



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(21) Numer zgłoszenia: **355236**

(51) Int.Cl.
B64C 3/14 (2006.01)
B64C 27/46 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **29.07.2002**

(54)

Łopata wirnika nośnego statku powietrznego typu wiropląt

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

09.02.2004 BUP 03/04

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

31.01.2008 WUP 01/08

(73) Uprawniony z patentu:

Instytut Lotnictwa, Warszawa, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:

Wojciech Kania, Warszawa, PL

Wieżyczysław Stalewski, Żyrardów, PL

(74) Pełnomocnik:

Ochenda Janina, Instytut Lotnictwa

(57) 1. Łopata wirnika nośnego statku powietrznego typu wiropląt z krawędzią natarcia i spływu, której przekroje poprzeczne rozmieszczone wzdłuż jej długości stanowią profile lotnicze, składająca się z części nasadowej, wewnętrznej, zewnętrznej oraz końcówki, **znamienna tym**, że zbudowana jest z co najmniej jednego z następujących bazowych profili lotniczych:

- profilu bazowego (5) o maksymalnej grubości względnej 12,2%, korzystnie w wewnętrznej (4) i zewnętrznej (6) części łopaty, który określony jest przez następujące współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklepanej trzeciego stopnia:

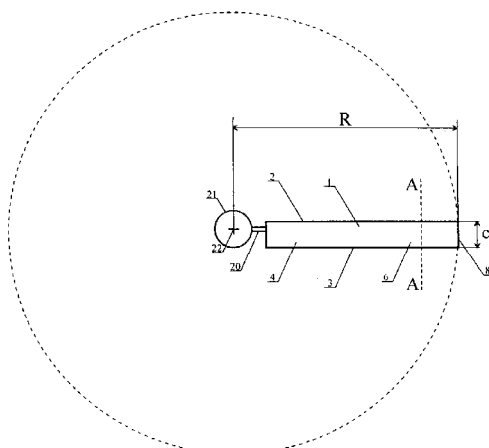


Fig.1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest łopata wirnika nośnego statku powietrznego typu wiropląt, np. śmigłowca.

Wirnik nośny stanowiący główny element napędowy śmigłowca składa się z kilku łopat zamocowanych częścią nasadową do jego głowicy.

Znane łopaty wirnika nośnego śmigłowca składają się zazwyczaj z części nasadowej, wewnętrznej i zewnętrznej oraz końcówki. Posiadają one krawędź natarcia i spływu, a ich przekroje poprzeczne rozmieszczone wzdłuż długości łopaty stanowią profile lotnicze. Kształt tych profili ma zasadniczy wpływ na siłę nośną i siłę oporu, które są składowymi siły aerodynamicznej powstającej na profilach w trakcie lotu śmigłowca i decydują o jego osiągnięciach w różnych warunkach lotu, takich jak zawis, lot postępowy i manewr.

W trakcie eksploatacji wirnika na wewnętrznej i zewnętrznej części łopaty oraz na jej końcówce panują różnorodne warunki opływu profili, z których zbudowana jest łopata. Profile te różnią się maksymalną grubością względną określoną procentowym stosunkiem maksymalnej grubości łopaty w danym przekroju do długości jej cięciwy w tym przekroju. Ich własności aerodynamiczne określone są poprzez bezwymiarowe współczynniki siły nośnej C_z i maksymalnej siły nośnej $C_{z \max}$ w zakresie małych liczb Macha, takich jak $M = 0,4$, a także przez współczynnik siły oporu C_x i współczynnik momentu pochylającego C_{m_0} . Inną wielkością charakteryzującą własności aerodynamiczne profili jest liczba Macha wzrostu oporu M_{w_0} . Jest to liczba Macha, dla której przy zerowym współczynniku siły nośnej ($C_z = 0$) pochodna współczynnika siły oporu względem liczby Macha jest równa bądź większa od 0,1

$$\left(\frac{dC_x}{dM} \geq 0,1\right)$$

W amerykańskim opisie patentowym nr 4314795 opisane są łopaty zbudowane z profili VR 12-15 o maksymalnych grubościach względnych 10,6%, 9,5% i 8% oraz kształtach posiadających określone własności aerodynamiczne. Wartości $C_{z \max}$ dla $M = 0,4$ tych profili zawierają się w granicach od $C_{z \max} = 1,25$ dla cieńszych profili do $C_{z \max} \cong 1,5$ dla grubszych profili, podczas gdy wartość C_{m_0} jest bliska zeru. Wartości M_{w_0} dla $C_z = 0$ tych profili zawierają się w granicach od $M_{w_0} = 0,84$ dla cieńszych profili do $M_{w_0} = 0,8$ dla grubszych profili.

Łopata według wynalazku charakteryzuje się tym, że zbudowana jest z co najmniej jednego z przedstawionych poniżej sześciu bazowych profili lotniczych, tworzących rodzinę profili o różnych wartościach maksymalnej grubości względnej, oznaczoną $ILH3xx$ gdzie xx przedstawia grubość profilu. Są to:

- profil bazowy o maksymalnej grubości względnej 12,2%, oznaczony $ILH312M$, przeznaczony zwłaszcza na wewnętrzną, a także zewnętrzną część łopaty, który określony jest przez przedstawione w tabeli 1 współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklepanej trzeciego stopnia:

T a b e l a 1. Profil ILH312M

cd.

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c	x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.286185	0.084781	0.503270	-0.036845
0.000083	0.001578	0.000065	-0.001216	0.310078	0.084526	0.528429	-0.036305
0.000336	0.003237	0.000423	-0.002842	0.335496	0.084073	0.553361	-0.035676
0.000729	0.004860	0.001198	-0.004415	0.360461	0.083448	0.578065	-0.034959
0.001279	0.006590	0.002543	-0.005961	0.384929	0.082662	0.602542	-0.034154
0.002182	0.008835	0.005384	-0.007949	0.408917	0.081719	0.626792	-0.033261
0.003547	0.011593	0.009250	-0.009849	0.432435	0.080624	0.650814	-0.032280
0.005456	0.014802	0.014159	-0.011770	0.455494	0.079378	0.675527	-0.031162
0.008171	0.018651	0.020100	-0.013714	0.479107	0.077917	0.700280	-0.029922
0.011296	0.022501	0.026095	-0.015397	0.502790	0.076257	0.725077	-0.028547
0.015837	0.027366	0.034165	-0.017361	0.526543	0.074389	0.749923	-0.027023
0.020980	0.032141	0.044160	-0.019454	0.550367	0.072307	0.774826	-0.025329
0.026726	0.036821	0.055404	-0.021485	0.574872	0.069949	0.799794	-0.023435
0.034422	0.042307	0.068240	-0.023495	0.599190	0.067398	0.824843	-0.021300
0.042621	0.047417	0.082306	-0.025410	0.623321	0.064656	0.849992	-0.018856
0.051293	0.052195	0.100261	-0.027513	0.650213	0.061344	0.874994	-0.016025
0.060560	0.056723	0.120155	-0.029481	0.674092	0.058169	0.899995	-0.012711
0.070031	0.060822	0.140079	-0.031126	0.699076	0.054607	0.920997	-0.009499
0.078978	0.064258	0.163889	-0.032738	0.727544	0.050241	0.936998	-0.006755
0.089652	0.067867	0.187793	-0.034049	0.749465	0.046655	0.946999	-0.004893
0.100577	0.071067	0.211781	-0.035112	0.772813	0.042617	0.952846	-0.003748
0.111967	0.073927	0.235837	-0.035971	0.799442	0.037736	1.000000	-0.002935
0.125470	0.076752	0.259952	-0.036656	0.823170	0.033131		
0.137979	0.078869	0.284117	-0.037188	0.849587	0.027714		
0.148642	0.080325	0.308326	-0.037584	0.875087	0.022196		
0.161251	0.081665	0.332575	-0.037857	0.901615	0.016172		
0.175811	0.082766	0.356861	-0.038017	0.922136	0.011323		
0.192315	0.083627	0.381182	-0.038069	0.937011	0.007703		
0.208933	0.084208	0.405537	-0.038017	0.947326	0.005139		
0.222946	0.084524	0.429923	-0.037866	0.952848	0.003748		
0.242622	0.084777	0.454341	-0.037621	1.000000	0.004562		
0.262289	0.084860	0.478791	-0.037279				

gdzie x - odległość punktu węzłowego od punktu natarcia profilu mierzona wzdłuż cięciwy profilu, c - długość cięciwy profilu, y_G - odległość punktu grzbietu profilu od cięciwy profilu mierzona wzdłuż prostej prostopadłej do cięciwy profilu, y_D - odległość punktu spodu profilu od cięciwy profilu mierzona wzdłuż prostej prostopadłej do cięciwy profilu, zaś obrys noska tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -5951,4395163 \cdot (y_D/c)^3 + 35,2065096386 \cdot (y_D/c)^2$$

dla y_D/c ≤ 0 dla spodu profilu i

$$x/c = -901,1125729171 \cdot (y_G/c)^3 + 35,2065096386 \cdot (y_G/c)^2$$

dla y_G/c ≥ 0 dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej profil posiada płaską płytkę o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt 0,98848°;

- profil bazowy o maksymalnej grubości względnej 12%, oznaczony ILH312, przeznaczony zwłaszcza na zewnętrzną, a także wewnętrzną część łopaty, który określony jest przez przedstawione w tabeli 2 współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklejanej trzeciego stopnia:

T a b e l a 2. Profil ILH312

cd.

