

MAREK POLEWSKI
MECHANIKA LOTU 2
CESSNA 150M
PROWADZĄCY: DR INŻ. MACIEJ LASEK
WTOREK 14:15-16:00

Projekt 11
„Analiza zakrętu samolotu”

DATA ODDANIA PROJEKTU:

OCENA:

1 Wstęp - Naliza parametrów zakrętu

$$R = \frac{V^2}{g \cdot \tan(\phi)} \quad c_z = \frac{2mg}{\rho S V^2} \cdot \frac{1}{\cos(\phi)} \quad m_g = \frac{1}{\cos(\phi)} \quad N_{nark} = \frac{N_n}{(\sqrt{\cos(\phi)})^3}$$

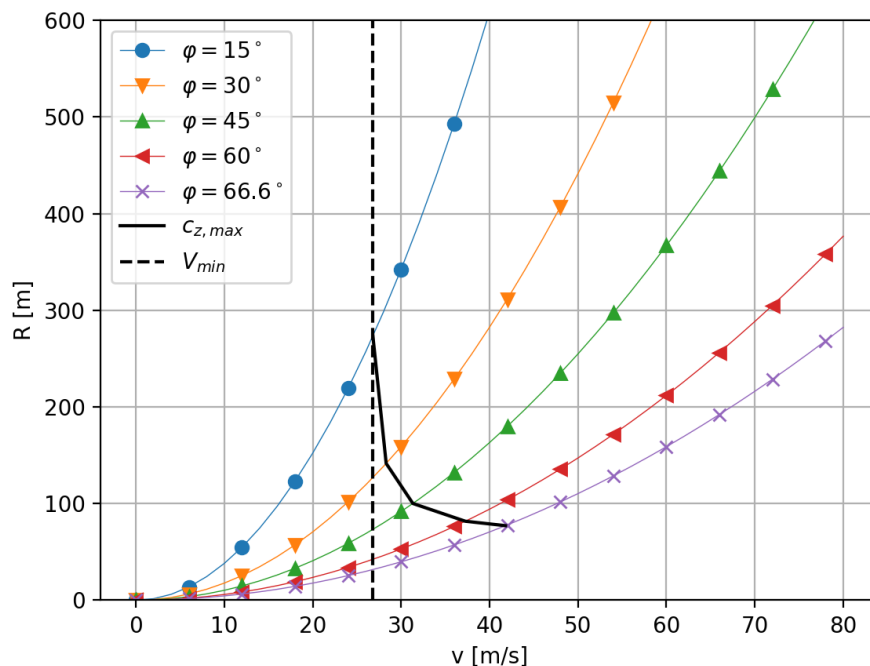
Dane wykorzystane do obliczeń:

- Masa samolotu podczas lotu $m = 650 \text{ kg}$
- Współczynnik obciążenia $m_g = 2.5$
- Wysokość lotu $h = 0 \text{ m.n.p.m}$ na które gęstość powietrza $\rho = 1.225 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- Dopuszczalne przechylenie $\phi_{max} = \arccos \frac{1}{m_g} = \arccos \frac{1}{2.5} = 1.159279 \text{ rad} = 66.42^\circ$

2 Promień zakrętu

	$\phi = 15^\circ$	$\phi = 30^\circ$	$\phi = 45^\circ$	$\phi = 60^\circ$	$\phi = 66.6^\circ$
v	26.81	28.31	31.33	37.26	41.80
r	273.35	141.50	100.05	81.69	77.09

Tab. 1: Promień zakrętu



Rys. 1: Promień zakrętu

Jak widać na wykresie 1 promień zakrętu jest najmniejszy dla dużych kątów przechylenia. Osiąga on stosunkowo niewielkie wartości, co wskazuje na dobrą manewrowość. Cecha ta jest zazwyczaj porządana dla samolotu szkolno-treningowego. Dane zaprezentowane na wykresie pochodzą z Tab. 2.

