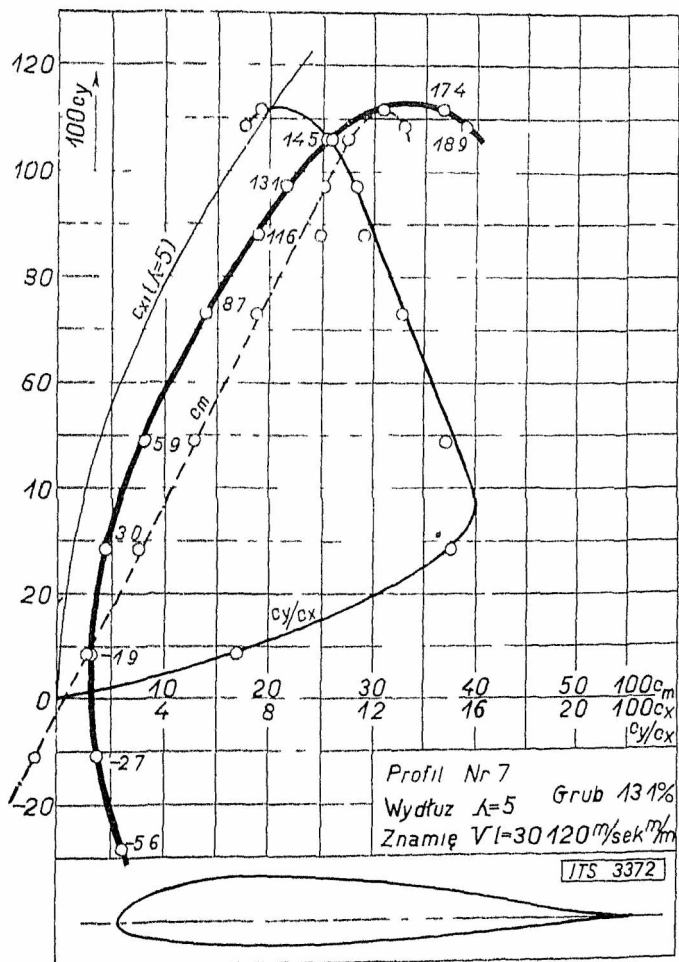
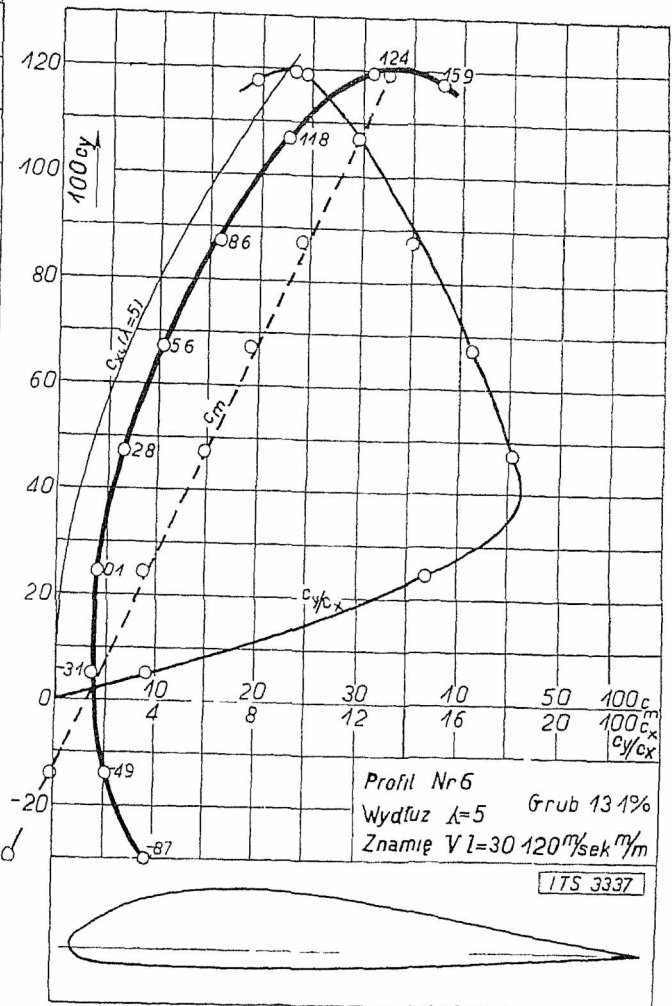
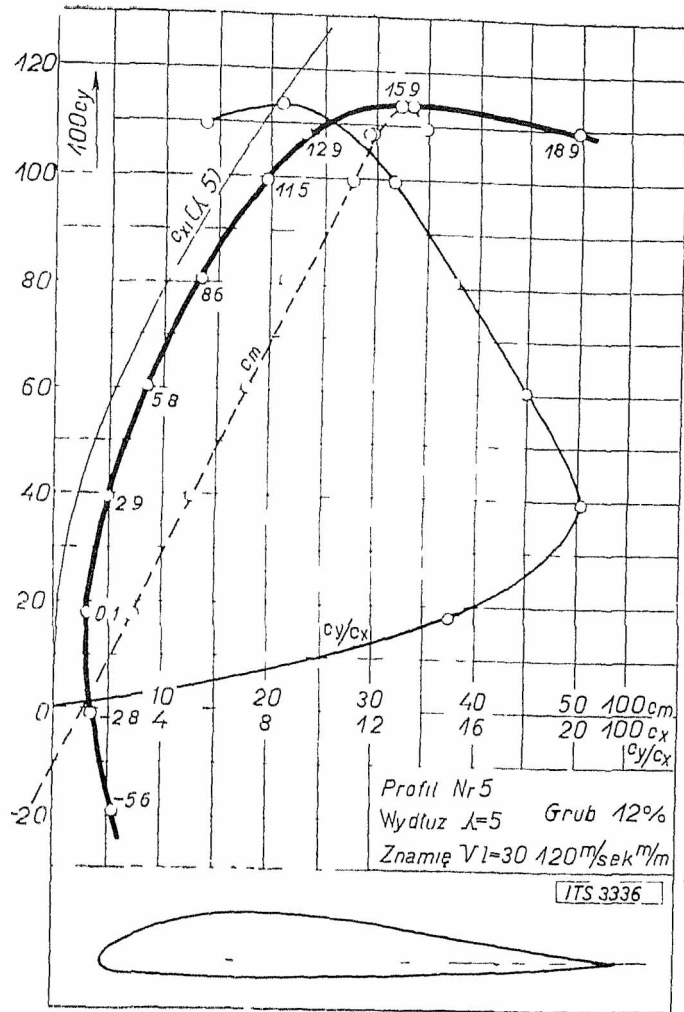
Naogół wartości zmierzone wypadają stale nieco większe od obliczonych, jednak dla celów praktyki trafność przewidzianych współczynników jest zupełnie wystarczająca.

