

Елисе и ротори

пројектни задатак

Одређивање пречника елисе

- **Одређивање приближног пречника**

Пречник се одређује из формула :

Образац Caquot-a и Wood-a:

$$D_1 = \frac{\kappa}{\sqrt{n}} \sqrt[4]{\frac{P}{V}}, \quad D_1 = 1.967m \quad \text{где је } \kappa = 104$$

Образац за елису за добро пењање, по Wood-у:

$$D_2 = \frac{155}{n^{0.4}} \sqrt{\frac{P^{0.6}}{V}}, \quad D_2 = 2.101m$$

Образац где је пречник функција броја кракова, материјала, висине...

$$D_3 = \frac{\kappa}{\sqrt{n}} \sqrt[4]{\frac{P}{\delta \cdot V}}, \quad D_3 = D_1 = 2.005m, \quad \text{jer је } \delta = \frac{\rho}{\rho_0} = 1$$

где је :

$\kappa = 106$ - коеф. који зависи од броја кракова, материјала и услова рада елисе

$P = 200 kW$ - снага мотора

$V = 250 km/h = 69.44 m/s$ - брзина авиона

$n = 2500 o/min$ - број обртаја

- **Одређивање максималног пречника елисе**

Одређивање максималног пречника елисе се врши на основу услова да је резултујућа брзина (W) мања од брзине звука, што се може изразити формулом :

$$W = \sqrt{V^2 + \Omega^2 R^2} < 0.91 \sqrt{\kappa R T},$$

где је :

$R = 287 \frac{kJ}{kgK}$ - гасна константа ваздуха

$k = 1.4$ - однос моларних специфичних топлота за двоатомни идеални гас

$T = 288.13K$ - температура на нивоу мора

$\Omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 2500}{60} = 261.799 s^{-1}$ - угаона брзина

$$D_{\max} \leq \frac{2}{\Omega} \sqrt{0.8281 \cdot k \cdot R \cdot T_0 - \left(\frac{V}{3.6}\right)^2} \leq 2.3 m$$

Избор оптималног пречника елисе

Оптимални пречник је онај, који за дате услове, има највећи коеф. корисности η . Он се може одредити на следећи начин :

1. Усвајамо могуће пречнике, али тако да се у том опсегу налазе и вредности приближних пречника , као и максимални пречник.
2. За сваки пречник :
 - налазимо отпор, тј. расподелу $C_x = C_x(\xi)$
 - цртамо и планирамо криву $C_x l = C_x l(\xi)$
 - рачунамо средњу вредност $(C_x l)_{sr} = \frac{C_x l}{0.8}$
 - налазимо фактор циркулације C , затим C_t, C_p , и на крају η
3. Цртамо дијаграм $\eta = \eta(D)$ са којег скидамо максималну вредност

$\xi = \frac{r}{R}$ - релативна координата дуж пречника елисе

$\gamma = \frac{V}{nD} = \pi \cdot \lambda$ - коеф. рада елисе

$\lambda = \frac{V}{\Omega R}$ - виткост

$\eta = \frac{C_t}{C_p} \gamma$ - коеф. корисности

$C_p = \frac{P}{\rho \cdot n^3 \cdot D^5}$ - коеф. снаге

$C_t = \frac{\pi^3}{4} \lambda^2 \cdot \xi_{ek}^2 \cdot \left[C(A - A_0) + \frac{1}{2} C^2 (A_1 - A_{01}) - \frac{1}{2} C_x \frac{\sigma}{\lambda} (A_2 - A_{02}) \right]$ - коеф. пропелзивне силе

$\xi_{ek} = 1 - \frac{1.386}{m} \cdot \frac{\lambda}{\sqrt{1 + \lambda^2}}$ - фактор губитака

$\lambda_{ek} = \frac{\lambda}{\xi_{ek}}$ - еквивалентна виткост

Фактор циркулације (C) се добија решавањем квадратне једначине :

$$\frac{1}{2} (A + A_1 - A_0 - A_{01}) \cdot C^2 + (A - A_0) \cdot C + \frac{1}{8} C_x \frac{\sigma}{\lambda} (A_3 - A_{03}) - \frac{4C_p}{\pi^4 \lambda^3 \xi_{ek}^2} = 0$$

$\sigma = \frac{m \cdot l}{2\pi \cdot r} = \frac{m \cdot l}{\pi \cdot D \cdot \xi}$ - средња вредност коеф. испуњења, $\xi = \frac{r}{R}$

$$C_x \frac{\sigma}{\lambda} = (C_x l)_{sr} \frac{m}{\gamma \cdot D}$$

$$C_x = 2 \cdot C_{x \min} + 0.22 \cdot C_{yopt}^2$$

$$R_e = \frac{W \cdot l}{\nu}$$

$$W = \sqrt{V^2 + \Omega^2 \left(\frac{D}{2} \xi \right)^2}$$

$$C_{xo \min} = C_{xo \min}^t \left(\frac{R_e^T}{R_e} \right)^{0.11}$$

$$C_{yopt} = C_{yopt}^t \sqrt[4]{\frac{R_e^T}{R_e}} \quad \text{коэффициенти } C_{xo \min}^t, C_{yopt}^t \text{ су вредности из ниже наведених}$$

таблица

$$A = 1 - \lambda_{ek}^2 \cdot \ln \left(1 + \frac{1}{\lambda_{ek}^2} \right)$$

$$A_0 = \xi_0^2 - \lambda_{ek}^2 \cdot \ln \left(1 + \frac{\xi_0^2}{\lambda_{ek}^2} \right) \quad , \quad \xi_0 = \xi_g = 0.2$$

$$A_1 = A - \frac{1}{\lambda_{ek}^2 + 1} = \frac{\lambda_{ek}^2}{\lambda_{ek}^2 - 1} - \lambda_{ek}^2 \cdot \ln \left(1 + \frac{1}{\lambda_{ek}^2} \right)$$

$$A_{01} = A_0 - \frac{\xi_0^4}{\lambda_{ek}^2 + \xi_0^2} = \xi_0^2 \cdot \frac{\lambda_{ek}^2}{\lambda_{ek}^2 + \xi_0^2} - \lambda_{ek}^2 \cdot \ln \left(1 + \frac{\xi_0^2}{\lambda_{ek}^2} \right)$$

$$A_2 = \sqrt{\lambda_{ek}^2 + 1} + \lambda_{ek}^2 \cdot \ln \left(\frac{1}{\lambda_{ek}} + \sqrt{1 + \frac{1}{\lambda_{ek}^2}} \right)$$

$$A_{02} = \xi_0 \sqrt{\lambda_{ek}^2 + \xi_0^2} + \lambda_{ek}^2 \cdot \ln \left(\frac{\xi_0}{\lambda_{ek}} + \sqrt{1 + \frac{\xi_0^2}{\lambda_{ek}^2}} \right)$$

$$A_3 = \sqrt{\lambda_{ek}^2 + 1} \cdot \left(1 + \frac{2}{\lambda_{ek}^2} \right) - \lambda_{ek}^2 \cdot \ln \left(\frac{1}{\lambda_{ek}} + \sqrt{1 + \frac{1}{\lambda_{ek}^2}} \right)$$

$$A_{03} = \xi_0 \sqrt{\lambda_{ek}^2 + \xi_0^2} \cdot \left(1 + 2 \frac{\xi_0^2}{\lambda_{ek}^2} \right) - \lambda_{ek}^2 \cdot \ln \left(\frac{\xi_0}{\lambda_{ek}} + \sqrt{1 + \frac{\xi_0^2}{\lambda_{ek}^2}} \right)$$

Rezultati su prikazani tabelarno za svaki prečnik posebno :

D = 1.65 m

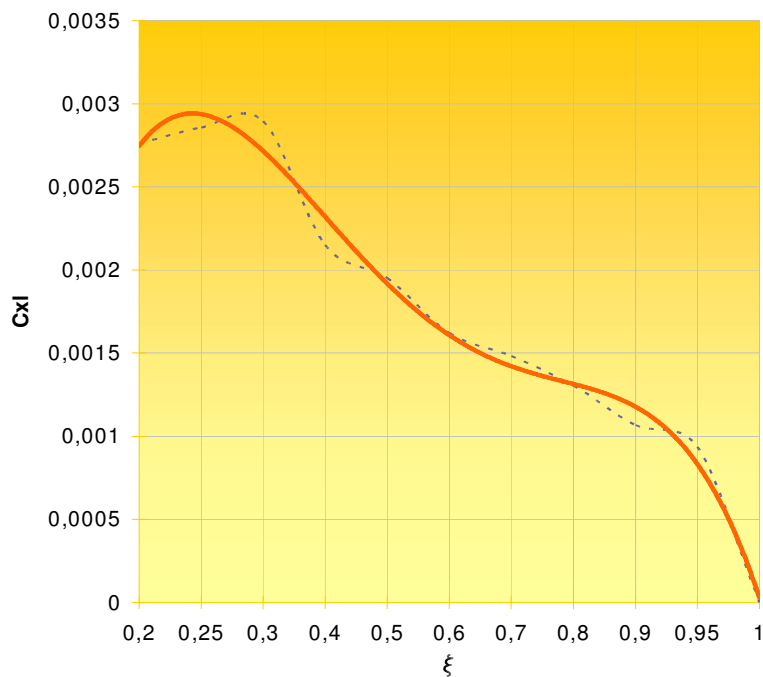
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
l/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
l	0,09075	0,10065	0,1122	0,11715	0,1122	0,1023	0,0891	0,07095	0,06105
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	87,9665	94,9788	110,844	128,393	147,025	166,375	186,221	206,418	216,618
MRe	0,55	0,66	0,85	1,03	1,13	1,17	1,14	1,01	0,91
$C_{X_{min}}^{kor}$	0,01488	0,01252	0,00913	0,00785	0,00669	0,00671	0,00676	0,00689	0,007
$C_{Y_{opt}}^{kor}$	0,29219	0,43097	0,21246	0,21816	0,22817	0,23099	0,23639	0,24826	0,25917
C_X	0,03148	0,02876	0,01916	0,01666	0,01443	0,01448	0,01464	0,01502	0,01534
$C_X \cdot l$	0,00286	0,00289	0,00215	0,00195	0,00162	0,00148	0,0013	0,00107	0,00094

A	0,67582
A_0	0,00415
A_1	-0,18142
A_{01}	-0,0036
A_2	1,3513
A_{02}	0,16955
A_3	13,7796
A_{03}	0,05589

C	0,46267
C_T	0,14451

koeficijent korisnosti elise

η	0,79131
--------	---------



D = 1.7 m

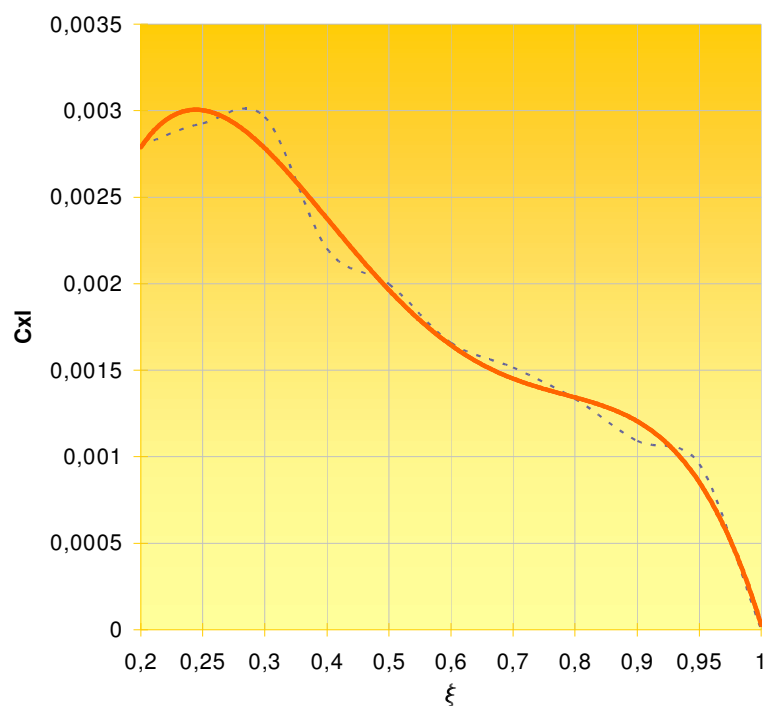
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,0935	0,1037	0,1156	0,1207	0,1156	0,1054	0,0918	0,0731	0,0629
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	88,9803	96,329	112,897	131,158	150,498	170,549	191,089	211,975	222,517
MRe	0,57	0,69	0,90	1,09	1,20	1,24	1,21	1,07	0,96
C_{Xmin}^{kor}	0,01482	0,01246	0,00908	0,00781	0,00666	0,00667	0,00672	0,00685	0,00695
C_{Yopt}^{kor}	0,28919	0,42626	0,20992	0,21538	0,22516	0,22786	0,23312	0,24478	0,25552
C_X	0,03131	0,02856	0,01904	0,01655	0,01433	0,01437	0,01453	0,0149	0,01521
$C_X \cdot I$	0,00293	0,00296	0,0022	0,002	0,00166	0,00151	0,00133	0,00109	0,00096

