

## PROPOZYCJA ZMIAN W ROZLICZENIACH ZA ENERGIĘ BIERNĄ

Paweł BUĆKO<sup>1</sup>, Artur WILCZYŃSKI<sup>2</sup>

1. Politechnika Gdańska, Wydział Elektrotechniki i Automatyki  
tel.: 58 347 17 81; e-mail: pawel.bucko@pg.gda.pl
2. Politechnika Wrocławska, Wydział Elektryczny  
tel.: 71 320 28 54; e-mail: Artur.Wilczynski@pwr.edu.pl

**Streszczenie:** W artykule opisano możliwe do wprowadzenia zmiany w zasadach rozliczeń za energię bierną w taryfach operatorów sieci dystrybucyjnych stosowanych w Polsce. Jako najbardziej celowe wskazano modyfikacje taryf w celu poprawy ich funkcji motywacyjnej w odniesieniu do użytkowników systemów dystrybucyjnych. Zwrócono uwagę na nowe problemy wynikające z pracy rozproszonych wytwórców. Omówiono sposób rozliczeń możliwy do efektywnego wdrożenia w okolicznościach występowania odkształconych przebiegów napięć i prądów.

**Słowa kluczowe:** taryfy elektroenergetyczne, moc bierna, rynek energii.

### 1. WPROWADZENIE

System rozliczeń za moc bierną powinien realizować zadanie stymulowania odbiorców do minimalizacji negatywnych efektów jakie pojawiają się w systemie na skutek nadmiernych przesyłów mocy biernej. O ile moc czynna w systemie elektroenergetycznym generowana jest w źródłach wytwórczych i trafia do odbiorców za pośrednictwem systemu przesyłowego i dystrybucyjnego, powodując straty na całej drodze przesyłu, energia bierna generowana jest nie tylko przez źródła wytwórcze ale także wewnątrz systemu przesyłowego i dystrybucyjnego. Elementy układu przesyłowego są także istotnymi odbiornikami mocy biernej. Utrzymanie właściwych bilansów mocy biernej jest więc w systemie problemem często o znaczeniu lokalnym – dotyczy obszarów systemu lub nawet pojedynczych węzłów.

Ważnym narzędziem stymulującym racjonalną gospodarkę mocą bierną po stronie odbiorców powinien być właściwie funkcjonujący system rozliczeń w taryfach dla odbiorców końcowych. Negatywne skutki ponadumownego poboru mocy biernej lub jej wprowadzania do systemu są ściśle związane z sytuacją chwilową. System rozliczeń powinien stymulować odbiorcę do utrzymywania na odpowiednim poziomie chwilowego współczynnika mocy. W większości stosowane układy pomiarowe (i konsekwencji system rozliczeń) nie kontrolują chwilowej wartości współczynnika mocy tylko opierają się na pomiarze poboru energii biernej w strefie czasowej. Występujący w taryfie  $t\phi$  definiowany jest jako iloraz pobranej w strefie czasowej energii biernej do pobranej w tym samym czasie energii czynnej. Ze względu na różną zmienność w czasie poboru mocy czynnej i biernej, tak policzony współczynnik często może nie wykazywać nawet istotnych chwilowych przekroczeń współczynnika mocy.

Obecny system rozliczeń za moc bierną opiera się o wskazania liczników energii biernej. Takie rozwiązanie wynika głównie z łatwości pomiaru tych wielkości. W prze-

szłości do pomiaru energii stosowano liczniki indukcyjne. Zaletą takich układów pomiarowych była względna prostota układu pomiarowego i jego niewielkie koszty. Rozwiązanie posiada jednak liczne wady, jeżeli system rozliczeniowy ma odzwierciedlać koszty, jakie w sieci dostawcy powoduje ponadnormatywny pobór mocy biernej:

- nie kontroluje się chwilowych wartości współczynnika mocy, a to największa chwilowa wartość współczynnika mocy decyduje o kosztach stałych dostawy mocy biernej do odbiorcy oraz jest decydująca w ocenie wpływu odbiorcy na chwilowe poziomy napięć w sieci (i koszty związane z przekroczeniem dopuszczalnych wartości napięć),
- koszty strat energii czynnej w sieci zależą (w uproszczeniu) od całki z kwadratu prądu biernego pobieranego przez odbiorcę a nie od energii biernej pobranej przez odbiorcę.

