

### III. Wyniki doświadczalne

#### 1. BADANIA PROFILÓW PŁATÓW

Wyniki pomiarów dotyczące profilów płaskich płatów o obrysach posiadających kształt prostokąta podane są na rysunkach (str. 50 do 80) oraz w tablicach (str. 80 do 98).

Z pośród ogólnej ilości 59 podanych w tym wydawnictwie profilów płatów, kształty geometryczne profilów oznaczonych Nr. Nr. 15, 66, 135, 140, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 299, 307, 309, 312 określone zostały na drodze teoretycznej. W przypadkach gdy chodziło o zmianę procentowej grubości profilu otrzymanego drogą rachunku, współrzędne nowego profilu  $\frac{x'}{a}$  i  $\frac{y'}{a}$  określono korzystając z następujących wzorów:

$$\frac{x'}{a} = \frac{x}{a} p_1 + 2 \cos \vartheta (1 - p_1)$$

$$\frac{y'}{a} = \frac{y}{a} p_1$$

Profile teoretyczne Nr. Nr. 66, 135, 140, 153, 154, 156, 157, 158 i 299 wyróżniają się tem, że dla każdego z tych profilów przy kącie natarcia odpowiadającym współczynnikowi siły nośnej  $C_y = 0$  również i współczynnik momentu  $C_m = 0$ . Wzory, na podstawie których obliczano współrzędne tych profilów, podane są poniżej.

Profil Nr. 66.

$$\frac{x}{a} = 2 (1 + \cos \vartheta) \left[ 1 - k \cos \vartheta + \frac{l}{6} \cos (\vartheta - \lambda) - \frac{l}{3} \cos (2\vartheta - \lambda) - \frac{\cos \vartheta}{20} \right]$$

$$\frac{y}{a} = 2 (1 + \cos \vartheta) \left[ k \sin \vartheta - \frac{l}{6} \sin (\vartheta - \lambda) + \frac{l}{3} \sin (2\vartheta - \lambda) + \frac{\sin \vartheta}{20} \right]$$

Do obliczeń przyjęto:  $k = 0,09$ ;  $l = 0,09$ ;  $\lambda = 90^\circ$ .

Profile Nr. Nr. 135, 140, 153, 154, 156, 157, 158 i 299.

$$\frac{x}{a} = \left( 2 \cos \frac{\vartheta}{2} \right)^{2-\lambda} \left[ \cos \frac{\lambda \vartheta}{2} + A_1 \cos \left( 1 - \frac{\lambda}{2} \right) \vartheta + A_2 \cos \left( 2 - \frac{\lambda}{2} \right) \vartheta + B_1 \sin \left( 1 - \frac{\lambda}{2} \right) \vartheta + \right.$$

$$\left. + B_2 \sin \left( 2 - \frac{\lambda}{2} \right) \vartheta \right]$$

$$\frac{y}{a} = \left( 2 \cos \frac{\vartheta}{2} \right)^{2-\lambda} \left[ \sin \frac{\lambda \vartheta}{2} + B_1 \cos \left( 1 - \frac{\lambda}{2} \right) \vartheta + B_2 \cos \left( 2 - \frac{\lambda}{2} \right) \vartheta - A_1 \sin \left( 1 - \frac{\lambda}{2} \right) \vartheta - \right.$$

$$\left. - A_2 \sin \left( 2 - \frac{\lambda}{2} \right) \vartheta \right]$$

$$A_1 = -\frac{k}{2-\lambda} + \frac{l}{(2-\lambda)(3-\lambda)} ; \quad B_1 = \frac{p}{(2-\lambda)(3-\lambda)} ;$$

$$A_2 = -\frac{l}{3-\lambda} ; \quad B_2 = -\frac{p}{3-\lambda} ;$$

$$l = S^3 \cos 3\sigma + (1-\lambda) S^2 \cos 2\sigma - k S \cos \sigma$$

$$p = -S^3 \sin 3\sigma + (1-\lambda) S^2 \sin 2\sigma - k S \sin \sigma$$

W poniżej umieszczonej tabeli podajemy, przyjęte przy obliczaniu współrzędnych wyżej wymienionych profili, wartości na  $\sigma$ ,  $S$ ,  $k$ ,  $\lambda$  oraz  $p_1$ .

Profil Nr.	$\sigma$	$S$	$k$	$\lambda$	$p_1$
135	$-10^\circ$	0,850	0,10	$\frac{1}{15}$	1,00
140	$-10^\circ$	0,875	0,10	$\frac{1}{15}$	1,00
153	$-20^\circ$	0,850	0,20	$\frac{1}{15}$	0,65
154	$-20^\circ$	0,850	0,25	$\frac{1}{15}$	0,55
155	$-20^\circ$	0,850	0,30	$\frac{1}{15}$	0,45
156	$-20^\circ$	0,875	0,20	$\frac{1}{15}$	0,65
157	$-20^\circ$	0,875	0,25	$\frac{1}{15}$	0,55
158	$-20^\circ$	0,900	0,20	$\frac{1}{15}$	0,60
299	$-20^\circ$	0,850	0,25	$\frac{1}{15}$	0,42

Kształty profili Nr. Nr. 340, 339, 337, 336, 335, 334 otrzymane zostały przez proporcjonalne zwiększenie lub zmniejszenie rzędnych profilu Nr. 192.

Profile Nr. Nr. 310, 311, 290, 284, otrzymano przez proporcjonalne zmniejszenie rzędnych profilu 125 g.

Kształty wszystkich profili podane są w prostokątnym układzie współrzędnych, przyczem profile teoretyczne określone są współrzędnymi  $\frac{x}{l}$  i  $\frac{y}{l}$ , pozostałe zaś

profile odciętymi —  $\frac{x}{l}$  oraz rzędnymi  $\frac{y_1}{l}$  (wierzch profilu) i

$\frac{y_2}{l}$  (spód profilu). Współrzędne profili umieszczone są

w tablicach na str. 99 do 106.

Wyniki pomiarów przedstawione są przez wielkości bezwymiarowe  $C_y$ ,  $C_x$  i  $C_m$ , będące współczynnikami proporcjonalności w wyrażeniach określających:

1) siłę nośną płata  $P_y = \frac{C_y}{100} q S$

2) opór czołowy płata  $P_x = \frac{C_x}{100} q S$

3) moment siły wypadkowej działającej na płat względem prostej przecięcia się dwóch płaszczyzn do siebie prostopadłych, z których jedna jest prostopadła do płaszczyzny symetrii płata i zawiera cięciwę profilu środkowego, druga zaś jest styczna do krawędzi natarcia płata.

$$M = \frac{C_m}{100} q S l$$

W równaniach powyższych oznaczają:

$$q = \frac{\sigma u^2}{2} \text{ — ciśnienie prędkości}$$

$S$  — powierzchnię nośną płata (pole największego rzutu płata)

$l$  — szerokość płata.

Moment jest dodatni, gdy, przyjmując kierunek prędkości powietrza od strony lewej ku prawej, kierunek jego będzie przeciwny do kierunku ruchu wskazówek zegara.

Na rysunkach umieszczonych na str. 50 do 80 podane są wykresy wartości współczynników  $C_x$  i  $C_m$  w zależności od wartości współczynnika  $C_y$  oraz wykresy wartości  $C_y$ ,  $C_x$  i  $C_y/C_x$  w zależności od kąta natarcia i płata. Kąty natarcia płata mierzono względem cięciwy profilu środkowego. Na każdym rysunku podane są pozatem w zależności od kąta

natarcia  $i$  odległości środka parcia (punkt, w którym linia działania wypadkowej siły aerodynamicznej przecina cięciwę profilu) od prostej, względem której obliczone zostały wartości współczynników momentów  $C_m$ . Odległości środka parcia obliczono w % szerokości płata, korzystając z następującego wzoru:

$$e^0/0 = \frac{C_m}{C_y \cos i + C_x \sin i} \cdot 100$$

W tablicach na str. 80 do 98 podane są liczbowe wartości na  $C_y$ ,  $C_x$ ,  $C_m$ ,  $C_y/C_x$ ,  $c_y^3/c_x^2$ ,  $e^0/0$  oraz wartości współczynników  $C_n$  i  $C_l$ . Te ostatnie są współczynnikami proporcjonalności w wyrażeniach określających:

- 1) siłę działającą na płat w kierunku równoległym do jego cięciwy

$$P_l = \frac{C_l}{100} q S$$

- 2) siłę działającą na płat w kierunku prostopadłym do jego cięciwy

$$P_n = \frac{C_n}{100} q S$$

W skorowidzu umieszczonym na str. 49, profile uszeregowane są według ich procentowej grubości. Dla każdego profilu podane są strony na których znajdują się: wykresy, dane liczbowe oraz spólrzędne profilu.



### III. Résultats des expériences.

#### 1. EXAMEN DES PROFILS DES AILES

Les résultats des mesures concernant les profils des ailes plates aux contours possédant la forme d'un rectangle sont représentés par les diagrammes (p. 50—80) et dans les tables (p. 80—98).

Parmi le nombre total de 59 profils d'ailes contenus dans notre publication, les formes géométriques des profils No. No. 15, 66, 135, 140, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 299, 307, 309, 312 ont été définies théoriquement. Dans les cas où il s'agissait de changer l'épaisseur du profil obtenu à l'aide de calcul, on déterminait les coordonnées du profil nouveau  $\frac{x'}{a}$  et  $\frac{y'}{a}$ , en se servant des formules suivantes:

$$\frac{x'}{a} = \frac{x}{a} p_1 + 2 \cos \vartheta (1 - p_1)$$

$$\frac{y'}{a} = \frac{y}{a} p_1$$

où  $p_1$  est le rapport de deux épaisseurs.

Les profils théoriques No. No. 66, 135, 140, 153, 154, 156, 157, 158 et 299 se distinguent par le fait que pour chacun de ces profils à l'angle d'incidence correspondant à la portance nulle le coefficient du moment  $C_m = 0$  également. Nous donnons à la page 44 les formules qui servent de base pour calculer les coordonnées de ces profils.

Nous présentons, dans la table de la page 45, les valeurs de  $\sigma$ ,  $S$ ,  $k$ ,  $\lambda$  ainsi que de  $p_1$ , adoptées pour le calcul des coordonnées des profils mentionnés ci-dessus.

Les formes des profils No. No. 340, 339, 337, 336, 335, 334 sont obtenues en augmentant ou en diminuant proportionnellement les ordonnées du profil No. 192 et les profils No. No. 301, 311, 290, 284 en diminuant proportionnellement les ordonnées du profil No 125 g.

Les formes de tous les profils sont présentées dans le système rectangulaire des coordonnées; les profils théoriques sont déterminés par les coordonnées  $\frac{x}{l}$  et  $\frac{y}{l}$ , et les autres profils par les abscisses  $\frac{x}{l}$  et les ordonnées  $\frac{y_2}{l}$  (extrados) et  $\frac{y_1}{l}$  (intrados). Les coordonnées des profils sont données dans les tables p. 99—106.

Les résultats des mesures sont exprimés par des coefficients abstraits  $C_y$ ,  $C_x$  et  $C_m$  figurant dans les formules de

$$1) \text{ la force portante de l'aile } p_y = \frac{C_y}{100} q S$$

2) la résistance à l'avancement  $P_x = \frac{C_x}{100} q S$

et du moment de la force résultante agissant sur l'aile par rapport à la droite d'intersection de deux plans perpendiculaires l'un à l'autre, dont l'un est perpendiculaire au plan de symétrie de l'aile et contient la corde du profil central, et l'autre est tangent au bord d'attaque de l'aile

$$M = \frac{C_m}{100} q S l$$

Dans les équations suivantes:

$q = \frac{\rho u^2}{2}$  — désigne la pression due à la vitesse,

$S$  — la surface portante de l'aile (l'aire de la plus grande projection de l'aile)

$l$  — la profondeur de l'aile.

Le moment est positif quand, en adoptant la direction de la vitesse de l'air de gauche à droite, la direction du moment est opposée à la direction du mouvement des aiguilles d'une montre.

Sur les figures de la p. 50—80 sont présentés les diagrammes des valeurs des coefficients  $C_x$  et  $C_m$  en fonction de la valeur du coefficient  $C_y$  ainsi que les diagrammes des valeurs  $C_y$ ,  $C_x$  et  $C_y/C_x$  en fonction de l'angle d'incidence  $i$  de l'aile. On a mesuré les angles d'incidence de l'aile par rapport à la corde du profil central. Sur chaque figure se trouvent également, en fonction de l'angle d'incidence  $i$ , les distances du centre de poussée (le point d'intersection de la direction de la force aérodynamique résultante avec la corde du profil) de la droite, par rapport à laquelle on a calculé les valeurs des coefficients des moments  $C_m$ . On a calculé des distances du centre de poussée en % de la profondeur de l'aile, en se servant de la formule suivante:

$$e\% = \frac{C_m}{C_y \cos i + C_x \sin i} \cdot 100$$

Les tables sur les p. 80—98 présentent les valeurs numériques de  $C_y$ ,  $C_x$ ,  $C_m$ ,  $C_y/C_x$ ,  $C_y^3/C_x^2$ ,  $e\%$  ainsi que les valeurs des coefficients  $C_n$ ,  $C_l$ . Ces derniers sont des coefficients de proportionnalité dans les formules déterminant:

1) la force agissant sur l'aile dans la direction parallèle à sa corde

$$P_l = \frac{C_l}{100} q S$$

2) la force agissant sur l'aile dans la direction perpendiculaire à sa corde

$$P_n = \frac{C_n}{100} q S$$

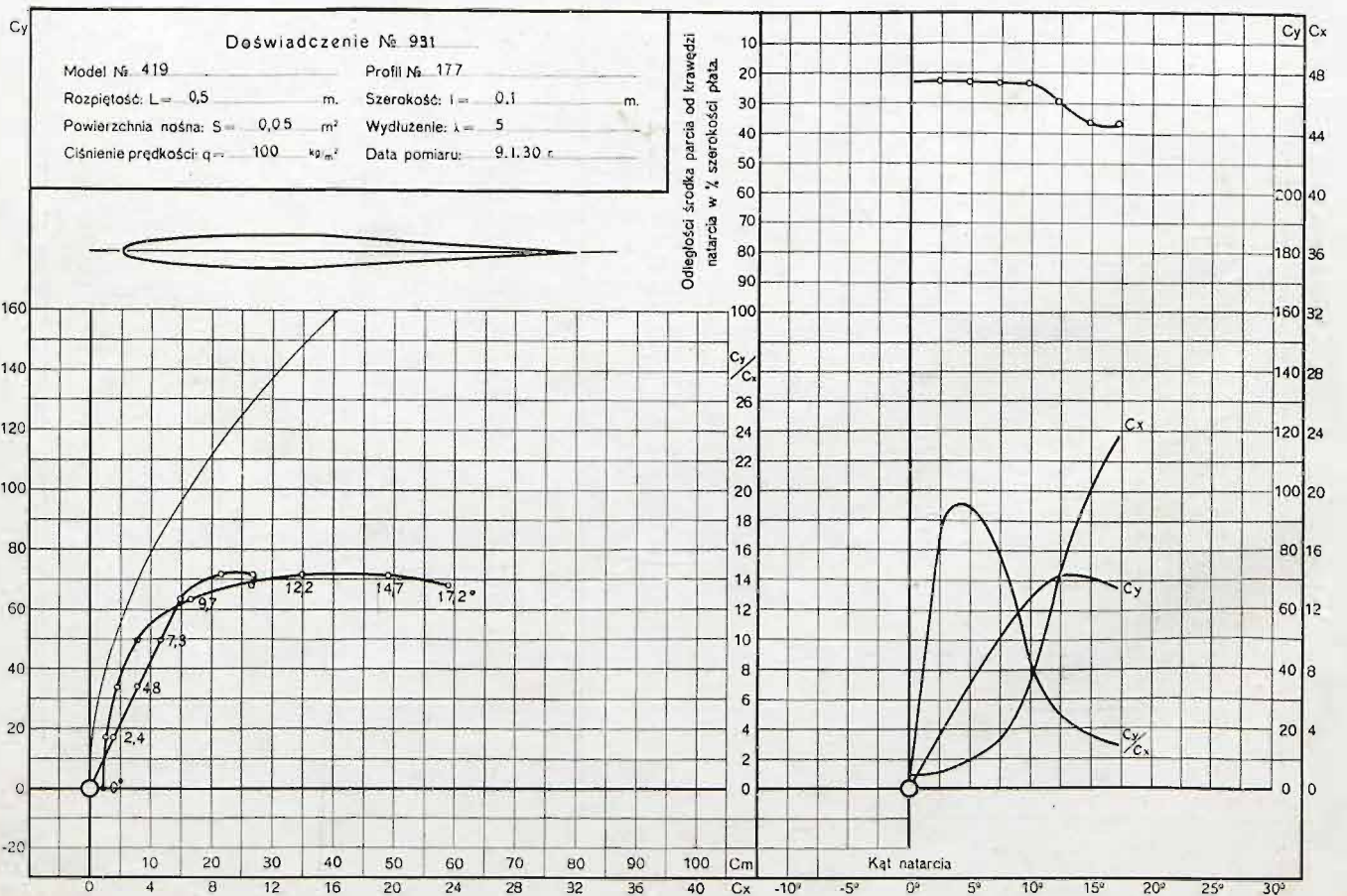
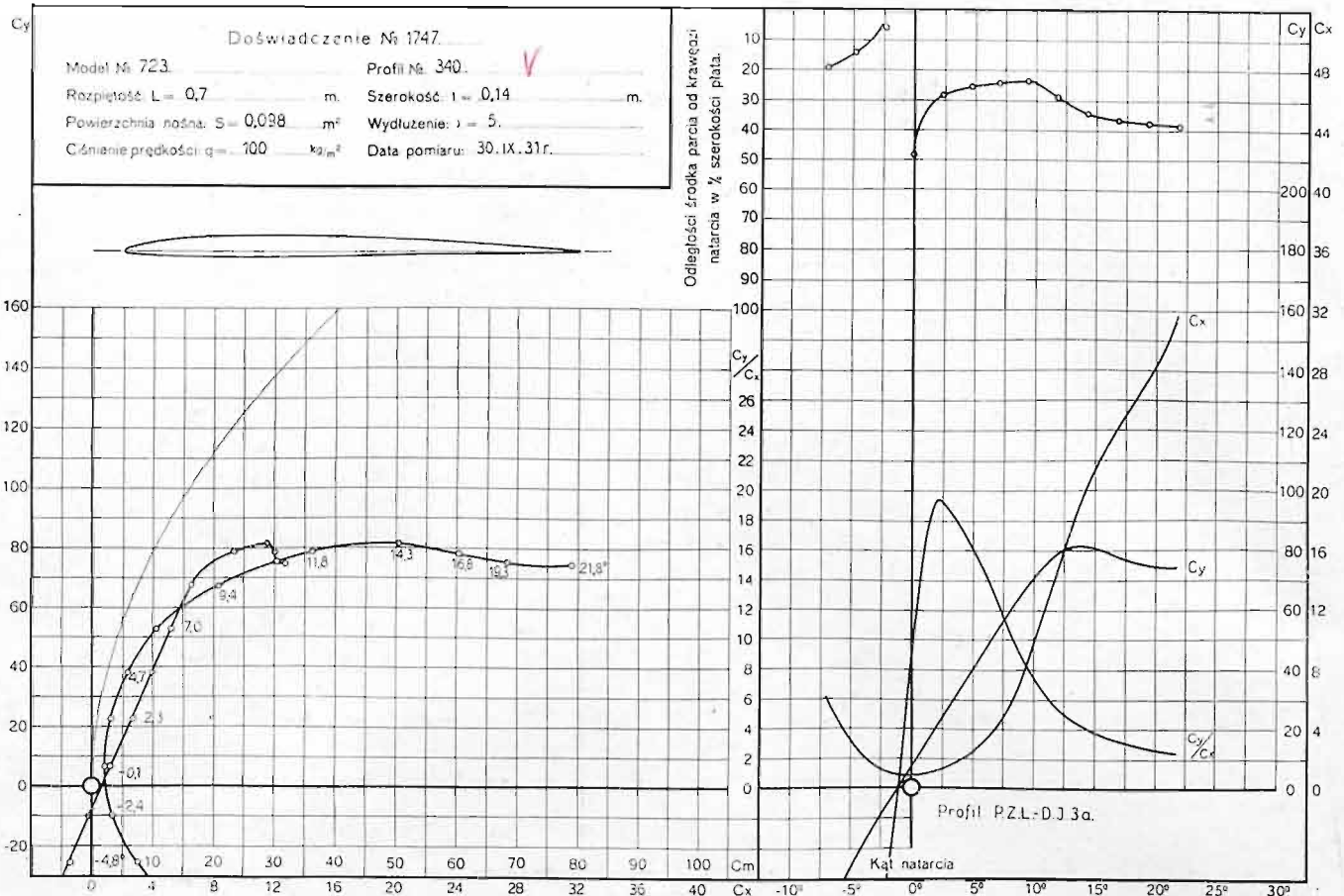
L'index se trouvant à la page 49 contient la liste des profils ordonnés suivant leur épaisseur en %. Pour chaque profil sont indiquées les pages sur lesquelles se trouvent: les diagrammes, la table numérique et les coordonnées du profil.



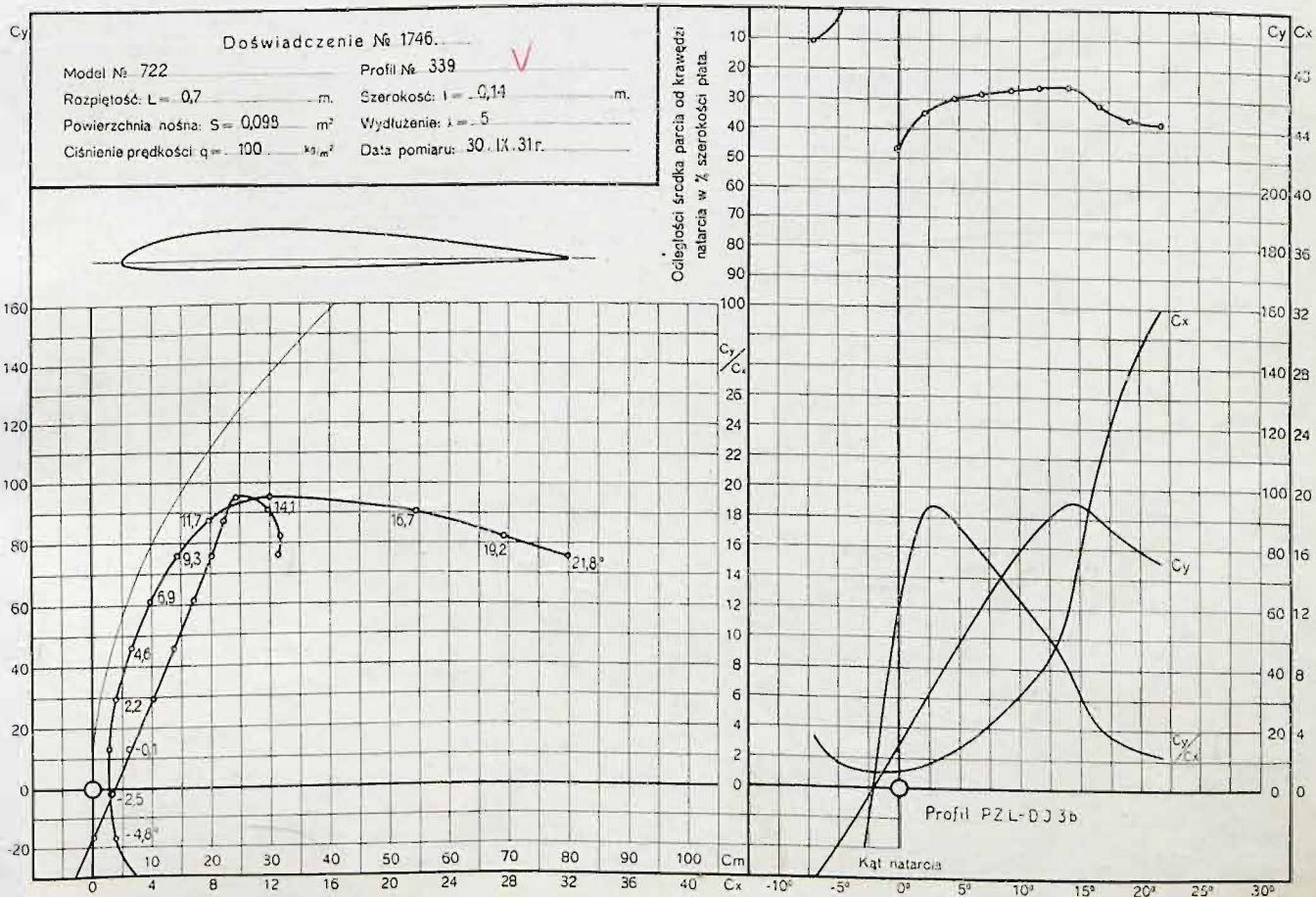
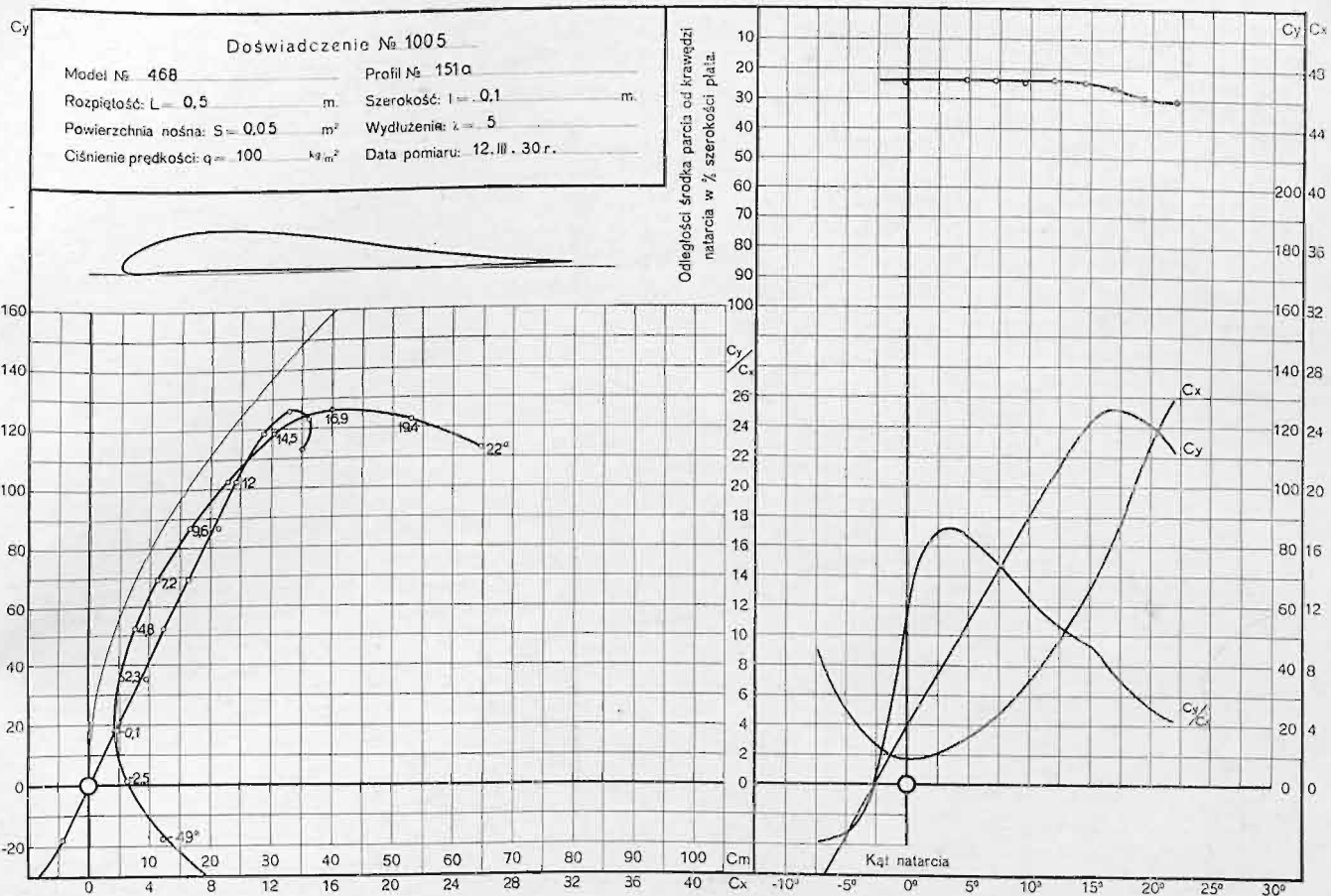
## Skorowidz profilów

