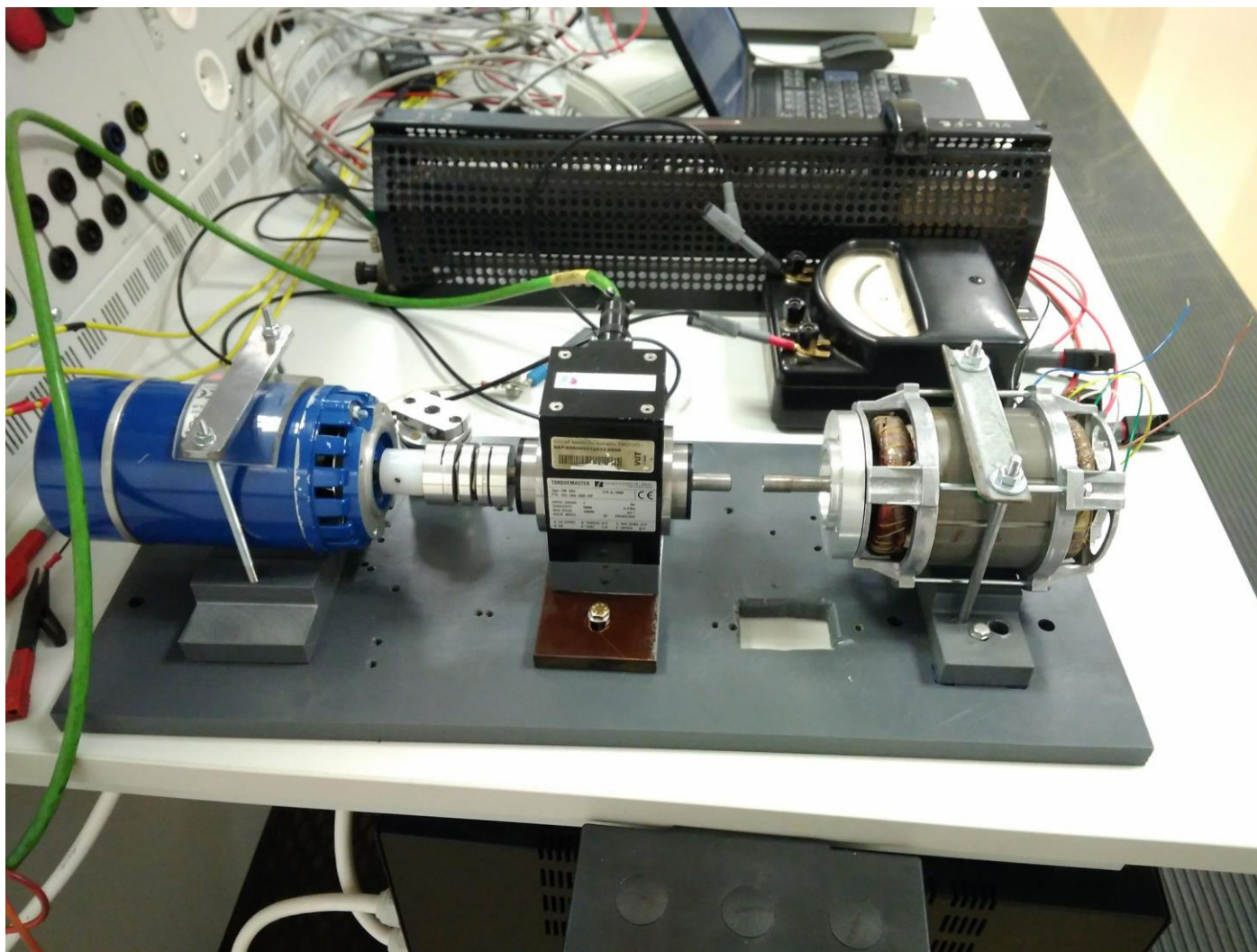


Příloha A: Měření asynchronního motoru s plným rotorem:



Obrázek 1: Měřící pracoviště

Tabulka 1: Zatěžovací charakteristika

U_1 [V]	U_2 [V]	U_3 [V]	U_{ef} [V]	I_1 [A]	I_2 [A]	I_3 [A]	I_{ef} [A]	P_1 [W]	$\cos \phi$ [-]	S [VA]	Q [VAR]	P_2 [W]	M [Nm]	n [ot/min]	η [-]	s [-]
408,4	412,3	410,6	410,4	0,300	0,309	0,301	0,303	45,9	0,213	215,6	210,9	5,2	0,017	2909	0,113	0,03
408,1	411,7	410,2	410,0	0,304	0,312	0,304	0,306	50,8	0,233	217,6	211,8	9,0	0,030	2877	0,178	0,04
408,3	411,8	410,4	410,1	0,311	0,319	0,311	0,314	59,4	0,266	222,9	215,0	14,8	0,050	2821	0,249	0,06
407,9	411,6	410,1	409,9	0,317	0,326	0,318	0,320	67,0	0,295	227,4	217,5	20,0	0,069	2767	0,298	0,08
408,0	411,4	409,9	409,8	0,325	0,332	0,325	0,327	75,0	0,323	232,3	220,1	25,2	0,089	2709	0,337	0,10
407,3	410,7	409,1	409,0	0,339	0,347	0,340	0,342	90,9	0,375	242,3	224,9	34,8	0,129	2578	0,383	0,14
406,8	409,9	408,7	408,4	0,348	0,354	0,348	0,350	98,9	0,400	247,5	227,1	39,4	0,150	2508	0,398	0,16
406,0	409,3	407,9	407,7	0,355	0,362	0,356	0,357	106,9	0,424	252,4	228,9	43,6	0,171	2434	0,408	0,19
406,8	409,9	408,6	408,4	0,364	0,370	0,365	0,366	114,7	0,443	259,1	232,6	47,1	0,190	2367	0,411	0,21
406,7	409,8	408,4	408,3	0,372	0,378	0,373	0,374	122,3	0,462	264,8	235,1	50,3	0,209	2297	0,411	0,23
406,6	409,5	408,0	408,0	0,380	0,386	0,382	0,382	129,7	0,480	270,3	237,4	53,3	0,229	2221	0,411	0,26
406,7	409,8	408,2	408,2	0,389	0,395	0,391	0,392	137,9	0,498	276,9	240,4	55,9	0,250	2134	0,405	0,29
406,8	410,2	408,3	408,4	0,397	0,404	0,400	0,400	145,7	0,514	283,3	243,1	58,1	0,269	2061	0,398	0,31
407,6	410,3	408,9	408,9	0,408	0,413	0,410	0,410	154,2	0,531	290,7	246,6	59,7	0,289	1974	0,387	0,34
407,4	410,3	408,8	408,8	0,416	0,422	0,418	0,419	161,6	0,545	296,5	248,9	60,8	0,309	1879	0,376	0,37
406,0	409,2	407,3	407,5	0,425	0,431	0,428	0,428	170,0	0,563	302,1	249,9	61,0	0,332	1755	0,359	0,42
406,6	409,6	408,1	408,1	0,434	0,439	0,436	0,437	177,0	0,574	308,6	253,0	61,6	0,351	1677	0,348	0,44
406,0	409,4	407,6	407,7	0,441	0,447	0,444	0,444	183,8	0,586	313,7	254,5	61,0	0,370	1575	0,332	0,48
405,1	408,2	406,2	406,5	0,451	0,456	0,454	0,454	191,9	0,601	319,3	255,4	59,2	0,391	1446	0,308	0,52

Příklad výpočtu pro první řádek tab. 1:

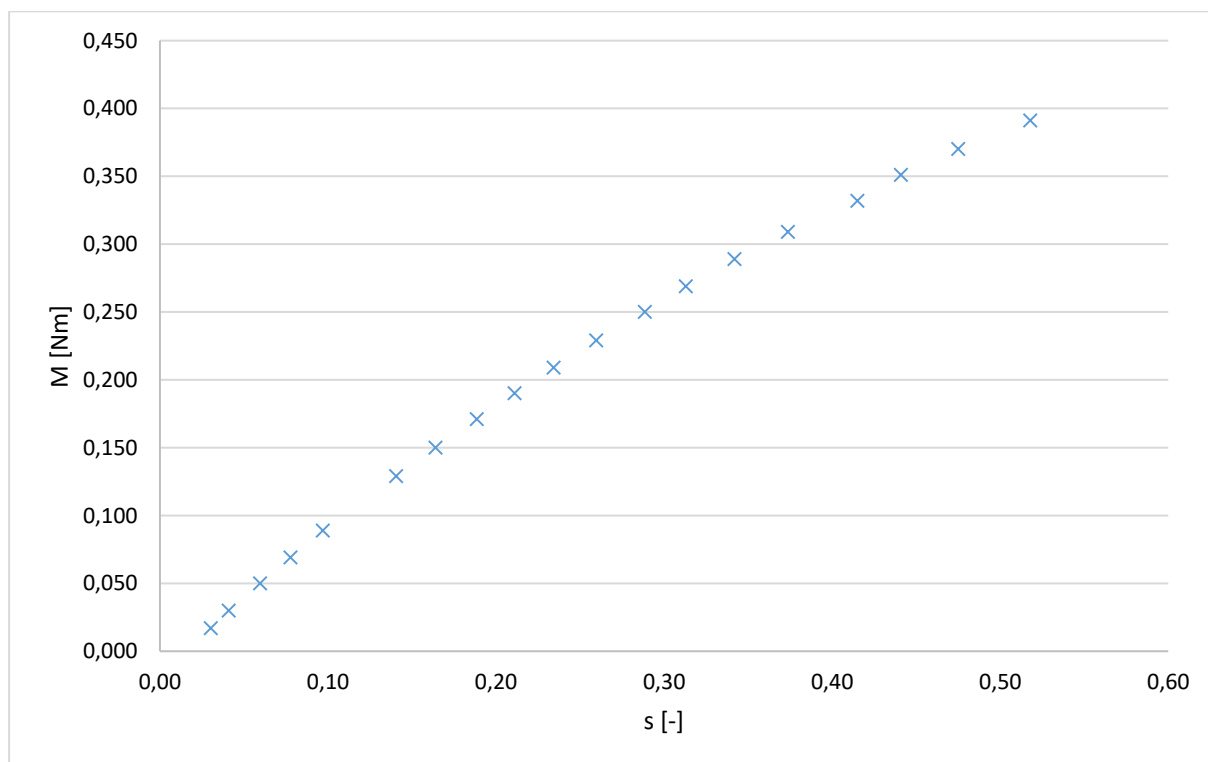
$$U_{ef} = \frac{U_1 + U_2 + U_3}{3} = \frac{408,4 + 412,3 + 410,6}{3} = 410,4 \text{ V}$$

$$I_{ef} = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \frac{0,300 + 0,309 + 0,301}{3} = 0,303 \text{ A}$$