Zmierzona energia bierna nie może więc być bezpośrednio traktowana jako nośnik kosztów jej dostawy [3, 9]. Stosowany system rozliczeń odbiorców za ponadumowny pobór energii biernej jest bardzo uproszczoną próbą powiązania kosztów strat energii czynnej wywołanych poborem „energii” biernej. Wielość założeń upraszczających, które przyjęto przy jego wyprowadzeniu jest duża.

Funkcją obecnego systemu rozliczeń jest więc próba dyscyplinowania odbiorców w zakresie właściwych zachowań w odniesieniu do poboru mocy biernej, ale przy dalece nieskutecznej kontroli tych zachowań, na skutek uwarunkowań wynikających ze stosowanej w przeszłości techniki pomiarowej. Kary za ponadumowny poziom energii biernej nie odzwierciedlają rzeczywistych kosztów powodowanych jej poborem. Ze względu na ich stosunkowo niskie wielkości w porównaniu do kosztów urządzeń kompensujących nie działają też dostatecznie stymulująco.

### 2. PROPOZYCJE ZMIAN

Bilans mocy biernej w systemie zależy w dużej mierze od aktualnego obciążenia elementów systemu i podlega znacznie większym dobowym wahaniom niż bilans mocy czynnej. Występują okresy z istotną nadwyżką mocy biernej (w dolinach obciążenia) oraz okresy deficytu. Wprost przekłada się to na sytuację napięciową w sieci. Bilanse mocy biernej mogą być zróżnicowane lokalnie oraz na różnych poziomach napięciowych sieci. Zapewnienie właściwych dla poprawnej pracy systemu warunków napięciowych i bilansów mocy biernej wymaga wdrożenia szeregu środków technicznych przez operatorów sieci. Środki te generują

istotne koszty. Aktualny stan jest taki, że te istotne koszty są generowane po stronie systemu (u wytwórców i operatorów systemów) natomiast możliwości odbiorców w zakresie poprawy sytuacji nie są wykorzystywane. Przyszłe działania dla poprawy bezpieczeństwa systemu powinny być nakierowane na [3, 9]:

1. wykorzystanie możliwości odbiorców (szczególnie dużych i średnich) jako potencjalnych dostawców usług systemowych w zakresie regulacji U i Q,
2. modyfikacji zasad rozliczeń odbiorców za ponadumowny pobór energii biernej, polegającej na:
  - odchodzenie od pomiarów energii biernej i wdrożeniu układów pomiarowych kontrolujących chwilowe wartości współczynnika mocy, przy którym pracuje odbiorca,
  - uzależnienie sposobu rozliczeń z odbiorcami nie tylko od ich współczynnika mocy ale także od chwilowej sytuacji systemowej.

Aktualny system rozliczeń jest mało skuteczną próbą dyscyplinowania odbiorców. Rozliczenia w niewielkim stopniu oddają rzeczywiste koszty po stronie dostawcy. Takie systemy są najczęściej nieskuteczne lub prowadzą do rozwiązań nieoptymalnych. Jeżeli stawki w rozliczeniach są zbyt niskie odbiorcy nie dbają właściwie o gospodarkę mocą bierną (z taką sytuacją mamy do czynienia w aktualnych taryfach), a w przypadku ustalenia nadmiernie restrykcyjnych stawek koszty ponoszone przez odbiorców są na nieuzasadnionym ekonomicznie zbyt wysokim poziomie.