## Index des profils

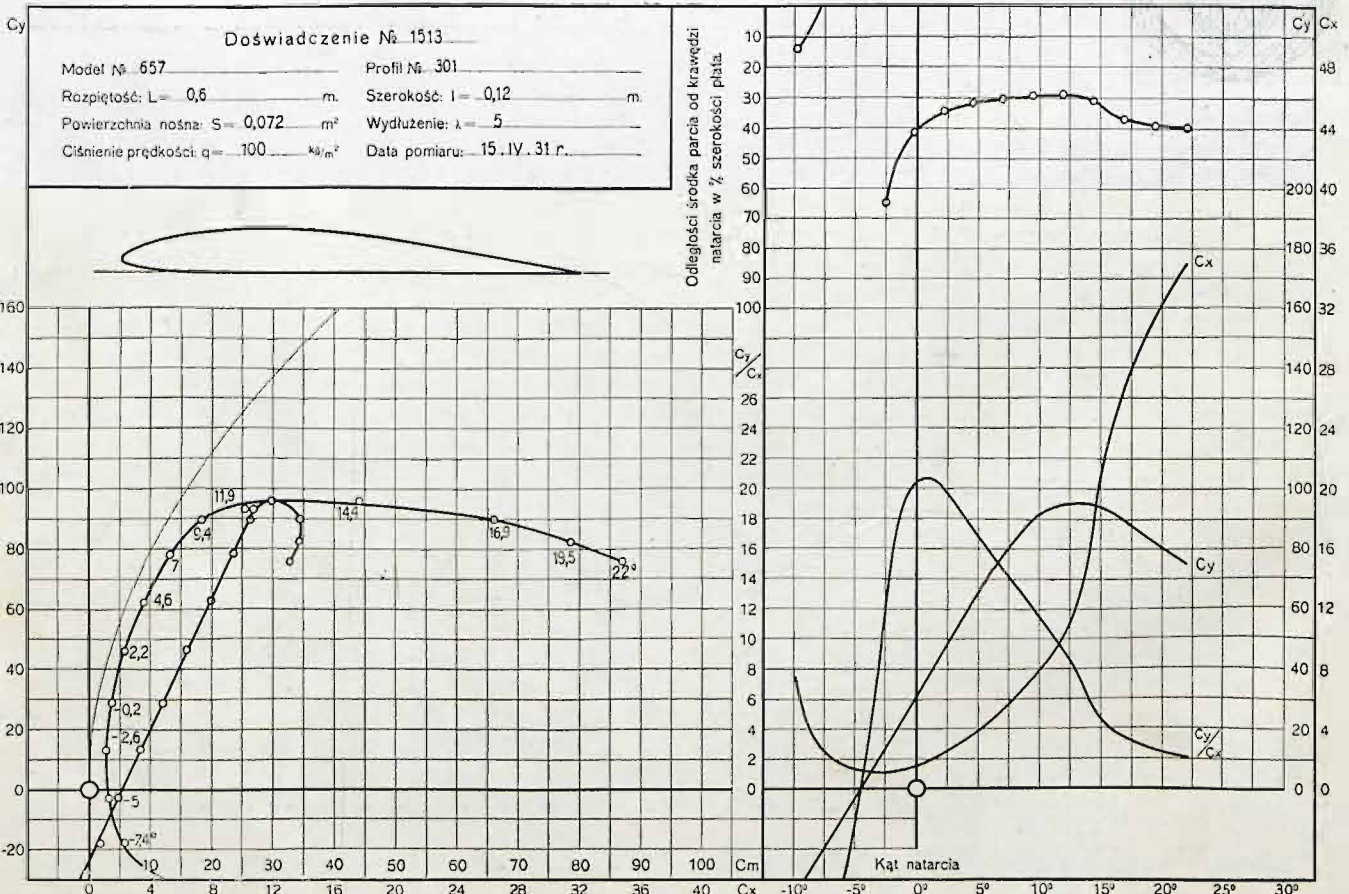
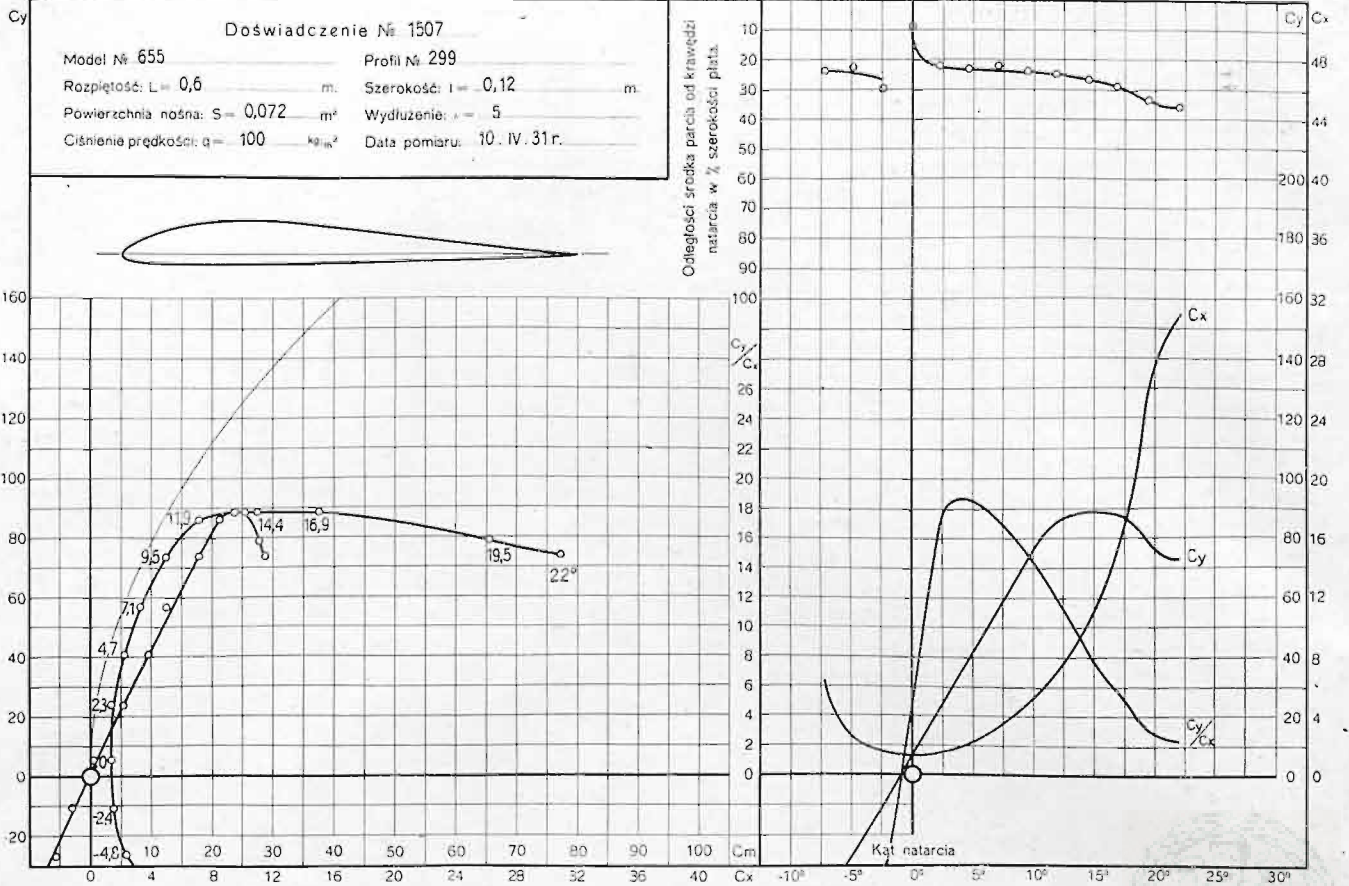
Grubość względna w %	P R O F I L	Nr. doświadczenia	Wykres	Dane pomiar.	Spółrzędne
			S t r o n a		
4,6	✓ 340 (P.Z.L.—D.J.3a)	1747 ✓	50	98	106
8,0	177	931	50	88	104
8,9	151a	1005	51	90	104
9,0	✓ 339 (P.Z.L.—D.J.3b)	1746 ✓	51	98	106
9,3	299	1507	52	94	101
10,0	301	1513	52	94	105
11,0	121 (P.W.S.—B.11)	593	53	85	103
11,1	120 (P.W.S.—B.10)	592	53	85	103
11,6	155	989	54	89	100
11,9	✓ 250 (P.Z.L. 6)	1501 ✓	54	93	105
12,0	✓ 192 (P.Z.L.—D.J.3) <i>na końcu</i>	1076 ✓	55	90	104
12,0	122 (P.W.S.—B.12) <i>platek</i>	594 ✓	55	85	103
12,0	158	1002	56	90	100
12,5	104 (P.Z.L.—D.J.1)	514	56	81	102
12,5	40 (P.L.—R. 4)	904	57	88	102
12,5	311	1554	57	95	105
12,6	157	996	58	89	100
12,7	24 (S.T.Aé 70 A. Borel)	563	58	84	102
12,7	154	985	59	88	100
12,7	✓ 140 <i>Sz</i>	758 ✓	59	86	99
12,9	101 (R.A.F. 31)	498	60	81	102
13,0	135	732	60	86	99
13,2	153	988	61	89	99
13,2	156	995	61	89	100
13,6	127 (P.L.—R. 7)	643	62	86	104
13,9	97 (P.W.S.—B. 7)	531	62	84	102
14,0	✓ 337 (P.Z.L.—D.J. 3c)	1756 ✓	63	98	106
14,2	109 (P.W.S.—B. 6)	529	63	83	103
14,7	108 (P.W.S.—B. 5)	528	64	83	103
15,0	330	1705	64	96	105
15,0	290	1498	65	92	105
15,1	306	1524	65	94	105
15,5	66	909	66	88	99
15,5	107 (P.W.S.—B. 4)	527	66	83	103
15,7	72 (Bartel 37 Ila)	380	67	81	102
15,8	106 (P.W.S.—B.2)	525	67	82	102
15,9	248 (P.Z.L.—8)	1503	68	93	104
16,0	✓ 336 <i>Sz</i> (P.Z.L.—D.J. 3d)	1740 ✓	68	97	106
16,5	115 (P.L.—R. 8a)	571	69	85	103
16,5	43 (P.W.S.—B. 3)	526	69	82	102
16,6	130 (P.L.—R. 11)	652	70	86	104
16,8	15	211	70	80	99
17,1	✓ 28 (P.W.S.—B. 1)	524	71	82	102
17,5	284	1478	71	92	105
17,5	218	1373	72	92	104
18,0	110 (P.W.S.—B. 9)	533	72	84	103
18,0	✓ 335 (P.Z.L.—D.J. 3e)	1739 ✓	73	97	106
18,1	289	1499	73	93	105
18,5	✓ 100 <i>Sz</i> (P.W.S.—B. 8)	1092	74	90	102
19,8	✓ 125g <i>! - cz. skrz przy krawędzi</i>	902, 900, 898 ✓	74, 75	87	103
19,8	204b	1191	76	91	104
20,0	110a (P.W.S.—B. 9a)	534	76	84	103
20,0	✓ 334 (P.Z.L.—D.J. 3f)	1738 ✓	77	97	105
20,3	309	1538	77	95	101
20,5	307	1531	78	95	101
22,0	332	1715	78	96	105
22,1	312	1564	79	96	101
30,0	243	1340	79	91	104
30,3	238a	1356	80	91	104
Épaisseur relative en %	P R O F I L	No. d'essai	P a g e		
			Diagramme	Données d'essai	Coordonnées

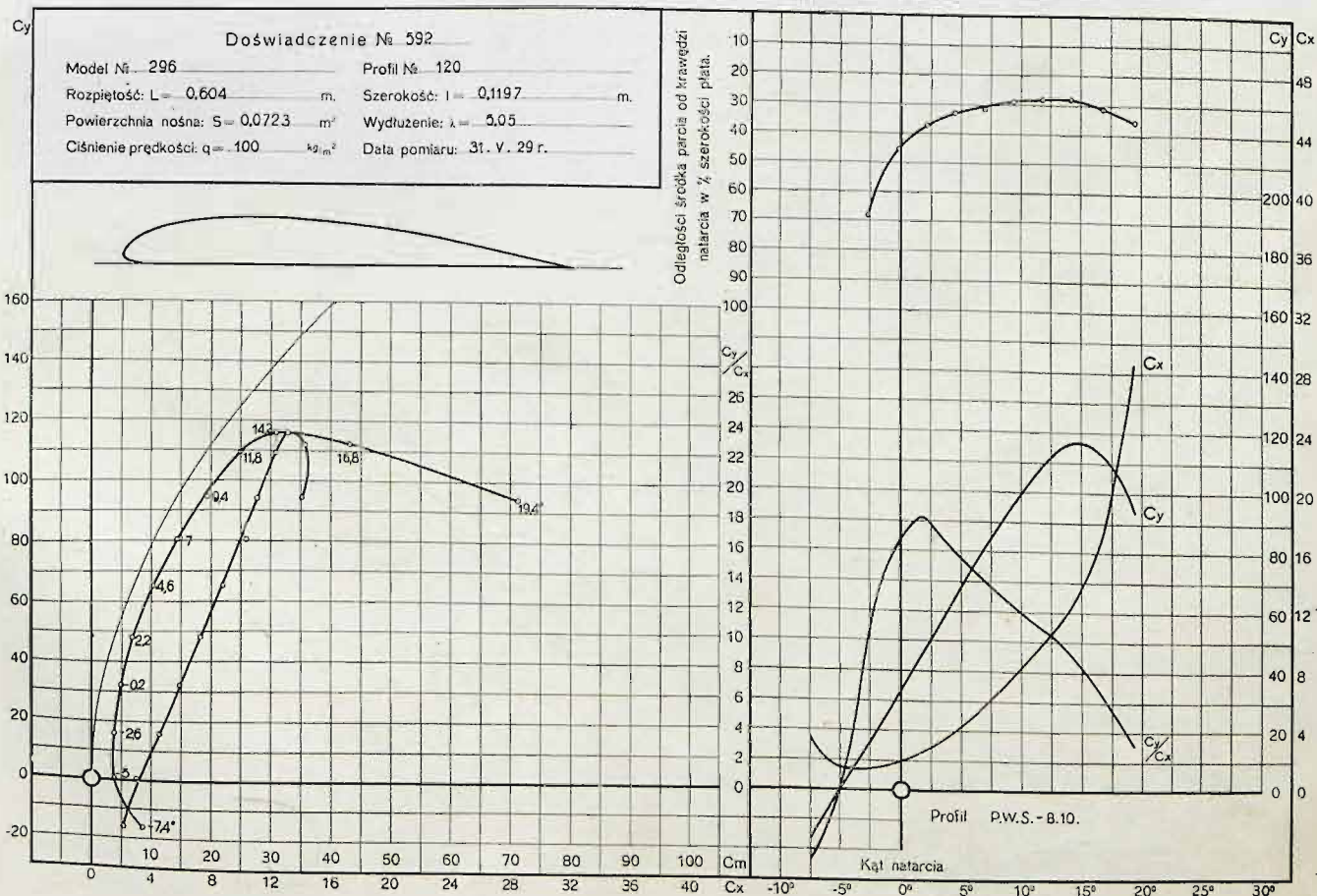
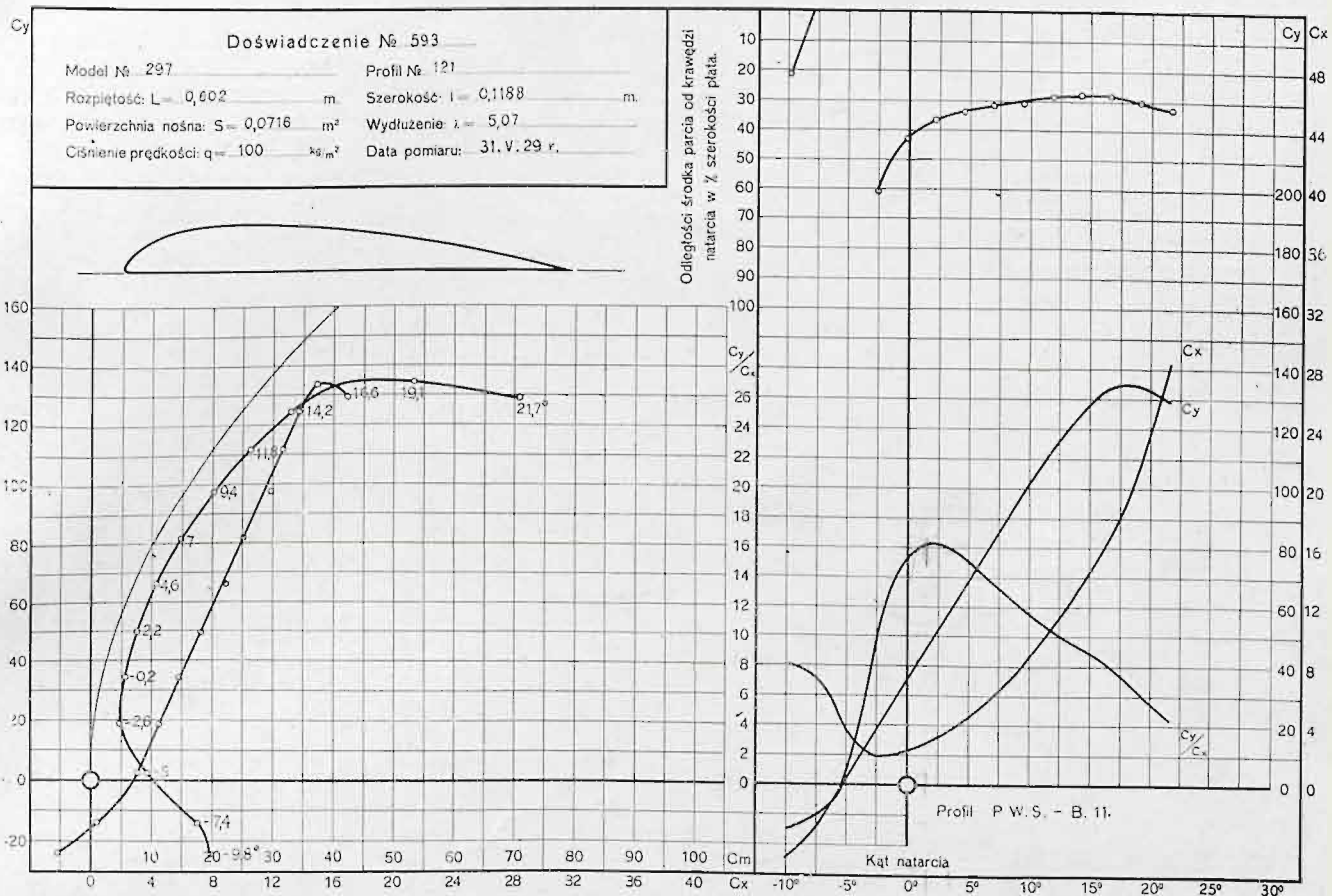




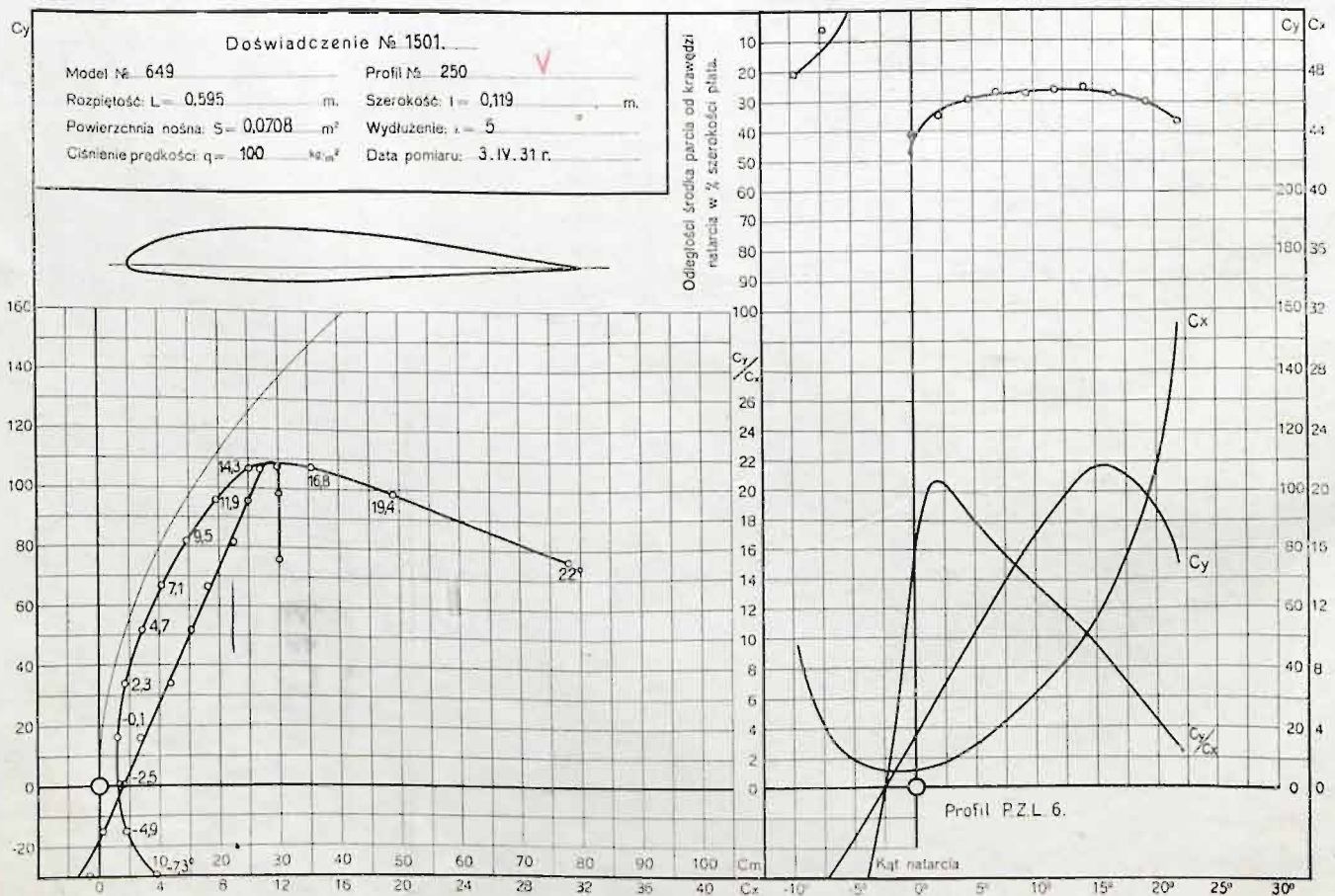
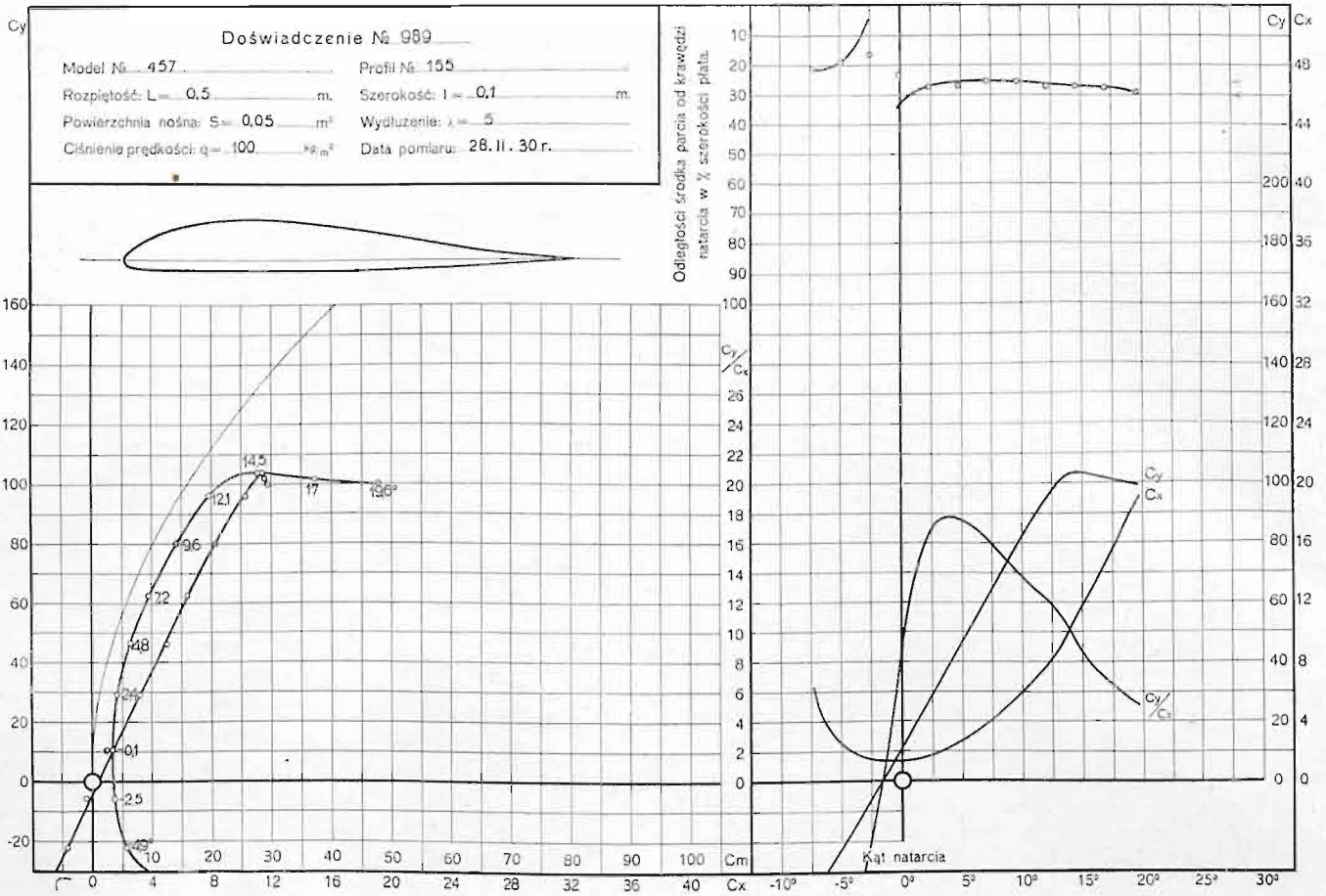














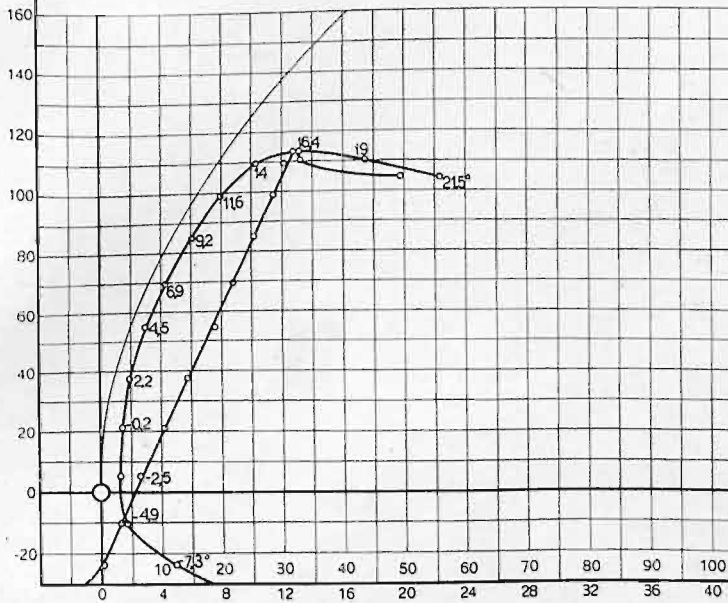
Doświadczenie № 1076

Model № 512      Profil № 192

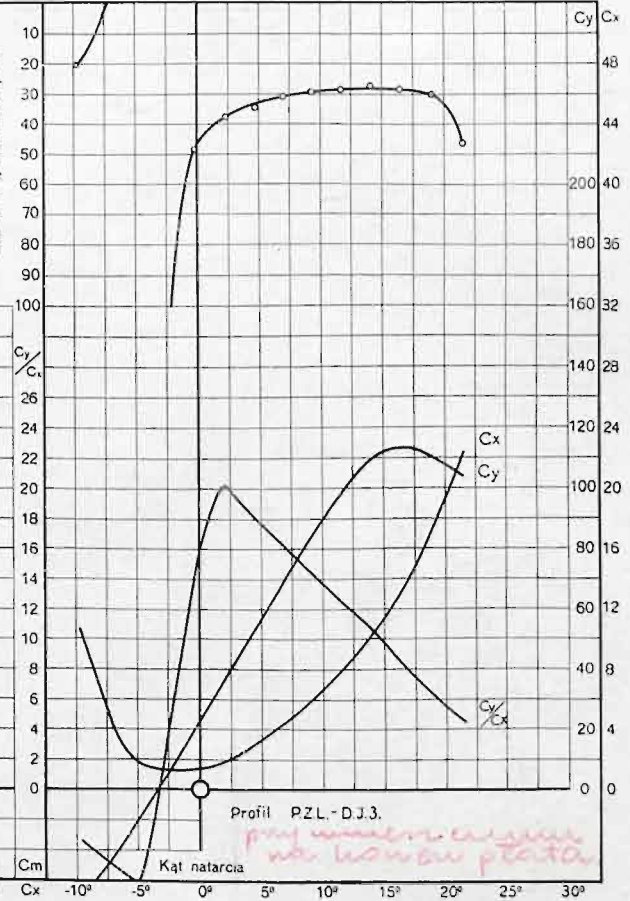
Rozpiętość:  $L = 0,7$  m.      Szerokość:  $b = 0,14$  m.

Powierzchnia nośna:  $S = 0,098$  m<sup>2</sup>      Wydłużenie:  $\lambda = 5$

Ciśnienie prędkości:  $q = 100$  N/m<sup>2</sup>      Data pomiaru: 9.V.30 r.



Odległość środka parcia od krawędzi natarcia w % szerokości płata.



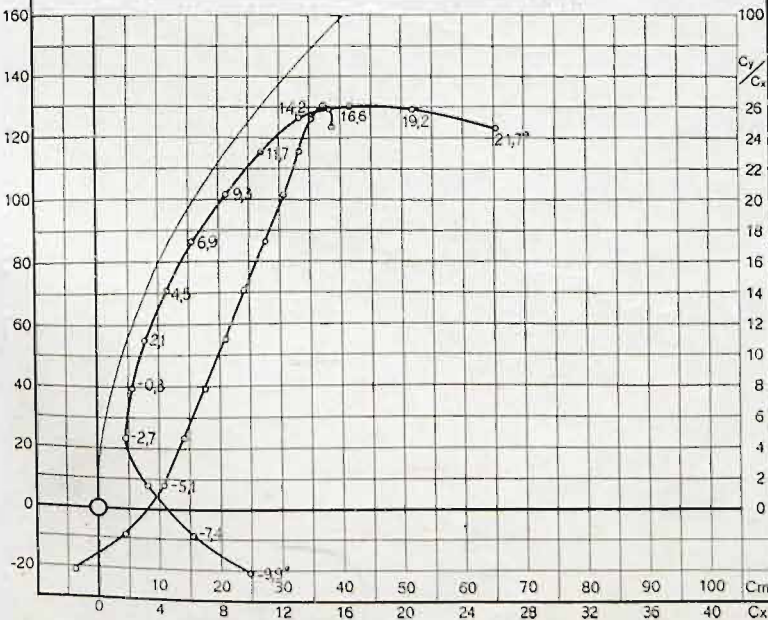
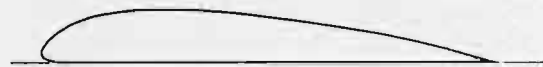
Doświadczenie № 594

Model № 298      Profil № 122

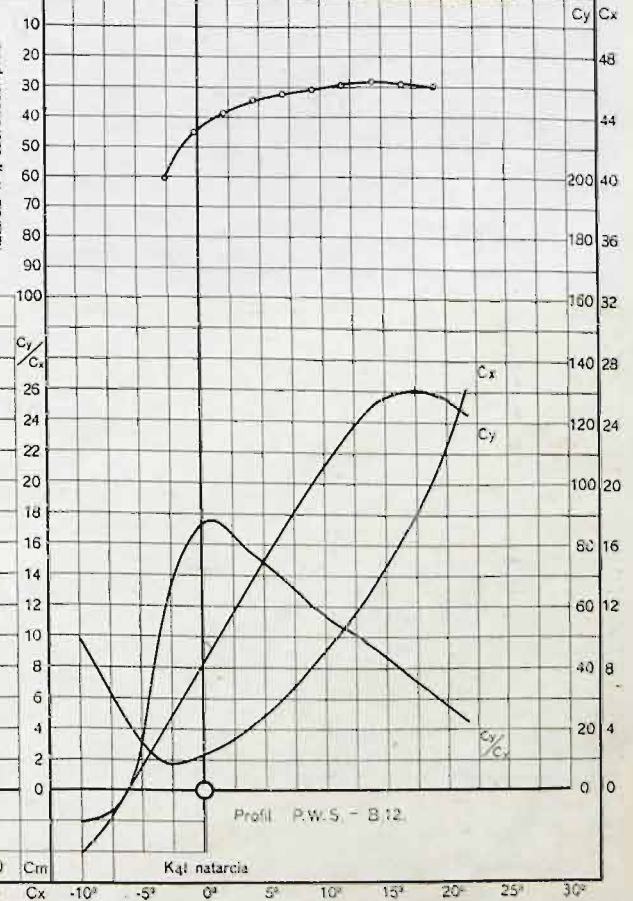
Rozpiętość:  $L = 0,603$  m.      Szerokość:  $b = 0,1192$  m.

