



Pomiar strat I^2t oraz U^2t w licznikach produkcji ZEUP POZYTON

Straty I^2t oraz U^2t rejestrowane są w następujących licznikach produkcji ZEUP POZYTON:

- EQABP (wersja standard),
- EQABP (wersja OBIS),
- EQM.

1. Pomiar strat I^2t oraz U^2t w licznikach EQABP (wersja standard)

W licznikach EQABP (wersja standard) straty I^2t oraz U^2t naliczane są w odpowiednich dwóch rejestrach sumarycznie, bez podziału na strefy czasowe. Przegląd bieżących wartości liczydeł strat I^2t oraz U^2t możliwy jest na ekranie LCD licznika, korzystając z czujnika zbliżeniowego. W momencie zamknięcia okresu rozliczeniowego stany liczydeł I^2t oraz U^2t wraz z wielkościami rozliczeniowymi archiwizowane są w nieulotnej pamięci licznika, tworząc kompletny zestaw wielkości rozliczeniowych. Licznik EQABP (wersja standard) rejestruje archiwalne wielkości rozliczeniowe dla 12 zamkniętych okresów rozliczeniowych. Zmiana kierunku przepływu energii czynnej nie ma wpływu na pomiar strat, które naliczane są w odpowiednich rejestrach w sposób ciągły, niezależnie od kierunku przepływu energii czynnej.

Wykorzystując program narzędziowy SOLEN, wartości liczydeł strat I^2t oraz U^2t dostępne są w następujących trybach odczytu: „Wartości rozliczeniowe - bieżące”, „Wartości rozliczeniowe - archiwalne i bieżące”, „Odczyt pełny z profilem mocy”, „Odczyt pełny z rozszerzonym profilem mocy”.

Tab. 1. Rejestracja strat I^2t oraz U^2t w licznikach EQABP (wer. standard)

Wersja licznika	Jednostka I^2t	Jednostka U^2t	Format liczydła *	
			I^2t	U^2t
3x230x400 V, 10(60) A	(kA) ² h	(kV) ² h	2+5	4+3
3x230x400 V, 10(100) A	(kA) ² h	(kV) ² h	3+4	4+3
3x230x400 V, 5 A	A ² h	(kV) ² h	6+1	4+3
3x58x100 V, 5 A	A ² h	(kV) ² h	6+1	3+4

2. Pomiar strat I^2t oraz U^2t w licznikach EQABP (wersja OBIS)

W licznikach EQABP (wersja OBIS) straty I^2t oraz U^2t naliczane są w odpowiednich dwóch rejestrach sumarycznie, bez podziału na strefy czasowe. Przegląd bieżących wartości liczydeł strat I^2t oraz U^2t możliwy jest na ekranie LCD licznika, korzystając z czujnika zbliżeniowego. W momencie zamknięcia okresu rozliczeniowego stany liczydeł I^2t oraz U^2t wraz z wielkościami rozliczeniowymi archiwizowane są w nieulotnej pamięci licznika, tworząc kompletny zestaw wielkości rozliczeniowych. Licznik EQABP (wersja OBIS) rejestruje archiwalne wielkości rozliczeniowe dla 12 zamkniętych okresów rozliczeniowych. Zmiana kierunku przepływu energii czynnej nie ma wpływu na pomiar strat, które naliczane są w odpowiednich rejestrach w sposób ciągły, niezależnie od kierunku przepływu energii czynnej.

Wykorzystując program narzędziowy SOLEN, wartości liczydeł strat I^2t oraz U^2t dostępne są w następujących trybach odczytu: „Wartości rozliczeniowe - bieżące”, „Wartości rozliczeniowe - archiwalne i bieżące”, „Odczyt pełny z profilem mocy”, „Odczyt pełny z rozszerzonym profilem mocy”.

