

A4131I

Prace Naukowe Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych  
Politechniki Wrocławskiej

Mag. 38

Seria: Monografie

25

**Zdzisław Szalbierz**

**Rozwój produkcji energii elektrycznej w Polsce  
Zagadnienia podstawowe**

Wrocław 1989



PRACE NAUKOWE POLITECHNIKI WROCLAWSKIEJ

Scientific Papers of the Institute of Economic and Social Sciences  
No. 38 of the Technical University of Wrocław No. 38

---

Monographs

No. 25

1989

Zdzisław SZALBIERZ

The development of electric energy in Poland.  
The basic problems

Seria:  
Monografie

**25**

**Zdzisław Szalbierz**



**Rozwój produkcji energii  
elektrycznej w Polsce  
Zagadnienia podstawowe**

---



Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej · Wrocław 1989

## **Recenzenci**

Anna JANKOWSKA-KŁAPKOWSKA  
Zygmunt BARTOSIK

## **Redaktor naukowy**

Jadwiga RUDEK

## **Opracowanie redakcyjne**

Janina SURMACZYŃSKA

## **Korekta**

Barbara WACHOWSKA

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1989

**WYDAWNICTWO POLITECHNIKI WROCŁAWSKIEJ**

Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

**ISSN 0239-3204**

Nakład 150 + 60 egz. Ark. wyd. 13. Ark. druk. 10<sup>1</sup>/s. Papier offset. kl. III, 70 g, B1.  
Oddano do druku w grudniu 1988 r. Druk ukończono w styczniu 1989 r.  
Zakład Graficzny Politechniki Wrocławskiej. Zam. nr 4043/88. Cena zł 330,-

*Uwarunkowania, wytwarzanie,  
zużycie, społeczne koszty,  
środowisko naturalne, planowanie*

Zdzisław SZALBIERZ\*

## ROZWÓJ PRODUKCJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ W POLSCE ZAGADNIENIA PODSTAWOWE

Zbadano związki i uwarunkowania zachodzące pomiędzy krajową gospodarką a wytwarzaniem energii elektrycznej. Określono determinanty rozwoju wytwarzania energii elektrycznej wyznaczające skalę jej produkcji oraz rolę i miejsce w systemie zaspokajania energetycznych potrzeb gospodarki narodowej. Za ważny czynnik rozwoju produkcji energii elektrycznej uznano społeczne koszty. Przedstawiono składniki tego kosztu i sposób ich liczenia. W ostatniej części pracy podjęto problemy planowania rozwoju produkcji i zużycia energii.

### 1. WSTĘP

#### 1.1. Sformułowanie problemu i cel badań

W latach siedemdziesiątych wstrząsnęło światem skomplikowane zjawisko polityczno-gospodarcze nazywane "kryzysem energetycznym", które ujawniło problemy w zaspokajaniu rosnących potrzeb energetycznych w wielu krajach. Kryzys ten nie tylko spowodował znaczne podwyższenie cen źródeł energii i produktów energochłonnych, lecz także zmusił do rewizji zakorzenionych poglądów o nieograniczonych zasobach naturalnych i tanich sposobach zaspokajania potrzeb energetycznych. Dlatego też zaczęło się uważać, iż coraz donioślejszą rolę odgrywa racjonalne wytwarzanie i użytkowanie energii, której koszt w dużym stopniu decyduje o tempie rozwoju i wysokości poniesionych nań społecznych nakładów pracy.

---

\* Instytut Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej,  
Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław.

Lata siedemdziesiąte przyniosły ograniczenia surowcowe, a przede wszystkim energetyczne bariery rozwoju gospodarczego. Zakres i skala ich występowania, a także skutki, jakie spowodowały i powodują w silnych i rozwiniętych systemach gospodarczych, wydają się potwierdzić tezę o względnie trwałej zmianie priorytetów rozwojowych.<sup>1</sup> Jest to tym bardziej aktualne, że możliwy wzrost produkcji taniej energii stał się w wielu krajach podstawowym ograniczeniem rozwoju gospodarczego. W niektórych krajach powstał też deficyt energii. Problem spadkowej tendencji cen surowców energetycznych w porównaniu z cenami wyrobów przemysłowych przestał istnieć, a ograniczenia po stronie podaży spowodowały odwrócenie tej relacji. Wśród specjalistów nie ma jednak jednomyślności co do zakresu, skali, czasu trwania i stabilizacji obecnej sytuacji w gospodarce paliwowo-energetycznej. Spotyka się różne poglądy na temat rozwoju i perspektyw zaspokojenia potrzeb energetycznych świata, a szczególnie jego regionów, ugrupowań polityczno-gospodarczych i samych państw. Tak duże rozbieżności sądów związane są z nierównomiernym występowaniem najbardziej popularnych i tanich źródeł energii oraz różnymi prognozami wprowadzenia do praktyki gospodarczej na szeroką skalę nowych sposobów otrzymywania energii (budowa reaktorów powielających, generatorów MHD, wykorzystanie reakcji syntezy jąder atomowych itp.).

Badania prowadzone na początku lat siedemdziesiątych dla Klubu Rzymskiego, a szczególnie pierwszy raport "Granice wzrostu", wykazały, iż w stosunkowo niedługim czasie ludność świata napotyka na silną barierę rozwoju w postaci ostrego deficytu surowców energetycznych. W kolejnych raportach dla tego Klubu problem energii nie był już przedstawiany z taką ostrością, bez wątpienia jednak surowce energetyczne stanowią w nich istotny czynnik, który może potencjalnie ograniczyć rozwój gospodarczy<sup>2</sup>. Surowcom energetycznym jako czynnikowi rozwoju stosunkowo najniższą rangę nadał W. Leontiew w swoim raporcie dla ONZ. Wyraża on przekonanie o obfitości tych surowców na Ziemi, a rewolucja techniczna pozwoli na dostosowanie możliwości energetycznych systemów wytwarzających energię do zapotrzebowania. Nie wyklucza jednak sytuacji, w której w określonym kraju zacznie brakować potrzebnego surowca. W skali globalnej symptomy wyczerpywania się zasobów mogą występować przejściowo. W gruncie rzeczy, optymistyczne ustalenia wynikają z wiary w rosnącą wiedzę, która pozwoli na utrzymanie równowagi zasobów. Koszty wydobywania surowców energetycznych będą jednak prawdopodobnie coraz wyższe<sup>3</sup>.

Można w rezultacie wysunąć wniosek, iż - ze względu na brak dostatecznie wiarygodnych informacji i danych o rozwoju sytuacji zarówno po stronie podaży, jak i popytu na energię oraz na trudny do przewidzenia rozwój umiejętności człowieka, związany z wykorzystaniem różnych postaci

energii pierwotnej - ogromnie trudno jest przewidzieć procesy rozwojowe w perspektywie wykraczającej poza rok 2000. Każda z różnych prognoz rozwoju sytuacji paliwowo-energetycznej ma swoje logiczne uzasadnienie, a przy spełnieniu określonych założeń ma szansę znealezienia odbicia w rzeczywistości. Należy tu więc postawić pytanie, czy wydarzenia, które miały miejsce na rynkach światowych i w konsekwencji spowodowały ogromny wzrost cen ropy, słusznie nazywa się kryzysem energetycznym. Jeśli przez słowo kryzys rozumie się wyczerpanie się złóż surowców energetycznych, to z pewnością takie wyczerpanie nie nastąpiło, i w najbliższych latach nie wystąpi, choć w przyszłości, przy pewnych założeniach, wizja taka może okazać się zupełnie realna. Nie można jednak wykluczyć (przyjmując za punkt wyjścia inne założenia), że postęp naukowo-techniczny nie tylko odsunie wizję kryzysu energetycznego, lecz nawet doprowadzi do ostatecznego rozwiązania tego problemu. Jeśli zaś przez kryzys rozumie się zakłócenia w mechanizmie rozwiązania bieżących i przyszłych problemów energetycznych, to kryzys był faktem. Spowodował jednak w wielu krajach efektywniejsze wykorzystanie energii pierwotnej i finalnej. Tak np. kryzys z lat siedemdziesiątych, będący odchyleniem od procesów zachodzących wcześniej, zwrócił uwagę na fakt, że coraz szybsza konsumpcja i produkcja energii, a szczególnie jej marnotrawstwo, nie mogą być w dłuższym okresie realizowane bez szkody dla procesów rozwojowych.

Z literatury przedmiotu wynika, że nie ma możliwości szybkiego i taniego opanowania nowych źródeł energii, nie ma też łatwych, tanich - dających się szybko zrealizować oszczędności - energii w procesach wytwórczych umożliwiających zmniejszenie zapotrzebowania<sup>4</sup>. Uważa się, że możliwe są znaczne lokalne zmniejszenia zużycia paliw poprzez oszczędności i racjonalizację, lecz wymaga to kapitałochłonnych modernizacji procesów technologicznych i wymiany urządzeń. Są to często działania kapitałochłonne - a także powolne, ponieważ taki charakter mają zmiany struktury produkcji. Wydaje się jednak, że te kosztowne procesy dają szansę stworzenia w niektórych krajach warunków do powstania nowej równowagi ekonomicznej w poszczególnych krajach.

W rezultacie w niektórych krajach np. Francji, Szwecji, RFN, udało się istotnie, już w latach siedemdziesiątych, obniżyć relatywne zużycie energii. Opracowywane są programy rządowe, których głównym tematem jest efektywne zaspokojenie potrzeb energetycznych<sup>5</sup>. Kraje, które zaczęły realizować program zmian strukturalnych i poszukują energooszczędnych wariantów rozwoju gospodarczego mogą pośrednio stwarzać naciski na inne kraje - w tym także na Polskę - w celu uzyskania zwiększonych dostaw wyrobów energo- i materiałochłonnych. W tym kontekście należy postawić pytanie, czy aktualna sytuacja energetyczna będzie

sprzyjać tworzeniu atmosfery współpracy międzynarodowej w dziedzinie surowców i energii?

Zdaniem M. Ostrowskiego analiza możliwych wariantów sytuacji energetycznej w świecie zdaje się wskazywać na to, że rozwój tej sytuacji nie będzie sprzyjał tworzeniu się międzynarodowego ładu ekonomicznego ze względu na duże różnice w poziomie rozwoju ekonomicznego krajów i nierównomierne rozmieszczenie zasobów energetycznych<sup>6</sup>. Nasuwa się w związku z tym postulat intensyfikacji współdziałania w dziedzinie produkcji i racjonalizacji zużycia energii pomiędzy krajami RWPG. Dotychczas rozwinęto wiele dziedzin takiej współpracy. Jest to jednak poziom zbyt niski, zważywszy na aktualne i przyszłe potrzeby<sup>7</sup>.

Bardzo ważne z punktu widzenia rozwoju naszego kraju w bliskiej i dalszej przyszłości jest w danych warunkach rozwojowych obniżenie energochłonności procesów użytkujących oraz wzrost produkcji energii. Zaspokajanie potrzeb energetycznych kraju wymaga realizacji kompleksowych przedsięwzięć dotyczących z jednej strony efektywnego rozwoju potencjału wytwórczego systemu energetycznego, z drugiej zaś - stworzenia niezbędnych warunków do racjonalnego zużycia wszelkich form energii. Postęp zarówno w jednej, jak i w drugiej dziedzinie wymaga nie tylko wprowadzania nowych, sprawniejszych, mniej energochłonnych technik wytwarzania, lecz także (a może przede wszystkim) stworzenia ekonomicznych i organizacyjnych warunków do ich udoskonalenia i wdrażania. Dotychczas uważano, że zadaniem systemu energetycznego jest zaspokajanie potrzeb gospodarki na paliwo i energię finalną o odpowiedniej strukturze. W warunkach szybkich procesów intensyfikacji działalności gospodarczej i rosnącego stąd bardzo dynamicznie zapotrzebowania na surowce, a przede wszystkim różne postacie energii, napotyka się na trudności w zbilansowaniu rosnących potrzeb energetycznych z możliwościami podażowymi systemu. Wynika stąd konieczność stworzenia procesów adaptacyjnych, których celem byłoby nie tylko dostosowanie możliwości systemu do warunków i wymagań całej gospodarki, ale także dostosowanie kierunków rozwoju gospodarki do produkcyjnych i organizacyjnych możliwości systemu.

Krajowy system paliwowo-energetyczny określany jest jako zbiór pięciu podsystemów, z których każdy związany jest z określonym nośnikiem energii. Wyróżnia się więc podsystemy: elektroenergetyczny, gazoenergetyczny, termoenergetyczny, petroenergetyczny i karboenergetyczny. Wysuwany jest przy tym słuszny postulat, by system paliwowo-energetyczny traktować jako jedną całość<sup>8</sup>. Wynika to z występowania silnych powiązań między poszczególnymi pięcioma jego elementami zarówno w dziedzinie współużytkowania zasobów paliw pierwotnych, jak i na poziomie wykorzystania poszczególnych nośników energii finalnej, które mogą się wzajem-



nie zastępować. Rozwój gospodarki paliwowo-energetycznej jest także silnie uzależniony od licznych powiązań zewnętrznych z całą gospodarką narodową i międzynarodową wymianą. Koszty rozwoju układu zaopatrującego kraj w potrzebną, o określonej strukturze, energię są bardzo wysokie, przede wszystkim ze względu na bardzo wysoką kapitałochłonność inwestycji i długi czas ich realizacji. Określenie pożądanego poziomu dostaw energii (przy dostatecznie wydłużonym horyzoncie czasowym) do potrzeb gospodarki jest zagadnieniem złożonym, ale niezbędnym do racjonalnego i harmonijnego planowania i sterowania rozwojem.

W pracy zamierza się wyeksponować jedną z form energii, a mianowicie: energię elektryczną, i rozpatrzyć problemy związane z jej produkcją, z uwzględnieniem ogólnogospodarczych uwarunkowań kosztów rozwoju produkcji. Jest to zagadnienie bardzo ważne na etapie określania kształtu i rozmiarów bazy paliwowo-energetycznej kraju. Wytwarzanie energii elektrycznej określa kierunki pozyskiwania energii pierwotnej i wpływa na rozwój wielu przedsiębiorstw przemysłowych związanych z tą branżą gospodarki.

Energia elektryczna jest szczególną formą energii. Jej specyficzna rola i charakter wynikają z trzech zasadniczych przesłanek:

1. Wytwarzanie energii elektrycznej wiąże się z wysokimi nakładami kapitałowymi oraz znacznymi stratami energetycznymi powstałymi w procesie jej wytwarzania. Sprawność najbardziej wydajnych elektrowni kondensacyjnych nie przekracza 40%, a więc ponad połowa dostarczanej energii pierwotnej jest nie wykorzystana.

2. Energia elektryczna jest bardzo efektywną i dogodną w użytkowaniu formą energii. Wynika to z kilku korzystnych cech tego produktu, do których należą: uniwersalność zastosowań, łatwość przesyłania i eksploatacji oraz duża sprawność przemiany w różnorodne formy energii. Wyjątkowa więc elastyczność w dostosowaniu się do różnego rodzaju wymagań odbiorcy sprawia, że w wielu przypadkach jest praktycznie nie do zastąpienia.

3. Jest to taka postać energii, której w zasadzie nie można magazynować. Wielkość jej produkcji w każdym momencie musi więc być dostosowana do zapotrzebowania. Fakt ten ma ważne znaczenie ekonomiczne.

Przedstawione przesłanki wpłynęły na konstrukcję pracy i stały się punktem wyjścia sformułowania, celu i zakresu podmiotowego i przedmiotowego oraz rozpatrzenia nasuwających się problemów.

Celem pracy jest zbadanie i opis związków i uwarunkowań zachodzących między krajową gospodarką a wytwarzaniem i zużyciem energii elektrycznej, a także określenie i omówienie tych determinantów rozwoju wytwarzania energii elektrycznej, które wyznaczają jej rolę i miejsce w systemie zaspokajania energetycznych potrzeb gospodarki narodowej.

Realizacja tak postawionego celu badawczego zdaje się mieć istotne znaczenie dla sterowania rozwoju tej sfery działalności gospodarczej.

Podstawowym podmiotem pracy są związki i uwarunkowania zachodzące między gospodarką narodową a produkcją i zużyciem energii elektrycznej. Dla udokumentowania niektórych twierdzeń należało zmodyfikować tak ustalony podmiot badań. Dlatego też jako podmiotowy zakres pomocniczy przyjęto wybrane związki i relacje w produkcji i zużyciu energii zachodzące w innych krajach, a także pewne zależności wewnątrz krajowego systemu elektroenergetycznego.

Przedmiotem badań w niniejszej pracy jest wytwarzanie energii elektrycznej rozumiane jako proces produkcji materialnej.

Zakreślona problematykę badawczą można wyrazić za pomocą następujących hipotez:

1. Zapewnienie skutecznego sposobu zaspokojenia potrzeb gospodarki na energię elektryczną wymaga zmiany dotychczasowego podejścia, które przejawia się w dążeniu przede wszystkim do wysuwania na plan pierwszy rozbudowy mocy wytwórczej w elektrowniach.

2. Nie negując konieczności rozbudowy potencjału energetycznego, należy wskazać na dwa - nie wykorzystane do tej pory - obszary uzyskania większej produkcji lub oszczędności. Są to:

- a) zmiana globalnego zużycia energii elektrycznej wskutek przekształcenia struktury gospodarki, a szczególnie przemysłu oraz poprawę sprawności energetycznej odbiorników energii;
- b) zmniejszenie zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne przemysłu energetycznego.

3. Określenie roli i miejsca energii elektrycznej w systemie zaspokojenia energetycznych potrzeb gospodarki wymaga znajomości społecznych kosztów jej pozyskania. Do wyznaczenia zaś poziomu społecznych kosztów niezbędne jest określenie ich składników i sposobu ujęcia w rachunku.

4. Określenie potencjału wytwórczego elektrowni wymaga, w świetle przedstawionych wyżej sformułowań, uwzględnienia w procedurze planistycznej poziomu społecznych kosztów, wpływu zmiany struktury gospodarki na wielkość produkcji oraz możliwości zmniejszenia zużycia energii w samym przemyśle energetycznym.

Praca ma zasadniczo charakter teoretyczny, to znaczy, jest próbą wyjaśnienia zjawisk, sformułowania zasad ich analizowania i usystematyzowania problematyki zasygnalizowanej w tytule.

Literatura przedmiotu o związkach zachodzących pomiędzy procesami wytwarzania energii elektrycznej a procesami jej zużycia jest stosunkowo uboga, stąd praca stanowi próbę wypełnienia tej luki. Chodzi tu o problematykę dotyczącą zużycia energii, a szczególnie strukturalnych determinantów wyznaczających zapotrzebowanie na tę formę energii w przemyśle

oraz planowanie zużycia energii w warunkach jej deficytu. Wyznaczenie występujących sprzężeń zwrotnych pomiędzy sferą produkcji a sferą zużycia wymagało podjęcia problematyki społecznych kosztów uzyskania energii, a zwłaszcza składników określających ich poziom. Sprzężenia pomiędzy produkcją a zużyciem pozwoliły na odmienne i pełniejsze ujęcie procedury planowania rozwoju produkcji energii elektrycznej. Zakres przedmiotowy obejmuje zasadniczo wytwarzanie energii elektrycznej w krajowym systemie elektro-energetycznym. Ze względu na specyfikę tego systemu, polegającą na zdecydowanej dominacji produkcji energii w elektrowniach ciepłych opalanych węglem kamiennym i brunatnym, skoncentrowano się głównie na energetyce cieplnej konwencjonalnej. Przyszłościowym kierunkiem rozwoju będzie wytwarzanie energii w elektrowniach atomowych. Stąd też wybrane fragmenty pracy w sposób bezpośredni lub pośredni poświęcone są tej problematyce. Natomiast bardzo specyficzny problem wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach wodnych, których budowa jest uwarunkowana zwykle skomplikowanymi zagadnieniami w dziedzinie gospodarki wodnej, zostanie w tym opracowaniu pominięty. Takie stanowisko uzasadnione jest także niewielkim odsetkiem mocy zainstalowanej w elektrowniach wodnych - niespełna 7% - i jeszcze mniejszym ich udziałem w produkcji energii elektrycznej - około 3%.

Za podjęciem tak zakreślonej problematyki badawczej przemawia specyfika gospodarki energetycznej kraju polegająca na wykorzystaniu posiadanych zasobów węgla kamiennego i brunatnego, a także efektywność ich wykorzystania, sytuacja energetyczna w Europie i świecie, i w końcu historia rozwoju systemu zaopatrującego kraj w energię na tle rozwoju gospodarczego.