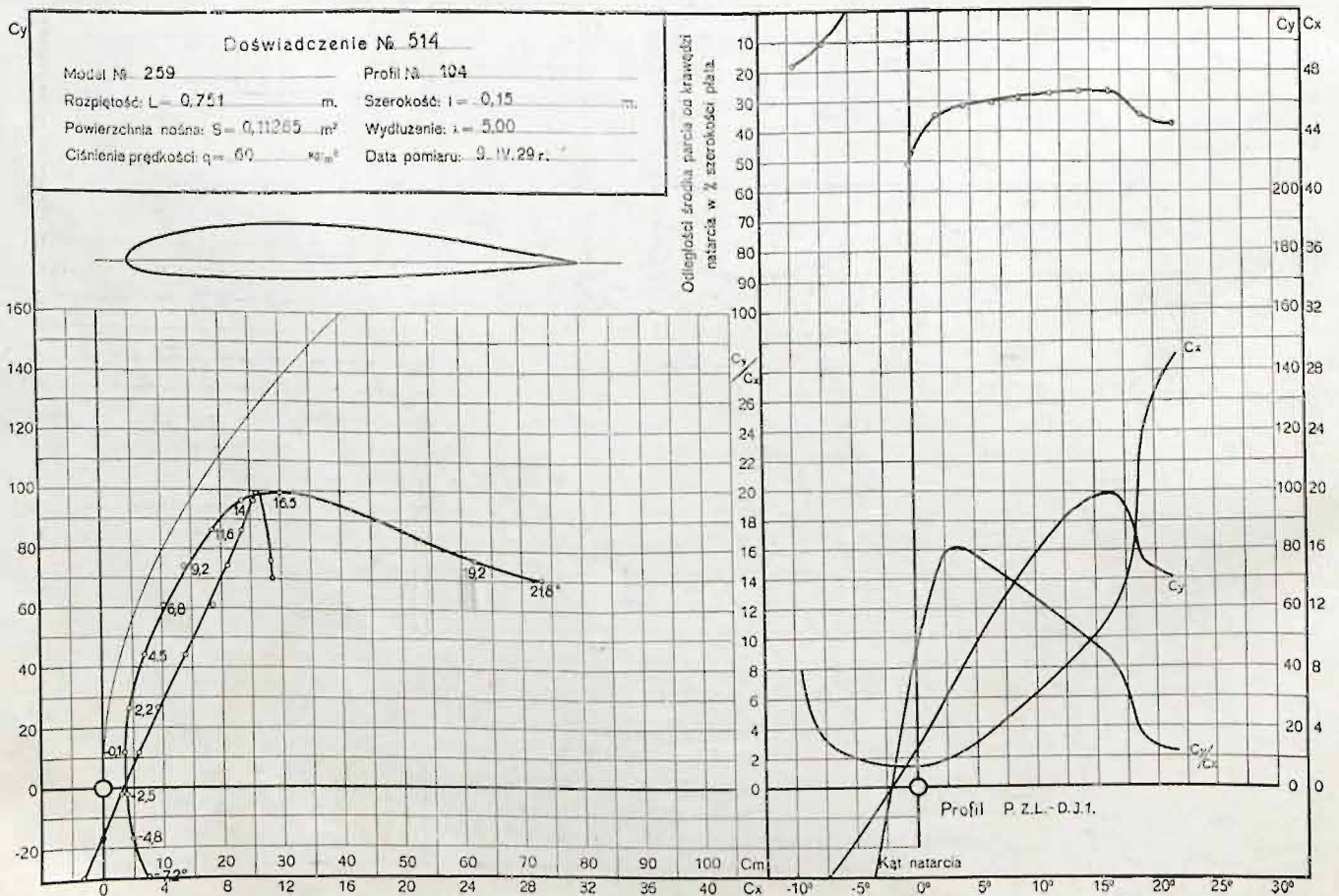
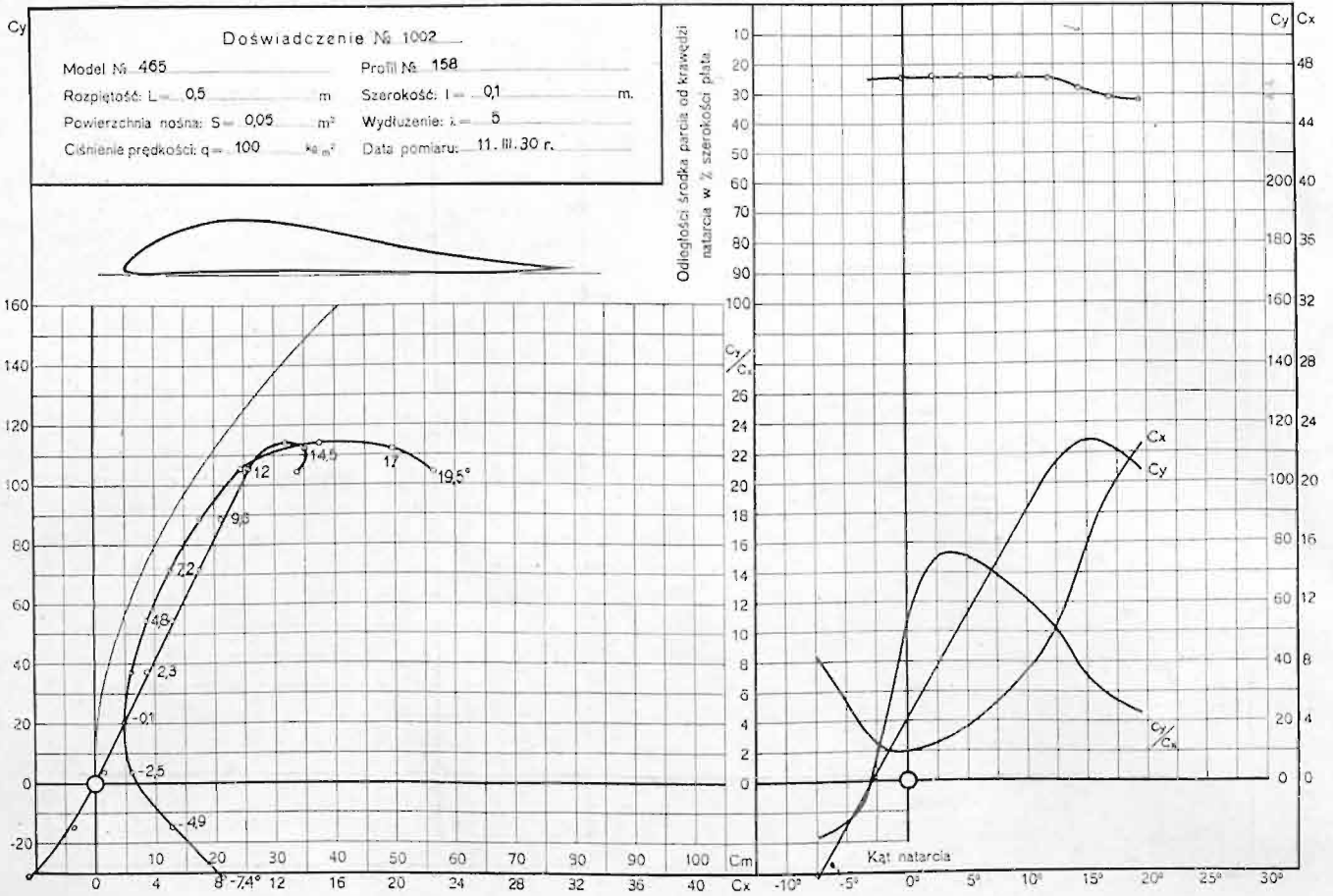
Powierzchnia nośna:  $S = 0,0719$  m<sup>2</sup>      Wydłużenie:  $\lambda = 5,06$

Ciśnienie prędkości:  $q = 100$  N/m<sup>2</sup>      Data pomiaru: 1.VI.29 r.

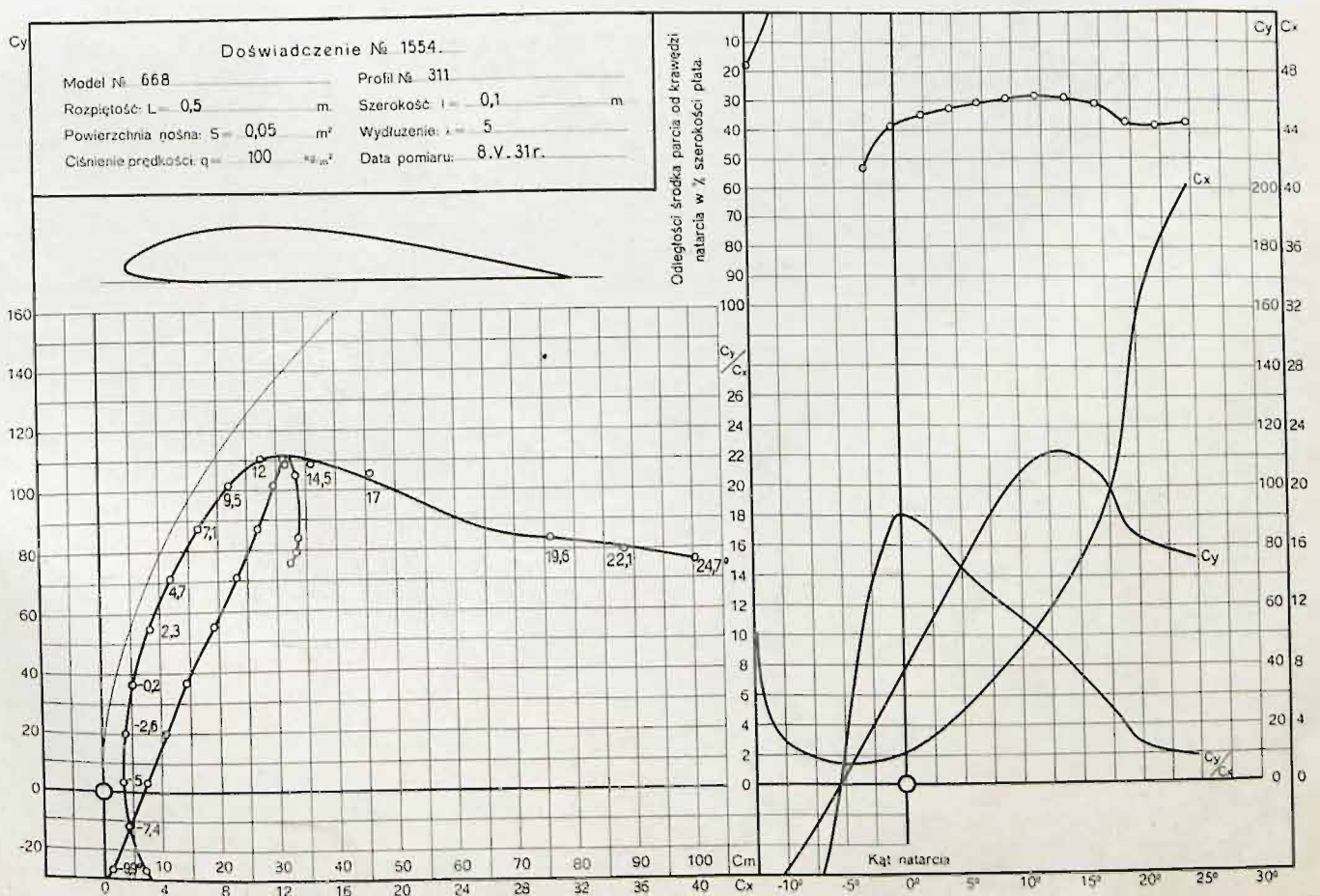
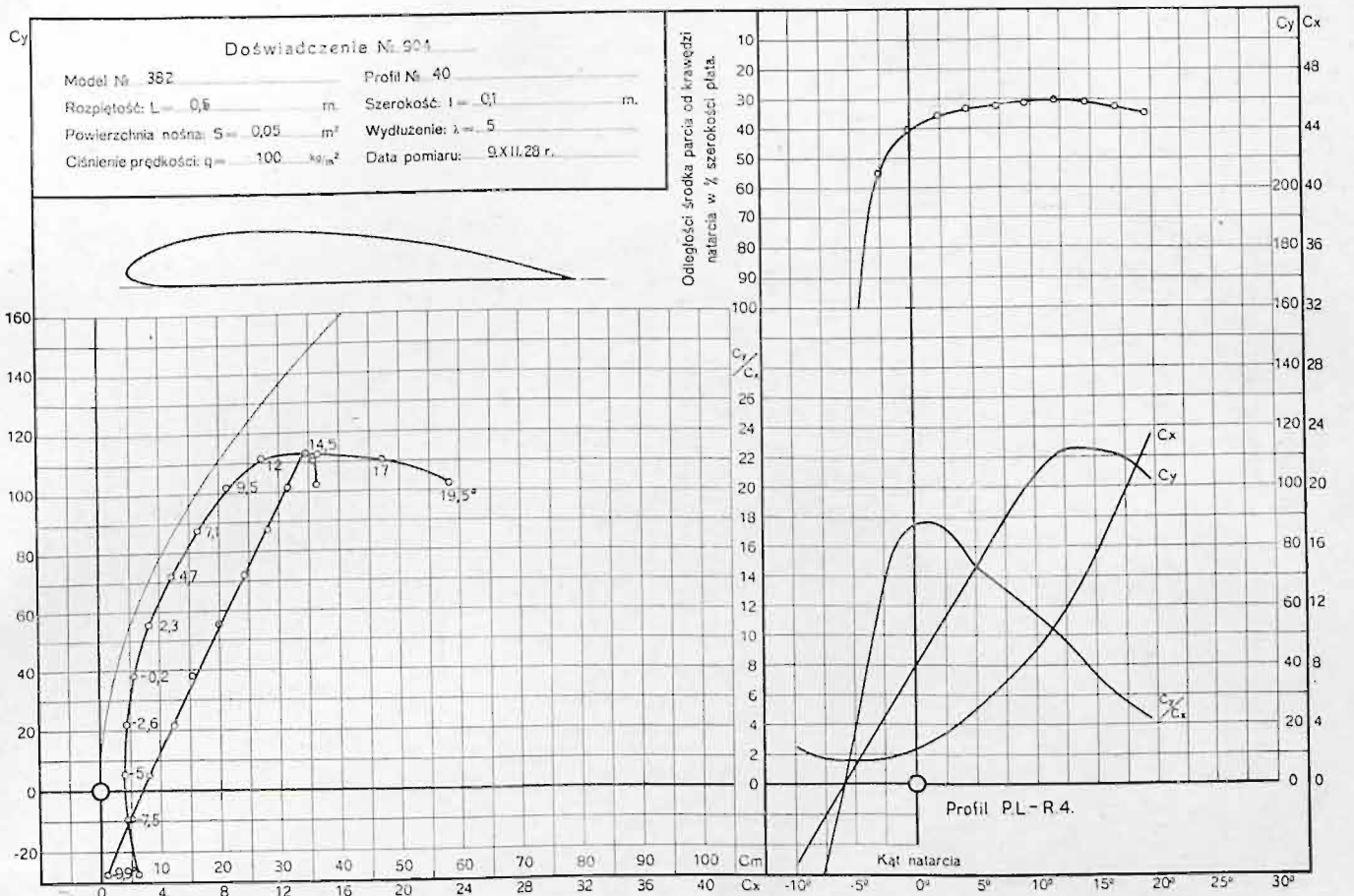


Odległość środka parcia od krawędzi natarcia w % szerokości płata.

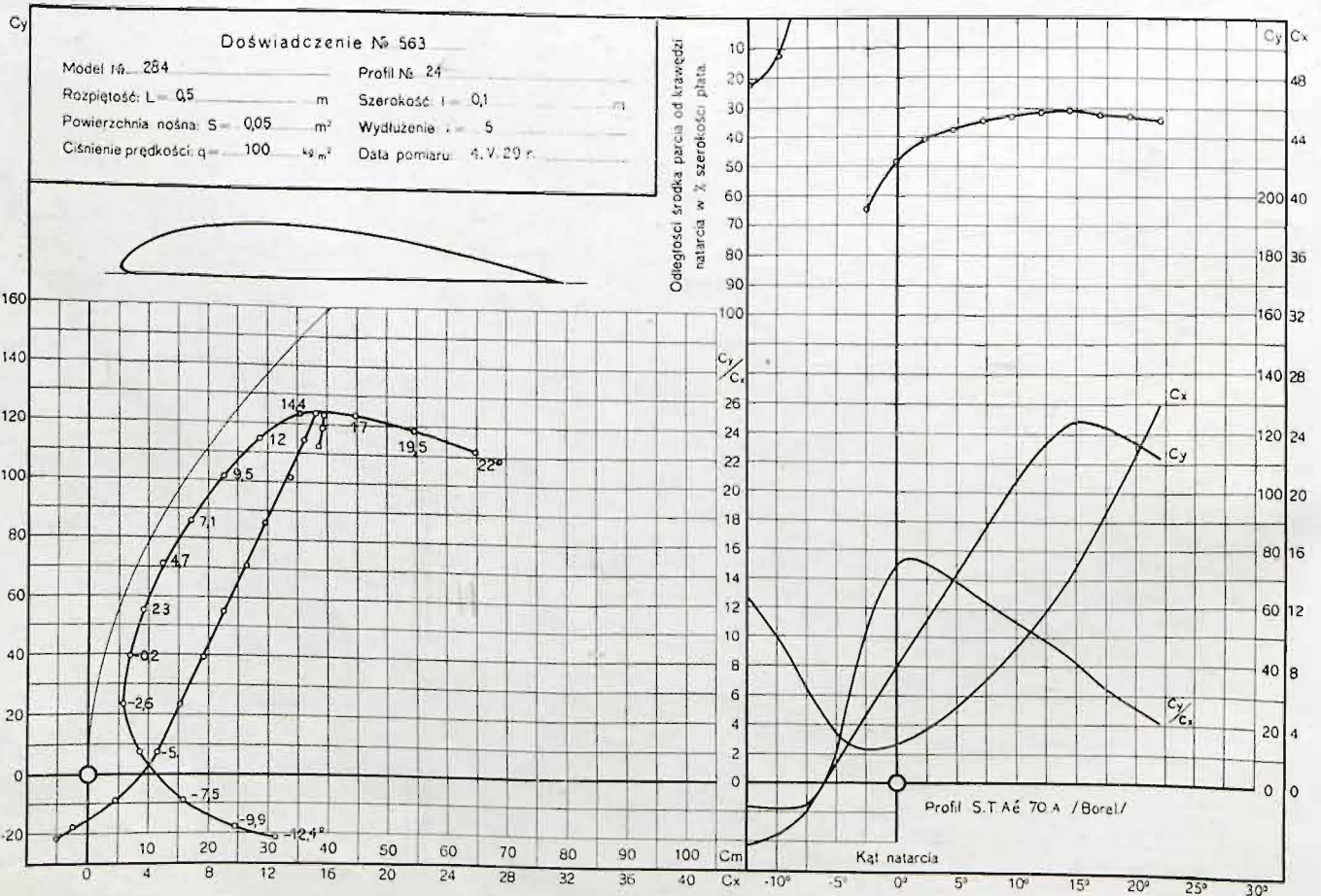
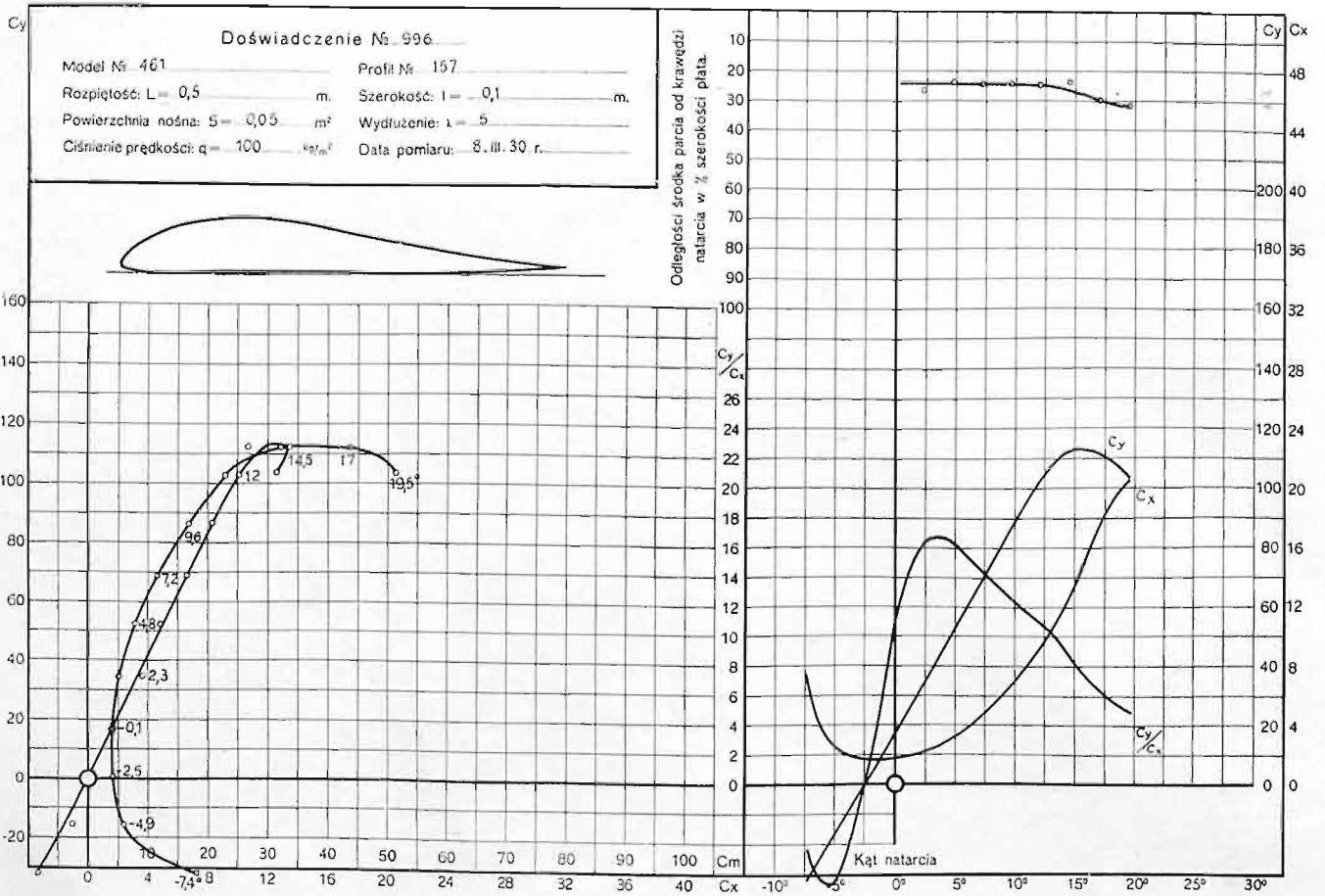