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c	x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.262217	0.081791	0.454373	-0.038103
0.000019	0.000721	0.000012	-0.000527	0.286113	0.082074	0.478823	-0.037807
0.000094	0.001603	0.000063	-0.001182	0.310005	0.082146	0.503303	-0.037422
0.000331	0.003048	0.000200	-0.002030	0.335423	0.082021	0.528463	-0.036934
0.000722	0.004583	0.000513	-0.003119	0.360389	0.081726	0.553397	-0.036361
0.001272	0.006200	0.001199	-0.004508	0.384860	0.081279	0.578105	-0.035701
0.002172	0.008290	0.002546	-0.006102	0.408850	0.080685	0.602586	-0.034950
0.003535	0.010848	0.005388	-0.008096	0.432373	0.079943	0.626840	-0.034103
0.005442	0.013817	0.009256	-0.009909	0.455439	0.079053	0.650867	-0.033154
0.008154	0.017392	0.014167	-0.011704	0.479060	0.077958	0.675584	-0.032051
0.011276	0.020955	0.020111	-0.013471	0.502752	0.076658	0.700341	-0.030805
0.015813	0.025471	0.026108	-0.014983	0.526516	0.075135	0.725141	-0.029400
0.020952	0.029947	0.034181	-0.016746	0.550351	0.073370	0.749989	-0.027817
0.026695	0.034371	0.041179	-0.018629	0.574866	0.071291	0.774891	-0.026032
0.034386	0.039579	0.055426	-0.020472	0.599194	0.068946	0.799857	-0.024018
0.042581	0.044422	0.068265	-0.022320	0.623335	0.066327	0.824900	-0.021739
0.051250	0.048905	0.082333	-0.024115	0.650233	0.063047	0.850041	-0.019144
0.060513	0.053103	0.100290	-0.026137	0.674117	0.059797	0.875031	-0.016192
0.069981	0.056869	0.120184	-0.028095	0.699103	0.056043	0.900020	-0.012798
0.078925	0.060015	0.140107	-0.029809	0.727567	0.051309	0.921010	-0.009538
0.089596	0.063324	0.163917	-0.031579	0.749486	0.047324	0.937005	-0.006741
0.100519	0.066274	0.187821	-0.033092	0.772828	0.042759	0.947003	-0.004818
0.111907	0.068937	0.211810	-0.034369	0.799450	0.037168	0.952228	-0.003751
0.125407	0.071616	0.235866	-0.035437	0.823171	0.031879	1.000000	-0.002917
0.137915	0.073695	0.259982	-0.036317	0.849581	0.025732		
0.148577	0.075199	0.284147	-0.037025	0.875078	0.019657		
0.161184	0.076691	0.308357	-0.037574	0.901607	0.013359		
0.175743	0.078072	0.332607	-0.037977	0.922129	0.008744		
0.192246	0.079271	0.356893	-0.038245	0.937006	0.005881		
0.208863	0.080177	0.381214	-0.038384	0.947322	0.004310		
0.222875	0.080763	0.405568	-0.038402	0.952293	0.003751		
0.242551	0.081376	0.429955	-0.038304	1.000000	0.004584		

gdzie: x, c, y_G, y_D stanowią wartości zdefiniowane uprzednio, zaś obrys noska tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -4503,9173155222 \cdot (y_D/c)^3 + 38,7334337245 \cdot (y_D/c)^2$$

dla $y_D/c \leq 0$ dla spodu profilu i

$$x/c = -954,0316122336 \cdot (y_G/c)^3 + 38,7334337245 \cdot (y_G/c)^2$$

dla $y_G/c \geq 0$ dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej profil posiada płaską płytkę o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt 1°;

- profilu bazowego o maksymalnej grubości względnej 9%, oznaczony ILH309, przeznaczony zwłaszcza na końcówkę łopaty, który określony jest przez przedstawione w tabeli 3 współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklepanej trzeciego stopnia:

T a b e l a 3. Profil ILH309

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000047	0.001040	0.000064	-0.001161
0.000157	0.001936	0.000284	-0.002364
0.000385	0.003110	0.000631	-0.003420
0.000836	0.004723	0.001254	-0.004595
0.001453	0.006383	0.002093	-0.005562
0.002341	0.008295	0.003166	-0.006406
0.003406	0.010206	0.004837	-0.007352
0.004640	0.012115	0.006767	-0.008220
0.006213	0.014237	0.009898	-0.009384
0.008010	0.016364	0.013560	-0.010522
0.010943	0.019367	0.017754	-0.011634
0.014247	0.022260	0.023754	-0.012988
0.017909	0.025045	0.030654	-0.014309
0.021915	0.027722	0.038452	-0.015593
0.027902	0.031200	0.047150	-0.016838
0.034822	0.034649	0.056746	-0.018044
0.042387	0.037900	0.068679	-0.019367
0.050596	0.040954	0.081313	-0.020601
0.059465	0.043808	0.094649	-0.021747
0.068930	0.046429	0.108686	-0.022805
0.077868	0.048557	0.123424	-0.023775
0.088560	0.050716	0.138864	-0.024656
0.099512	0.052549	0.155006	-0.025449
0.110094	0.054011	0.171849	-0.026153
0.121455	0.055301	0.191125	-0.026827
0.133593	0.056418	0.211338	-0.027408
0.145886	0.057325	0.232490	-0.027897
0.158778	0.058084	0.254736	-0.028300
0.172148	0.058709	0.276937	-0.028595
0.187179	0.059264	0.299791	-0.028793
0.204892	0.059772	0.323297	-0.028890
0.222957	0.060167	0.347454	-0.028888

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.241425	0.060468	0.372262	-0.028785
0.260029	0.060692	0.397722	-0.028583
0.279937	0.060863	0.423834	-0.028287
0.301152	0.060987	0.450600	-0.027899
0.327548	0.061078	0.478656	-0.027411
0.350705	0.061110	0.506993	-0.026844
0.374645	0.061096	0.536953	-0.026169
0.399373	0.061024	0.566417	-0.025433
0.430373	0.060822	0.595388	-0.024641
0.459387	0.060482	0.623865	-0.023793
0.486408	0.059988	0.651847	-0.022890
0.511432	0.059332	0.679332	-0.021925
0.534432	0.058521	0.706043	-0.020903
0.555487	0.057570	0.731824	-0.019824
0.579654	0.056197	0.756670	-0.018682
0.603494	0.054526	0.781552	-0.017420
0.627012	0.052561	0.805262	-0.016086
0.650229	0.050315	0.827800	-0.014678
0.674198	0.047691	0.849167	-0.013198
0.699232	0.044641	0.869360	-0.011644
0.727700	0.040825	0.888380	-0.010015
0.749605	0.037659	0.906227	-0.008313
0.772907	0.034105	0.922902	-0.006536
0.799469	0.029857	0.936854	-0.004881
0.823138	0.025925	0.947003	-0.003556
0.849497	0.021413	0.952731	-0.002761
0.874962	0.016949	1.000000	-0.001095
0.901479	0.012214		
0.922007	0.008487		
0.936898	0.005741		
0.947226	0.003807		
0.952758	0.002761		
1.000000	0.004426		

gdzie: x, c, y_G, y_D stanowią wartości zdefiniowane uprzednio, zaś obrys noska tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -3672,8628450542 \cdot (y_D/c)^3 + 42,3039643668 \cdot (y_D/c)^2$$

dla $y_D/c \leq 0$ dla spodu profilu i

$$x/c = -1001,6941760193 \cdot (y_G/c)^3 + 42,3039643668 \cdot (y_G/c)^2$$

dla $y_G/c \geq 0$ dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej profil posiada płaską płytkę o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt 2,01899°;

- profilu bazowego o maksymalnej grubości względnej 9%, oznaczony ILH309A, przeznaczony zwłaszcza na końcówkę łopaty, który określony jest przez przedstawione w tabeli 4 współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklejanej trzeciego stopnia:

T a b e l a 4. Profil ILH309A

x/c	y _G /c	x/c	y _P /c
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000008	0.000402	0.000042	-0.000866
0.000098	0.001441	0.000244	-0.002011
0.000315	0.002758	0.000625	-0.003081
0.000634	0.004099	0.001327	-0.004268
0.001054	0.005465	0.002562	-0.005575
0.001576	0.006855	0.004382	-0.006856
0.002459	0.008793	0.008509	-0.008546
0.003520	0.010728	0.014469	-0.010075
0.004759	0.012662	0.021837	-0.011482
0.006347	0.014809	0.030347	-0.012789
0.008167	0.016963	0.039821	-0.014011
0.011137	0.020001	0.050132	-0.015160
0.014464	0.022929	0.061189	-0.016245
0.018129	0.025748	0.072922	-0.017270
0.022115	0.028460	0.085278	-0.018241
0.028047	0.031987	0.098216	-0.019161
0.034889	0.035488	0.111704	-0.020033
0.042371	0.038791	0.125718	-0.020859
0.050506	0.041894	0.140239	-0.021640
0.059316	0.044794	0.155255	-0.022379
0.068736	0.047457	0.170757	-0.023075
0.077635	0.049622	0.186741	-0.023728
0.088277	0.051823	0.203208	-0.024339
0.099189	0.053693	0.220160	-0.024905
0.109757	0.055179	0.237609	-0.025425
0.121116	0.056484	0.258217	-0.025960
0.133252	0.057615	0.278915	-0.026414
0.145541	0.058536	0.299702	-0.026790
0.158427	0.059309	0.320574	-0.027089
0.171792	0.059946	0.341531	-0.027315
0.186821	0.060509	0.362572	-0.027468
0.204537	0.061018	0.383697	-0.027551
0.222605	0.061411	0.404906	-0.027566

cd.

x/c	y _G /c	x/c	y _P /c
0.241076	0.061717	0.426201	-0.027515
0.259681	0.061955	0.447582	-0.027398
0.279590	0.062150	0.469050	-0.027217
0.300807	0.062302	0.490608	-0.026973
0.327210	0.062423	0.512256	-0.026666
0.350374	0.062473	0.533996	-0.026295
0.374324	0.062468	0.555829	-0.025861
0.399063	0.062394	0.578853	-0.025336
0.430079	0.062179	0.601716	-0.024746
0.459113	0.061818	0.624420	-0.024089
0.486156	0.061299	0.646963	-0.023367
0.511206	0.060616	0.669347	-0.022577
0.534235	0.059776	0.691568	-0.021719
0.555319	0.058794	0.713626	-0.020791
0.579520	0.057377	0.735518	-0.019789
0.603390	0.055654	0.757239	-0.018712
0.626936	0.053628	0.785088	-0.017201
0.650176	0.051315	0.811394	-0.015624
0.674164	0.048616	0.836159	-0.013987
0.699210	0.045483	0.859388	-0.012293
0.727686	0.041567	0.881077	-0.010538
0.749593	0.038323	0.901227	-0.008725
0.772894	0.034686	0.922100	-0.006599
0.799451	0.030345	0.936466	-0.004934
0.823118	0.026334	0.947325	-0.003538
0.849473	0.021737	0.952738	-0.002797
0.874937	0.017196	1.000000	-0.001128
0.901460	0.012386		
0.922000	0.008605		
0.936900	0.005819		
0.947234	0.003859		
0.952767	0.002797		
1.000000	0.004465		

gdzie x , c , y_G , y_D stanowią wartości zdefiniowane uprzednio, zaś obrys noska tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -5575,9257226887 \cdot (y_D/c)^3 + 48,9920106851 \cdot (y_D/c)^2$$

dla $y_D/c \leq 0$ dla spodu profilu i

$$x/c = -2751,4113244402 \cdot (y_G/c)^3 + 48,9920106851 \cdot (y_G/c)^2$$

dla $y_G/c \geq 0$ dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej profil posiada płaską płytkę o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt 2,02235°;

- profil bazowego o maksymalnej grubości względnej 8%, oznaczony ILH308, przeznaczony zwłaszcza na końcówkę łopaty, który określony jest przez przedstawione w tabeli 5 współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklepanej trzeciego stopnia:

T a b e l a 5. Profil ILH308

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000034	0.000815	0.000060	-0.001011
0.000156	0.001780	0.000256	-0.001993
0.000379	0.002831	0.000591	-0.002894
0.000692	0.003914	0.001067	-0.003717
0.001176	0.005223	0.002059	-0.004794
0.001778	0.006552	0.003523	-0.005848
0.002498	0.007900	0.005461	-0.006878
0.003636	0.009723	0.007870	-0.007884
0.004955	0.011528	0.010753	-0.008867
0.006453	0.013315	0.014108	-0.009826
0.008131	0.015086	0.017936	-0.010761
0.010212	0.017032	0.022236	-0.011673
0.012565	0.018963	0.027009	-0.012561
0.015427	0.021004	0.032255	-0.013425
0.018637	0.022992	0.037974	-0.014266
0.023235	0.025436	0.044165	-0.015083
0.028366	0.027779	0.051734	-0.015975
0.034022	0.030021	0.063376	-0.017174
0.041361	0.032539	0.076083	-0.018310
0.049618	0.034991	0.089729	-0.019367
0.058791	0.037384	0.104312	-0.020346
0.068211	0.039549	0.119832	-0.021247
0.078115	0.041556	0.136071	-0.022054
0.088501	0.043403	0.153254	-0.022778
0.099444	0.045092	0.171380	-0.023417
0.110801	0.046577	0.190449	-0.023972
0.121590	0.047767	0.210461	-0.024443
0.133135	0.048844	0.231416	-0.024831
0.145444	0.049807	0.253315	-0.025134
0.158505	0.050656	0.276157	-0.025353
0.172316	0.051395	0.299942	-0.025488
0.186882	0.052038	0.323443	-0.025537
0.204586	0.052676	0.347596	-0.025504

cd.