A	0,6891
A_0	0,00442
A_1	-0,17697
A_{01}	-0,0038
A_2	1,33173
A_{02}	0,16384
A_3	14,714
A_{03}	0,05828

C	0,42489
C_T	0,13028

koeficijent korisnosti elise

η	0,80385
--------	---------



D = 1.75 m

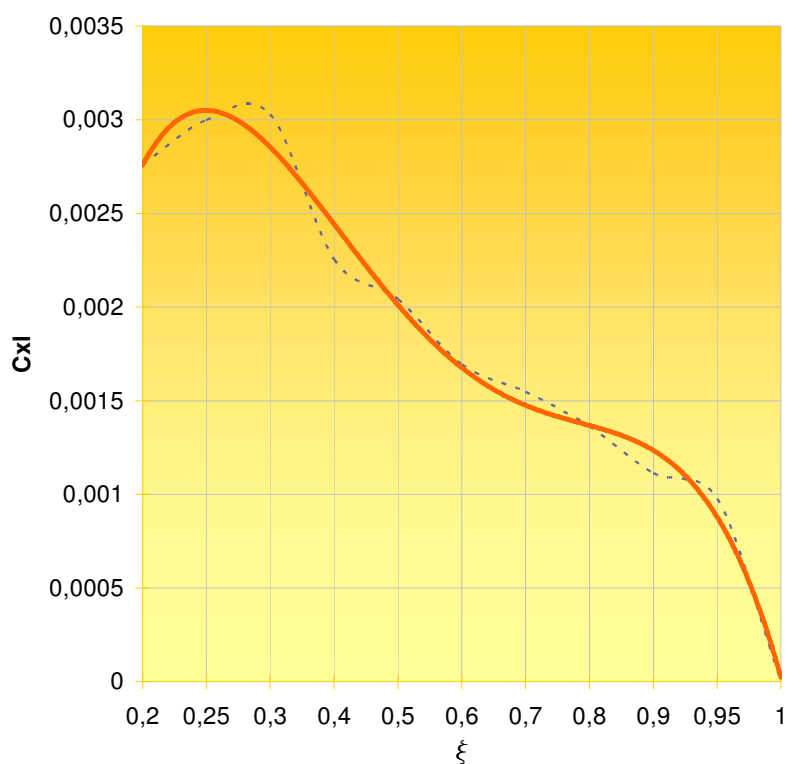
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,09625	0,10675	0,119	0,12425	0,119	0,1085	0,0945	0,07525	0,06475
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	90,0124	97,7	114,972	133,945	153,992	174,744	195,976	217,549	228,432
MRe	0,60	0,72	0,94	1,14	1,26	1,30	1,27	1,13	1,02
C_{Xmin}^{kor}	0,01475	0,0124	0,00903	0,00777	0,00662	0,00663	0,00668	0,00681	0,00691
C_{Yopt}^{kor}	0,28627	0,42169	0,20746	0,21271	0,22225	0,22484	0,22998	0,24144	0,25201
C_X	0,03114	0,02836	0,01893	0,01644	0,01422	0,01426	0,01442	0,01478	0,01509
$C_X \cdot I$	0,003	0,00303	0,00225	0,00204	0,00169	0,00155	0,00136	0,00111	0,00098

A	0,7016
A_0	0,0047
A_1	-0,17255
A_{01}	-0,00399
A_2	1,3138
A_{02}	0,15854
A_3	15,6832
A_{03}	0,0607

C	0,39137
C_T	0,11759

koeficijent korisnosti elise

η	0,81474
--------	---------



D = 1.8 m

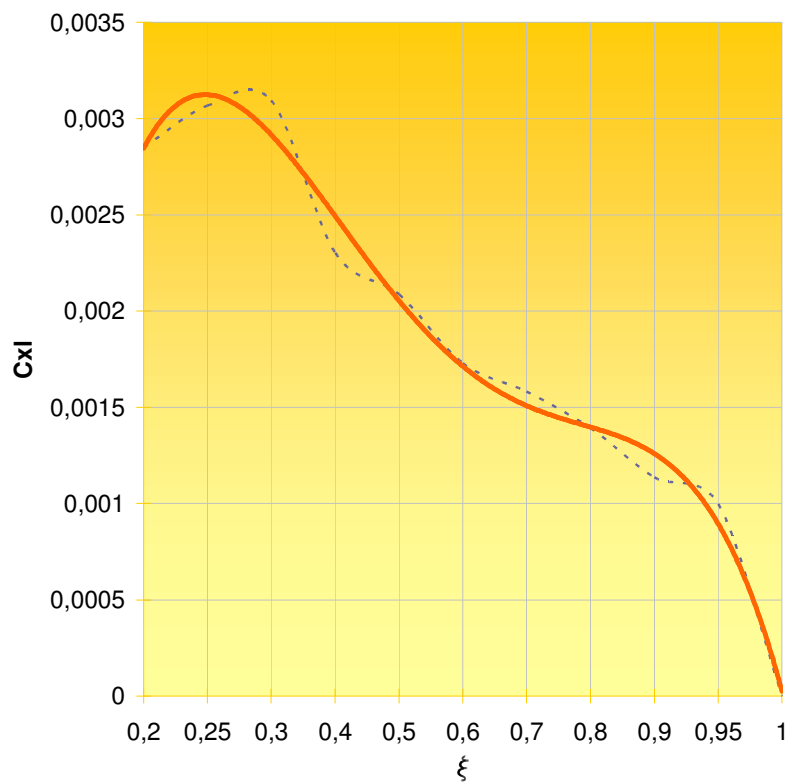
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,099	0,1098	0,1224	0,1278	0,1224	0,1116	0,0972	0,0774	0,0666
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	91,0621	99,091	117,069	136,754	157,507	178,957	200,881	223,139	234,363
MRe	0,62	0,75	0,98	1,20	1,33	1,37	1,34	1,19	1,07
C_{Xmin}^{kor}	0,01469	0,01235	0,00899	0,00772	0,00658	0,00659	0,00664	0,00677	0,00687
C_{Yopt}^{kor}	0,28344	0,41725	0,20507	0,21012	0,21945	0,22194	0,22696	0,23823	0,24865
C_X	0,03098	0,02817	0,01882	0,01633	0,01413	0,01416	0,01431	0,01467	0,01498
$C_X \cdot I$	0,00307	0,00309	0,0023	0,00209	0,00173	0,00158	0,00139	0,00114	0,001

A	0,71338
A_0	0,00499
A_1	-0,16818
A_{01}	-0,00419
A_2	1,29733
A_{02}	0,1536
A_3	16,6873
A_{03}	0,06315

C	0,36148
C_T	0,10627

koeficijent korisnosti elise

η	0,82414
--------	---------



D = 1.85 m

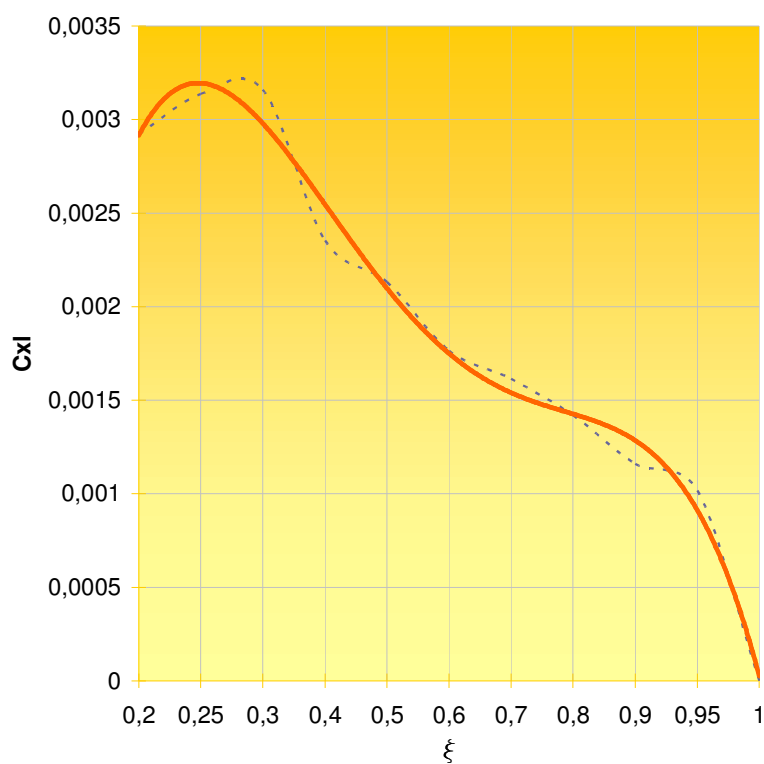
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,10175	0,11285	0,1258	0,13135	0,1258	0,1147	0,0999	0,07955	0,06845
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	92,129	100,501	119,187	139,583	161,041	183,188	205,802	228,744	240,309
MRe	0,64	0,78	1,03	1,26	1,39	1,44	1,41	1,25	1,13
C_{Xmin}^{kor}	0,01462	0,01229	0,00894	0,00768	0,00655	0,00655	0,0066	0,00673	0,00683
C_{Yopt}^{kor}	0,28069	0,41294	0,20276	0,20762	0,21675	0,21914	0,22405	0,23514	0,24541
C_X	0,03082	0,02799	0,01871	0,01623	0,01403	0,01406	0,01421	0,01457	0,01486
$C_X \cdot I$	0,00314	0,00316	0,00235	0,00213	0,00176	0,00161	0,00142	0,00116	0,00102