Na ryc. 10 zestawiono dla porównania rozkłady ciśnień uzyskane przy pomocy sondy¹⁾, dla trzech profili: Profilu G.652, dla którego $c_{mo} \approx 0,20$ i $c_{y_{max}} \approx 1,8$, oraz dla profili badanych Nr. 3 i 6. Rozkłady ciśnień

¹⁾ Z. Fuchs. Pomiar rozkładu ciśnień wzdłuż powierzchni przy pomocy sondy ciśnieniowej statycznych, Czasopismo Lotnicze Nr. 1 1933.

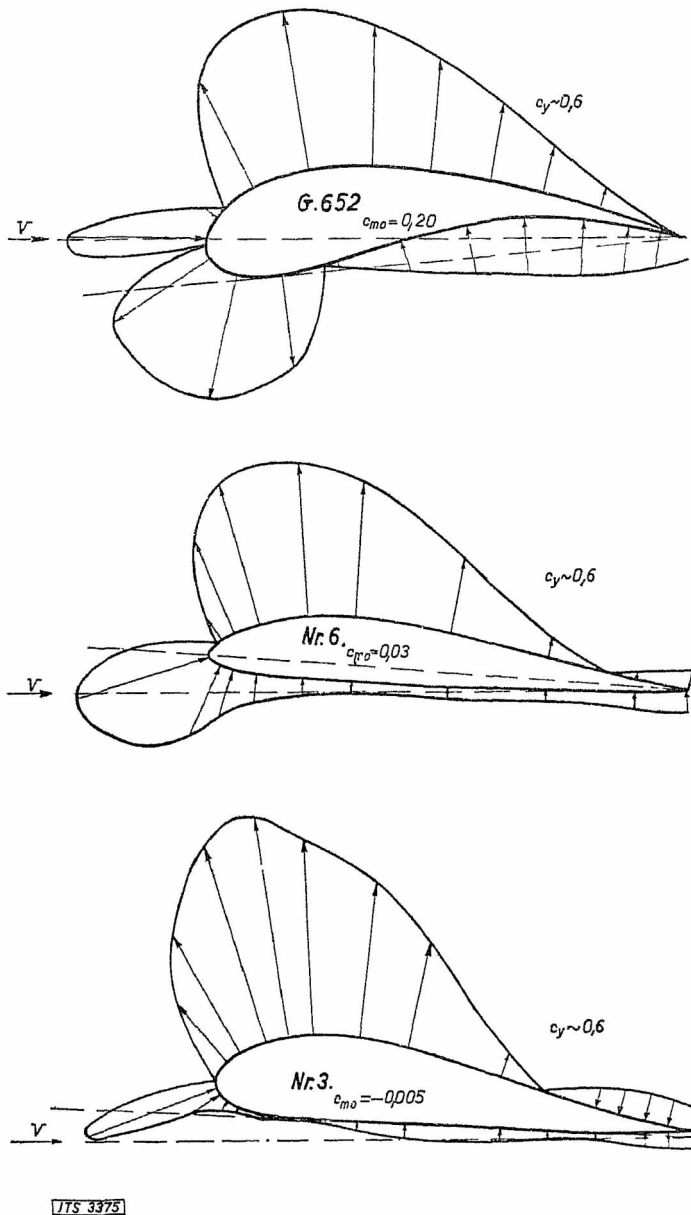


Ryc. 2, 3, 4, 5.



Ryc. 6, 7, 8, 9

wyznaczono każdorazowo dla kąta natarcia odpowiadającego $c_y \sim 0,6$. Jak łatwo zauważyć, profil o dużym



Ryc. 10.

Znamienne wyczyny niemieckich szybowców o małej rozpiętości w r. 1933. na zawodach w Rhön i na szybowisku pod Królewcem.

A. Duża rozpiętość, za pomocą której starano się w szybowcach osiągnąć jaknajwiększą doskonałość i małą szybkość opadania nie okazała się praktyczną. Powiększanie rozpiętości ponad pewną granicę przynosi coraz mniejsze polepszenie tych własności a podnosi poważnie ciężar szybowca, pomniejsza znacznie jego zwrotność i podnosi koszt. A właśnie potrzeby obecne szybownictwa a m. latanie nad krótkimi zboczami i szczególnie dążność do najdalszego wyzyskania termiki, więc jaknajwyższych kominów termicznych, wymaga, aby szybowiec był najzwrotniejszy, t. j. mógł jaknajrychlej z lotu prostego przechodzić w skręt i latać w wąskiej krzywiźnie bez straty na wysokości. Ważne także, aby był jaknajtańszy. Zwrotność i zmniejszenie kosztów daje się osiągnąć przez małą rozpiętość. W zmniejszeniu zaś oporów czołowych jest droga, aby przez zmniejszenie rozpiętości nie ucierpiały zbytnio własności aerodynamiczne¹⁾.

¹⁾ Wyjaśnienie w pracy p. A. Nowotnego „Własności szybowców i wyczyny w locie żaglowym“ *Czasop. Lotn.* 1933. nr. 2.