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.223079	0.053202	0.372400	-0.025389
0.242362	0.053627	0.397855	-0.025193
0.262433	0.053957	0.423963	-0.024920
0.283283	0.054200	0.450729	-0.024572
0.304907	0.054364	0.478790	-0.024143
0.327305	0.054454	0.507140	-0.023651
0.350482	0.054476	0.537123	-0.023072
0.374441	0.054427	0.566617	-0.022444
0.399186	0.054308	0.595623	-0.021769
0.430204	0.054049	0.624135	-0.021044
0.459234	0.053681	0.652153	-0.020267
0.486273	0.053196	0.679665	-0.019432
0.511321	0.052588	0.706403	-0.018541
0.534350	0.051850	0.732197	-0.017594
0.555432	0.050990	0.757050	-0.016587
0.579629	0.049752	0.781928	-0.015469
0.603497	0.048249	0.805629	-0.014285
0.627039	0.046488	0.828141	-0.013032
0.650276	0.044478	0.849480	-0.011710
0.674260	0.042134	0.869625	-0.010322
0.699302	0.039415	0.888610	-0.008866
0.727773	0.036021	0.906402	-0.007346
0.749676	0.033210	0.923026	-0.005762
0.772973	0.030058	0.936935	-0.004290
0.799525	0.026296	0.947049	-0.003118
0.823187	0.022824	0.952767	-0.002415
0.849536	0.018841	1.000000	-0.000281
0.875617	0.014819		
0.901515	0.010750		
0.922829	0.007338		
0.936943	0.005040		
0.948059	0.003205		
0.952806	0.002415		
1.000000	0.004548		

gdzie: x, c, y_G, y_D stanowią wartości zdefiniowane uprzednio, zaś obrys noska tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -7048,0564138263 \cdot (y_D/c)^3 + 50,8515133626 \cdot (y_D/c)^2$$

dla $y_D/c \leq 0$ dla spodu profilu i

$$x/c = -1427,9620471089 \cdot (y_G/c)^3 + 50,8515133626 \cdot (y_G/c)^2$$

dla $y_G \geq 0$ dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej profil posiada płaską płytkę o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt 2,5875°;

- profilu bazowego o maksymalnej grubości względnej 8%, oznaczony ILH308A, przeznaczony zwłaszcza na końcówkę łopaty, który określony jest przez przedstawione w tabeli 6 współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklepanej trzeciego stopnia:

T a b e l a 6. Profil ILH308A

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c	cd.			
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.240950	0.057180	0.372232	-0.022030
0.000054	0.000977	0.000068	-0.000944	0.259559	0.057420	0.397692	-0.021879
0.000166	0.001822	0.000276	-0.001806	0.279475	0.057610	0.423804	-0.021656
0.000395	0.002930	0.000622	-0.002613	0.300702	0.057751	0.450570	-0.021362
0.000853	0.004450	0.001244	-0.003511	0.327117	0.057857	0.478627	-0.020993
0.001477	0.006016	0.002082	-0.004250	0.350292	0.057895	0.506964	-0.020563
0.002365	0.007819	0.003155	-0.004895	0.374253	0.057881	0.536924	-0.020050
0.003428	0.009621	0.004825	-0.005617	0.399003	0.057799	0.566389	-0.019491
0.004667	0.011421	0.006754	-0.006281	0.430029	0.057568	0.595361	-0.018889
0.006247	0.013421	0.009884	-0.007170	0.459064	0.057196	0.623838	-0.018245
0.008041	0.015427	0.013545	-0.008040	0.486107	0.056684	0.651822	-0.017558
0.010953	0.018260	0.017738	-0.008890	0.511160	0.056043	0.679307	-0.016824
0.014216	0.020991	0.023737	-0.009925	0.534193	0.055263	0.706019	-0.016046
0.017830	0.023620	0.030635	-0.010935	0.555279	0.054349	0.731801	-0.015224
0.021796	0.026148	0.038433	-0.011916	0.579482	0.053030	0.756648	-0.014355
0.027738	0.029431	0.047129	-0.012869	0.603354	0.051424	0.781531	-0.013394
0.034616	0.032688	0.056725	-0.013791	0.626902	0.049538	0.805242	-0.012377
0.042153	0.035757	0.068656	-0.014803	0.650144	0.047385	0.827781	-0.011304
0.050348	0.038638	0.081289	-0.015747	0.674134	0.044872	0.849149	-0.010176
0.059202	0.041331	0.094624	-0.016624	0.699182	0.041954	0.869343	-0.008991
0.068631	0.043810	0.108660	-0.017434	0.727660	0.038309	0.888365	-0.007749
0.077531	0.045826	0.123398	-0.018176	0.749568	0.035289	0.906214	-0.006450
0.088186	0.047871	0.138837	-0.018851	0.772871	0.031902	0.922889	-0.005095
0.099099	0.049612	0.154978	-0.019458	0.799429	0.027861	0.936843	-0.003832
0.109669	0.050995	0.171820	-0.019998	0.823097	0.024127	0.946993	-0.002821
0.121014	0.052218	0.191096	-0.020515	0.849454	0.019847	0.952722	-0.002214
0.133135	0.053282	0.211309	-0.020961	0.874920	0.015619	1.000000	-0.000728
0.145415	0.054148	0.232460	-0.021337	0.901444	0.011141		
0.158300	0.054872	0.254706	-0.021647	0.921985	0.007621		
0.171667	0.055468	0.276907	-0.021875	0.936886	0.005028		
0.186697	0.055998	0.299761	-0.022028	0.947221	0.003203		
0.204412	0.056488	0.323266	-0.022106	0.952754	0.002214		
0.222479	0.056874	0.347423	-0.022106	1.000000	0.003700		

gdzie: x, c, y_G, y_D stanowią wartości zdefiniowane uprzednio, zaś obrys noska tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -12721,5758492144 \cdot (y_D/c)^3 + 56,6939172437 \cdot (y_D/c)^2$$

dla y_D/c ≤ 0 dla spodu profilu i

$$x/c = -3106,1906030678 \cdot (y_G/c)^3 + 56,6939172437 \cdot (y_G/c)^2$$

dla y_G ≥ 0 dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej profil posiada płaską płytkę o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt 1,80091°.

Pomiędzy sąsiednimi profilami bazowymi łopaty zbudowanej z więcej niż jednego profilu bazowego znajdują się profile przejściowe o współrzędnych punktów węzłowych określonych równaniami:

$$X_p = x \text{ oraz } y_p = y_a \cdot W + y_b \cdot (1-W) \text{ gdzie:}$$

(x, y_a) - współrzędne punktu węzłowego sąsiedniego profilu bazowego "a"

(x, y_b) - współrzędne punktu węzłowego sąsiedniego profilu bazowego "b"

(x_p, y_p) - współrzędne punktu węzłowego profilu przejściowego

W - parametr przekształcenia o wartości zawierającej się w zakresie od 0 do 1.

Do rodziny profili ILH3xx należą również profile uzyskane drogą przeskalowania współrzędnych punktów węzłowych profili bazowych za pomocą odpowiedniego czynnika skalującego

$$S = \frac{t'_{\max}}{t_{\max}}, \text{ zgodnie z równaniami:}$$

$x' = x$ oraz $y' = y \cdot S$ gdzie:

t'_{\max} - maksymalna grubość profilu po przeskalowaniu

t_{\max} - maksymalna grubość profilu bazowego

(x, y) - współrzędne punktu węzłowego profilu bazowego

(x', y') - współrzędne punktu węzłowego profilu po przeskalowaniu.

Czynnik skalujący S może mieć wartość równą bądź różną dla poszczególnych profili konkretnej łopaty.

Do rodziny profili ILH3xx należą ponadto profile uzyskane drogą przeskalowania współrzędnych punktów węzłowych profili bazowych za pomocą zdefiniowanego powyżej czynnika skalującego S , zgodnie z równaniami:

$$x'_D = x_D, y'_D = 0,5 \cdot (y_G + y_D) - S \cdot 0,5 \cdot (y_G - y_D)$$

oraz

$$x'_G = x_G, y'_G = 0,5 \cdot (y_G + y_D) + S \cdot 0,5 \cdot (y_G - y_D)$$

przy założeniu, że $x_D = x_G = x'_D = x'_G$, gdzie:

(x_D, y_D) - współrzędne punktu węzłowego spodu profilu bazowego

(x_G, y_G) - współrzędne punktu węzłowego grzbietu profilu bazowego

(x'_D, y'_D) - współrzędne punktu węzłowego spodu profilu po przeskalowaniu

(x'_G, y'_G) - współrzędne punktu węzłowego grzbietu profilu po przeskalowaniu,

przy czym czynnik skalujący S może mieć wartość równą bądź różną dla poszczególnych profili konkretnej łopaty.

Tak uzyskane profile charakteryzują się zachowaniem kształtu szkieletowej tzn. linii leżącej w równej odległości od grzbietu i spodu profilu, w stosunku do profilu bazowego.

W celu uzyskania, drogą przeskalowania, profili o maksymalnych grubościach względnych większych od 12,2% najlepiej jest użyć profilu bazowego ILH312M, a uzyskania profili o maksymalnych grubościach względnych większych bądź równych 10% i mniejszych od 12,2% - profilu bazowego ILH312, natomiast uzyskania profili o maksymalnych grubościach względnych mniejszych od 10% - profili bazowych ILH309, ILH309A, ILH308 bądź ILH308A.

Przeskalowanie sąsiednich profili bazowych łopaty zbudowanej z więcej niż jednego profilu bazowego, pociąga za sobą odpowiednie przeskalowanie znajdujących się pomiędzy nimi profili przejściowych.