A	0,72449
A_0	0,00527
A_1	-0,16388
A_{01}	-0,00439
A_2	1,28216
A_{02}	0,14899
A_3	17,7265
A_{03}	0,06564

C	0,3347
C_T	0,09617

koeficijent korisnosti elise

η	0,83216
--------	---------



D = 1.9 m

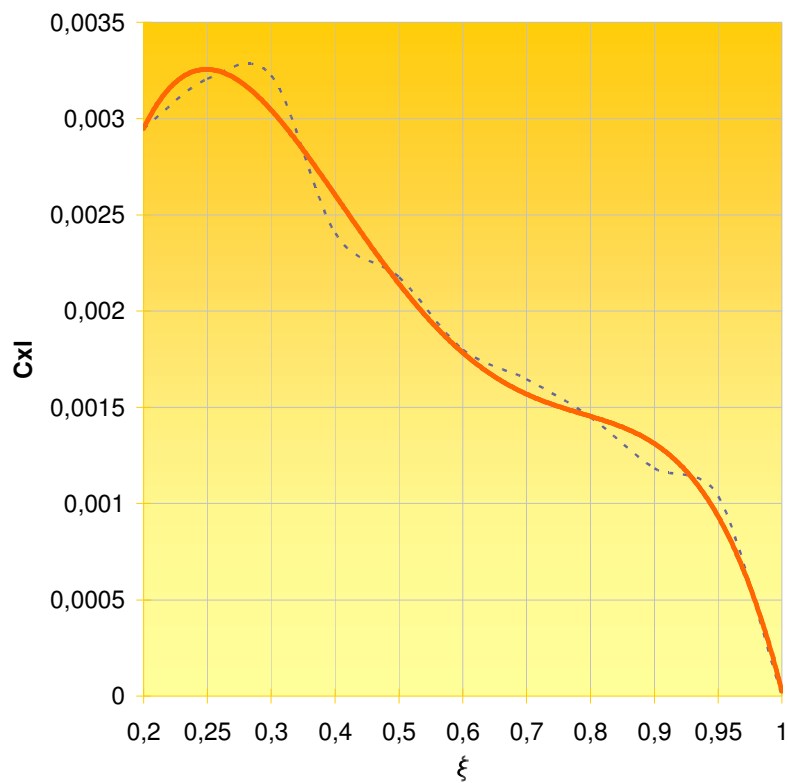
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,1045	0,1159	0,1292	0,1349	0,1292	0,1178	0,1026	0,0817	0,0703
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	93,2124	101,929	121,324	142,431	164,593	187,436	210,738	234,363	246,268
MRe	0,67	0,81	1,08	1,32	1,46	1,52	1,49	1,32	1,19
C_{Xmin}^{kor}	0,01456	0,01224	0,0089	0,00764	0,00651	0,00652	0,00657	0,00669	0,00679
C_{Yopt}^{kor}	0,27801	0,40875	0,20052	0,2052	0,21414	0,21644	0,22125	0,23217	0,24229
C_X	0,03067	0,02781	0,0186	0,01613	0,01394	0,01397	0,01411	0,01446	0,01476
$C_X \cdot I$	0,00321	0,00322	0,0024	0,00218	0,0018	0,00165	0,00145	0,00118	0,00104

A	0,73497
A_0	0,00556
A_1	-0,15966
A_{01}	-0,00458
A_2	1,26816
A_{02}	0,14469
A_3	18,8007
A_{03}	0,06816

C	0,31063
C_T	0,08714

koeficijent korisnosti elise

η	0,83892
--------	---------



D = 1.95 m

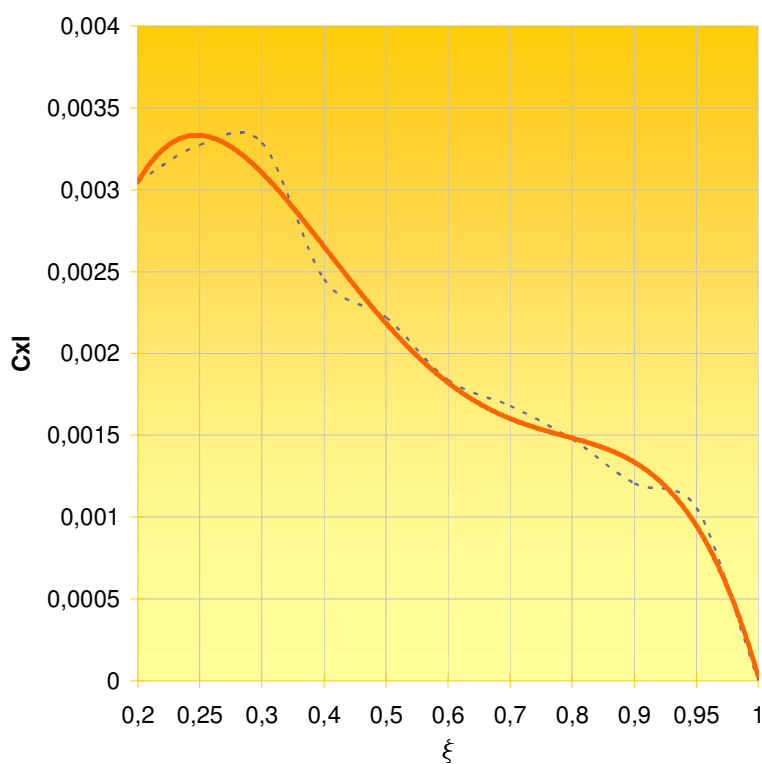
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,10725	0,11895	0,1326	0,13845	0,1326	0,1209	0,1053	0,08385	0,07215
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	94,3118	103,375	123,48	145,297	168,161	191,699	215,689	239,996	252,239
MRe	0,70	0,85	1,13	1,38	1,53	1,59	1,56	1,38	1,25
C_{Xmin}^{kor}	0,0145	0,01218	0,00886	0,00761	0,00648	0,00648	0,00653	0,00666	0,00675
C_{Yopt}^{kor}	0,2754	0,40468	0,19835	0,20286	0,21161	0,21384	0,21854	0,2293	0,23928
C_X	0,03052	0,02764	0,0185	0,01603	0,01385	0,01388	0,01402	0,01436	0,01465
$C_X \cdot I$	0,00327	0,00329	0,00245	0,00222	0,00184	0,00168	0,00148	0,0012	0,00106

A	0,74488
A_0	0,00586
A_1	-0,15554
A_{01}	-0,00477
A_2	1,25521
A_{02}	0,14066
A_3	19,91
A_{03}	0,07071

C	0,28888
C_T	0,07906

koeficijent korisnosti elise

η	0,8445
--------	--------



D = 2.0 m

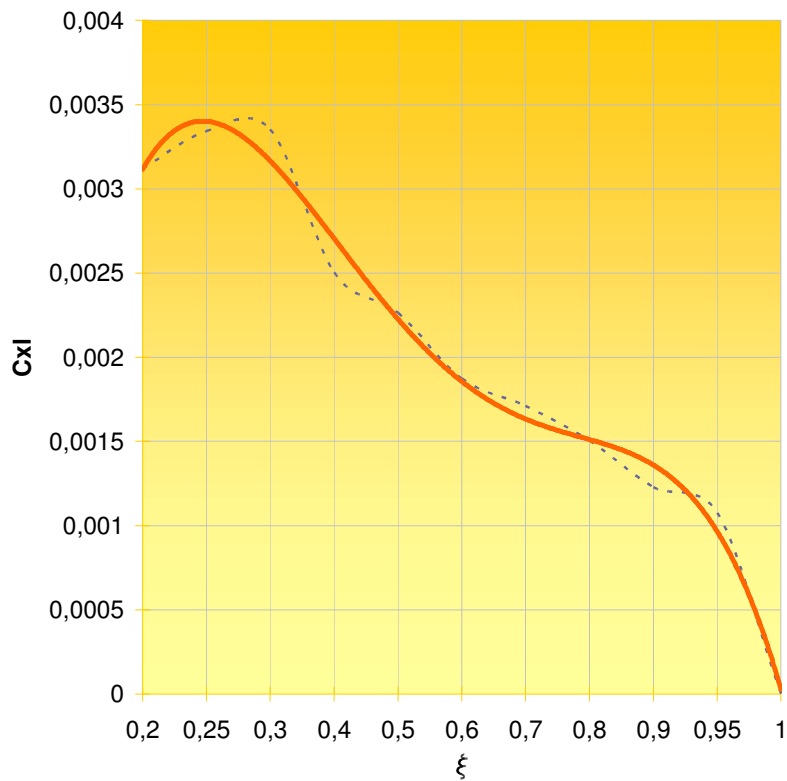
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,11	0,122	0,136	0,142	0,136	0,124	0,108	0,086	0,074
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	95,4265	104,838	125,653	148,18	171,746	195,976	220,652	245,64	258,223
MRe	0,72	0,88	1,17	1,45	1,61	1,67	1,64	1,45	1,31
C_{Xmin}^{kor}	0,01444	0,01213	0,00882	0,00757	0,00644	0,00645	0,0065	0,00662	0,00672
C_{Yopt}^{kor}	0,27286	0,40072	0,19624	0,2006	0,20917	0,21132	0,21593	0,22653	0,23638
C_X	0,03038	0,02747	0,0184	0,01594	0,01376	0,01379	0,01393	0,01427	0,01455
$C_X \cdot I$	0,00334	0,00335	0,0025	0,00226	0,00187	0,00171	0,0015	0,00123	0,00108

A	0,75424
A_0	0,00615
A_1	-0,15151
A_{01}	-0,00495
A_2	1,2432
A_{02}	0,13687
A_3	21,0545
A_{03}	0,0733

C	0,26918
C_T	0,07183

koeficijent korisnosti elise

η	0,84897
--------	---------



D = 2.05 m

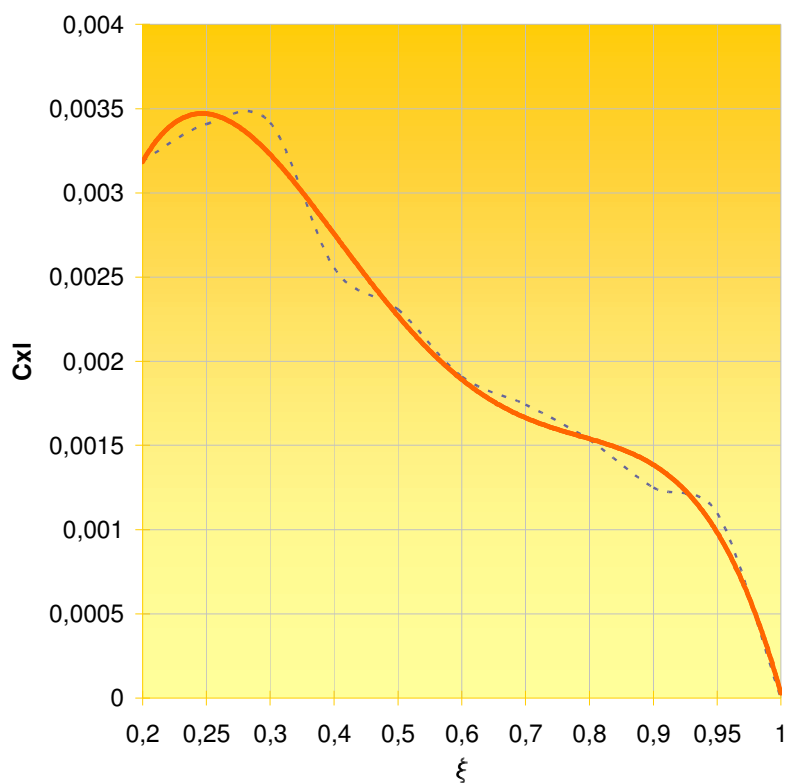
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,11275	0,12505	0,1394	0,14555	0,1394	0,1271	0,1107	0,08815	0,07585
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	96,5561	106,317	127,843	151,078	175,344	200,267	225,628	251,296	264,217
MRe	0,75	0,91	1,22	1,51	1,68	1,75	1,72	1,52	1,38
C_{Xmin}^{kor}	0,01439	0,01208	0,00877	0,00753	0,00641	0,00642	0,00646	0,00659	0,00668
C_{Yopt}^{kor}	0,27039	0,39686	0,19419	0,1984	0,20681	0,20888	0,21341	0,22386	0,23358
C_X	0,03023	0,0273	0,0183	0,01585	0,01368	0,0137	0,01384	0,01417	0,01446
$C_X \cdot I$	0,00341	0,00341	0,00255	0,00231	0,00191	0,00174	0,00153	0,00125	0,0011

