

KOMPENSACJA ENERGII BIERNEJ INDUKCYJNEJ

Akademii Liderów Vattenfall

Katowice, 13.04.2010 r.

Współczynnik mocy

- (ang. *power factor*) – **$\cos\varphi$** – stosunek mocy biernej do mocy czynnej jest miarą wykorzystania energii.

$$\operatorname{tg}\varphi = \frac{E_b}{A}$$

- E_b - *pobrana energia biernej w okresie rozliczeniowym,*
- A - *energia czynna pobrana w okresie rozliczeniowym,*

Metodologia naliczania opłat sankcyjnych przez polskie spółki dystrybucyjne:

$$O_b = k \cdot C_{rk} \cdot \left(\sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi}{1 + \operatorname{tg}^2 \varphi_0}} - 1 \right) \cdot A$$

O_b - opłata za nadwyżkę energii biernej, wyrażona w zł,

k - krotność ceny C_{rk} ,

C_{rk} - średnia cena sprzedaży energii elektrycznej na rynku konkurencyjnym za dany rok ogłaszana przez prezesa URE do 30 marca następnego roku w zł/MWh,

$\operatorname{tg} \varphi$ - współczynnik mocy wynikający z pobranej energii biernej,

$\operatorname{tg} \varphi_0$ - umowny (optymalny) współczynnik mocy najczęściej = **0,4**

- Operatorzy Systemu Dystrybucyjnego w umowach zawieranych z odbiorcami energii elektrycznej podają ustaloną indywidualnie dla każdego zakładu, wartość $\text{tg}\varphi$, która zawiera się najczęściej w przedziale 0,2 – 0,4.
- Przekroczenie tej wartości skutkuje koniecznością poniesienia dodatkowych opłat za energię bierną.
- Przy $\text{tg}\varphi = \mathbf{0,4}$ odbiorca nie jest rozliczany za pobór energii biernej w ilości do 40% pobranej energii czynnej.

PRZEDSTAWIENIE WSPÓŁCZYNNIKA K I CENT C_{RK} NA PRZESTRZENI LAT 2008-2010

	Współczynnik k			Cena Crk [zł/MWh]			
	2008	2009	2010	2008	2009	2010	2011
nN (C1x, C2x)	2,5	2,75	3	119,7	128,8	155,44	197,21
SN (B21, B22)	1	1	1				
NN i 110 kV	0,25	0,375	0,5				
B23	0,5	0,75	1				

WYSOKOŚĆ OPŁAT W ZŁ ZA PONADOPTYMALNY POBÓR ENERGII BIERNEJ W KILKU WARIANTACH PRZYŁĄCZENIA ODBIORCY DO SIECI NISKIEGO, ŚREDNIEGO LUB WYSOKIEGO NAPIĘCIA.

	Wysokość opłat w kolejnych latach			
	2008	2009	2010	2011
nN (C1x, C2x)	4 570,31 zł	5 409,54 zł	7 121,90 zł	9 035,70 zł
SN (B21, B22)	1 828,12 zł	1 967,11 zł	2 373,97 zł	3 011,90 zł
NN i 110 kV	457,03 zł	737,66 zł	1 186,98 zł	1 505,95 zł
B23	914,06 zł	1 475,33 zł	2 373,97 zł	3 011,90 zł

DYNAMIKA WZROSTU OPŁAT SANKCYJNYCH ZA ENERGIĘ BIERNĄ INDUKCYJNĄ.

	Dynamika wzrostu opłat ($k \cdot C_{rk}$) w kolejnych latach				
	2009/2008	2010/2009	2010/2008	2011/2009	2011/2010
nN (C1x, C2x)	118,36%	131,65%	155,83%	167,03%	126,87%
SN (B21, B22)	107,60%	120,68%	129,86%	153,11%	126,87%
NN i 110 kV	161,40%	160,91%	259,72%	204,15%	126,87%
B23	161,40%	160,91%	259,72%	204,15%	126,87%