### 1.2. Metoda badań

Z dotychczasowych (z konieczności skrótowych) uwag wynika znaczna złożoność uwarunkowań wybranej do badań sfery działalności gospodarczej. Zagadnienia harmonijnego rozwoju całej gospodarki energetycznej, a także poszczególnych jej segmentów w relacji do potrzeb i możliwości gospodarki nie były często analizowane w pracach naukowych. W rezultacie brak jest systematycznej wiedzy o wytwarzaniu i użytkowaniu energii w gospodarce, a szczególnie o ich wzajemnych związkach sprawił, że w podejmowanych przedsięwzięciach badawczych punktem wyjścia były zazwyczaj paradygmaty tych nauk, na gruncie których były i są dokonywane, a są to głównie nauki techniczne. Stąd też większość prac dotyczy skali mikroekonomicznej. W ramach pojedynczej maszyny lub urządzenia, przedsiębiorstwa, co najwyżej grupy jednorodnych technicznie organizacji gospodarczych, starano się badać relację techniczno-ekonomiczną pomiędzy wartością lub wolumenem uzyskanej produkcji a zużyciem energii na

jej wytwarzanie. W ten sposób prowadzono konkretne analizy w kategoriach związków przyczynowo-skutkowych, gdzie przedmiotem badań pozostają głównie wybrane techniczne środki i ich materialne (w wąskim technicznym sensie) uwarunkowania.

Planiści gospodarczy natomiast najczęściej tłumaczą zjawiska i relacje zachodzące pomiędzy całą gospodarką a wytwarzaniem i zużyciem energii nie w kategoriach pochodzenia lub przyczyny, ale w kategoriach realizowanych celów lub funkcji, spełnianej przez jakąś składową część w systemie. Często nie możemy stwierdzić, czy ten sposób badania wybranych związków jest właściwy czy też nie. Trzeba jednak przypomnieć, że ten sposób ujęcia podstawy teoretycznej planowania socjalistycznego (szczególnie we wczesnej fazie jego rozwoju) prowadził do nadmiernego optymizmu i przez to nierealnych planów.<sup>9</sup> Niebezpieczeństwo takie istnieje nadal, szczególnie w odniesieniu do bilansów energetycznych, które ukształtować się powinny w przyszłości.

W literaturze przedmiotu pojawił się także i trzeci nurt badawczy, który stanowi punkt wyjścia analizowania nasuwających się w pracy problemów. Pozwala on, jak się zdaje, na uniknięcie przedstawionych wyżej niebezpieczeństw, poparcie decyzji o skali rozwoju gospodarki paliwowo-energetycznej, a także wybranych jej podsystemów badaniami nad zużyciem i produkcją energii w powiązaniu z wymaganiami efektywnego rozwoju społeczno-gospodarczego. Ten nurt prezentowany jest w pracach Instytutu Nauk Ekonomicznych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie, Zakładu Energetyki Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN, pracach Cz. Mejry, K. Kopeckiego i A. Szpilewicza, a w literaturze radzieckiej przez L.A. Mielentiewa, A.A. Mekarowa i anglosaskiej J. Darmstadtera, J. Dunkerley'ego, H.H. Stewarda, a także w pracach Instytutu Analiz Systemowych w Wiedniu<sup>10</sup>.

Sądzę także, że kierunek analizy reprezentowany w cytowanych pracach zbieżny jest z ujmowaniem procesów wytwarzania i użytkowania energii z punktu widzenia termodynamiki.<sup>11</sup>

Z czysto termodynamicznego punktu widzenia energia w przyrodzie jest stała (zasób energii w układzie zamkniętym jest niezmienny). W tym więc sensie nie istnieją takie rodzaje działalności, które energię wytwarzają lub zużywają. W układzie (systemie) takim - mówią termodynamicy - rośnie entropia. Wytwarzanie i użytkowanie energii, wywołują podobnie jak wszystkie procesy zachodzące w przyrodzie, wzrost entropii. W ten sposób procesy ekonomiczne są entropijne, nie wytwarzają ani nie konsumują energii, lecz jedynie dokonują transformacji niskiej entropii w wysoką. Procesy ekonomiczne różnią się od innych procesów fizycznych zachodzących w przyrodzie. Jest faktem, że wzrost gospodarczy jest procesem powodującym wzrost entropii. Im wyższe tempo wzrostu gospodarczego,

tym wyższe tempo pojawiania się wysokoentropijnych odpadów. Ze względu na wysokie koszty zaspokojenia potrzeb energetycznych szczególnie dbać trzeba o to, by realizować procesy wytwarzania i użytkowania energii tak, aby możliwie w małym stopniu wywoływać wzrost wysokoentropijnego strumienia odpadów.

Wykorzystując ten termodynamiczny sposób ujęcia, można formułować globalną efektywność systemu wytwarzającego i użytkującego energię (systemu energetycznego). Z punktu widzenia termodynamicznego tę globalną efektywność systemu energetycznego określać będzie relacja pomiędzy ilością energii zużytkowanej przez odbiorców a ilością energii pierwotnej potrzebnej do jej wytworzenia.

Jedną z cech prowadzonej w kraju polityki energetycznej było odrębne traktowanie, z metodycznego punktu widzenia (co miało także ważne implikacje praktyczne), wytwarzania i użytkowania energii. Wytwarzanie i przesyłanie energii traktowano jako system, stosując tu mniej lub bardziej konsekwentne podejście systemowe.<sup>12</sup> Użytkowanie energii traktowano zaś jako zmienną niezależną, wychodząc z założenia, że tak należy rozbudować wytwarzanie i przesyłanie energii, by zaspokoić popyt rosnący mniej lub bardziej racjonalnie. Takie podejście w praktyce gospodarczej spowodowało koncentrowanie się na "poszukiwaniu" rzeczowych i finansowych środków w celu rozbudowy systemu wytwarzającego energię, zaniedbywano natomiast poważnie rozwój technik i technologii w sferze użytkowania. Aby wyeliminować niedostatki takiego podejścia, należy podjąć próbę (w odniesieniu do energii elektrycznej) badania zjawisk i procesów, uwzględniając jej współdziałanie z otoczeniem i jednocześnie analizując strukturę systemu i jego złożoność. Z uwag tych wynika więc, że w naszym przypadku celowe byłoby zastosowanie podejścia systemowego, z zastrzeżeniem jednak, że pojęcie "system" odnosić się będzie do użytkowania i wytwarzania energii. Trzeba tutaj podkreślić, że teoria systemów nie dysponuje technikami umożliwiającymi analizę struktury takiego systemu, bez naruszania integralności złożonego układu.<sup>13</sup> Jest to poważny powód uniemożliwiający pełną realizację podstawowego postulatu badawczego ujęcia systemowego, jakim jest badanie systemu lub jego elementu, z zachowaniem współdziałania wszystkich elementów i oddziaływania otoczenia. Tak więc w tym przypadku należy mówić o zorientowanej systemowo postawie metodologicznej, a nie o przyjęciu zdefiniowanej metodologii systemowej.

Z przedstawionym podejściem metodycznym związane są podstawowe terminy powtarzające się w niniejszej pracy i wymagające wyjaśnienia. Terminy owe to: energia pierwotna, końcowa i użyteczna.<sup>15</sup> Są one używane przez energetyków "systemowców" i wywodzą się z zasygnalizowanego termodynamicznego sposobu ujmowania procesów wytwarzania i użytkowania

energii.

Energia pierwotna to energia pod jakąkolwiek postacią, która nie podlegała żadnej konwersji (przetwarzaniu).

Energia finalna (zwana także końcową, dostarczoną lub bezpośrednią) jest to energia przeznaczona do bezpośredniego zużycia przez odbiorców. Przy jej obliczaniu pomija się zużycie energii przez sektor paliwowo-energetyczny, termodynamiczne straty przemian w głównych przemianach energetycznych oraz straty sieciowe (straty przesyłu). Energia finalna jest więc energią przeznaczoną na bezpośrednie zużycie do produkcji dóbr i usług i należy przez nią rozumieć energię użytkową w postaci nośników materialnych.

Energia użyteczna to energia, którą użytkuje odbiorca po przetworzeniu energii końcowej na postać użyteczną (ciepło, światło, dźwięk, napęd mechaniczny itp.).

### 1.3. Układ pracy

Brak całościowych i systematycznych badań ekonomicznych wytwarzania i użytkowania energii sprawia, że rozwój jej produkcji traktowany jako problem badawczy nie ma jeszcze dokładnie sprecyzowanej struktury. Wpłynęło to na układ pracy, w której poszczególne części nie stanowią dokładnej dekompozycji postawionego problemu, a odzwierciedlają kolejne fazy procesu badawczego.

Rozważania mieszczą się w ośmiu rozdziałach.

Rozdział drugi przedstawia powiązania zachodzące pomiędzy całą gospodarką narodową a produkcją i zużyciem energii. Omówiono metodyczne aspekty analizy uwarunkowań rozwoju produkcji energii w gospodarce oraz uwarunkowań, które stanowią podstawowe wyznaczniki sytuacji w dziedzinie produkcji i zużycia energii w kraju. Wyznaczniki owe to struktura nośników energii pierwotnej oraz struktura gospodarki. Determinanty te rzucają nie tylko na całą gospodarkę energetyczną i energochłonność procesów gospodarczych. Są też istotnymi czynnikami wytwarzania energii elektrycznej.

Relacje pomiędzy rozwojem gospodarki narodowej a produkcją i zużyciem energii elektrycznej, szczególnie w przemyśle, są przedmiotem rozważań w rozdziale trzecim. Rozpoczęto je od przedstawienia roli i miejsca tej postaci energii finalnej wśród różnych nośników energii oraz podstawowych czynników decydujących o jej produkcji i zużyciu. Następnie omówiono relację pomiędzy produkcją a zużyciem energii w Polsce od 1955 roku, rozpatrywaną z punktu widzenia realizacji celów gospodarczych. Znaczną część rozdziału poświęcono omówieniu wpływu struktury przemysłu na zużycie energii elektrycznej. Przedstawiono czynniki określające zużycie tej formy energii w przemyśle oraz zbadano relację pomiędzy strukturą gałęziową przemysłu a zużyciem energii elektrycznej.

Złożoność podjętej problematyki powoduje określone trudności metodologiczne, szczególnie w ocenie społecznych kosztów pozyskiwania surowców energetycznych i ich przetwórstwa w energię potrzebną użytkownikom. Określenie społecznych kosztów surowców energetycznych jest zadaniem skomplikowanym i rzadko podejmowanym przez naukę. Wynika to przede wszystkim z trudności w sformułowaniu zwartej teorii zasobów energetycznych. W teorii najczęściej surowce traktuje się jako nakłady. Używa się przy tym hipotezy rzadkości zasobów i związanej z nią teorii kosztów marginalnych. Problemy te omówiono w rozdziale czwartym. Omówiono ponadto składniki społecznego kosztu energii elektrycznej i przedstawiono możliwości uwzględnienia "dodatkových" składników tego kosztu.

Koncentracja produkcji energii elektrycznej w wielkich elektrowniach stwarza poważne zagrożenie ekologiczne, szczególnie w rejonach, gdzie są eksploatowane. Rodzi to wiele istotnych problemów ekonomicznych i społecznych, które podjęto w rozdziale piątym.

Społeczne koszty wytwarzania energii elektrycznej, a także uwarunkowania rozwoju produkcji energii elektrycznej przy założeniu określonej struktury nośników energii pierwotnej są też zdeterminowane przez techniczne i organizacyjne czynniki efektywnej produkcji. Jednym z najbardziej charakterystycznych zjawisk zachodzących w technice wytwarzania energii elektrycznej jest koncentracja mocy i produkcji w elektrowniach oraz budowa i eksploatacja elektrowni atomowych. Procesy te, wraz z propozycją oceny ich efektywności, przedstawiono w rozdziale szóstym.

W rozdziale siódmym podjęto problemy związane z planowaniem rozwoju produkcji i zużycia energii elektrycznej. Zawarto w nim rozważania o trudnościach planowania rozwoju produkcji oraz zużycia energii w warunkach jej deficytu na obecnym etapie rozwoju gospodarczego. Zaproponowano model rozwoju wytwarzania energii elektrycznej. Rozdział zakończono warunkami prawidłowego zastosowania rachunku ekonomicznego w sferze produkcji i zużycia energii.

Całość rozważań zakończono syntetycznym podsumowaniem.

Obok zagadnień teoretycznych praca zawiera również nurt empiryczny. Badania empiryczne oparto na dokumentacji statystycznej krajowej i zagranicznej. Niestety, materiały statystyczne dotyczące wytwarzania i użytkowania energii w gospodarce są bardzo niejednolite, często opracowywane według odmiennych zasad metodologicznych. Wiele danych dotyczących porównań międzynarodowych zaczerpnięto z roczników statystycznych ONZ. Niektóre zaś informacje o krajowym systemie energetycznym zaczerpnięto ze specjalnych opracowań Ministerstwa Górnictwa i Energetyki.

Badania empiryczne dotyczą zasadniczo lat 1960-1984.

Główny nurt rozważań zawartych w pracy leży w obrębie nauk ekonomicznych. Z konieczności jednak niektóre zagadnienia rozpatrywane były

z punktu widzenia innych dyscyplin naukowych, takich jak: teoria systemów oraz teoria organizacji i zarządzania, a także termodynamika. Wychożenie poza granice jednej dyscypliny naukowej jest zawsze przedsięwzięciem trudnym i rodzącym ryzyko. Źródłem trudności jest przede wszystkim konieczność dostosowania własnej struktury pojęciowej do poszerzonej problematyki. Natomiast źródłem ryzyka jest to, że po przekroczeniu owych granic zmieniają się kryteria odróżniania tego co oczywiste, od tego co wymaga wyjaśnień. Rodzi to niebezpieczeństwo zbyt pobieżnego potraktowania niektórych wątków badań. Obawa przed tym niebezpieczeństwem nie jest obca piszącemu te słowa. Ewentualnym usprawiedliwieniem może być jednak to, że wyczerpujące przedstawienie wszystkich problemów zawartych w pracy przekracza możliwości jednego autora.

Praca ma charakter metodyczny, jednak niektóre jej fragmenty mogą mieć znaczenie praktyczne. Dotyczy to strukturalnych aspektów zużycia energii elektrycznej w przemyśle, efektywności wytwarzania energii elektrycznej i systemu planowania rozwoju produkcji.

## 2. PODSTAWOWE UWARUNKOWANIA ROZWOJU PRODUKCJI I ZUŻYCIA ENERGII W GOSPODARCE

### 2.1. Metodyczne aspekty analizy uwarunkowań

Efektywność systemu wytwarzającego i użytkującego energię określić można - zgodnie z przedstawionym we wstępie podejściem metodycznym - jako relację pomiędzy energią użyteczną a niezbędną do jej wytworzenia energią pierwotną. Tak rozumiana efektywność produkcji i zużycia energii w gospodarce zależy od następujących czynników:

- 1) struktury nośników energii pierwotnej,
- 2) struktury produkcji w całej gospodarce,
- 3) sprawności techniczno-ekonomicznej maszyn i urządzeń wytwarzających i użytkujących energię,
- 4) wykorzystania możliwości zaoszczędzania energii.

Czynniki te określają efektywność całej gospodarki energetycznej, a więc wszystkich źródeł energii pierwotnej i form energii finalnej oraz użytecznej. Określają one w ogólnym sensie procesy wytwarzania i użytkowania energii elektrycznej. Wpływ podanych czynników na energochłonność procesów gospodarczych i efektywność systemu energetycznego nie jest jeszcze w pełni zbadany, zwłaszcza przy uwzględnieniu skomplikowanego splotu ich sprzężeń zwrotnych.

W niniejszym rozdziale omówiono uwarunkowania wynikające z dwóch pierwszych czynników: struktury nośników energii pierwotnej i struktury produkcji. Są one ważnymi determinantami całej gospodarki energetycznej.



Wyznaczają także związki zachodzące pomiędzy rozwojem gospodarki a rozwojem wytwarzania energii elektrycznej. Dwa ostatnie czynniki zaś obejmują proces racjonalnego użytkowania wszelkich postaci energii finalnej i w tym znaczeniu jedynie pośrednio wpływają na proces wytwarzania energii elektrycznej. Dlatego też omówienie tych czynników w odniesieniu do wszystkich postaci energii finalnej przekracza ramy zakreślonego we wstępie zakresu podmiotowego i przedmiotowego pracy.

Ścisły związek między tempem wzrostu dochodu narodowego a zużyciem energii znany jest od dawna. Do początku lat siedemdziesiątych uważano, że określone mu wzrostowi dochodu narodowego powinien odpowiadać identyczny z reguły przyrost zużycia energii<sup>1</sup>. Spostrzegano także przy tym, że istnieje wiele od tego odstępstw.

Zwykle do badań energochłonności stosuje się następujące mierniki:

- 1) wskaźnik energochłonności dochodu narodowego

$$e = E/D, \quad (2.1)$$

gdzie: E - ilość zużywanej energii,

D - wartość dochodu narodowego,

- 2) wskaźnik elastyczności przyrostowej, zwany wskaźnikiem elastyczności zużycia energii

$$e' = \frac{\Delta E}{E} : \frac{\Delta D}{D}, \quad (2.2)$$

czyli

$$e' = \frac{\Delta E}{\Delta D} \cdot \frac{1}{e}, \quad (2.3)$$

$\Delta E$ , oraz  $\Delta D$  oznaczają odpowiednio przyrosty zużycia energii i przyrost dochodu narodowego,

- 3) wskaźnik zużycia energii na mieszkańca

$$e_1 = E/L, \quad (2.4)$$

L - liczba ludności.

W analogiczny sposób możemy określić elektrochłonność dochodu narodowego i wskaźnik elastyczności przyrostowej zużycia energii elektrycznej, wprowadzając do obu wzorów pod symbol E wielkość zużytej energii elektrycznej.

Wskaźnik elastyczności przyrostowej  $e'$  wyraża tzw. energochłonność i elektrochłonność krańcową. Wskaźnik większy od jedności oznacza, że przyrost dochodu jest bardziej energochłonny niż cały dochód i odwrotnie wskaźnik mniejszy od jedności oznacza, że przyrost dochodu jest mniej energochłonny niż cały dochód. To samo rozumowanie można odnieść do materiałochłonności dochodu, określonej zużyciem podstawowych surowców na jednostkę wytworzonego dochodu.

Panuje powszechna opinia, że początkowo faza uprzemysłowienia jest bardzo energochłonna, gdyż znaczna część energii, metali, materiałów budowlanych zużywa się na tworzenie podstawowej infrastruktury inżynierii

ryjnej kraju. W miarę postępów w procesie uprzemysłowienia zwiększa się udział gałęzi i branż przemysłu przetwórczego, co przejawia się w coraz głębszym przetworzeniu surowców.<sup>2</sup> Łączne zużycie energii i materiałów na jednostkę dochodu w danym czasie jest określone więc przez gałęziowe wskaźniki energochłonności i elektrochłonności oraz udziały poszczególnych gałęzi w tworzeniu dochodu narodowego.

Zmiany w wysokości gałęziowych wskaźników energochłonności będą zachodzić wraz z postępem techniki i technologii wytwarzania, dlatego efekt polegający na obniżaniu się tych wskaźników przyjęto nazywać efektem technicznym. Jednocześnie wraz ze wzrostem dochodu zmianie ulega jego struktura gałęziowa. Efekt wywołany przez zmiany w kierunku rosnącego udziału gałęzi mniej energochłonnych przyjęto nazywać "efektem strukturalnym".<sup>3</sup>

Obserwacja rozwoju gospodarczego krajów rozwiniętych - od struktury rolno-przemysłowej, poprzez fazę industrializacji, do dokonanego uprzemysłowienia - pozwala na wyciągnięcie wniosku, że związki pomiędzy zużyciem energii, materiałów a dochodem narodowym będą wyrażone przez funkcję zbliżoną do funkcji logistycznej, którą można wyrazić w postaci:<sup>4</sup>

$$E(t) = \frac{k}{1 + be^{-at}}, \quad (2.5)$$

gdzie: E - wielkość zużytej energii,

k - parametr określający punkt "nasylenia" (punkt przebiegu asymptoty, do której zbliża się krzywa trendu), tzn., że krzywa ta zbliża się asymptotycznie nieograniczenie z jednej strony,

a, b - parametry funkcji trendu,

t - zmienna czasowa.