Do rodziny profili ILH3xx należą również profile bazowe i przeskalowane za pomocą czynnika skalującego S , których płaska płytka w części spływowej profilu zmodyfikowana jest poprzez co najmniej jedną z poniższych zmian:

- zmianę grubości płytki o wartość nieprzekraczającą 2% długości cięciwy profilu,
- zmianę długości płytki o wartość nieprzekraczającą 10% długości cięciwy profilu,
- zmianę kąta ustawienia płytki względem cięciwy profilu w zakresie od -5° do $+5^\circ$.

W stosunku do znanego stanu techniki łopata według wynalazku zbudowana z profili należących do rodziny ILH3xx charakteryzuje się poprawionymi własnościami aerodynamicznymi istotnymi dla wirnika nośnego śmigłowca. Wartości współczynnika maksymalnej siły nośnej $C_{z \max}$ dla liczby Macha $M = 0,4$ profili z rodziny ILH3xx zawierają się w granicach od $C_{z \max} \cong 1,25$ dla profilu ILH308 do $C_{z \max} = 1,70$ dla profilu ILH312M, podczas gdy wartość współczynnika momentu pochylającego C_{m0} jest bliska zeru. Wartości liczby Macha wzrostu oporu M_{w0} dla współczynnika siły nośnej $C_2 = 0$ tych profili zawierają się w granicach od $M_{w0} \cong 0,86$ dla profilu ILH308 do $M_{w0} = 0,80$ dla profilu ILH312M.

Profil ILH312M przeznaczony zwłaszcza na wewnętrzną, a także zewnętrzną część łopaty dostosowany do występujących tam warunków przepływu charakteryzuje się największą wartością współczynnika maksymalnej siły nośnej $C_{z \max}$ równą 1,68 w zakresie małych prędkości, szczególnie dla liczby Macha $M = 0,4$.

Profil ILH312 przeznaczony zwłaszcza na zewnętrzną część łopaty i możliwy także do użycia na jej wewnętrznej części oprócz wysokiej, potwierdzonej eksperymentalnie wartości współczynnika maksymalnej siły nośnej $C_{z \max}$ równej 1,57 dla liczby Macha $M=0,4$ ma wysoką, eksperymentalnie potwierdzoną wartość liczby Macha wzrostu oporu M_{wo} równą 0,825 przy zachowaniu małej wartości pochodnej współczynnika siły oporu C_x względem liczby Macha dla $M = 0,8$. Ponadto profil ten charakteryzuje się wysoką wartością doskonałości aerodynamicznej wyrażającej stosunek siły nośnej do siły oporu, co zapewnia dobre osiągi śmigłowca w warunkach występujących podczas zawisu tj. przy liczbie Macha $M = 0,6$ i współczynniku siły nośnej $C_z = 0,6 - 0,7$.

Profile ILH309, ILH309A, ILH308 oraz ILH308A przeznaczone zwłaszcza na końcówkę łopaty charakteryzują się wysoką, równą lub większą od 0,84 wartością liczby Macha wzrostu oporu przy zachowaniu małej wartości pochodnej współczynnika siły oporu C_x względem liczby Macha dla $M = 0,84$, przy możliwie jak najmniejszym spadku współczynnika maksymalnej siły nośnej $C_{z \max}$ dla liczby Macha $M = 0,4$ w stosunku do profili ILH312M i ILH312. Profile przeznaczone na końcówkę łopaty różnią się między sobą przede wszystkim wartością liczby Macha wzrostu oporu M_{wo} , co pozwala stosować je odpowiednio w zależności od spodziewanych prędkości przepływu lub liczby Macha na końcówce łopaty konkretnego śmigłowca.

Współczynnik momentu pochylającego C_{mo} profili z rodziny ILH3xx, przy zerowej sile nośnej dla liczby Macha $M = 0,4$ jest bliski zeru i nie przekracza wartości $-0,01$ wskutek wprowadzenia blisko punktu spływu profili niewielkich, ujemnych wartości szkieletowych oraz płaskiej płytki w części spływowej profilu. Takie ukształtowanie profili eliminuje niekorzystne efekty występowania zbyt wysokiego poziomu momentu pochylającego takie, jak skręcanie łopaty czy występowanie drgań w układzie sterującym zmianami kątów ustawienia łopat wirnika śmigłowca.

Zastosowanie w wirniku nośnym śmigłowca łopat według wynalazku daje w efekcie zmniejszenie zużycia paliwa i wzrost ciężaru użytkowego śmigłowca, jego manewrowości i prędkości lotu a także zmniejszenie poziomu hałasu.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie wirnik nośny śmigłowca z przykładową łopatą, fig. 2 - przekrój poprzeczny ukazujący profil w układzie współrzędnych prostokątnych $x - y$, fig. 3 - profil bazowy oznaczony ILH312M, fig. 4 - profil bazowy oznaczony ILH312, fig. 5 - profil bazowy oznaczony ILH309, fig. 6 - profil bazowy oznaczony ILH309A, fig. 7 - profil bazowy oznaczony ILH308, fig. 8 - profil bazowy oznaczony ILH308A, a fig. 9 przedstawia uzyskane obliczeniowo współczynniki maksymalnej siły nośnej $C_{z \max}$ dla liczby Macha $M = 0,4$ i liczby Macha wzrostu oporu M_{wo} przy współczynniku siły nośnej $C_z = 0$ - dla profili ILH312M - ILH308A oraz dla znanych ze stanu techniki profili VR 12-14 oraz NAGA 0012, natomiast fig. 10 przedstawia zależność $C_{z \max}$ od liczby Macha uzyskanej w eksperymentalnych badaniach tunelowych dla profilu ILH312 oraz dla sześciu innych profili łopat znanych ze stanu techniki, fig. 11 - zależność $C_z - f(M_{wo})$ bądź same wartości M_{wo} dla $C_z = 0$ uzyskane w eksperymentalnych badaniach tunelowych dla profilu ILH312 oraz dla siedmiu innych profili łopat znanych ze stanu techniki, a fig. 12 przedstawia uzyskane eksperymentalnie wartości współczynników $C_{z \max}$ dla $M = 0,4$ i wartości M_{wo} dla $C_z = 0$ - dla profilu ILH312 oraz dla dwunastu innych profili o maksymalnej grubości względnej 12% znanych ze stanu techniki.

Łopata 1 wirnika nośnego śmigłowca, z krawędzią natarcia 2 i spływu 3, zbudowana jest w swojej części wewnętrznej 4 z profilu bazowego 5 o maksymalnej grubości względnej 12,2%, oznaczonego ILH312M, w części zewnętrznej 6 - z profilu bazowego 7 o maksymalnej grubości względnej 12%, oznaczonego ILH312 natomiast część przyległa do końcówki 8 łopaty zbudowana jest z profilu bazowego 9 o maksymalnej grubości względnej 9%, oznaczonego ILH309.

Maksymalna grubość względna każdego profilu bazowego określona jest procentowym stosunkiem maksymalnej grubości t_{\max} tego profilu do długości c jego cięciwy 10.

Kształt każdego profilu bazowego, posiadającego w części spływowej 11 płaską płytkę 12, określają współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklepanej trzeciego stopnia oraz równania określające obrys noska 13 profilu. Współrzędne przedstawione są w formie bezwymiarowej tak, że współrzędnej x/c punktu węzłowego odpowiada współrzędna y_D/c punktu grzbietu 14 profilu oraz współrzędna y_D/c punktu spodu 15 profilu, gdzie x oznacza

odległość punktu węzłowego od punktu natarcia 16 profilu mierzoną wzdłuż cięciwy 10 profilu, y_G - odległość punktu grzbietu profilu od cięciwy profilu mierzoną wzdłuż prostej prostopadłej do cięciwy profilu, y_D - odległość punktu spodu profilu od cięciwy profilu mierzoną wzdłuż prostej prostopadłej do cięciwy profilu, a c oznacza długość cięciwy profilu.

Współrzędne punktów węzłowych każdego profilu bazowego przedstawione w odpowiednich tabelach oraz odpowiednie równania określające obrys jego noska podane są w części opisu ujawniającej istotę wynalazku, oddzielnie dla każdego profilu bazowego z rodziny profili ILH3xx.

Pomiędzy sąsiednimi profilami bazowymi 5 i 7 łopaty 1, oznaczonymi ILH312M i ILH312 znajduje się profil przejściowy o współrzędnych punktów węzłowych określonych równaniami:

$$x_{p1} = x \text{ oraz } y_{p1} = y_{a1} \cdot W + y_{b1} \cdot (1-W) \text{ gdzie:}$$

(x, y_{a1}) - współrzędne punktu węzłowego profilu bazowego 5, oznaczonego ILH312M

(x, y_{b1}) - współrzędne punktu węzłowego profilu bazowego 7, oznaczonego ILH312

(x_{p1} , y_{p1}) - współrzędne punktu węzłowego profilu przejściowego

W - parametr przekształcenia o wartości 0,5.

Pomiędzy kolejnymi sąsiednimi profilami bazowymi 7 i 9 łopaty 1, oznaczonymi ILH312 i ILH309 znajduje się profil przejściowy o współrzędnych punktów węzłowych określonych równaniami:

$$x_{p2} = x \text{ oraz } y_{p2} = y_{a2} \cdot W + y_{b2} \cdot (1-W) \text{ gdzie:}$$

(x, y_{a2}) - współrzędne punktu węzłowego profilu bazowego 7, oznaczonego ILH312

(x, y_{b2}) - współrzędne punktu węzłowego profilu bazowego 9, oznaczonego ILH309

(x_{p2} , y_{p2}) - współrzędne punktu węzłowego profilu przejściowego

W - parametr przekształcenia o wartości 0,5.

Inne przykłady wykonania wynalazku to łopaty o budowie przedstawionej powyżej, w których profil bazowy 9, oznaczony ILH309 zastąpiony został kolejno przez profil bazowy 17, oznaczony ILH309A, profil bazowy 18, oznaczony ILH308 i profil bazowy 19, oznaczony ILH308A.

Wirnik nośny śmigłowca składa się z kilku łopat zamocowanych częścią nasadową 20 do jego głowicy 21 i wykonujących ruch obrotowy względem osi obrotu 22 wirnika. Końcówki łopat oddalone są od osi obrotu wirnika o promień obrotu R.