A	0,7631
A_0	0,00645
A_1	-0,14759
A_{01}	-0,00514
A_2	1,23205
A_{02}	0,13332
A_3	22,2342
A_{03}	0,07593

C	0,25125
C_T	0,06533

koeficijent korisnosti elise

η	0,85238
--------	---------



D = 2.1 m

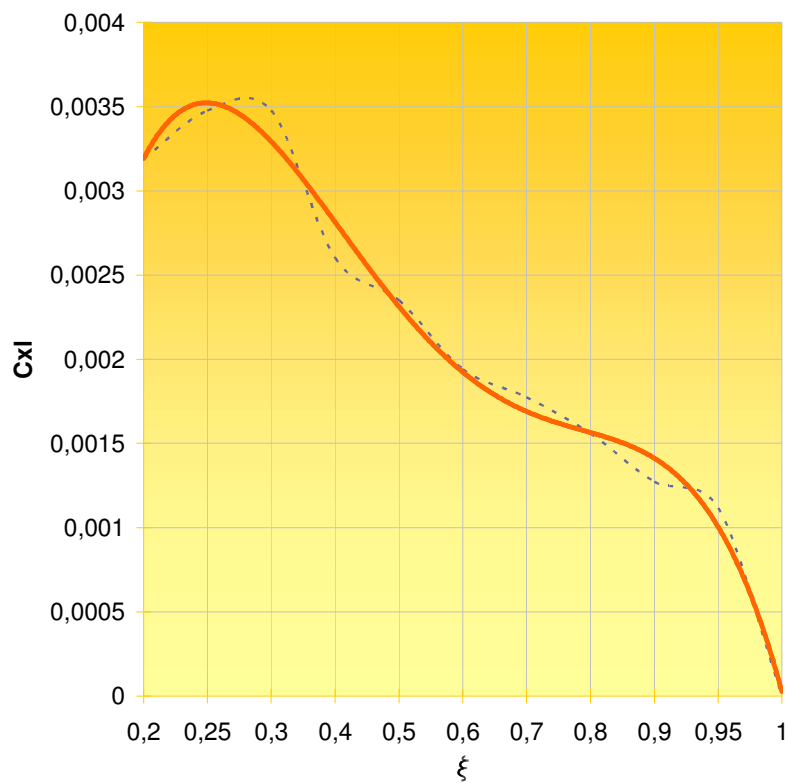
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,1155	0,1281	0,1428	0,1491	0,1428	0,1302	0,1134	0,0903	0,0777
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	97,7	107,811	130,049	153,992	178,957	204,57	230,616	256,962	270,221
MRe	0,78	0,95	1,28	1,58	1,76	1,83	1,80	1,59	1,44
C_{Xmin}^{kor}	0,01433	0,01203	0,00874	0,0075	0,00638	0,00638	0,00643	0,00655	0,00665
C_{Yopt}^{kor}	0,26797	0,3931	0,1922	0,19627	0,20452	0,20653	0,21097	0,22128	0,23088
C_X	0,03009	0,02714	0,01821	0,01576	0,0136	0,01362	0,01375	0,01408	0,01436
$C_X \cdot I$	0,00348	0,00348	0,0026	0,00235	0,00194	0,00177	0,00156	0,00127	0,00112

A	0,77149
A_0	0,00675
A_1	-0,14377
A_{01}	-0,00531
A_2	1,22167
A_{02}	0,12998
A_3	23,4491
A_{03}	0,0786

C	0,23489
C_T	0,05949

koeficijent korisnosti elise

η	0,85477
--------	---------



D = 2.15 m

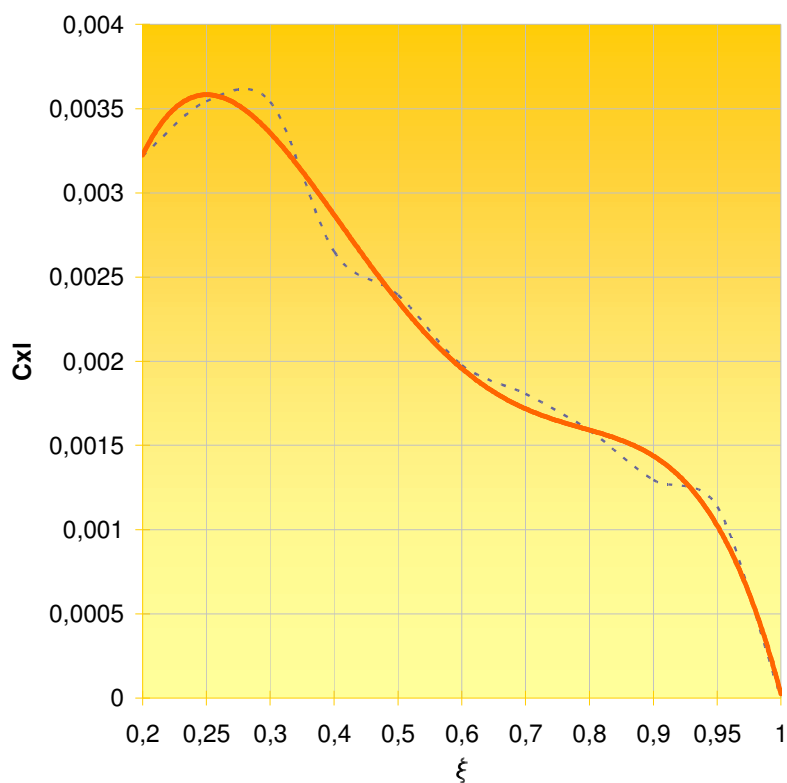
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,11825	0,13115	0,1462	0,15265	0,1462	0,1333	0,1161	0,09245	0,07955
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	98,8578	109,321	132,27	156,92	182,583	208,885	235,614	262,638	276,234
MRe	0,80	0,99	1,33	1,65	1,83	1,91	1,88	1,67	1,51
C_{Xmin}^{kor}	0,01427	0,01198	0,0087	0,00746	0,00635	0,00635	0,0064	0,00652	0,00662
C_{Yopt}^{kor}	0,26562	0,38944	0,19026	0,1942	0,20231	0,20425	0,20861	0,21878	0,22827
C_X	0,02996	0,02699	0,01812	0,01568	0,01352	0,01354	0,01367	0,014	0,01427
$C_X \cdot I$	0,00354	0,00354	0,00265	0,00239	0,00198	0,0018	0,00159	0,00129	0,00114

A	0,77944
A_0	0,00706
A_1	-0,14007
A_{01}	-0,00549
A_2	1,212
A_{02}	0,12683
A_3	24,6993
A_{03}	0,0813

C	0,2199
C_T	0,05424

koeficijent korisnosti elise

η	0,85617
--------	---------



D = 2.2 m

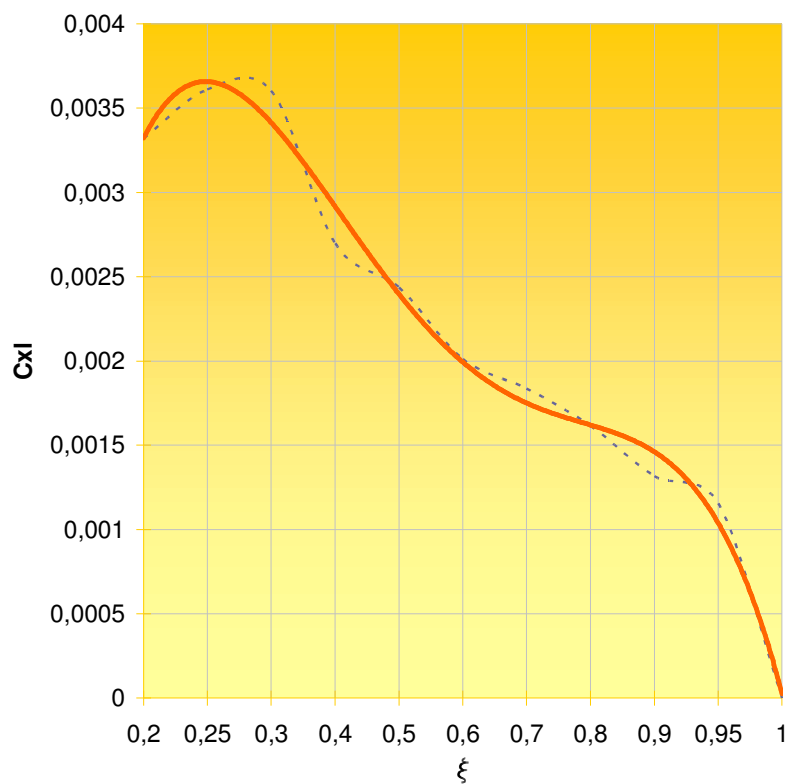
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,121	0,1342	0,1496	0,1562	0,1496	0,1364	0,1188	0,0946	0,0814
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	100,029	110,844	134,505	159,861	186,221	213,212	240,622	268,324	282,257
MRe	0,83	1,02	1,38	1,72	1,91	2,00	1,96	1,74	1,58
C_{Xmin}^{kor}	0,01422	0,01193	0,00866	0,00743	0,00632	0,00632	0,00637	0,00649	0,00658
C_{Yopt}^{kor}	0,26332	0,38587	0,18838	0,19219	0,20016	0,20204	0,20633	0,21637	0,22574
C_X	0,02982	0,02684	0,01803	0,01559	0,01344	0,01346	0,01359	0,01391	0,01419
$C_X \cdot I$	0,00361	0,0036	0,0027	0,00244	0,00201	0,00184	0,00161	0,00132	0,00115

A	0,78697
A_0	0,00736
A_1	-0,13648
A_{01}	-0,00566
A_2	1,20296
A_{02}	0,12385
A_3	25,9848
A_{03}	0,08404

C	0,20613
C_T	0,0495

koeficijent korisnosti elise

η	0,8566
--------	--------



D = 2.25 m

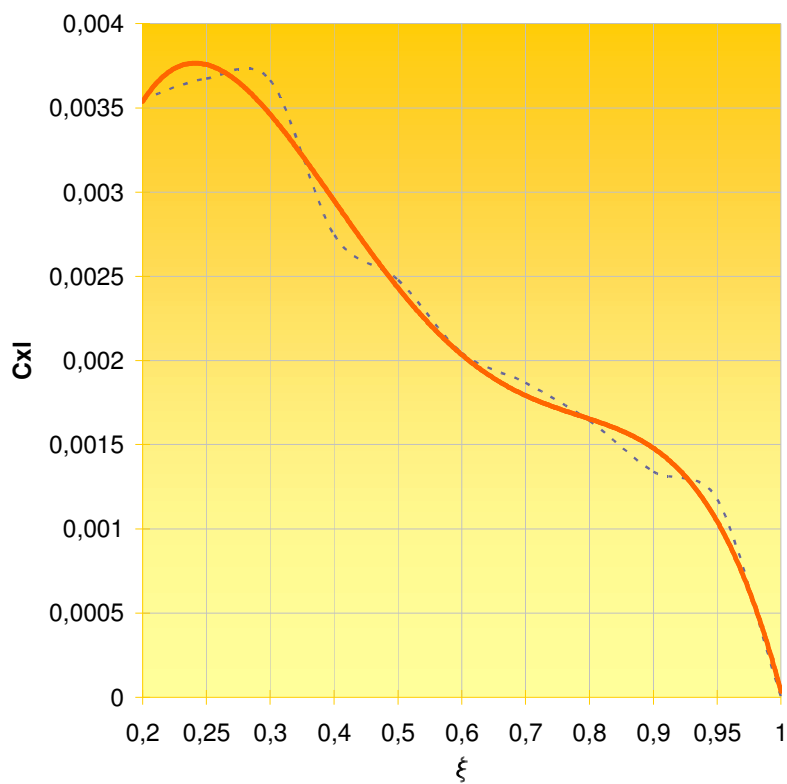
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,12375	0,13725	0,153	0,15975	0,153	0,1395	0,1215	0,09675	0,08325
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	101,213	112,381	136,754	162,815	189,87	217,549	245,64	274,018	288,287
MRe	0,86	1,06	1,44	1,79	2,00	2,09	2,05	1,82	1,65
C_{Xmin}^{kor}	0,01417	0,01188	0,00862	0,00739	0,00629	0,00629	0,00634	0,00646	0,00655
C_{Yopt}^{kor}	0,26107	0,38239	0,18655	0,19024	0,19807	0,1999	0,20412	0,21403	0,22329
C_X	0,02969	0,02669	0,01794	0,01551	0,01337	0,01338	0,01351	0,01383	0,0141
$C_X \cdot I$	0,00367	0,00366	0,00274	0,00248	0,00205	0,00187	0,00164	0,00134	0,00117