Zmodyfikowany system rozliczeń poza prostym dyscyplinowaniem odbiorców, powinien mieć rolę motywującą odbiorców do zachowań sprowadzających systemowe koszty dostawy energii biernej oraz regulacji poziomów napięć do racjonalnych poziomów. Osiągnąć taki stan można jedynie w sytuacji, gdy system rozliczeń będzie odzwierciedlał rzeczywiste koszty dostawcy. W przypadku dużych odbiorców rozliczenia oparte o rejestrację chwilowych wartości współczynnika mocy mogą spełnić taką rolę.

Modyfikacja układów pomiarowych wymaga kosztów. W przypadku drobnych odbiorców często poniesienie tych kosztów nie jest uzasadnione – dlatego powinno się utrzymać zasadę nie kontrolowania poborów mocy biernej przez licznych, drobnych odbiorców. Właściwe standardy gospodarki mocą bierną w odniesieniu do tych grup odbiorców można osiągnąć przez formułowanie i egzekwowanie standardów technicznych dotyczących urządzeń elektrycznych powszechnego użytku.

Niestety ostatnie zmiany rozporządzenia regulującego sposób kalkulacji taryf [7, 8] utrzymują dotychczasowy system rozliczeń za moc bierną, oparty na pomiarze energii biernej. Kontynuowana jest polityka mało skutecznego dyscyplinowania odbiorców, zamiast postulowanych zmian, czyli wysyłania do odbiorców właściwych impulsów kosztowych. Należy wzmocnić funkcje stymulacyjną taryf.

### 3. PROPOZYCJA NOWEJ METODY ROZLICZEŃ ZA POBÓR ENERGII BIERNEJ

Aktualnie stosowany sposób rozliczania odbiorców za pobór energii odbywa się przy założeniu sinusoidalnych przebiegów napięć i prądów. Ważnym zatem problemem jest sposób podejścia do regulowania opłat za pobór energii biernej w okolicznościach występowania odkształconych przebiegów napięć i prądów w systemie elektroenergetycznym, co wobec coraz powszechniejszego użytkowania odbiorników o charakterystykach nieliniowych nabiera

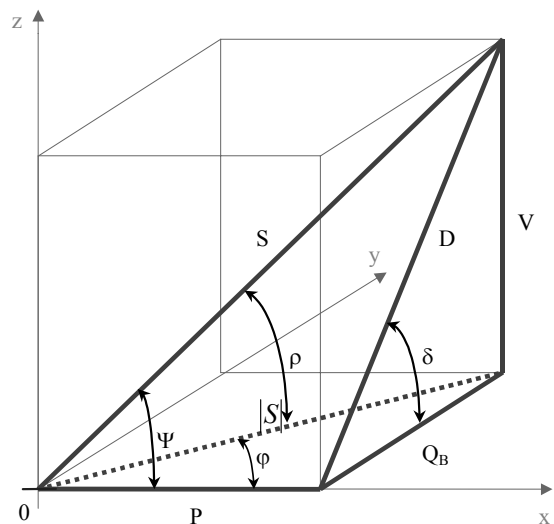
szczególnego znaczenia. Dotychczas ten problem nie był przedmiotem rozważań pod kątem praktycznego uwzględnienia w rozliczeniach za energię elektryczną. Niekorzystne zjawisko występowania odkształconych przebiegów napięć i prądów z jednej strony zaostrza się, zaś z drugiej strony przybywa urządzeń i odbiorników wrażliwych na wyższe harmoniczne. Zauważyć należy, że za występowanie w sieci elektroenergetycznej wyższych harmonicznych, nie mieszczących się w dopuszczalnych przedziałach, określonych w rozporządzeniu [5, 6], odpowiada dostawca energii elektrycznej, nie będąc winnym zaistniałej sytuacji.

Wyższe harmoniczne stwarzają szereg zagrożeń dla pracy urządzeń i odbiorników energii elektrycznej.

Na duże niebezpieczeństwo, w warunkach pracy w środowisku, w którym występują wyższe harmoniczne, są narażone także ważne elementy systemu elektroenergetycznego, jak: kondensatory, transformatory, silniki i generatory.