Tab. 2. Rejestracja parametrów I^2t oraz U^2t w licznikach EQABP (wer. OBIS)

Wersja licznika	Jednostka I^2t	Jednostka U^2t	Format liczydła *	
			I^2t	U^2t
3x230x400 V, 10(60) A	(kA) ² h	(kV) ² h	3+5	4+4
3x230x400 V, 10(100) A	(kA) ² h	(kV) ² h	3+5	4+4
3x230x400 V, 5 A	A ² h	(kV) ² h	6+2	4+4
3x58x100 V, 5 A	A ² h	(kV) ² h	6+2	4+4

3. Pomiar strat I^2t oraz U^2t w licznikach EQM

W licznikach EQM liczydła I^2t+ , I^2t- oraz U^2t+ , U^2t- naliczane są w odpowiednich czterech rejestrach, sumarycznie (bez podziału na strefy czasowe), zależnie od kierunku przepływu energii czynnej. W okresie rejestrowania przez licznik energii czynnej pobranej (P+), wynik pomiaru strat zapamiętywany jest w rejestrach U^2t+ i I^2t+ . Jeżeli licznik rejestruje energię czynną oddaną (P-), wynik pomiaru strat zapamiętywany jest w rejestrach U^2t- i I^2t- . Przegląd bieżących wartości liczydła strat I^2t+ , I^2t- oraz U^2t+ , U^2t- możliwy jest na ekranie LCD licznika, korzystając z joysticka. W momencie zamknięcia okresu rozliczeniowego stany liczydła I^2t+ , I^2t- oraz U^2t+ , U^2t- wraz z wielkościami rozliczeniowymi archiwizowane są w nieulotnej pamięci licznika, tworząc kompletny zestaw wielkości rozliczeniowych. Licznik EQM rejestruje archiwalne wielkości rozliczeniowe dla 12 zamkniętych okresów rozliczeniowych.

W liczniku EQM rejestrowany jest profil strat. Ma on postać czterech kanałów służących zapamiętywaniu stanów liczydła strat I^2t+ , I^2t- oraz U^2t+ , U^2t- w interwałach wynikających z zaprogramowanego w liczniku tzw. czasu uśredniania profilowego (możliwe do zaprogramowania czasu to 1, 15, 30 i 60 minut).

Wykorzystując program narzędziowy SOLEN, wartości liczydła strat I^2t oraz U^2t dostępne są w następujących trybach odczytu: „Wartości rozliczeniowe - bieżące”, „Wartości rozliczeniowe - archiwalne i bieżące”, „Odczyt pełny z profilem mocy”, „Odczyt pełny z rozszerzonym profilem mocy”.

Tab. 3. Rejestracja strat I^2t oraz U^2t w licznikach EQM

Wersja licznika	Jednostka I^2t	Jednostka U^2t	Format liczydła *	
			I^2t	U^2t
3x230x400 V, 10(60) A	(kA) ² h	(kV) ² h	3+5	4+4
3x230x400 V, 10(100) A	(kA) ² h	(kV) ² h	3+5	4+4
3x230x400 V, 5 A	A ² h	(kV) ² h	6+2	4+4
3x58x100 V, 5 A	A ² h	(kV) ² h	6+2	4+4

Tab. 4. Rejestracja profilu stanów liczydła strat I^2t oraz U^2t w licznikach EQM

Wersja licznika	Jednostka I^2t	Jednostka U^2t	Format liczydła *	
			I^2t	U^2t
3x230x400 V, 10(60) A	(kA) ² h	(kV) ² h	3+5	4+4
3x230x400 V, 10(100) A	(kA) ² h	(kV) ² h	3+5	4+4
3x230x400 V, 5 A	A ² h	(kV) ² h	6+2	4+4
3x58x100 V, 5 A	A ² h	(kV) ² h	6+2	4+4

*- pierwsza cyfra oznacza ilość miejsc przed przecinkiem, druga cyfra po znaku „+” oznacza ilość miejsc po przecinku np. 4+3 – 4 miejsca przed przecinkiem, 3 miejsca po przecinku.

