

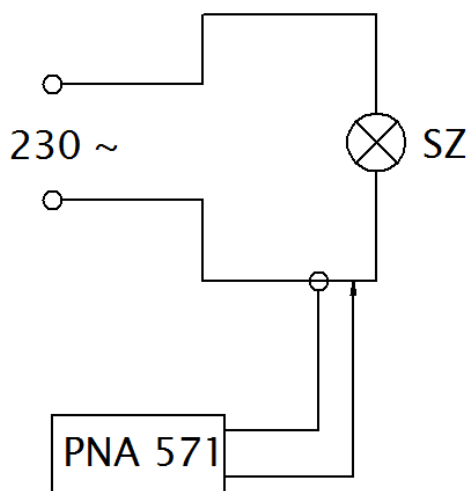
Zadanie:

Porovnajte tri svetelné zdroje z pohľadu generovania harmonických zložiek vyšších rádo.

Postup:

V tomto meraní sme sledovali vplyv troch svetelných zdrojov na šírenie prúdových harmonických v obvode. Ako svetelné zdroje bola použitá klasická žiarovka, úsporná žiarivka a LED žiarivka. Cieľom merania bolo sledovať ako sa menia prúdové harmonické po pripojení daného svetelného zdroja.

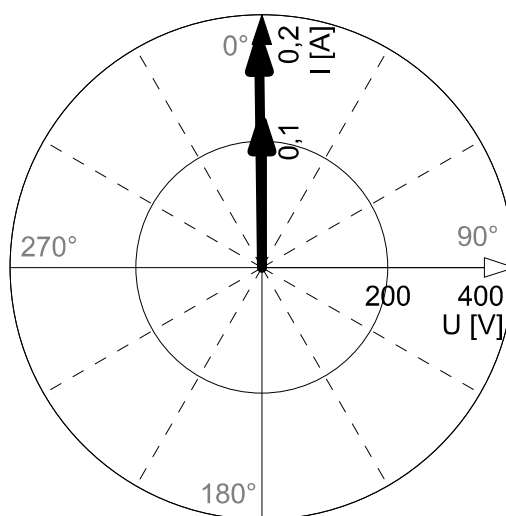
Meranie sme vykonávali najskôr samostatne pre každý svetelný zdroj a potom po pripojení všetkých troch zdrojov na spoločnú fázu. Na meranie sme použili sieťový analyzátor PNA 571. Počas merania sme sledovali okamžitý priebeh napätia a prúdu graficky aj vektorovo a grafický rozklad na harmonické zložky.



Žiarovka so žeraveným vláknom:

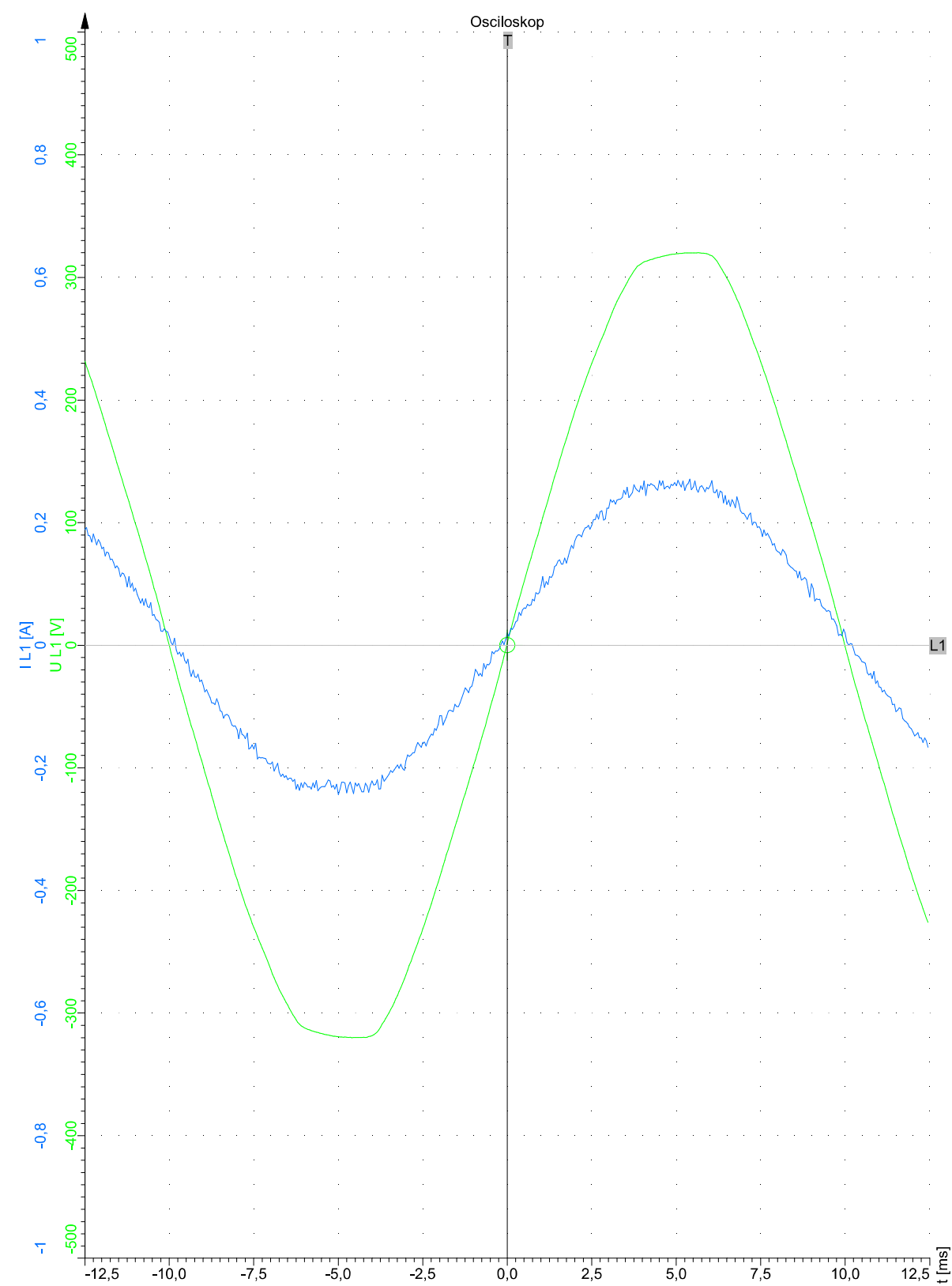
Z vektorového diagramu obr. 1 je vidieť, že klasická žiarovka so žeraveným vláknom sa správa ako záťaž, ktorej dominantným parametrom je odpor. Vplyv indukčnosti a kapacity vlákna žiarovky je zanedbateľne malá. Na priebehu obr. 2 je vidieť, že napätie v napájacej sieti nemá v skutočnosti ideálny sínusový priebeh, ale je mierne deformovaný. Preto aj žiarovkou bude pretekať prúd s harmonickými zložkami obr. 3. Koeficient harmonického skreslenia $THD_i = 1,88 \%$ a $THD_u = 1,72 \%$. Celkový účinník má hodnotu $\lambda = 0,996$.