$c_{y_{max}}$ ale i dużym c_{mo} , „niesie“ wzdłuż całej swej długości, przyчем wypadkowa ciśnien przechodzi w danym wypadku, około połowy głębokości płata. Dla profilu o małym c_{mo} (Profil Nr. 6), wypadkowa ciśnien przechodzi w przedniej połowie długości profilu, natomiast koniec ogona profilu, nie „niesie“. W profilu Nr. 3, dla którego jest pratyecznie biorąc $c_{mo} \sim 0$, wypadkowa ciśnien przesuwa się jeszcze więcej do przodu ($1/4$ głębokości płata), natomiast ogon profilu na znacznej długości (w danym wypadku równej 30% głębokości płata), służy tylko dla „ustatecznienia“ profilu. Można więc przypuszczać, że profile o stałym, względnie mało wędrującym środku ciśnien muszą zawsze posiadać mniejszą doskonałość aerodynamiczną w porównaniu z profilami o dużym c_{mo} ; część bowiem powierzchni płata służąca do ustatecznienia profilu, nie daje żadnego wporu a przedstawia conajmniej opór z powodu tarcia. Ponadto, silniejsze obciążenie przedniej części, musi również spowodować zwiększenie oporu szkodliwego tej części płata.

V. Wnioski.

1. Zwiększenie maksymalnego współczynnika wporu profilu o stałym środku ciśnien, można uzyskać przez pełniejsze ukształtowanie nosków.

2. Przez odpowiednie podgięcie części spływowej znanych, dobrych profilu, można zmniejszyć znacznie współczynnik momentu przy wporze równym zeru c_{mo} , bez wielkiej szkody dla doskonałości aerodynamicznej, natomiast podniesienie nosa profilu jakkolwiek zmniejsza również c_{mo} , pogarsza znacznie doskonałość aerodynamiczną.

3. Zmniejszenie współczynnika momentu c_{mo} przez odpowiednie podgięcie ogona profilu, pogarsza zawsze jego doskonałość aerodynamiczną. Rozstrzygnięcie korzyści profilu o małej wędrowce środka ciśnien, możliwe jest więc tylko z uwzględnieniem konstrukcji całego płatowca.

4. Metoda Munka dla wyznaczenia c_{mo} z kształtu profilu, ważna ściśle dla profilu idealnie cienkich, daje dla praktyki zadawalniające wyniki również dla profilu grubych.

5. Wnioski powyższe, wyciągnięte z kilkunastu pomiarów, należy sprawdzić i uzupełnić na podstawie większej ilości pomiarów, systematycznie przeprowadzonych.

Uznając potrzebę poparcia dążności budowania i wypróbowania szybowców o małej rozpiętości kierownictwo zawodów niemieckich w Rhön przeznaczyło na ten rok premje za wyczyny na szybowcach o rozpiętości poniżej $16,5 m$.

Na skutek tej zachęty wzięło w zawodach udział wiele nowych konstrukcyj o małej rozpiętości. Znamieniami i nader godnymi uwagi są wyczyny szybowców o najmniejszej rozpiętości.

Szybowiec „Die Weper“, o rozpiętości $12,5 m$ powierzchni nośnej $14,2 m^2$, ciężarze własnym $120 kg$ i obciążeniu $14 kg/m^2$ wykonał przelot długości $78 km$ na czole burzy, nie wykazał jednak poza tem żadnych większych wyczynów: najdłużej trwający lot jego nad zboczem $46 min$.

Szybowiec „Sorgenkind“ (Grunau Baby II), będący dalszem rozwinięciem znanego z roku zeszłego typu „Grunau Baby“, o rozpiętości $13,5 m$, pow. $14 m^2$, c. w. $130 kg$, obc. $15 kg/m^2$ wykonał przelot $96,5 km$ (bezkonkurencyjny przelot w tym dniu) i parę lotów

nad zboczem, z których najdłuższy 2 godz. 32 min. (w tym dniu najdłużej trwający lot miał szybowiec „Pommernland“ o rozp. 20 m — 5 godz. 28 min., jednak „Marabu“ o rozp. 14 m prawie tyle — 5 godz. 12 min.).