Zastrzeżenia patentowe

1. Łopata wirnika nośnego statku powietrznego typu wiropląt z krawędzią natarcia i spływu, której przekroje poprzeczne rozmieszczone wzdłuż jej długości stanowią profile lotnicze, składająca się z części nasadowej, wewnętrznej, zewnętrznej oraz końcówki, **znamienna tym**, że zbudowana jest z co najmniej jednego z następujących bazowych profili lotniczych:

- profilu bazowego (5) o maksymalnej grubości względnej 12,2%, korzystnie w wewnętrznej (4) i zewnętrznej (6) części łopaty, który określony jest przez następujące współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklepanej trzeciego stopnia:

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000083	0.001578	0.000065	-0.001216
0.000336	0.003237	0.000423	-0.002842
0.000729	0.004860	0.001198	-0.004415
0.001279	0.006590	0.002543	-0.005961
0.002182	0.008835	0.005384	-0.007949
0.003547	0.011593	0.009250	-0.009849
0.005456	0.014802	0.014159	-0.011770
0.008171	0.018651	0.020100	-0.013714
0.011296	0.022501	0.026095	-0.015397
0.015837	0.027366	0.034165	-0.017361
0.020980	0.032141	0.044160	-0.019454
0.026726	0.036821	0.055404	-0.021485
0.034422	0.042307	0.068240	-0.023495
0.042621	0.047417	0.082306	-0.025410
0.051293	0.052195	0.100261	-0.027513
0.060560	0.056723	0.120155	-0.029481
0.070031	0.060822	0.140079	-0.031126
0.078978	0.064258	0.163889	-0.032738
0.089652	0.067867	0.187793	-0.034049
0.100577	0.071067	0.211781	-0.035112
0.111967	0.073927	0.235837	-0.035971
0.125470	0.076752	0.259952	-0.036656
0.137979	0.078869	0.284117	-0.037188
0.148642	0.080325	0.308326	-0.037584
0.161251	0.081665	0.332575	-0.037857
0.175811	0.082766	0.356861	-0.038017
0.192315	0.083627	0.381182	-0.038069
0.208933	0.084208	0.405537	-0.038017
0.222946	0.084524	0.429923	-0.037866
0.242622	0.084777	0.454341	-0.037621
0.262289	0.084860	0.478791	-0.037279

cd.

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.286185	0.084781	0.503270	-0.036845
0.310078	0.084526	0.528429	-0.036305
0.335496	0.084073	0.553361	-0.035676
0.360461	0.083448	0.578065	-0.034959
0.384929	0.082662	0.602542	-0.034154
0.408917	0.081719	0.626792	-0.033261
0.432435	0.080624	0.650814	-0.032280
0.455494	0.079378	0.675527	-0.031162
0.479107	0.077917	0.700280	-0.029922
0.502790	0.076257	0.725077	-0.028547
0.526543	0.074389	0.749923	-0.027023
0.550367	0.072307	0.774826	-0.025329
0.574872	0.069949	0.799794	-0.023435
0.599190	0.067398	0.824843	-0.021300
0.623321	0.064656	0.849992	-0.018856
0.650213	0.061344	0.874994	-0.016025
0.674092	0.058169	0.899995	-0.012711
0.699076	0.054607	0.920997	-0.009499
0.727544	0.050241	0.936998	-0.006755
0.749465	0.046655	0.946999	-0.004893
0.772813	0.042617	0.952846	-0.003748
0.799442	0.037736	1.000000	-0.002935
0.823170	0.033131		
0.849587	0.027714		
0.875087	0.022196		
0.901615	0.016172		
0.922136	0.011323		
0.937011	0.007703		
0.947326	0.005139		
0.952848	0.003748		
1.000000	0.004562		

gdzie x - odległość punktu węzłowego od punktu natarcia (16) profilu mierzona wzdłuż cięciwy (10) profilu, c - długość cięciwy profilu, y_G - odległość punktu grzbietu (14) profilu od cięciwy profilu mierzona wzdłuż prostej prostopadłej do cięciwy profilu, y_D - odległość punktu spodu (15) profilu od cięciwy profilu mierzona wzdłuż prostej prostopadłej do cięciwy profilu, zaś obrys noska (13) tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -5951,4395163 \cdot (y_D/c)^3 + 35,2065096386 \cdot (y_D/c)^2$$

dla y_D/c ≤ 0 dla spodu profilu i

$$x/c = -901,1125729171 \cdot (y_G/c)^3 + 35,2065096386 \cdot (y_G/c)^2$$

dla y_G/c ≥ 0 dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej (11) profil (5) posiada płaską płytkę (12) o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu (5) odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt 0,98848°;

- profil bazowy (7) o maksymalnej grubości względnej 12%, korzystnie w zewnętrznej (6) i wewnętrznej (4) części łopaty, który określony jest przez następujące współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklepanej trzeciego stopnia:

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000019	0.000721	0.000012	-0.000527
0.000094	0.001603	0.000063	-0.001182
0.000331	0.003048	0.000200	-0.002030
0.000722	0.004583	0.000513	-0.003119
0.001272	0.006200	0.001199	-0.004508
0.002172	0.008290	0.002546	-0.006102
0.003535	0.010848	0.005388	-0.008096
0.005442	0.013817	0.009256	-0.009909
0.008154	0.017392	0.014167	-0.011704
0.011276	0.020955	0.020111	-0.013471
0.015813	0.025471	0.026108	-0.014983
0.020952	0.029947	0.034181	-0.016746
0.026695	0.034371	0.044179	-0.018629
0.034386	0.039579	0.055426	-0.020472
0.042581	0.044422	0.068265	-0.022320
0.051250	0.048905	0.082333	-0.024115
0.060513	0.053103	0.100290	-0.026137
0.069981	0.056869	0.120184	-0.028095
0.078925	0.060015	0.140107	-0.029809
0.089596	0.063324	0.163917	-0.031579
0.100519	0.066274	0.187821	-0.033092
0.111907	0.068937	0.211810	-0.034369
0.125407	0.071616	0.235866	-0.035437
0.137915	0.073695	0.259982	-0.036317
0.148577	0.075199	0.284147	-0.037025
0.161184	0.076691	0.308357	-0.037574
0.175743	0.078072	0.332607	-0.037977
0.192246	0.079271	0.356893	-0.038245
0.208863	0.080177	0.381214	-0.038384
0.222875	0.080763	0.405568	-0.038402
0.242551	0.081376	0.429955	-0.038304

cd.

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.262217	0.081791	0.454373	-0.038103
0.286113	0.082074	0.478823	-0.037807
0.310005	0.082146	0.503303	-0.037422
0.335423	0.082021	0.528463	-0.036934
0.360389	0.081726	0.553397	-0.036361
0.384860	0.081279	0.578105	-0.035701
0.408850	0.080685	0.602586	-0.034950
0.432373	0.079943	0.626840	-0.034103
0.455439	0.079053	0.650867	-0.033154
0.479060	0.077958	0.675584	-0.032051
0.502752	0.076658	0.700341	-0.030805
0.526516	0.075135	0.725141	-0.029400
0.550351	0.073370	0.749989	-0.027817
0.574866	0.071291	0.774891	-0.026032
0.599194	0.068946	0.799857	-0.024018
0.623335	0.066327	0.824900	-0.021739
0.650233	0.063047	0.850041	-0.019144
0.674117	0.059797	0.875031	-0.016192
0.699103	0.056043	0.900020	-0.012798
0.727567	0.051309	0.921010	-0.009538
0.749486	0.047324	0.937005	-0.006741
0.772828	0.042759	0.947003	-0.004818
0.799450	0.037168	0.952228	-0.003751
0.823171	0.031879	1.000000	-0.002917
0.849581	0.025732		
0.875078	0.019657		
0.901607	0.013359		
0.922129	0.008744		
0.937006	0.005881		
0.947322	0.004310		
0.952293	0.003751		
1.000000	0.004584		

gdzie: x, c, y_G, y_D stanowią wartości zdefiniowane uprzednio, zaś obrys noska (13) tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -4503,9173155222 \cdot (y_D/c)^3 + 38,7334337245 \cdot (y_D/c)^2$$

dla $y_D/c \leq 0$ dla spodu profilu i

$$x/c = -954,0316122336 \cdot (y_G/c)^3 + 38,7334337245 \cdot (y_G/c)^2$$

dla $y_G/c \geq 0$ dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej (11) profil (7) posiada płaską płytkę (12) o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu (7) odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt 1°;

- profilu bazowego (9) o maksymalnej grubości względnej 9%, korzystnie w części przyległej do końcówki (8) łopaty, który określony jest przez następujące współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklepanej trzeciego stopnia:

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000047	0.001040	0.000064	-0.001161
0.000157	0.001936	0.000284	-0.002364
0.000385	0.003110	0.000631	-0.003420
0.000836	0.004723	0.001254	-0.004595
0.001453	0.006383	0.002093	-0.005562
0.002341	0.008295	0.003166	-0.006406
0.003406	0.010206	0.004837	-0.007352
0.004640	0.012115	0.006767	-0.008220
0.006213	0.014237	0.009898	-0.009384
0.008010	0.016364	0.013560	-0.010522
0.010943	0.019367	0.017754	-0.011634
0.014247	0.022260	0.023754	-0.012988
0.017909	0.025045	0.030654	-0.014309
0.021915	0.027722	0.038452	-0.015593
0.027902	0.031200	0.047150	-0.016838
0.034822	0.034649	0.056746	-0.018044
0.042387	0.037900	0.068679	-0.019367
0.050596	0.040954	0.081313	-0.020601
0.059465	0.043808	0.094649	-0.021747
0.068930	0.046429	0.108686	-0.022805
0.077868	0.048557	0.123424	-0.023775
0.088560	0.050716	0.138864	-0.024656
0.099512	0.052549	0.155006	-0.025449
0.110094	0.054011	0.171849	-0.026153
0.121455	0.055301	0.191125	-0.026827
0.133593	0.056418	0.211338	-0.027408
0.145886	0.057325	0.232490	-0.027897
0.158778	0.058084	0.254736	-0.028300
0.172148	0.058709	0.276937	-0.028595
0.187179	0.059264	0.299791	-0.028793
0.204892	0.059772	0.323297	-0.028890
0.222957	0.060167	0.347454	-0.028888

cd.