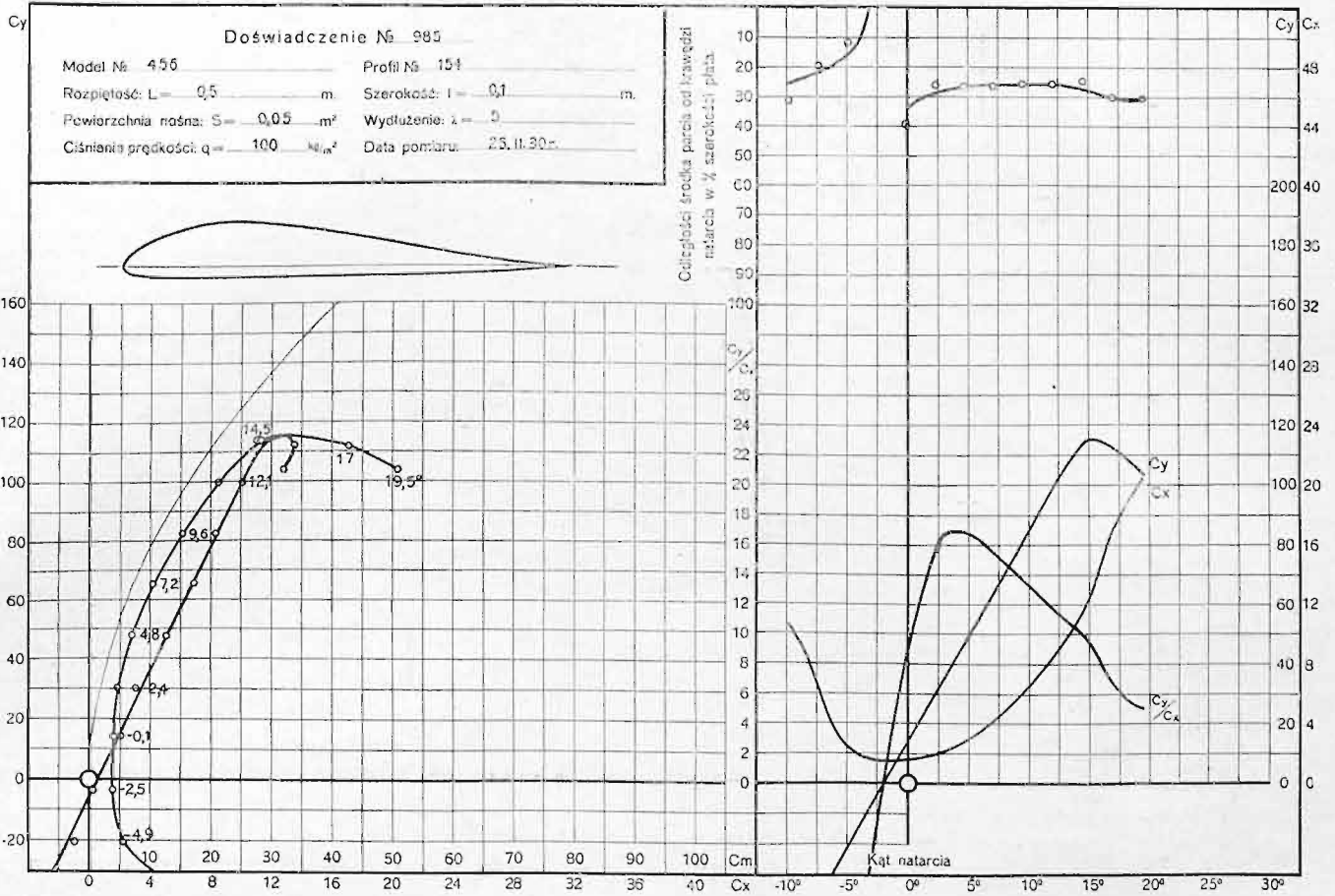




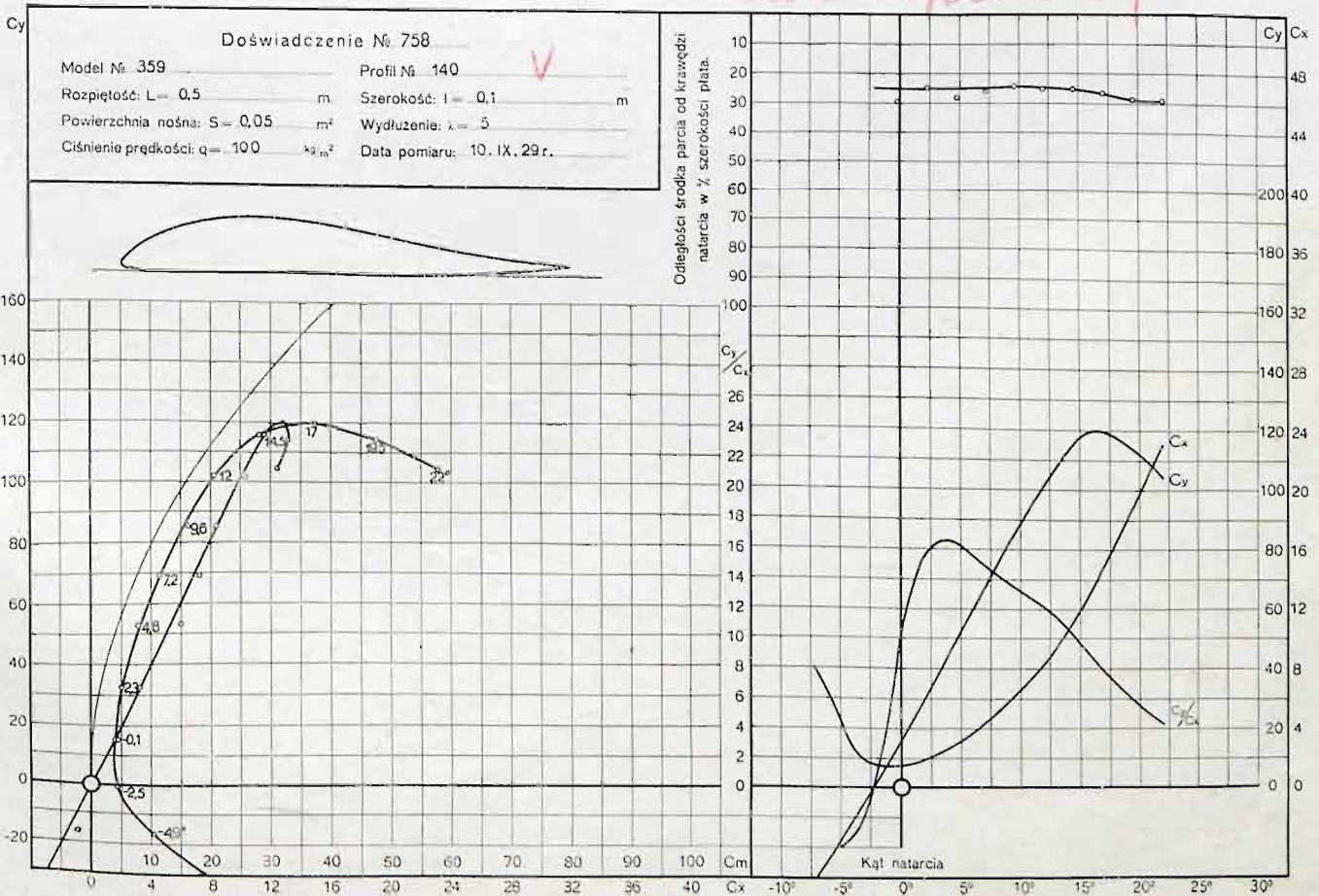




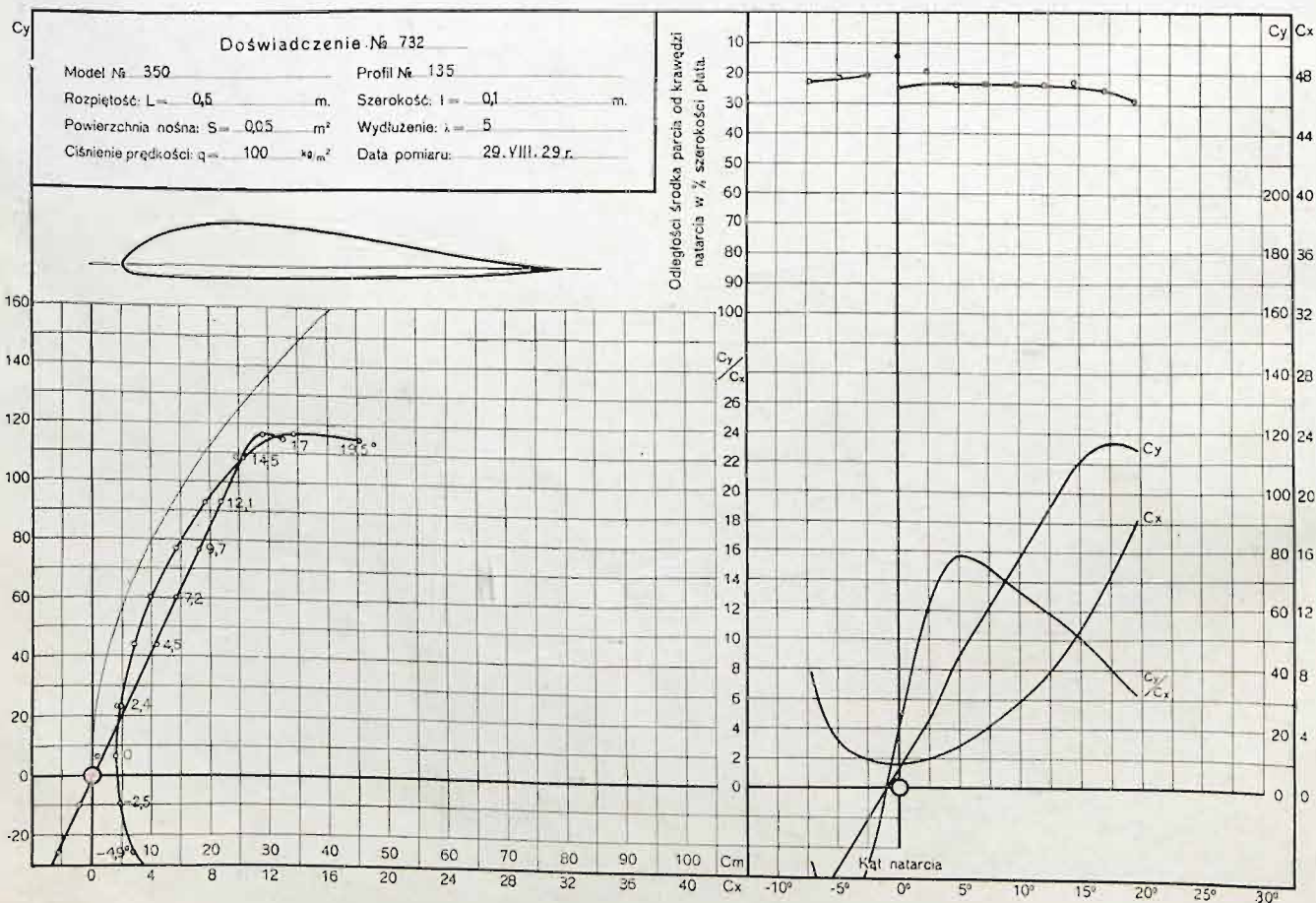
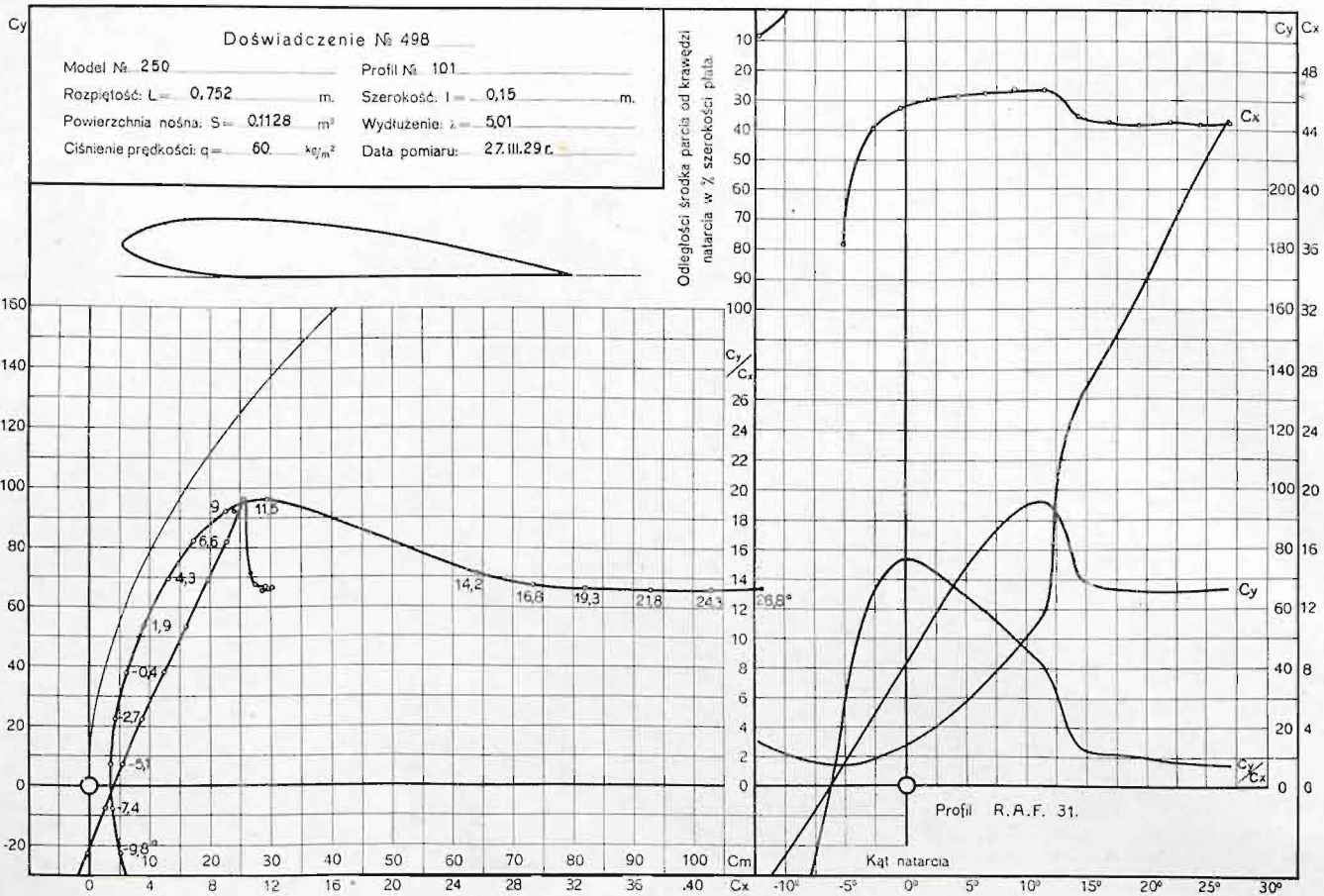




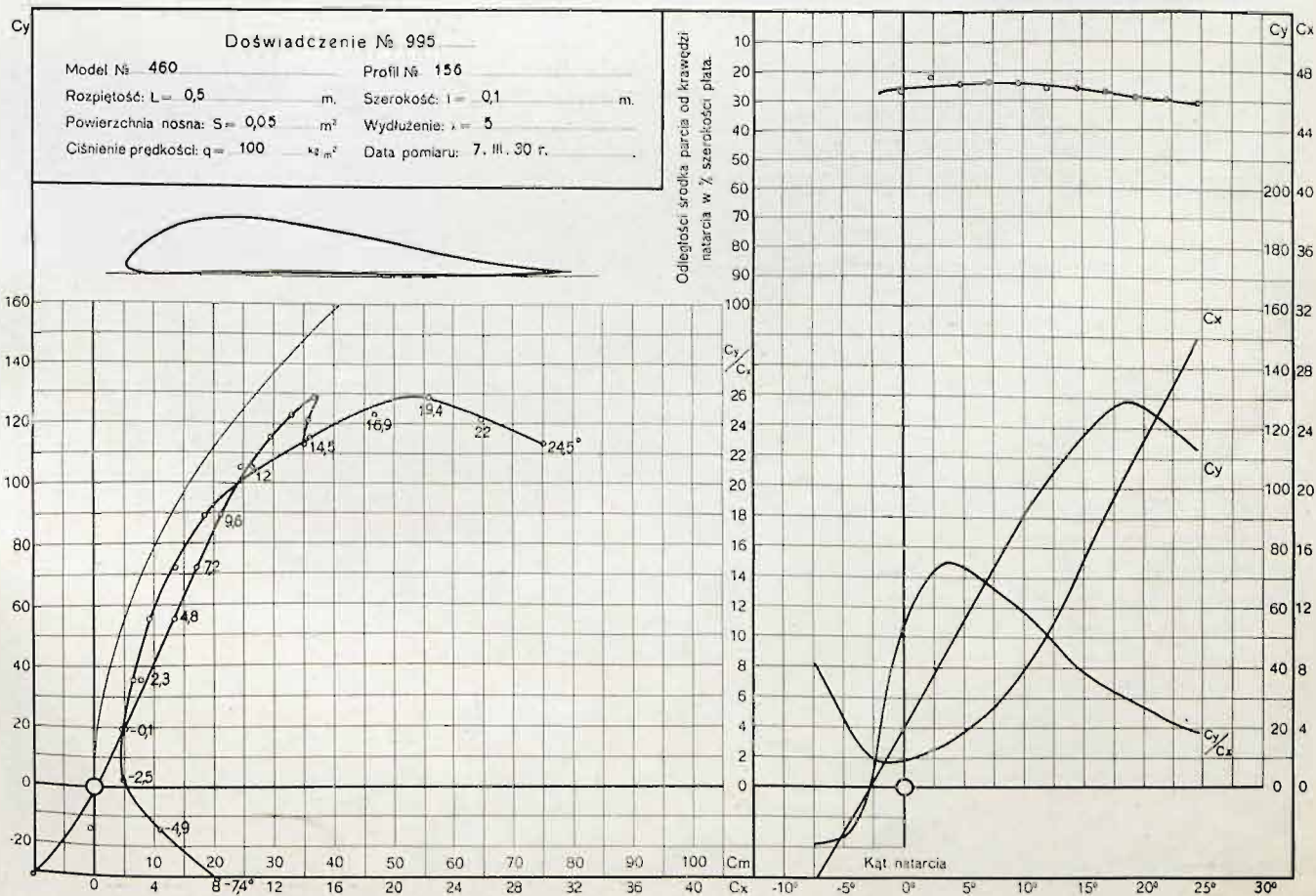
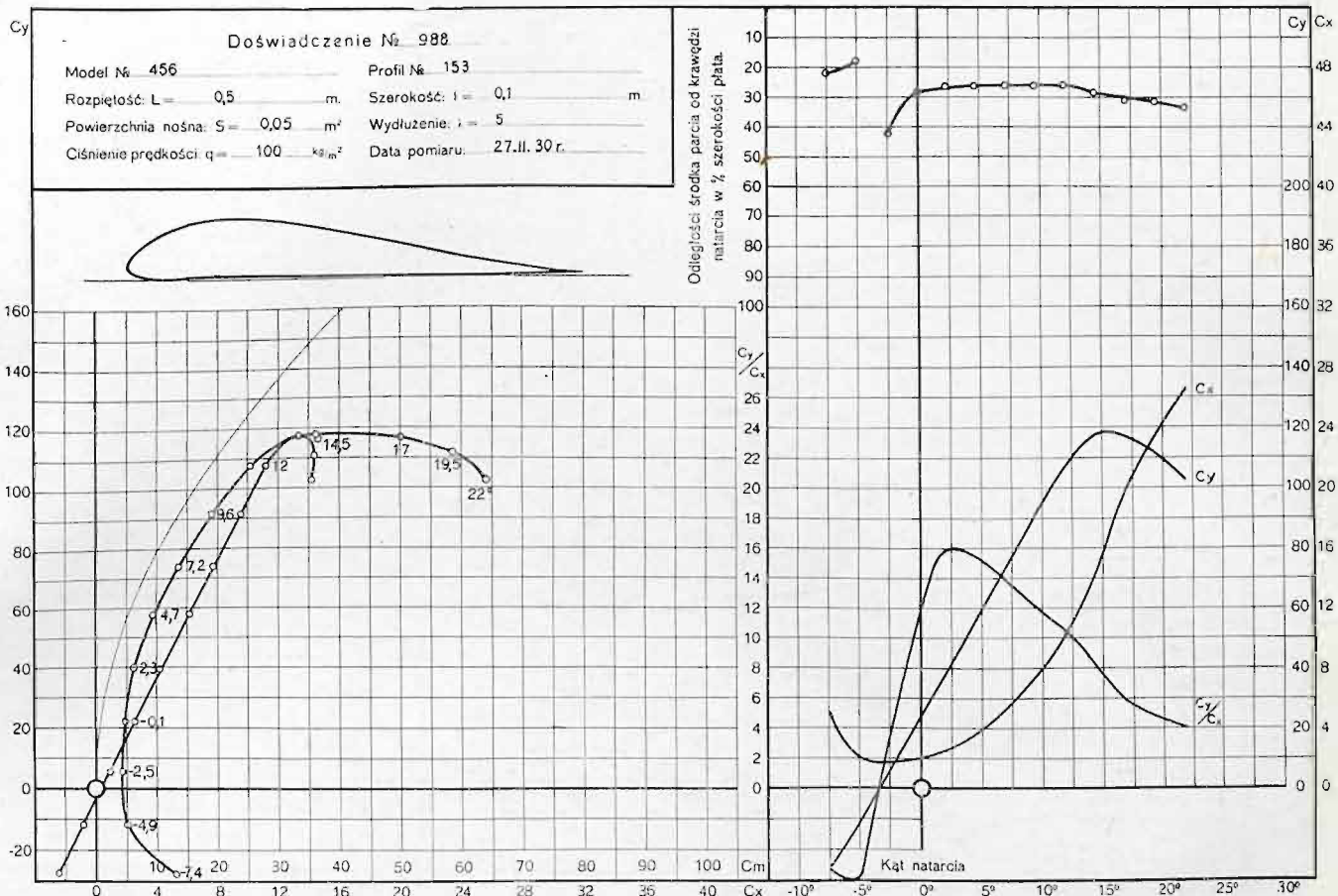
*talne mylowcowy*

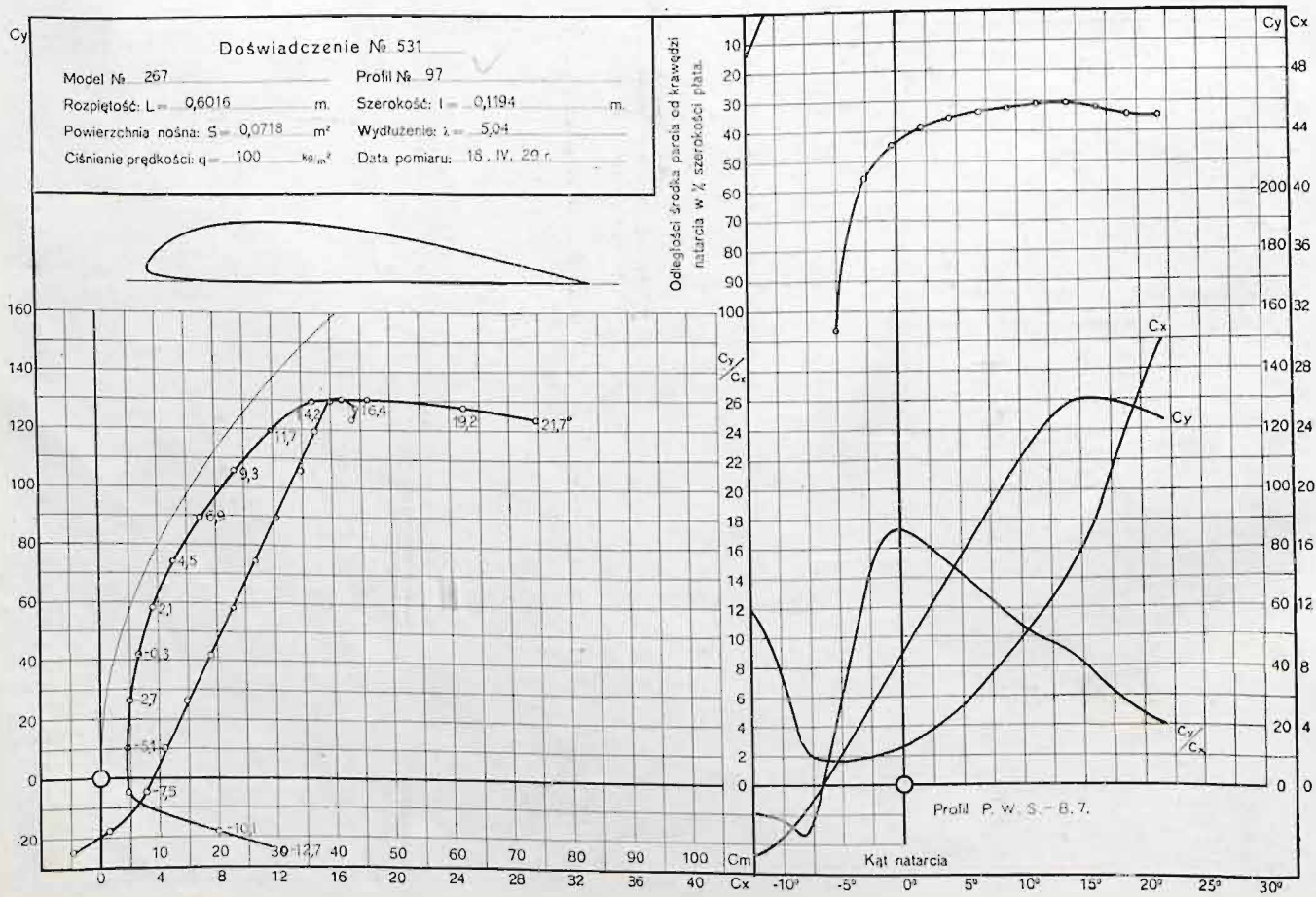
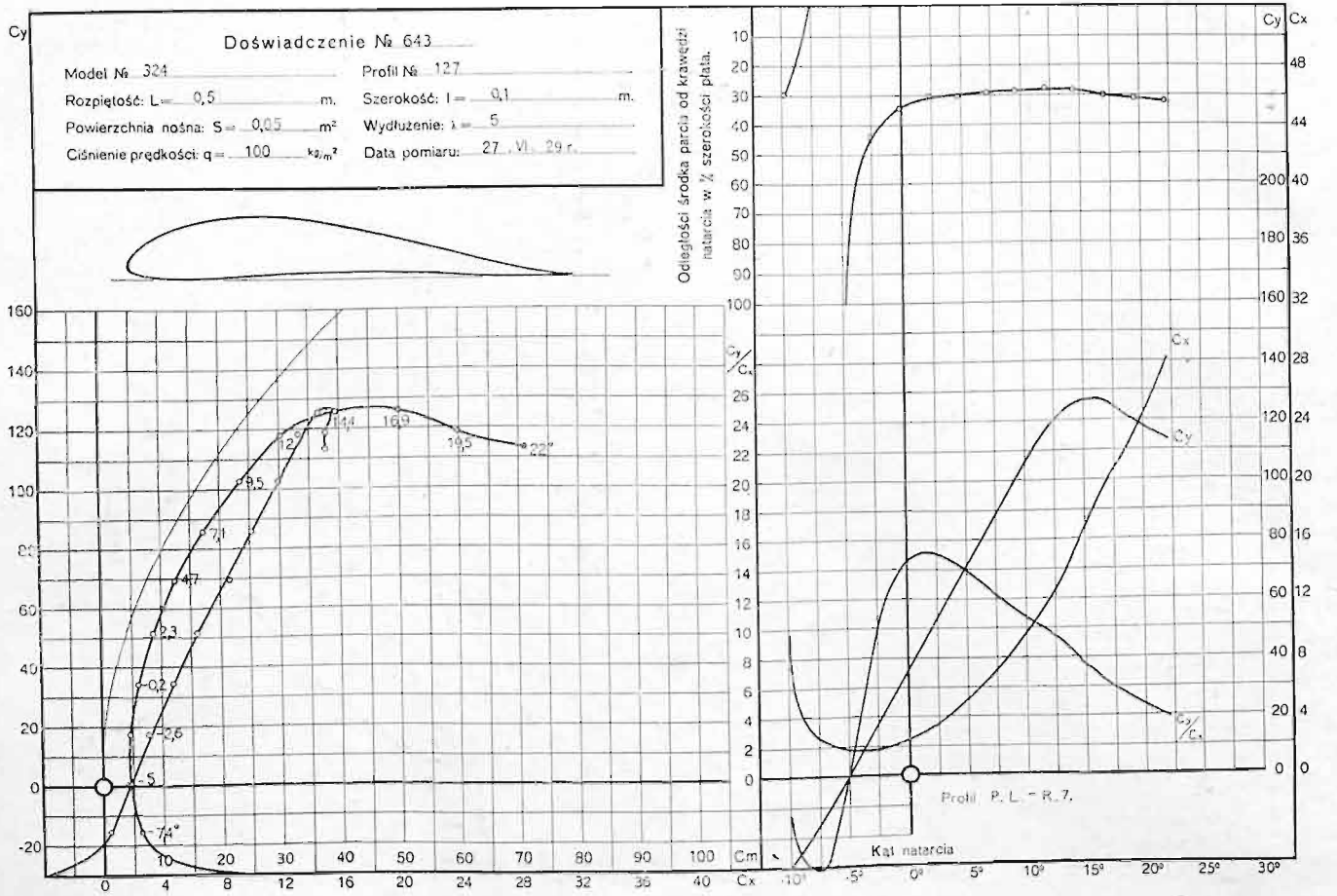




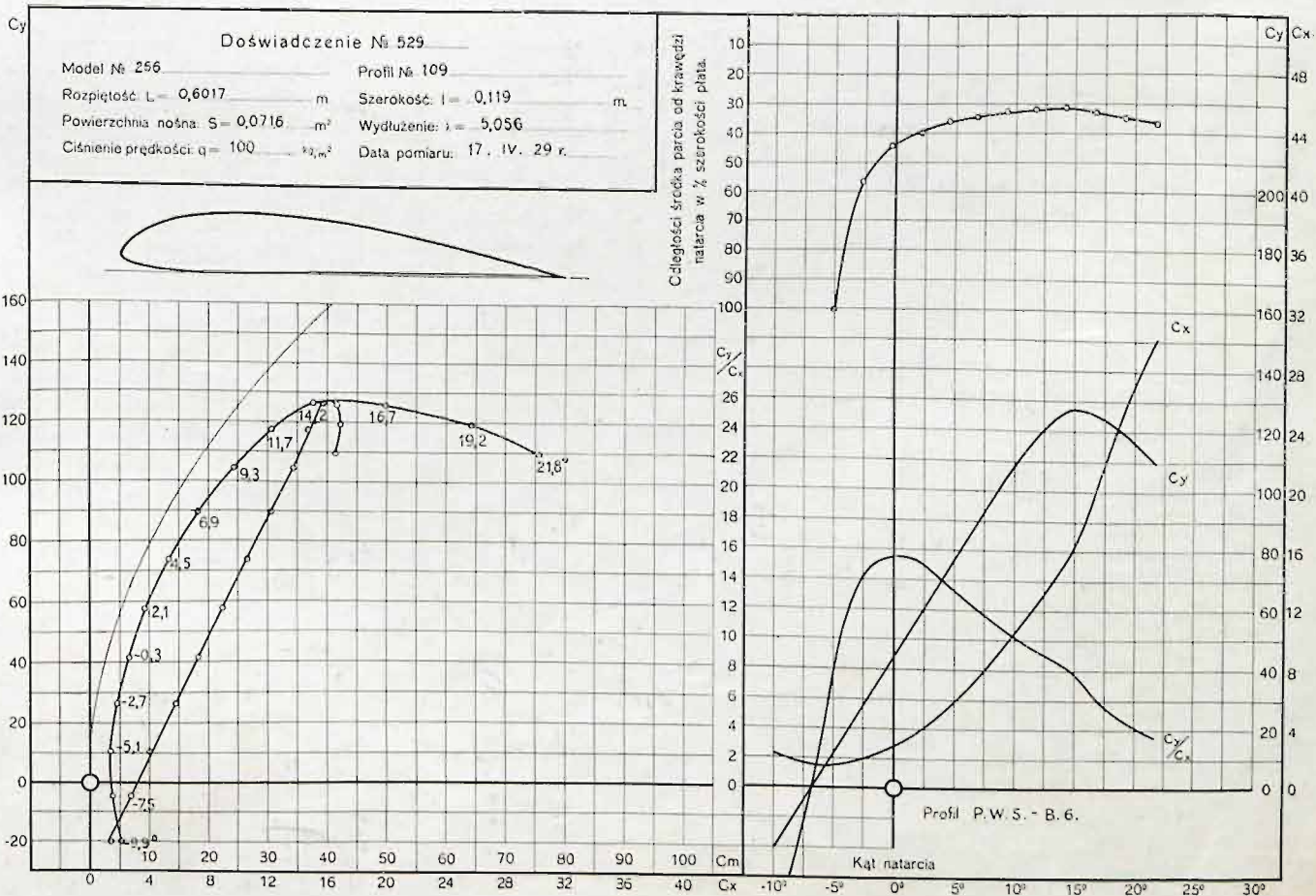
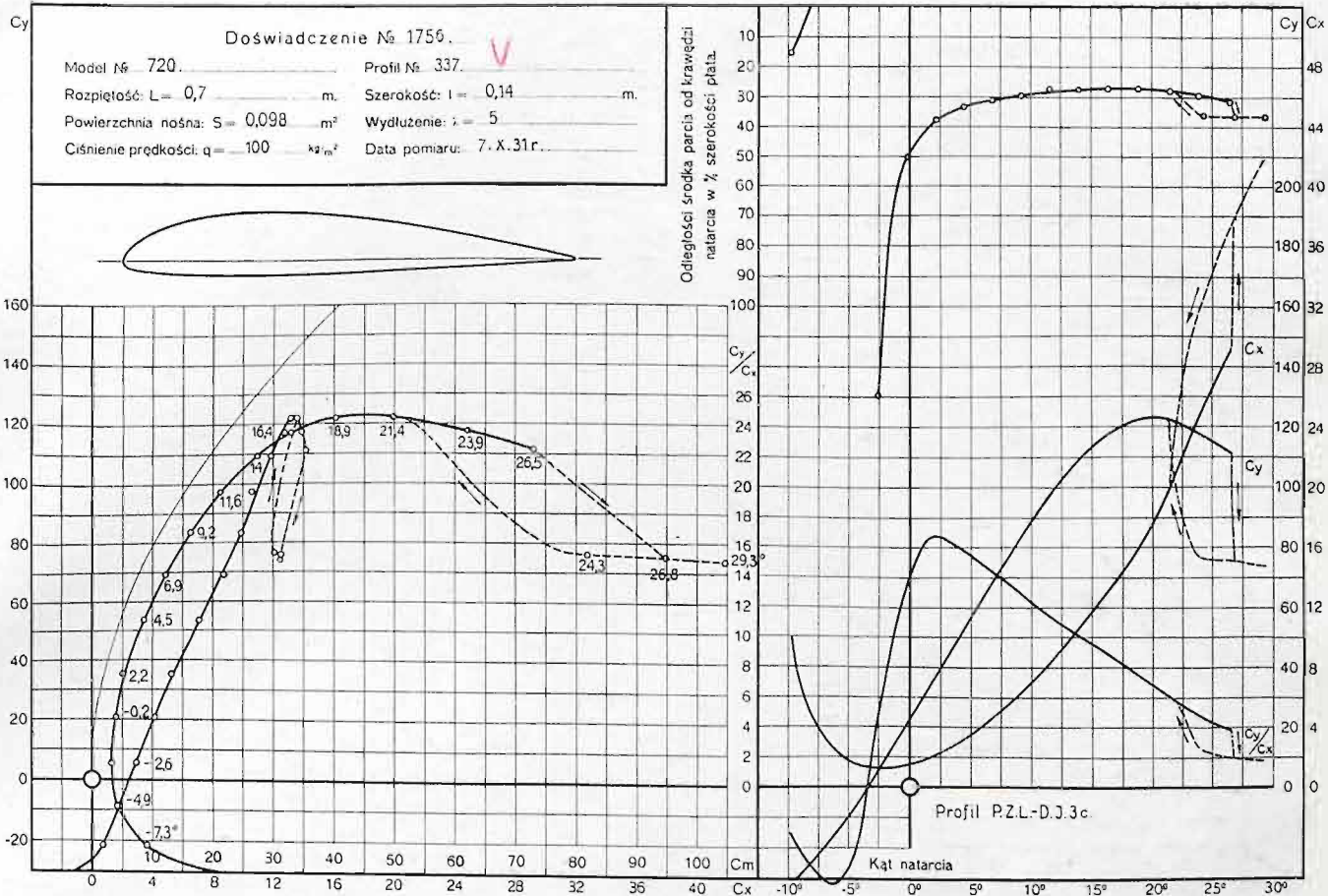




