

LUCJAN NEHREBECKI

Instytut Elektroenergetyki i  
Sterowania Układów  
Politechniki Śląskiej

ENERGETYCZNE, EKONOMICZNE I EKOLOGICZNE ASPEKTY  
RÓWNOWAŻENIA BILANSÓW ENERGETYCZNYCH KRAJU

**Streszczenie.** Autor przedstawił zasady rachunku, na podstawie, którego wybrać można właściwą drogę postępowania do zrównoważenia bilansów energetycznych kraju. Konieczność ta występuje zwykle w pracach prognostycznych nad rozwojem energetyki. Po krótkim omówieniu dróg prowadzących do tego celu autor szczegółowiej omówił wspomniane zasady w przypadku jednoczesnego zastosowania rozbudowy nowych źródeł energii i ograniczenia przez racjonalizację spożycia energii. Autor zaproponował prowadzenie rachunku w dwóch fazach, przy tym w drugiej fazie uwzględnia się występujące czynniki ekologiczne i skutki niezrównoważenia innych ważnych bilansów, jak na przykład wodnych, materiałów deficytowych i bilansu handlu zagranicznego.

## 1. Wprowadzenie

Trudne sytuacje w zakresie zaopatrzenia kraju w energię, obecnie występujące i z jakimi należy się liczyć na najbliższe dziesięciolecie, zmuszają do poszukiwania dróg zrównoważenia bilansów energetycznych kraju, odpowiadających zupełnie nowym technicznym i ekonomicznym warunkom ostatnio powstałym i stale zmieniającym się, dróg bardziej skutecznych od dotychczas stosowanych.

Ogólnie biorąc, zrównoważenie tych bilansów można uzyskać albo przez obniżenie zapotrzebowania na energię lub też przez pozyskanie nowych, dostatecznie wydajnych źródeł energii. Obniżenie zapotrzebowania na energię osiąga się trzema drogami: przez oszczędność, przez racjonalizację i w sytuacjach krańcowo] trudnych przez bezpośrednie ograniczenie użytkowania energii.

Oszczędność w użytkowaniu energii wyraża się zwykle przez ograniczenie w korzystaniu z energii do rozsądnego minimum, dostosowanego do występujących warunków, pod warunkiem, że zabiegi te nie umniejszą planowanych, niezbędnych efektów produkcyjnych i usługowych; natomiast wprowadzone ograniczenia zazwyczaj oddziałują ujemnie na warunki bytowania i pracy ludności. Są to przeważnie zabiegi natury porządkowo-organizacyjnej.

Racjonalizację użytkowania energii należy rozumieć jako zespół przedsięwzięć mających na celu osiągnięcie racjonalnego minimum zużycia energii dla zamierzonych efektów produkcyjnych i usługowych. Najczęściej uzyskuje się to przez modernizację urządzeń wprowadzających energię do procesów technologicznych, jak również przez modernizację z energetycznego punktu widzenia, samych procesów technologicznych. Może być również zastosowana do tego celu substytucja nośnika energii na bardziej ekonomiczny w końcowym efekcie.

Podobnie jak przy zabiegach oszczędnościowych przyjmuje się, że racjonalizacja użytkowania energii nie powoduje obniżenia planowanych efektów produkcyjnych i usługowych.

Ograniczenia w użytkowaniu energii sprowadzają się do ograniczenia czasu użytkowania w zakresie planów rocznych lub odcinkowych, do planowego obniżenia parametrów nośników energii oraz, w sytuacjach trudnych, nawet do zakazu stosowania energii do określonych celów, rezygnując całkowicie z prowadzenia wybranych procesów przemysłowych lub usługowych. To ostatnie posunięcie może być w niektórych przypadkach zastąpione przez zastosowanie innego, bardziej korzystnego z energetycznego punktu widzenia sposobu pokrycia określonej potrzeby, np. zastąpienie indywidualnych środków lokomocji przez publiczne lub też zastąpienie energii doprowadzonej ze scentralizowanych źródeł energii przez indywidualną bezpośrednią pracę ludzi lub zwierząt pociągowych.

Wszystkie podane wyżej sposoby bezpośredniego ograniczenia użytkowania energii powodują obniżenie efektów produkcyjnych i usługowych w stosunku do planowanych.