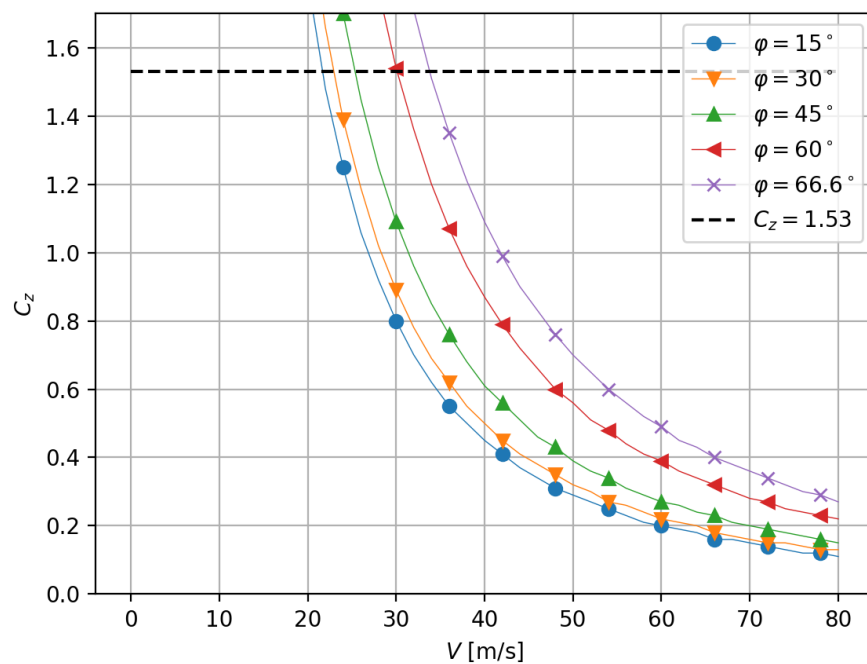
	$R(\varphi = 15^\circ)$	$R(\varphi = 30^\circ)$	$R(\varphi = 45^\circ)$	$R(\varphi = 60^\circ)$	$R(\varphi = 66.6^\circ)$
0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2.0	1.52	0.71	0.41	0.24	0.18
4.0	6.09	2.82	1.63	0.94	0.71
6.0	13.70	6.36	3.67	2.12	1.59
8.0	24.35	11.30	6.52	3.77	2.82
10.0	38.04	17.66	10.19	5.89	4.41
12.0	54.78	25.42	14.68	8.47	6.35
14.0	74.56	34.61	19.98	11.54	8.65
16.0	97.39	45.20	26.10	15.07	11.29
18.0	123.26	57.21	33.03	19.07	14.29
20.0	152.17	70.62	40.77	23.54	17.64
22.0	184.13	85.45	49.34	28.48	21.35
24.0	219.13	101.70	58.72	33.90	25.41
26.0	257.17	119.35	68.91	39.78	29.82
28.0	298.26	138.42	79.92	46.14	34.58
30.0	342.39	158.90	91.74	52.97	39.70
32.0	389.56	180.80	104.38	60.27	45.17
34.0	439.78	204.10	117.84	68.03	50.99
36.0	493.04	228.82	132.11	76.27	57.17
38.0	549.35	254.95	147.20	84.98	63.70
40.0	608.69	282.50	163.10	94.17	70.58
42.0	671.08	311.45	179.82	103.82	77.81
44.0	736.52	341.82	197.35	113.94	85.40
46.0	805.00	373.60	215.70	124.53	93.34
48.0	876.52	406.79	234.86	135.60	101.63
50.0	951.08	441.40	254.84	147.13	110.28
52.0	1028.69	477.42	275.64	159.14	119.28
54.0	1109.34	514.85	297.25	171.62	128.63
56.0	1193.04	553.69	319.67	184.56	138.34
58.0	1279.78	593.95	342.92	197.98	148.39
60.0	1369.56	635.61	366.97	211.87	158.80
62.0	1462.39	678.70	391.85	226.23	169.57
64.0	1558.25	723.19	417.53	241.06	180.68
66.0	1657.17	769.09	444.04	256.36	192.15
68.0	1759.12	816.41	471.36	272.14	203.97
70.0	1864.12	865.14	499.49	288.38	216.15
72.0	1972.17	915.29	528.44	305.10	228.68
74.0	2083.25	966.84	558.21	322.28	241.56
76.0	2197.38	1019.81	588.79	339.94	254.79
78.0	2314.56	1074.19	620.18	358.06	268.38
80.0	2434.77	1129.98	652.40	376.66	282.32