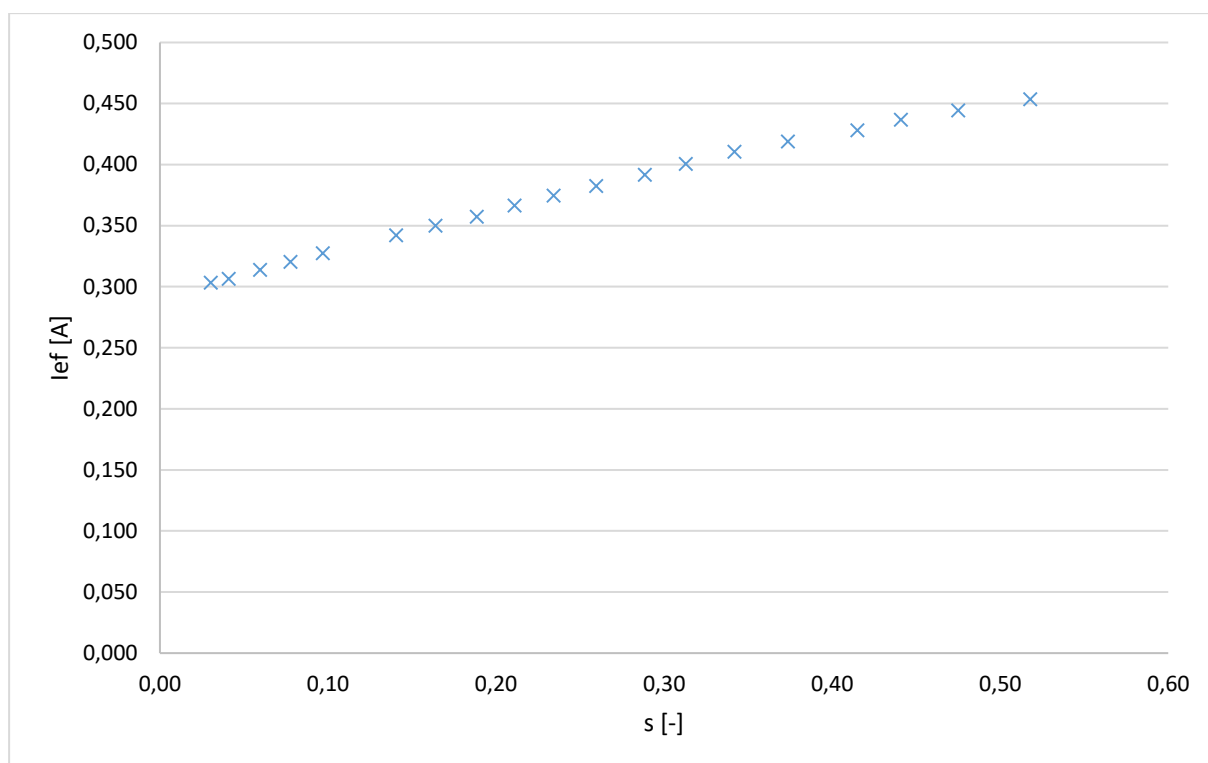
$$P_2 = M \cdot \frac{2\pi \cdot n}{60} = 0,017 \cdot \frac{2\pi \cdot 2909}{60} = 5,2 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{5,2}{45,9} = 0,113$$

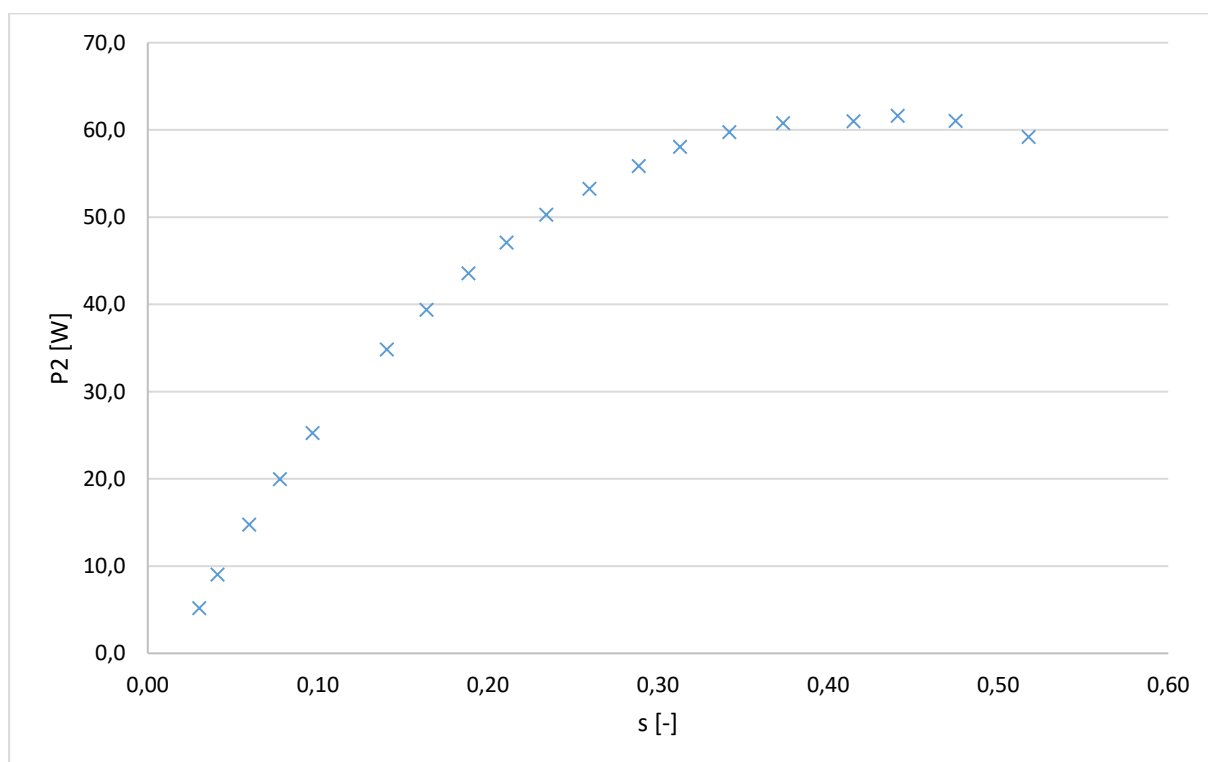
$$s = \frac{3000 - n}{3000} = \frac{3000 - 2909}{3000} = 0,03$$