Wydaje się zatem, że użytkownicy odbiorników nieliniowych powinni być rozliczani za pobór energii elektrycznej, w sposób uwzględniający wywoływane przez nich negatywne skutki w sieci elektroenergetycznej. Takich możliwości nie przewiduje obecny system taryfowy i nie ma aktualnie na rynku przyrządów pomiarowych – liczników, które pozwoliłyby na uzyskanie danych potrzebnych do wyznaczenia parametrów energii charakteryzujących sytuację występowania odkształceń przebiegów napięć i prądów.

Rezultaty podjętej próby rozwiązania tego problemu przedstawiono w pracach [1, 2], zaś efektem badań było zaproponowanie nowej reguły dopłaty za przekroczenie optymalnego poboru energii biernej. W obwodach z przebiegami niesinusoidalnymi, wartość współczynnika  $\text{tg}\varphi$  nie stanowi w sposób adekwatny o poborze energii biernej. Kąt fazowy  $\varphi$  jest różny dla różnych harmonicznych. Zastępując klasyczną definicję energii biernej, definicją energii dystorsji, słusznym wydaje się wprowadzenie kąta rozchyłu  $\psi$ , zamiast kąta fazowego  $\varphi$  (rys. 1).



Rys. 1. Czworościan mocy jednofazowego układu o odkształconych przebiegach prądu i napięcia

Biorąc pod uwagę odwzorowanie graficzne czworościanu mocy, wg teorii Budeanu [4], można wyprowadzić zależność, określającą wartość tangensa kąta rozchyłu:

$$\text{tg}\psi = \frac{D}{P}, \quad (1)$$

gdzie: P – moc czynna,  
D – moc dystorsji.

Problemem jest wyznaczenie mocy dystorsji  $D$ , której nie można wyznaczyć w efekcie pomiaru, lecz ustala się jej wartość w następstwie dokonanych obliczeń, mając pomierzone wartości mocy  $S$  i  $P$ . Moc  $S$  zawiera już odkształcenia pobieranego prądu i napięcia, jak też straty w sieci.

Propozycja nowego sposobu rozliczeń za energię bierną, przedstawiona poniżej, zakłada, że opłata za energię bierną ma być proporcjonalna do opłat za energię czynną. Należy zatem określić stosunek dopłat za pobór energii biernej do opłat za energię czynną [2]. Gdy wartość energii biernej wynosi zero, wówczas opłata za zużyta energię odpowiada w całości opłacie za energię czynną, nie ma dodatkowych opłat. Natomiast, gdy wartość energii biernej jest różna od zera, opłata jest wyższa. Zwykłą tej opłaty, oznaczoną symbolem  $d$ , określa relacja:

$$d = k \left( \sqrt{W_P^2 + W_D^2} - W_P \right), \quad (2)$$

gdzie:  $k$  – jest jednostkową opłatą.

Biorąc pod uwagę, że dopłata za pobór energii powinna być wyrażona w procentach, relatywnie do  $W_P$ , można zapisać:

$$100 \cdot \frac{d}{W_P} = \frac{\sqrt{W_P^2 + W_D^2} - W_P}{W_P} 100 = d_{100}. \quad (3)$$

Dokonując dalej prostych przekształceń i uwzględniając optymalną wartość współczynnika  $\operatorname{tg} \psi_0$ , jako poziom, przy którym dopłata za pobór energii jest równa zero, otrzymujemy:

$$d'_{100} = \left( \sqrt{\operatorname{tg}^2 \psi - \operatorname{tg}^2 \psi_0 + 1} - 1 \right) \times 100. \quad (4)$$

Dla wartości  $\operatorname{tg} \psi < \operatorname{tg} \psi_0$ , odbiorca otrzymuje bonifikatę (upusty), gdy zaś  $\operatorname{tg} \psi > \operatorname{tg} \psi_0$ , odbiorca jest obciążony dopłatą. Podobnie jak dla przebiegów sinusoidalnych, tak i dla przebiegów niesinusoidalnych można przyjąć optymalną wartość współczynnika  $\operatorname{tg} \psi_0 = 0,4$ .