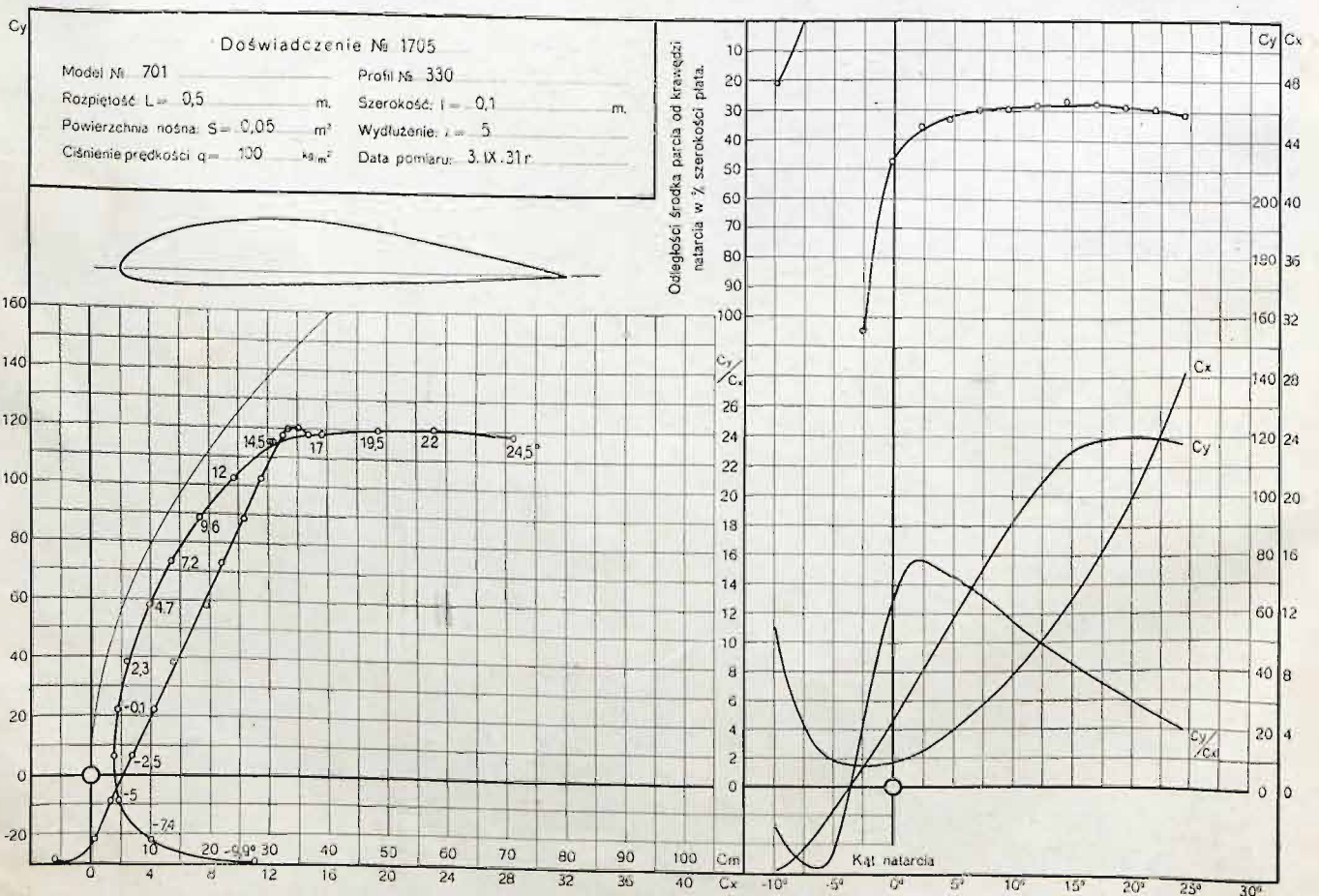
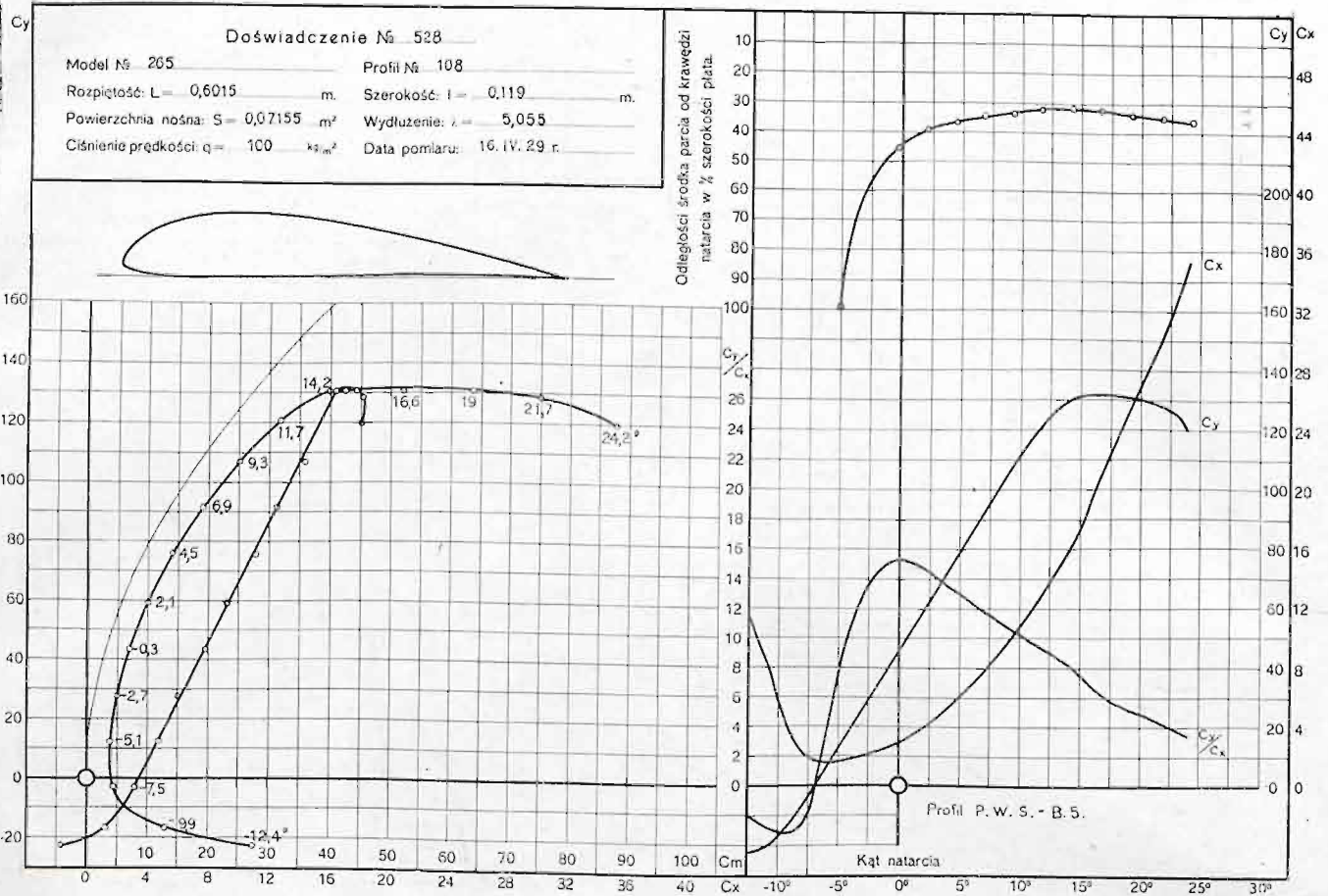


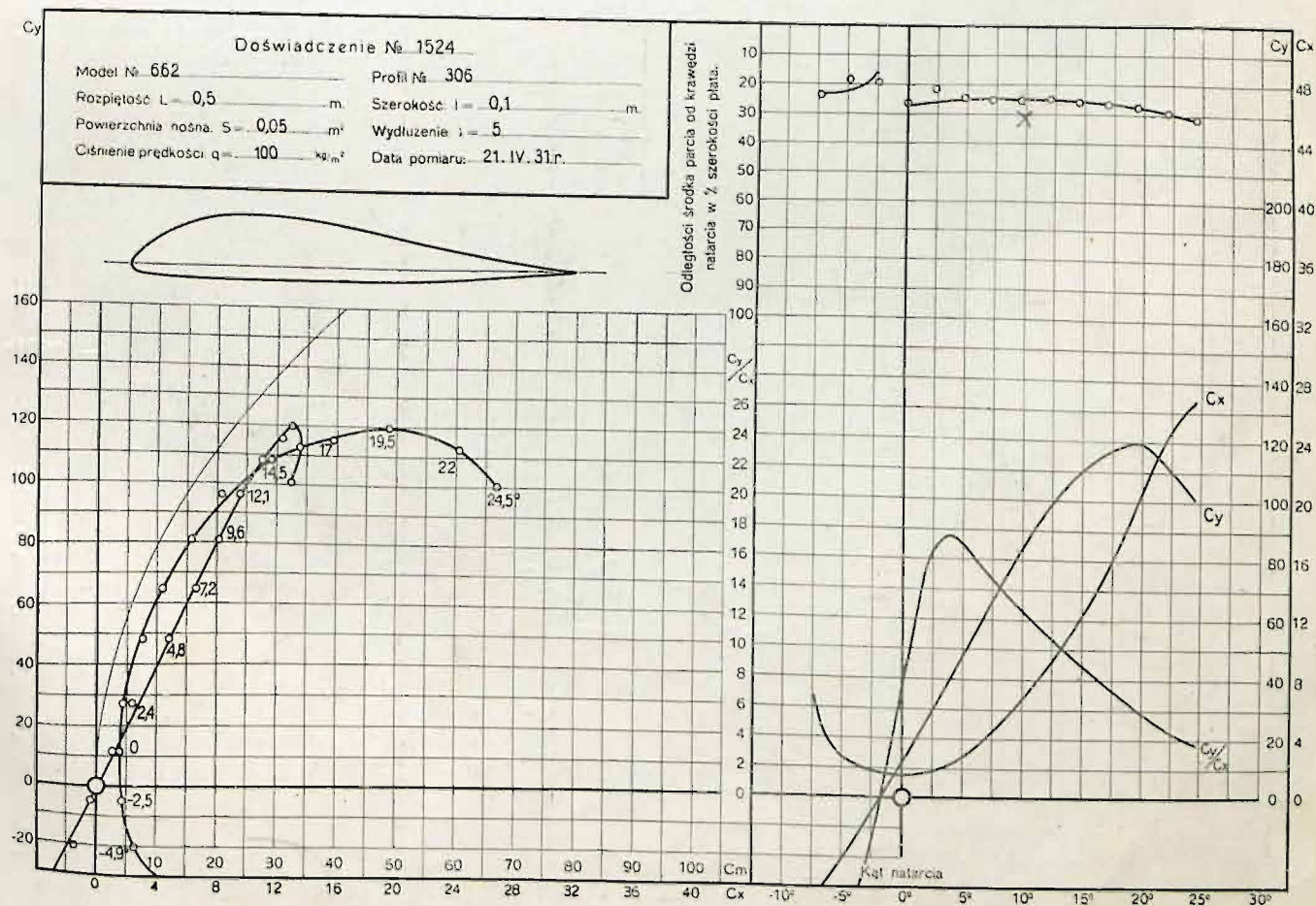
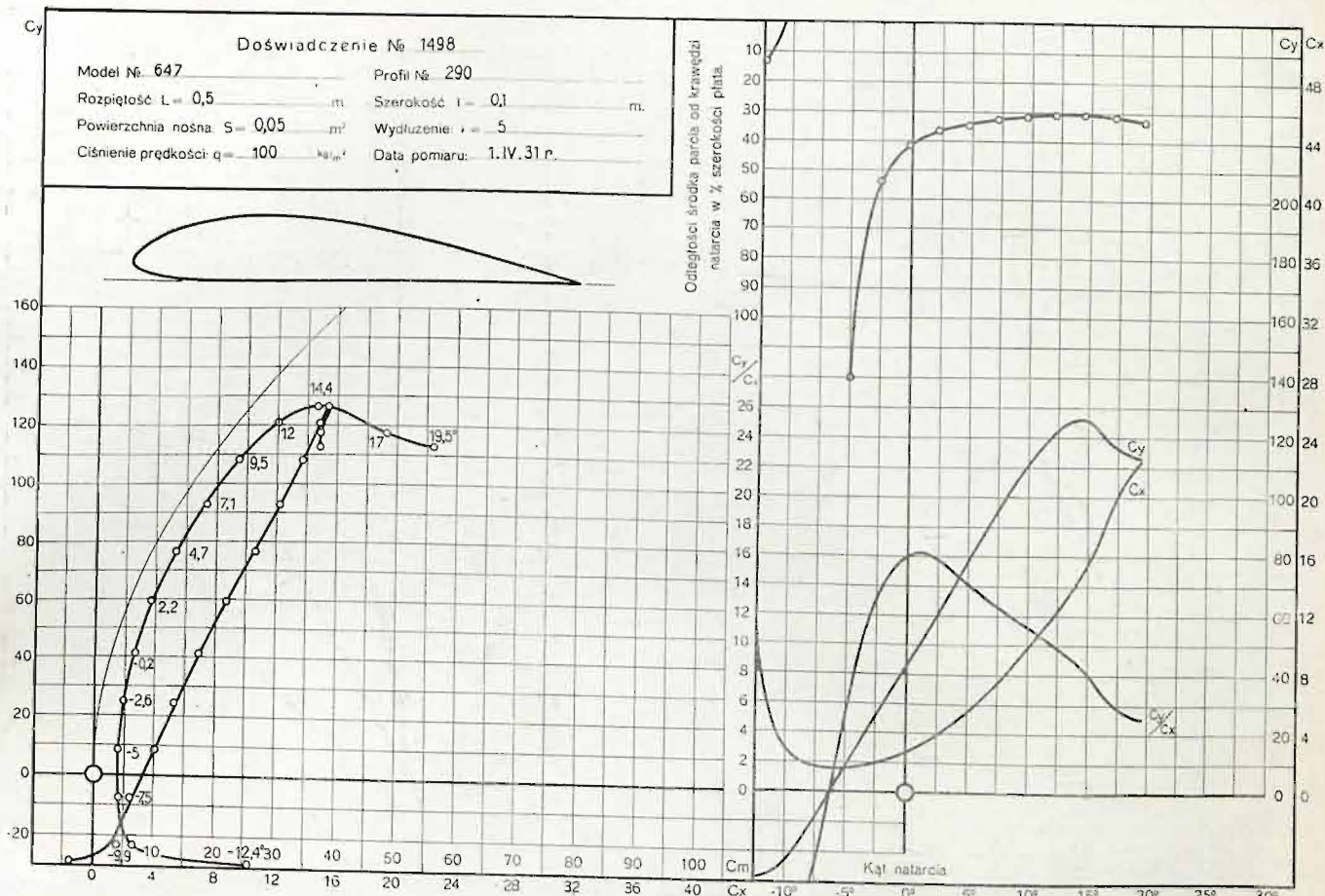




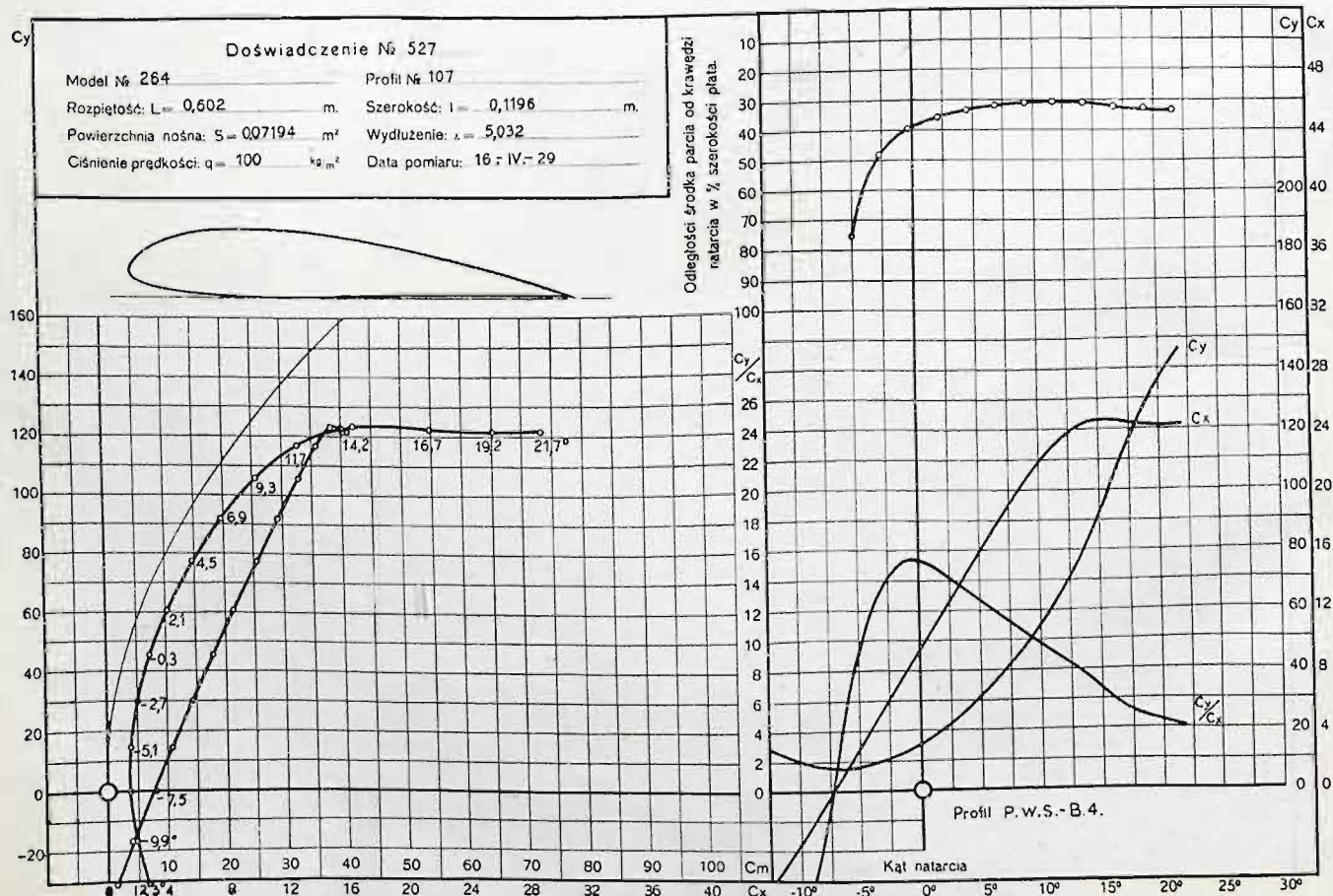
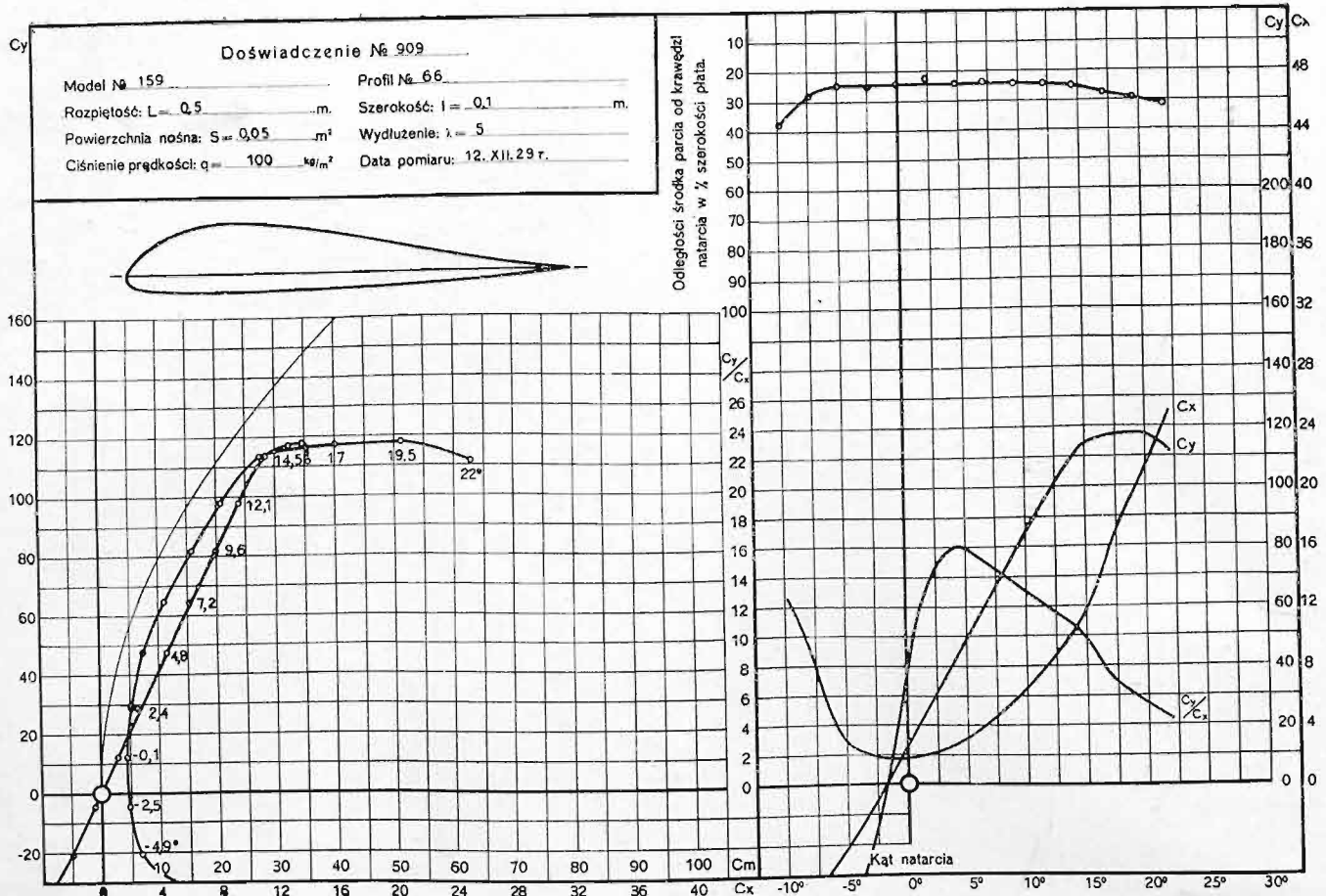


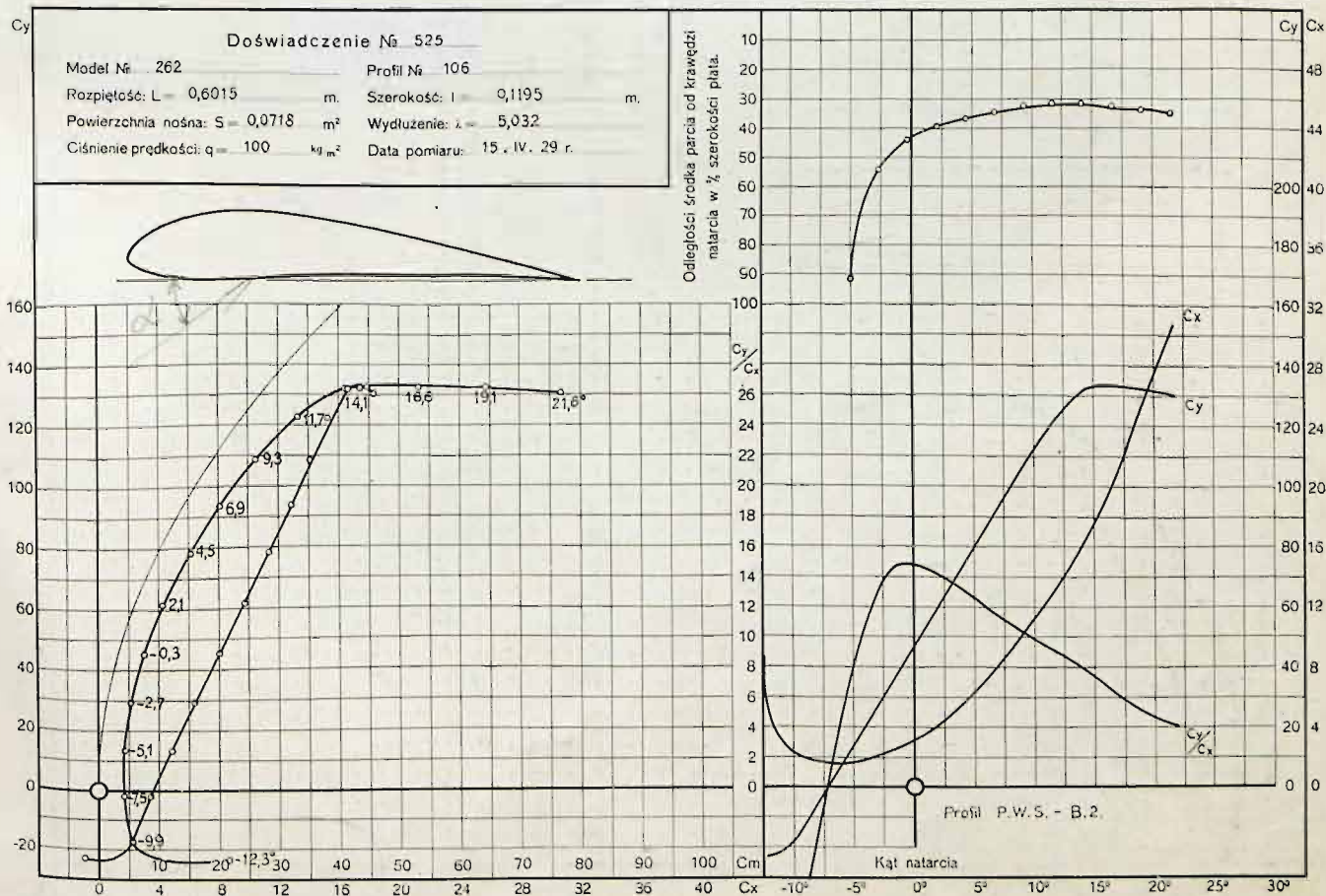
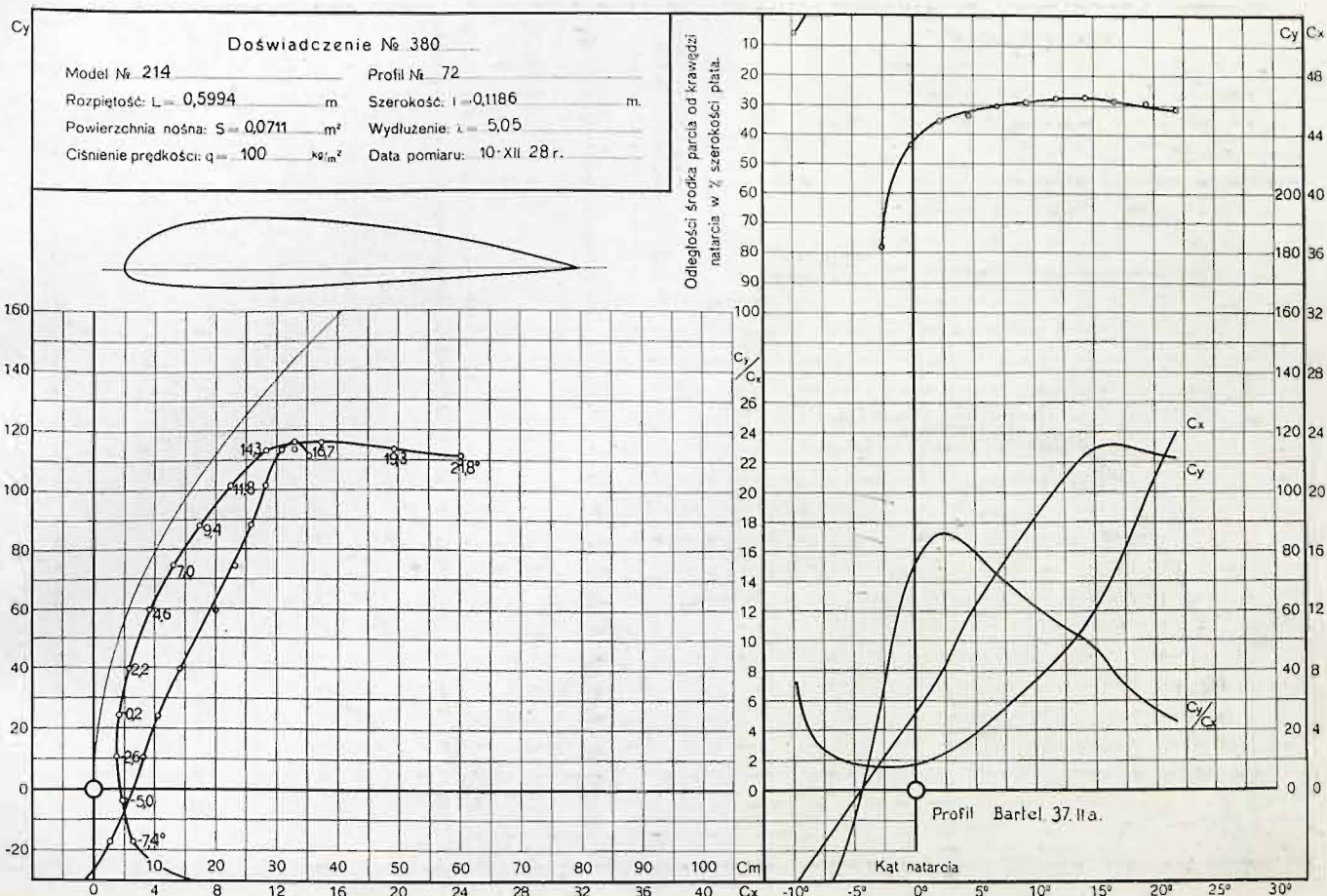