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.241425	0.060468	0.372262	-0.028785
0.260029	0.060692	0.397722	-0.028583
0.279937	0.060863	0.423834	-0.028287
0.301152	0.060987	0.450600	-0.027899
0.327548	0.061078	0.478656	-0.027411
0.350705	0.061110	0.506993	-0.026844
0.374645	0.061096	0.536953	-0.026169
0.399373	0.061024	0.566417	-0.025433
0.430373	0.060822	0.595388	-0.024641
0.459387	0.060482	0.623865	-0.023793
0.486408	0.059988	0.651847	-0.022890
0.511432	0.059332	0.679332	-0.021925
0.534432	0.058521	0.706043	-0.020903
0.555487	0.057570	0.731824	-0.019824
0.579654	0.056197	0.756670	-0.018682
0.603494	0.054526	0.781552	-0.017420
0.627012	0.052561	0.805262	-0.016086
0.650229	0.050315	0.827800	-0.014678
0.674198	0.047691	0.849167	-0.013198
0.699232	0.044641	0.869360	-0.011644
0.727700	0.040825	0.888380	-0.010015
0.749605	0.037659	0.906227	-0.008313
0.772907	0.034105	0.922902	-0.006536
0.799469	0.029857	0.936854	-0.004881
0.823138	0.025925	0.947003	-0.003556
0.849497	0.021413	0.952731	-0.002761
0.874962	0.016949	1.000000	-0.001095
0.901479	0.012214		
0.922007	0.008487		
0.936898	0.005741		
0.947226	0.003807		
0.952758	0.002761		
1.000000	0.004426		

gdzie: x, c, y_G, y_D stanowią wartości zdefiniowane uprzednio, zaś obrys noska (13) tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -3672,8628450542 \cdot (y_D/c)^3 + 42,3039643668 \cdot (y_D/c)^2$$

dla $y_D/c \leq 0$ dla spodu profilu i

$$x/c = -1001,6941760193 \cdot (y_G/c)^3 + 42,3039643668 \cdot (y_G/c)^2$$

dla $y_G/c \geq 0$ dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej (11) profil (9) posiada płaską płytkę (12) o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu (9) odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt 2,01899°;

- profilu bazowego (17) o maksymalnej grubości względnej 9%, korzystnie w części przyległej do końcówki (8) łopaty, który określony jest przez następujące współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklejanej trzeciego stopnia:

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000008	0.000402	0.000042	-0.000866
0.000098	0.001441	0.000244	-0.002011
0.000315	0.002758	0.000625	-0.003081
0.000634	0.004099	0.001327	-0.004268
0.001054	0.005465	0.002562	-0.005575
0.001576	0.006855	0.004382	-0.006856
0.002459	0.008793	0.008509	-0.008546
0.003520	0.010728	0.014469	-0.010075
0.004759	0.012662	0.021837	-0.011482
0.006347	0.014809	0.030347	-0.012789
0.008167	0.016963	0.039821	-0.014011
0.011137	0.020001	0.050132	-0.015160
0.014464	0.022929	0.061189	-0.016245
0.018129	0.025748	0.072922	-0.017270
0.022115	0.028460	0.085278	-0.018241
0.028047	0.031987	0.098216	-0.019161
0.034889	0.035488	0.111704	-0.020033
0.042371	0.038791	0.125718	-0.020859
0.050506	0.041894	0.140239	-0.021640
0.059316	0.044794	0.155255	-0.022379
0.068736	0.047457	0.170757	-0.023075
0.077635	0.049622	0.186741	-0.023728
0.088277	0.051823	0.203208	-0.024339
0.099189	0.053693	0.220160	-0.024905
0.109757	0.055179	0.237609	-0.025425
0.121116	0.056484	0.258217	-0.025960
0.133252	0.057615	0.278915	-0.026414
0.145541	0.058536	0.299702	-0.026790
0.158427	0.059309	0.320574	-0.027089
0.171792	0.059946	0.341531	-0.027315
0.186821	0.060509	0.362572	-0.027468
0.204537	0.061018	0.383697	-0.027551
0.222605	0.061411	0.404906	-0.027566

cd.

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.241076	0.061717	0.426201	-0.027515
0.259681	0.061955	0.447582	-0.027398
0.279590	0.062150	0.469050	-0.027217
0.300807	0.062302	0.490608	-0.026973
0.327210	0.062423	0.512256	-0.026666
0.350374	0.062473	0.533996	-0.026295
0.374324	0.062468	0.555829	-0.025861
0.399063	0.062394	0.578853	-0.025336
0.430079	0.062179	0.601716	-0.024746
0.459113	0.061818	0.624420	-0.024089
0.486156	0.061299	0.646963	-0.023367
0.511206	0.060616	0.669347	-0.022577
0.534235	0.059776	0.691568	-0.021719
0.555319	0.058794	0.713626	-0.020791
0.579520	0.057377	0.735518	-0.019789
0.603390	0.055654	0.757239	-0.018712
0.626936	0.053628	0.785088	-0.017201
0.650176	0.051315	0.811394	-0.015624
0.674164	0.048616	0.836159	-0.013987
0.699210	0.045483	0.859388	-0.012293
0.727686	0.041567	0.881077	-0.010538
0.749593	0.038323	0.901227	-0.008725
0.772894	0.034686	0.922100	-0.006599
0.799451	0.030345	0.936466	-0.004934
0.823118	0.026334	0.947325	-0.003538
0.849473	0.021737	0.952738	-0.002797
0.874937	0.017196	1.000000	-0.001128
0.901460	0.012386		
0.922000	0.008605		
0.936900	0.005819		
0.947234	0.003859		
0.952767	0.002797		
1.000000	0.004465		

gdzie x , c , y_G , y_D stanowią wartości zdefiniowane uprzednio, zaś obrys noska (13) tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -5575,9257226887 \cdot (y_D/c)^3 + 48,9920106851 \cdot (y_D/c)^2$$

dla $y_D/c \leq 0$ dla spodu profilu i

$$x/c = -2751,4113244402 \cdot (y_G/c)^3 + 48,9920106851 \cdot (y_G/c)^2$$

dla $y_G/c \geq 0$ dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej (11) profil (17) posiada płaską płytkę (12) o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu (17) odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt 2,02235°;

- profilu bazowego (18) o maksymalnej grubości względnej 8%, korzystnie w części przyległej do końcówki (8) łopaty, który określony jest przez następujące współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklepanej trzeciego stopnia:

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000034	0.000815	0.000060	-0.001011
0.000156	0.001780	0.000256	-0.001993
0.000379	0.002831	0.000591	-0.002894
0.000692	0.003914	0.001067	-0.003717
0.001176	0.005223	0.002059	-0.004794
0.001778	0.006552	0.003523	-0.005848
0.002498	0.007900	0.005461	-0.006878
0.003636	0.009723	0.007870	-0.007884
0.004955	0.011528	0.010753	-0.008867
0.006453	0.013315	0.014108	-0.009826
0.008131	0.015086	0.017936	-0.010761
0.010212	0.017032	0.022236	-0.011673
0.012565	0.018963	0.027009	-0.012561
0.015427	0.021004	0.032255	-0.013425
0.018637	0.022992	0.037974	-0.014266
0.023235	0.025436	0.044165	-0.015083
0.028366	0.027779	0.051734	-0.015975
0.034022	0.030021	0.063376	-0.017174
0.041361	0.032539	0.076083	-0.018310
0.049618	0.034991	0.089729	-0.019367
0.058791	0.037384	0.104312	-0.020346
0.068211	0.039549	0.119832	-0.021247
0.078115	0.041556	0.136071	-0.022054
0.088501	0.043403	0.153254	-0.022778
0.099444	0.045092	0.171380	-0.023417
0.110801	0.046577	0.190449	-0.023972
0.121590	0.047767	0.210461	-0.024443
0.133135	0.048844	0.231416	-0.024831
0.145444	0.049807	0.253315	-0.025134
0.158505	0.050656	0.276157	-0.025353
0.172316	0.051395	0.299942	-0.025488
0.186882	0.052038	0.323443	-0.025537
0.204586	0.052676	0.347596	-0.025504

cd.

x/c	y _G /c	x/c	y _D /c
0.223079	0.053202	0.372400	-0.025389
0.242362	0.053627	0.397855	-0.025193
0.262433	0.053957	0.423963	-0.024920
0.283283	0.054200	0.450729	-0.024572
0.304907	0.054364	0.478790	-0.024143
0.327305	0.054454	0.507140	-0.023651
0.350482	0.054476	0.537123	-0.023072
0.374441	0.054427	0.566617	-0.022444
0.399186	0.054308	0.595623	-0.021769
0.430204	0.054049	0.624135	-0.021044
0.459234	0.053681	0.652153	-0.020267
0.486273	0.053196	0.679665	-0.019432
0.511321	0.052588	0.706403	-0.018541
0.534350	0.051850	0.732197	-0.017594
0.555432	0.050990	0.757050	-0.016587
0.579629	0.049752	0.781928	-0.015469
0.603497	0.048249	0.805629	-0.014285
0.627039	0.046488	0.828141	-0.013032
0.650276	0.044478	0.849480	-0.011710
0.674260	0.042134	0.869625	-0.010322
0.699302	0.039415	0.888610	-0.008866
0.727773	0.036021	0.906402	-0.007346
0.749676	0.033210	0.923026	-0.005762
0.772973	0.030058	0.936935	-0.004290
0.799525	0.026296	0.947049	-0.003118
0.823187	0.022824	0.952767	-0.002415
0.849536	0.018841	1.000000	-0.000281
0.875617	0.014819		
0.901515	0.010750		
0.922829	0.007338		
0.936943	0.005040		
0.948059	0.003205		
0.952806	0.002415		
1.000000	0.004548		

gdzie: x, c, y_G, y_D stanowią wartości zdefiniowane uprzednio, zaś obrys noska (13) tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -7048,0564138263 \cdot (y_D/c)^3 + 50,8515133626 \cdot (y_D/c)^2$$

dla $y_D/c \leq 0$ dla spodu profilu i

$$x/c = -1427,9620471089 \cdot (y_G/c)^3 + 50,8515133626 \cdot (y_G/c)^2$$

dla $y_G/c \geq 0$ dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej (11) profil (18) posiada płaską płytkę (12) o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu (18) odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt 2,5875°;

- profilu bazowego (19) o maksymalnej grubości względnej 8%, korzystnie w części przyległej do końcówki (8) łopaty, który określony jest przez następujące współrzędne jego punktów węzłowych, pomiędzy którymi obrys profilu przebiega wzdłuż krzywej sklejanej trzeciego stopnia:

x/c	y _G /c	x/c	y _P /c
0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
0.000054	0.000977	0.000068	-0.000944
0.000166	0.001822	0.000276	-0.001806
0.000395	0.002930	0.000622	-0.002613
0.000853	0.004450	0.001244	-0.003511
0.001477	0.006016	0.002082	-0.004250
0.002365	0.007819	0.003155	-0.004895
0.003428	0.009621	0.004825	-0.005617
0.004667	0.011421	0.006754	-0.006281
0.006247	0.013421	0.009884	-0.007170
0.008041	0.015427	0.013545	-0.008040
0.010953	0.018260	0.017738	-0.008890
0.014216	0.020991	0.023737	-0.009925
0.017830	0.023620	0.030635	-0.010935
0.021796	0.026148	0.038433	-0.011916
0.027738	0.029431	0.047129	-0.012869
0.034616	0.032688	0.056725	-0.013791
0.042153	0.035757	0.068656	-0.014803
0.050348	0.038638	0.081289	-0.015747
0.059202	0.041331	0.094624	-0.016624
0.068631	0.043810	0.108660	-0.017434
0.077531	0.045826	0.123398	-0.018176
0.088186	0.047871	0.138837	-0.018851
0.099099	0.049612	0.154978	-0.019458
0.109669	0.050995	0.171820	-0.019998
0.121014	0.052218	0.191096	-0.020515
0.133135	0.053282	0.211309	-0.020961
0.145415	0.054148	0.232460	-0.021337
0.158300	0.054872	0.254706	-0.021647
0.171667	0.055468	0.276907	-0.021875
0.186697	0.055998	0.299761	-0.022028
0.204412	0.056488	0.323266	-0.022106
0.222479	0.056874	0.347423	-0.022106

cd.