Szybowiec „Rhönbussard“ o rozpiętości 14 m, pow. 14 m², c. w. 130 kg, obc. 15 kg/m² wykonał przelot 26,4 km, osiągając wysokość 369 m, i parę lotów nad zboczem, z których najdłuższy 3 godz. 3 min. (w dniu tym najdłużej trwający lot 3 g. 26 m. wykonał WGA o rozp. 16,4 m).

Szybowiec „Marabu“, przerobiony z samoskrzydłowca przez dodanie ogona, o rozpiętości 14 m, pow. 14,8 m², c. w. 115 kg i obc. 13,2 kg/m² wykonał w tym samym dniu, co „Rhönbussard“, przelot 53,1 km osiągając wysokość 542 m. (W dniu tym najdłuższe przeloty miały: 80,1 km „Thermikus“ o rozpiętości 22 m, osiągając wysokość 771 m i „Condor“ o 17,25 m rozp. osiągając odległość 67,8 km i 966 m wysokości).

Bardzo małą szybkość opadania, rzekomo 0,55 m/s, i nader dużą doskonałość 23 posiada szybowiec darmosztacki „Windspiel“ (znamienny ze względu na pomysły konstrukcyjne, dzięki którym osiągnięto nader mały ciężar własny i małe opory), o 12 m rozpiętości 11,4 m², pow. 55,5 kg ciężaru własnego i 11,75 kg/m² obc. Dzięki wielkiej zwrotności i małej szybkości opadania mógł się on utrzymywać w powietrzu w bardzo wąskim pasie prądów wznoszących, jaki występuje nad południowym zboczem Wasserkuppe przy słabym wietrze, wtedy gdy inne szybowce po pierwszym zwrocie wypadały z tego pasa lub traciły znacznie na wysokości i zmuszone były lądować.

Szybowiec ten wykonał przelot 25 km i wiele lotów nad zboczem (startował najczęściej ze wszystkich: 27 razy w przeciągu 14 dni) i w lataniu nad zboczem osiągnął lot 6 godz. 22 min. przy 753 m wysokości.

W dniu tego lotu przewyższony został co do czasu przez „Pommernland“ o 20 m rozp. (8 g. 6 min.), a co do wysokości przez „Niederrhein“ o 17,2 m rozp. (1445 m).

Dla porównania z temi wyczynami szybowców o małej rozpiętości przytoczyć należy, że najdłuższy przelot 176 km wykonał wytrawny i doświadczony as szybowcowy niemiecki Hirth na „Moazagotl“ (20 m, 20 m², 178 kg, 12,8 kg/m²) i drugi as Riedel — 164 m na szybowcu „Fafnir“ (19 m, 19 m²). Najwyższą wysokość osiągnął „Niederrhein“: 1445 m. Największą sumę wysokości 4016 m w 7 lotach osiągnął „Thermikus“ (22 m, 22 m², 10,6 kg/m²), tenże osiągnął drugą po „Fafnirze“ sumę dystansu przelotów: 256,8 km w 4 przelotach.

B. Na szybowcu „Grunau Baby“¹⁾ szybownik Schmidt osiągnął na szybowisku Korschenruh pod Królewcem wybitny rekord długotrwałości lotu. Żeglował on powyżej 36½ godzin od 7²⁵ dn. 3. VIII. do 20²⁰ dn. 4. VIII. tam i zpowrotem nad jednym i tym samym odcinkiem o długości do 2 km, dochodząc najwyżej do 315 m wysokości. Wyczyn ten, zdumiewający wytrwałością pilota, mógł być osiągnięty oczywiście dzięki sprzyjającym warunkom wiatrowym, ale także niewątpliwie dzięki zwrotności i sterowności szybowca. Lot bowiem, jak wyraził się pilot, nie był odczuwany przez niego w żadnym z momentów jako specjalnie męczący.