Współczynnik  $\operatorname{tg} \psi_0$  mógłby zostać zatem zastąpiony współczynnikiem  $\operatorname{tg} \psi_0$ . Otwarty jest jednak problem ustalenia optymalnej wartości tego współczynnika oraz ewentualnego przedziału dopuszczalnych odstępstw od wartości  $\operatorname{tg} \psi_0$ , nie pociągającego za sobą opłat, ani upustu. Wymaga to jednak przeprowadzenia szerokich badań i dyskusji na ten temat wśród specjalistów. Jednocześnie rozważyć można, czy zastosować w tym przypadku metodę dynamicznego pomiaru, czy też nie.

Wprowadzenie takiej finansowej odpowiedzialności mogłoby stanowić nacisk na odbiorców, aby ograniczali możliwość generowania wyższych harmonicznych, zaś z drugiej strony mogłoby zasilić finansowo dostawcę, do zadań którego należy zabezpieczanie przed rozprzestrzenianiem się tych harmonicznych na znaczne obszary sieci elektroenergetycznej. Należy również podjąć decyzję, wobec których grup odbiorców powinno się zastosować proponowane rozliczenia za moc bierną.

Wydaje się, że przedstawiona propozycja powinna zainicjować dyskusję nad analizowaną problematyką. Wymagałoby to przeprowadzenia szerokich badań i analiz, dotyczących zasadności dokonywania takiego sposobu rozliczeń za moc bierną. Dopiero podjęcie decyzji o przyjęciu proponowanego sposobu rozliczeń, mogłoby stanowić podstawę do określenia szczegółowych warunków jego stosowania, tj. sprecyzowania, wobec których grup odbiorców

energii elektrycznej, a ponadto, czy i w jakich strefach czasowych, sposób ten należy stosować, itp.

#### 4. WNIOSKI I ZALECENIA

Aktualne taryfy słabo realizują funkcje motywujące odbiorców. Oddziaływanie obecnych taryf ogranicza się do prób motywowania odbiorców do korzystnego kształtowania krzywej obciążenia mocą czynną, ograniczania szczytowych poborów mocy oraz prób dyscyplinowania w zakresie poboru mocy biernej. Żadnej z tych funkcji obecne taryfy nie realizują skutecznie.

W zakresie rozliczeń za moc bierną celowe jest stopniowe odchodzenie od rozliczania odbiorców według wskazań liczników energii biernej. Celowe jest wdrażanie systemów rozliczeń opartych o pomiary chwilowych wartości współczynnika mocy odbiorcy. System rozliczeń, którego zadaniem jest proste dyscyplinowanie odbiorców należy zastępować systemami lepiej odzwierciedlającymi wpływ zachowań odbiorców na koszty dostawy mocy biernej.

Poza rozliczeniami taryfowymi, należy wykorzystywać możliwości odbiorców w zakresie regulacji bilansów mocy czynnej i mocy biernej, poprzez stworzenie warunków do aktywnego uczestnictwa odbiorców w dostawie wybranych usług systemowych. Postulat dotyczy zarówno usług z grupy regulacji napięcia i mocy biernej, jak i ograniczonego uczestnictwa odbiorców w regulacji mocy czynnej (szczególnie w przypadkach pracy systemu z deficytem mocy oraz stanów zagrożenia bezpieczeństwa pracy systemu).

Gospodarka energią bierną w całym systemie elektroenergetycznym, tak na poziomie sieci przesyłowej, jak i sieci dystrybucyjnej, ma duży wpływ na jakość i efektywność dostaw energii elektrycznej do jej użytkowników. Czynnikiem stymulujący pożądane zachowania użytkowników sieci elektroenergetycznych stanowią zapisy regulujące warunki przyłączenia do sieci, a także zasady rozliczeń za energię bierną, określone w taryfach.