Dokładne określenie uwarunkowań rozwoju produkcji i zużycia energii jest w obecnych warunkach w skali międzynarodowej, a także np. dla Polski w poszczególnych okresach, zadaniem bardzo skomplikowanym. Wynika to zarówno z niedostatków metodycznych, jak i z niedoskonałości posiadanego materiału wyjściowego służącego do analizy. Dotyczy to obu wielkości, a więc dochodu narodowego, a szczególnie wysokości zużywanej energii. Porównania poziomu dochodu narodowego nasuwają wątpliwości co do metod jego liczenia w różnych krajach oraz wartości wzajemnych kursów walutowych pomiędzy poszczególnymi krajami. Są to jednak trudności powszechnie znane.<sup>5</sup>

Niedoskonałość materiału wyjściowego do analizy energochłonności dotyczy także energii. Zwykle podstawowym źródłem danych są tutaj materiały publikowane przez Instytucje ONZ.<sup>6</sup> Wątpliwości dotyczące ilości zużywanej energii wynikają głównie stąd, że w analizach przyjmuje się określone przeliczniki do sprowadzenia różnych nośników energii do jednego

miana energetycznego. Wydawane przez Biuro Statystyczne Departamentu Spraw Gospodarczych i Społecznych ONZ opracowanie World Energy Supplies przyjmuje współczynniki wynikające z idealnych warunków termodynamicznych i przeciętnej wartości kalorycznej paliw. W ten sposób

- 1 tona węgla kamiennego - 1 tona paliwa umownego o wartości  
7000 kcal/kg (1 t.p.u.),
- 1 tona węgla brunatnego = 0,3-0,6 t.p.u.,
- 1 tona ropy naftowej = 1,47 t.p.u.,
- 1000 m<sup>3</sup> gazu ziemnego = 1,332 t.p.u.,
- 1000 kWh energii elektrycznej pierwotnej wytwarzanej w elektrowniach atomowych = 0,125 tpu.

Tak więc przy przeliczaniu energii elektrycznej pierwotnej na energię cieplną przyjmuje się idealny przelicznik 1 kWh = 860 kcal. Wynika stąd, że na 1 kWh energii elektrycznej zużywa się 125 g p.u. Gdy tymczasem w najbardziej sprawnych procesach przetwarzania energii chemicznej spalnego paliwa w cieplną, a następnie elektryczną potrzeba do wytworzenia 1 kWh około 300 g p.u. Na uwagę zasługuje fakt, że energia elektryczna traktowana jako energia pierwotna wytwarzana jest tylko w elektrowniach atomowych. Już obecnie w niektórych krajach udział jej jest znaczący, gdyż wynosi ponad 20%.<sup>7</sup> Węgiel kamienny przyjmowany w statystyce ma rzeczywistą kaloryczność poniżej 6000 kcal/kg, a często mniej niż 5000 kcal/kg.

W ostatnich latach do pomiaru energochłonności gospodarki stosuje się coraz częściej metodę "energochłonności ciągnionej", zwaną także ciągnionym zużyciem energii.<sup>8</sup> Określa się w ten sposób zużycie dla poszczególnych wyrobów. Często dochodzi się do bardzo interesujących wniosków. Badania nad tak obliczoną energochłonnością są szczególnie celowe przy formułowaniu podstaw do zmian struktury gospodarczej w kierunku obniżenia energochłonności lub też określenia energochłonności towarów eksportowanych. Wskaźnik energochłonności ciągnionej oznacza całkowitą ilość energii pierwotnej, zużytej w pełnym cyklu produkcji danego wyrobu (produktu) lub usługi, tj. pełne nakłady energetyczne związane z pozyskaniem i transportem surowca, produkcją i transportem materiałów, innymi usługami i operacjami niezbędnymi do wytworzenia danego wyrobu lub usługi oraz nakłady energetyczne na bezpośredni proces wytwarzania.<sup>9</sup>

## 2.2. Surowcowe uwarunkowania rozwoju produkcji i zużycia energii

Zanim przejdziemy do bezpośredniego omówienia uwarunkowań surowcowych należy zwrócić uwagę na to, iż gospodarkę naszego kraju charakteryzuje wysoka energochłonność, co wyróżnia ją wśród krajów średnio- i wysokorozwiniętych. W tabeli 2.1 pokazano zużycie energii pierwotnej na jednego mieszkańca i energochłonność procesów gospodarczych w wybranych

krajach w 1983 r.

T a b e l a 2.1

Zużycie energii pierwotnej na jednego mieszkańca i energochłonność procesów gospodarczych w wybranych krajach w 1983 r.

Lp.	Kraj	Zużycie energii pierwotnej na jednego mieszkańca kg p.u.*	Energochłonność kg p.u./1 dolar produktu społecznego
1	Belgia	5335	0,71
2	Bułgaria	5589	1,43
3	Holandia	5830	0,60
4	Finlandia	3636	0,39
5	Francja	3995	0,40
6	NRD	7385	1,24
7	Polska	4442	1,42
8	RFN	5510	0,51
9	Rumunia	4635	1,48
10	Szwajcaria	3482	0,22
11	Szwecja	4956	0,41
12	Węgry	3841	0,47
13	Włochy	2892	0,47
14	ZSRR	5768	1,44

Zródło: obliczenia własne, Rocznik statystyki międzynarodowej GUS, 1984, s. 83 i 107.

\* 1 kg p.u. - 1 kg paliwa umownego = 7000 kcal = 29,301 MJ = 27300 BTU (British Thermal Units).

Między wymienionymi w tabeli 2.1 krajami istnieją duże różnice w zużyciu energii na jednego mieszkańca, a także - co jest szczególnie ważne - w poziomie energochłonności procesów gospodarczych. Na uwagę zasługuje zwłaszcza wysoka energochłonność produkcji w krajach socjalistycznych. W okresie od 1950 do 1983 roku uległa ona co prawda istotnemu zmniejszeniu, jest jednak w dalszym ciągu wyraźnie wyższa niż w europejskich wysokoprzemysłowych krajach kapitalistycznych. W tabeli 2.2 przedstawiono energochłonność dochodu narodowego Polski w latach 1970-1984. Z podanych danych wynika wyraźnie, iż w roku 1984 energochłonność krajowej gospodarki była jeszcze około 17% wyższa aniżeli w "dobrych" pod tym względem latach 1974-1977. Sądzę, iż o wysokiej energochłonności gospodarki polskiej decydują podane wyżej dwa czynniki wy-

znaczące efektywność systemu wytwarzającego i użytkującego energię.

T a b e l a 2.2  
Energochłonność dochodu narodowego Polski w latach 1970-1984

Rok	Zużycie energii mln t p.u.	Dochód naro- dowy wytwor- zony w bil. zł w cenach 1982 r.	Energochłonność w t p.u. 1 mln zł doch.narodo- wego
1970	119,6	3,160	37,4
1971	123,8	3,416	36,2
1972	129,0	3,778	34,1
1973	135,3	4,187	32,4
1974	140,3	4,624	29,2
1975	147,2	5,038	29,8
1976	157,2	5,380	29,3
1977	164,5	5,649	29,1
1978	170,0	5,819	29,4
1979	171,3	5,685	30,1
1980	178,3	5,508	32,1
1981	159,6	4,847	39,6
1982	162,2	4,580	35,4
1983	162,6	4,855	33,4
1984	168,4	5,128	32,8

Zródło: Rocznik statystyczny GUS, 1985, s.77, 193, Warszawa  
oraz obliczenia własne.

Przedstawimy teraz pierwszy z nich - strukturę nośników energii pierwotnej.

Proces gospodarowania energią, w wyniku którego uzyskujemy określoną energochłonność rozwoju gospodarczego dokonuje się w dwóch obszarach. Obszar pierwszy obejmuje cykl przemian energii pierwotnej w końcową. Obszar drugi zaś to bezpośrednio wykorzystanie energii końcowej (finalne) w określonych zastosowaniach. Oba wymienione obszary pozostają we wzajemnych związkach.<sup>10</sup> Polegają one na tym, że część strumienia energii pierwotnej nieprzetworzonej stanowi jakąś część energii końcowej. Ponadto część strumienia energii końcowej zasila potrzeby własne sfery pozyskania paliwa pierwotnego, jego przewozu i cyklu przemian. Z przyczyn technicznych sprawność wykorzystania różnych nośników energii nie jest jednakowa. W rezultacie ta sama ilość energii pierwotnej może dostarczać różne ilości energii użytecznej, zależnie od rodzaju nośnika.<sup>11</sup>

Paliwem konwencjonalnym najbardziej sprawnym z punktu widzenia efektywności przetwarzania jest ropa naftowa. Dlatego w strukturze zużycia pierwotnych nośników energii występuje w okresie ostatnich 30 lat trwała tendencja do zastępowania paliw stałych ropą naftową, gazem, a także, w pewnym stopniu, energią z siłowni atomowych (tab. 2.3). Zjawisko to, jak wynika z tabeli, zachodziło w szybkim tempie. (Nie dotyczy to jedynie Stanów Zjednoczonych Ameryki, gdzie do zamiany węgla na ropę doszło o jedno pokolenie wcześniej). Z reguły zapomnianą cechą ropy jest jej uniwersalność, dlatego też, jak do tej pory, jest to podstawowa forma energii finalnej i wszystkie inne znajdują się na drugim planie. Może ona służyć np. do ogrzewania pomieszczeń, do produkcji energii elektrycznej, stanowi jeden z podstawowych surowców dla chemii i jest jedynym paliwem dla pojazdów spalinowych. Jeśli do tego doda się wysoką sprawność tych procesów, łatwość składowania i transportu, to można zrozumieć wybory energetyczne dokonane w wielu krajach w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych. Spójrzmy na proces zastępowania węgla kamiennego ropą naftową. W Europie Zachodniej na początku lat pięćdziesiątych (tabela 2.3) udział paliw stałych w globalnym zużyciu energii pierwotnej wyniósł 85%; by zmaleć w 1965 r. do 49%, a w 1975 r. do 23%. Tak więc w ciągu dwudziestu pięciu lat byliśmy świadkami bardzo szybkiego zmniejszania się w tych krajach globalnego zużycia energii uzyskiwanej z węgla. Np. w RFN udział węgla zmniejszył się z 90% w 1955 do 32% w 1975, we Francji z 70% do 18%. W Holandii, gdzie w latach sześćdziesiątych odkryto zasoby gazu ziemnego, udział węgla spadł z 73% do blisko zera w drugiej połowie lat siedemdziesiątych. W USA udział węgla także zmniejszył się z 30% do 20%. Od połowy lat pięćdziesiątych do końca lat sześćdziesiątych coraz większe zasoby ropy były wykorzystywane do napędu wielu urządzeń i maszyn, co zapewniało wyższy współczynnik cieplny, a przez to lepszą sprawność techniczną. Przykładem może tu być wypieranie parowozów przez lokomotywy dieslowskie. Zmiany te oznaczały, że określona ilość nakładów energii pierwotnej (energii brutto) zapewniała wyższy poziom energii użytkowej (finalnej - potrzebnej odbiorcom). Inaczej mówiąc, rosnący popyt na energię finalną może być zaspokojony przy utrzymaniu stałego poziomu energii pierwotnej. Z tego też względu analizy energochłonności wyznaczone na podstawie zużycia energii pierwotnej, wyrażone w jednostkach ciepła, będą wykazywać tendencję do niedoceniań wzrostu energii użytkowej.<sup>12</sup>

Ciekawe wyniki badań podaje w swoich opracowaniach J. Dunkerley<sup>13</sup>. Z badań tych wynika, że w poszczególnych krajach OECD występują bardzo duże rozbieżności w zużyciu energii. Nie chodzi tu jedynie o zużycie energii pierwotnej, ale przede wszystkim o relacje w zużyciu energii pierwotnej do wytworzonej z niej oraz dostarczonej do odbiorców energii

T a b e l a 2.3

Struktura zużycia energii pierwotnej  
(zużycie danego paliwa w % ogólnego zużycia energii pierwotnej)

Region lub kraj	Paliwa stałe					Paliwa płynne i gaz					En. wodna, jądrowa i geoter.				
	1950	1965	1975	1980	1982	1950	1965	1975	1980	1982	1950	1965	1975	1980	1982
Swiat	62	43	32	32	32	36	55	65	65	64	2	2	3	3	4,0
Europa Zachodnia	85	49	23	23	25,6	13	47	73	72	69,3	2	4	4	5	4,2
Europejskie kraje socjalistyczne	84	59	45	43	39,1	16	40	54	56	39,8	0	1	1	1	1,9

Zródło: 1 - World Energy Supplies 1950-1975, ONZ, New York 1977,  
2 - World Energy Supplies 1973-1980, ONZ, New York 1981.

Dane dla roku 1982 obliczono na podstawie: Rocznika statystyki międzynarodowej 1984, GUS, 1985, s. 6 i 108-111.

finalnej. Jeśli za wskaźnik tej relacji przyjąć straty w procesie przetwarzania energii jako jej część zużycia brutto, to w latach 1960-1980 uległy one wyraźnemu zmniejszeniu. Np. we Francji zmniejszone zostały z 25% w 1960 do 20% w 1980, w Holandii z 37% do 17%, Japonii z 35% do 24%, RFN z 30% do 24%. Tylko w USA kształtują się na tym samym, w zasadzie, poziomie - około 25%.

W europejskich krajach kapitalistycznych wskaźniki energochłonności mierzone energią finalną wzrastały w latach 1960-1980 znacznie szybciej niż ten sam wskaźnik obliczony dla zużycia energii globalnej. Dla krajów tych energochłonność, wyrażona w paliwie pierwotnym, wykazuje zmniejszenie albo jest stała w okresie 1960-1976.<sup>14</sup>

Z przedstawionej analizy wynika ważny wniosek. Okazuje się mianowicie, iż w wyniku wzrostu sprawności przemiany energii pierwotnej w finalną przy tym samym zasobie pozyskania energii pierwotnej uzyskuje się odpowiednio większy strumień energii potrzebnej użytkownikowi.

Przedstawione zjawisko substytucji węgla ropą naftową było ważną przyczyną wzrostu efektywności wytwarzania i przemiany energii oraz istotnym czynnikiem pozwalającym uzyskać relatywnie niskie zużycie energii na jednostkę wytworzonego produktu.

Polska nie wzięła udziału w omówionej wielkiej substytucji w epoce taniej ropy naftowej. W rezultacie od kilkunastu lat pogarsza się relacja energii finalnej do pierwotnej. Sprawność przemian energetycznych w 1970 r. wynosiła 57,7%, by zmaleć do 1985 r. do 50,3%. Gdyby w 1985 roku sprawność przemian wynosiła tyle samo co w 1970 roku, można by dla tego samego poziomu zużycia energii finalnej zmniejszyć zużycie energii pierwotnej o około 10 mln ton paliwa umownego.

Trzeba wspomnieć także o zużyciu energii końcowej przez przemysł paliwowo-energetyczny, część bowiem strumienia energii końcowej zasilła potrzeby przemysłu paliwowo-energetycznego w sposób bezpośredni (bezpośrednie zużycie energii) i pośredni (energia zużyta na produkcję materiałów i usług zużywanych przez górnictwo, np. wyroby hutnicze transport). Przemysł paliwowo-energetyczny zużywa 20% energii końcowej. Zmniejszona z kolei sprawność przemian energetycznych oraz wysoki odsetek zużycia energii końcowej przez przemysł paliwowo-energetyczny powoduje "kurczenie" się pozostałej części energii końcowej, która przeznaczona być może na pozostałe potrzeby gospodarki.

W rezultacie należy stwierdzić, że jesteśmy energochłonni z powodu monokultury paliwa pierwotnego. Wysokie zużycie węgla powoduje zarówno znaczne straty przejścia energii pierwotnej w końcową, jak i niekorzystne relacje w sferze zużycia ze względu na mały udział efektywnych w zużyciu paliw ciekłych i gazowych.



W kontekście przedstawionych zagadnień trzeba odnieść się do przemiany energetycznej, w wyniku której uzyskuje się energię elektryczną. Sprawność przemiany energii zawartej w węglu w ciepłą, a następnie w elektryczną wynosiła w okresie 1970-1985 przeciętnie około 35%. W roku 1970 równa była 32,5%, w 1980 - 35,3%, w 1985 - 35,5%. Najwyższa była w 1981 r. i wynosiła 36,4%<sup>15</sup>. Z prostych obliczeń wynika, iż zużycie węgla na jednostkę energii elektrycznej kształtowało się na poziomie 0,45-0,48 g p.u./kWh. Nasuwa się w związku z tym pytanie, dlaczego zużycie jednostkowe węgla jest wyższe niż w innych krajach? Odpowiedź na to pytanie jest także zawarta w strukturze paliw spalanych przez elektrownie, a jeszcze precyzyjniej mówiąc, w jakości tego paliwa. Urządzenia kotłowe w elektrowniach projektowane są na określone parametry jakościowe węgla (kaloryczność, zapalenie, wilgotność itd.). Elektrownie spalają najgorsze gatunki węgla kamiennego, co samo w sobie jest racjonalne. Bardzo często jednak parametry spalane węgla w poszczególnych elektrowniach są znacznie gorsze od założonych. Powoduje to zmniejszenie sprawności wytwarzania i wpływa destrukcyjnie na stan urządzeń, co zmniejsza dyspozycyjność bloków i zwiększa ich awaryjność. Stosowanie gorszych (niż założone) gatunków węgla powoduje więc zmniejszenie nominalnej sprawności wytwarzania i zwiększenie kosztów eksploatacji i remontów.<sup>16</sup>

### 2.3. Strukturalne uwarunkowania rozwoju produkcji i zużycia energii

Rozważania nad strukturalnymi uwarunkowaniami procesów produkcji i zużycia energii w gospodarce wymagają przedstawienia podstawowych pojęć z dziedziny struktury gospodarki oraz zwrócenie uwagi na proporcje pomiędzy rozwojem gospodarki narodowej a rozwojem gospodarki paliwowo-energetycznej.

Przez strukturę gospodarki rozumieć będziemy stosunek między elementami układu stanowiącymi część składową gospodarki a całością tego układu, czyli całą gospodarkę, a także wzajemny stosunek zachodzący pomiędzy jego elementami. Celowe jest tu wyróżnienie za A. Karpińskim trzech rodzajów struktur, a mianowicie: makrostruktury, mikrostruktury i mezostruktury, przy czym ta ostatnia obejmuje sferę między dwoma pierwszymi układami.<sup>17</sup> Mezostruktura, obejmująca sferę struktur gałęziowo-branżowych, jest z punktu widzenia pracy bardzo interesująca, bowiem wyznacza w istotny sposób zarówno wzajemne odniesienia pomiędzy rozwojem całej gospodarki i gospodarką paliwowo-energetyczną, a także wyznacza wzajemne proporcje rozwojowe pomiędzy branżami działającymi w ramach gospodarki paliwowo-energetycznej.<sup>18</sup>

Rozwój gospodarki paliwowo-energetycznej, a w jej ramach wytwarzania energii elektrycznej, wynika z określonych planów działania wyzna-

czonych dla całej gospodarki przez Centrum. Każdy plan działania, bez względu na szczebel, który go wyznacza, cechują dwie właściwości: cel, wartość i wolumen środków przeznaczonych na jego realizację. Wartość środków mierzona jest pośrednio stopą wzrostu, a cel działania wynikać winien ze społecznych preferencji. Skalę produkcji i tempo rozwoju określonych form energii pierwotnej i finalnej wyznaczać będzie struktura potrzeb społecznych. Struktura ta określa miejsce i rolę różnych dóbr w systemie zaspokojenia społecznych potrzeb.<sup>19</sup>

Tak rozumiana celowość działania nie jest jednak pojęciem ostrym. Pojęcie to byłoby precyzyjne tylko wówczas, gdyby można przyjąć założenie o idealnej podzielności dóbr i czynników wytwórczych. Założenia tego w praktyce gospodarczej przyjąć nie można, zwłaszcza w odniesieniu do gospodarki paliwowo-energetycznej. Wytwarzanie energii elektrycznej charakteryzuje jeszcze jedna szczególna cecha - praktycznie brak możliwości magazynowania. Jest to cecha istotna, jeśli zważy się, że o celowości produkcji świadczy struktura zapasów, a zwłaszcza ich przyrosty w poszczególnych gałęziach. Na tej podstawie formułowane jest kryterium optymalizacji struktury produkcji, polegające na minimalizacji sumy kosztów związanych z wytworzeniem nadmiernej ilości zapasów oraz kosztów związanych z niewykorzystaniem istniejących zdolności produkcyjnych. W wytwarzaniu energii elektrycznej tak rozumiane zapasy nie istnieją. Poważnym problemem jest jednak ustalenie potrzebnej rezerwy mocy zainstalowanej w systemie elektroenergetycznym, która wykorzystuje się w okresach szczytowego zapotrzebowania. Występuje tu jeszcze dodatkowy element w postaci szczególnie długiego cyklu inwestycyjnego, co sprawia, że szybkie zwiększenie możliwości produkcyjnych elektrowni jest niemożliwe. Duży deficyt energii elektrycznej z końca lat siedemdziesiątych był konsekwencją wydatkowania zbyt małej ilości środków na rozbudowę potencjału wytwórczego (przy założonej strukturze produkcji materialnej gospodarki) już na początku lat siedemdziesiątych. Również wybory w tej dziedzinie dokonane obecnie będą wyznaczały możliwości zaspokojenia potrzeb na energię i efektywność jej wytworzenia w latach dziewięćdziesiątych i w pierwszej dekadzie lat XXI wieku.