Okres rozliczeniowy
 Od: 31-01-2010 godz: 23:59 Do: 12-02-2010 godz: 08:34:44 Mnożna: 1

P₊ Q₊ P₋ Q₋ S tg U_I² Q₁ Q₂ Q₃ Q₄

Liczydła	Aktualne
I _{2h} + [AAh]	051390.18
I _{2h} - [AAh]	000019.62
U _{2h} + [kVh]	0231.7890
U _{2h} - [kVh]	0000.0038

Rys. 1. Przykładowy zrzut z ekranu karty odczytowej programu SOLEN, prezentujący liczydła strat dla licznika EQM 3x58/100 V, 5 A

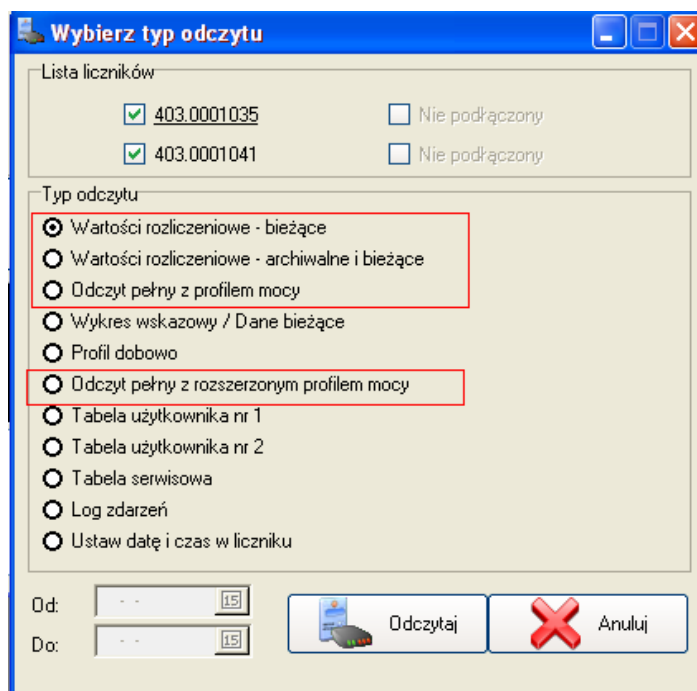
Przykład przeliczeń jednostek:

$$I^2t = 51390,18 \text{ A}^2\text{h} = 0,05139018 \text{ (kA)}^2\text{h}$$

$$I^2t = 19,62 \text{ A}^2\text{h} = 0,00001962 \text{ (kA)}^2\text{h}$$

$$U^2h = 231,7890 \text{ (kV)}^2\text{h} = 231'789'000,00 \text{ V}^2\text{h}$$

$$U^2h = 0,0038 \text{ (kV)}^2\text{h} = 3800,00 \text{ V}^2\text{h}$$



Rys. 2. Tryby odczytu liczników EQABP (wer. standard), EQABP (wer. OBIS) EQM, zawierające liczydła strat

4. Przykłady obliczeń strat energii czynnej z wykorzystaniem wskazań liczydeł I^2t i U^2t liczników energii elektrycznej produkcji ZEUP POZYTON

Zamieszczone poniżej wzory do obliczenia energii czynnej strat, dotyczą liczników następujących typów:
EQABP 3x58/100 [V], EQABP 3x230/400 [V], EQM 3x58/100 [V],
EQM 3x230/400 [V], LZQM 3x58/100 [V], LZQM 3x230/400 [V], LZQJ 3x58/100 [V],
o prądach znamionowych 5 [A] lub 1 [A].

4.1. Straty energii elektrycznej czynnej w transformatorze trójfazowym

a) straty energii czynnej w uzwojeniach:

$$\Delta E_{Cl} = \Delta P_{Cu} \cdot \left(\frac{I_{pn}}{I_{sn} \cdot I_{nll}} \right)^2 \cdot \frac{1}{3} L_i \quad (1)$$

b) straty energii czynnej w rdzeniu:

$$\Delta E_{Cu} = \Delta P_{Fe} \cdot \left(\frac{U_{pn}}{U_{sn} \cdot U_{nll}} \right)^2 \cdot L_u \quad (2)$$

gdzie:

ΔE_{Cl} straty energii czynnej w uzwojeniach (prądowe) [kWh].

ΔE_{Cu} straty energii czynnej w rdzeniu (napięciowe) [kWh].

L_u różnica wskazań stanów liczydeł U^2t licznika [$kV^2 h$].

L_i różnica wskazań stanów liczydeł I^2t licznika [$A^2 h$].

I_{pn} znamionowy prąd pierwotny przekładnika prądowego [A].

I_{sn} znamionowy prąd wtórny przekładnika prądowego [A].