x/c	y _G /c	x/c	y _P /c
0.240950	0.057180	0.372232	-0.022030
0.259559	0.057420	0.397692	-0.021879
0.279475	0.057610	0.423804	-0.021656
0.300702	0.057751	0.450570	-0.021362
0.327117	0.057857	0.478627	-0.020993
0.350292	0.057895	0.506964	-0.020563
0.374253	0.057881	0.536924	-0.020050
0.399003	0.057799	0.566389	-0.019491
0.430029	0.057568	0.595361	-0.018889
0.459064	0.057196	0.623838	-0.018245
0.486107	0.056684	0.651822	-0.017558
0.511160	0.056043	0.679307	-0.016824
0.534193	0.055263	0.706019	-0.016046
0.555279	0.054349	0.731801	-0.015224
0.579482	0.053030	0.756648	-0.014355
0.603354	0.051424	0.781531	-0.013394
0.626902	0.049538	0.805242	-0.012377
0.650144	0.047385	0.827781	-0.011304
0.674134	0.044872	0.849149	-0.010176
0.699182	0.041954	0.869343	-0.008991
0.727660	0.038309	0.888365	-0.007749
0.749568	0.035289	0.906214	-0.006450
0.772871	0.031902	0.922889	-0.005095
0.799429	0.027861	0.936843	-0.003832
0.823097	0.024127	0.946993	-0.002821
0.849454	0.019847	0.952722	-0.002214
0.874920	0.015619	1.000000	-0.000728
0.901444	0.011141		
0.921985	0.007621		
0.936886	0.005028		
0.947221	0.003203		
0.952754	0.002214		
1.000000	0.003700		

gdzie: x , c , y_G , y_D stanowią wartości zdefiniowane uprzednio, zaś obrys noska (13) tego profilu określony jest równaniami:

$$x/c = -12721,5758492144 \cdot (y_D/c)^3 + 56,6939172437 \cdot (y_D/c)^2$$

dla $y_D/c \leq 0$ dla spodu profilu i

$$x/c = -3106,1906030678 \cdot (y_G/c)^3 + 56,6939172437 \cdot (y_G/c)^2$$

dla $y_G/c \geq 0$ dla grzbietu profilu,

przy czym w części spływowej (11) profil (19) posiada płaską płytkę (12) o długości i grubości wynikającej ze współrzędnych punktów węzłowych profilu (19) odchyloną do góry względem cięciwy profilu o kąt $1,80091^\circ$, a pomiędzy sąsiednimi profilami bazowymi łopaty znajdują się profile przejściowe.

2. Łopata według zastrz. 1, **znamienna tym**, że współrzędne punktów węzłowych jej profili przejściowych, znajdujących się pomiędzy sąsiednimi profilami bazowymi łopaty, określone są równaniami:

$$X_p = x \text{ oraz } y_p = y_a \cdot W + y_b \cdot (1-W) \text{ gdzie:}$$

(x , y_a) - współrzędne punktu węzłowego sąsiedniego profilu bazowego "a"

(x , y_b) - współrzędne punktu węzłowego sąsiedniego profilu bazowego "b"

(x_p , y_p) - współrzędne punktu węzłowego profilu przejściowego

W - parametr przekształcenia o wartości zawierającej się w zakresie od 0 do 1.

3. Łopata według zastrz. 2, **znamienna tym**, że współrzędne punktów węzłowych jej profili bazowych (5, 7, 9, 17, 18, 19) są przeskalowane za pomocą odpowiedniego czynnika skalującego

$$S = \frac{t'_{\max}}{t_{\max}}, \text{ zgodnie z równaniami:}$$

$x' = x$ oraz $y' = y \cdot S$ gdzie:

t'_{\max} - maksymalna grubość profilu po przeskalowaniu

t_{\max} - maksymalna grubość profilu bazowego

(x, y) - współrzędne punktu węzłowego profilu bazowego

(x', y') - współrzędne punktu węzłowego profilu po przeskalowaniu.

4. Łopata według zastrz. 3, **znamienna tym**, że czynnik skalujący S ma wartość równą dla poszczególnych profili łopaty.

5. Łopata według zastrz. 3, **znamienna tym**, że czynnik skalujący S ma wartość różną dla poszczególnych profili łopaty.

6. Łopata według zastrz. 2, **znamienna tym**, że współrzędne punktów węzłowych jej profili bazowych (5, 7, 9, 17, 18, 19) są przeskalowane za pomocą odpowiedniego czynnika skalującego

$$S = \frac{t'_{\max}}{t_{\max}}, \text{ zgodnie z równaniami:}$$

$$x'_D = x_D, y'_D = 0,5 \cdot (y_G + y_D) - S \cdot 0,5 \cdot (y_G - y_D)$$

oraz

$$x'_G = x_G, y'_G = 0,5 \cdot (y_G + y_D) + S \cdot 0,5 \cdot (y_G - y_D)$$

przy założeniu, że $x_D = x_G = x'_D = x'_G$, gdzie:

t'_{\max} - maksymalna grubość profilu po przeskalowaniu

t_{\max} - maksymalna grubość profilu bazowego

(x_D, y_D) - współrzędne punktu węzłowego spodu (15) profilu bazowego

(x_G, y_G) - współrzędne punktu węzłowego grzbietu (14) profilu bazowego

(x'_D, y'_D) - współrzędne punktu węzłowego spodu profilu po przeskalowaniu

(x'_G, y'_G) - współrzędne punktu węzłowego grzbietu profilu po przeskalowaniu.

7. Łopata według zastrz. 6, **znamienna tym**, że czynnik skalujący S ma wartość równą dla poszczególnych profili łopaty.

8. Łopata według zastrz. 6, **znamienna tym**, że czynnik skalujący S ma wartość różną dla poszczególnych profili łopaty.

9. Łopata według zastrz. 2 albo 3, albo 6, **znamienna tym**, że płaska płytka (12) w części spływowej (11) poszczególnych profili łopaty zmodyfikowana jest poprzez co najmniej jedną z następujących zmian:

- zmianę grubości płytki o wartość nieprzekraczającą 2% długości cięciwy (10) profilu,
- zmianę długości płytki o wartość nieprzekraczającą 10% długości cięciwy (10) profilu,
- zmianę kąta ustawienia płytki względem cięciwy (10) profilu w zakresie od -5° do $+5^\circ$.