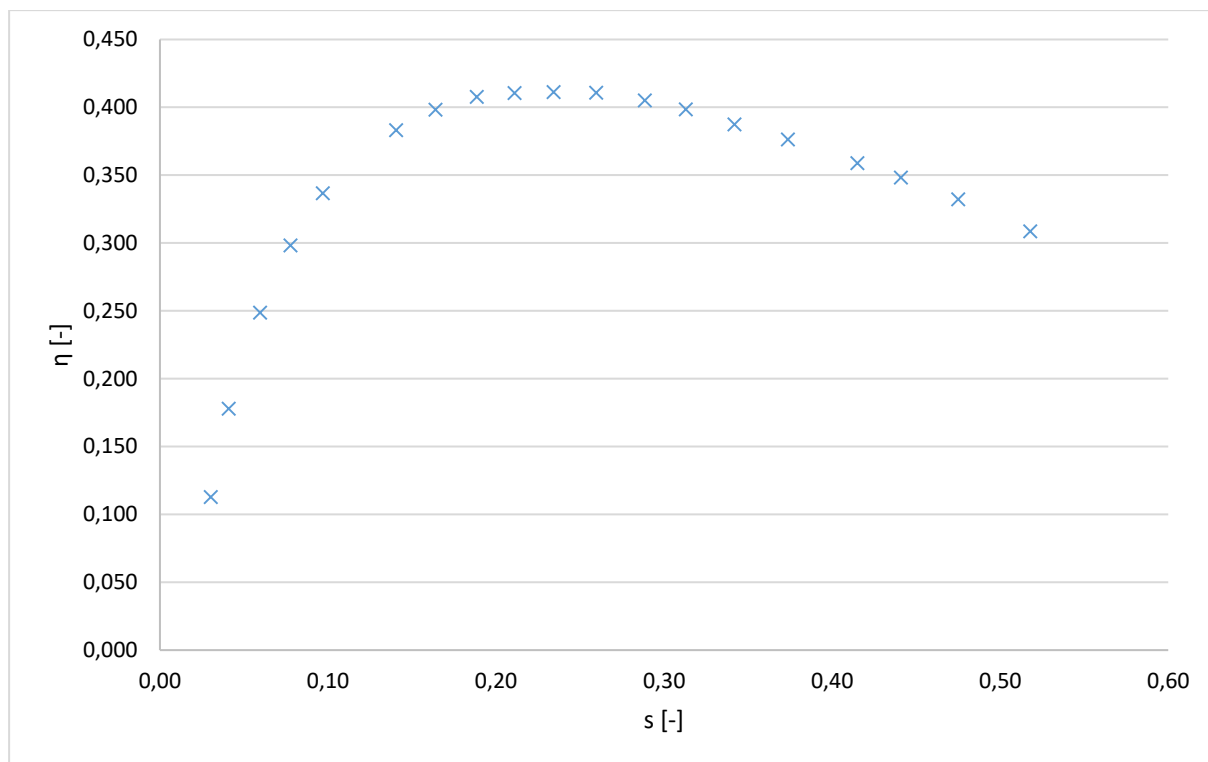
Graf 1: Momentová charakteristika



Graf 2: Závislost proudu na skluzu



Graf 3: Závislost mechanického výkonu na skluzu



Graf 4: Závislost účinnosti na skluzu

Tabulka 2: Zkouška naprázdno

U_1 [V]	U_2 [V]	U_3 [V]	U_{ef} [V]	I_1 [A]	I_2 [A]	I_3 [A]	I_0 [A]	P_1 [W]	$\cos \phi$ [-]	S [VA]	Q [VAr]	$(U_{ef}/U_n)^2$	ΔP_{j0} [W]	$\Delta P_{m,Fe}$ [W]
407,0	410,5	409,0	408,8	0,291	0,297	0,294	0,294	37,7	0,181	208,1	204,9	1,045	18,4	19,2
397,9	400,3	398,6	398,9	0,275	0,279	0,278	0,277	34,6	0,181	191,5	188,5	0,995	16,4	18,2
391,1	392,8	391,6	391,8	0,264	0,267	0,266	0,266	32,4	0,180	180,4	177,6	0,959	15,1	17,4
379,5	380,9	379,4	379,9	0,246	0,249	0,249	0,248	29,3	0,180	163,1	160,6	0,902	13,1	16,2
370,5	371,5	370,7	370,9	0,234	0,236	0,236	0,235	27,1	0,180	151,1	148,7	0,860	11,8	15,3
360,7	362,1	360,7	361,2	0,221	0,223	0,223	0,222	25,0	0,180	139,0	136,8	0,815	10,5	14,5
350,4	351,2	350,2	350,6	0,208	0,210	0,210	0,209	22,9	0,181	127,0	125,0	0,768	9,3	13,6
340,4	341,4	340,1	340,6	0,196	0,198	0,198	0,197	21,2	0,182	116,5	114,6	0,725	8,3	12,8
330,8	332,1	330,3	331,1	0,186	0,188	0,188	0,187	19,6	0,183	107,3	105,5	0,685	7,5	12,1
318,9	320,2	318,9	319,3	0,174	0,176	0,175	0,175	17,9	0,185	97,0	95,3	0,637	6,6	11,4