A	0,79413
A_0	0,00766
A_1	-0,13299
A_{01}	-0,00583
A_2	1,19451
A_{02}	0,12104
A_3	27,2879
A_{03}	0,08681

C	0,19344
C_T	0,04522

koeficijent korisnosti elise

η	0,85609
--------	---------



D = 2.3 m

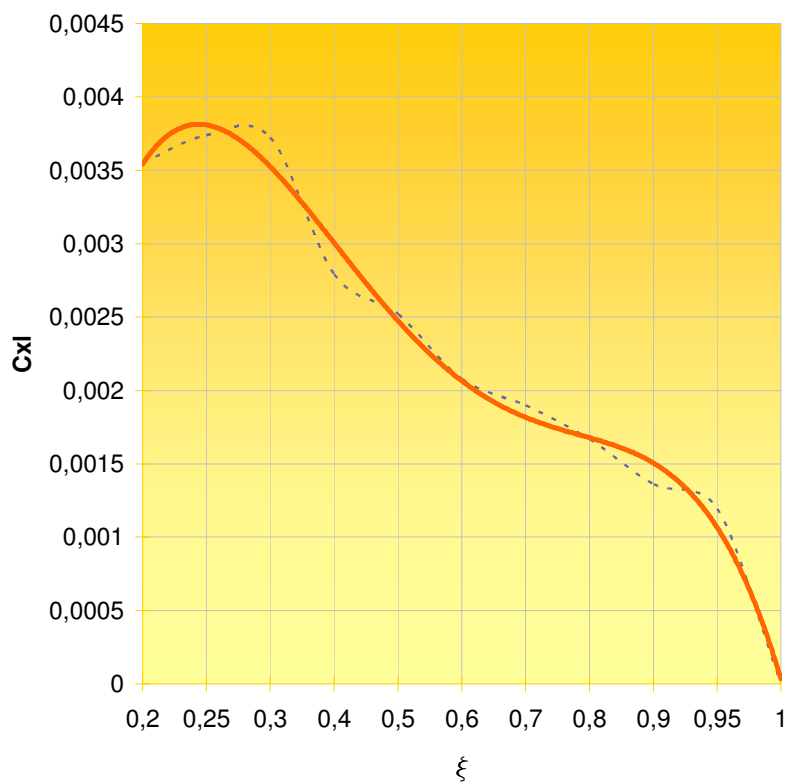
ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
I/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037
I	0,1265	0,1403	0,1564	0,1633	0,1564	0,1426	0,1242	0,0989	0,0851
σ	0,03501	0,03883	0,04329	0,0452	0,04329	0,03947	0,03438	0,02737	0,02355
w	102,409	113,931	139,016	165,781	193,53	221,895	250,667	279,72	294,326
MRe	0,89	1,10	1,49	1,86	2,08	2,17	2,14	1,90	1,72
C_{Xmin}^{kor}	0,01411	0,01183	0,00858	0,00736	0,00626	0,00626	0,00631	0,00643	0,00652
C_{Yopt}^{kor}	0,25888	0,37899	0,18477	0,18835	0,19605	0,19782	0,20197	0,21176	0,22092
C_X	0,02957	0,02654	0,01785	0,01543	0,01329	0,01331	0,01343	0,01375	0,01402
$C_X \cdot I$	0,00374	0,00372	0,00279	0,00252	0,00208	0,0019	0,00167	0,00136	0,00119

A	0,80092
A_0	0,00797
A_1	-0,12962
A_{01}	-0,00599
A_2	1,1866
A_{02}	0,11838
A_3	28,6618
A_{03}	0,08963

C	0,1817
C_T	0,04134

koeficijent korisnosti elise

η	0,85457
--------	---------



Машински факултет Универзитета у Београду
Катедра за ваздухопловство

Podatke za $C_{x0\min}^t, C_{yopt}^t$ smo uzeli kao karakteristike evolutivnih CLARK aeroprofila, po preporuci za:

ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
d/l	0,24	0,18	0,117	0,092	0,08	0,073	0,067	0,062	0,06

aeroprofil	MRe	α_n	a_o	C_{Ymax}	$\alpha_{(C_{Ymax})}$	C_{Xomin}	C_{Yopt}
CLARK Y-21	7,9	-9,3	0,088	1,36	13	0,0111	0,15
CLARK Y-18	8,1	-7,6	0,092	1,48	12	0,0095	0,23
CLARK Y	8,4	-5	0,092	1,68	15	0,0071	0,12
evolutivni	8	-4,3	0,094	1,535	13	0,00627	0,1308
CLARK Y-8	8	-3,6	0,096	1,37	11	0,0054	0,14
evolutivni	8,1	-3,425	0,0965	1,291	11	0,00542	0,1424
evolutivni	8,1	-3,25	0,097	1,218	11	0,00545	0,1448
evolutivni	8,1	-3,075	0,0975	1,144	11	0,00548	0,1474
CLARK Y-6	8,1	-2,9	0,098	1,07	11	0,0055	0,15

Zbirna tablica za crtanje krive $\eta = \eta(D)$:

D	C_p	γ	λ	ξ_{ek}	λ_{ek}	C_T	η	(CxL)sr	C
1,65	0,18447	1,0101	0,32153	0,78788	0,40809	0,14451	0,79131	0,00171	0,462669
1,7	0,15889	0,98039	0,31207	0,79356	0,39325	0,13028	0,80385	0,00175	0,424894
1,75	0,13745	0,95238	0,30315	0,79895	0,37944	0,11759	0,81474	0,00179	0,391369
1,8	0,1194	0,92593	0,29473	0,80408	0,36654	0,10627	0,82414	0,00183	0,361476
1,85	0,10411	0,9009	0,28677	0,80897	0,35448	0,09617	0,83216	0,00186	0,334704
1,9	0,09111	0,87719	0,27922	0,81363	0,34318	0,08714	0,83892	0,0019	0,310625
1,95	0,08002	0,8547	0,27206	0,81808	0,33256	0,07906	0,8445	0,00194	0,288883
2	0,0705	0,83333	0,26526	0,82232	0,32257	0,07183	0,84897	0,00198	0,269176
2,05	0,06231	0,81301	0,25879	0,82638	0,31316	0,06533	0,85238	0,00202	0,25125
2,1	0,05524	0,79365	0,25263	0,83026	0,30427	0,05949	0,85477	0,00205	0,234885
2,15	0,04911	0,77519	0,24675	0,83398	0,29587	0,05424	0,85617	0,00209	0,219898
2,2	0,04378	0,75758	0,24114	0,83754	0,28792	0,0495	0,8566	0,00213	0,206127
2,25	0,03912	0,74074	0,23579	0,84096	0,28038	0,04522	0,85609	0,00216	0,19344
2,3	0,03505	0,72464	0,23066	0,84424	0,27321	0,04134	0,85457	0,0022	0,1817

Dijagram zavisnosti koeficijenta korisnosti elise od prečnika elise



Maksimalnom stepenu korisnosti odgovara prečnik od 2.2 m . Podaci za taj prečnik su dati u sledećoj tabeli :

D	C_P	γ	λ	ξ_{ek}	λ_{ek}	C_T	η	(CxL)sr	C
2,2	0,04378	0,75758	0,24114	0,83754	0,28792	0,0495	0,8566	0,00213	0,206127

U daljem proračunu koristi se prečnik $D = 2.2$ m kao usvojeni proračunski prečnik.

Projektovanje elise po Toussaint-u

Cilj ovog dela je da odredimo konstruktivne veličine koje će nam omogućiti da precizno definišemo geometriju elise.

Neke od njih su već od ranije poznate, npr. raspodela relativne debljine (d/l) i relativne širine (l/D), a ostale ćemo odrediti. Interesuje nas relativni korak H/D i konstruktivni napadni ugao θ , pri čemu su ove dve veličine međusobno zavisne i povezane formulom:

$$\frac{H}{D} = (\tan \theta) \pi \xi$$

U našem proračunu pozabavićemo se sa uglom θ . Znamo da je lokalni napadni ugao α jednak razlici konstruktivnog i aerodinamičkog (napadnog) ugla. Iz toga možemo doći do relacije za θ :

$$\theta = \varphi + \alpha$$

Aerodinamički napadni ugao φ je ugao između rezultujuće (ukupne) brzine i ravni obrtanja:

$$\varphi(\xi) = \arctg \frac{V + V_a}{\Omega \xi R - \frac{1}{2} V_t}$$

Aksijalna komponente brzine V_a se računa po formuli:

$$V_a = -\frac{1}{2} V + \sqrt{\frac{1}{4} V^2 + (\Omega \xi R - \frac{1}{2} V_t) \frac{V_t}{2}}$$

dok se tangencijalna komponenta V_t nalazi iz:

$$V_t = \frac{m \cdot \Gamma(\xi)}{2\pi \xi R} = \frac{m \cdot \Gamma(\xi)}{\pi \xi D}$$

Sa druge strane lokalni napadni ugao (α) mora da zadovolji relaciju:

$$\alpha = \frac{C_y(\xi)}{a_o} + \alpha_n$$

gde koeficijent uzgona možemo naći iz:

$$C_y \cdot l(\xi) = \frac{2\Gamma(\xi)}{W(\xi)} \Rightarrow C_y(\xi)$$

pri čemu je W ukupna brzina:

$$W = \sqrt{(V + V_a)^2 + (\Omega \xi R - \frac{1}{2} V_t)^2}$$

Dakle, jedini problem koji preostaje je da se odredi cirkulacija $\Gamma(\xi)$. Mi želimo da naša elisa radi što efikasnije tj. sa što manjim gubitkom energije. Sa tim uslovom, preko varijacionog računa, možemo da nađemo optimalnu raspodelu cirkulacije:

$$\Gamma(\xi) = \frac{2\pi V^2}{m\Omega} CF(\xi) \frac{\xi^2}{\lambda_{ek}^2 + \xi^2}$$