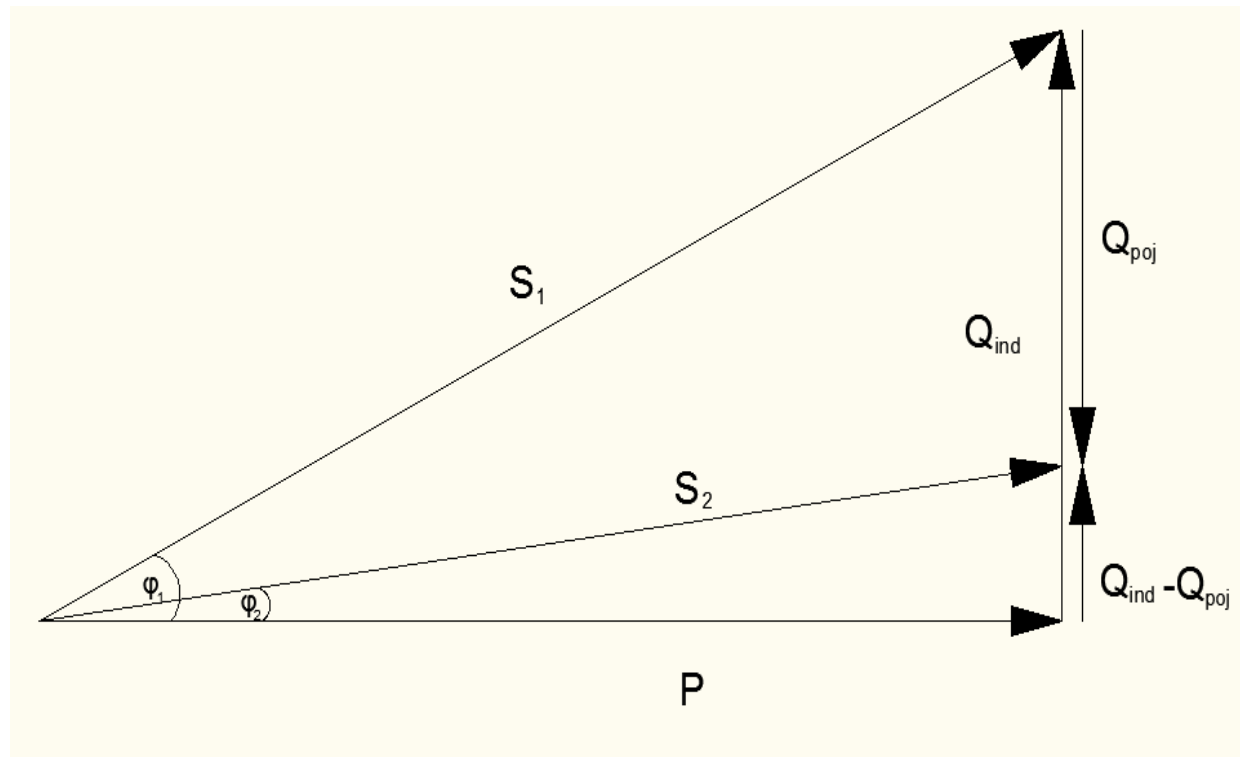
Cena C_{rk} a odnawialne źródła energii

Poniżej przedstawiona jest tabela z planowanym procentowym obowiązkiem zakupu energii z OZE oraz obecne i przewidywane ceny energii elektrycznej oraz ceny świadectw pochodzenia

Rok	Procentowy obowiązek zakupu energii z OZE [%]	Cena świadectw [zł] energii	Cena energii [zł]
2003	2,65	-	-
2004	2,85	-	-
2005	3,1	-	-
2006	3,6	235	117,49
2007	5,1	240	119,7
2008	7,0	248,46	128,8
2009	8,7	258,89	155,44
2010	10,4	267,95	197,31
2011	10,4	~278,67	~210
2012	10,4	~287,03	~220
2013	10,9	~295,64	~235

- Od roku 2010 krotność (współczynnik k) ceny C_{rk} nie ulegnie dalszym wzrostom.
- Opłaty za energię bierną indukcyjną będą zależne zatem tylko od średniej ceny energii na rynku konkurencyjnym.

Kompensacja energii biernej indukcyjnej



- przed kompensacją

$$S_1 = \sqrt{P^2 + Q_{ind}^2}$$

- po zastosowaniu kompensacji

$$S_2 = \sqrt{P^2 + (Q_{ind} - Q_{poj})^2}$$

Efekt zastosowania kompensacji:

$$S_2 \ll S_1$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \rightarrow I_1 \gg I_2$$

Skutki przepływu en. biernej przez sieć elektroenergetyczną:

- wysokie straty energii czynnej => konieczność zwiększenia mocy zainstalowanej w elektrowniach,
- spadki napięcia => zwiększanie nakładów na wymianę transformatorów na większe jednostki i zwiększanie przekrojów przewodów w liniach zasilających.