Z uwagi na fakt, że obecnie stwierdza się coraz większe problemy związane z występowaniem wyższych harmonicznych w sieciach elektroenergetycznych, pogłębionych przez powszechne stosowanie odbiorników o charakterystykach nieliniowych, należy poszukiwać skutecznych narzędzi do ograniczania tego niekorzystnego zjawiska. Można tutaj wymienić proponowane rozwiązania rozliczeń za energię bierną, zastosowane w przypadku występowania odkształconych przebiegów prądów i napięć. Wprowadzenie takiej finansowej odpowiedzialności mogłoby stanowić instrument nacisku na odbiorców, aby ograniczali możliwość generowania wyższych harmonicznych, z drugiej zaś strony mogłoby to zasilić finansowo zadania związane z zabezpieczaniem się dostawcy przed rozprzestrzenianiem się tych harmonicznych na znaczne obszary sieci elektroenergetycznej. Należy się również zastanowić, wobec których grup odbiorców powinno się zastosować proponowane rozliczenia za moc bierną. Wydaje się, że przedstawiona propozycja powinna zainicjować szerszą dyskusję nad celowością i możliwością jej zastosowania. Obecnie, choćby z uwagi na brak możliwości pomiarowych, nie jest to możliwe.

Należy, zdaniem autorów, rozważyć ponowne upowszechnienie sposobu rozliczeń za pobór energii biernej, wykorzystującego progresywnie rosnące stawki dopłat, w zależności od stopnia przekroczenia zadanego poziomu  $\operatorname{tg} \psi_0$ . Sposób ten jest czytelny i emituje silne sygnały adresowane do użytkownika energii elektrycznej, kształtując jego pożądane zachowania w zakresie poboru energii.

Modyfikacja zasad rozliczeń odbiorców za ponadumowny pobór energii biernej, powinna podążać w kierunku odchodzenia od pomiarów energii biernej w okresie obrachunkowym i wdrażania układów pomiarowych, kontrolujących chwilowe wartości współczynnika mocy, przy którym pracuje odbiorca. Sposób rozliczeń powinien być jednocześnie powiązany, nie tylko z poziomem współczynnika mocy, ale także z chwilową sytuacją w systemie elektroenergetycznym. Uzasadnienie może znaleźć różnicowanie kosztów i stawek (dopłat) za moc bierną, w zależności od pory dnia i rejonu geograficznego tak, by cena była najwyższa w tych porach, w których w danym regionie pojawia się potrzeba najsilniejszego „wsparcia” napięcia. Taki system rozliczeń, lepiej odzwierciedlający wpływ zachowań odbiorców na koszty dostawy mocy biernej, powinien być wdrażany etapowo, w pierwszej kolejności u odbiorców największych, a w miarę potrzeby, u coraz mniejszych.

Wartość współczynnika  $\text{tg}\varphi$ , stanowiąca podstawę do rozliczeń użytkowników energii elektrycznej i rozliczeń pomiędzy podmiotami przyłączonymi do sieci elektroenergetycznej (np. operatorami systemów dystrybucyjnych, operatorem systemu dystrybucyjnego i operatorem systemu przesyłowego), powinna być ustalana na podstawie badań i obliczeń, przy założeniu racjonalnej gospodarki mocą bierną w systemie elektroenergetycznym. Może być ona różna w różnych okresach doby i sezonu, a ponadto może ona ulegać zmianom, wraz z upływem czasu, na co mogą mieć wpływ zmiany zachodzące w systemie, znajdujące się po stronie popytowej, jak również te, które są po stronie podażowej (rozwój sieci elektrycznych i bazy wytwórczej).

Należy upowszechnić bezpośredni pomiar przekroczeń poziomu  $\text{tg}\varphi_0$ , celem wykrycia odbiorców cechujących się szybkozmiennym poborem energii czynnej i biernej, którzy przyczyniają się do pogorszenia jakości energii elektrycznej. W dalszej kolejności trzeba spopularyzować zastosowanie wobec nich odpowiedniego sposobu rozliczeń, polegającego na dynamicznym pomiarze przekroczeń wskazanego  $\text{tg}\varphi_0$ . Taki sposób z pewnością zdyscyplinuje użytkowników energii elektrycznej do dotrzymywania warunków, określonych w umowie o przyłączenie, a jak pokazują doświadczenia może przyczynić się do zwiększenia wpływów finansowych dla dostawców.