Većina stvari, u gornjoj jednačini, nam je poznato iz prethodnog poglavlja, osim F , koji u stvari predstavlja (korektivni) faktor Prandtl-a pomoću koga prevodimo formulu sa teorijske na realnu elisu. On se dobija na sledeći način:

$$F = F_1 \cdot F_2 = \frac{2}{\pi} \arccos e^{-f_1} \cdot \frac{2}{\pi} \arccos e^{-f_2}$$

$$F_1 = \frac{2}{\pi} \arccos e^{-f_1}$$

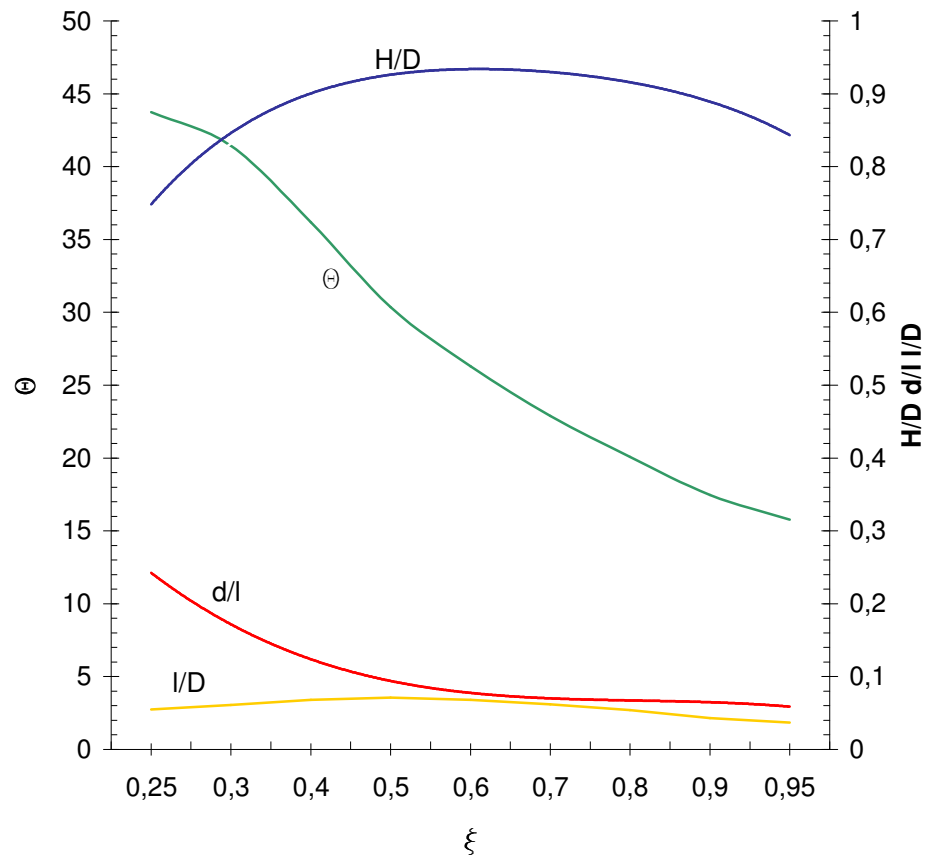
$$F_2 = \frac{2}{\pi} \arccos e^{-f_2}$$

$$f_1 = \frac{m}{2} (1 - \xi) \frac{\sqrt{1 + \lambda^2}}{\lambda}$$

$$f_2 = \frac{m}{2} \left(\frac{\xi}{\xi_g} - 1 \right) \frac{\sqrt{1 + \lambda^2}}{\lambda}$$

Tok proračuna ćemo prikazati tabelom, a rezultate zbirnim dijagramom:

ξ	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,95
f_1	3,19933	2,98604	2,55946	2,13289	1,70631	1,27973	0,85315	0,42658	0,21329
f_2	1,06644	2,13289	4,26577	6,39866	8,53154	10,6644	12,7973	14,9302	15,9966
F_1	0,97403	0,96785	0,95071	0,92439	0,88379	0,82058	0,7198	0,54724	0,40118
F_2	0,77628	0,92439	0,99106	0,99894	0,99987	0,99999	1	1	1
$F(\xi)$	0,75612	0,89466	0,94221	0,92341	0,88368	0,82057	0,71979	0,54724	0,40118
$\Gamma(\xi)$	3,87699	5,55516	7,40335	8,27189	8,5679	8,37176	7,6014	5,92164	4,38289
$v_{t(\xi)}$	4,48758	5,35837	5,35582	4,78732	4,13219	3,4608	2,74955	1,90396	1,33504
$v_{a(\xi)}$	2,18495	3,09206	4,09703	4,57874	4,75384	4,66638	4,27095	3,37583	2,53106
$\varphi(\xi)$	45,7612	40,9081	33,1695	27,5995	23,4905	20,3459	17,8428	15,7484	14,7743
$w(\xi)$	99,9799	110,769	134,416	159,778	186,148	213,154	240,58	268,301	282,244
$C_{y(\xi)} l$	0,07756	0,1003	0,11016	0,10354	0,09205	0,07855	0,06319	0,04414	0,03106
l	0,121	0,1342	0,1496	0,1562	0,1496	0,1364	0,1188	0,0946	0,0814
$C_{y(\xi)}$	0,64095	0,74741	0,73633	0,66288	0,61534	0,57589	0,53192	0,46662	0,38154
$\alpha(\xi)$	-2,0164	0,52399	3,00364	2,75197	2,80977	2,54277	2,23372	1,7108	0,99327
$\vartheta(\xi)$	43,7447	41,4321	36,1731	30,3515	26,3003	22,8887	20,0765	17,4592	15,7675
H/D	0,75172	0,83184	0,91881	0,91979	0,93162	0,92843	0,91856	0,88927	0,84271
d/l	0,24	0,18	0,117	0,092	0,08	0,073	0,067	0,062	0,06
l/D	0,055	0,061	0,068	0,071	0,068	0,062	0,054	0,043	0,037



Odredjivanje aerodinamičkih karakteristika elise metodom Glauert-a

Sada kada su nam poznate sve konstruktivne karakteristike možemo se bliže pozabaviti određivanjem aerodinamičkih karakteristika. Interesuju nas koeficijenti korisnosti η , snage C_p i potiska C_t . Za njihovo određivanje ćemo koristiti metodu Glauerta.

Posmatrajmo deo kraka elise. U ovom razmatranju možemo da ga zamenimo sa elementom uzgonske površine koji se u strujnom polju nalazi pod stvarnim napadnim uglom α . Znači uzeli smo u obzir, preko indukovano ugla, uticaj vezanih i slobodnih vrtloga.

Aerodinamički napadni ugao, tj. njegov tangens, je odnos aksijalne i tangencijalne komponente, međutim nas iz ove relacije interesuje da izvučemo koeficijent rada η :

$$\tan \varphi = \frac{V + \omega_z}{\Omega x - \omega_t} = \frac{1+a}{1-a'} \frac{V}{\Omega x} = \frac{1+a}{1-a'} \frac{V}{\pi x}$$
$$\Rightarrow \gamma = \frac{1-a'}{1+a} \pi \xi \tan \varphi$$

Brzinski faktori se dobijaju iz relacija:

$$\frac{a}{1+a} = \left(\sigma \frac{C_y \cos \varphi - C_x \sin \varphi}{2(1 - \cos 2\varphi)} \right) \frac{1}{F} \Rightarrow a$$
$$\frac{a'}{1-a'} = \left(\sigma \frac{C_y \sin \varphi - C_x \cos \varphi}{2 \sin 2\varphi} \right) \frac{1}{F} \Rightarrow a'$$

Gde je korektivni faktor Prandtl-a:

$$F = F_1 \cdot F_2 = \frac{2}{\pi} \arccos e^{-f_1} \cdot \frac{2}{\pi} \arccos e^{-f_2}$$
$$f_1 = \frac{m}{2} \frac{(1-\xi)}{\xi \cdot \sin \varphi}$$
$$f_2 = \frac{m}{2} \left(\frac{\xi}{\xi_g} - 1 \right) \frac{1}{\sin \varphi}$$

Koeficijent ispune je već definisan kao:

$$\sigma = \frac{m}{\pi \xi} \left(\frac{\ell}{D} \right)$$

$$M Re = \frac{W \cdot l}{v}$$

Dok koeficijente otpora i uzgona računamo po poznatim formulama, pri čemu su koeficijenti $C_{x_{o_{min}}}$ i $C_{y_{opt}}$ naravno korigovani za stvarne uslove leta:

$$C_y = a_o (\alpha - \alpha_n)$$
$$C_x = C_{x_{o_{min}}} + 0.01 (C_y - C_{y_{opt}})^2$$

$$C_{x_{o\min}} = C_{x_{o\min}}^T \left(\frac{\text{Re}^T}{\text{Re}} \right)^{0.11} \quad C_{y_{opt}} = C_{y_{opt}}^T \sqrt[4]{\frac{\text{Re}^T}{\text{Re}}}$$

Iz teorije su nam poznate jednačine:

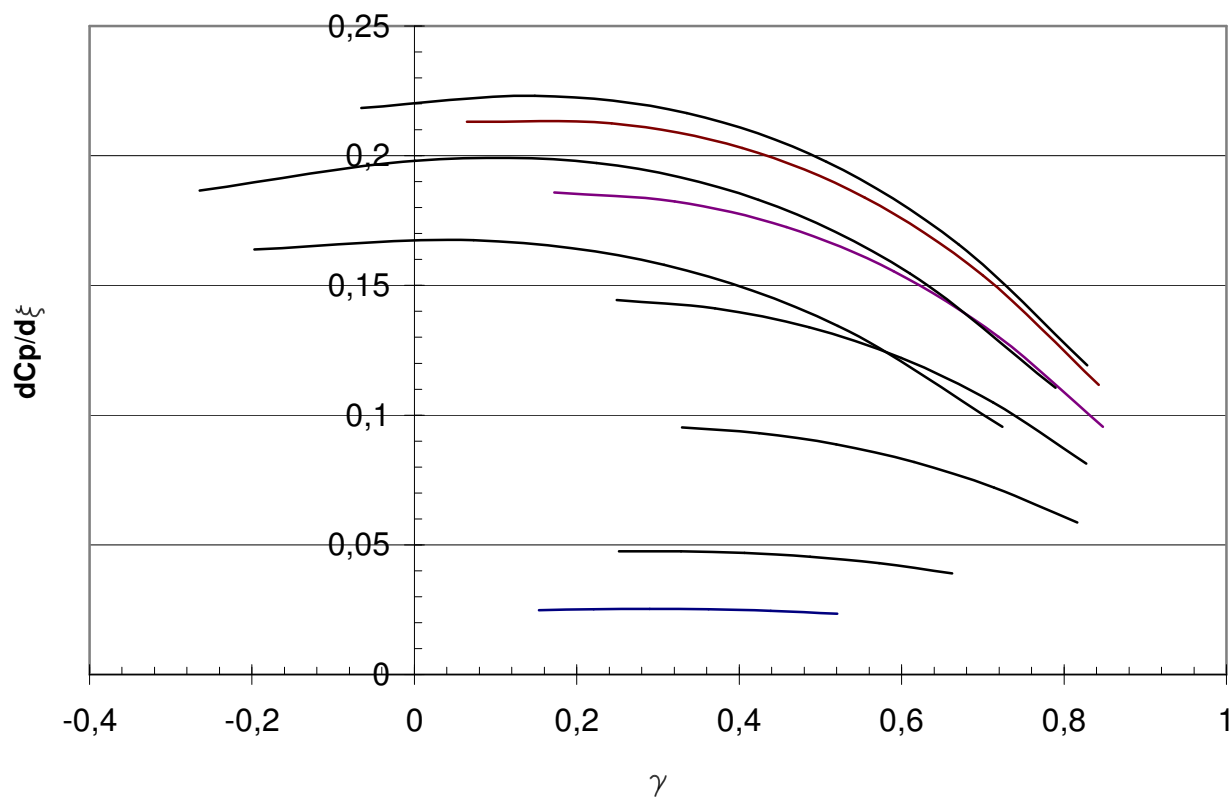
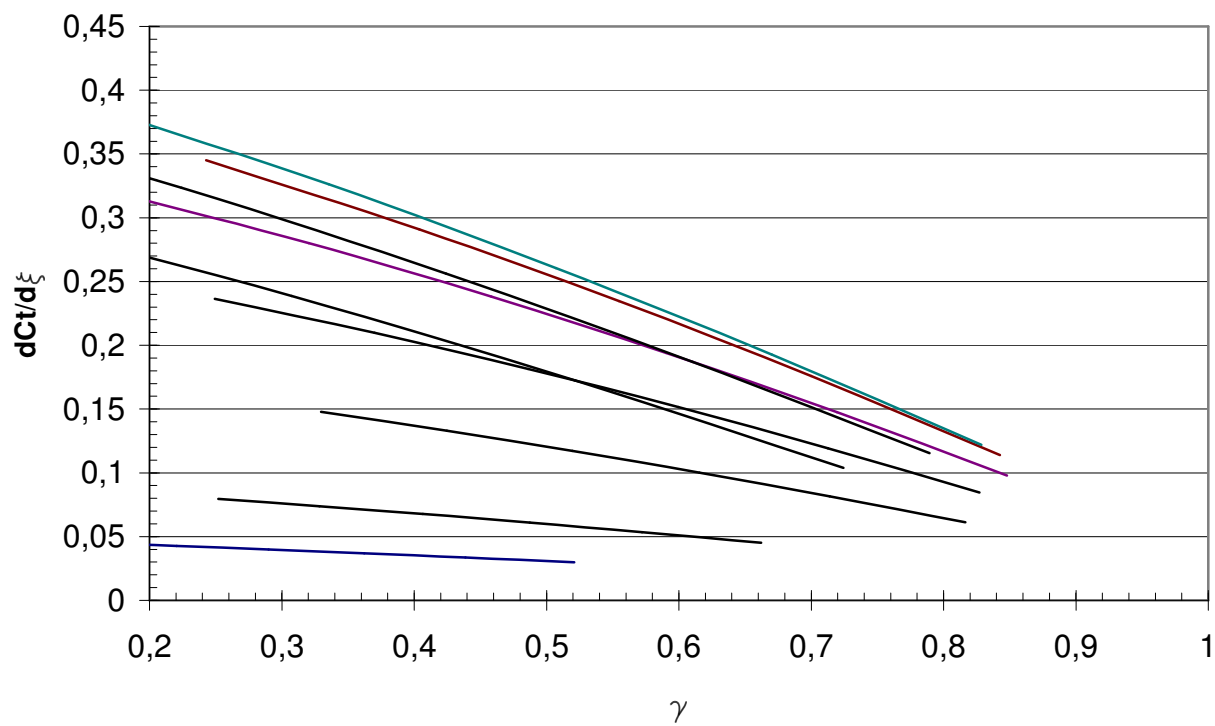
$$\frac{dC_t}{d\xi} = \pi \gamma^2 a(1+a) \xi F$$