Z trzech wyżej opisanych dróg uzyskania obniżenia zużycia energii - zabiegi oszczędnościowe i bezpośrednie ograniczenia zużycia energii były dotychczas u nas w kraju szeroko stosowane, jako najłatwiejsze w realizacji. Racjonalizacja zużycia energii wymagająca poważnych prac wstępnych studialnych i projektowych, m.in. nad zmianą stosowanej technologii, jest jak dotychczas niedostatecznie opracowana tak pod względem metodycznym jak i ekonomicznym, i technicznym. Z tego względu, w dalszym ciągu ograniczono się do omówienia kilku wybranych zagadnień z zakresu racjonalizacji zużycia energii.

## 2. Proponowany sposób postępowania (konceptcja rachunku)

Konieczność rozwinięcia prac nad racjonalizacją zużycia energii wynika zazwyczaj wtedy gdy chodzi o częściowe pokrycie przewidywanego przyrostu zapotrzebowania energii na innej drodze, niż budowa nowych źródeł energii. Ze względu na duże moce stanowiące swykle przewidywany deficyt mocy w systemie, ze względu na długotrwałe, pracochłonne i kosztowne prace przygotowawcze i realizacyjne, racjonalizacji powinny być poddane w pierwszej

kolejności procesy przemysłowe i usługowe charakteryzujące się dużym zużyciem energii lub też urządzenia względnie wyroby, zużywające względnie mało energii, lecz powtarzalne w bardzo dużych ilościach. Chodzi o to, by przewidywany efekt racjonalizacji był współmierny do wielkości przewidywanego deficytu energii, lub co najmniej jego znaczącej części. Projekt racjonalizacji użytkowania energii dla określonego obiektu lub powtarzalnego urządzenia względnie wyrobu winien zawierać uzasadnienie celowości tego przedsięwzięcia. Chodzi o wyjaśnienie czy uzyskane drogą racjonalizacji (modernizacji) obniżenie zużycia energii jest celowe w stosunku do innego rozwiązania, jakim bywa zazwyczaj budowa nowego źródła energii.

Koszty te winny być ujęte globalnie, to znaczy zawierać koszty części przyrostu pokrytej przez racjonalizację i części - przez budowę nowego źródła energii. W obecnym stanie rozwoju gospodarki narodowej i sytuacji w zakresie zaopatrzenia kraju w energię, kryteria czysto ekonomiczne nie wystarczają, występuje cały szereg innych względów, które winny być wzięte pod uwagę przy podejmowaniu decyzji. Wystarczy wymienić ważniejsze z nich jako wyniki porównania: zużycie energii na przeprowadzenie racjonalizacji (modernizacji) i na pozyskanie nowego źródła energii, sprawności eksploatacyjnych dla alternatywnych rozwiązań, zużycia bezzwrotnego wody, zużycie nowych gospodarczo i ekologicznie cennych powierzchni terenów, zużycia deficytowych materiałów, wartości koniecznego importu maszyn i urządzeń oraz bezpośredniego i pośredniego obciążenia środowiska przez realizację, a następnie eksploatację urządzeń modernizowanych i nowego źródła energii. Na tę ostatnią pozycję składają się między innymi: zużycie tlenu, emisja szkodliwych związków stałych i gazowych, zanieczyszczenie powietrza przez zmiany w pejzażu, zmiany w ekologii wód przez zrzuty substancji organicznych i nieorganicznych do cieków i zbiorników wody.

Tak postawione zadanie rozwiązuje się w oparciu o odpowiednio skonstruowany rachunek ekonomiczny. Większość wyliczonych wyżej względów dodatkowych może znaleźć swój bezpośredni lub pośredni wyraz w wyniku przeprowadzonego rachunku ekonomicznego, wpływ pozostałych, nie dających się wprowadzić do rachunku ekonomicznego lub też w nim niedostatecznie wyeksponowanych, powinien być uwzględniony w inny, poza rachunkiem ekonomicznym, sposób.

Ogólnie traktując ten problem, dochodzi się do wniosku, że wpływ tych dodatkowych względów na kierunek podejmowanych decyzji co do wyboru sposobu zrównoważenia bilansu energetycznego kraju może być oceniony w dwójaki sposób. Mianowicie, albo przez wielkość ich wpływu na zmianę nakładów i kosztów na uzyskanie dla systemu energetycznego jednostki mocy i energii w skali rocznej lub też przez ocenę wagi tego względu (czynnika) na tle występujących lokalnie warunków w miejscu przewidzianym do realizacji modernizacji (racjonalizacji) alternatywnie w miejscu lokalizacji nowego źródła energii.