RODZAJE KOMPENSACJI ENERGII BIERNEJ INDUKCYJNEJ W PODZIALE NA LOKALIZACJĘ :

- **Indywidualna** - ma odniesienie jedynie do pojedynczych urządzeń (odbiorników indukcyjnych) i nie może służyć kompensacji całej sieci. Zastosowanie tej metody kompensacji ogranicza się jedynie do skompensowania mocy biernej dużych odbiów indukcyjnych.
- **Grupowa** - dotyczy poprawy parametrów pewnych fragmentów sieci i odnosi się do grupy urządzeń (np. odbiory zasilane z jednej rozdzielnicy).
- **Kompensacja centralna** - ma za zadanie doprowadzić do uzyskania właściwych parametrów sieci postrzeganej od strony zasilania (na przyłączach), nie prowadzi jednak do poprawnego skompensowania całej sieci we
- *Mając na uwadze poprawne skompensowanie całej sieci wewnętrznej, utrzymanie warunków przyłączy i ograniczenie strat przesyłowych, konieczne jest zastosowanie kompensacji mieszanej i to także na różnych poziomach napięć (zarówno w sieci średniego jak i niskiego napięcia).*

RODZAJE KOMPENSACJI ENERGII BIERNEJ INDUKCYJNEJ W

TRÓJFAZOWYCH SIECIACH SN I NN:

- bateria przyłączona na niskim napięciu sterowana z jednego przekładnika prądowego zainstalowanego na nN,
- bateria przyłączona na niskim napięciu sterowana z dwóch przekładników napięciowych i jednego przekładnika prądowego zainstalowanego na SN,
- bateria przyłączona na niskim napięciu przy niesymetrycznym obciążeniu faz, regulowana z trzech przekładników zainstalowanych na nN bądź bezpośrednie sterowanie baterii max 63A,
- bateria przyłączona na średnim napięciu sterowana ręcznie przez wyłączniki mocy,
- bateria przyłączona na średnim napięciu sterowana automatycznie

Bateria BK-T-3f z niesymetrycznym rozłożeniem obciążenia

- W takich przypadkach można stosować nowo wprowadzane na rynek baterie kondensatorów dedykowane dla niesymetrycznego obciążenia faz. Są to baterie kondensatorów sterowane z trzech przekładników prądowych bądź podłączane bezpośrednio. Takie rozwiązanie sprawia, że dla pewnej grupy odbiorców nie jest konieczne instalowanie w układzie zasilania trzech dodatkowych zewnętrznych przekładników prądowych, co znacznie upraszcza montaż baterii oraz optymalizuje koszty wykonania systemu. Dla prawidłowego przebiegu procesu kompensacji regulator włącza, dla każdej fazy osobno, odpowiednio dobrane kondensatory jednofazowe. Proces łączenia kondensatorów jednofazowych zależy od dokonanych w regulatorze nastaw, stopniowania baterii oraz wybranych charakterystyk i algorytmów pomiarowo-sterujących. Takie rozwiązanie umożliwi w pełni skompensowanie energii biernej indukcyjnej nawet dla zakładu, który posiada głównie odbiorniki jednofazowe oraz asymetrie obciążenia.
- Ze względu na duży wybór rodzajów sterowania oraz zasilania baterii do kompensacji energii biernej indukcyjnej można stwierdzić, że każdy zakład produkcyjny, sklep z dużą ilością odbiorników jednofazowych, czy np. huta w pełni może skompensować energię bierną indukcją i uniknąć opłat sankcyjnych z tego tytułu.

Opłaty sankcyjne za nadmierny pobór energii biernej

- zwiększają koszty usług dystrybucyjnych energii elektrycznej powodując wzrost średniej ceny,
- mają skłonić odbiorców do podjęcia działań mających na celu skompensowanie pobieranej energii biernej indukcyjnej,
- mając na uwadze szczególnie wysokie opłaty dla odbiorców przyłączonych do sieci nN oraz coraz niższe ceny liczników elektronicznych, które dokonują pomiaru energii biernej indukcyjnej, opłaty za energię bierną będą ponosić coraz mniejsi odbiorcy z grup taryfowych C1x. (U odbiorców tych dominują odbiorniki indukcyjne, jednofazowe, lamy chłodnicze, wentylatory, klimatyzatory itp.)



Foto 1. Automatycznie regulowana bateria niskich napięć KMD720R 400V z dławikami (filtry odstrojone) $f_r = 189\text{Hz}$. Produkcja firmy ELMA energia. Eksport do Holandii.

Baterie kondensatorów



Opracował: mgr inż. Paweł Masłoń



*Choroń, ul. Leśna 10
42-360 Poraj
NIP: 573 255 70 06*

*Tel. 516-033-202
Email: pawelmaslon@gmail.com
www.elektroefekt.com.pl*