U_i [V]	231,15
I_i [A]	0,178
Φ [°]	-0,8
$\cos \Phi$ [-]	1,000
P_i [W]	41,3
Q_i [VAR]	-0,5
S_i [VA]	41,3

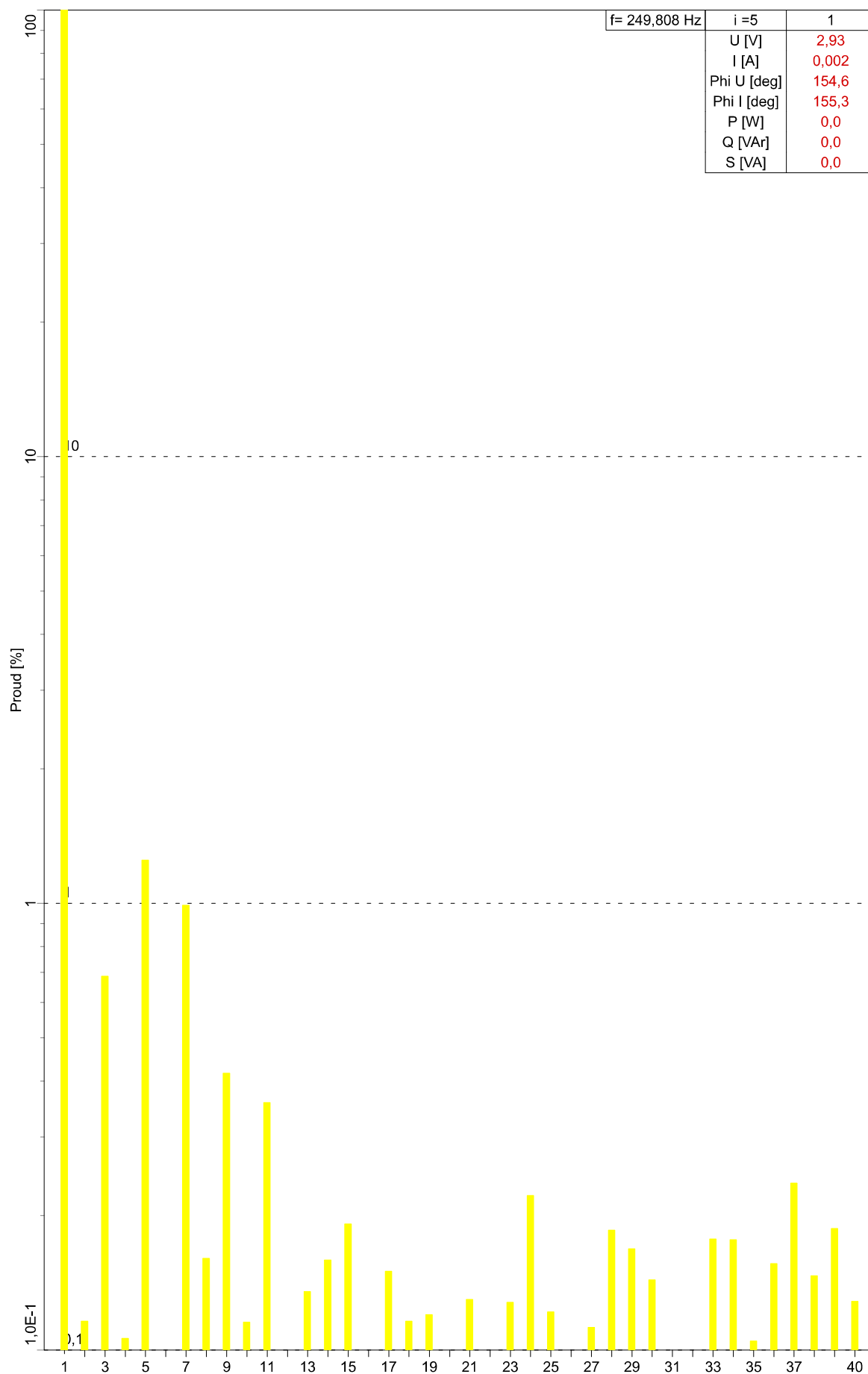


Obr. 1. Vektorový diagram napätia a prúdu na žiarovke

U _{rms_L1} [V]	I _{rms_L1} [A]	P _{L1} [W]	THD _{U_L1} [%]	cos_phi_L1_H1	THD _{I_L1} [%]	PF _{L1}
230.93	0.1790	41.2	1.72	0.9999	1.88	0.9963