$$\frac{dC_p}{d\xi} = \pi^3 \gamma a'(1+a) \xi^3 F$$

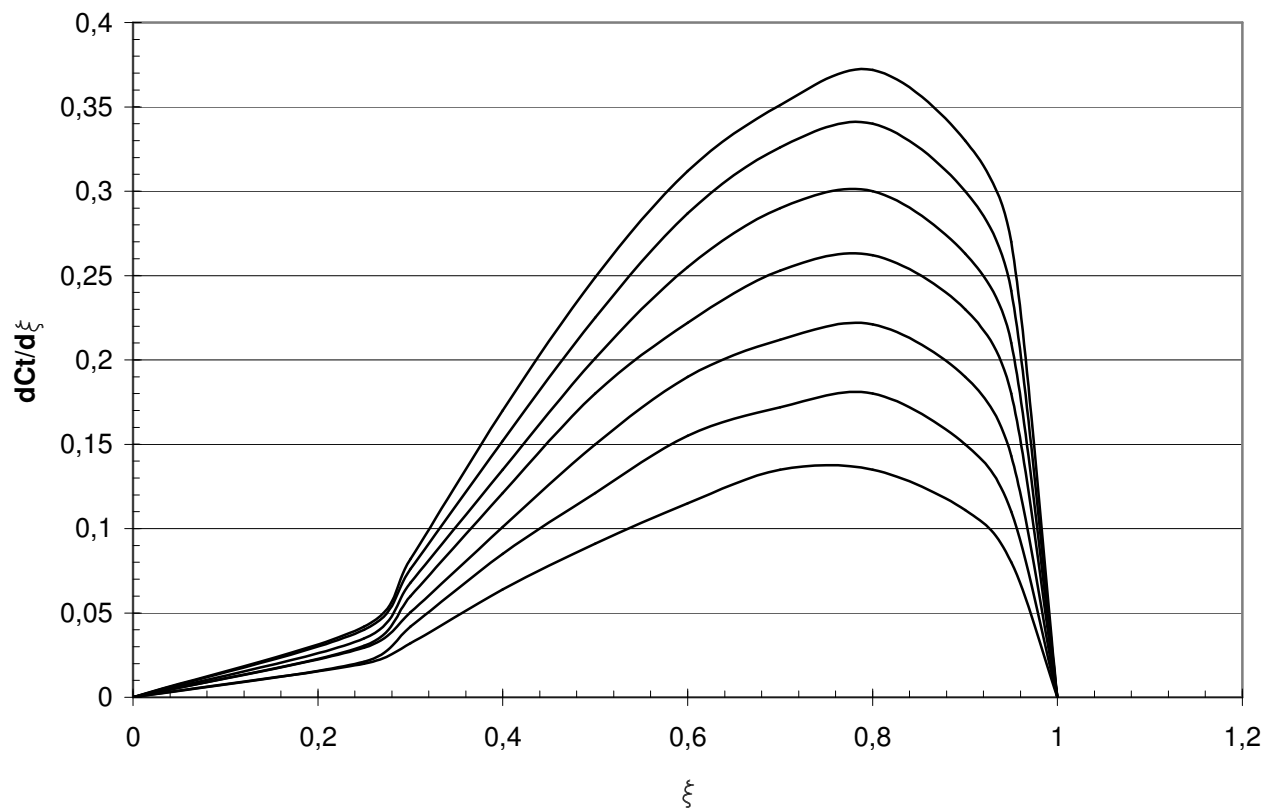
Sada je lako naći C_t i C_p preko integrala, tj. pošto se oni ne mogu analitički rešiti,

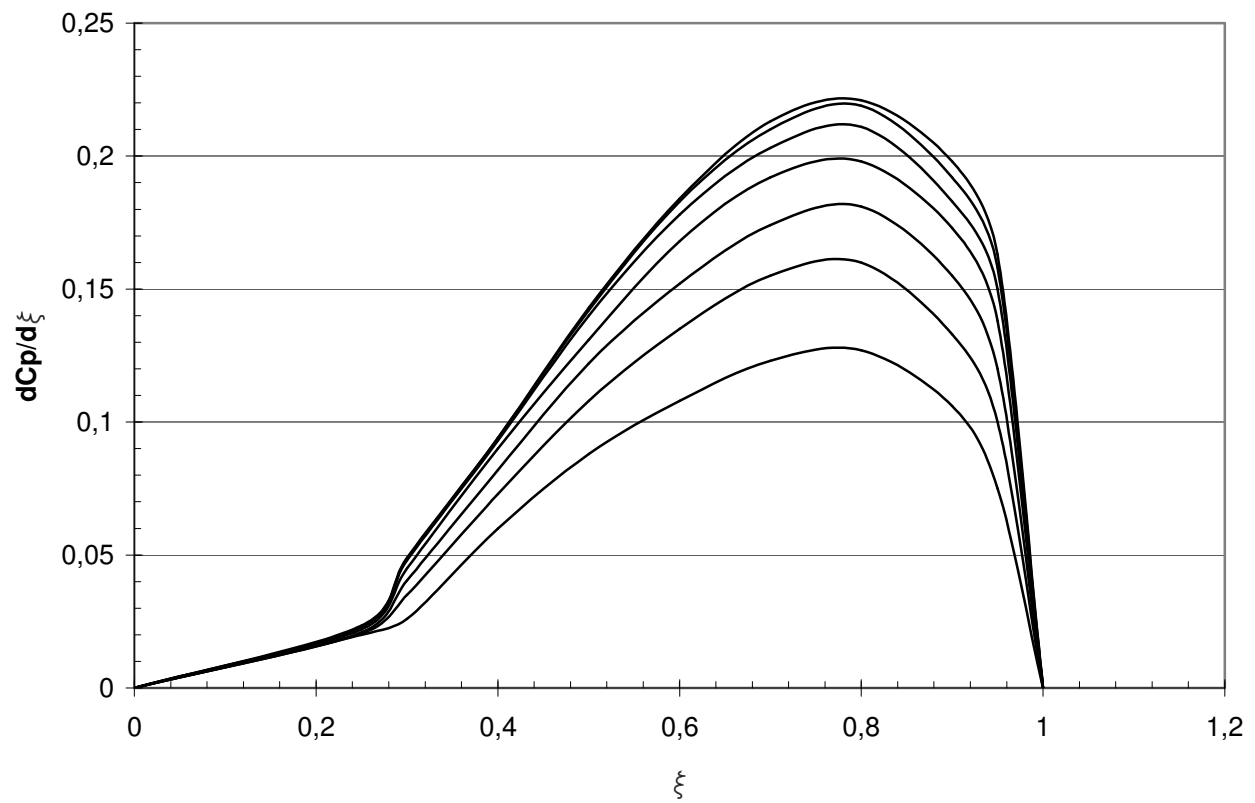
planimetrisanjem površine ispod krivih $\frac{dC_t}{d\xi} = \frac{dC_t}{d\xi}(\xi)$ i $\frac{dC_p}{d\xi} = \frac{dC_p}{d\xi}(\xi)$ za $\gamma = \text{const}$. Tok proračuna, se kao i u prethodnim tačkama može prikazati tabelama i graphicima.