Tab. 2: Promień zakrętu

3 Współczynnik siły nośnej

	$C_z(\varphi = 15^\circ)$	$C_z(\varphi = 30^\circ)$	$C_z(\varphi = 45^\circ)$	$C_z(\varphi = 60^\circ)$	$C_z(\varphi = 66.6^\circ)$
0.0	inf	inf	inf	inf	inf
2.0	179.63	200.35	245.38	347.02	436.89
4.0	44.91	50.09	61.35	86.76	109.22
6.0	19.96	22.26	27.26	38.56	48.54
8.0	11.23	12.52	15.34	21.69	27.31
10.0	7.19	8.01	9.82	13.88	17.48
12.0	4.99	5.57	6.82	9.64	12.14
14.0	3.67	4.09	5.01	7.08	8.92
16.0	2.81	3.13	3.83	5.42	6.83
18.0	2.22	2.47	3.03	4.28	5.39
20.0	1.80	2.00	2.45	3.47	4.37
22.0	1.48	1.66	2.03	2.87	3.61
24.0	1.25	1.39	1.70	2.41	3.03
26.0	1.06	1.19	1.45	2.05	2.59
28.0	0.92	1.02	1.25	1.77	2.23
30.0	0.80	0.89	1.09	1.54	1.94
32.0	0.70	0.78	0.96	1.36	1.71
34.0	0.62	0.69	0.85	1.20	1.51
36.0	0.55	0.62	0.76	1.07	1.35
38.0	0.50	0.55	0.68	0.96	1.21
40.0	0.45	0.50	0.61	0.87	1.09
42.0	0.41	0.45	0.56	0.79	0.99
44.0	0.37	0.41	0.51	0.72	0.90
46.0	0.34	0.38	0.46	0.66	0.83
48.0	0.31	0.35	0.43	0.60	0.76
50.0	0.29	0.32	0.39	0.56	0.70
52.0	0.27	0.30	0.36	0.51	0.65
54.0	0.25	0.27	0.34	0.48	0.60
56.0	0.23	0.26	0.31	0.44	0.56
58.0	0.21	0.24	0.29	0.41	0.52
60.0	0.20	0.22	0.27	0.39	0.49
62.0	0.19	0.21	0.26	0.36	0.45
64.0	0.18	0.20	0.24	0.34	0.43
66.0	0.16	0.18	0.23	0.32	0.40
68.0	0.16	0.17	0.21	0.30	0.38
70.0	0.15	0.16	0.20	0.28	0.36
72.0	0.14	0.15	0.19	0.27	0.34
74.0	0.13	0.15	0.18	0.25	0.32
76.0	0.12	0.14	0.17	0.24	0.30
78.0	0.12	0.13	0.16	0.23	0.29
80.0	0.11	0.13	0.15	0.22	0.27