Zagadnienia surowców energetycznych i energii, a tym bardziej wytwarzania energii elektrycznej, nie można traktować jako pojedynczego problemu gospodarczego, lecz jako część złożonej sytuacji problemowej, w której zasoby energetyczne są fragmentem. W tym kontekście celowe jest spojrzenie na tę problematykę także z punktu widzenia możliwości skonstruowania pewnych modeli o charakterze makroekonomicznym, które by pozwoliły na pożądane kształtowanie proporcji gospodarczych ze względu na zaspokojenie potrzeb energetycznych.

Nie ma chyba szczególnych powodów, by dla wyodrębnienia roli surow-

ców energetycznych pójść drogą reformowania funkcji produkcji w taki sposób, by wyodrębnić zasoby surowców i energii jako odmienną zmienną niezależną. W najprostszej postaci, gdy założy się nieograniczonosc pozostałych czynników, otrzymamy nową jednoczynnikową funkcję produkcji. Tą właśnie drogą poszedł W. Iskra<sup>20</sup>. Nie można, oczywiście, wykluczyć celowości takiego podejścia w określonych zastosowaniach.

W interesujący sposób zagadnienie to ujęli W. Ostrowski i Z. Sadowski. Zaproponowali bowiem pewną modyfikację formuły Kaleckiego, ujmując ją następująco:<sup>21</sup>

$$\Delta D = I_p \cdot \frac{1}{m_p} + I_s \cdot \frac{1}{m_s} + R, \quad (2.6)$$

gdzie:  $I_p$  - wysokość nakładów na inwestycje w przemyśle przetwórczym,

$I_s$  - wysokość nakładów na inwestycje w przemyśle paliwowo-energetycznym,

$m_p$  - współczynnik kapitałochłonności inwestycji w przemyśle przetwórczym,

$m_s$  - współczynnik kapitałochłonności inwestycji w przemyśle paliwowo-energetycznym,

$R$  - przyrost dochodu narodowego uzyskany w powstałych działach gospodarki.

Powyższa formuła przedstawia podstawowe proporcje występujące w gospodarce, co ma istotne znaczenie przy ocenie społecznych kosztów energii (rozdz. 4). Przemysł paliwowo-energetyczny jest najbardziej kapitałochłonnym działem gospodarki i charakteryzuje się relatywnie oraz bezwzględnie najdłuższym przeciętnym cyklem inwestycyjnym. Dotyczy to zwłaszcza wytwarzania energii elektrycznej. Kapitałochłonność inwestycji w tej dziedzinie gospodarowania jest najwyższa. Nie oznacza to jednak, że problem rozwoju produkcji i kosztów energii elektrycznej należy rozpatrywać jako oddzielne zagadnienie i wyodrębnić je z całego przemysłu paliwowo-energetycznego. Wręcz przeciwnie - należy założyć, że przy omawianiu tego zagadnienia trzeba jako punkt wyjścia przyjąć społeczne koszty pozyskiwania wszystkich nośników energii pierwotnej możliwych do wykorzystania w elektrowniach.

Jeśli przyjmiemy (zgodnie z oznaczeniami podanymi we wzorze), że  $m_s > m_p$ , to wzrost  $I_s/I$  ( $I = I_p + I_s$ ) prowadzić musi do spadku  $\Delta D$ , ponieważ efekty w sektorze paliwowo-energetycznym wystąpią później niż efekty występujące w przemyśle przetwórczym. Aby dokonać wyboru poziomu  $\frac{I_s}{I}$ , należy, oprócz analizy potrzeb gospodarczych na różne postacie energii, przeprowadzić analizę efektów występujących w handlu zagranicznym, tzn. określić wysokość importu surowców energetycznych i energii lub kredytu surowcowo-energetycznego, aby zrekompensować wzrost kapitałochłonności w gospodarce, spowodowany zwiększeniem  $\frac{I_s}{I}$ .

Podjęcie więc decyzji o wysokości udziału inwestycji w przemyśle paliwowo-energetycznym w całkowitych nakładach inwestycyjnych wymaga ustalenia:

- struktury i poziomu niezbędnego zapotrzebowania na różne postacie energii potrzebne użytkownikom,
- struktury i zakresu przedsięwzięć mających na celu "zachowanie" energii, a więc określenia obszarów i skali racjonalizacji zużycia i produkcji energii oraz określenia nakładów koniecznych na realizację założonych tu celów,
- struktury i poziomu pozyskania nośników energii pierwotnej w kraju,
- poziomu eksportu i importu poszczególnych nośników energii pierwotnej i finalnej,
- charakterystyk techniczno-ekonomicznych tych obiektów energetycznych, których wybudowanie jest niezbędne oraz nakładów na ich realizację.

Między tymi pięcioma grupami decyzji występują różnorodne sprzężenia zwrotne i uwarunkowania. Dodatkową trudnością jest konieczność bilansowania i następnie planowania w warunkach niepewności, ze względu na długi horyzont czasu, dla którego podejmuje się decyzje i trudne do przewidzenia tendencje wewnątrz i zewnątrz systemu gospodarczego.

Wzrost poziomu inwestycji w przemyśle paliwowo-energetycznym przy założonej wielkości inwestycji w pozostałych działach gospodarki stwarza w skali całej gospodarki nacisk na fundusz spożycia i wymusza pewną kompresję nakładów w przemysłach pozaenergetycznych decydujących o zaopatrzeniu materiałowym, a także rynkowym. Zwiększenie tych inwestycji powodować może istotny drenaż zarówno rzeczowych, jak i osobowych czynników produkcji, jakimi dysponuje się w gospodarce.

Tak np. zatrudnienie w przemyśle paliwowo-energetycznym w 1984 roku wynosiło 41,6 tys. osób, tj. 11,6% ogółu zatrudnionych w przemyśle uspołecznionym.<sup>22</sup> Gdyby jednak uwzględnić takie zatrudnienie w gałęziach pośrednio związanych z tym przemysłem, udział ten wynosiłby, wg ocen A. Szpilewicza, około 20% ogólnej liczby zatrudnionych w przemyśle. W 1983 roku 46% ładunków, w ujęciu tonażowym, stanowiły węgiel i koks. Przemysł paliwowo-energetyczny jest jednym z głównych odbiorców materiałów zaopatrzeniowych oraz maszyn i urządzeń. Dostawy dla tego przemysłu wynoszą np. 15% krajowej produkcji wyrobów hutniczych w ujęciu tonażowym. Ten sektor gospodarki charakteryzuje się także relatywnie wysoką autokonsumpcją energii, angażując przy tym najbardziej cenną energię elektryczną.<sup>23</sup> Oprócz powiązań całej gospodarki narodowej z przemysłem paliwowo-energetycznym ważne znaczenie dla rozwoju wytwarzania energii elektrycznej mają relacje zachodzące wewnątrz całego kompleksu przemysłu paliwowo-energetycznego. Przeanalizujemy to krótko na przykładzie tempa rozwoju przemysłu węglowego i

rozwoju wytwarzania energii elektrycznej (tabele 2.4 i 2.5). W tabeli 2.4 przedstawiono udział nakładów na kompleks paliwowo-energetyczny w nakładach inwestycyjnych w przemyśle. Wynika z niej, iż w ramach badanego udziału gospodarki najszybciej rozwijał się przemysł węglowy, co powodowało szybki wzrost udziału nakładów inwestycyjnych na sektor paliwowo-energetyczny. Z tabeli 2.5 natomiast jeszcze wyraźniej widać pierwszeństwo przemysłu węglowego przed przemysłem energetycznym w dostępie do środków produkcji.

Przytoczone dane statystyczne warto uzupełnić uwagą o szybkim wzroście kosztów pozyskiwania węgla kamiennego i brunatnego spowodowanym pogarszającymi się warunkami jego wydobycia, na co wskazuje się w wielu publikacjach i informacjach statystycznych (omówione w rozdz. 4).

W kontekście rozważań i danych zawartych w tym i poprzednim podrozdziale trzeba stwierdzić, iż dalszy wzrost wydobycia w kraju surowców energetycznych, a szczególnie węgla kamiennego musi wpływać na bezwzględny wzrost zużycia energii zarówno pierwotnej, jak i końcowej oraz użytecznej niezbędnej do zaspokojenia potrzeb sektora paliwowo-energetycznego. Można także stwierdzić, że należy spodziewać się dalszego wzrostu energochłonności tego wydobycia, a więc i pogorszenia proporcji między energią użyteczną netto a energią zawartą w paliwie pierwotnym. Tym samym więc, w związku z angażowaniem przez przemysł paliwowo-energetyczny energii w wysokim stopniu przetworzenia energii elektrycznej, pożądana skala produkcji, a także struktura jej zużycia, będzie określona przez omówione proporcje występujące w gospodarce.

T a b e l a 2.4

Udział nakładów na kompleks paliwowo-energetyczny w nakładach inwestycyjnych w przemyśle w okresie 1970-1984

Ip.	Wyszczególnienie	Udział w nakładach (%) w roku		
		1970	1980	1984
1	Przemysł paliwowo-energetyczny	27,5	29,4	39,0
2	Przemysł węglowy	11,5	17,4	21,3
3	Przemysł energetyczny	9,9	10,8	15,7

Zródło: Rocznik statystyczny przemysłu GUS, 1985, s.225.

Tempo wzrostu nakładów inwestycyjnych w przemyśle węgla kamiennego i energetycznym w okresie 1970-1984 (ceny bieżące)

Lp.	Wyszczególnienie	Tempo wzrostu nakładów (%) w okresie			
		1970-1975	1976-1980	1981-1984	1970-1984
1	Przemysł węglowy	34,8	107,5	318	633
2	Przemysł energetyczny	59,4	26,6	286	529

Źródło: obliczenia własne na podstawie Rocznika statystycznego przemysłu GUS, 1985, s.225

### 3. MAKROEKONOMICZNE UWARUNKOWANIA PRODUKCJI I ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

#### 3.1. Rozwój wytwarzania energii elektrycznej w Polsce na tle rozwoju w wybranych krajach świata

Największe wątpliwości związane z produkcją energii elektrycznej budzi sam proces wytwarzania, ze względu na duże straty energetyczne występujące w elektrowniach cieplnych kondensacyjnych. Elektrownie te stanowią, jak do tej pory, podstawowy element systemu elektroenergetycznego. Poważnym argumentem wysuwany przez zwolenników energii elektrycznej, a mieszczącym się także w sferze wytwarzania, jest możliwość jej uzyskania z wielu pierwotnych źródeł energii, jak: węgiel, ropa naftowa, gaz, uran, energia wodna, wiatr itp. Dla niektórych nośników energii pierwotnej (energia wód, wiatru, uranu) elektryczność jest jedyną formą użytecznej energii, jaką można z nich uzyskać. Wytwarzanie jej głównie w wielkich elektrowniach pozwala na wykorzystanie dużych ilości gorszych gatunków węgla kamiennego i niskokalorycznych węgla brunatnych, a przesyłanie liniami wysokiego napięcia charakteryzuje się dużą sprawnością i umożliwia przemieszczenie w jednostce czasu relatywnie bardzo dużo energii, bez powodowania hałasów i zanieczyszczeń.

Sukces energii elektrycznej jako nośnika energii jest jednak przede wszystkim prostą konsekwencją jej typowych właściwości, do których należą: czystość, elastyczność w dostosowaniu do potrzeb odbiorcy, różnorodność możliwych zastosowań, wygoda zużycia, łatwość kontroli i obsługi. Należy jednak do tych właściwości dodać jeszcze jedną, która bardzo rzad-

ko jest wymieniana, a mianowicie: relatywnie niski koszt urządzenia wykorzystującego energię elektryczną w porównaniu z kosztami zainstalowania i obsługi urządzeń zasilanych innymi formami energii.

Biorąc pod uwagę te czynniki, w wielu prognostycznych opracowaniach zakłada się, że w krajach uprzemysłowionych na produkcję energii elektrycznej zużywać się będzie coraz większy odsetek energii pierwotnej; w 1980 roku np. na produkcję energii elektrycznej zużyto 25% energii pierwotnej; w 1990 roku planuje się zużyć około 35%, a w roku 2000 około 50%.<sup>1</sup> Pozwala to stwierdzić, że znaczenie tej formy energii nie będzie maleć, a zaopatrzenie gospodarki w odpowiednią jej ilość jest jednym z podstawowych warunków określających efektywne funkcjonowanie społeczeństwa i rozwoju gospodarczego.

Analiza danych przedstawiających wzrost produkcji energii elektrycznej, a tym samym i wzrost jej zużycia, wykazuje we wszystkich krajach podobny wykładniczy przebieg, z nieco mniejszym tempem wzrostu w krajach już silnie zelektryfikowanych i zwykle wysokim - w krajach nadrabiających swe opóźnienia w rozwoju gospodarczym.<sup>2</sup>

W latach pięćdziesiątych i siedemdziesiątych dominowała w Polsce i w innych krajach teza o podwajaniu się zużycia energii elektrycznej co 10 lat. Odpowiada to przeciętnemu rocznemu przyrostowi na poziomie 7,2%.<sup>3</sup> W latach późniejszych opinie te okazały się jednak znacznie przesadzone.

W krajach OECD w latach 1980-1984 średnioroczny przyrost zużycia energii elektrycznej wynosił 2,5%. Planuje się, że w latach 1985-1990 tempo zużycia tej formy energii wyniesie rocznie około 2%, przy założonym wzroście zużycia energii pierwotnej o 1% w kolejnych dziesięciu latach, a więc w okresie 1990-2000 r. średni roczny przyrost zużycia energii elektrycznej ma wynieść 3,2% przy przyroście zużycia energii pierwotnej szacowanym na około 1,8%.

Tak więc w okresie ostatnich pięciu lat, a także w perspektywie do 2000 roku, zużycie energii elektrycznej ma rosnać zdecydowanie szybciej niż zużycie energii ogółem. Najwyższe stopy przyrostu zużycia przyjmuje się, w porównaniu z innymi nośnikami energii końcowej, właśnie dla elektryczności.<sup>4</sup> Podobnie dla USA ocenia się stopę wzrostu zużycia energii elektrycznej w gospodarce na 2,5% średniorocznie w latach 1986-2000, a w latach 2000-2030 nawet na 4,5%, przy wzroście zużycia energii ogółem, w tym samym okresie, na poziomie 2,8% rocznie.<sup>5</sup>

W Polsce zaś, jak wynika z planów MGIE, produkcja energii elektrycznej ma wzrosnąć w latach 1985-2000 średnio o 3%. Wydaje się jednak, że plany trudno będzie zrealizować, zważywszy na opóźnienie w realizacji inwestycji energetycznych, głównie w budowie elektrowni jądrowych.

Jakie czynniki wpływały na szacowanie stosunku wysokich przyrostów zużycia tej formy energii? Wydaje się, że można tu wyróżnić trzy podsta-

wowe determinanty:

- zwiększeniu wykorzystania energii elektrycznej towarzyszył relatywnie wysoki wzrost wydajności pracy,
- wzrost poziomu życia społeczeństwa wymaga wyposażenia gospodarstw domowych w liczne odbiorniki energii, zwiększające komfort i oszczędzające nakłady pracy w gospodarstwie domowym (odkurzacze, lodówki, klimatyzacja),
- stosunkowo wysoka stabilność cenowa energii elektrycznej w stosunku do cen innych nośników energii, a zwłaszcza cen ropy naftowej. Wzrost udziału energii elektrycznej w globalnym zużyciu energii pierwotnej uzyskuje ponadto nowy bodziec w postaci przewidywanego zastępowania ropy naftowej energią wytworzoną z węgla i paliwa jądrowego.<sup>6</sup>

Z przytoczonych do tej pory danych wynika, że energia elektryczna wśród innych form energii wykazuje pewną uprzywilejowaną pozycję i przyjmuje się, iż w dającej się przewidzieć perspektywie pozycja ta nie ulegnie istotnej zmianie. W związku z tym niezbędne jest dokładniejsze przeanalizowanie procesów produkcji i zużycia energii elektrycznej w Polsce i innych krajach w ciągu ostatnich dwudziestu pięciu lat. Pozwala to bowiem na przedstawienie sytuacji w tej dziedzinie gospodarki i stanowi podstawę do wnioskowania o przyszłości.

W tabeli 3.1 podano wartości zużycia energii elektrycznej netto na jednego mieszkańca w wybranych krajach europejskich, w ZSRR i USA w latach 1960-1983. W analizowanych krajach tempo wzrostu produkcji energii elektrycznej i zużycia na jednego mieszkańca wyprzedzało tempo wzrostu dochodu narodowego. Polska pod względem wielkości produkcji energii elektrycznej zajmowała, w 1983 roku, szóste miejsce w Europie, a w zużyciu na jednego mieszkańca - siedemnaste. Tak więc w porównaniu z wysoko uprzemysłowionymi krajami kapitalistycznymi i niektórymi krajami socjalistycznymi Polskę charakteryzuje znacznie niższe zużycie energii elektrycznej na jednego mieszkańca.<sup>7</sup> Na przykład w stosunku do Francji zużycie energii elektrycznej na jednego mieszkańca w Polsce było w 1983 roku niższe o 1514 kWh, w stosunku do RFN o 2230 kWh, do CSRS - 428 kWh, do NRD - 2404 kWh, do ZSRR - 2346 kWh. W 1975 roku różnice te były znacznie mniejsze - przeciętnie około 30%.

W krajach o wysokim zużyciu energii na jednego mieszkańca stosunkowo duża część ogólnego zużycia jest przeznaczana na zaspokojenie potrzeb gospodarstw domowych i gospodarstw rolnych. Stosunkowo niższy udział ma natomiast przemysł. Potwierdzają to dane dotyczące zużycia energii elektrycznej w różnych krajach w latach 1960-1983 tabela 3.2. Stosunkowo niskie zużycie energii elektrycznej w Polsce przez odbiorców komunalno-bytowych (gospodarstwa domowe, gospodarstwa rolne, lokale mieszkalne, oświetlenie ulic i trakcja miejska) wynika przede wszystkim z małego jej zuży-



T a b e l a 3.1

Zużycie energii elektrycznej netto na 1 mieszkańca (kWh)  
w Polsce i niektórych innych krajach\*

Kraj	Zużycie w latach					Wskaźnik wzrostu w 1983 1960=100%
	1960	1965	1970	1975	1983	
Bułgaria	513	1025	1864	2564	4125	804
Rumunia	340	710	1272	1867	2715	799
Jugosławia	393	619	1080	1604	2085	530
ZSRR	1193	2040	2790	2980	4896	410
Węgry	669	1026	1454	1909	2559	382
Polska	827	1145	1675	2206	2650	320
Francja	1436	1914	2560	3199	4164	289
CSRS	1497	2107	2705	3390	3078	272
RFN	1960	2597	3600	4533	5173	264
NRD	2044	2718	3250	3952	4954	242
W. Brytania	2242	3084	3840	4205	4274	190

Zródło: Statystyka elektroenergetyki. Ministerstwo Energetyki i Energii Atomowej (do 1976), Ministerstwo Górnictwa i Energetyki (od 1977), rocznik 1978-83. Rocznik statystyczny Ministerstwa Górnictwa i Energetyki, 1984, s. 339,

\*kraje podano wg wielkości wskaźnika wzrostu zużycia energii.

cia przez gospodarstwa domowe i rolnictwo. Odsetek tego zużycia przekracza w wielu krajach 35%. W Polsce udział odbiorców komunalno-bytowych w całkowitym zużyciu energii elektrycznej wynosił w 1984 roku 24%.

W stosunku do przeważającej części badanych krajów, w Polsce we wszystkich latach występowało wysokie zużycie energii elektrycznej przez przemysł. Odsetek zużycia energii przez odbiorców komunalno-bytowych wzrósł w ciągu badanego okresu - przy i tak niskim poziomie - o 10%, gdy w tym samym czasie odsetek ten wzrósł: we Francji o 15%, NRD o 17%, Wielkiej Brytanii o 6%. Należy jednak stwierdzić, że w latach 1970-1984 nastąpiła w Polsce zmiana tendencji wykorzystywania energii elektrycznej. O ile bowiem w latach sześćdziesiątych odsetek zużycia energii przez rolnictwo i gospodarstwa domowe zmniejszył się z 12,5 do 10,6%, o tyle w latach 1970-1983 nastąpił w tym obszarze wzrost jej konsumpcji do poziomu 17% całkowitego zużycia.