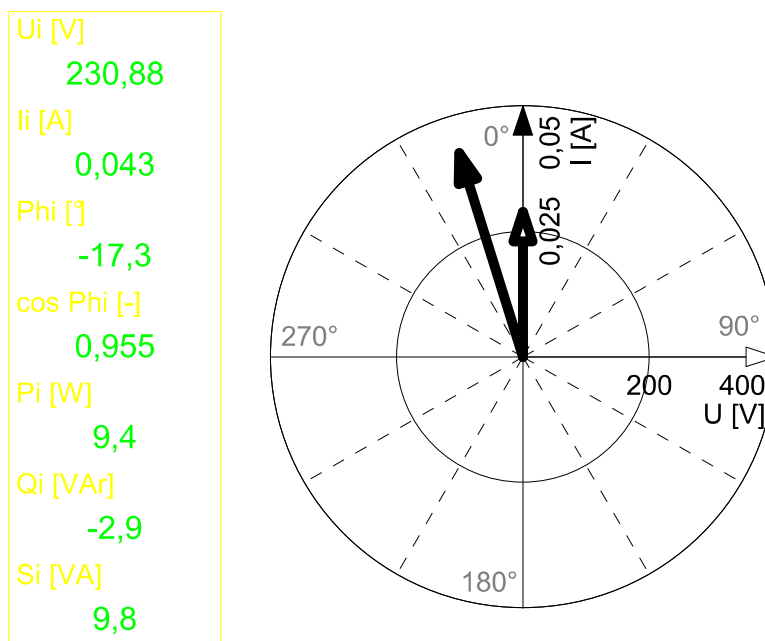
Obr. 2. Pribeh napätia a prúdu na žiarovke



Obr. 3. Harmonické zložky prúdu žiarovky

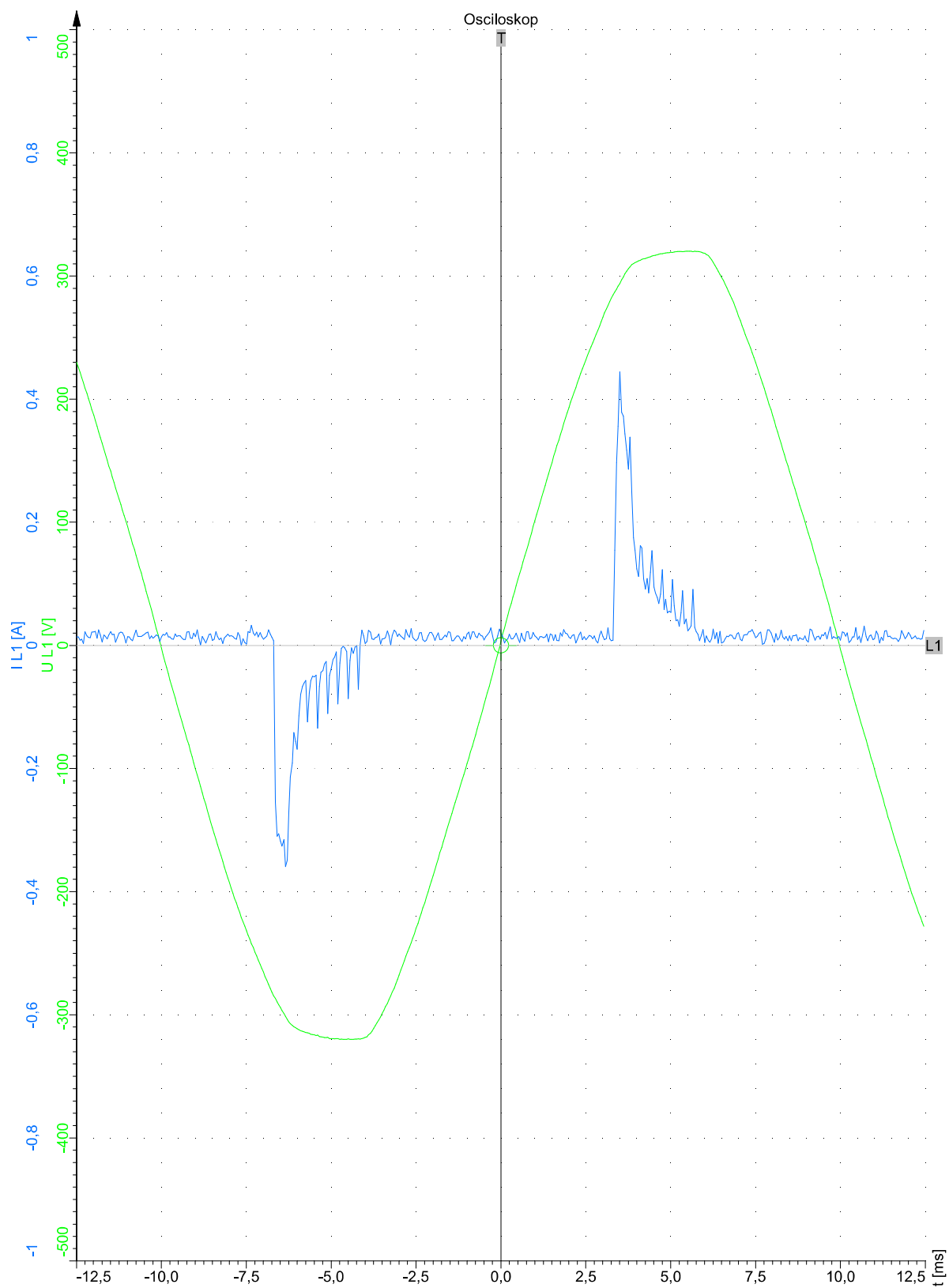
LED žiarivka:

Na kruhovom diagrame LED žiarovky obr. 4 a obr. 5 je vidieť posun medzi napätím a prúdom. v tomto prípade má záťaž nielen odporový ale aj kapacitný charakter, preto prúd odoberaný záťažou bude predbiehať napätie v tomto prípade o $17,3^\circ$. LED žiarovka bude do siete dodávať kapacitný prúd a bude zdrojom harmonických zložiek vyšších rádov. Koeficient harmonického skreslenia $THD_i = 163,53 \%$ a $THD_u = 1,78 \%$. Celkový účinník má hodnotu $\lambda = 0,479$.