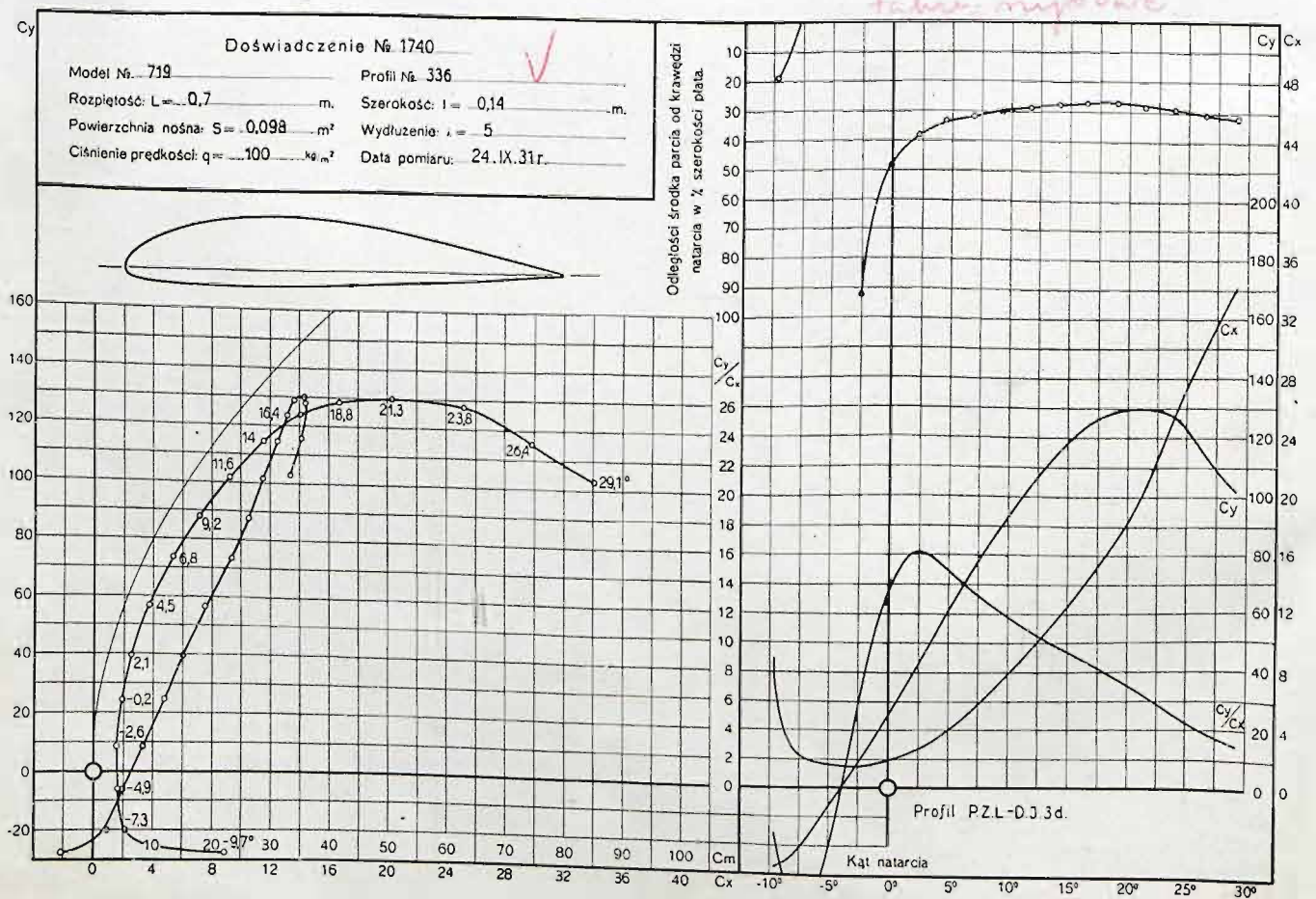
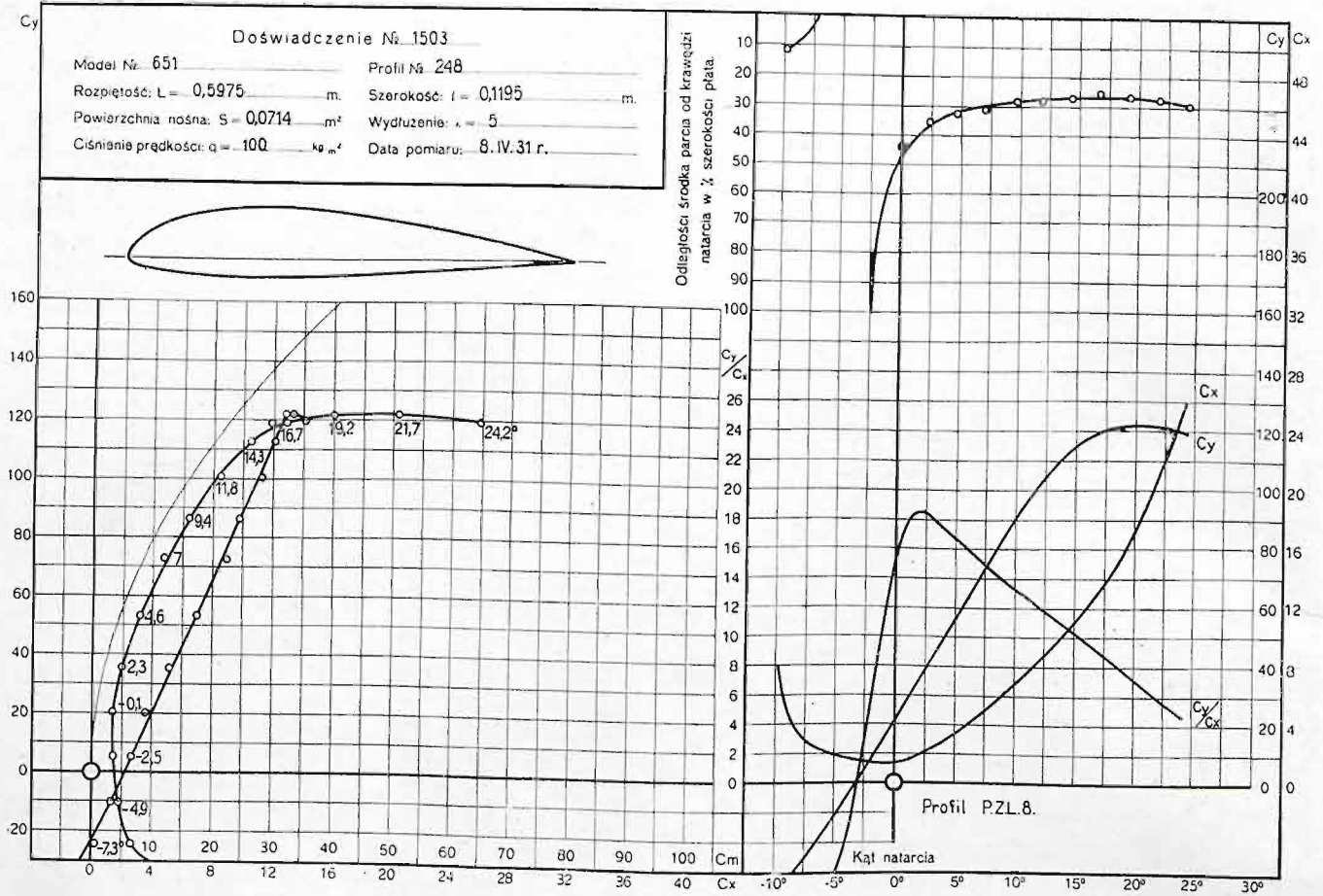


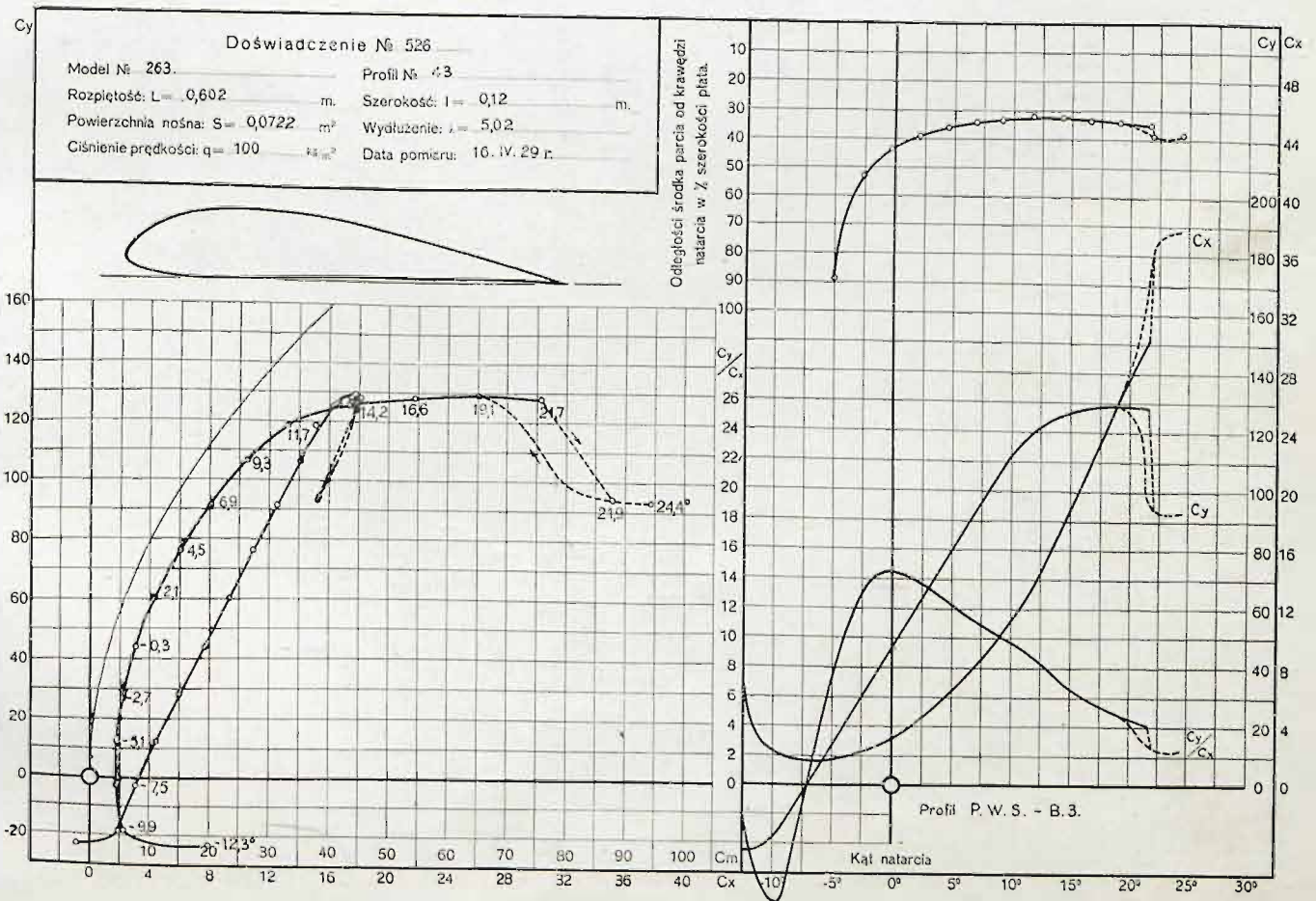
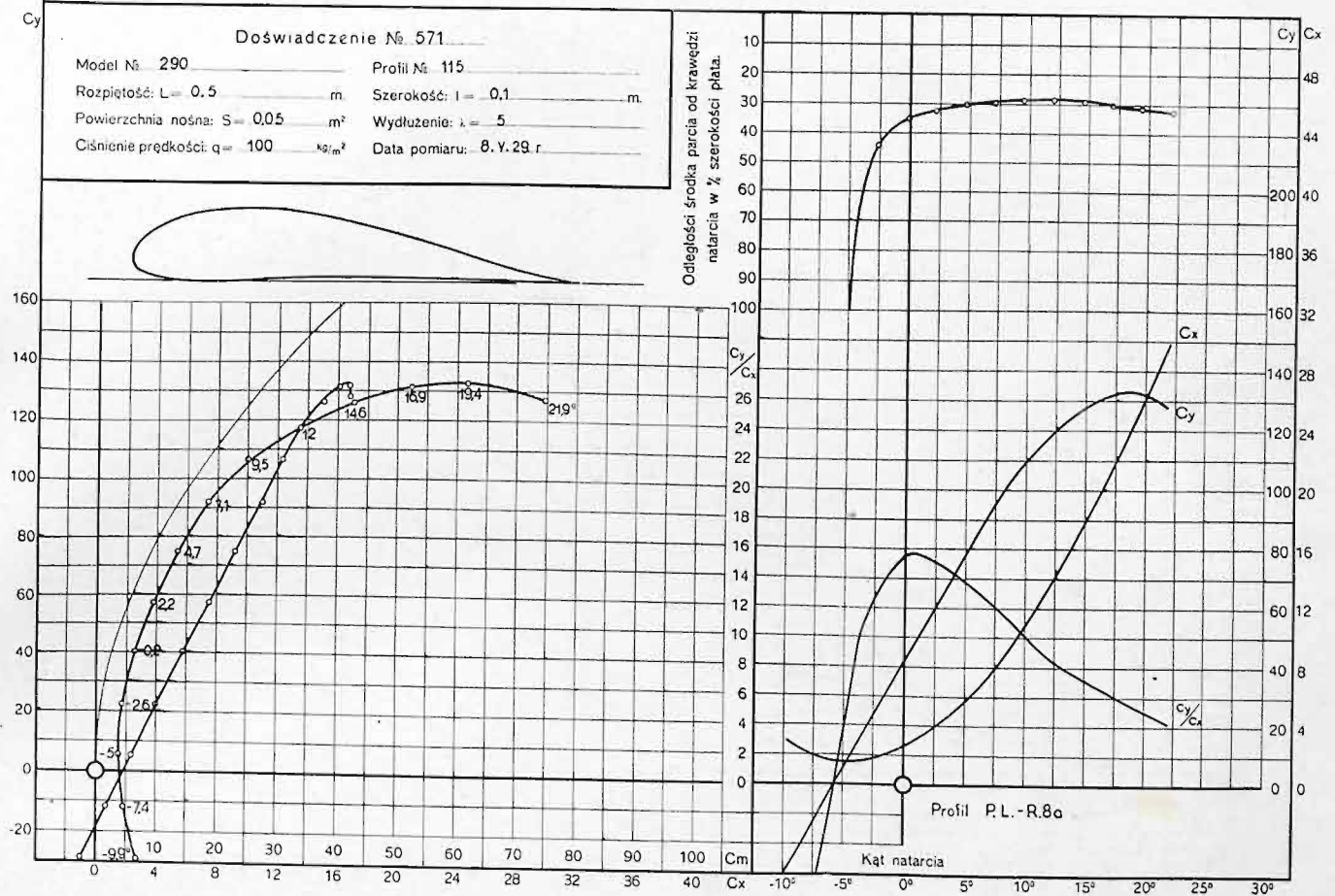




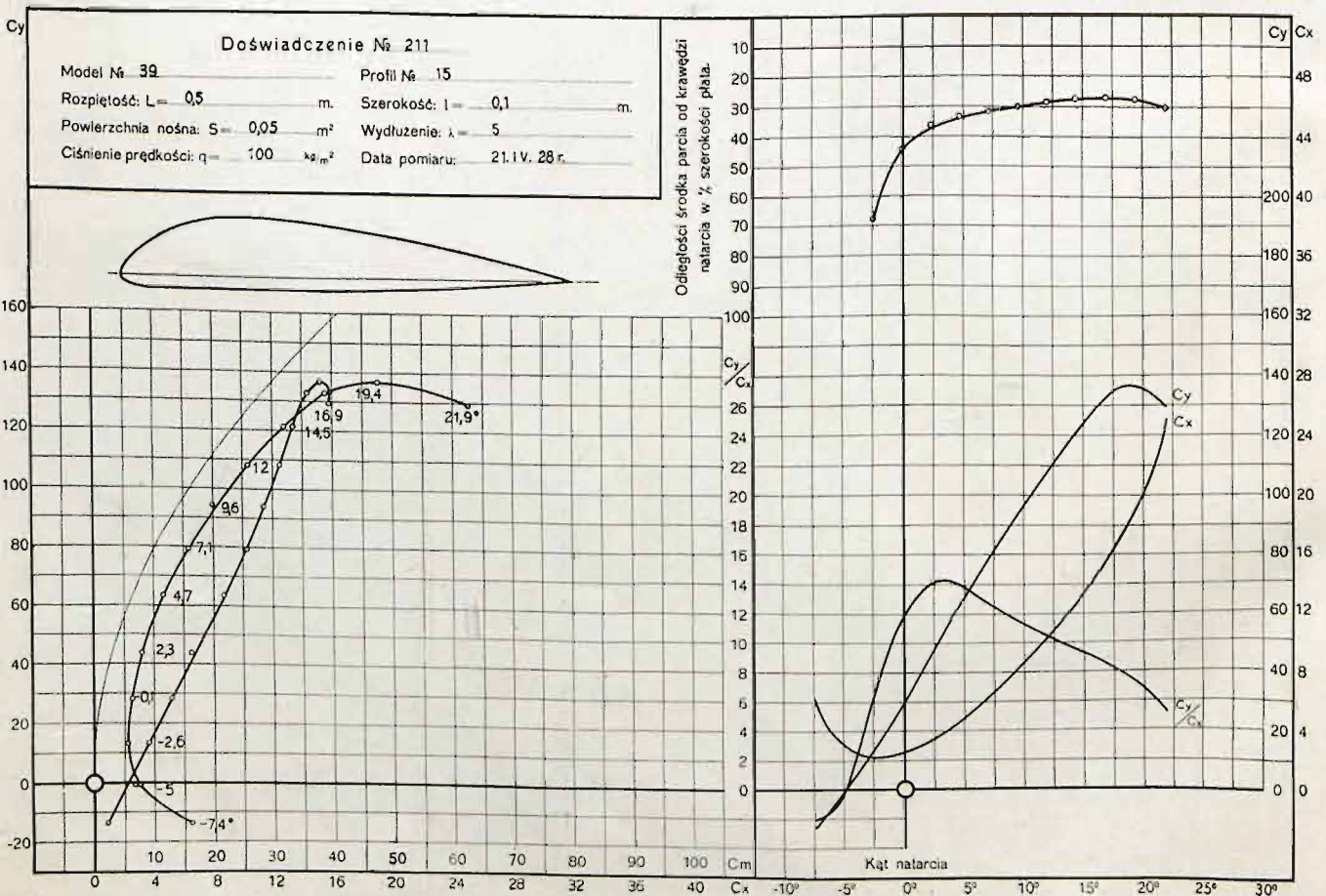
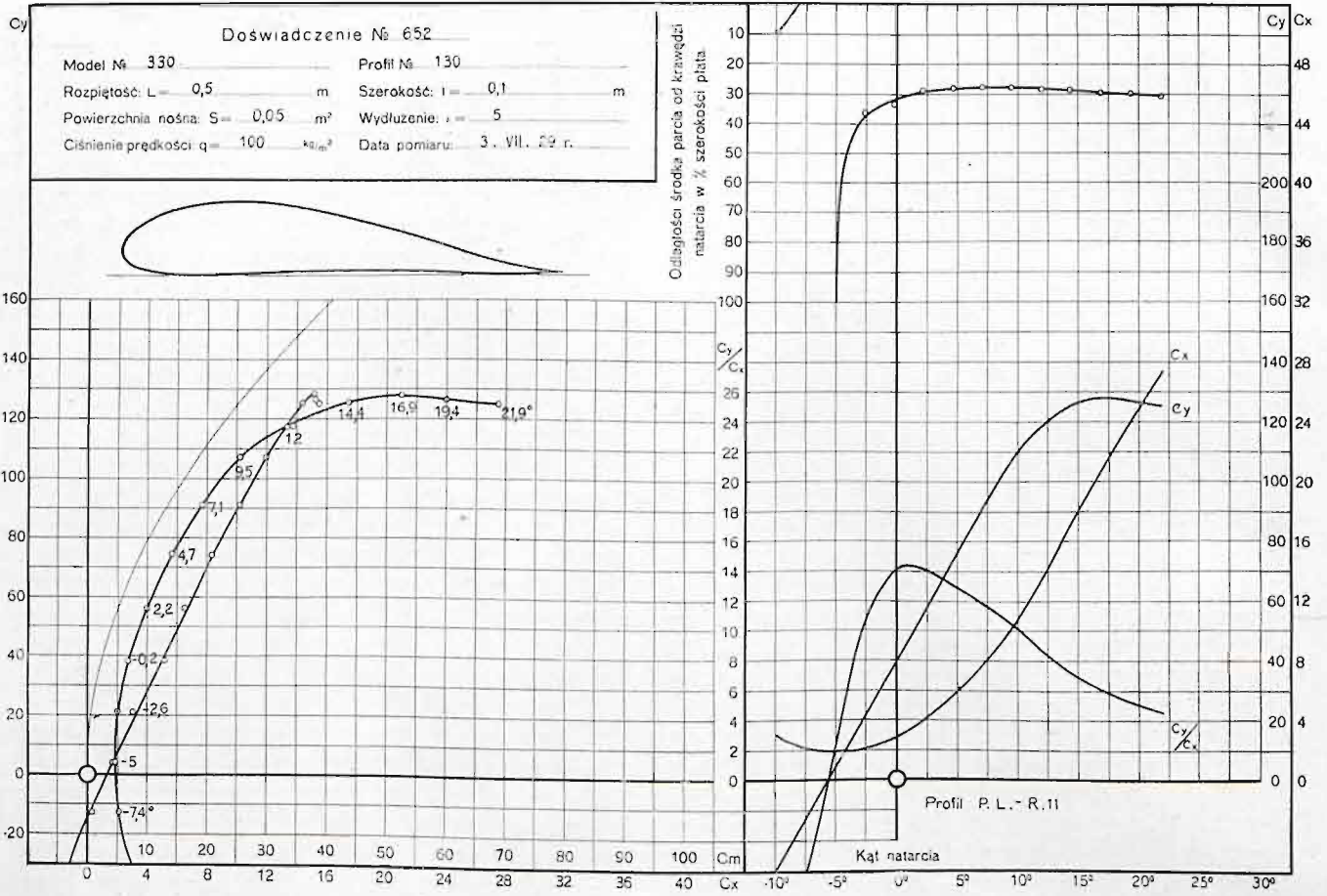


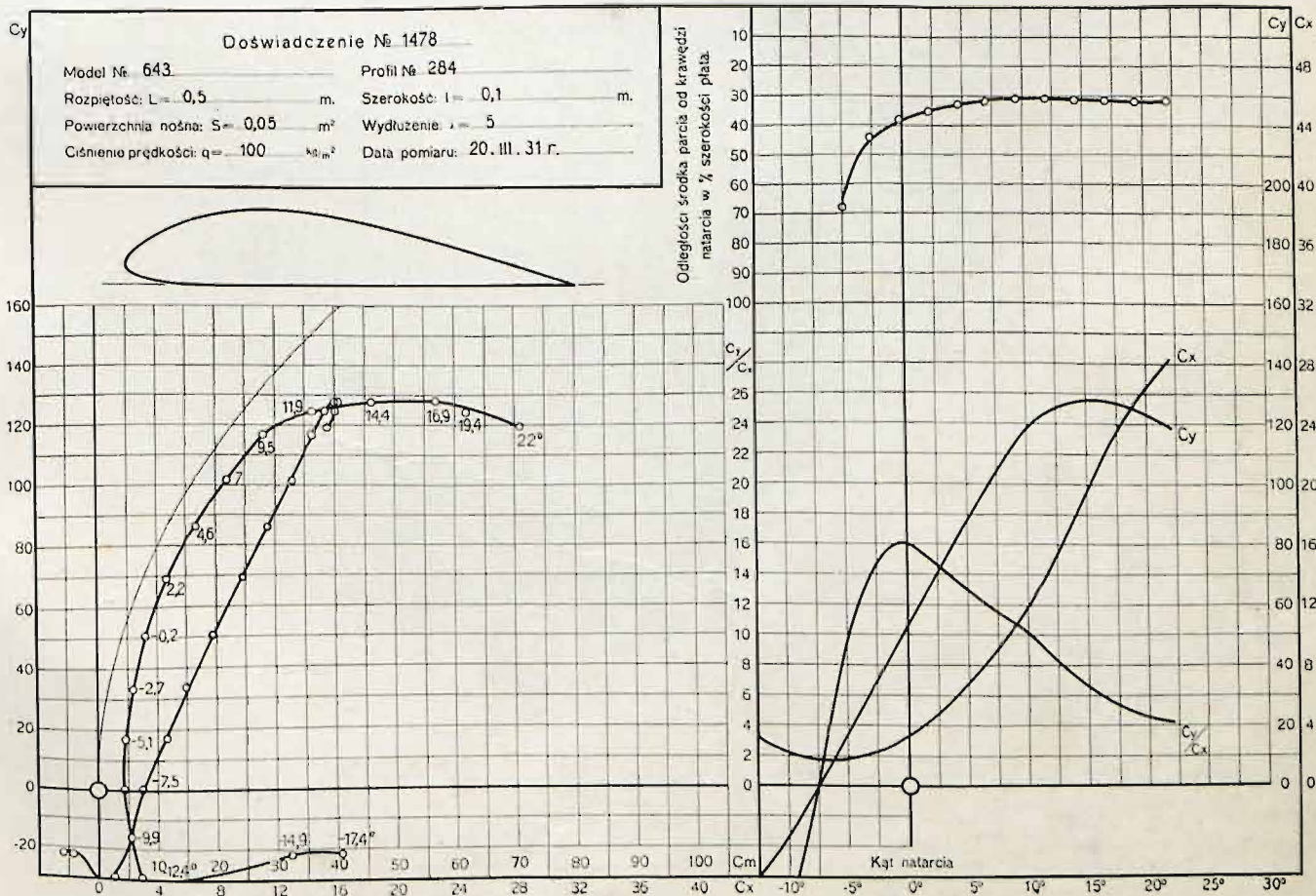
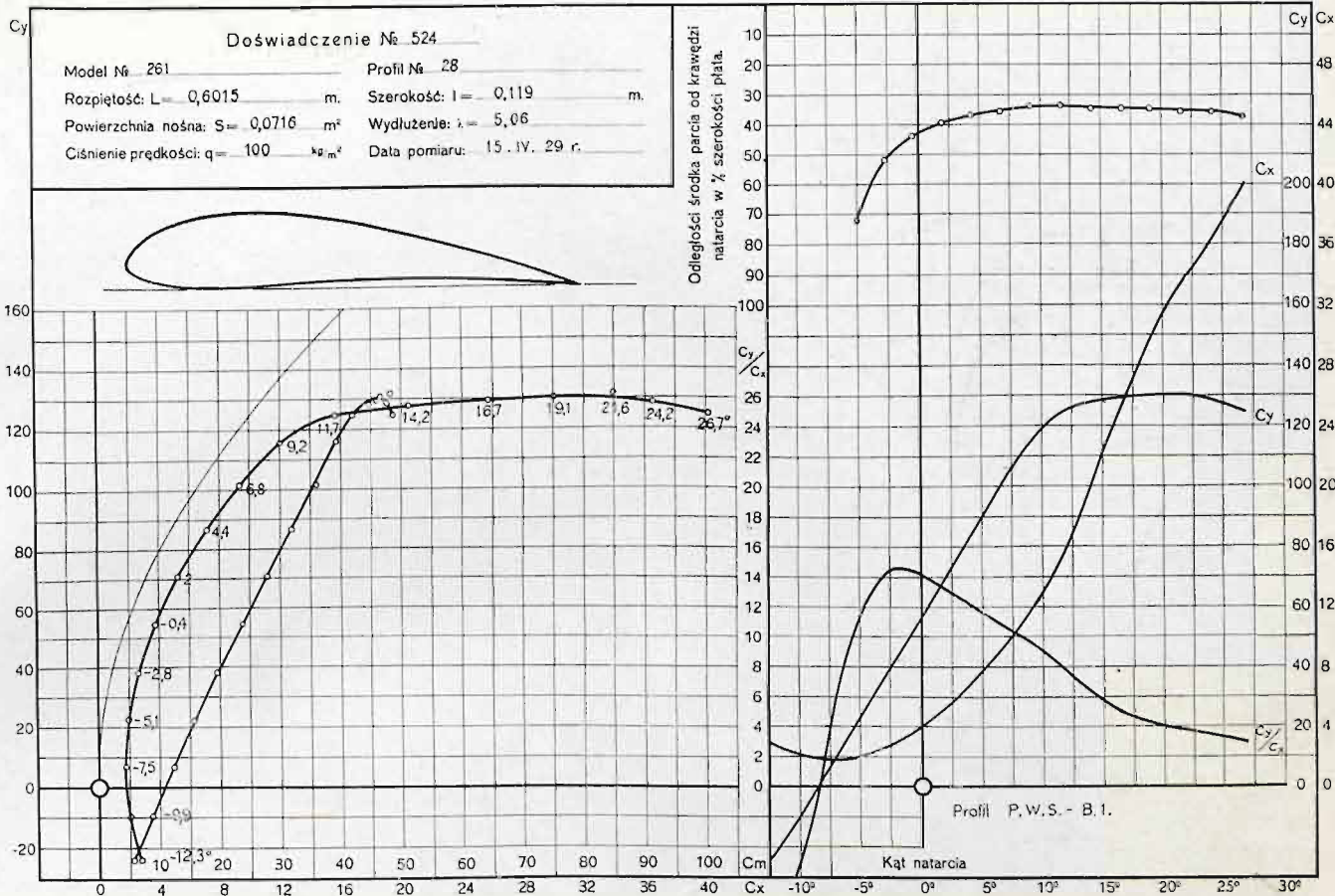