System taryfowy, w zakresie rozliczeń za energię bierną, powinien być wspierany przez odpowiednie regulacje prawne, stymulujące działania racjonalnego gospodarowania mocą bierną w systemie elektroenergetycznym. Regulacje te

mogłyby stanowić narzędzie w rękach operatorów, używane do wpływania na inne podmioty – szczególnie wytwórców (np. elektrownie wiatrowe), korzystające ze wspólnej sieci elektroenergetycznej i nie respektujące uwarunkowań dotyczących poziomu generacji mocy biernej.

Przychody uzyskiwane z opłat za energię bierną, powinny być kierowane na wydatki celowe, tj. na inwestycje poprawiające jakość energii elektrycznej i efektywność jej dostawy.

## 5. BIBLIOGRAFIA

1. Borecki J., Wilczyński A., Rozliczenia użytkowników za pobieraną energię bierną w warunkach występowania odkształconych przebiegów napięć i prądów, *Elektroenergetyka*, nr 2, 2005.
2. Borecki J., Wilczyński A., Badanie struktury taryfy za energię z uwzględnieniem mocy biernej pod kątem stymulowania zachowania użytkowników energii elektrycznej. Projekt Badawczy Zamawiany nr PBZ-MEiN-1/2/2006 „Bezpieczeństwo elektroenergetyczne kraju”, Zadanie 7, temat 7.1, punkty: 7.1.3.D i E, Politechnika Wroclawska, Instytut Energoelektryki, Wrocław 2008.
3. Bućko P., Badanie struktury taryfy za energię z uwzględnieniem mocy biernej pod kątem stymulowania zachowania użytkowników energii elektrycznej. Projekt Badawczy Zamawiany nr PBZ-MEiN-1/2/2006 „Bezpieczeństwo elektroenergetyczne kraju”, Zadanie 7, temat 7.1, punkt: 7.1.3.D, Politechnika Gdańska, Katedra Elektroenergetyki, Gdańsk 2007.
4. Budeanu C., J., Puissances reactives et fictives. Publication de l'Institut National Roumain pour l'Etude de Amenagement et de l'Utilisation des Sources d'Energie, Bucarest 1927.
5. Rozporządzenie Ministra Gospodarki i Pracy z dnia 20 grudnia 2004 r. w sprawie szczegółowych warunków przyłączenia podmiotów do sieci elektroenergetycznych, ruchu i eksploatacji tych sieci. Dz. U. Nr 2 z 2005 r., poz. 6.
6. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r. w sprawie szczegółowych warunków funkcjonowania systemu elektroenergetycznego. Dz. U. Nr 93 z 2007 r., poz. 623.
7. Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 18 sierpnia 2011 r. w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń w obrocie energią elektryczną (Dz. U. Nr 189, poz. 1126 z 2011 r.).
8. Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 27 kwietnia 2012 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie szczegółowych zasad kształtowania i kalkulacji taryf oraz rozliczeń w obrocie energią elektryczną (Dz. U. Nr 0, poz. 535 z 2012 r.).
9. Szczerba Z., Czy pomiar energii biernej ma sens? Zeszyty Naukowe Politechniki Gdańskiej, Gdańsk 2000.

## PROPOSED CHANGES IN REACTIVE ENERGY SETTLEMENTS

In this paper, proposed changes of the rules for reactive energy settlements that are possible to implement in the tariffs of distribution system operators for electricity in Poland were described. Modifications of tariffs were identified as the most purposeful in order to improve their motivational functions with respect to the users of distribution systems. Attention was drawn to the new challenges arising from operation of distributed generation. The method of settlement that is possible to effectively implement in the circumstances of occurring distorted voltage and current waveforms was discussed

**Key words:** energy tariffs, reactive power, energy market