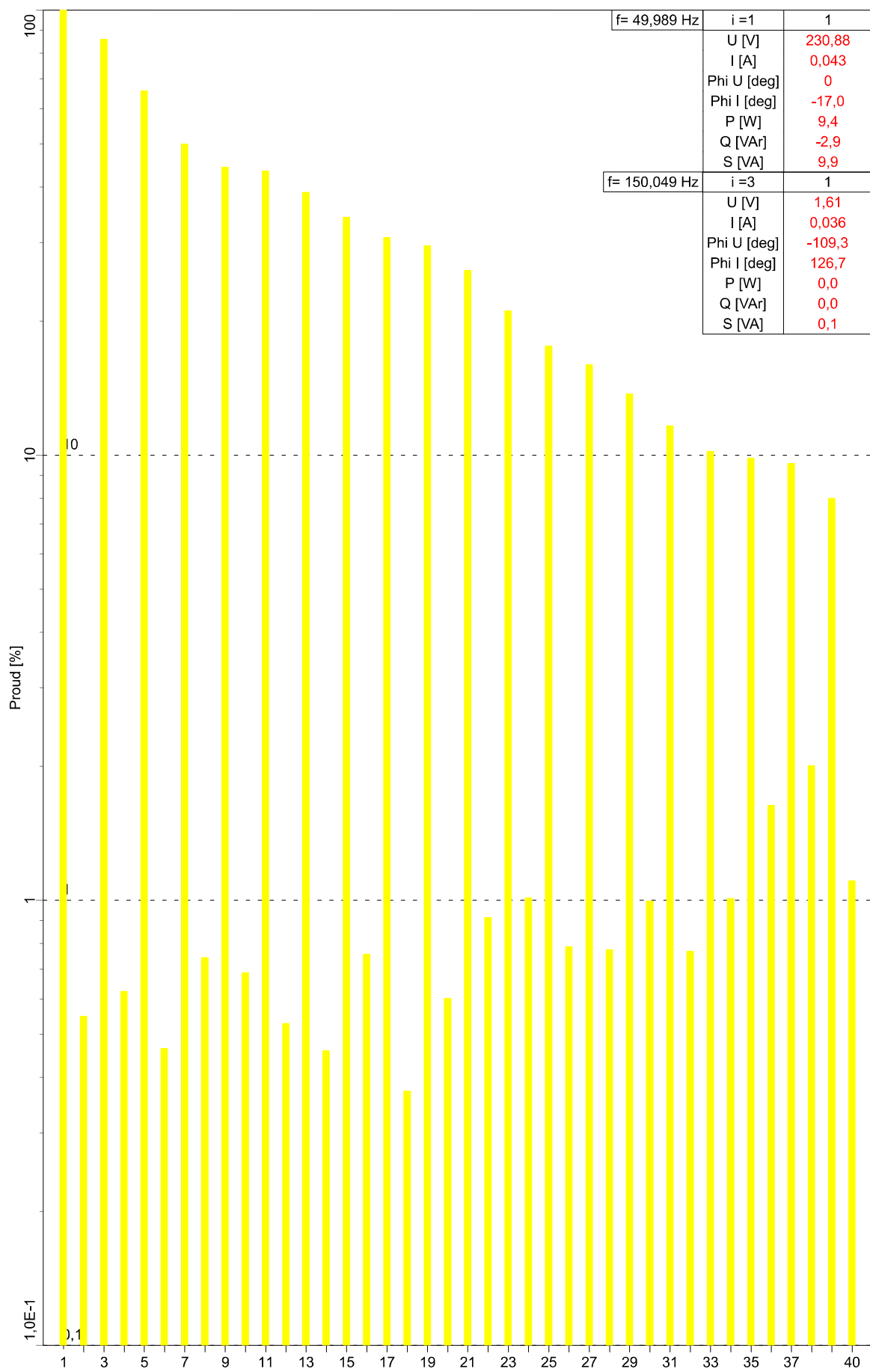


Obr. 4. Vektorový diagram napätia a prúdu na LED žiarovke

U _{rms_L1} [V]	I _{rms_L1} [A]	P _{L1} [W]	THD _{U_L1} [%]	cos_phi_L1_H1	THD _{I_L1} [%]	PF_L1
230.82	0.0829	9.2	1.78	0.9571	16.353	0.4788



Obr. 5. Priebeh napätia a prúdu na LED žiarovke

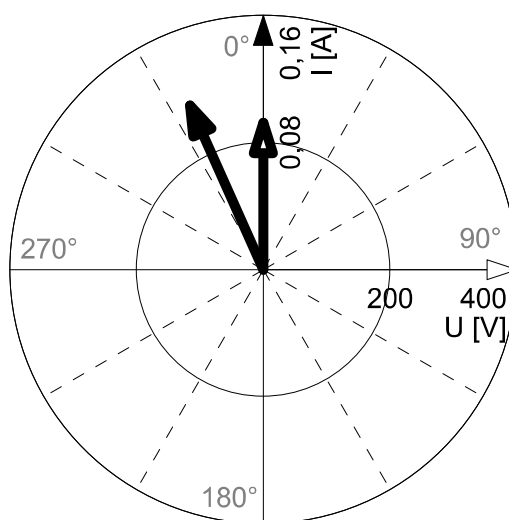


Obr. 6. Harmonické zložky prúdu LED žiarovky

Úsporná žiarivka:

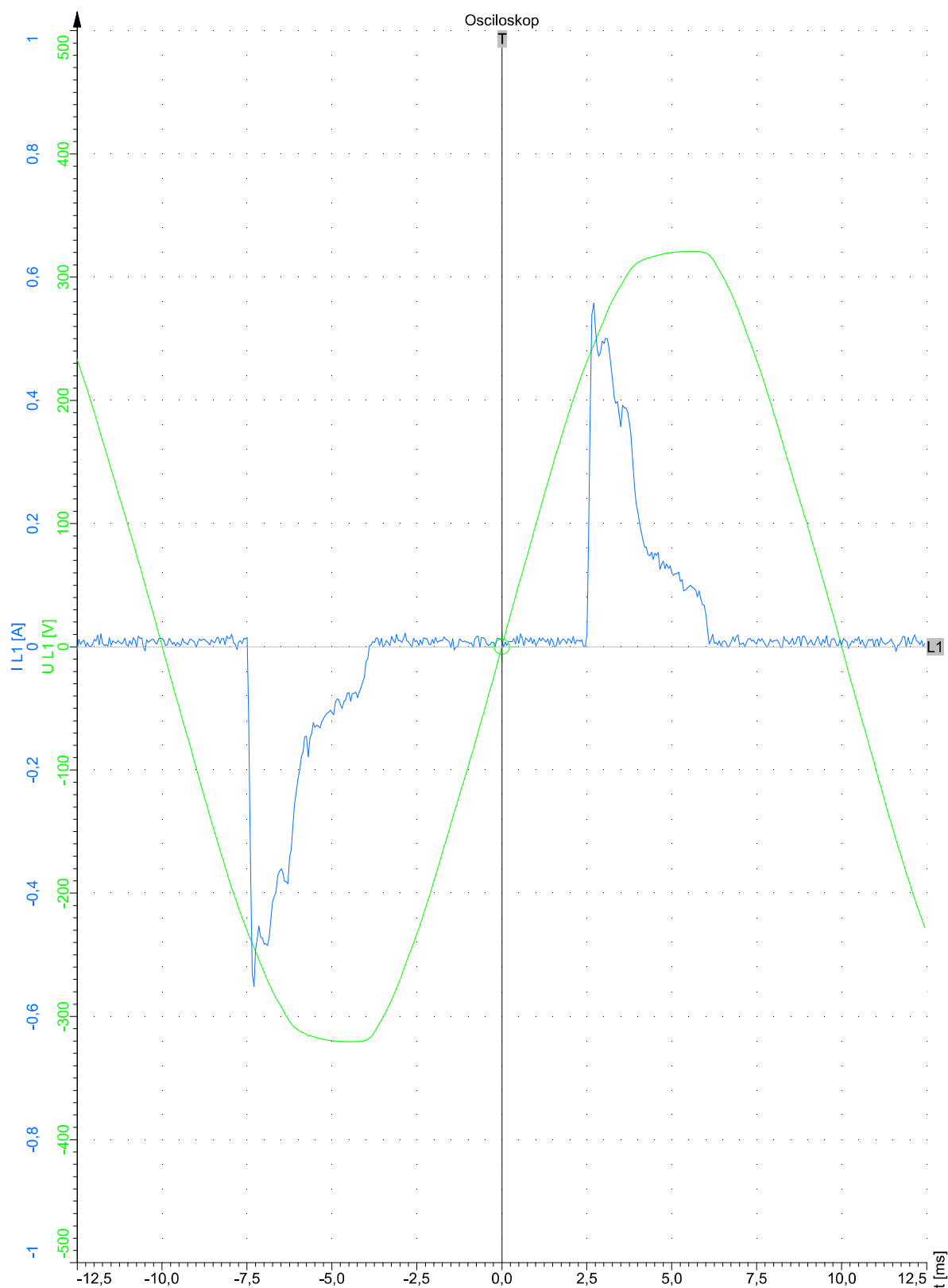
Na kruhovom diagrame úspornej žiarivky obr. 7 a obr. 8 je vidieť posun medzi napätím a prúdom. V tomto prípade má záťaž nielen odporový ale aj kapacitný charakter, preto prúd odoberaný záťažou bude predbiehať napätie v tomto prípade o $24,1^\circ$. Úsporná žiarivka bude do siete dodávať kapacitný prúd a bude zdrojom harmonických zložiek vyšších rádov. Koeficient harmonického skreslenia $THD_i = 108,59\%$ a $THD_u = 1,78\%$. Celkový účinník má hodnotu $\lambda = 0,613$.

U_i [V]	230,56
I_i [A]	0,113
Φ [°]	-24,1
$\cos \Phi$ [-]	0,913
P_i [W]	23,8
Q_i [VAR]	-10,6
S_i [VA]	26,1