Rysunki

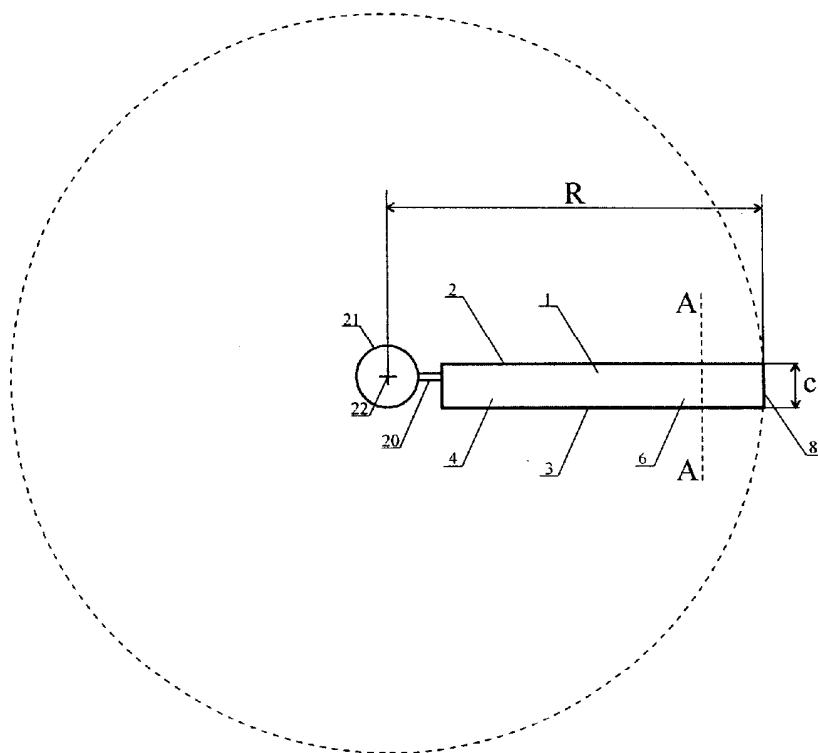


Fig.1

A-A

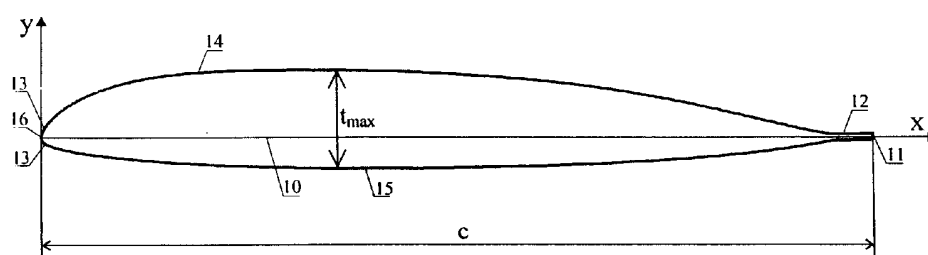


Fig.2

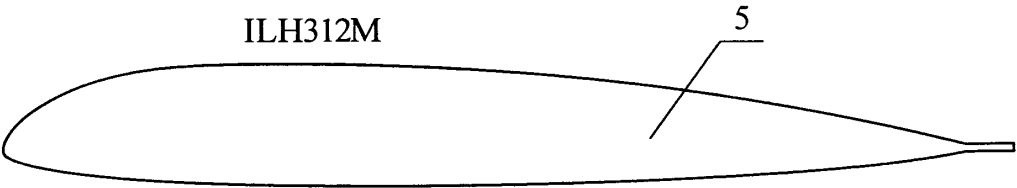


Fig.3

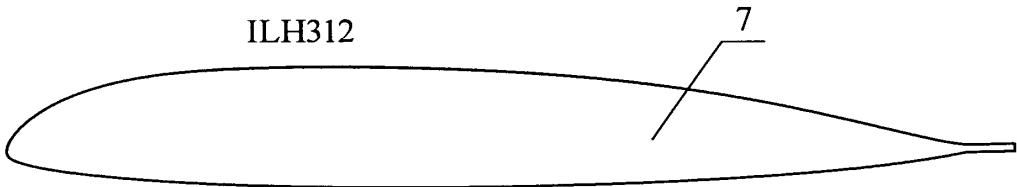


Fig.4

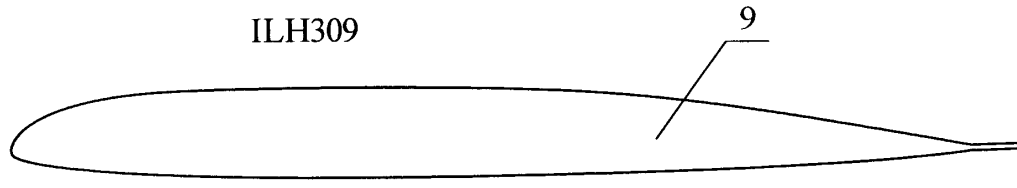


Fig.5

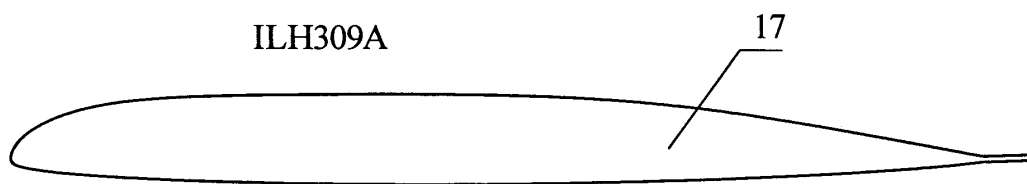


Fig.6



Fig.7

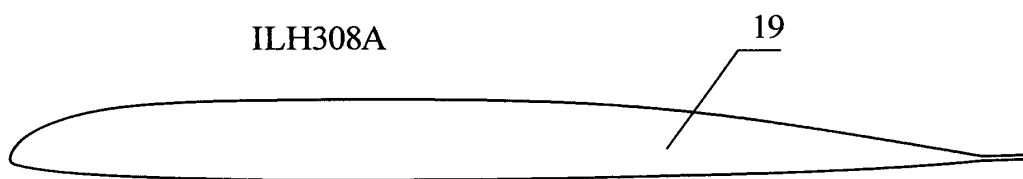


Fig.8

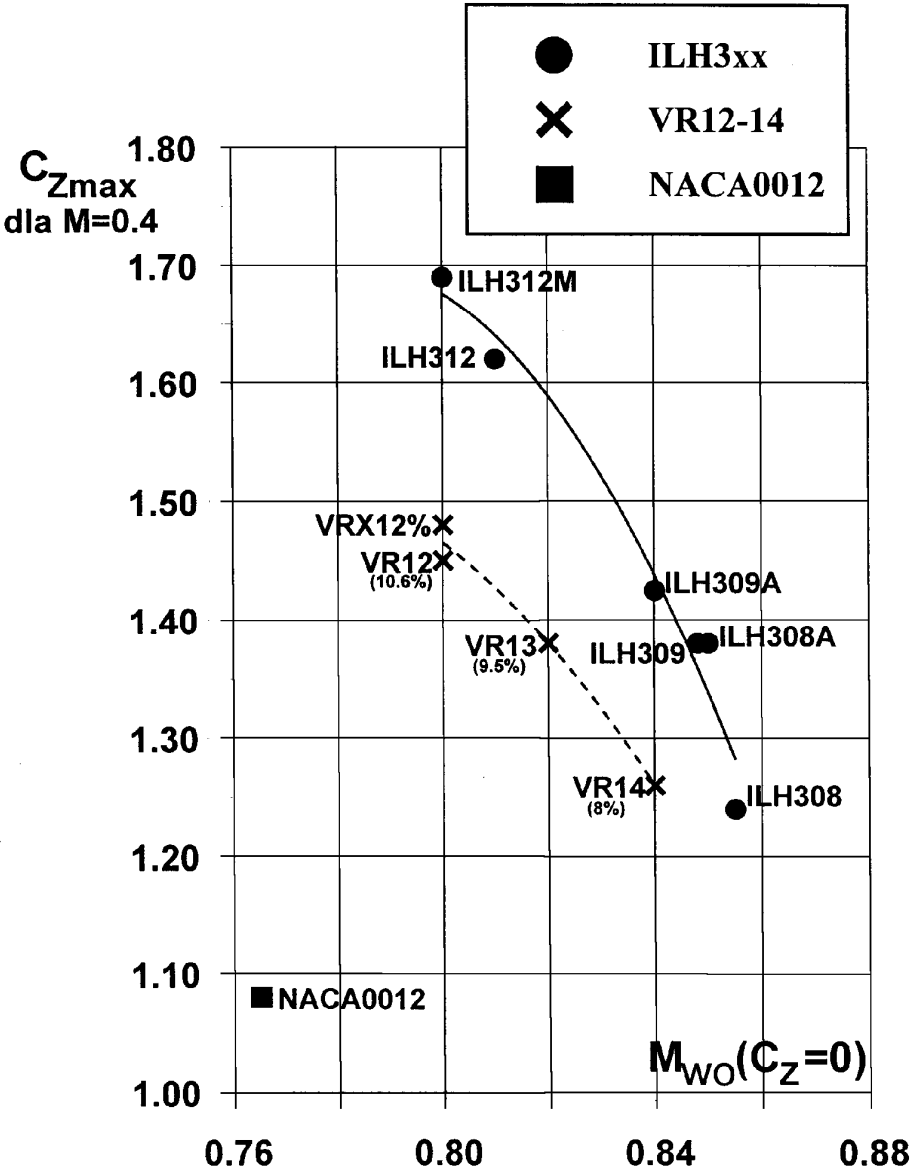


Fig. 9

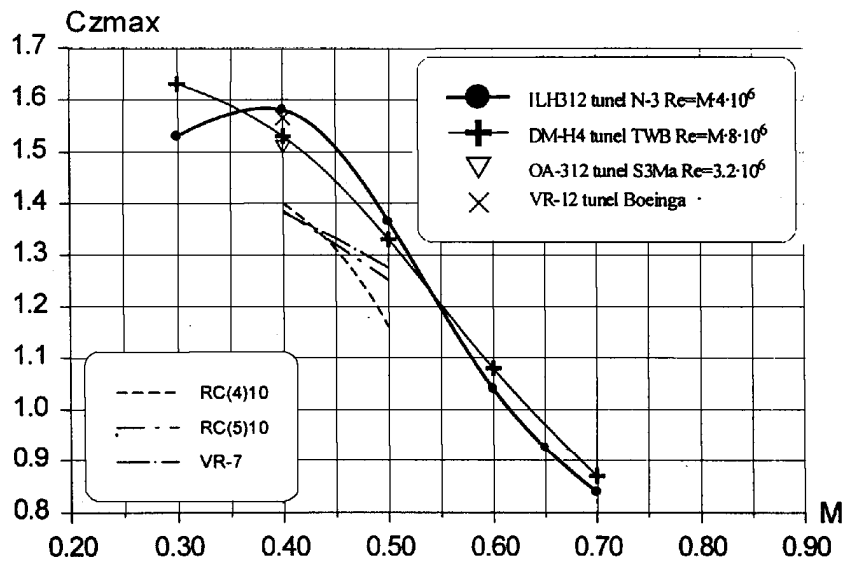


Fig. 10

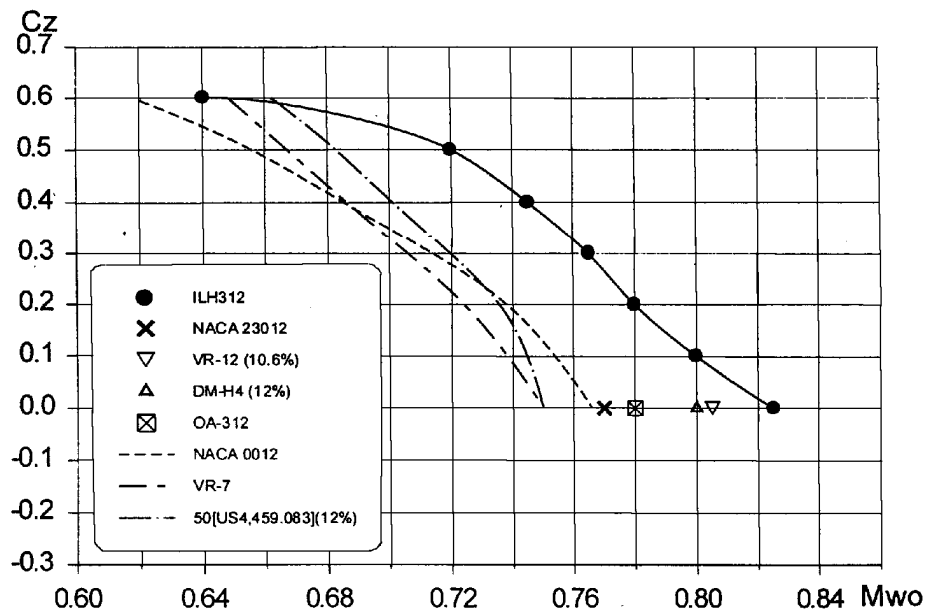


Fig. 11

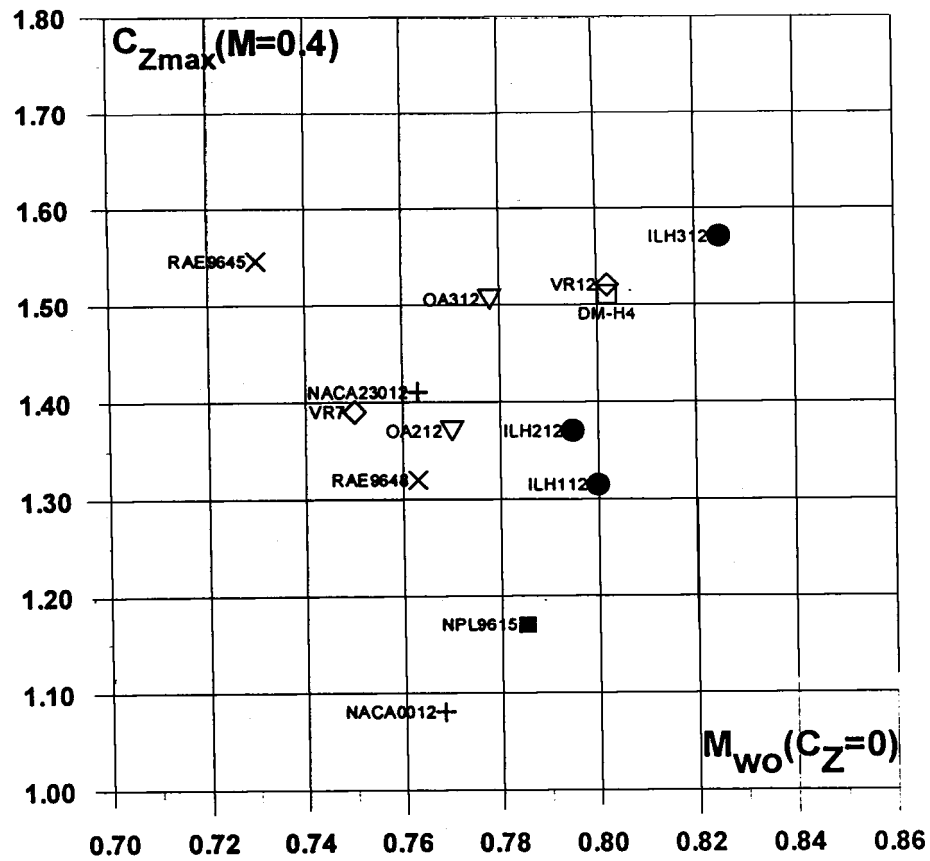


Fig. 12