Podsumowując ten wątek należy zauważyć, iż w latach 1960-1984 w produkcji i zużyciu energii elektrycznej na jednego mieszkańca nie moż-

T a b e l a 3.2

Struktura zużycia energii elektrycznej netto w przemyśle w Polsce i niektórych innych krajach ( w latach 1960-1983)\*

Kraj	1960	1965	1970	1975	1980	1983
Rumunia	78	77	75	80	76	76
Polska	78	79	76	71	64	68
ZSRR	79	74	72	69	62	63
CSRS	76	73	78	69	60	59
NRD	77	75	66	63	54	54
Węgry	77	73	67	60	51	50
Francja	71	65	63	54	47	46
Jugosławia	77	65	58	54	47	46
•RFN	72	66	60	54	45	44
W. Brytania	52	46	43	40	36	36

Źródło: Statystyka elektroenergetyki, rocznik 1975-1980, Ministerstwo Energetyki i Energii Atomowej (do 1976r.), Ministerstwo Górnictwa i Energetyki (od 1977), Warszawa, Annual Bulletin of Electric Energy Statistics for Europe, United Nation, 1982,

\* kraje w tabeli podano wg odsetka zużycia energii elektrycznej przez przemysł w 1983 r.

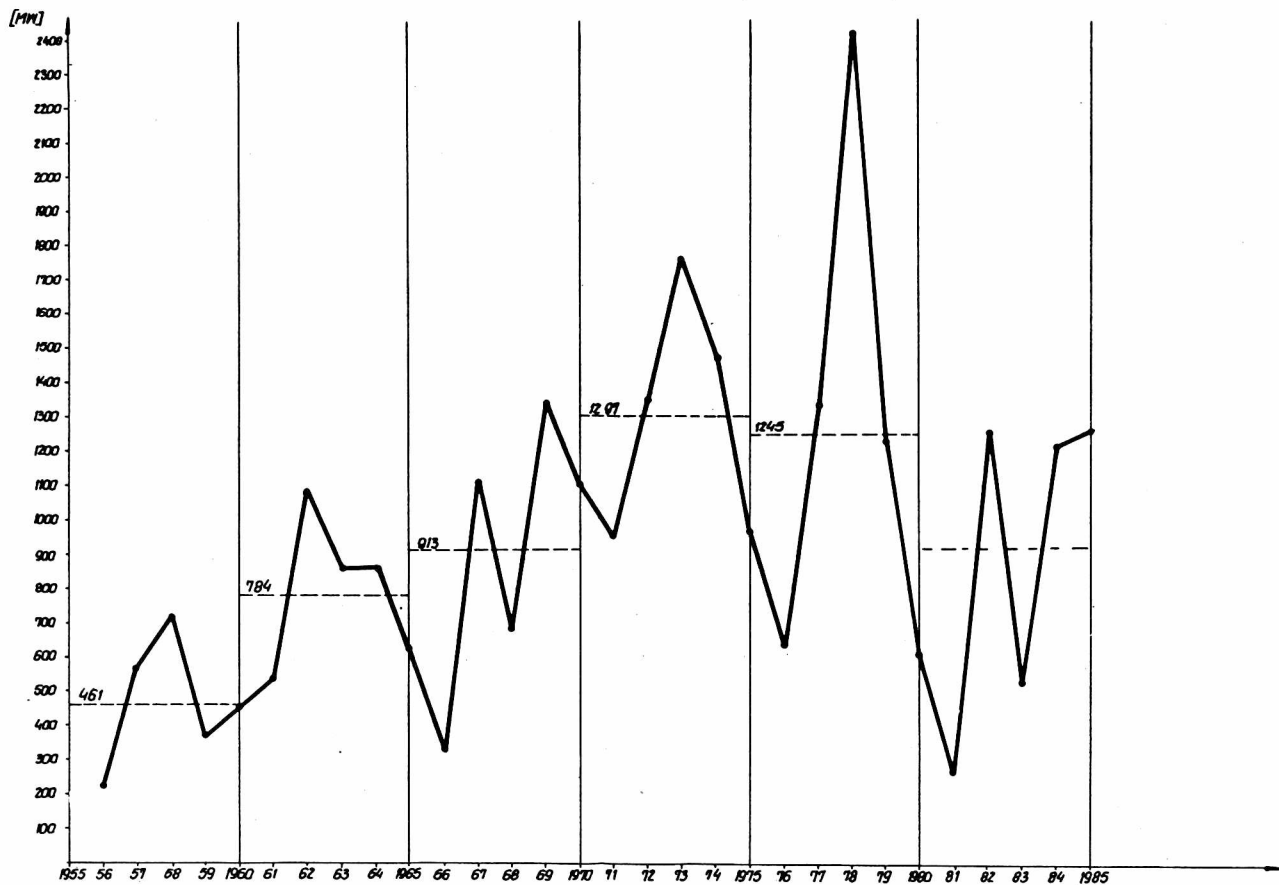
na odnotować istotnej zmiany w odniesieniu do innych krajów. Bezwzględne różnice w stosunku do wielu innych krajów występujące w połowie lat siedemdziesiątych nie zmniejszyły się, a wręcz przeciwnie zwiększyły się. Struktura zużycia energii zmieniła się jednak na korzyść odbiorców poza-przemysłowych. Udział odbiorców przemysłowych w globalnym zużyciu energii elektrycznej spadł z 78% w 1960 r. do 68% w 1984 r. W dalszym ciągu jednak w porównaniu z innymi krajami europejskimi jest wysoki. Warto tu jednak dodać, że podniesienie poziomu produkcji energii elektrycznej do poziomu krajów bardziej od nas rozwiniętych będzie uzasadnione, gdy poziom produkcji będzie podobny.

### 3.2. Produkcja energii elektrycznej a rozwój gospodarczy Polski

Zapewnienie harmonijnego rozwoju gospodarki narodowej wymaga odpowiedniej ilości energii elektrycznej. Podobnie, jak dla wszystkich innych produktów, zaspokojenie potrzeb gospodarki w warunkach rosnących kosztów pozyskania energii wymaga oddziaływania zarówno na podaż, jak na popyt. W tej części rozdziału zajmujemy się wytwarzaniem energii elektrycznej w kontekście zrealizowanego rozwoju gospodarczego. Omówione zostaną przy tym procesy gospodarcze określające możliwości produkcji energii. W części następniej zaś zajmujemy się zużyciem energii, koncentrując się na jej wykorzystaniu w przemyśle. Wydaje się to istotne ze względu na konieczność restrukturyzacji gospodarki. Pominięte natomiast zostaną procesy zużycia energii elektrycznej przez odbiorców komunalno-bytowych. Skala zużycia energii w tym sektorze jest determinowana zwiększaniem się liczby gospodarstw domowych, a zagadnienia te wymagają odrębnego ujęcia i wykraczają poza zakres pracy.

Podniesienie zużycia energii elektrycznej do poziomu krajów wysoko uprzemysłowionych oraz zachodzące zmiany w strukturze zużycia ogólnej ilości energii powodują konieczność zwiększenia produkcji. Rozwijający się przemysł - w warunkach stałej struktury produkcji - wymaga stosunkowo wysokiego tempa przyrostu produkcji energii elektrycznej. W latach 1955-1970 przeciętny roczny przyrost mocy zainstalowanej w elektrowniach wynosił 647,5 MW, natomiast średnie roczne przyrosty w poszczególnych okresach pięcioletnich wynosiły: w latach 1956-1960 - 461,0 MW, w okresie 1961-1965 - 786,2 MW, w latach 1966-1970 - 789,2 MW. W okresie 1970-1975 średni roczny wzrost mocy zainstalowanej w ciepłych elektrowniach zawodowych wynosił 1004,3 MW, a w latach 1976-1980 - 850 MW.<sup>8</sup> Przyrost mocy zainstalowanej w systemie elektroenergetycznym w zasadzie zaspokajał potrzeby gospodarki do 1975 roku. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że bilanse energii elektrycznej były zawsze (z wyjątkiem lat 1973 i 1974) bardzo napięte, a niekiedy w miesiącach zimowych występował deficyt mocy. W tabeli 3.3 podano moc zainstalowaną i przyrosty mocy w systemie elektroenergetycznym w latach 1960-1984. Z danych zawartych w tabeli, a przede wszystkim z rysunku 3.1 (przedstawiającego średnie roczne przyrosty mocy zainstalowanej w elektrowniach w latach 1955-1985) jasno wynika, iż w poszczególnych latach badanego okresu przyrosty mocy zainstalowanej w ciepłych elektrowniach zawodowych były bardzo nierównomierne. W pierwszym roku każdego prawie okresu pięcioletniego następował wyraźny spadek przyrostu mocy w systemie, w porównaniu z latami poprzednimi. Przyrost ten jest także znacznie niższy od średniego rocznego przyrostu mocy w poszczególnych okresach.

Przeważająca część mocy zainstalowanej w kraju znajduje się w elektrowniach ciepłych zawodowych, spalających przede wszystkim węgiel ka-



Rys. 3.1 Przyrost mocy zainstalowanej w elektrowniach zawodowych w latach 1950-1985  
 Fig. 3.1 Increase of installed capacity of professional power plants between 1950 and 1985

T a b e l a 3.3

Moc elektrowni w Polsce w latach 1960-1984  
(w MW, według danych na koniec roku)

Lata	Moc zainstalowana ogółem	Elektrownie zawodowe			Elektrownie wodne
		Razem	w tym na węglu		
			kamiennym	brunatnym	
1960	6316	4479	4048	169	261
1965	9672	7861	5169	2343	349
1970	13891	11637	6884	3983	770
1975	20057	17517	11907	4783	827
1976	20475	17676	12065	4784	827
1977	21749	18879	13268	4784	827
1978	23833	20928	15317	4784	827
1979	24785	21864	15753	4784	1327
1980	25292	22264	16153	4784	1327
1981	25523	22514	16391	4784	1327
1982	26840	24174	17553	4784	1837
1983	27875	25404	17893	5504	2007
1984	29856	25803	17564	6224	2005

Źródło: Rocznik statystyczny GUS, 1970, 1985. Statystyka rozwoju elektroenergetyki 1981, MGIE i materiały MGIE.

mienny i brunatny<sup>9</sup>. W latach 1962-1970 następował szybki przyrost mocy zainstalowanej w elektrowniach ciepłych opalanych węglem brunatnym. W tym okresie przyrost mocy w systemie elektroenergetycznym następował więc w dużej mierze dzięki oddawaniu do eksploatacji bloków energetycznych pracujących na węglu brunatnym. W latach 1970-1980 nastąpiło zdecydowane odwrócenie tej tendencji. Moc elektrowni pracujących na węglu brunatnym zwiększyła się zaledwie o 800 MW, natomiast moc elektrowni wykorzystujących węgiel kamienny zwiększyła się o ponad 9500 MW. Od roku 1981 znów rozpoczęto oddawać bloki na węgiel brunatny w Elektrowni Bełchatów.

Nierównomierny przyrost mocy zainstalowanej w elektrowniach w poszczególnych latach badanego okresu był podstawową przyczyną występującego w niektórych latach deficytu mocy. Takie stosunkowo duże deficyty w miesiącach zimowych występowały w latach 1970 i 1971, w roku 1975 deficyt ten wynosił w niektórych dniach około 600 MW, a w latach 1976 i 1977 był jeszcze większy. W latach 1979 i 1980 wzrósł do 3100 MW, a średnio w miesiącach zimowych wynosił 1100 MW. W okresie szczytowego obciążenia w ciągu doby owych zimowych miesięcy deficyt mocy wyniósł więc oko-

ło 20% mocy zainstalowanej w elektrowniach, co świadczyło o katastrofalnym stanie zaopatrzenia kraju w energię elektryczną i zmuszało do bardzo kosztownych gospodarczo i społecznie ograniczeń.<sup>10</sup> To niekorzystne zjawisko występujące w ostatnich latach ilustrują także dane podane w tabeli 3.4, w której przedstawiono dynamikę mocy zainstalowanej i produkcji energii elektrycznej na tle dynamiki dochodu narodowego i produkcji przemysłowej.

T a b e l a 3.4

Dynamika zużycia netto energii elektrycznej na tle dochodu narodowego  
wytworzonego w latach 1950-1984

Lata	Przyrost zużycia netto en. elektr. w okresach pięcioletnich (%)	Średnie roczne przyrosty		
		Zużycie netto energii elektrycznej	Dochodu narodowego wytwarzanego w cenach stałych	Zużycie energii elektr. przez przemysł i wielkich odbiorców
1951-55	85	13,1	8,7	13,2
1956-60	64,5	10,4	6,5	9,6
1961-65	47,5	8,1	6,2	8,3
1966-70	51,0	8,6	5,9	7,9
1971-75	48,3	8,2	9,8	7,4
1976-80	23,5	4,3	1,2	3,2
1981	x	- 4,6	-13,0	- 9,1
1982	x	0,7	- 3,0	- 0,4
1983	x	2,1	3,2	4,8
1984	x	7,9	4,5	4,2
1985	x	4,1	3,4	2,4
1981-85	21,3	2,3	- 0,8	0,6

Źródło: Statystyka rozwoju elektroenergetyki 1981, Ministerstwo Górnictwa i Energetyki, Warszawa 1982. Rocznik statystyczny GUS 1986, Warszawa 1986, s.200,203

W analizowanym okresie moc zainstalowana w systemie elektroenergetycznym (w tym także ciepłych elektrowniach zawodowych) oraz produkcja energii elektrycznej rosły szybciej od dochodu narodowego, z wyjątkiem lat 1971-1975. Niekorzystna tendencja, z punktu widzenia bilansu energii, wystąpiła więc od 1970 r., kiedy tempo przyrostu mocy zainstalowanej w elektrowniach zaczęło być niższe od tempa przyrostu produkcji przemysłowej i dochodu narodowego. Rozbieżności te w 1975 r. osiągnęły aż około 5 punktów. Tempo to w latach 1976-1980 także było zbyt niskie, zważywszy na zasygnalizowany problem deficytu energii. Deficyt ten, bez wątpienia, miał

swój udział w spadku dochodu narodowego w 1979 r. i 1980 roku.

Z tabeli 3.4 widać także, że zużycie energii elektrycznej malało w roku 1981 znacznie wolniej niż dochód narodowy. Dla całkowitego zużycia energii elektrycznej różnica wynosi około 8%, a w przypadku zużycia jej przez przemysł różnica ta ma wielkość 4%. Wynika to stąd (w przypadku zużycia przez przemysł), iż w warunkach spadku produkcji musi występować praca urządzeń na tzw. biegu jałowym lub nie w pełni obciążonych, co znacznie zmniejsza sprawność energetyczną odbiorników.<sup>11</sup> Zużycie energii przez odbiorców komunalno-bytowych zwiększa się - także w warunkach kryzysowych - choćby ze względu na przyrost mieszkań i wzrost liczby ludności.

Przyrost zużycia energii elektrycznej netto na 1 mieszkańca wynosił w 1960-1970 - 7,8% rocznie, w 1970-1975 - 7,2%, w 1975-1980 - 3,4% rocznie. Odpowiednie przyrosty dochodu narodowego wynosiły 6,1% i 9,8% i 3,1%. Współczynnik elastyczności dochodowej zużycia energii elektrycznej wyniósł więc, w tych okresach 1,2; 0,7 i 1,1.

Z dotychczasowych rozważań wynika, że produkcja energii elektrycznej w badanym okresie często była zbyt niska w stosunku do zapotrzebowania.<sup>12</sup> Należy się w tym kontekście zastanowić nad przyczynami tej niskiej, w stosunku do potrzeb, podaży. Jeżeli będziemy abstrahować od możliwości oddziaływania na popyt, to problem będzie sprowadzać się do możliwości rozwoju produkcji lub możliwości racjonalizacji procesów wytwarzania w ten sposób, aby przy stałym potencjale energetycznym zwiększyć możliwości produkcji energii.

Do tej pory omówiliśmy jeden (podstawowy) aspekt tego zagadnienia, a mianowicie: tempo rozwoju mocy zainstalowanych w systemie elektroenergetycznym. Rozwój ten polegał głównie na instalowaniu dużych bloków kondensacyjnych w wielkich elektrowniach (Turów, Kozienice, Dolna Odra, Połaniec, Bełchatów), które z natury swej powinny pracować w podstawie obciążenia systemu. Trzeba tutaj także podkreślić, że rozwój wytwarzania energii elektrycznej w wielu krajach odbywa się w dużej mierze w wyniku budowy wielkich elektrowni.

Dla bardziej wyczerpującego przedstawienia zagadnienia możliwości rozwojowych systemu wytwarzającego energię elektryczną trzeba jednak zwrócić uwagę na trzy dodatkowe aspekty, związane głównie z możliwością racjonalizacji procesów wytwarzania i przesyłu energii.

Pierwszy aspekt związany jest ze strukturą techniczną maszyn i urządzeń zainstalowanych w elektrowniach i możliwościami jej dostosowania do zmiennego w czasie obciążenia. W systemie elektroenergetycznym wyróżnia się elektrownie pracujące w podstawie obciążenia, a więc pracujące niejako bez przerwy, z wyjątkiem wyłączeń instalacji dla przeprowadzenia niezbędnych remontów (elektrownie ciepłe z dużymi blokami kondensacyj-

nymi, elektrownie atomowe), elektrownie podszczytowe, których roczny czas pracy wynosi do 3000 h, elektrownie szczytowe pracujące w okresach szczytowego obciążenia w ciągu doby. W wielu krajach moc zainstalowana w elektrowniach szczytowych wynosi od 15 do 25% globalnej mocy zainstalowanej. W Polsce około 10%. Elektrownie szczytowe dają się w krótkim czasie - kilku minut - uruchomić. Stanowią je najczęściej elektrownie wodne i ciepłne o specjalnej konstrukcji, np. z turbinami gazowymi. Stosunkowo niewielka moc zainstalowana w Polsce w elektrowniach szczytowych specjalnej konstrukcji stwarza konieczność pracy w szczycie obciążenia elektrowni ciepłych z turbinami przeciwpięprężnymi, a nawet kondensacyjnymi. Elektrownie te wymagają (w większości przypadków) długiego rozruchu - niekiedy paru godzin. Często ich włączenie i wyłączenie jest przyczyną wzrostu kosztów wytwarzania, zwiększa awaryjność i zużycie paliwa na jednostkę wyprodukowanej energii.<sup>13</sup>

Drugi aspekt dotyczy możliwości ograniczenia zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne elektrowni. Wynosi ono w niektórych krajach około 7% energii wyprodukowanej w danej elektrowni.<sup>14</sup>

Z danych o produkcji energii elektrycznej w Polsce wynika, że zużycie energii na potrzeby własne elektrowni w latach 1960-70 wynosiło 8,8%, w latach 1970-75 - 8,5%, w latach 1975-80 - 8,7%, a w okresie 1981-1984 wzrosło do około 9%.<sup>15</sup> Obniżenie zużycia energii na potrzeby własne o 1% pozwoliłoby na wzrost podaży energii o około 1,3 mln MWh w skali rocznej. Niestety, można przyjąć, że ze względu na złą jakość paliwa, dostarczanego do elektrowni pracujących głównie na węglu kamiennym, niedostosowanego do konstrukcji kotłów i młynów węglowych możliwości obniżenia tego zużycia są ograniczone.<sup>16</sup>

Wreszcie trzeci aspekt dotyczy nie wytwarzania, lecz przesyłu energii. W przesyłaniu nieuchronnie występują straty energii elektrycznej. Zależą one od stanu sieci, stosowania wysokich napięć, a także gęstości zabudowy. W niektórych krajach (RFN, Francja) wynoszą one około 6,5-7%<sup>17</sup>. W Polsce tymczasem, od 1970 r., wzrastają i wyniosły 8,8% w 1970 r., 10,8% w 1980 i aż 11,4% w 1983 oraz 10,8% w 1984 r.<sup>18</sup> Były więc bardzo duże, a zmniejszenie ich do poziomu z 1970 roku pozwoliłoby na "zaoszczędzenie" instalowania w elektrowniach urządzeń o mocy około 1000 MW.

Zmniejszenie tych strat wymaga jednak środków na modernizację sieci przemysłowych. Środki te, wydają się być relatywnie mniejsze od tych, które przeznaczane są na budowę elektrowni. Określenie efektywności nakładów inwestycyjnych na budowę elektrowni i sieci przesyłowych różnych napięć wymaga jednak przeprowadzenia odrębnego rachunku ekonomicznego przekraczającego zakres rozważań zawartych w pracy.

Z przedstawionego omówienia wynika, iż brak odpowiedniej korelacji pomiędzy zapotrzebowaniem na energię elektryczną a jej produkcją był spo-



wodowany swoistym syndromem kilku przyczyn. Pierwszą - zapewne podstawową - był nierównomierny cykliczny przyrost mocy zainstalowanej w systemie elektroenergetycznym. Drugą - brak "elastycznej" mocy energetycznej możliwej do szybkiego i efektywnego wykorzystania w okresach szczytowego zapotrzebowania. Trzecią - wysoki odsetek zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne elektrowni. Czwarta w końcu przyczyna to wysokie straty przesyłu. Można także sformułować wniosek, że przeciwdziałanie negatywnym zjawiskom jest związane nie tylko z niedostatecznymi środkami przeznaczonymi na rozwój potencjału wytwórczego elektrowni. Istniejącej sytuacji można by w dużym stopniu uniknąć, gdyby wyeliminować błędy w racjonalnym sterowaniu rozwojem wytwarzania tej formy energii i skoncentrować się nie tylko na wzroście zainstalowanej mocy w wielkich elektrowniach, lecz także na stworzeniu warunków do efektywnej eksploatacji całego systemu elektroenergetycznego.