U_{pn} znamionowe napięcie pierwotne przekładnika napięciowego [V].

U_{sn} znamionowe napięcie wtórne przekładnika napięciowego [V].

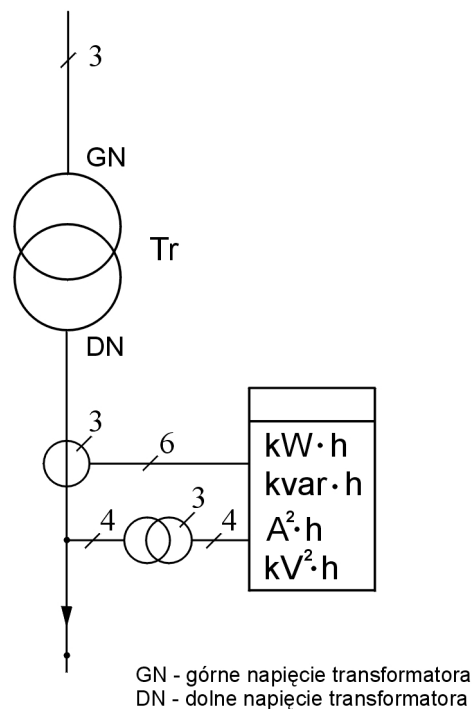
ΔP_{Cu} trójfazowe straty mocy w miedzi (w uzwojeniach transformatora) [kW].

ΔP_{Fe} trójfazowe straty mocy w żelazie (w rdzeniu transformatora) [kW].

I_{nll} fazowy prąd znamionowy po stronie dolnego napięcia transformatora [A].

U_{nll} przewodowe napięcie znamionowe po stronie dolnego napięcia transformatora [kV].

Dla rozpatrywanego przypadku obliczania strat transformacji, na rysunku 3 przedstawiono lokalizację układu pomiarowego w systemie zasilania SN/nn.



Rys. 3. Lokalizacja układu pomiarowego do pomiaru strat w transformatorze, przy zainstalowaniu układu pomiarowego po stronie dolnego napięcia transformatora

4.2. Straty obciążeniowe energii elektrycznej czynnej w linii trójfazowej

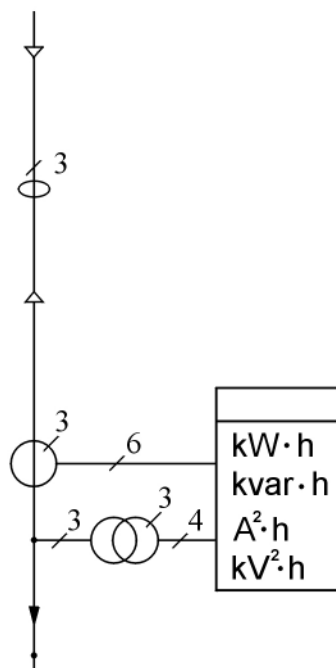
$$\Delta E_{CO} = R_L \cdot \left(\frac{I_{pn}}{I_{sn}} \right)^2 \cdot L_i \cdot 10^{-3} \quad (3)$$

$$R_L = \frac{l}{\gamma \cdot s} \quad (4)$$

gdzie:

- ΔE_{CO} straty obciążeniowe energii czynnej [kWh].
- L_i różnica wskazań stanów liczydeł $I^2 t$ licznika [$A^2 h$].
- I_{pn} znamionowy prąd pierwotny przekładnika prądowego [A].
- I_{sn} znamionowy prąd wtórny przekładnika prądowego [A].
- R_L rezystancja przewodu linii [Ω].
- l długość linii [m].
- s przekrój przewodu linii [mm^2].
- γ konduktywność przewodu linii $\left[\frac{m}{\Omega \cdot mm^2} \right]$

Dla rozpatrywanego przypadku obliczania strat obciążeniowych, na rysunku 4 przedstawiono lokalizację układu pomiarowego w systemie zasilania.