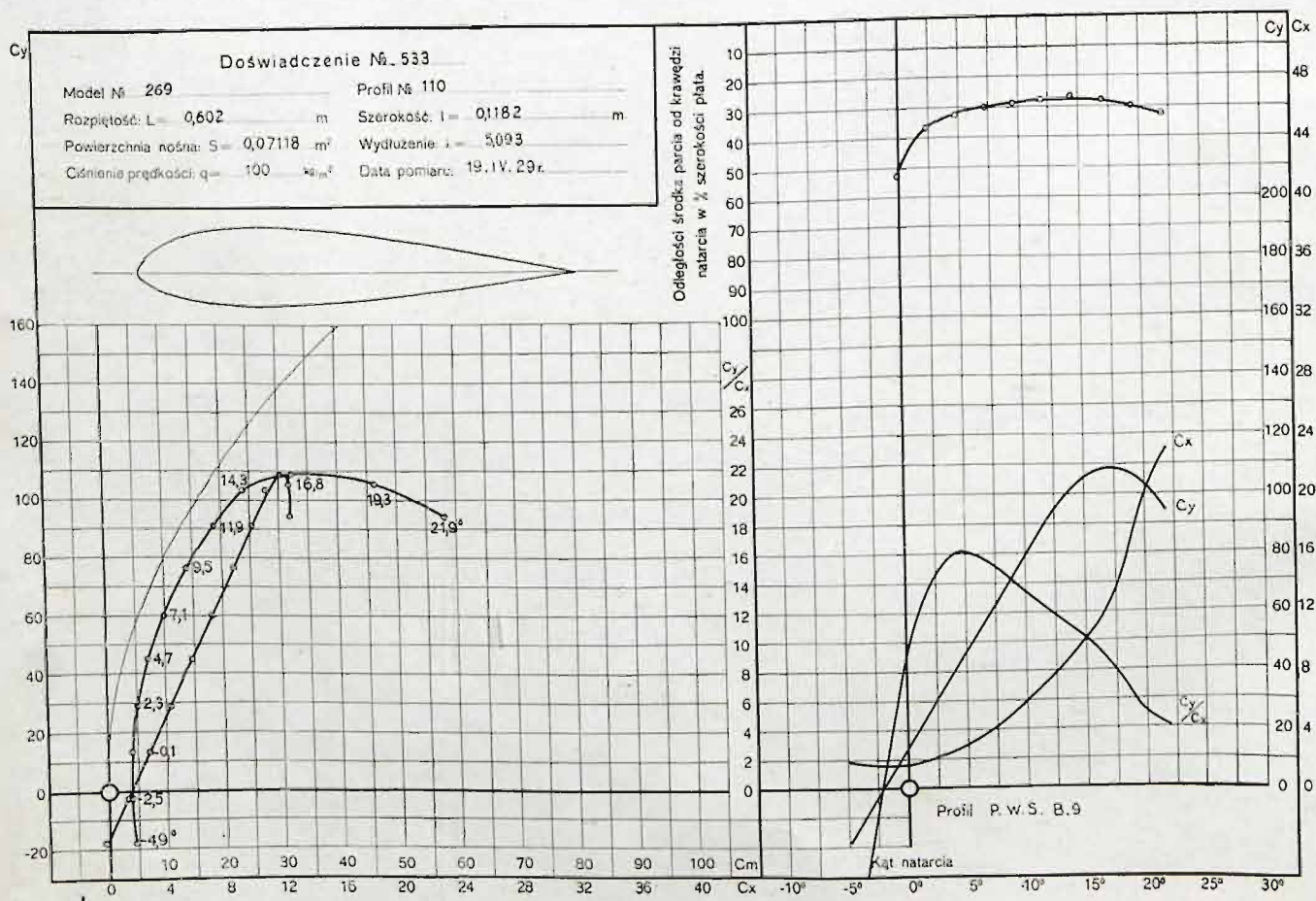
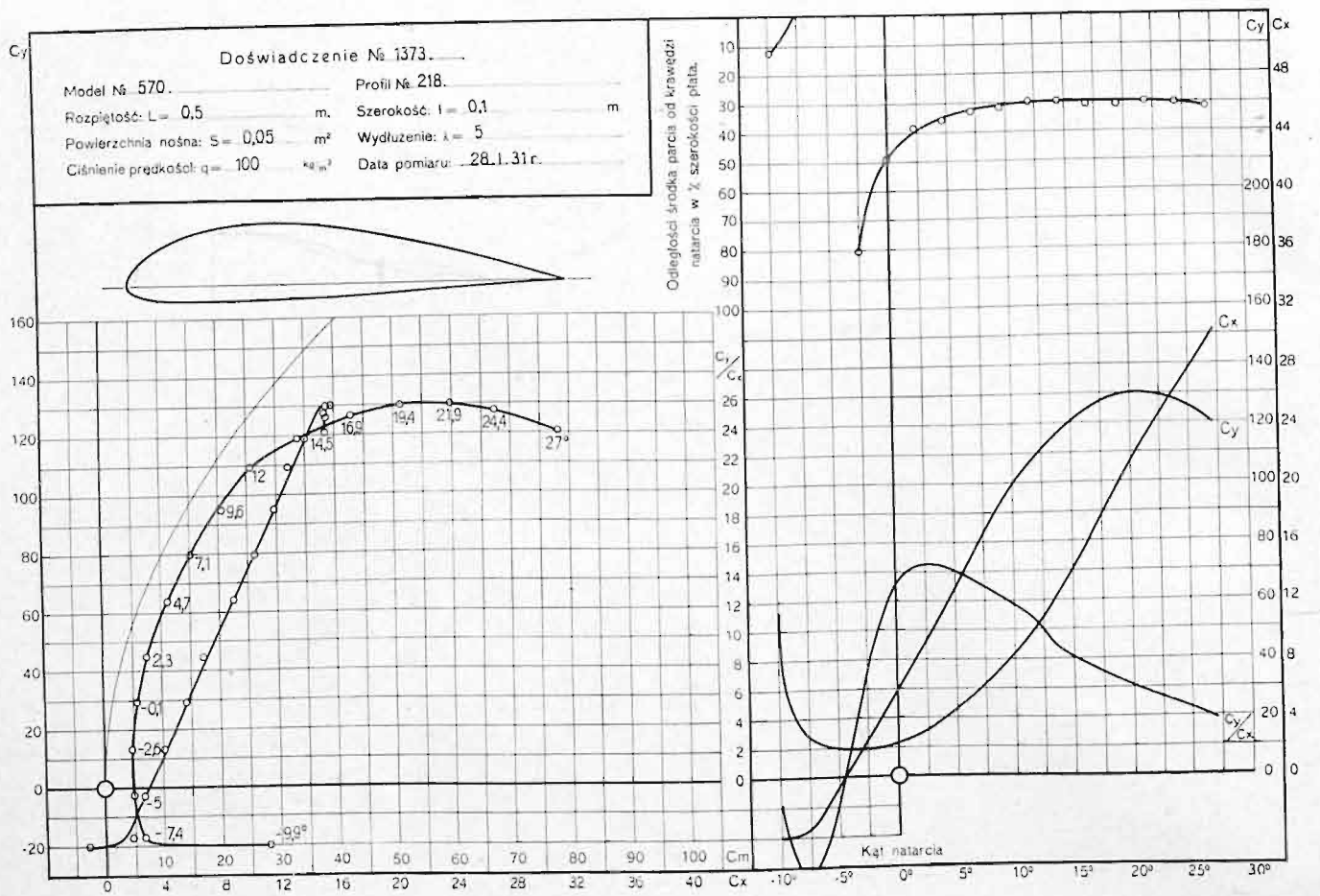












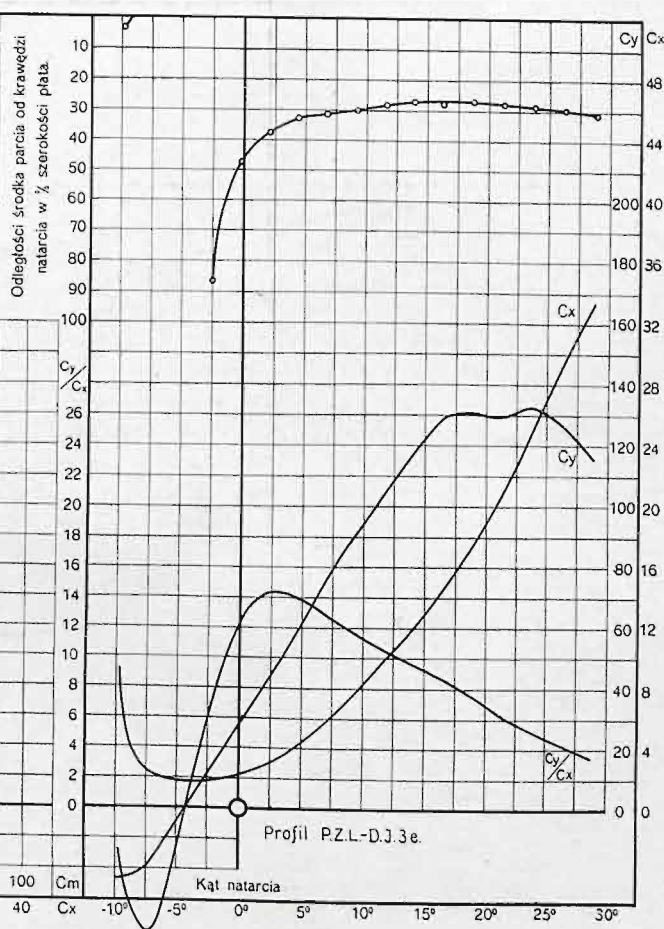
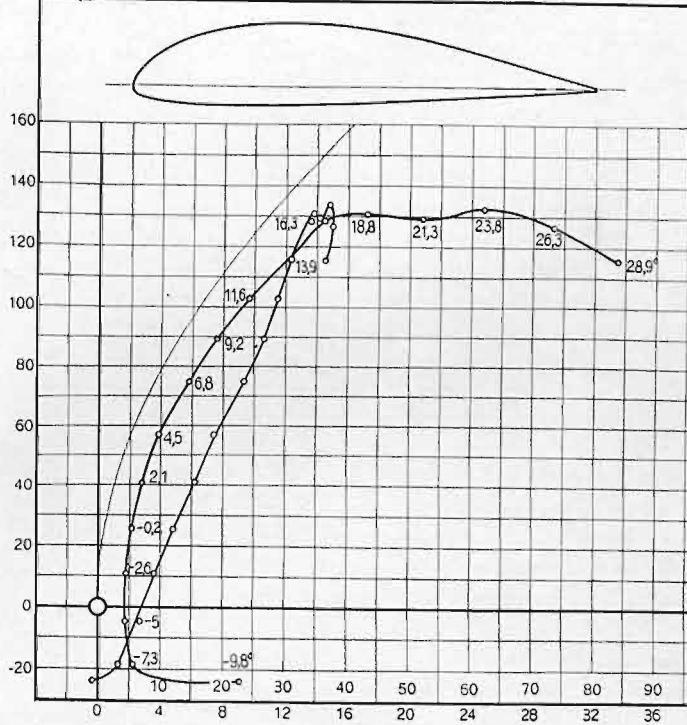
Doświadczenie № 1739.

Model № 718      Profil № 335

Rozpiętość:  $L = 0,7$  m.      Szerokość:  $l = 0,14$  m.

Powierzchnia nośna:  $S = 0,098$  m<sup>2</sup>      Wydłużenie:  $\lambda = 5$

Ciśnienie prędkości:  $q = 100$  kg/m<sup>2</sup>      Data pomiaru: 23. IX. 31 r.



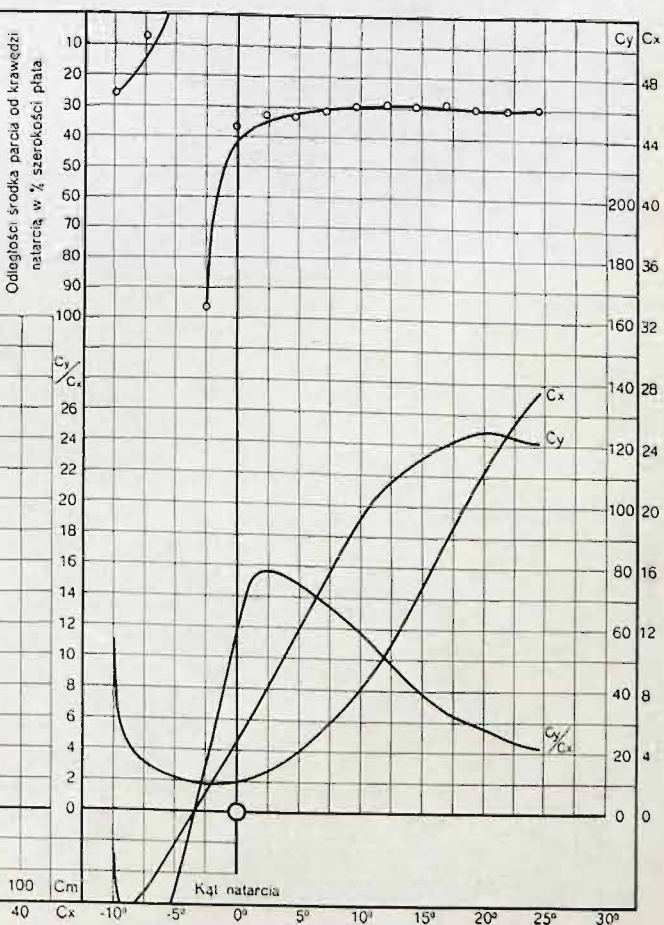
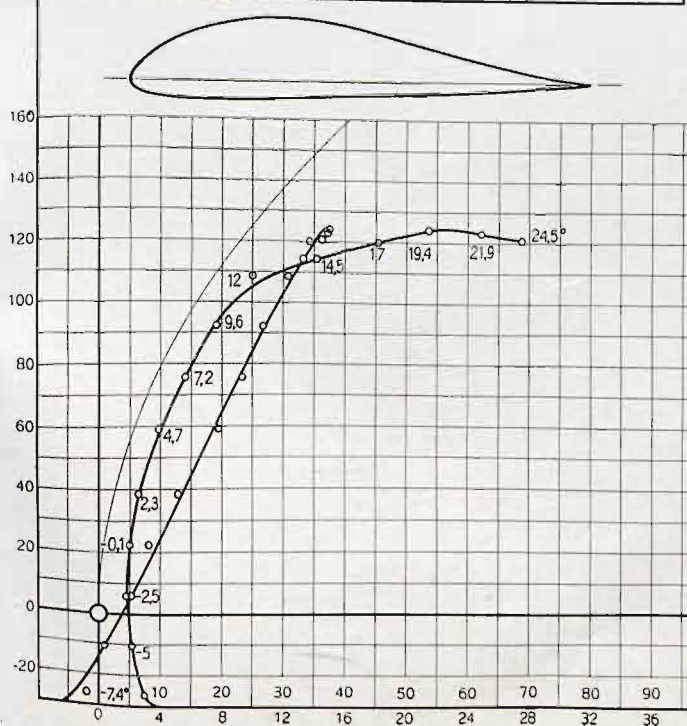
Doświadczenie № 1499.

Model № 648      Profil № 289

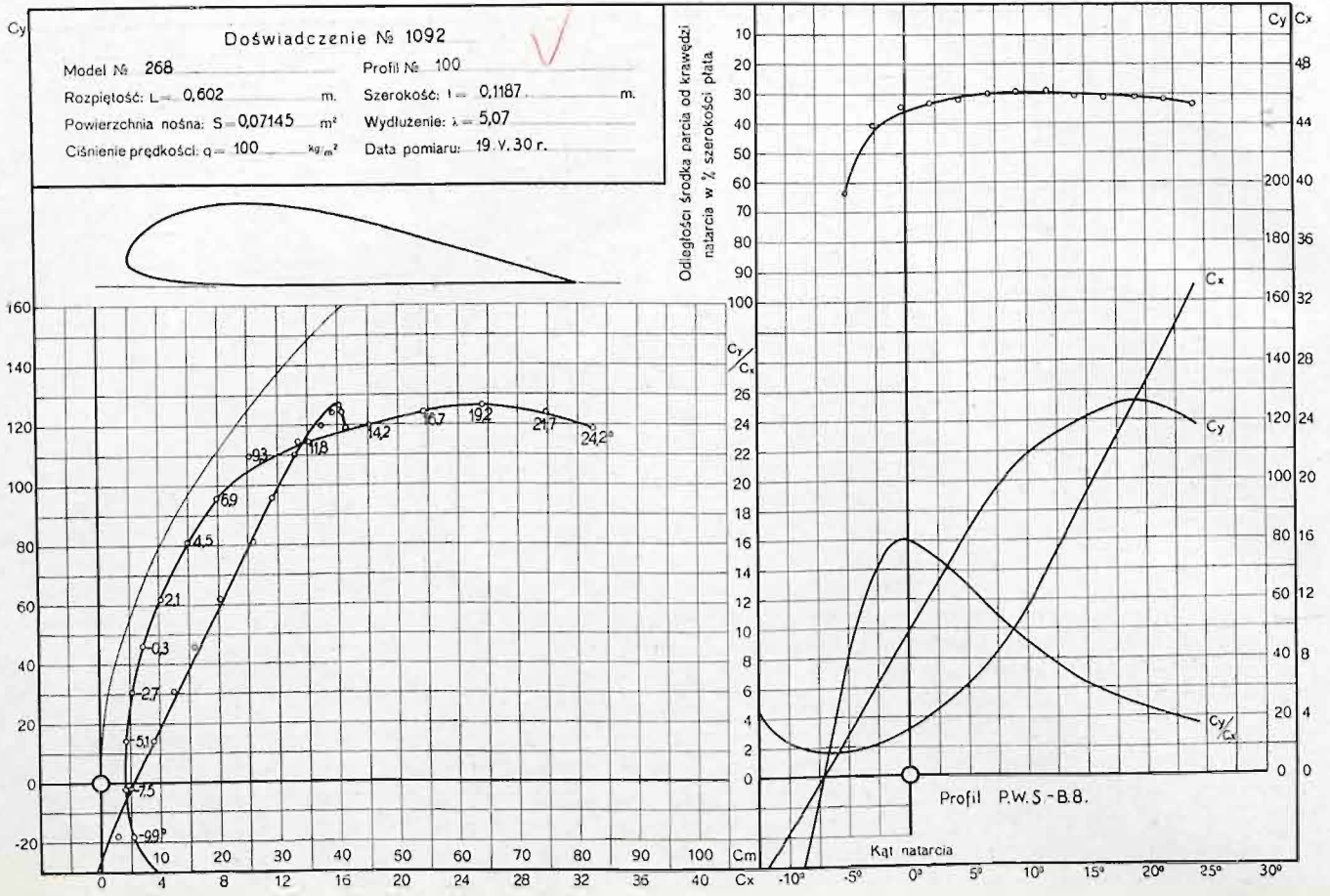
Rozpiętość:  $L = 0,5$  m.      Szerokość:  $l = 0,1$  m.

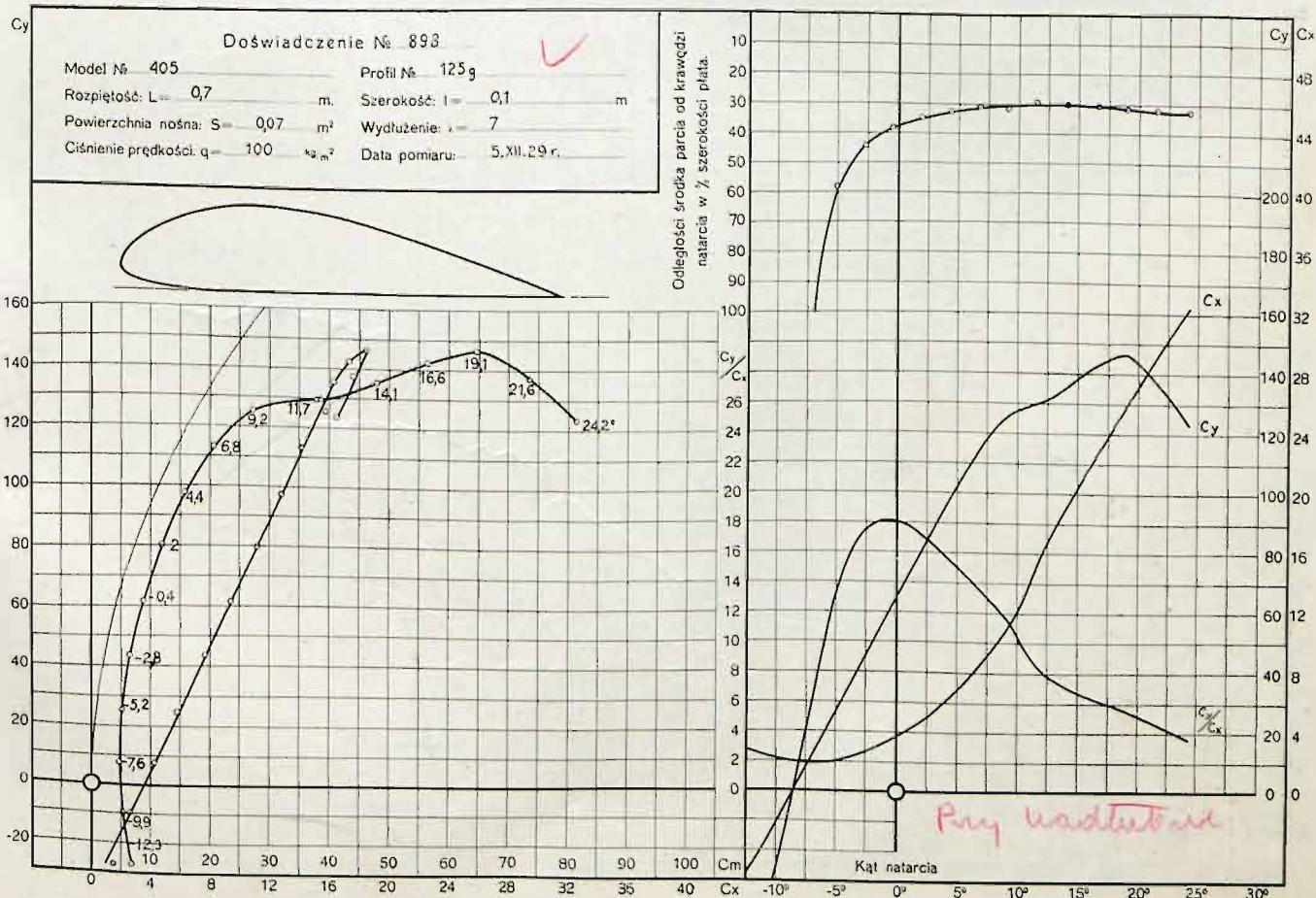
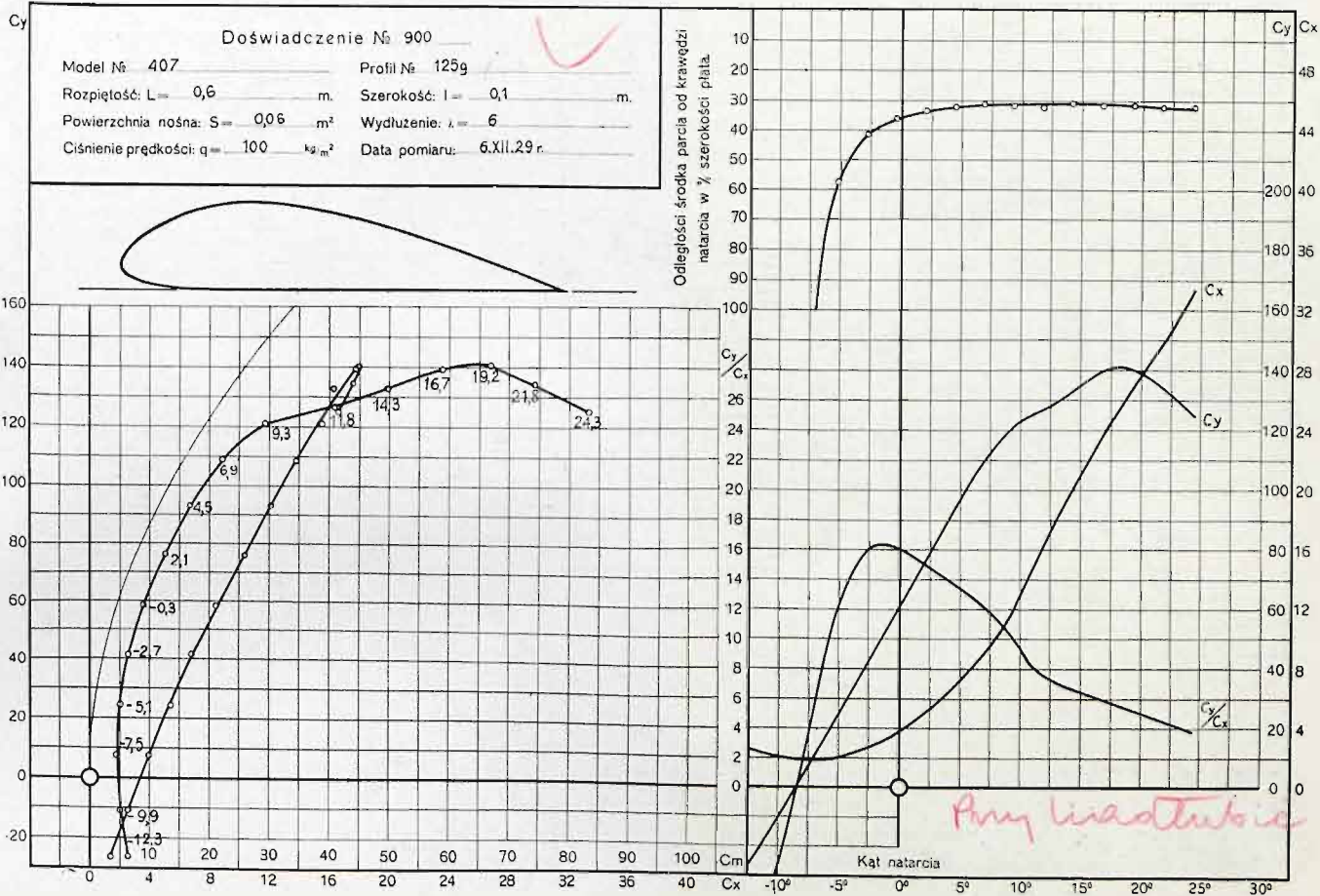
Powierzchnia nośna:  $S = 0,05$  m<sup>2</sup>      Wydłużenie:  $\lambda = 5$

Ciśnienie prędkości:  $q = 100$  kg/m<sup>2</sup>      Data pomiaru: 1. IV. 31 r.

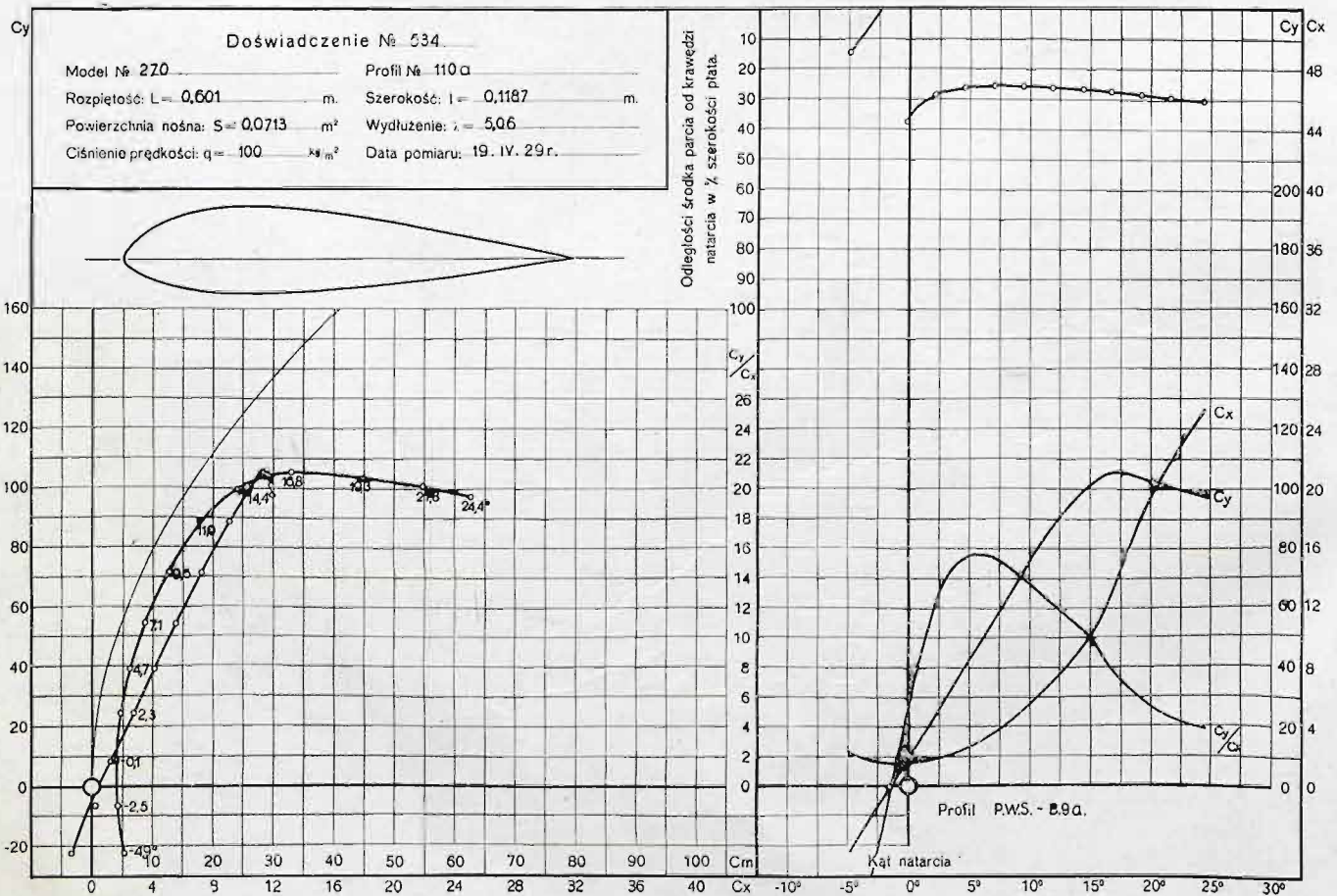
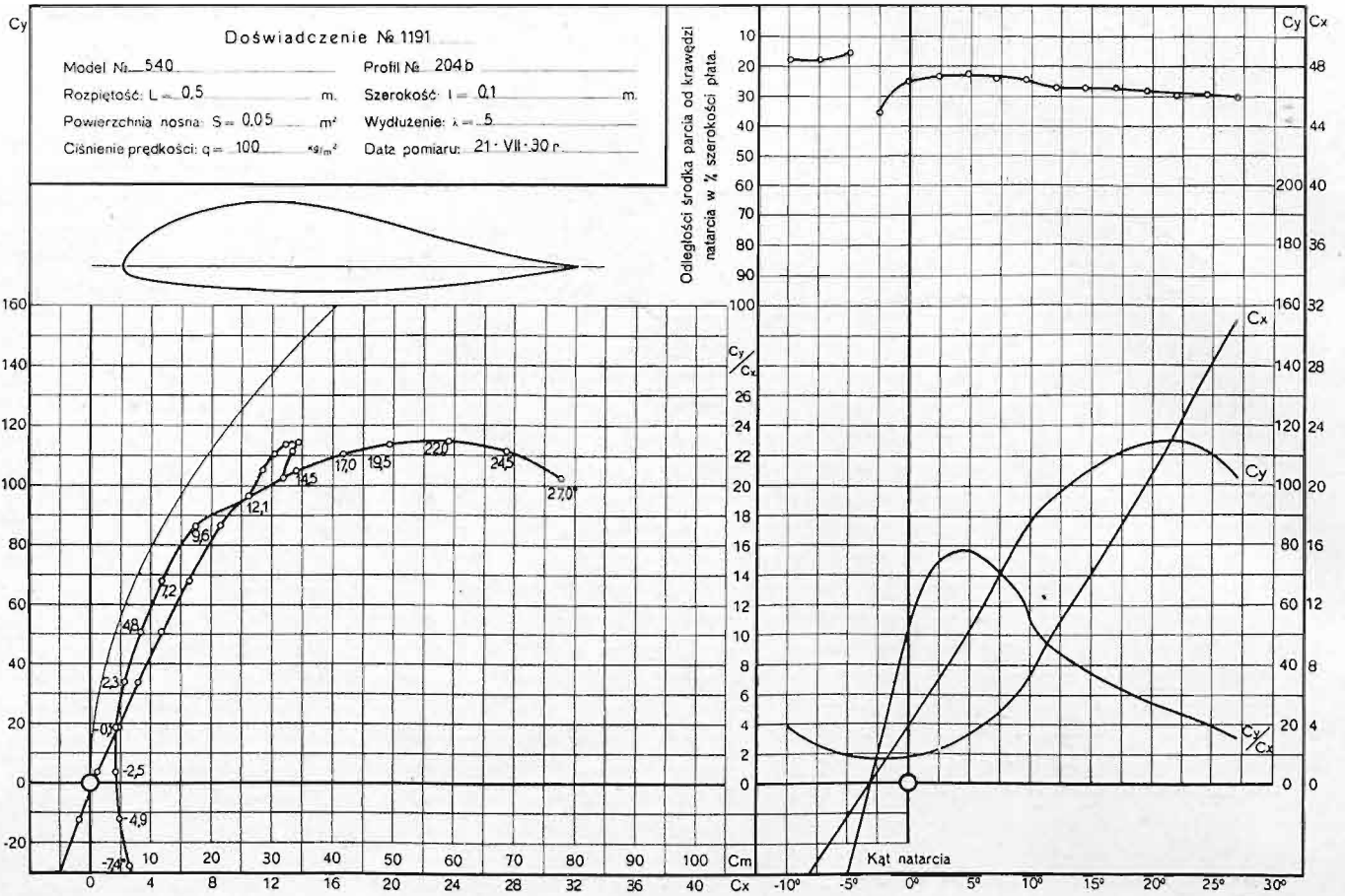