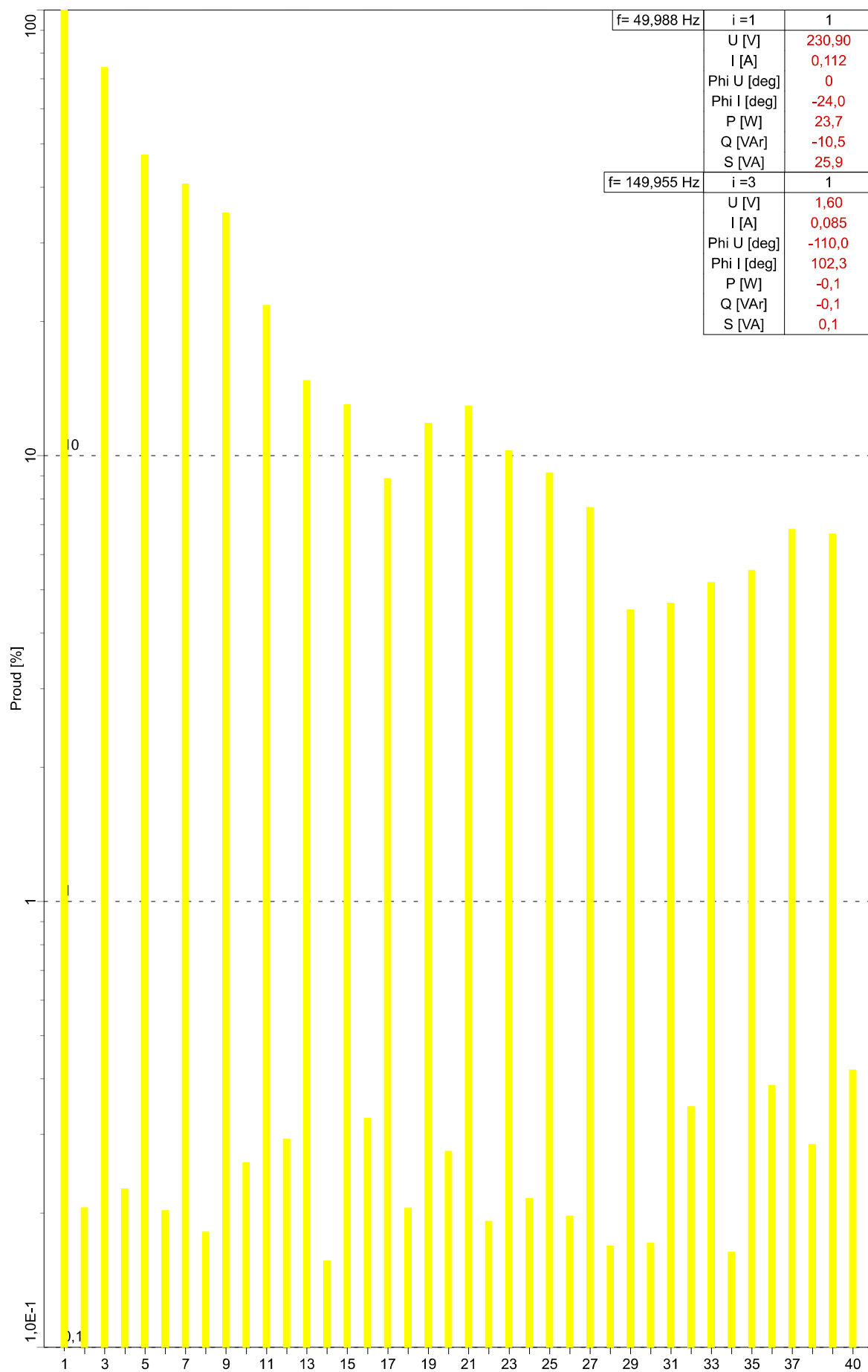


Obr. 7. Vektorový diagram napätia a prúdu na úspornej žiarivke

U _{rms_L1} [V]	I _{rms_L1} [A]	P _{L1} [W]	THD _{U_L1} [%]	cos_phi_L1_H1	THD _{I_L1} [%]	PF _{L1}
23 123	0.1680	238	1.78	0.9 148	108.59	0.6 135



Obr. 8. Priebeh napätia a prúdu na úspornej žiarivke

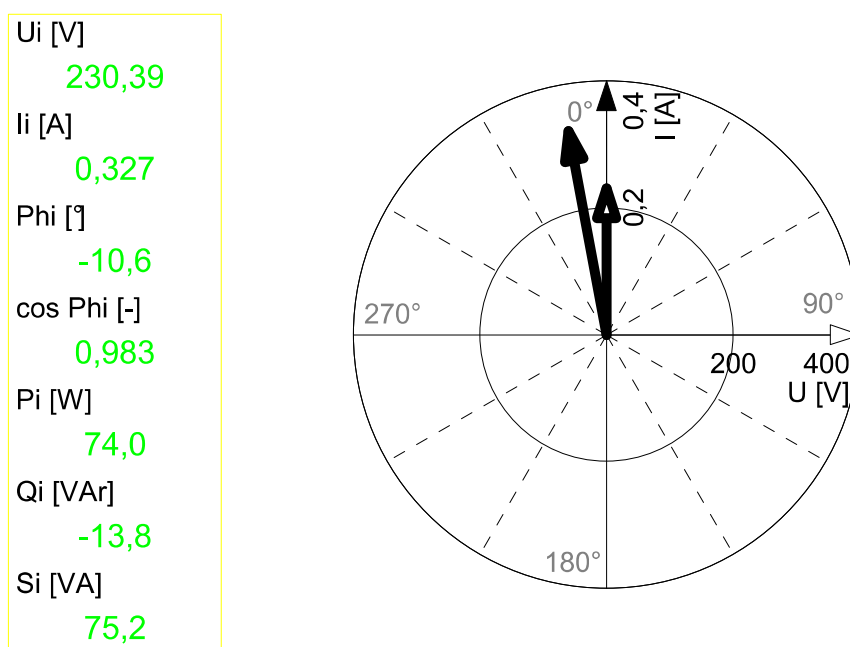


Obr. 9. Harmonické zložky prúdu úspornej žiarivky

Tri svetelné zdroje na spoločnej fáze:

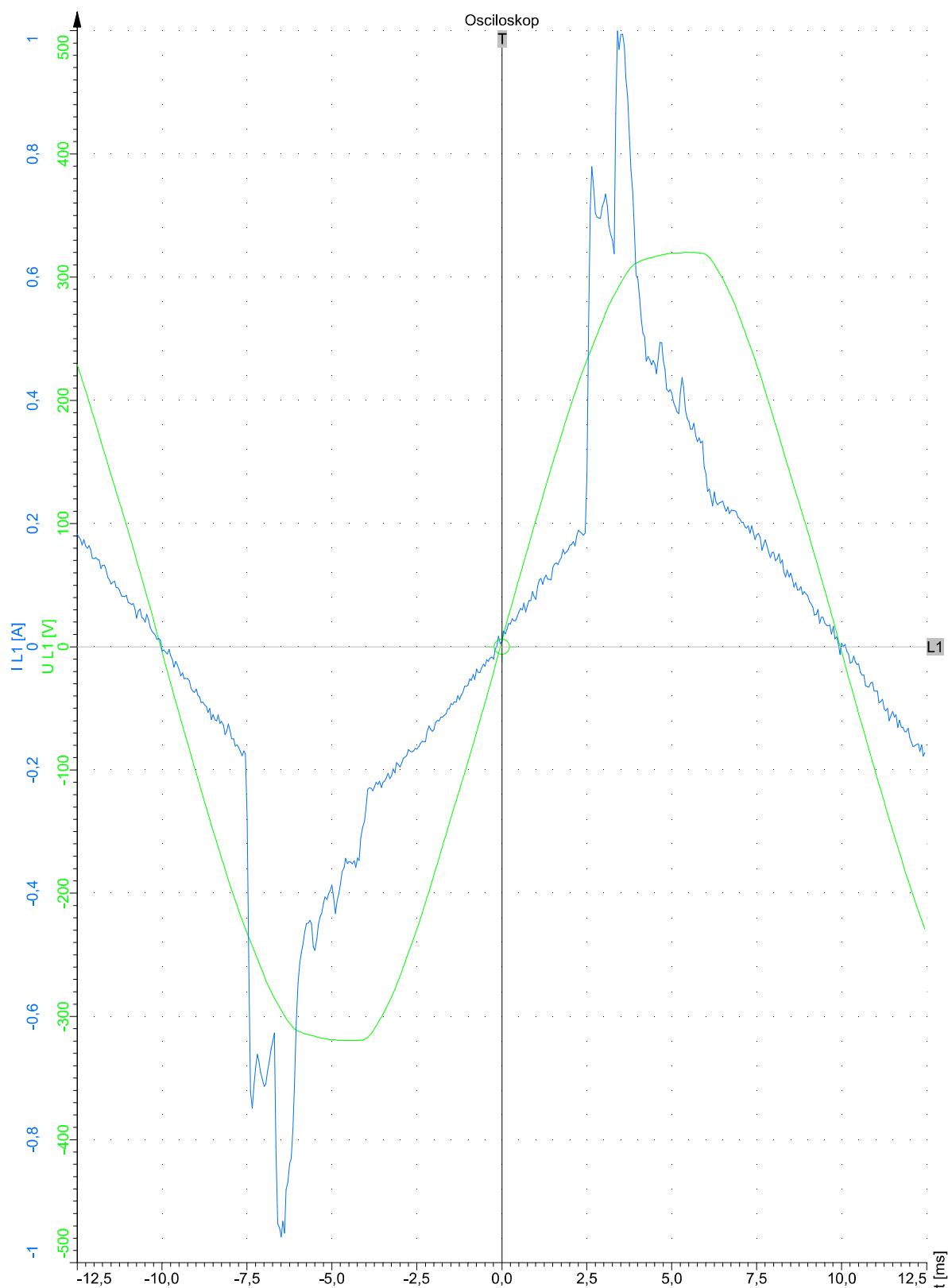
V tomto zapojení sme pripojili všetky tri žiarovky do série a pripojili na zdroj. Na kruhovom diagrame obr. 10 je vidieť, že posun medzi napätím a prúdom je menší ako pri samostatnej LED žiarovke alebo úspornej žiarivke. Na obr. 11 vidieť, že prúd tečúci svetelnými zdrojmi je značne skreslený v porovnaní s priebehom napätia. Koeficient celkového skreslenia prúdu má hodnotu $THD_i = 50,27 \%$ a napätia $THD_u = 1,85 \%$. Účinník základnej harmonickej má hodnotu $\cos \varphi = 0,983$, ale celkový účinník, ktorý je v obvode, má hodnotu $\lambda = 0,875$. Rozdiel medzi účinníkom základnej harmonickej a celkovým účinníkom je spôsobený obsahom zložiek vyšších rádov harmonických.

Na obr. 13 je zaznamenaný priebeh, na ktorom je vidieť priebehy prúdov na jednotlivých svetelných zdrojoch.