Rys. 4. Lokalizacja układu pomiarowego do pomiaru strat w linii trójfazowej

Ad. 4.1. Przykład obliczeń strat energii elektrycznej czynnej w transformatorze trójfazowym

System zasilania składa się z linii SN z przyłączonym transformatorem SN/nn wg rysunku 3. W celu rozliczenia dostarczanej energii czynnej trzeba doliczać straty transformacji. Układ pomiarowy półpośredni, wyposażony w licznik EQABP i przekładniki prądowe.

- znamionowy prąd pierwotny przekładnika prądowego $I_{pn} = 1000 \text{ [A]}$
- znamionowy prąd wtórny przekładnika prądowego $I_{sn} = 5 \text{ [A]}$

W układzie pomiarowym nie ma przekładników napięciowych, do wzoru podstawiamy:

- znamionowe napięcia pierwotne i wtórne przekładnika napięciowego $U_{pn} = U_{sn} = 230 \text{ [V]}$

Pomiar zlokalizowany jest po stronie dolnego napięcia transformatora TNOSN 800/10 o następujących danych technicznych (podane w karcie katalogowej lub na tabliczce znamionowej transformatora):

- trójfazowe straty mocy w miedzi (w uzwojeniach transformatora) $\Delta P_{Cu} = 8,2 \text{ [kW]}$
- fazowy prąd znamionowy po stronie dolnego napięcia transformatora $I_{nll} = 1160 \text{ [A]}$
- trójfazowe straty mocy w żelazie (w rdzeniu transformatora) $\Delta P_{Fe} = 1,15 \text{ [kW]}$
- przewodowe napięcie znam. po stronie dolnego napięcia transformatora $U_{nll} = 0,4 \text{ [kV]}$

Energię czynną strat w uzwojeniach transformatora otrzymujemy podstawiając powyższe wielkości do wzoru (1).

$$\Delta E_{Cl} = 8,2 \cdot \left(\frac{1000}{5 \cdot 1160} \right)^2 \cdot \frac{1}{3} L_i \approx 0,08 \cdot L_i \text{ [kWh]}$$

gdzie L_i jest różnicą wskazań stanów liczydeł „I²t” licznika w okresie rozliczeniowym.

Energię czynną strat w rdzeniu transformatora otrzymujemy podstawiając do wzoru (2)

$$\Delta E_{CU} = 1,15 \cdot \left(\frac{230}{230 \cdot 0,4} \right)^2 \cdot L_u = 7,1875 \cdot L_u \quad [\text{kWh}]$$

gdzie L_u jest różnicą wskazań stanów liczydeł „U²t” licznika EQABP, wykazane w okresie rozliczeniowym.

Ad. 4.2. Przykład obliczeń strat obciążeniowych energii elektrycznej czynnej w linii

System zasilania składa się z linii kablowej, na końcu której zlokalizowany jest układ pomiarowo – rozliczeniowy wg rysunku 2, wyposażony w licznik EQM. W celu rozliczenia energii czynnej trzeba doliczyć straty energii w linii, które występują podczas przesyłu energii do odbiorcy. Zużycie energii czynnej przez odbiorcę wykazywane jest na liczydłach „EP+” licznika EQM.

Linia kablowa o danych technicznych:

- przekrój przewodów $s = 70 \text{ [mm}^2\text{]}$
- długość $l = 1802 \text{ [m]}$
- konduktywność aluminium $\gamma_{Al} = 34 \left[\frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \right]$

Układ pomiarowy wyposażony jest w przekładniki prądowe o następujących danych technicznych:

- znamionowy prąd pierwotny przekładnika prądowego $I_{pn} = 100 \text{ [A]}$
- znamionowy prąd wtórny przekładnika prądowego $I_{sn} = 5 \text{ [A]}$

Rezystancja przewodu linii jest obliczona po podstawieniu do wzoru (4):

$$R_L = \frac{1802}{34 \cdot 70} \approx 0,757 [\Omega]$$

Energię czynną strat obciążeniowych w linii otrzymujemy podstawiając do wzoru (3):

$$\Delta E_{CO} = 0,757 \cdot \left(\frac{100}{5} \right)^2 \cdot L_i \cdot 10^{-3} = 0,3028 \cdot L_i \quad [\text{kWh}]$$

gdzie L_i jest różnicą wskazań stanów liczydeł „I²t+” licznika EQM, wykazaną w okresie rozliczeniowym.