### 3.3. Strukturalne uwarunkowania zużycia energii elektrycznej w przemyśle

#### 3.3.1. Czynniki zmian elektrochłonności przemysłu a zmiany struktury produkcji

W poprzedniej części przedstawiono relacje występujące w naszej gospodarce pomiędzy dochodem narodowym, produktem globalnym, produkcją energii elektrycznej.

Zbadajmy teraz związki jakie zachodzą między strukturą produkcji przemysłowej a zużyciem energii elektrycznej. Zwrócenie uwagi na występujące tu relacje wydaje się niezbędne dla racjonalnego sterowania procesami zużycia i wytwarzania energii elektrycznej, tym bardziej że zagadnienia te są skąpo poruszane w literaturze przedmiotu. Sposób i struktura "konsumpcji" tej formy energii przez przemysł ma decydujące znaczenie dla programowania rozwoju gałęzi i branż przemysłowych, programowania rozwoju przemysłu energetycznego, a także określenia charakteru instrumentów ekonomicznych sterowania zużyciem i produkcją energii. Można więc stwierdzić, iż rola i miejsce energii elektrycznej są w dużym stopniu określane przez strukturę jej zużycia. Gałęziowe i branżowe zróżnicowania poziomów konsumpcji energii elektrycznej - w okresie prac nad kierunkami zmian struktury gospodarki - trzeba traktować jako jeden z ważnych kryteriów programowania rozwoju przemysłu i dokonywania przekształceń strukturalnych.<sup>19</sup>

Z literatury przedmiotu wynika, że badania nad energochłonnością struktur produkcji są prowadzone najczęściej w mikroskali, gdzie w ramach pojedynczej maszyny lub grupy maszyn i urządzeń, ewentualnie na szczeblu całego zakładu wyznaczane są związki między zużyciem energii a produkcją.

Badania na szczeblu gospodarki narodowej, a w jej ramach w skali przemysłu, jego gałęzi i branż są prowadzone sporadycznie. Można wymienić tu jedynie cytowane wcześniej artykuły W. Bojarskiego i A. Szpilewicz, Z. Mikołajczyka.<sup>20</sup> Prace tego typu realizowane są także przez Instytut Nauk Ekonomicznych Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Ich ogólne pojęcie metodyczne zawarte jest w opracowaniu A. Jankowskiej-Kłapkowski, która podała systematyczny sposób badania energochłonności struktur produkcji<sup>21</sup>.

W tej części tego rozdziału podjęto próbę sprecyzowania charakteru, zakresu i natężenia występowania związków między wewnętrzną budową systemu jakim jest produkcja przemysłowa (czyli jej strukturą). Przyjęto iż cechą wyróżniającą poszczególne elementy całości przemysłu jest agregacja procesów wg ich podobieństwa techniczno-technologicznego, ocenionego zbliżonym poziomem energochłonności<sup>22</sup>. Zakres przedmiotowy obejmuje więc grupy gałęzi, wybrane gałęzie i branże. Przyjęto w zasadzie piętnastoletni zakres czasowy badania zakreślonych związków.

Poziom energochłonności przemysłu zależy od trzech podstawowych czynników, a mianowicie:

- struktury produkcji,
- poziomu postępu technicznego w sferze gospodarowania energią elektryczną,<sup>23</sup>
- struktury wykorzystania innych form energii finalnej.

Struktura produkcji określa ilość wytworzonych w przemyśle grup wyrobów i samych wyrobów oraz proporcje między nimi. Przewaga w strukturze produkcji gałęzi i branż energo- i energochłonnych powoduje, że one właśnie decydują o energochłonności globalnej przemysłu.

Postęp techniczny stwarza warunki do zmniejszenia zużycia energii na jednostkę wyrobu. Zmiany wskaźników jednostkowego zużycia energii elektrycznej nie są jednakże tylko odbiciem poziomu technicznego w sferze gospodarowania energią. Zależą również od zachodzących procesów substytucji między innymi nośnikami energii finalnej a energią elektryczną.<sup>24</sup> Ponieważ efektywność wykorzystania energii elektrycznej jest w wielu przypadkach wyższa od innych nośników, często uważa się, że samo w sobie zwiększenie wykorzystania energii elektrycznej jest przejawem postępu technicznego. Doświadczenia krajów wysoko rozwiniętych wskazują, że rozwój przemysłu związany jest ze stosunkowo szybkim wzrostem zużycia energii elektrycznej. Prognozy - co zostało już wcześniej poruszone - wskazują także na szybszy wzrost zużycia energii elektrycznej w porównaniu z innymi nośnikami.<sup>25</sup> Trzeba jednak podkreślić, iż pewien wpływ ma na to fakt, iż energię elektryczną traktuje się jako swoisty substytut ropy naftowej.

Zaznaczyć też trzeba, że poziom zużycia energii elektrycznej

jest także funkcja poziomu zastosowanej techniki. Sprawność energetyczna odbiorników energii elektrycznej, rodzaj technologii wytwarzania, zakres stosowanej aparatury kontrolno-pomiarowej, poziom elektronizacji, stosowanie mikroprocesorów w urządzeniach sterowniczych, poziom nowoczesności samych wyrobów wpływają bez wątpienia na poziom zużycia tego nośnika energii.

O zmianie energochłonności i elektrochłonności przemysłu decydują takie same czynniki jak o zmianach struktury produkcji.<sup>26</sup> Zmiany w zapotrzebowaniu na wyroby przemysłowe mogą powodować bądź wzrost, bądź zmniejszenie energo- i elektrochłonności przemysłu w zależności od zmian preferencji społecznych, jeśli założy się, iż znajdują one wyraz w strukturze produkcji. Postęp techniczny oddziałuje w specyficzny sposób na zmianę energochłonności przemysłu. Wpływa on z jednej strony na zmiany jednostkowego zużycia czynników produkcji, w tym i energii, z drugiej zaś powoduje łańcuchowe zmiany technicznych współczynników produkcji, które określają strukturę produkcji.

Niektóre zależności między strukturą produkcji a poziomem elektrochłonności przemysłu Polski są przedmiotem dalszych rozważań zawartych w tym rozdziale.

### 3.3.2. Tendencje zmian globalnej elektrochłonności produkcji przemysłowej

W celu przedstawienia podstawowych tendencji dotyczących zużycia energii elektrycznej w przemyśle uspołecznionym rozpatrzmy związki występujące między zużyciem energii elektrycznej, a produkcją globalną przemysłu w ostatnich trzydziestu latach. W tabeli 3.5 podano dane wyjściowe do dalszej analizy.

T a b e l a 3.5

Zużycie energii elektrycznej i dynamika produktu globalnego przemysłu w latach 1950-1985

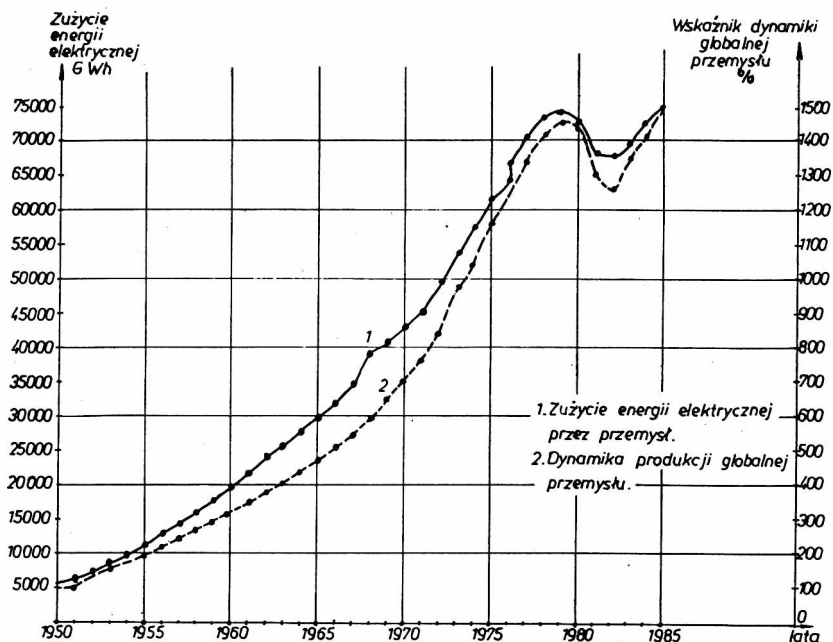
Rok	Zużycie energii elektrycznej GWh	Wskaźnik dynamiki produktu globalnego 1950=100 %	Rok	Zużycie energii elektrycznej GWh	Wskaźnik dynamiki produktu globalnego 1950=100 %
1	2	3	1	2	3
1950	6084	100	1970	43407	708
51	6573	119	71	46294	764
52	7230	139	72	50007	845
53	8433	162	73	54017	990

1	2	3	1	2	3
54	9300	180	74	58043	1057
1955	11020	200	1975	62860	1161
56	13016	217	76	67455	1269
57	14645	240	77	71203	1359
58	16239	263	78	73874	1424
59	17962	287	79	74005	1462
1960	19897	317	1980	73745	1462
61	22617	350	81	67769	1304
62	24450	379	82	67427	1276
63	25785	399	83	70629	1356
64	28191	435	84	73603	1427
1965	30263	474	1985	75407	1505
66	32567	510			
67	35818	550			
68	39117	602			
69	40770	655			

Zródło: Roczniki statystyczne GUS, 1950-1986.

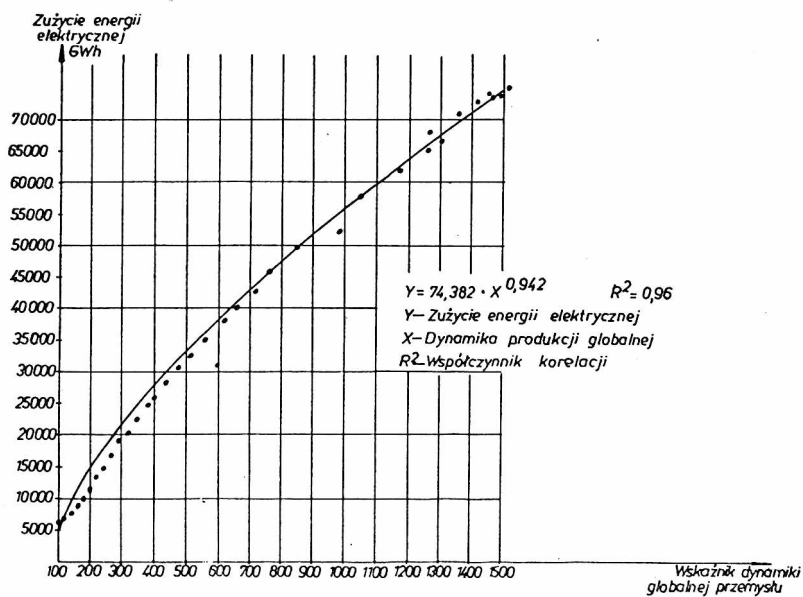
Podane w tabeli dane zostały ilustrowane rys.3.2 i 3.3. Na rys.3.2 przedstawiono rozwój zużycia energii elektrycznej przez przemysł i dynamikę produktu globalnego w przemyśle. Rozrzut punktów empirycznych na tym rysunku wskazuje na bardzo wysokie podobieństwo kształtu tendencji rozwojowych obu badanych wielkości. Do 1978 r. krzywa ma charakter krzywej wykładniczej, a od tego roku do 1982 roku następowało swoistego rodzaju "przesunięcie" badanych wielkości na niższy poziom. W całym badanym okresie zużycie energii elektrycznej przez przemysł wzrastało rocznie 7,62%, średnie zaś roczne tempo wzrostu produkcji przemysłowej wynosiło 8,10%. Z przebiegu obu krzywych wynika, że do 1965 roku zużycie energii elektrycznej wzrastało szybciej niż tempo produkcji globalnej przemysłu. Lata 1965 do 1971 to okres mniej więcej jednakowego tempa przyrostu obu zmiennych. Od 1971-1975 obserwujemy wyższą dynamikę produkcji globalnej (dokładniejsza analiza okresu 1970-1985 została przedstawiona w dalszej części). Z przebiegu krzywych w latach 1979-1982 widać wyraźnie, iż zmniejszeniu produkcji przemysłowej towarzyszył relatywnie mniejszy spadek produkcji globalnej.

Na rysunku 3.3 zaprezentowano natomiast zużycie energii elektrycznej przez przemysł uspołeczniony w funkcji dynamiki produkcji globalnej. Ekonometryczna analiza badanych związków, za pomocą funkcji potęgowej o postaci  $y = ax^b$  (gdzie  $y$  oznacza zużycie energii elektrycznej, a  $x$  -



Rys. 3.2. Rozwój zużycia energii elektrycznej przez przemysł uspołeczniony w latach 1950-1985

Fig. 3.2. Development of consumption of electric energy in socialized industry between 1950 and 1985



Rys. 3.3. Zużycie energii elektrycznej przez przemysł uspołeczniony w funkcji dynamiki produkcji globalnej w latach 1950-1985

Fig. 3.3. Consumption of electric energy in socialized industry related to global production dynamics between 1950 and 1985

- wskaźniki dynamiki produkcji globalnej), wskazuje na to wysoki poziom skorelowania tych wielkości (co zresztą wynika z poprzedniego rysunku). Uzyskany wykładnik potęgowy  $b = 0,942$  oznacza, że przyrostowi dynamiki globalnej przemysłu o 1%, w badanym okresie, odpowiadał wzrost zużycia energii o 0,942%.

Z przebiegu krzywej widać, że do 1964 roku współczynniki elastyczności były większe od jedności (zużycie energii elektrycznej rośnie szybciej niż proporcjonalnie) w odniesieniu do dynamiki przyrostu produkcji<sup>27</sup>. W okresie 1970-1976 mamy zaś do czynienia z relacją odwrotną. Od 1979 r. ulega ona kolejnemu odwróceniu. Gdyby ekstrapolować trend z badanego okresu w przyszłość, trzeba by przyjąć tezę o konieczności bardzo szybkiego rozwoju wytwarzania energii elektrycznej - silnie skorelowanego z przyrostami produkcji globalnej przemysłu. Przyjęcie takiego twierdzenia wiązać by się musiało w praktyce gospodarczej z koniecznością wydatkowania ogromnych środków na rozwój potencjału energetycznego.

Pojawia się w związku z tym istotne pytanie: jakie w ramach systemu produkcji przemysłowej tkwią możliwości zmian występujących tendencji? Problem ten zostanie podjęty w następujących dwóch punktach.

### 3.3.3. Struktura produkcji a elektrochłonność przemysłu w Polsce w latach 1970-1985

Badanie energochłonności, a w jej ramach także elektrochłonności, należy rozpocząć, przede wszystkim, od rozpoznania istniejących struktur produkcji. W tym przypadku chodzi o określenie, czy istniejące w Polsce struktury produkcji w przemyśle są korzystne z punktu widzenia możliwości zaspokojenia ich energetycznych potrzeb. Realizując tego typu badania, należy posługiwać się odpowiednio dobranym aparatem instrumentalnym, dostosowanym do ich przedmiotu. Prowadzone są zwykle badania zużycia określonych czynników produkcji w przeliczeniu na produkt, w stosunku do wartości zaangażowanych środków trwałych, płac, wydajności itp.<sup>28</sup> Wartość produkcji może być w różny sposób konkretyzowana (produkt globalny, produkcja czysta netto, produkcja sprzedana itd.). W tym przypadku przez pojęcie produktu będziemy rozumieli produkt globalny przemysłu. Badania zużycia energii elektrycznej będziemy odnosić też do produkcji czystej. Różnica między zużyciem w odniesieniu do produktu globalnego i produkcji czystej będzie informować nas, w jakim stopniu energia elektryczna "angażowana" jest przez wartość przeniesioną. Pośrednio ta wielkość określać będzie, w jakiej mierze zużycie energii elektrycznej służy do napędzenia, w pewnym stopniu "jałowego", biegu procesu produkcji przemysłowej, którego rezultatem jest pewien wolumen produkcji, służący dynamizacji samego procesu produkcyjnego.<sup>29</sup>

W tabeli 3.6 podano strukturę produkcji globalnej i czystej oraz

T a b e l a 3.6

Struktura produkcji globalnej i czystej grup gałęzi przemysłu oraz struktura zużycia energii elektrycznej w latach 1975-1984

Lp.	Grupa gałęzi	Rok								
		1975			1980			1984		
		a*	b*	c*	a	b	c	a	b	c
1	Przemysł ogółem	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
2	Przemysł paliwowo-energetyczny	15,6	15,6	<u>25,9</u>	14,8	19,7	<u>28,9</u>	15,6	14,0	<u>34,0</u>
3	Przemysł metalurgiczny	9,9	6,4	<u>19,0</u>	9,5	4,5	<u>20,4</u>	8,8	4,5	<u>18,2</u>
4	Przemysł elektromaszynowy	20,0	27,6	14,3	23,1	26,6	13,0	23,1	32,4	11,7
5	Przemysł chemiczny	8,1	10,3	<u>20,0</u>	8,2	6,1	<u>17,5</u>	8,5	8,2	<u>17,0</u>
6	Przemysł mineralny	4,0	3,6	<u>6,5</u>	3,8	4,9	<u>6,2</u>	3,7	4,9	<u>5,4</u>
7	Przemysł drewnopapierniczy	4,2	4,6	4,4	4,2	3,6	4,2	4,4	4,4	4,2
8	Przemysł lekki	9,9	17,2	4,9	9,7	11,0	4,7	9,2	12,2	4,1
9	Przemysł spożywczy	25,7	14,0	4,2	23,9	21,7	4,1	23,2	16,8	4,6

Źródło: Rocznik statystyczny przemysłu, 1980, s. 99, 1985, s. 31, 57, 276 oraz obliczenia własne,

\* a - struktura produkcji globalnej, b - struktura produkcji czystej, c - struktura zużycia energii elektrycznej. W tabeli podkreślono dane dotyczące zużycia energii elektrycznej, które wyznaczają udział zużycia energii elektrycznej większy od udziału produktu globalnego.

Dynamika przyrostu produkcji globalnej, czystej i zużycia energii elektrycznej  
w latach 1971-1985

Lp.	Grupa gałęzi	Średnie roczne tempo w okresie								
		1971-1975 (%)			1980-1976 (%)			1985-1981 (%)		
		a	b	c	a	b	c	a	b	c
1	Przemysł ogółem	10,5	11,0	7,7	4,6	2,4	<u>3,3</u>	0,1	-1,5	<u>0,6</u>
2	Przemysł paliwowo-energetyczny	6,6	5,8	5,0	3,3	-1,8	<u>4,3</u>	0,7	-8,6	<u>4,4</u>
3	Przemysł metalurgiczny	9,1	11,6	6,1	5,4	0,8	<u>4,8</u>	2,8	-2,6	<u>-1,9</u>
4	Przemysł elektromaszynowy	15,4	15,2	3,0	3,6	7,1	3,7	1,3	3,2	-1,7
5	Przemysł chemiczny	12,0	15,1	5,9	4,3	2,9	1,9	0,7	4,5	-0,7
6	Przemysł mineralny	8,9	9,9	4,4	3,3	1,0	<u>3,4</u>	-0,9	-2,7	<u>-1,8</u>
7	Przemysł drewnopapierniczy	9,5	9,9	4,1	4,1	2,4	1,5	1,0	2,5	<u>3,3</u>
8	Przemysł lekki	8,9	10,7	6,9	3,4	1,4	2,5	-0,3	0,7	-1,6
9	Przemysł spożywczy	8,9	6,0	<u>9,2</u>	2,4	-2,9	<u>5,0</u>	-0,3	-6,8	<u>2,7</u>

Zródło: Rocznik statystyczny GUS, 1980, s.245, 219, 1985, s. 37, 57, 1986, s. 245, 219,

a - dynamika produkcji globalnej, b - dynamika produkcji czystej, c - dynamika zużycia energii elektrycznej. Podkreślono te dane, które przedstawiają sytuację, w których tempo zużycia energii elektrycznej jest wyższe od tempa przyrostu produkcji czystej.



strukturę zużycia energii elektrycznej przez grupy gałęzi przemysłu w latach 1975-1984. W tabeli 3.7 przedstawiono przeciętną dynamikę przyrostu produkcji globalnej, czystej i zużycie energii elektrycznej w pięcioletniach okresu 1970-1985.