Tab. 3: Współczynnik siły nośnej

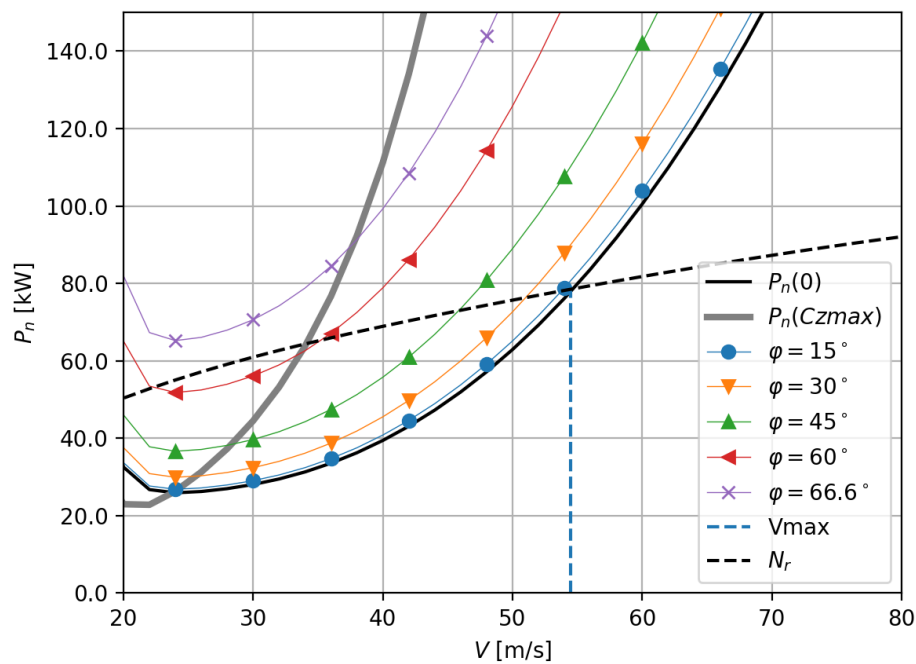


Rys. 2: Współczynnik siły nośnej

	$P_n(\varphi = 15^\circ)$ [kW]	$P_n(\varphi = 30^\circ)$ [kW]	$P_n(\varphi = 45^\circ)$ [kW]	$P_n(\varphi = 60^\circ)$ [kW]	$P_n(\varphi = 66.6^\circ)$ [kW]	$P_n(\varphi = 0^\circ)$ [kW]	N_r [kW]
6.0	15503544.96	17291957.50	21178236.27	29950548.96	37707047.76	14975274.48	0.03
8.0	637065.33	710554.05	870247.43	1230715.71	1549442.59	615357.86	0.03
10.0	52025.15	58026.51	71067.67	100504.87	126533.30	50252.43	0.04
12.0	6440.71	7183.68	8798.17	12442.49	15664.81	6221.25	0.04
14.0	1049.72	1170.81	1433.94	2027.90	2553.08	1013.95	0.04
16.0	216.45	241.42	295.67	418.15	526.44	209.07	0.04
18.0	64.10	71.49	87.56	123.83	155.89	61.91	0.05
20.0	33.69	37.58	46.02	65.09	81.94	32.54	0.05
22.0	27.67	30.86	37.80	53.45	67.30	26.73	0.05
24.0	26.82	29.91	36.64	51.81	65.23	25.90	0.06
26.0	27.16	30.30	37.11	52.48	66.07	26.24	0.06
28.0	27.93	31.16	38.16	53.96	67.94	26.98	0.06
30.0	29.04	32.39	39.67	56.10	70.63	28.05	0.06
32.0	30.51	34.03	41.68	58.95	74.22	29.48	0.06
34.0	32.40	36.14	44.26	62.60	78.81	31.30	0.06
36.0	34.74	38.74	47.45	67.10	84.48	33.55	0.07
38.0	37.54	41.87	51.28	72.52	91.30	36.26	0.07
40.0	40.83	45.54	55.77	78.87	99.30	39.44	0.07
42.0	44.62	49.77	60.95	86.20	108.53	43.10	0.07
44.0	48.93	54.58	66.85	94.54	119.02	47.27	0.07
46.0	53.78	59.99	73.47	103.90	130.81	51.95	0.07
48.0	59.18	66.01	80.84	114.32	143.93	57.16	0.07
50.0	65.14	72.66	88.99	125.84	158.43	62.92	0.08
52.0	71.69	79.96	97.93	138.49	174.35	69.24	0.08
54.0	78.83	87.93	107.69	152.29	191.73	76.15	0.08
56.0	86.60	96.59	118.29	167.29	210.62	83.65	0.08
58.0	95.00	105.95	129.77	183.52	231.05	91.76	0.08
60.0	104.05	116.05	142.14	201.01	253.07	100.51	0.08
62.0	113.78	126.91	155.43	219.81	276.73	109.90	0.08
64.0	124.20	138.53	169.67	239.94	302.08	119.97	0.08
66.0	135.34	150.95	184.88	261.46	329.17	130.73	0.09
68.0	147.21	164.20	201.10	284.39	358.05	142.20	0.09
70.0	159.84	178.28	218.34	308.79	388.75	154.39	0.09
72.0	173.24	193.22	236.65	334.67	421.34	167.34	0.09
74.0	187.43	209.06	256.04	362.10	455.87	181.05	0.09
76.0	202.45	225.80	276.55	391.10	492.38	195.55	0.09
78.0	218.29	243.48	298.19	421.71	530.92	210.86	0.09
80.0	235.00	262.11	321.01	453.98	571.55	226.99	0.09