Naturalnie cechy tych dodatkowych względów (czynników) charakteryzują się wskaźnikami o bardzo różnej postaci, jak np.  $m^2$ pow/MWh,  $m^3$ wody/MWh, kg  $SO_2$ /MWh itp. Aby umożliwić korzystanie z tych naturalnych wskaźników dla oceny ich wpływu na decyzję co do wyboru sposobu zrównoważenia bilansu energetycznego z pierwszego i drugiego, wyżej wymienionych punktów widzenia, należy te wskaźniki wywartościować, raz odpowiednio do potrzeb rachunku ekonomicznego, drugi raz w wielkościach względnych, charakteryzujących udział danego względu (czynnika) w tworzeniu lokalnych warunków. Dla oceny z pierwszego punktu widzenia wywartościowanie wskaźnika naturalnego winno doprowadzić do wskaźnika określającego nakłady i koszty powstałe na skutek oddziaływania tego czynnika na jednostkę uzyskanej mocy i energii. Jak już było zaznaczone, w stosunku nie do wszystkich wskaźników naturalnych da się to przeprowadzić.

Dla oceny z drugiego punktu widzenia poszukiwać należy wskaźnika przedstawiającego udział czynnika zakłócającego w tworzeniu warunków lokalnych na skutek przeprowadzonej racjonalizacji lub budowy nowego źródła energii w odniesieniu do warunków występujących lokalnie przed modernizacją lub budową nowego źródła energii. Jako przykład można przytoczyć udział rocznego zapotrzebowania bezzwrotnego wody przez obiekt zmodernizowany (zracjonalizowany) lub przez nowe źródła energii w stronie rozchodowej bilansu wody rejonu podobnie udział roczny emisji  $SO_2$  do atmosfery na obszarze rejonu.

Z powyższego przedstawienia omawianego problemu wyłoniła się konieczność wyboru właściwych proporcji dwóch możliwych sposobów pokrycia przyrostu zapotrzebowania energii w systemie, gdyż w praktyce stosuje się zwykle jednocześnie obydwa rozwiązania, to znaczy ograniczenie zapotrzebowania przez racjonalizację użytkowania i przez budowę nowego źródła energii. Wydaje się celoweś pędbudować decyzję obliczeniem przeprowadzonym w dwóch fazach.

W pierwszej fazie, w oparciu o rozbudowany klasyczny rachunek ekonomiczny, wylicza się oddzielnie nakłady, roczne koszty eksploatacji i koszty jednostkowe uzyskanej mocy i energii dla urządzeń zmodernizowanych i nowego źródła energii. Wysokość tych kosztów zależy od proporcji udziałów w pokryciu deficytu mocy i energii przez zabiegi modernizacyjne i budowę nowego źródła energii. Tę proporcję należałoby ustalić w założeniu uzyskania minimum łącznych rocznych kosztów pokrycia przewidywanego przyrostu zapotrzebowania energii. Dla wstępnych orientacyjnych obliczeń może wystarczyć ustalenie wartości granicznych dla omawianej proporcji, wyznaczonych na podstawie analizy granicznych wartości, możliwych do uzyskania z technicznych i organizacyjnych względów, mocy i energii przez modernizację (racjonalizację) i przez budowę nowego źródła energii.

Przeprowadzone obliczenia nakładów i kosztów dla wartości granicznych tej proporcji i dla kilku wartości pośrednich dają możliwość zorientowania się o wartości proporcji optymalnej, dającej minimum łącznych kosztów

rocznych i o zadaniach jakie należy postawić racjonalizacji (modernizacji) określonego obiektu i budowie nowego źródła energii.