310,1	310,9	309,9	310,3	0,166	0,168	0,167	0,167	16,7	0,187	89,7	88,1	0,602	5,9	10,8
301,0	301,2	300,6	300,9	0,159	0,159	0,159	0,159	15,6	0,189	82,8	81,3	0,566	5,4	10,2
292,0	292,3	291,5	291,9	0,151	0,152	0,152	0,152	14,6	0,191	76,6	75,2	0,533	4,9	9,7
280,3	280,5	279,5	280,1	0,143	0,143	0,143	0,143	13,4	0,194	69,4	68,1	0,490	4,4	9,1
270,7	271,2	270,4	270,8	0,136	0,137	0,137	0,137	12,7	0,197	64,1	62,9	0,458	4,0	8,7
260,3	260,6	260,0	260,3	0,130	0,131	0,130	0,130	11,7	0,200	58,7	57,5	0,423	3,6	8,1
249,4	249,8	249,4	249,5	0,124	0,124	0,123	0,124	10,8	0,203	53,5	52,4	0,389	3,3	7,6
239,4	240,0	239,8	239,8	0,118	0,119	0,117	0,118	10,1	0,205	49,1	48,0	0,359	3,0	7,1
230,5	231,1	230,8	230,8	0,113	0,114	0,113	0,113	9,4	0,208	45,3	44,3	0,333	2,7	6,7
220,6	220,3	220,1	220,3	0,108	0,108	0,108	0,108	8,7	0,211	41,1	40,2	0,303	2,5	6,2
211,3	211,4	211,0	211,2	0,103	0,103	0,103	0,103	8,1	0,214	37,6	36,8	0,279	2,3	5,8
199,6	200,0	200,0	199,9	0,097	0,098	0,096	0,097	7,4	0,219	33,6	32,8	0,250	2,0	5,3
190,4	190,9	191,0	190,8	0,093	0,093	0,092	0,093	6,8	0,222	30,6	29,9	0,227	1,8	5,0
180,5	180,5	180,3	180,4	0,088	0,088	0,087	0,088	6,2	0,228	27,4	26,7	0,203	1,6	4,6
170,4	170,7	171,2	170,7	0,084	0,084	0,082	0,083	5,7	0,234	24,5	23,9	0,182	1,5	4,3