ξ	ϑ	I/D	I	MRe	α	C_Y	C_{Xomin}	C_{Yopt}	C_X	φ	f_1	f_2	F_1	F_2	F	σ	a/1+a	a'/1-a'	a	a'	γ	dC $_T$ /d ξ
0,25	43,7447	0,055	0,121	0,83		0,8184	0,01422	0,26358	0,0173	43,7447	4,33873	0,36156	0,9917	0,5094	0,50517	0,30812	0,18475	0,17656	0,22662	0,15006	0,52087	0,02992
					2	0,9944			0,01957	41,7447	4,50577	0,37548	0,9930	0,5179	0,51425		0,2463	0,20404	0,32679	0,16946	0,43872	0,03371
					4	1,1704			0,02245	39,7447	4,69213	0,39101	0,9942	0,5271	0,52403		0,31844	0,22892	0,46723	0,18628	0,3622	0,03701
					6	1,3464			0,02595	37,7447	4,9008	0,4084	0,9953	0,5371	0,53456		0,40331	0,25147	0,67592	0,20094	0,28989	0,03997
					8	1,5224			0,03007	35,7447	5,13545	0,42795	0,9963	0,5480	0,54594		0,50362	0,27193	1,01458	0,21379	0,22061	0,04265
					10	1,6984			0,03481	33,7447	5,4006	0,45005	0,9971	0,5599	0,55825		0,62288	0,29049	1,65167	0,2251	0,15333	0,04514
					0,6992				0,01291	41,4321	3,5261	0,75559	0,9813	0,6887	0,6758		0,12406	0,1003	0,14164	0,09116	0,66222	0,04516
0,3	41,4321	0,061	0,134	1,02		0,8832	0,01193	0,38627	0,0144	39,4321	3,6736	0,7872	0,9838	0,6992	0,68789	0,28478	0,17266	0,12069	0,20869	0,1077	0,57217	0,05354
					4	1,0672			0,01657	37,4321	3,83885	0,82261	0,9863	0,7105	0,70073		0,23028	0,13932	0,29918	0,12228	0,48738	0,06098
					6	1,2512			0,01942	35,4321	4,02481	0,86246	0,9886	0,7226	0,71435		0,29898	0,15638	0,42648	0,13523	0,40652	0,06769
					8	1,4352			0,02294	33,4321	4,23513	0,90753	0,9908	0,7356	0,72879		0,3814	0,17207	0,61655	0,14681	0,32839	0,07383
					10	1,6192			0,02714	31,4321	4,47438	0,9588	0,9927	0,7495	0,7441		0,48111	0,18655	0,92719	0,15722	0,2519	0,07951
					0,46				0,0094	36,1731	2,54139	1,69426	0,9498	0,8824	0,83808		0,07457	0,0416	0,08058	0,03994	0,81633	0,06111
					2	0,644			0,01074	34,1731	2,67049	1,78032	0,9559	0,8922	0,85282		0,11654	0,05566	0,13191	0,05273	0,71398	0,08157
0,4	36,1731	0,068	0,15	1,38		0,828	0,00866	0,18858	0,01275	32,1731	2,81701	1,87801	0,9619	0,9023	0,86792	0,2381	0,16788	0,06873	0,20175	0,06431	0,6155	0,10018
					6	1,012			0,01544	30,1731	2,98439	1,9896	0,9678	0,9127	0,88327		0,23132	0,08096	0,30093	0,07489	0,51953	0,11729
					8	1,196			0,01881	28,1731	3,17704	2,11803	0,9734	0,9232	0,89873		0,31061	0,0925	0,45056	0,08467	0,4247	0,13314
					10	1,38			0,02286	26,1731	3,4007	2,26714	0,9788	0,9339	0,91409		0,41115	0,1035	0,69824	0,0938	0,32957	0,14794
					0,4042				0,00788	30,3515	1,97901	2,96851	0,9117	0,9673	0,8819		0,07614	0,02729	0,08241	0,02656	0,82719	0,08455
					2	0,5922			0,00903	28,3515	2,1058	3,15869	0,9223	0,9729	0,89735		0,127	0,03834	0,14547	0,03692	0,71264	0,11929
					4	0,7802			0,01089	26,3515	2,25288	3,37931	0,9330	0,9783	0,91273		0,19196	0,04876	0,23756	0,0465	0,5995	0,15149
0,5	30,3515	0,071	0,156	1,71		0,9682	0,00743	0,19238	0,01345	24,3515	2,42522	3,63783	0,9436	0,9832	0,92781	0,19888	0,27627	0,0587	0,38173	0,05544	0,486	0,18157
					8	1,1562			0,01672	22,3515	2,62959	3,94438	0,9541	0,9877	0,94229		0,38783	0,06828	0,63354	0,06392	0,37012	0,20984
					10	1,3442			0,0207	20,3515	2,87539	4,31309	0,9641	0,9915	0,95586		0,53891	0,07767	1,16876	0,07207	0,2493	0,23653
					0,3456				0,00653	26,3003	1,50463	4,5139	0,8574	0,9930	0,85144		0,07287	0,01865	0,07859	0,01831	0,84791	0,09781
					2	0,5376			0,00746	24,3003	1,62001	4,86004	0,8732	0,9951	0,86887		0,13131	0,02777	0,15116	0,02702	0,71937	0,14748
					4	0,7296			0,00912	22,3003	1,75688	5,27063	0,8896	0,9967	0,88667		0,20874	0,03637	0,2638	0,03509	0,59025	0,19413
					6	0,9216			0,01152	20,3003	1,92156	5,76468	0,9065	0,9980	0,90467		0,31353	0,04456	0,45673	0,04266	0,45824	0,23824
0,6	26,3003	0,068	0,15	1,91		1,1136	0,00632	0,20035	0,01466	18,3003	2,12316	6,36948	0,9236	0,9989	0,92264	0,15873	0,45921	0,05246	0,84915	0,04984	0,32033	0,2802
					10	1,3056			0,01854	16,3003	2,37525	7,12576	0,9407	0,9995	0,94023		0,66858	0,0602	2,01732	0,05678	0,17231	0,3203
					0,33051				0,00649	22,8887	1,10189	6,42769	0,7844	0,9990	0,78358		0,07	0,01486	0,08578	0,01464	0,84256	0,11394
					2	0,52351			0,00736	20,8887	1,20198	7,01157	0,8056	0,9994	0,80517		0,14739	0,02238	0,17287	0,02189	0,6999	0,17586
					4	0,71651			0,00897	18,8887	1,32385	7,72247	0,8285	0,9997	0,82829		0,24116	0,02939	0,3178	0,02855	0,55468	0,2347
					6	0,90951			0,01133	16,8887	1,47522	8,60545	0,8531	0,9999	0,85299		0,37349	0,03598	0,59614	0,03473	0,40378	0,291
					8	1,10251			0,01443	14,8887	1,66797	9,72982	0,8792	1,0000	0,87916		0,56733	0,04222	1,31124	0,04051	0,24272	0,34519
0,7	22,8887	0,062	0,136	1,99		1,29551	0,00632	0,20223	0,01828	12,8887	1,92135	11,2079	0,9065	1,0000	0,90645	0,12405	0,86559	0,04827	6,44006	0,04605	0,06452	0,3976
					0,31525				0,00649	20,0765	0,72828	8,73935	0,6793	0,9999	0,67921		0,08678	0,01234	0,09502	0,01219	0,82863	0,12196
					2	0,50925			0,00729	18,0765	0,80571	9,66847	0,7051	1,0000	0,70512		0,16775	0,01874	0,20157	0,0184	0,67015	0,19276
					4	0,70325			0,00884	16,0765	0,90278	10,8334	0,7342	1,0000	0,73423		0,28263	0,02459	0,39397	0,024	0,50713	0,26063
					6	0,89725			0,01114	14,0765	1,02789	12,3346	0,7671	1,0000	0,76708		0,45189	0,02991	0,82446	0,02904	0,33538	0,32619
					8	1,09125			0,0142	12,0765	1,19493	14,3391	0,8042	1,0000	0,80421		0,71446	0,03479	2,5021	0,03362	0,14838	0,38994
					10	1,28525			0,01801	10,0765	1,42887	17,1465	0,8460	1,0000	0,84598		1,15198	0,03934	-7,5797	0,03786	-0,0653	0,45228
0,8	20,0765	0,054	0,119	1,96		0,29981	0,00637	0,20652	0,00656	17,4592	0,37034	11,6657	0,5148	1,0000	0,51478	0,09454	0,10254	0,01092	0,11426	0,01081	0,78946	0,11549
					2	0,49481			0,00727	15,4592	0,41685	13,1307	0,5419	1,0000	0,54186		0,20639	0,01669	0,26007	0,01642	0,61037	0,18704
					4	0,68981			0,00873	13,4592	0,47738	15,0374	0,5739	1,0000	0,57393		0,35986	0,02177	0,56217	0,0213	0,42394	0,25612
					6	0,88481			0,01096	11,4592	0,55928	17,6172	0,6126	1,0000	0,61263		0,59845	0,02616	1,49032	0,02549	0,22428	0,32339
					8	1,07981			0,01394	9,45917	0,67609	21,2967	0,6603	1,0000	0,66032		0,99694	0,02988	325,59	0,02902	0,0014	0,38943
					10	1,27481			0,01769	7,45917	0,85589	26,9605	0,7206	1,0000	0,72061		1,73801	0,03301	-2,355	0,03196	-0,2645	0,45476
					0,2842				0,00662	15,7675	0,19369	13,8002	0,3836	1,0000	0,38357		0,13082	0,01137	0,15051	0,01124	0,72423	0,10398
0,9	17,4592	0,043	0,095	1,74		0,4802	0,00649	0,21656	0,00723	13,7675	0,22116	15,7574	0,4080	1,0000	0,40797	0,06692	0,27425	0,01754	0,37789	0,01724	0,52157	0,17247
					4	0,6762			0,00861	11,7675	0,25807	18,3877	0,4380	1,0000	0,43797		0,49427	0,02282	0,97732	0,02231	0,30742	0,23872
					6	0,8722			0,01076	9,76752	0,31023	22,1042	0,4760	1,0000	0,47598		0,85383	0,02717	5,84115	0,02646	0,07311	0,30345
					8	1,0682			0,01368	7,76752	0,38942	27,7461	0,5262	1,0000	0,52617		1,49909	0,03056	-3,0037	0,02966	-0,1972	0,36736
					10	1,2642			0,01737	5,76752	0,52374	37,3163	0,5964	1,0000	0,59644		2,8438	0,033	-1,5424	0,03195	-0,538	0,43108
					0,2842				0,00662	15,7675	0,19369	13,8002	0,3836	1,0000	0,38357		0,13082	0,01137	0,15051	0,01124	0,72423	0,10398
					0,95	15,7675			0,037	0,081	1,57		0,4802	0,00659	0,22594		0,00723	13,7675	0,22116	15,7574	0,4080	1,0000
4	0,6762	0,00861	11,7675	0,25807			18,3877	0,4380				1,0000	0,43797			0,49427	0,02282	0,97732	0,02231	0,30742	0,23872	
6	0,8722	0,01076	9,76752	0,31023			22,1042	0,4760				1,0000	0,47598			0,85383	0,02717	5,84115	0,02646	0,07311	0,30345	
8	1,0682	0,01368	7,76752	0,38942			27,7461	0,5262				1,0000	0,52617			1,49909	0,03056	-3,0037	0,02966	-0,1972	0,36736	
10	1,2642	0,01737	5,76752	0,52374			37,3163	0,5964				1,0000	0,59644			2,8438	0,033	-1,5424	0,03195	-0,538	0,43108	



γ		0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$dCt/d\xi$	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,25	0,0420	0,0400	0,0350	0,0305	0,0295	0,0210	0,0200
	0,3	0,0820	0,0760	0,0680	0,0600	0,0505	0,0420	0,0320
	0,4	0,1700	0,1520	0,1350	0,1210	0,1010	0,0850	0,0640
	0,5	0,2490	0,2250	0,2010	0,1800	0,1500	0,1210	0,0910
	0,6	0,3120	0,2870	0,2550	0,2220	0,1900	0,1550	0,1150
	0,7	0,3510	0,3260	0,2900	0,2530	0,2120	0,1720	0,1350
	0,8	0,3720	0,3400	0,3000	0,2620	0,2210	0,1800	0,1350
	0,9	0,3300	0,3000	0,2630	0,2300	0,1900	0,1500	0,1110
	0,95	0,2700	0,2410	0,2100	0,1800	0,1430	0,1100	0,0800
	1	0	0	0	0	0	0	0
$dCp/d\xi$	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,25	0,0230	0,0235	0,0230	0,0220	0,0210	0,0205	0,0200
	0,3	0,0485	0,0490	0,0480	0,0450	0,0405	0,0350	0,0260
	0,4	0,0940	0,0940	0,0930	0,0900	0,0820	0,0730	0,0600
	0,5	0,1430	0,1420	0,1400	0,1310	0,1220	0,1080	0,0880
	0,6	0,1840	0,1830	0,1780	0,1680	0,1520	0,1350	0,1080
	0,7	0,2130	0,2100	0,2030	0,1920	0,1740	0,1550	0,1230
	0,8	0,2210	0,2190	0,2110	0,1980	0,1810	0,1600	0,1270
	0,9	0,1980	0,1920	0,1830	0,1730	0,1550	0,1330	0,1060
	0,95	0,1630	0,1580	0,1500	0,1380	0,1200	0,1000	0,0750
	1	0	0	0	0	0	0	0





γ	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
C_t	0,1185	0,1048	0,0933	0,0811	0,0683	0,0548	0,0408
C_p	0,0598	0,0597	0,0592	0,0569	0,0526	0,0464	0,0378
η	0,3965	0,5265	0,6306	0,7123	0,7781	0,8269	0,8625