W okresie 1975-1985 nie zaszły istotne zmiany w strukturze produkcji i w strukturze zużycia energii elektrycznej. Natomiast pomiędzy strukturą produkcji a strukturą zużycia występują bardzo duże rozbieżności. Cztery grupy gałęzi, a mianowicie przemysł paliwowo-energetyczny, metalurgiczny, chemiczny i mineralny, charakteryzują się zdecydowanie większym udziałem zużycia energii elektrycznej w odniesieniu do zużycia ogółem w porównaniu z udziałem produkcji globalnej i czystej w odniesieniu do tych wielkości ogółem. Na gałęzi te przypadało: 71% zużycia energii elektrycznej w 1975, 73% w 1980 r. i prawie 75% w 1984 roku, gdy ich udział w globalnej produkcji przemysłu nie przekraczał 37%, a dla produkcji czystej wyniósł 36% w 1975 i tylko 31% w 1984 r. Dane te dają ogólny pogląd na wpływ struktury produkcji na skalę zużycia energii elektrycznej. Na uwagę zasługuje bardzo wysoka autokonsumpcja energii elektrycznej przez przemysł paliwowo-energetyczny.<sup>30</sup> Trzecia część produkcji brutto energii elektrycznej zostaje zużyta w tym sektorze, z tego 12,9% globalnego zużycia energii elektrycznej przez przemysł węglowy. Tak więc 20,1% wytworzonej energii elektrycznej jest "tracone" w przemyśle energetycznym na potrzeby własne elektrowni i straty przesyłania energii. W latach od 1970 do 1985 straty te zwiększyły się z 16,5% do 21%. Trzeba stwierdzić, iż jest to przyrost bardzo duży.

Przyjrzyjmy się teraz danym obrazującym dynamikę zużycia energii elektrycznej na tle dynamiki produkcji globalnej i czystej.

W latach 1971-1975, a więc w okresie dynamicznego przyrostu produkcji, zużycie energii elektrycznej zwiększało się wolniej niż tempo przyrostu produkcji. Średnie roczne tempo zużycia energii elektrycznej jest średnio o 3 punkty procentowe niższe od tempa przyrostu produkcji. Gałęzie energochłonne i zużywające znaczną część energii (poza przemysłem chemicznym) charakteryzują się stosunkowo niewielką różnicą w tempie wzrostu obu badanych wielkości. Pozytywne relacje obserwujemy dla przemysłu elektromaszynowego, chemicznego, drewnopapierniczego. Trzeba jednak podkreślić, iż w okresie tym w przemyśle węglowym zużycie energii elektrycznej wzrastało o 0,5% szybciej niż produkcja globalna i około 2% szybciej niż produkcja czysta. Podobne korelacje występują w przemyśle maszynowym - średni roczny przyrost zużycia energii wynosił 19%, a produkcja rosła o około 15% - oraz materiałów budowlanych i spożywczym. Średnie współczynniki elastyczności, mierzone stosunkiem względnego przyrostu energii elektrycznej i względnego przyrostu produkcji globalnej, oprócz

wspomnianych przemysłów: węglowego, materiałów budowlanych i spożywcze-  
go, są mniejsze od jedności. Dla przemysłów paliwowo-energetycznego i  
metalurgicznego kształtują się na poziomie około 0,8, chemii 0,40, elek-  
tromaszynowego 0,22. Dla przemysłu ogółem omawiany współczynnik wynosi  
0,74.

Lata 1976-1980 charakteryzują się mniej korzystnym kształtowaniem  
omawianej relacji, co wyraźnie widać z tabeli. Przy średnim rocznym  
spadku produkcji czystej przemyśle paliwowo-energetycznego o 1,8%, w  
tym przemyśle węglowego o 5,2%, zużycie energii elektrycznej rośnie  
średnio o 4,3% w przemyśle paliwowo-energetycznym, a w węglowym 2,6%.  
Podobna relacja występuje w przemyśle mineralnym. (Wzrost zużycia ener-  
gii w przemyśle spożywczym jest spowodowany większym nasyceniem w od-  
biorniki zużywające energię elektryczną).

Ogólnie można stwierdzić, iż osłabienie dynamiki produkcji związa-  
ne jest z relatywnie mniejszym spadkiem tempa przyrostu zużycia energii  
elektrycznej. W najbardziej energo- i elektrochłonnych gałęziach, a tak-  
że w przemyśle spożywczym, tempo wzrostu zużycia energii elektrycznej  
jest wyższe od tempa przyrostu produkcji czystej, a w trzech przemysłach:  
paliwowo-energetycznym, mineralnym i spożywczym większe od tempa pro-  
dukcji globalnej. Dotyczy to także przemysłu węglowego, hutnictwa i  
materiałów budowlanych. Czym mogą być spowodowane owe tendencje? Są-  
dzę, iż można wskazać na dwie przyczyny.

Pierwsza związana jest z charakterem procesów technologicznych, w  
których następuje zużycie energii. Brak materiałów i surowców powoduje  
nierytmiczność, a także spadek tempa produkcji. Zużycie energii elek-  
trycznej maleje znacznie wolniej ze względu na konieczność utrzymywania  
urządzeń w stanie gotowości do pracy (praca na tzw. biegu luzem) oraz ko-  
nieczność oświetlenia itp.

Druga przyczyna wywołana jest niedostatkiem zabiegów modernizacyj-  
nych i konserwatorskich. Sprawność urządzeń pobierających energię jest  
dla odbiorców problemem drugorzędym w obliczu napiętych zadań produk-  
cyjnych i trudności surowcowo-materiałowych, tym bardziej że koszty ener-  
gii elektrycznej stanowią znikomą część kosztów.<sup>31</sup> Automatyczne sterowa-  
nie maszynami i urządzeniami zastępowane jest sterowaniem ręcznym ze  
względu na brak środków i limity dewizowe na odnowienie automatyki.

Można więc stwierdzić, że relatywnie wysokie tempo zużycia energii  
elektrycznej jest swoista cena procesów dekapitalizacji majątku, a kon-  
kretnie zmniejszenia sprawności energetycznej odbiorników energii elek-  
trycznej oraz pogorszenia techniki i organizacji eksploatacji.

Trzeba też zwrócić uwagę na pewną specyfikę okresu 1976-1980. Otóż  
na przełomie 1979-1980 r. wystąpił znaczny - bo sięgający 10% mocy dys-  
pozycyjnej elektrowni - deficyt mocy. W ślad za nim nastąpiła konieczność

wyłączania odbiorców (do tego problemu nawiązuję w podrozdziale 7.2). Tutaj jednak należy zasignalizować, iż w latach 1979 i 1980 nastąpiły bezwzględne spadki zużycia energii. W 1979 roku jedynie przemysły paliwowo-energetyczny (wzrost o 2,4%), metalurgiczny (wzrost o 2,4%) oraz spożywczy (9%) zwiększyły zużycie energii. W 1980 r. spadek zużycia energii nastąpił w większości gałęzi przemysłu, oprócz paliwowo-energetycznego i metalurgicznego. Natomiast w obu latach zużycie energii w przemyśle chemicznym spadło o 6,7%, maszynowym 11,9%, materiałów budowlanych 9,8%. W przemysłach, w których wystąpił spadek zużycia energii elektrycznej zmniejszyła się też produkcja lub jej dynamika znacznie się obniżyła. Można stwierdzić, iż w okresie deficytu energii elektrycznej relatywnie najczęściej otrzmywały te gałęzie, które najczęściej jej zużywały. Przemysły węglowy, metalurgiczny miały, jak widać, pierwszeństwo w dostawach energii w warunkach jej deficytu.

Pozostał do omówienia okres 1981-1985. Z tabeli 3.7 widać, że negatywne tendencje z lat 1975-1980 pogłębiły się (w latach tych nie występował deficyt mocy). Mimo znacznego spadku produkcji czystej w przemyśle paliwowo-energetycznym i znikomego tempa przyrostu produkcji globalnej, zużycie energii elektrycznej wzrasta średnio o ponad 4,4% rocznie. W przemyśle węglowym o 3,4% (a więc w dalszym ciągu obniża się efektywność wytwarzania i przesyłania energii elektrycznej). W rezultacie w skali globalnej nastąpił pewien przyrost zużycia energii elektrycznej przy spadku produkcji czystej. W przemyśle metalurgicznym zmniejszyła się produkcja czysta, a zwiększyła globalna i nieco zmniejszyło się zużycie energii elektrycznej. Pozytywne tendencje, charakteryzujące się różnicą około dwóch punktów procentowych, występują w przemyśle elektromaszynowym, chemicznym i lekkim. W rezultacie można powiedzieć, iż w latach 1981-1985 występowały różnorodne tendencje w procesach zużycia energii. Pewne gałęzie osiągnęły poprawę relacji, pewne zaś zdecydowane pogorszenie.

Z przedstawionych wyżej rozważań wynikają następujące wnioski:

1. W przemyśle trzy grupy gałęzi określają poziom zapotrzebowania na energię elektryczną: przemysł paliwowo-energetyczny, metalurgiczny i chemiczny. W dwóch pierwszych zużycie energii elektrycznej rośnie w tempie zbliżonym do tempa przyrostu produkcji globalnej. Obniżenie zużycia energii w tych dwóch przemysłach o 5% wskazuje na skalę możliwych do uzyskania oszczędności. Owe 5% w tych przemysłach jest równe 25% zużycia energii w przemyśle elektromaszynowym, albo 70% zużycia w przemyśle spożywczym lub lekkim.

2. W warunkach obniżenia tempa przyrostu produkcji, a szczególnie w warunkach jej spadku, zużycie energii elektrycznej obniża się zdecydowanie wolniej. Stwierdzenie to dotyczy w zasadzie wszystkich gałęzi przemysłowych.

3. Z różnic między relacjami określającymi zużycie energii elektrycznej a produkcją globalną i czystą wynika, iż znaczna część energii elektrycznej angażowana jest przez wartość przeniesioną występującą w gałęziach elektrochłonnych.

4. Przedstawione dane w całej rozciągłości pokazują wpływ struktury produkcji na poziom zużycia energii elektrycznej, a także sposób wpływu energii elektrycznej na poziom produkcji globalnej i czystej przemysłu.

Zmiana struktury przemysłu na rzecz gałęzi zużywających relatywnie mniej energii - przemysł elektromaszynowy, lekki, spożywczy - spowoduje znaczne zmniejszenie zapotrzebowania na energię elektryczną w stosunku do przyrostu produkcji.

Aby przedstawić wpływ zmian struktury na zapotrzebowanie na energię elektryczną, a zatem i na poziom jej produkcji, przeprowadziłem następujący hipotetyczny rachunek, założwszy że:

a) przyrost zużycia energii elektrycznej w przemyśle węglowym i metalurgicznym w latach 1970-1985 równa się połowie rzeczywistego przyrostu i jest wynikiem zmian struktury produkcji przemysłowej,

b) przyrost zużycia energii elektrycznej w pozostałych gałęziach jest równy rzeczywistemu,

c) w przemyśle energetycznym zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne elektrowni i straty przesyłania energii na poziomie 1970 r.

Połowa rzeczywistego przyrostu zużycia energii elektrycznej w przemyśle węglowym i metalurgicznym wynosi 4302 GWh. Do wyprodukowania tej ilości energii potrzebna jest moc około 782 MW.<sup>32</sup> Zmniejszenie strat przesyłania energii o 2% daje około 2500 GWh. Dodając do tego efekty z tytułu zmniejszenia zużycia własnego elektrowni równe 1300 GWh, otrzymamy 3800 GWh, co wymaga mocy 690 MW. Stąd zmniejszając autokonsumpcję energii elektrycznej i zmniejszając zużycie przez przemysł węglowy i metalurgiczny, można by zmniejszyć moc zainstalowaną w elektrowniach o prawie 1500 MW, a więc równą mocy jednej dużej krajowej elektrowni.

Owe 1500 MW oznacza prawie 10% globalnego przyrostu mocy w okresie 1970-1985, oszczędność 150 mld zł na budowę elektrowni (w warunkach 1985 r.) oszczędność około 5 mln ton węgla energetycznego rocznie, zmniejszenie emisji SO<sub>2</sub> do atmosfery o 80000 ton rocznie (przy zawartości siarki 0,8%).

#### 3.3.4. Jednostkowa energo- i elektrochłonność produkcji przemysłowej

Na początku tej części rozdziału stwierdzono, iż czynnikami, które wpływają na poziom energo- i elektrochłonności (oprócz struktury produkcji) w przemyśle jest postęp techniczny i struktura wykorzystania

nośników energii finalnej. Określimy siłę tego oddziaływania na podstawie zmian jednostkowych wskaźników zużycia energii dla wybranych energochłonnych wyrobów (tab.3.8) . Dane zamieszczone w tabeli ilustrują pośrednio wpływ postępu technicznego na procesy użytkowania energii, procesy substytucji pomiędzy formami energii finalnej, a także zmiany struktury branżowej i asortymentowej. Informują jednoznacznie, że udział zużycia energii elektrycznej w zużyciu energii ogółem charakteryzuje się wyraźną tendencją wzrostową. (Zmniejszył się tylko dla węgla brunatnego - co jest spowodowane specyfiką jego wydobycia - i w przypadku niektórych wyrobów przemysłu chemicznego: amoniaku, kaprolaktanu i metanolu). Wzrost tego udziału świadczy bez wątpienia, iż rola energii elektrycznej w porównaniu z innymi formami energii jest coraz większa. W wyniku tego w okresie 1970-1985, przy wystąpieniu ogólnych wyraźnych tendencji do zmniejszenia jednostkowej energochłonności produktu, nastąpił wzrost lub relatywnie niższy spadek jednostkowej elektrochłonności (oprócz wskazanych wyrobów przemysłu chemicznego).<sup>33</sup> Można zatem stwierdzić na podstawie danych empirycznych, że zmniejszenie jednostkowej bezpośredniej energochłonności wyrobów powiązane jest z relatywnie wyższym jednostkowym zużyciem energii elektrycznej. Tak więc przejście na technologie mniej energochłonne oznacza, w wielu przypadkach, przejście na technologie bardziej elektrochłonne. Wzrost zużycia energii elektrycznej na jednostkę wyrobu może być - jak z tego wynika - korzystne z punktu widzenia ogólnej energochłonności tego wyrobu.

Sądzę jednak, iż do pełnego określenia roli energii elektrycznej w procesach wytwarzania niezbędna jest, w niektórych przypadkach, szersza analiza energochłonności procesów elektrycznych. Chodzi o to, iż cykl produkcji wielu wyrobów jest wielostadialny (np. w hutnictwie).<sup>34</sup> W dążeniu do minimalizacji zużycia energii istnieje naturalna tendencja do minimalizacji zużycia energii w każdym stadium oddzielnie. Uważa się, że minimum zużycia energii może być osiągnięte przez minimalizację jej zużycia w poszczególnych fazach. Dla takiego wielostadialnego procesu minimum globalne nie musi być równoznaczne z sumą minimów cząstkowych. Ujawnia się to z całą siłą, gdy weźmie się pod uwagę nie bezpośrednio zużycie energii, lecz tzw. ciągnięte zużycie lub inaczej mówiąc - energię kumulowaną. Przy przeliczaniu energii elektrycznej na ciepłą bierze się przelicznik wynikający z idealnych warunków termodynamicznych, tzn.  $1 \text{ kWh} = 850 \text{ kcal} = 3,6 \text{ MJ}$  (taki też przelicznik przyjęto w tabeli 3.7). Uwzględniając sprawność wytwarzania energii elektrycznej i straty przesyłu, uzyskujemy cieplny równoważnik, w warunkach 1984 r., 2,88 razy wyższy.<sup>35</sup> Tak więc cieplno-energetyczny równoważnik energii elektrycznej jest bez mała trzykrotnie wyższy niż wynika to z bezpośredniego zużycia tej formy energii. Przedstawia to w bardzo ostrym świetle problem oszczędności energii

Wskaźnik zużycia energii dla wybranych wyrobów przemysłowych w Polsce  
w latach 1970-1984

Lp.	Wyszczególnienie	Zużycie energii w roku (MJ)						Dynamika zmian w latach 1970-1984 1970=100%	
		1970			1984			zużycie energii elektr.	zużycie energii ogółem
		Zużycie energii elektr.	Zużycie energii ogółem	Udział zużycia energii elektr. w zużyciu energii ogółem	zużycie energii elektr.	zużycie energii ogółem	Udział zużycia energii elektr. w zużyciu energii ogółem		
1	Wydobycie 1 t węgla kamiennego	122	314	38,0	133	266	50,0	109	85
2	Wydobycie 1 t węgla brunatnego	61	63	97,0	133	155	85,0	218	246
3	Przerób 1 t ropy naftowej	76	2282	3,4	108	2860	3,7	142	125
4	Produkcja 1 t aglomeratu	97	2190	4,4	169	1958	8,7	174	89
5	Produkcja 1 t wyrobów walcowanych	482	6192	7,8	486	5824	8,3	101	94
6	Produkcja 1 t aluminium elektrolitycznego	5866	58676	99,6	60955	60957	99,9	103	103
7	Produkcja 1 t amoniaku	4964	45511	10,9	2783	38482	7,2	56	84,6
8	Produkcja 1 t kaprolaktanu	6880	53285	12,9	5879	53001	11,1	85	99,5
9	Produkcja 1 t cementu	367	5862	6,2	386	4960	7,8	105	85
10	Produkcja 1 t ścieru	4975	7017	70,9	5551	6615	83,9	112	94

Źródło: Rocznik statystyczny przemysłu, GUS, 1985 r., s.290-292; obliczenia własne.

elektrycznej w procesie produkcyjnym. Oszczędność ta powinna być traktowana jako co najmniej równie ważna w porównaniu z innymi formami energii, ze względu na wysoki pośredni udział węgla niezbędny do jej wytworzenia. Szczegółowe wyznaczenie skali tego problemu wymaga jednak odrębnych badań.

#### 4. SPOŁECZNE KOSZTY ENERGII ELEKTRYCZNEJ

##### 4.1. Pojęcie społecznych kosztów i ich struktura

Rzeczony każdego systemu gospodarczego wymaga społecznych nakładów niezbędnych do wyprodukowania potrzebnej ilości energii. Jej uzyskanie jest warunkiem realizacji potrzebnej struktury produkcji finalnej, a więc zaspokojenia konsumpcyjnych i inwestycyjnych potrzeb społecznych. Jednak w wielu krajach - nie posiadających łatwo dostępnych i tanich źródeł energii - zaspokojenie energetycznych potrzeb wymaga kosztownych inwestycji i ponoszenia wysokich kosztów eksploatacyjnych. W takiej sytuacji jest też nasz kraj. Stąd też racjonalna gospodarka paliwami i energią jest ważnym czynnikiem efektywności działania każdej gospodarki, a nabiera szczególnego znaczenia w okresach narastających trudności ekonomicznych. Podstawowym zaś narzędziem racjonalnego wykorzystania surowców, paliw i energii powinien być rachunek ekonomiczny, oparty na znajomości poziomu rzeczywistych kosztów społecznych, ich pozyskania z zasobów własnych lub z importu, oraz właściwa polityka cenowa.

Ustalenie społecznych kosztów rozwoju jakiejś gałęzi produkcji nie jest łatwe i raczej rzadko podejmuje się ten temat.<sup>1</sup>

W literaturze przedmiotu problem społecznych kosztów podejmowany jest najczęściej przy omawianiu podstaw kształtowania cen. Konieczność badania społecznych kosztów formułowana jest przy tym najczęściej postulatycznie, w tym sensie, że trzeba się na nich oprzeć, ale nie daje się metody jak to należy uczynić.

Pojęcie społecznego kosztu wiąże się zwykle z wartością towaru. Przyjmuje się, że koszt produkcji powinien obejmować pełen nakład pracy społecznie niezbędnej do jego wytworzenia w istniejących społecznie warunkach. Praca ludzka traktowana tu jest jako czynnik ograniczający produkcję, zasoby przyrody zaś są obfite i konieczna jest praca człowieka do ich eksploatacji. Spółkać można jednak coraz częściej poglądy, iż zaprezentowane pojęcie jest niewystarczające, bowiem lista czynników ograniczających rozmiary produkcji jest współcześnie znacznie szersza. Takimi czynnikami stają się w coraz większym stopniu np. zasoby naturalne. M. Mielich pisze: "optymalne gospodarowanie wymaga bardzo precyzyjnego rachunku kosztów, ich ścisłego normowania i zastosowania racjonalnych i

obiektywnych ich miar. Nastręcza to wiele trudności. Najpoważniejsze z nich sprawdzić można do tego, że koszty powstające w przedsiębiorstwie nie są identyczne i porównywalne z kosztami, które faktycznie ono powoduje.<sup>2</sup> Mimo braku wyraźnego sprecyzowania i jasności pojęć, istnienie społecznych kosztów jest dostrzegane. Wynika to stąd, że każde zużycie rzeczowych i osobowych czynników produkcji powinno znaleźć swe wartościowe odbicie w kosztach.<sup>3</sup> Sądzę, że w praktyce gospodarczej kraju dotyczy to głównie paliw i energii. Część strat wynikłych z zużycia rzeczowych i osobowych czynników produkcji nie jest albo w ogóle wartościowo ujmowana, albo jest uwzględniana w sposób niewłaściwy i niepełny.