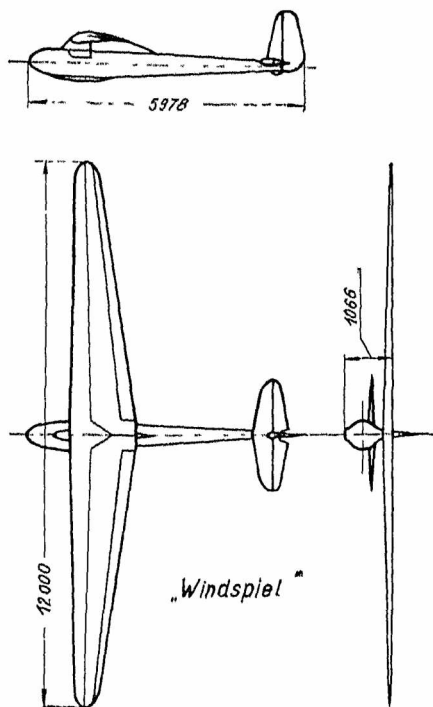
Wyczyny osiągnięte na szybowcach małej rozpiętości, zasługiwałyby na uwagę naszych konstruktorów i instytucyj popierających rozwój szybownictwa. (VDI nr. 44, *Flugsport* nr. 16, 17, 18, *Der Segelflieger* nr. 9). E.

¹⁾ *Flugsport* nie podaje, czy jest to Grunau Baby I z roku zeszłego (12,7—13 m), czy nowy poprawiony Grunau Baby II.

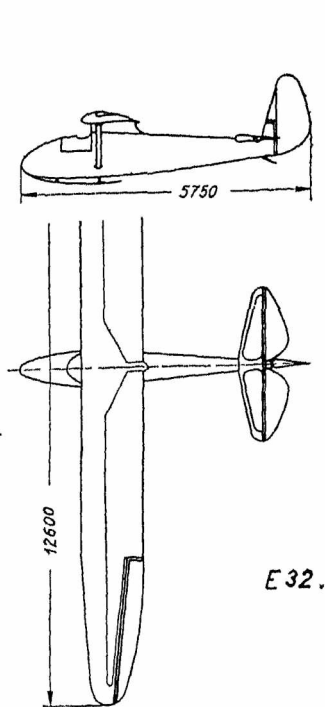
Wiadomości z literatury lotniczej.

Szybowiec „Windspiel“ D. 28. Wyczynowy szybowiec o 12 m rozpiętości płata.

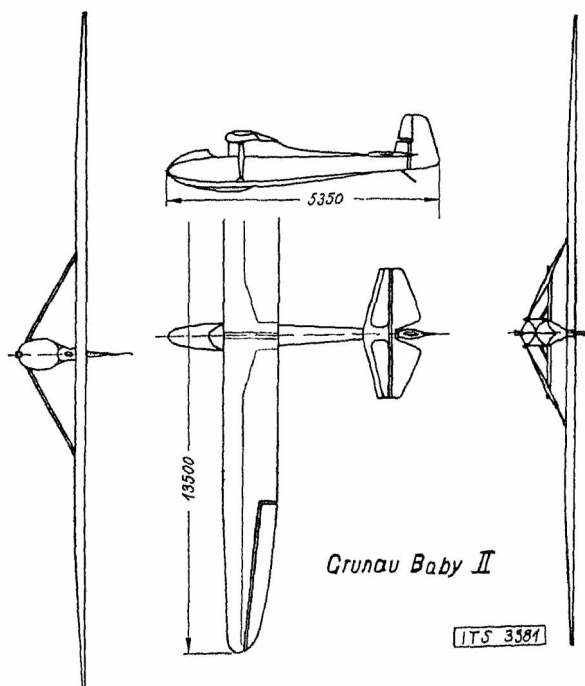
Płat wolnonośny, jednodźwigarowy, nie dzielony. Profil zasadniczy G. 535. Lotki zajmujące niemal całą rozpiętość płata, wykonane z lautału. Stosunkowo długi kadłub o przekroju owalnym i największej powierzchni



Ryc. 1.



Ryc. 2.