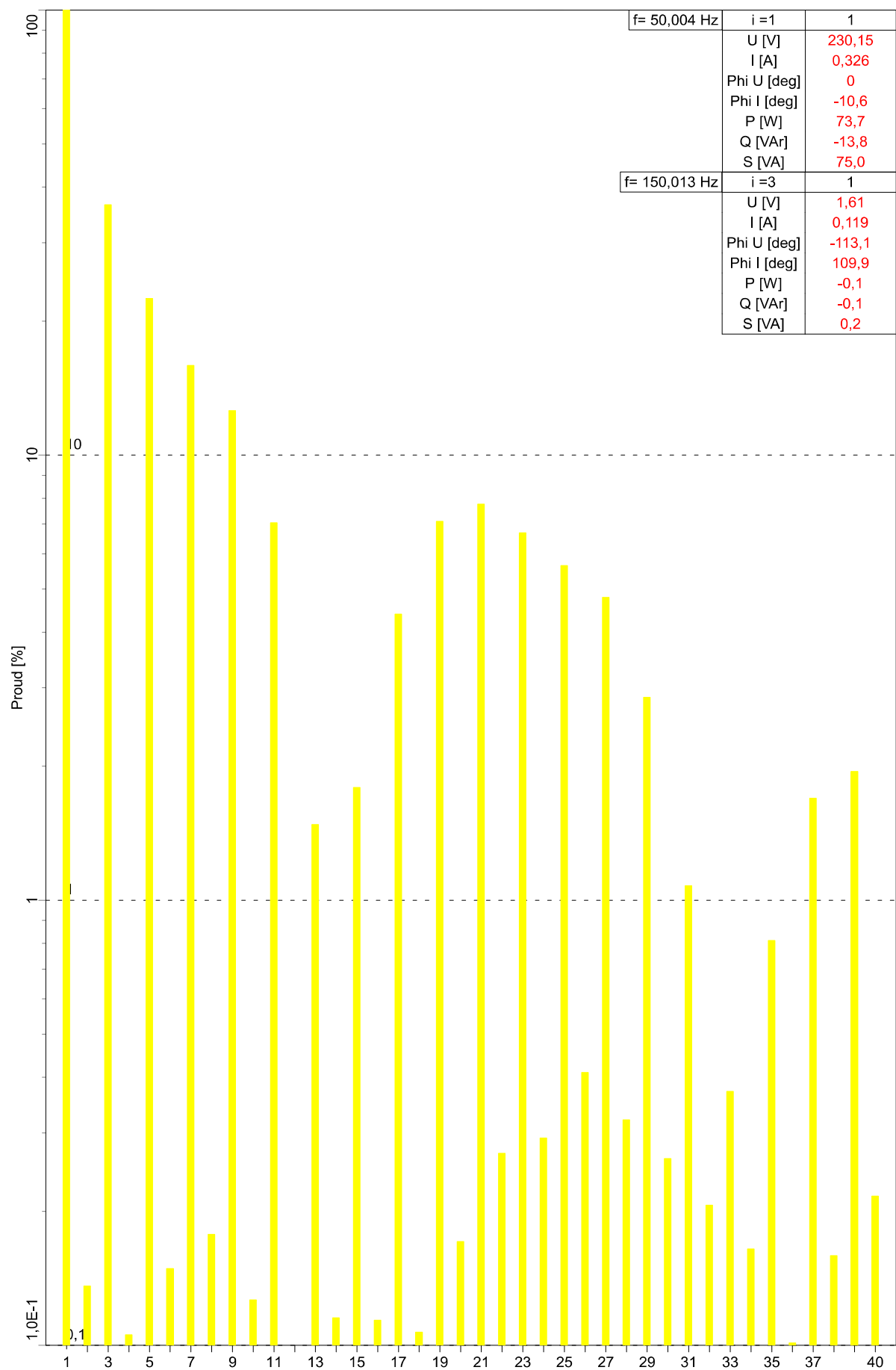


Obr. 10. Vektorový diagram napätia a prúdu troch svetelných zdrojov

U _{rms_L1} [V]	I _{rms_L1} [A]	P _{L1} [W]	THD _{U_L1} [%]	cos_phi_L1_H1	THD _{I_L1} [%]	PF _{L1}
230.65	0.3666	74.0	1.85	0.9826	50.27	0.8753

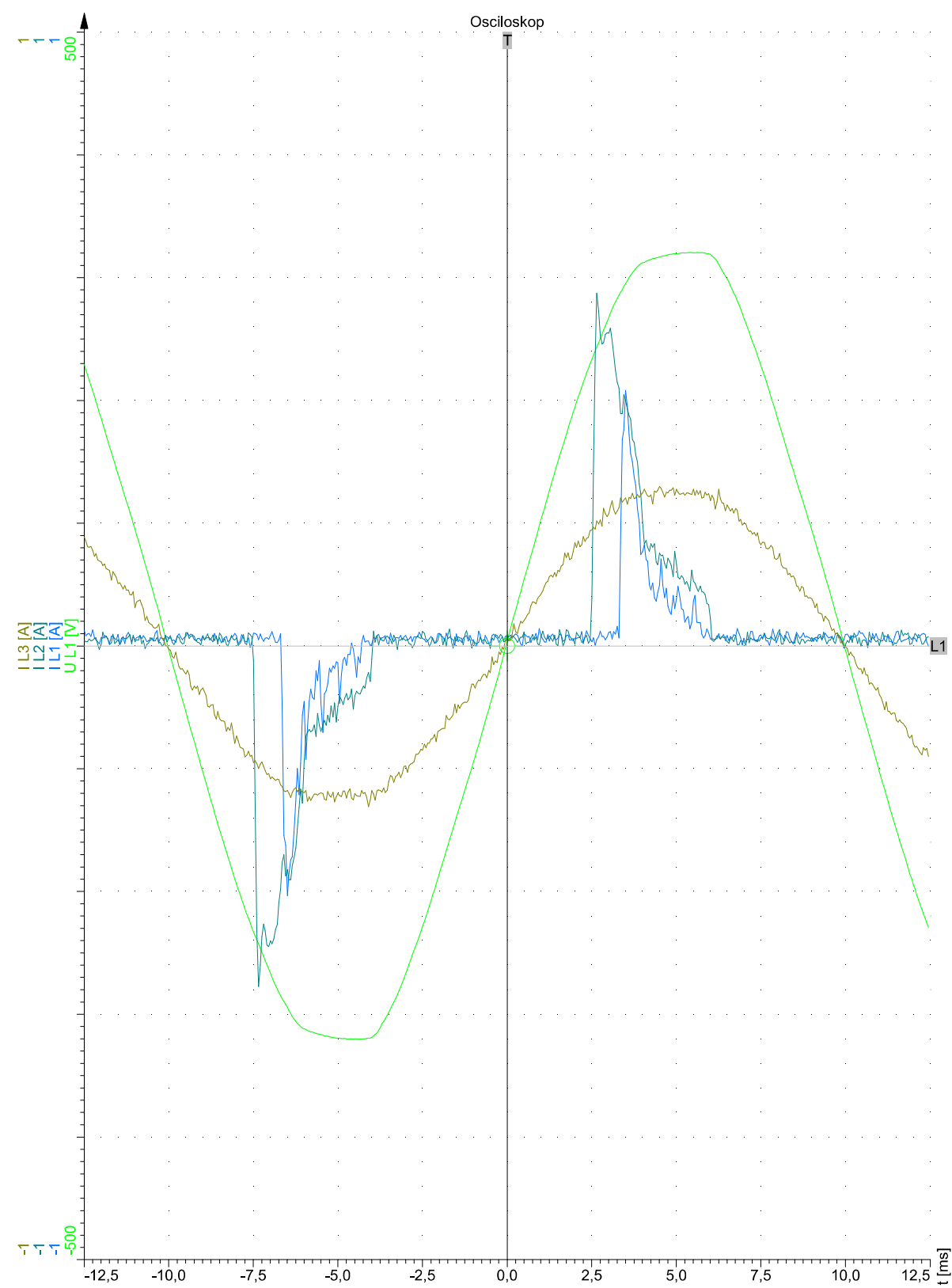


Obr. 11. Priebeh napätia a prúdu troch svetelných zdrojov



Obr. 12. Harmonické složky proudu troch světelných zdrojov

U_rms_L1 [V]	I_rms_L1 [A]	P_L1 [W]	THD_U_L1 [%]	cos_phi_L1_H1	THD_I_L1 [%]	PF_L1
230.93	0.0816	9.3	1.85	0.9583	160.06	0.4913



Obr. 13. Porovnanie priebehov prúdu svetelných zdrojov