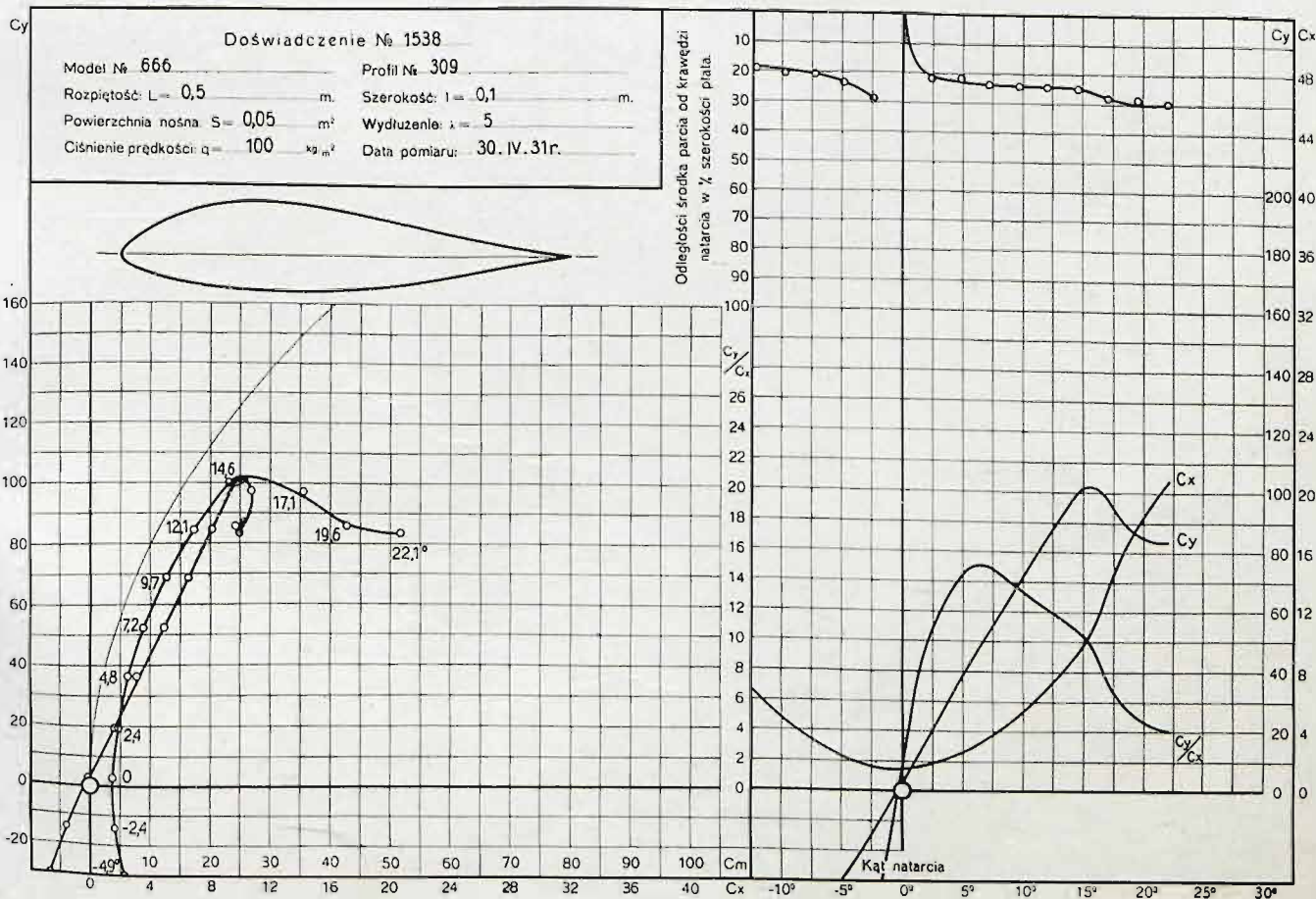
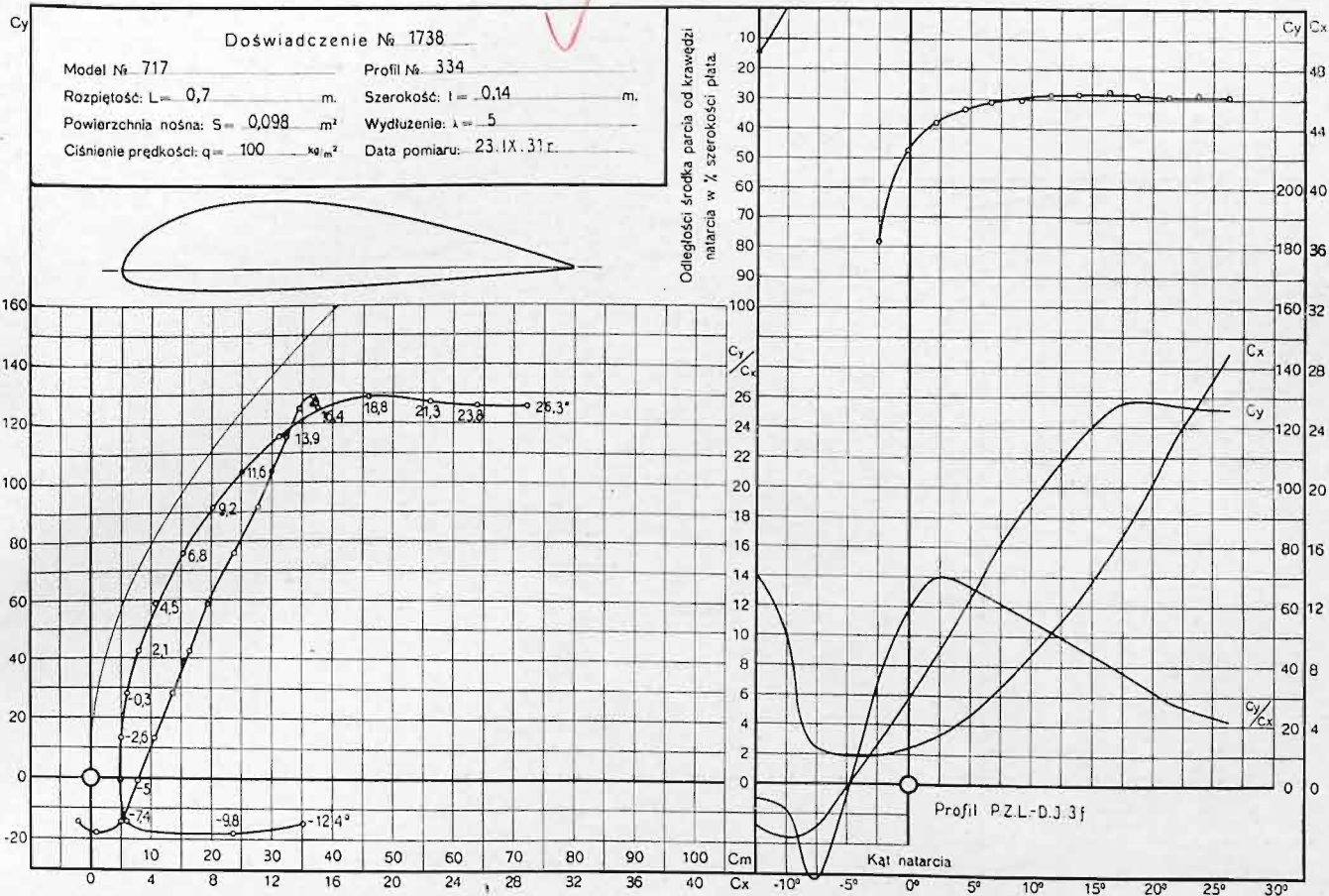




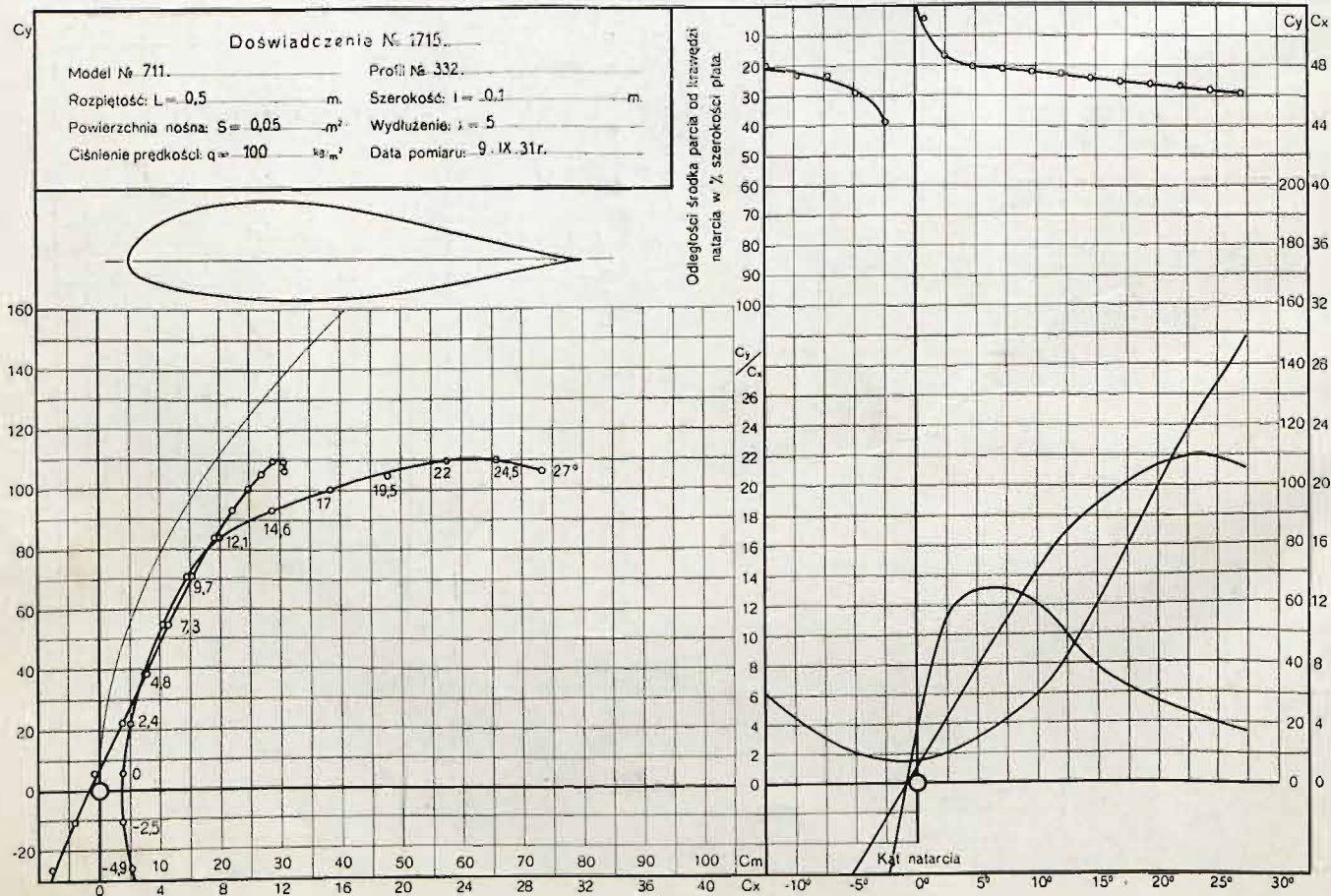
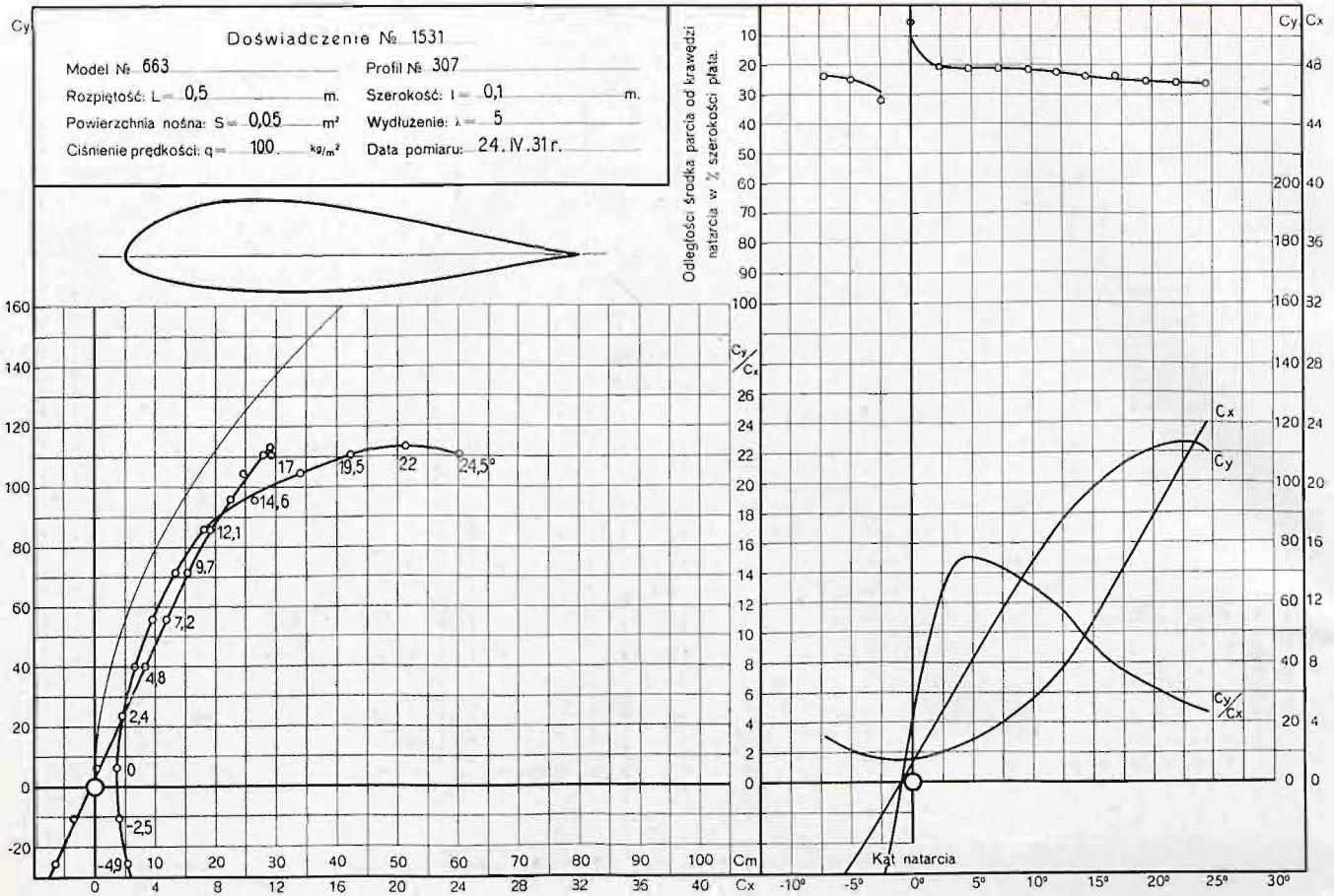


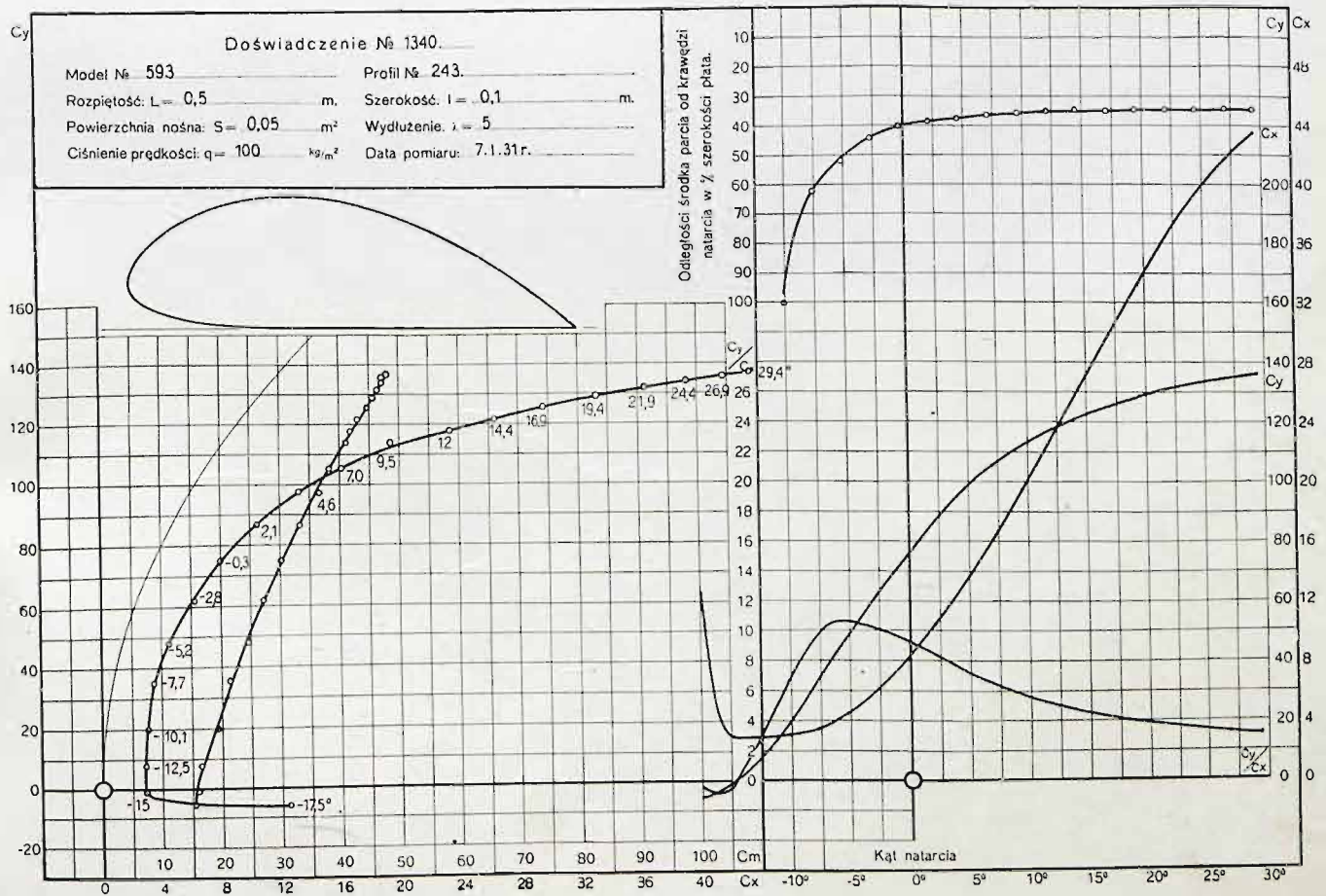
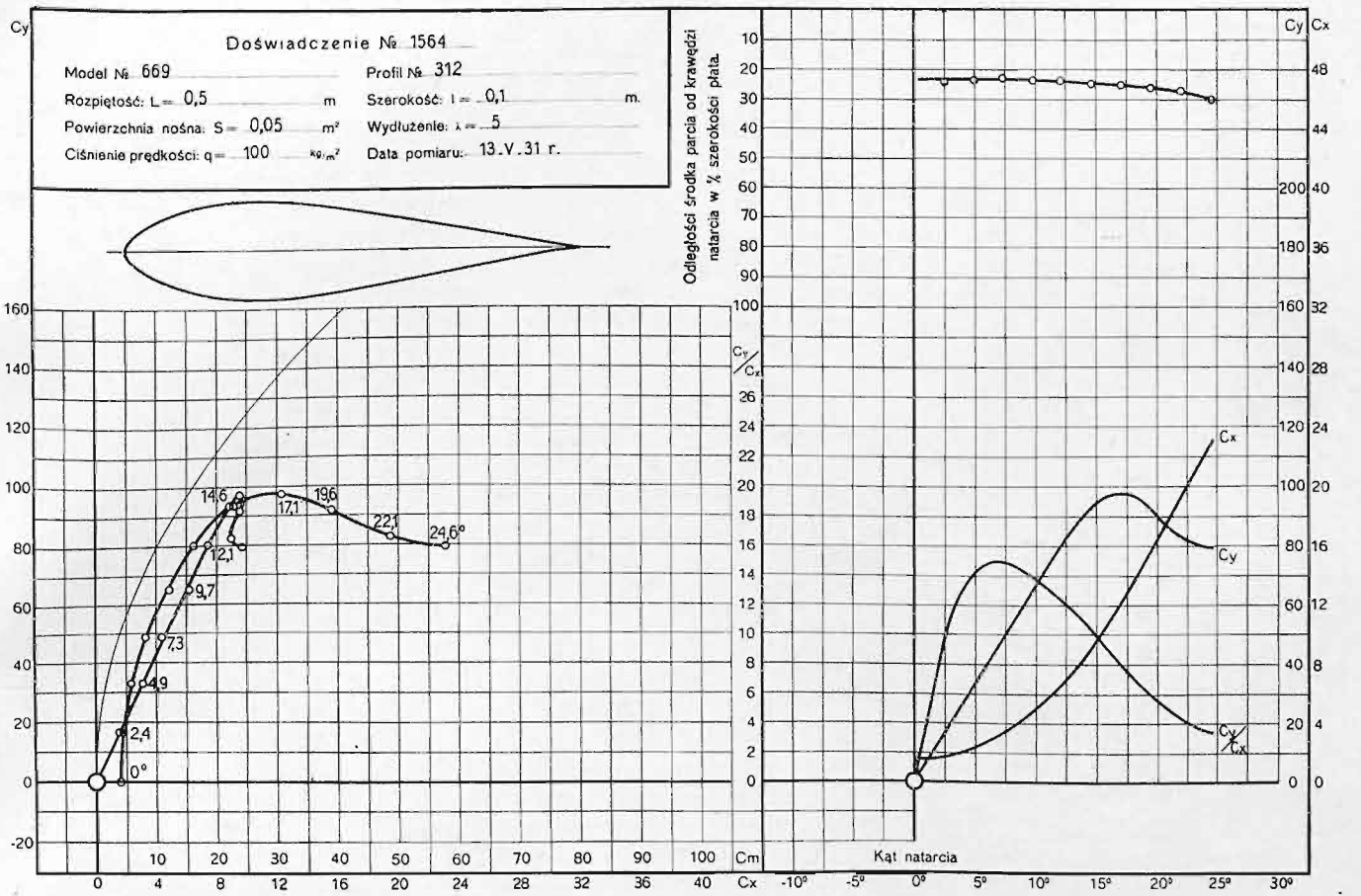




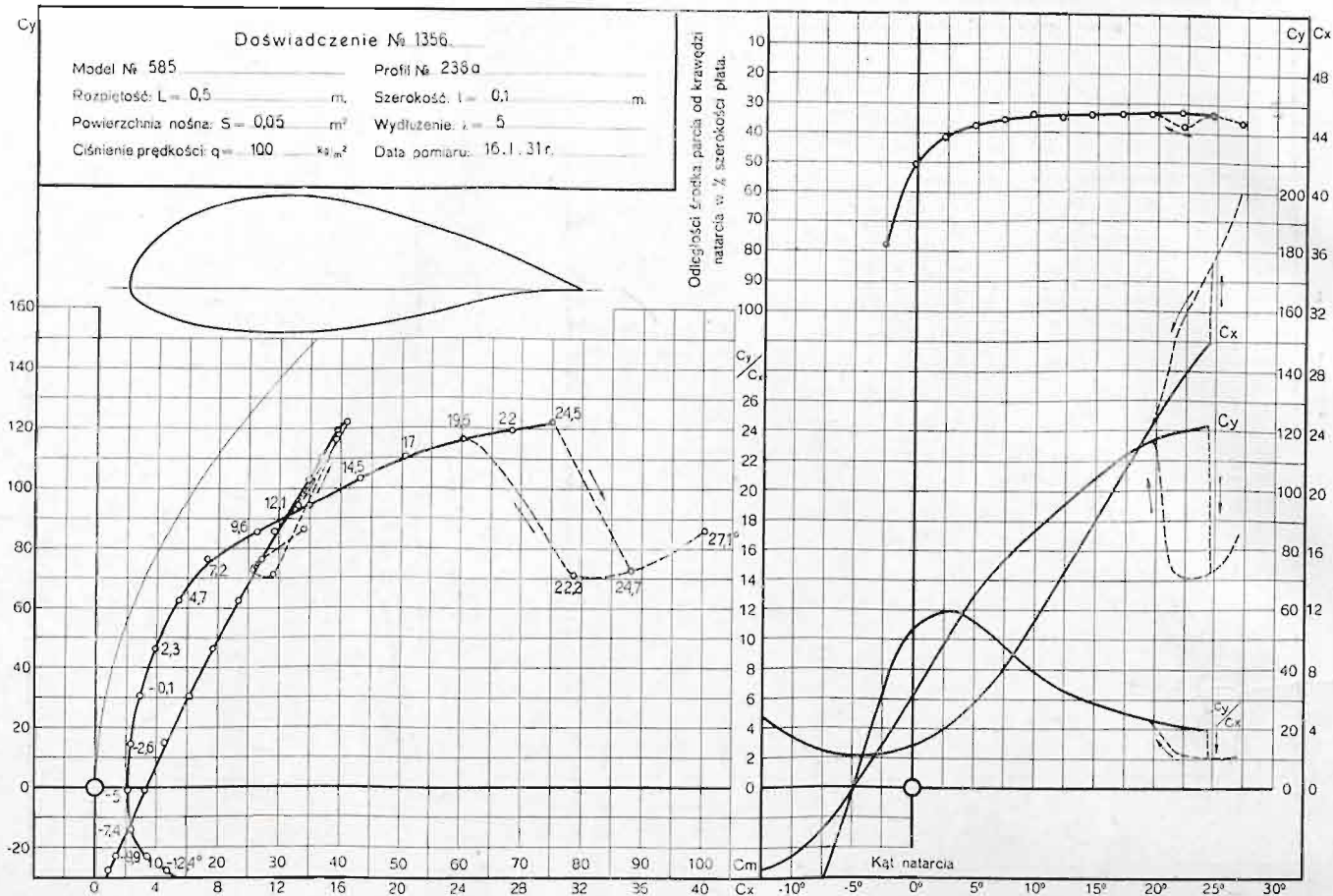












## TABLICE LICZBOWE

## TABLES NUMÉRIQUES

Doświadczenie Nr. 211. Profil Nr. 15.									
$i^0$	$C_y$	$C_x$	$C_y / C_x$	$C_m$	$e^0/0$	$C_y^2 / C_x^2$	$C_n$	$C_l$	$i^0$
21,9	129,5	25,1	5,5	39,5	30,4	34,6	129,2	-24,9	21,9
19,4	136,9	19,0	7,2	37,9	28,0	70,7	136,0	-27,3	19,4
16,9	133,0	15,5	8,6	35,8	21,1	96,9	131,6	-23,7	16,9
14,5	121,3	12,8	9,5	33,3	27,6	109,9	120,6	-18,1	14,5
12,0	108,2	10,3	10,5	31,1	28,8	118,1	108,0	-12,4	12,0
9,6	94,3	8,0	11,8	28,4	30,1	131,6	94,3	-8,0	9,6
7,1	79,5	6,3	12,6	25,4	32,0	126,6	79,9	-3,7	7,1
4,7	63,9	4,6	14,0	21,5	33,6	125,0	64,1	-0,7	4,7
2,3	44,0	3,2	13,9	16,1	36,4	85,1	44,1	1,4	2,3
-0,1	28,5	2,5	11,7	12,7	44,6	38,7	28,5	2,5	-0,1
-2,6	13,2	2,2	6,1	8,9	68,0	5,0	14,0	2,8	-2,6
-5,0	-0,8	3,0	-0,3	6,5	-613,0	0,0	-1,1	2,9	-5,9
-7,4	-13,3	6,4	-2,1	2,0	-14,3	-0,6	-13,0	4,7	-7,4