Ryc. 3.

przekroju = 0,3 m², skorupowy, klejony na szablonach z pasków fornieru o grubości 0,3 m/m i sklejk brzoowej w trzech warstwach: 2 dolne na krzyż, trzecia zewnętrzna — wzdłuż kierunku lotu. Opierzenie kierunkowe posiada ruchomy statecznik, wychylający się równocześnie ze sterem kierunkowym. Wychylenia steru są 2,8 razy większe w stosunku do wychyleń statecznika. Sterowanie lotek różnicowe, którego przeniesienie

zależne jest od wychylenia steru kierunkowego. Przez podniesienie lub opuszczenie całego mechanizmu sterowego, możliwe nadto opuszczenie lub podniesienie lotek (zmiana profilu w locie). Wyjątkowo niski ciężar własny szybowca 56 kg uzyskano przez sumienne przekonstruowanie każdego szczegółu i precyzyjne wykonanie warsztatowe, nie licząc się z kosztami budowy.

Spółczynnik wytrzymałości $n_I=8$, współczynnik wytrzymałości płata na skręcanie $n_{II}=2$ przy szybkości 180 km/h, liczba drgań na minutę 250, ciężar płata 29 kg t. j. $\sim 2,5$ kg/m².

Rozpiętość 12 m, powierzchnia nośna 11,4 m², wydłużenie 12,6, powierzchnia lotek 2,6 m², odległość środka opierzenia poziomego od środka ciężkości 4 m, powierzchnia opierzenia poziomego 1,4 m², powierzchnia opierzenia kierunkowego 0,7 m², ciężar własny 56 kg, ciężar w locie 136 kg, obciążenie powierzchni 11,9 kg/m².

Szybowiec „Grunau Baby II“ różni się tylko nieznacznie od znanego „Gr. B. I“ rozpiętością płata, która została zwiększona z 12,8 m do 13,5 m.

Płat na długości równej $\sim \frac{1}{2}$ rozpiętości prostokątny o stałym profilu G. 535, końce trapezowe silnie zwichrzone. Jeden dźwigar podparty pojedynczym zastrzałem w 30% połowy rozpiętości. Kadłub sześciokątny kryty sklejką.

Rozpiętość 13,5 m, powierzchnia nośna 14 m², ciężar własny 130 kg, ciężar w locie 210 kg, obciążenie powierzchni 15 kg/m², wydłużenie płata 13.

Na szybowiec ten wbudowany został ostatnio silnik Köller'a, dwutaktowy o mocy maksymalnej 16 KM przy 2800 obr/min, o pojemn. 600 cm³. Silnik umieszczony nad płatem na konsoli z rur stalowych napędza śmigło pchające. Zbiornik paliwowy o pojemności 15 l na $2\frac{1}{2}$ godziny lotu umieszczony jest w kadłubie. Przy silniku znajduje się zbiornik opadowy na 20 minut lotu, zasilany ze zbiornika głównego za pośrednictwem pompki umieszczonej w kabinie pilota. Ciężar całego urządzenia napędowego wynosi 40 kg. Celem ułatwienia startu zamontowano dodatkowe podwozie z dwóch kół o średnicy 25 cm.

Długość startu 80 m, szybkość maksymalna 90 km/h, szybkość lądowania 42 km/h, szybkość wznoszenia 1,2 m/sek, szybkość opadania przy wyłączonym silniku 1,05 m/sek.

Szybowiec E. 32. Budowa zupełnie podobna do „Grunau Baby“, jedynie kadłub posiada przekrój owalny.

Rozpiętość 12,6 m, powierzchnia nośna 13,8 m², wydłużenie 11,5, ciężar własny 132 kg, w locie 212 kg, obciążenie 15,4 kg/m². (*Flugsport* nr. 16. 17, 18 i *Segelflieger* nr. 9. 1933).

† PAWEŁ PAINLEVÉ.