W drugiej fazie rachunku należałoby przeprowadzić korektę wyników rachunku przeprowadzonego w pierwszej fazie na podstawie wpływu jaki wywierają poszczególne dodatkowe względy, o których była wyżej mowa, na kształtowanie się nakładów i rocznych kosztów na jednostkę mocy i energii użytkowanej przez racjonalizację wybranego obiektu i pozyskanie nowego źródła energii oraz na udział tych czynników (względów) dodatkowych w zmianie pierwotnych specyficznych warunków, które występują na skutek realizacji a następnie eksploatacji proponowanych rozwiązań pokrycia przyrostu zapotrzebowania mocy i energii w systemie energetycznym. Za ekonomiczne skutki działania tych dodatkowych czynników (względów) przyjmuje się koszt usunięcia oddziaływania tego czynnika lub koszt niwelowania jego skutków lub też koszt uzupełnienia, wzbogacenia zasobów, określających konkretne warunki przeliczone na jednostkę uzyskanej mocy i energii. Aspekty ekonomiczne oceny nie wystarczają, należy wziąć pod uwagę udział tych dodatkowych czynników w naruszeniu naturalnych warunków otoczenia. Udział ten ocenia się, jak to już było powiedziane, w skutkach natury ekologicznej realizacji a następnie eksploatacji obiektu zmodernizowanego i nowego źródła energii.

Oczywiste jest, że waga tych skutków, wyrażona w wartościach względnych, zależy od warunków początkowych występujących w miejscach lokalizacji tych obiektów. Miarą skutków może być udział procentowy w naruszeniu stanu początkowego, udział w przekroczeniu wartości normowanych przez przepisy i udział w naruszeniu bilansów w sferze fizycznej, biologicznej i energetycznej otoczenia. W tej sferze mogą być uwzględnione wszystkie te dodatkowe czynniki, których oddziaływanie nie mogło być z różnych względów wprowadzone do rachunku ekonomicznego.

Z powyższych wywodów wynika, że korekta przeprowadzona z punktu widzenia wpływu czynników (względów) dodatkowych, wyrażonych w wielkościach ekonomicznych, prowadzi do korekty stosunku mocy i energii uzyskanych przez modernizację (racjonalizację) i przez pozyskanie nowego źródła energii. Jest to korekta w miarę dokładna. Korekta przeprowadzona z punktu widzenia skutków naruszenia początkowych warunków naturalnych otoczenia oparta jest na interpretacji norm i przepisów. i jako taka oparta jest raczej na doświadczeniu.

We wszystkich powyżej opisanych obliczeniach należy uwzględnić różne okresy czasu przywiązane do trwałości technicznej i ekonomicznej i różne, możliwe do uzyskania w eksploatacji, stopnie wykorzystania znamionowych wydajności i mocy urządzeń zmodernizowanych i urządzeń nowego źródła energii.

### 3. Zakończenie

Podane wyżej rozważania wstępnie w ogólnym ujęciu przedstawiają temat artykułu, dają możliwość wstępnego ukierunkowania niezbędnych jeszcze prac studialnych i badawczych. Kompleksowe ujęcie problemu pozwala na ustalenie występujących współzależności wewnętrznych, które komplikują rozwiązanie zadania w postaci nadającej się do praktycznego wdrożenia.

Recenzent: doc. dr hab. inż. Andrzej Kłos

Wpłynęło do Redakcji dn. 10 lutego 1985 r.

### ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БАЛАНСИРОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ БАЛАНСОВ СТРАНЫ\*

#### Р е з ю м е

Автор излагает принципы исчисления, на базе которого могут выбираться наиболее рациональные пути и методы балансирования энергетических балансов страны. Необходимость в этом обычно возникает при ведении прогностических работ в области энергетики. Охарактеризовав вкратце пути, ведущие к достижению поставленной цели, автор более подробно останавливается на вышеупомянутых принципах применительно к такому случаю, когда расширение новых источников энергии сочетается со снижением ее использования путем рационализации потребления. Автор предлагает двухэтапный принцип расчетов, причем на втором этапе учитываются экологические факторы и результаты несбалансированности других важных балансов, например, водного, дефицитных материалов, внешнеторгового.

### ENERGY, ECONOMY AND ECOLOGY ANGLES OF THE NATIONAL ENERGY BALANCES BALANCING

#### S u m m a r y

The author presents principles of a calculation on the grounds of which it is possible to select the proper procedure for balancing of the national energy balances. This balancing is generally needed at prognosis works on the development of energy production and distribution. After a short treatment of the ways leading to this goal the author presents more precisely the mentioned principles for the case when, at the same time, the expansion of new energy sources has been applied and the energy consumption reduced by rationalization. The author suggests to carry on a two-

stage calculation where in the second one there should be taken into account existing ecological factors and effects of the unbalancing of other important balances e.g. such as the balance of water, materials in short supply and foreign trade.