Tabulka 3: Zkouška naprázdno - pokračování

U_1 [V]	U_2 [V]	U_3 [V]	U_{ef} [V]	I_1 [A]	I_2 [A]	I_3 [A]	I_0 [A]	P_1 [W]	$\cos \phi$ [-]	S [VA]	Q [VAr]	$(U_{ef}/U_n)^2$	ΔP_{j0} [W]	$\Delta P_{m,Fe}$ [W]
160,0	160,0	160,7	160,2	0,079	0,078	0,077	0,078	5,2	0,240	21,7	21,0	0,160	1,3	3,9
150,4	150,6	151,1	150,7	0,074	0,074	0,073	0,074	4,8	0,248	19,2	18,6	0,142	1,2	3,6
140,9	140,9	141,4	141,1	0,070	0,069	0,069	0,069	4,3	0,254	16,9	16,3	0,124	1,0	3,3
129,0	129,1	130,1	129,4	0,065	0,064	0,063	0,064	3,8	0,265	14,3	13,8	0,105	0,9	2,9
119,8	120,6	121,3	120,5	0,061	0,061	0,059	0,060	3,5	0,276	12,6	12,1	0,091	0,8	2,7
110,9	111,1	111,8	111,3	0,057	0,056	0,055	0,056	3,1	0,288	10,8	10,4	0,077	0,7	2,4
99,9	100,3	101,0	100,4	0,052	0,052	0,051	0,052	2,7	0,305	9,0	8,6	0,063	0,6	2,2

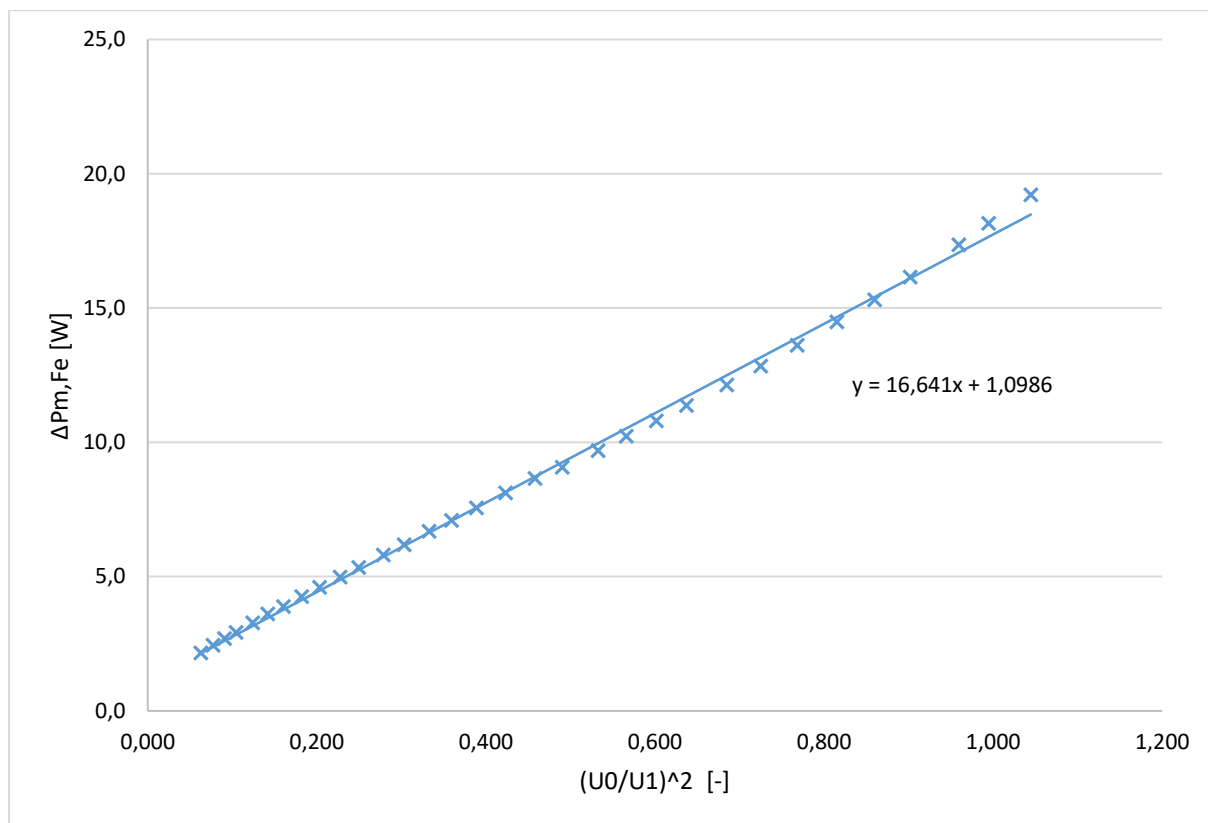
Příklad výpočtu pro první řádek tab. 2:

$$U_0 = \frac{U_1 + U_2 + U_3}{3} = \frac{407,0 + 410,5 + 409,0}{3} = 408,8 \text{ V}$$

$$I_0 = \frac{I_1 + I_2 + I_3}{3} = \frac{0,291 + 0,297 + 0,294}{3} = 0,294 \text{ A}$$

$$\left(\frac{U_0}{U_1}\right)^2 = \left(\frac{408,8}{400}\right)^2 = 1,045$$

$$\Delta P_{j0} = m \cdot R_{1f} \cdot I_0 = 3.72,18 \cdot 0,294^2 = 18,4 \text{ W}$$



Graf 5: Závislost ztrát mechanických a v železe na kvadrátu napětí

$$\Delta P_{mech} = |\text{člen } a_1 \text{ rovnice v grafu 5}| = 1,10 \text{ W}$$

$$\Delta P_{Fe} = |\text{člen } a_0 \text{ rovnice v grafu 5}| = 16,64 \text{ W}$$

Ztráty ΔP_{mech} reprezentují mechanické ztráty v asynchronním stroji za předpokladu, že otáčky dosahují téměř synchronních hodnot. Vzhledem k tomu, že měřený motor, má při zkoušce naprázdno nezanedbatelný skluz, budou v rotoru vnikat ztráty v železe. Hodnota ΔP_{mech} bude tedy součet mechanických ztrát i ztrát v železe rotoru.

Tabulka 4: Zkouška nakrátko

U_1 [V]	U_2 [V]	U_3 [V]	U_{ef} [V]	I_1 [A]	I_2 [A]	I_3 [A]	I_{ef} [A]	P_1 [W]	$\cos \phi$ [-]	S [VA]	Q [VAr]	M [Nm]
405,9	408,9	407,3	407,4	0,600	0,607	0,603	0,603	297,4	0,699	425,6	304,9	0,672

Tabulka 5: Odporů vinutí za studena

	R_{12} [Ω]	R_{13} [Ω]	R_{23} [Ω]	R [Ω]	ϑ_0 [$^{\circ}\text{C}$]
studene	127,36	129,42	129,06	64,31	22,1

Tabulka 6: Odporů vinutí

	R_{12} [Ω]	R_{13} [Ω]	R_{23} [Ω]	R_{1f} [Ω]	$\Delta\vartheta$ [K]	ϑ [$^{\circ}\text{C}$]
1.	144,41	144,47	144,2	72,18	31,46	53,56
2.	143,01	141,38	139,83	70,70	25,56	47,66
3.	139,93	142,07	142,12	70,69	25,49	47,59

Motor má vinutí zapojené do hvězdy. Při každém měření tak byly změřeny odpory dvou fází současně.

Příklad výpočtu pro první řádek tab. 5:

$$R_{1f} = \frac{R_{12} + R_{13} + R_{23}}{6} = \frac{144,41 + 144,47 + 144,20}{6} = 72,18 \, \Omega$$

$$\Delta\vartheta = \frac{R_{1f} - R}{R} \cdot (235 + \vartheta_0) = \frac{72,18 - 64,31}{64,31} \cdot (235 + 22,1) = 31,46 \, K$$

$$\vartheta = \vartheta_0 + \Delta\vartheta = 22,1 + 31,46 = 53,56 \, ^{\circ}\text{C}$$