Dnia 29. października 1933 r. zmarł nagle Paweł Painlevé w 70. roku życia poświęconego Francji i Nauce. Wielki mąż stanu i uczonej niepospolitej miary pochowany został w Panteonie. Już jako 23-letni młodzieniec wykładał na Fakultecie w Lille, a w 28. roku życia w Sorbonnie paryskiej. Reprezentował grupę „klasycznych“ matematyków, których przodkiem był Descartes, a następnie d'Alembert i Lagrange. Był wielkim znawcą równań różniczkowych; jego „Leçons sur la théorie analytique des équations différentielles“ (1897) zawierają fundamentalne przyczynki. Rewolucja światopoglądu we fizyce współczesnej — teoria kwantów i teoria względności — poruszyła do żywego wielkiego wyznawcę „ciągłości“ w przyrodzie posłusznej równaniom różniczkowym. Czyżby z tego powodu po-

stanowił rzucić się we wir polityki, aby zagłuszyć ból świadomości rozpadania się tak pięknego gmachu geometrii Descartes'a i mechaniki d'Alembert'a? — Nie poddał się bez walki — mury Collège de France były świadkiem wielkiej rozprawy pomiędzy Nim i Einsteinem, po której przeobraził się w szczerego zwolennika teorii względności.

Ogromne usługi oddał Painlevé Francji na polu lotnictwa, zwłaszcza w czasie wojny światowej. Znakomity uczonej z ogromnym zapalem poświęcił się wiedzy lotniczej w samym jej zaraniu, podkreślając stale niezmiernie ważny i tak mało przedtem w hydromechanice respektowany postulat ścisłej współpracy teorii z praktyką, bez której nie do pomyslenia jest jakikolwiek poważny rozwój tej nauki. Był też jednym z pierwszych profesorów lotnictwa i opublikował wykłady już z r. 1909/10. W r. 1908 był on pierwszym pasażerem W. Wright'a. Czy chciał może w ten sposób wyrazić, że lotnictwo opiera się o trwałe podstawy mechaniki cieczy rzeczywistej wbrew paradoksowi d'Alembert'a lub zaznaczyć przeciwieństwo do Lionardo da Vinci, który swemu wychowankowi przywiązał skrzydła i kazał skoczyć z wieży, podczas gdy sam pozostał na wieży?

Jako długoletni minister wojny i minister lotnictwa Painlevé opracował szereg poważnych reform wojskowych, mających doniosłe znaczenie dla obrony kraju.

Cześć Jego pamięci!

Z. Fruchs.

Prace pracowników Instytutu Techniki Szybownictwa ogłoszone w latach 1932 i 1933 w innych czasopismach.

W *Skrzydlatej Polsce*.

Inż. W. Czerwińskiego:

W Nr. 10—11 r. 1932 „I. Sprawozdanie z pomiarów przyspieszeń występujących w lotach szkolnych na szybowcu“.

W Nr. 2 r. 1933 „Niemieckie szybowce odznaczone i nowe celniejsze konstrukcje szybowców niemieckich na zawodach w Rhön 1932 r.“

Inż. W. Jaworskiego:

W Nr. 12 r. 1932 „II. Sprawozdanie z pomiarów przyspieszeń na szybowcu w lotach szkolnych ślizgowych i żaglowych“.

Dr. A. Kochańskiego:

W Nr. 4—5 r. 1933 „O prądach wstępujących na szybowisku w Bezmiechowej na podstawie pomiarów w 1932. roku“.

A. Nowotnego:

W Nr. 1 r. 1933 „O tani i ekonomiczny samolot turystyczny“.

Instrukcje opracowane przez Instytut Techniki Szybownictwa.

1. Instrukcja wyszukiwania terenu szybowcowego do lotów kategorii A i B.

2. Instrukcja przeprowadzania obserwacji meteorologicznych na szybowiskach do kategorii A i B.

Instrukcje te ITS wysyła zainteresowanym na żądanie.

Zauważone błędy druku w numerze 3.

Na stronie 31. w tabeli I. dla $\beta=0^{\circ}$, $\alpha=6,0^{\circ}$ ma być $c_x=0,029$ zamiast $c_x=0,039$.

Cena numeru 2 zł.