Tab. 4: Niezbędna moc rozporządzalna do lotu

4 Moc

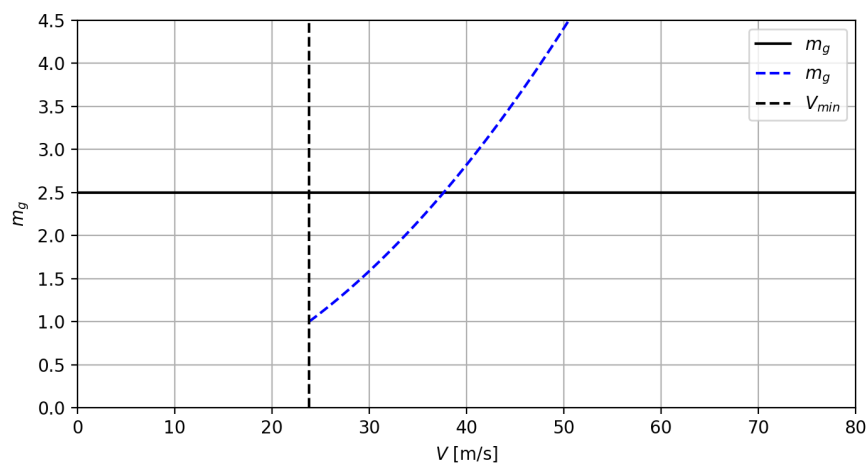


Rys. 3: Moc

Jak widać na wykresie powyżej, nie wszystkie kąty przechylenia są osiągalne przy danej mocy silnika. W celu polepszenia parametrów zakrętu należy zwiększyć moc silnika. Dane zaprezentowane na wykresie pochodzą z 4.

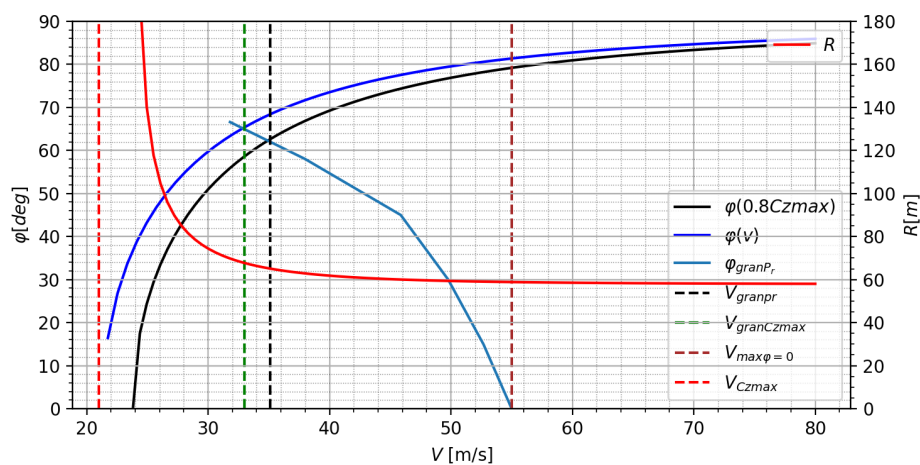
5 Zakręt ze stałym kątem natarcia

Do wyznaczenia wartości zakrętu na stałym kącie natarcia został przyjęty $C_z = 1.53 \cdot 0.8 = 1.225$.



Rys. 4: Współczynnik obciążenia m_g w zakręcie na stałym kącie natarcia

Na ostatnim wykresie znajdują się informacje o promieniu zakrętu oraz przechyleniu w zakręcie przy utrzymaniu stałego kąta natarcia. Dodatkowo zaznaczone są ograniczenia wynikające z maksymalnego współczynnika siły nośnej, ciągu silnika, prędkości maksymalnej i minimalnej, a także z maksymalnego współczynnika obciążenia.



Rys. 5: Zakręt przy stałym kącie natarcia