Konieczność korygowania cen, liczonych na podstawie kosztów powstałych w przedsiębiorstwach, które zużywają ograniczone zasoby, widziana była w pracach ekonomistów marksistowskich takich jak: L. Kantorowicz, W. Nowożyłow i W. Niemczynow.<sup>4</sup> W ujęciu W. Niemczynowa społeczne koszty stanowią pełne i wzajemne zgodne według gałęzi nakłady pieniężne, ponoszone przez społeczeństwo w warunkach reprodukcji rozszerzonej i optymalnego wariantu planowego bilansu produkcji. Inaczej mówiąc, społeczne koszty równają się przeciętnym gałęziowym kosztom produkcji plus realizowana część produktu dodatkowego. Realizowana część produktu dla społeczeństwa jest - w jednej swej części - określona proporcjonalnie do środków trwałych i obrotowych na podstawie jednolitego normatywu planowego ich wykorzystania, w drugiej zaś części - na podstawie normatywów planowych renty różniczkowej.<sup>5</sup>

Z punktu widzenia relacji pomiędzy planem a oceną społeczną posiadanych zasobów nie można tu nie wspomnieć o poglądach L. Kantorowicza.<sup>5</sup> Jako podstawę określenia tzw. ocen obiektywnie uzasadnionych proponował przyjąć metody programowania optymalnego, a szczególnie metodę mnożników rozwiązujących, w zastosowaniu do procedury sporządzania planu optymalnego. Plan ten powinien uwzględniać założony asortyment produkcji, istniejące zasoby siły roboczej i zasoby naturalne, limit nakładów inwestycyjnych i najbardziej racjonalny stosunek różnych opanowanych technik wytwarzania produktów. W rezultacie powinno się osiągnąć pełne wykorzystanie wszystkich zasobów w celu zaspokojenia potrzeb. Ten sposób postępowania przy ustaleniu takich optymalnych cen wymaga precyzyjnego wyznaczenia celów działalności gospodarczej dla dostatecznie długiego horyzontu czasowego. Do pozyskania określonej energii wydłużenie tego horyzontu jest jednak tak odległe, iż trudno jest formułować precyzyjne cele działalności gospodarczej dla wszystkich gałęzi i branż gospodarki. Ogranicza to bardzo mocno możliwość właściwego ustalenia tak rozumianych - jak u L. Kantorowicza - ocen obiektywnie uzasadnionych. Nie oznacza to jednak, że tak kształtowane oceny obiektywnie uzasadnione nie mogą być użyteczne przy ustaleniu planowych stóp



narzutu renty absolutnej i różniczkowej, włączanej do ceny hurtowej przemysłu wydobywczego i energetycznego.

W krajowej literaturze przedmiotu, dotyczącej problemu ustalenia społecznych kosztów nośników energetycznych, od paru lat pojawia się pojęcie tego kosztu związane z tzw. jakością życia, sama zaś jakość życia określana jest przez normy czynników określających różnorodne aspekty poziomu życia. Ten sposób ujęcia kosztów społecznych zbliżony jest do koncepcji kosztów alternatywnych. W ujęciu alternatywnym społeczne koszty produkcji danego dobra są równe społecznej wartości produktu, który możemy uzyskać przy najlepszym z pozostałych możliwych zastosowań tych samych czynników wytwórczych.

W. Bojarski np. określa koszty alternatywne jako straty, które wystąpiły w innych sferach działalności w związku z podjęciem lub zaniechaniem określonych działań gospodarczych.<sup>7</sup> Przez społeczny koszt rozumie każde wydatkowanie środków rzeczowych lub finansowych, zmniejszenie zasobów naturalnych, zanieczyszczenie środowiska, obniżenie poziomu społecznej konsumpcji, ograniczenie możliwości dalszego rozwoju społeczno-kulturalnego czy też techniczno-ekonomicznego.

Przeciwnieństwem kosztów są korzyści, które wystąpią w związku ze zwiększeniem środków rzeczowych i dewizowych, jakie będą do dyspozycji, zwiększenie określonych zasobów, zmniejszenie poziomu degradacji środowiska, zwiększenie poziomu społecznej konsumpcji. Ujęte w ten sposób nakłady i korzyści społeczne działalności gospodarczej w energetyce zależą od konkretnej sytuacji. Ten sam techniczno-ekonomiczny poziom rozwoju określonego systemu czy obiektu energetycznego może wywołać różne skutki ekonomiczne i społeczne, np. budowana elektrownia i kopalnia mogą przynieść zwiększenie zatrudnienia w warunkach nadwyżek siły roboczej - wystąpi wówczas ta wielkość po stronie efektów. W warunkach zaś deficytu siły roboczej wystąpią określone koszty związane z likwidacją tego deficytu. Budowa elektrowni stwarza też duże zapotrzebowanie na zasoby materialne (materiały budowlane, urządzenia ciepło-elektryczne itp.) które można by przeznaczyć na inne cele, np. budownictwo mieszkaniowe lub rozwój innych działów gospodarki.

Podobnie do przytoczonego wyżej ujęcia koszty społeczne określa J. Kornai. Koszt społeczny, pisze, to wszystkie zjawiska, z którymi wiążą się obciążenia oraz straty, poświęcenie, cierpienia lub kłopot. Koszt ten, zdaniem J. Kornai'a nie jest w pełni kategorią finansową. Oznacza to, że nie wszystkie składniki społecznego kosztu można wyrazić w ujęciu pieniężnym. Te, które dają się przedstawić w kategoriach wartościowych nazywane są "wewnętrznymi fizycznymi nakładami na produkcję" (koszty produkcji w przedsiębiorstwie), składniki zaś niemierzalne określane są "zewnętrznymi fizycznymi stratami i obciążeniami".<sup>8</sup>

Po tym krótkim przeglądzie sposobów ujęcia zagadnienia społecznego kosztu niezbędne jest przyjęcie jego określenia do celów badań podjętych w pracy. Przez społeczny koszt energii elektrycznej rozumiem całość nakładów ponoszonych przez społeczeństwo w związku ze zużyciem zasobów energetycznych i ich przetworzeniem oraz występowaniem szkodliwych zmian środowiska i pogorszeniem warunków bytu wskutek dostarczenia lub niedostarczenia potrzebnej odbiorcom tej formy energii.

Najczęściej problem społecznych kosztów podnoszony jest w związku z koniecznością ustalenia prawidłowo określonego systemu cen różnych produktów i usług.<sup>9</sup> Dotyczy to także nośników energetycznych, bowiem odpowiednio ustalone ze społecznego punktu widzenia ceny surowców energetycznych i samej energii są koniecznymi, choć niewystarczającymi, warunkami racjonalizacji produkcji i zużycia. Nie można jednak ustalać "właściwych" cen energii w oderwaniu od cen innych produktów. Gdy ceny ich nie będą skonstruowane na podstawie kryteriów ekonomicznych, nie mogą być z ekonomicznego punktu widzenia ceny energii racjonalne ze względu choćby na zachodzące powiązania w rachunku kosztów. Trzeba jednak także podkreślić, że podejmowanie problematyki społecznych kosztów energii jest konieczne nie tylko w bezpośrednim kontekście kształtowania cen, lecz także, a może przede wszystkim, dla oceny, ze społecznego (ogólnogospodarczego) punktu widzenia, nakładów i efektów jakie ponosi się lub uzyskuje przy pozyskaniu i użytkowaniu surowców i energii.

Tak więc obok istotnych trudności natury pojęciowo-metodologicznej występują przy ocenie społecznych kosztów kłopoty w praktyce, związane z funkcjonowaniem określonego systemu cen, które nie odzwierciedlają nakładów pracy koniecznych do wytworzenia energetycznych czynników produkcji. Czynniki te rozdzielane są i oceniane w ujęciu wartościowym lub w postaci wolumentu, często zaś nie ma bezpośredniego związku pomiędzy tymi ujęciami. Ponadto, nawet przy założeniu, iż nie budzi zasadniczych zastrzeżeń działający w praktyce system cen, poważna część nakładów i efektów społecznych - co już zasygnalizowano - nie poddaje się kwantyfikacji ani w postaci wartościowej, ani naturalnej.<sup>10</sup> Pozostawia to duży margines na subiektywne osądy i uzasadnienia oraz utrudnia skonstruowanie syntetycznych mierników oceny działalności gospodarczej.

Określenie pełnych kosztów społecznych wymaga zwrócenia uwagi na te czynniki, które określają (ograniczają) możliwości produkcyjne i zarazem wyznaczają ogólną strukturę społecznych kosztów. Można przyjąć, że w dającej się przewidzieć perspektywie możliwość produkcji surowców energetycznych i energii będzie determinowana przez następujące czynniki:

- tendencje w kształtowaniu się poziomu kosztów wydobycia surowców energetycznych i ich przetworzenia w energię finalną,

- straty, jakie ponosi się wskutek zanieczyszczenia środowiska naturalnego w związku z zaspokajaniem potrzeb energetycznych,
- straty i korzyści, jakie wystąpią w związku z ingerencją przedsięwzięć związanych z pozyskaniem energii w środowisko gospodarcze i społeczne regionu,
- możliwość wyczerpywania się w dającej się przewidzieć perspektywie dostępnych i wykorzystywanych zasobów energetycznych.

Przedstawione czynniki stanowią granice określające możliwości rozwoju przemysłu paliwowo-energetycznego z czterech różnych punktów widzenia. Miejsce i rola tych czynników i ich wpływ na kształtowanie się społecznych kosztów energii elektrycznej, w poszczególnych jej fazach wytwarzania i użytkowania, zależęć będzie w praktyce gospodarczej od struktury gospodarki, co przedstawiono w podrozdziale 2.3.

Ocena społecznych kosztów energii elektrycznej wymaga uwzględnienia całego cyklu obejmującego cztery następujące po sobie fazy:

- 1) pozyskanie surowców energetycznych do wytwarzania energii elektrycznej,
- 2) wytwarzanie energii elektrycznej w różnych typach elektrowni,
- 3) przesyłanie energii,
- 4) użytkowanie energii.

Poszczególne fazy tego cyklu są w praktyce gospodarczej w różnym stopniu, z punktu widzenia kosztów i efektów, identyfikowane i odzwierciedlane w kosztach. Można przyjąć, że przy ocenie społecznych kosztów energii elektrycznej (na obecnym etapie) szczególne znaczenie ma faza pierwsza, druga i ostatnia. Na tych płaszczyznach bowiem rozstrzyga się problem skali produkcji.

#### 4.2. Składniki społecznego kosztu energii elektrycznej

Z dotychczasowych uwag wynika, że skala produkcji określonego rodzaju energii jest w krajowych warunkach wyznaczona przez, sformułowane, w poprzednich podrozdziałach, czynniki wpływające na decyzje o wysokości i strukturze inwestycji w przemyśle paliwowo-energetycznym. Należy więc stwierdzić także, iż rola i miejsce energii elektrycznej w systemie zaspokojenia potrzeb na energię nie są jednoznacznie wyznaczone. Skala pożądanej produkcji i zużycie tej formy energii mogą być różnie oceniane, w zależności od przyjętego punktu widzenia i kryteriów oceny.

Podstawą wyboru energii elektrycznej, jako nośnika energii finalnej, powinna być ocena społecznych kosztów jej wytwarzania i użytkowania w porównaniu z innymi możliwymi do zastosowania formami. Analogicznie - podstawą wyboru rodzaju energii pierwotnej dla elektrowni powinna być ocena społecznego kosztu jej pozyskania oraz społecznego kosztu jej

spalania pod kotłami elektrowni z wszelkimi tego konsekwencjami.

W tej części pracy założono, że określenie społecznych kosztów wymagać będzie w istocie uwzględnienia pewnych kosztów dodatkowych, oprócz kosztów ewidencjonowanych bezpośrednio u producenta. Założenie to jest pewnym uproszczeniem zagadnienia w świetle wcześniejszych wywodów, ma jednak niewątpliwie istotny walor praktyczny.<sup>11</sup> Pozwala mianowicie, w warunkach obowiązujących w praktyce gospodarczej zasad ewidencji kosztów, zwrócić uwagę na te składniki kosztów, które w praktyce gospodarczej powinny być liczone, jeśli chce się oszacować nakłady i wyniki działalności gospodarczej w sferze wytwarzania i użytkowania energii z ogólnogospodarczego punktu widzenia. Tak więc konstrukcja metodyki oceny społecznych kosztów wymaga uprzedniego określenia tych składników, których uwzględnienie będzie niezbędne do wyznaczenia nakładów i efektów danej działalności gospodarczej. W poprzednim podrozdziale sprecyzowano podstawowe czynniki określające skalę produkcji pozyskiwanego nośnika energii, a tym samym i jego społeczny koszt. Wyznaczono dalej cztery fazy pełnego cyklu produkcji i zużycia energii elektrycznej. Powiązanie czynników wyznaczających zakres oceny społecznych kosztów z podanymi fazami pełnego cyklu pozwala na wyznaczenie obszarów występowania składników kosztów (tabela 4.1). W podrozdziale tym zamieszczono ogólną charakterystykę wybranych składników społecznego kosztu i możliwości uwzględnienia ich w jego ocenie.

Gdyby traktować społeczne koszty jako podstawę ustalania cen na energię elektryczną, wtedy należałoby je liczyć loco odbiorca. Oznacza to (wg obowiązującej terminologii i sprawozdawczości finansowej energetyki), że koszty jednostkowe energii dostarczonej odbiorcom obejmują następujące elementy: koszty wytwarzania łącznie ze społecznym kosztem pozyskania paliwa dla elektrowni, koszty przesyłania i rozdziału energii, koszty obsługi odbiorców (utrzymanie central okręgów energetycznych i krajowych) i w końcu koszty importu oraz straty wynikające z niedostarczenia odbiorcom energii wskutek występowania deficytu mocy lub awarii linii zasilających.

W rozdziale tym skoncentrowano się na społecznych kosztach wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach cieplnych. Szczegółowe omówienie wszystkich składników wymienionych w tabeli 4.1 wymagałoby odrębnej monografii. Niektóre elementy kosztów - choć nie wszystkie - znalazły się w innych częściach pracy. Najobszerniej potraktowano elementy społecznego kosztu związane z zanieczyszczeniem środowiska naturalnego (rozdz.5). Problem strat związany z deficytem mocy - istotny dla celów planowania rozwoju systemu elektroenergetycznego - przedstawiono w rozdziale siódmym. Nie zawarto w pracy tych elementów społecznego kosztu, które związane są z jej przesyłaniem i sprzedażą odbiorcom. Jest to

T a b e l a 4.1

## Składniki społecznego kosztu energii elektrycznej\*

Czynniki społeczne- go kosztu	1	2	3	4
	Pozyskiwa- nie paliwa	Przetwa- rzanie energii pierwot- nej w elektrycz- ną (pro- ces w elek- trowni)	Przesyła- nie ener- gii elek- trycznej	Użytkowa- nie energii elektrycz- nej
Fazy cyklu wytwarzania energii elektrycznej				
* Koszty bezpośrednie ponoszone przez orga- nizację gospodarczą.	×	×	×	×
Koszty (straty) pono- szone przez społec- zeństwo w związku z zanieczyszczeniem środowiska	×	×	×	
Koszty ingerencji w środowisko gospodarcze i społeczne regionu	×	×	×	
Możliwości wyczerpania zasobów	×			

\*X obszar występowania składnika społecznego kosztu.

problem wymagający odrębnego opracowania, choćby z tego powodu, iż mogą tu wystąpić ciekawe przemiany w strukturze i tendencjach rozwoju użytkowania w związku z wykorzystaniem lokalnych źródeł energii przez indywidualnych - nawet drobnych - odbiorców (energia słoneczna, wiatru, pompy ciepłe).

## 4.2.1. Koszty bezpośrednie

W wierszu 1 tabeli 4.1 przedstawiono koszty bezpośrednie (liczone i nieliczone w księgowości przedsiębiorstw) w poszczególnych fazach wytwarzania i użytkowania energii. Na szczególną uwagę zasługują tutaj koszty identyfikowane w fazie pozyskania paliwa i przetwórstwa e elektrowniach. Zdecydowanie mniejszą rolę odgrywają koszty z następnymi dwiema kolumnami. Koszty przesyłu stanowią bowiem relatywnie niewielką (niecałe 20%) część kosztów energii dostarczonej odbiorcom i są określone w dużej mierze przez czynniki mieszczące się w sferze wytwarzania i użytkowania. Podobne koszty użytkowania, w gruncie rzeczy, zależą od kosztów występujących w sferze pozyskania surowców, wytwarzania oraz rea-

lizowanej polityki taryfowej. Można więc przyjąć, że o możliwości prawidłowego liczenia tych bezpośrednich kosztów energii elektrycznej będą decydować relacje określające wpływ kosztów paliwa na koszty wytwarzania energii oraz składniki kosztów w elektrowniach. Pierwsze pytanie, jakie się przy tym nasuwa, dotyczy adekwatności prowadzonego w kopalniach i elektrowniach rachunku kosztów do rzeczywistych warunków. Decydować ono będzie bowiem o możliwości prowadzenia prawidłowego rachunku ekonomicznego. Należy tutaj jedynie stwierdzić, że prowadzony w 1984 roku rachunek kosztów i przyjęty system rozliczeń (w odniesieniu np. do węgla brunatnego, ale dotyczy to także węgla kamiennego) umożliwił przeprowadzenie jakiegokolwiek, budzącego zaufanie, rachunku ekonomicznego, nawet w odniesieniu do tych składników kosztów, które daje się ująć w kategoriach pieniężnych. Wynika to przede wszystkim z niedoszacowania wielu składników kosztów lub w ogóle nieuwzględnienia niektórych istotnych składników. Do tych pominiętych lub niedoszacowanych elementów społecznego kosztu pozyskania surowca, a następnie wytwarzania energii elektrycznej należy zaliczyć:

1. Zaniżenie odpisów amortyzacyjnych majątku produkcyjnego ze względu na zaniżoną wartość tego majątku. Odpisy amortyzacyjne w małej mierze (jedynie przez okresowe przeszacowanie wartości środków trwałych) uwzględniają wpływ inflacji. Stwarza to sytuację, w której wysokość tych odpisów jest niewspółmiernie niska w porównaniu z niezbędnymi nakładami zapewniającymi reprodukcję prostą majątku produkcyjnego.

2. Nieuwzględnienie oprocentowania majątku produkcyjnego.<sup>12</sup> Zaniżenie odpisów amortyzacyjnych nie dość, że uniemożliwia ocenę rzeczywistych kosztów, to jeszcze powoduje zniekształcenie rachunku ekonomicznego w procesie eksploatacji maszyn i urządzeń zainstalowanych w elektrowniach i elektrociepłowniach.<sup>13</sup> Nieuwzględnienie natomiast oprocentowania majątku staje się bardzo istotnym czynnikiem zmniejszającym rzeczywiste koszty. Uwzględnienie oprocentowania na poziomie 8% spowodowałoby wzrost ewidencjonowanych kosztów jednostkowych według szacunku autora o około 60% (zob. tab. 4.5).

Trzeba jednak zaznaczyć, że problem oprocentowania majątku był szeroko dyskutowany w latach sześćdziesiątych i siedemdziesiątych i został rozstrzygnięty w ten sposób, iż przyjęto w rachunku ekonomicznej efektywności inwestycji oprocentowanie nakładów inwestycyjnych. Zagadnienie to ma jednak dwie strony: teoretyczną i praktyczną. W praktyce gospodarczej inwestycje energetyczne, finansowane w dużej mierze ze środków scentralizowanych, były oprocentowane w ostatnich dwudziestu latach na bardzo niskim poziomie - około 2%, dlatego w przykładzie oprocentowania społecznego kosztu, podanym w ostatnim punkcie tego

rozdziału, poprzez oprocentowanie majątku uwzględniono, nie znajdujące odzwierciedlenia w kosztach, oprocentowanie kredytu.

Przedstawione uwagi dotyczą zarówno procesu wytwarzania energii elektrycznej, jak i pozyskania określonego surowca dla elektrowni. Prześledzimy teraz zatem wpływ wzrostu kosztów paliwa na koszt wytwarzania energii elektrycznej na przykładzie węgla brunatnego.<sup>14</sup>

Zmiana kosztów pozyskania surowca energetycznego spalonego w elektrowniach, a więc i jego cena (w warunkach kształtowania cen na podstawie formuły kosztowej) będzie istotnie wpływać na zmianę kosztów wytwarzania energii elektrycznej. Prześledzenie wpływu zmian ceny węgla na koszty wytwarzania produktu finalnego nie jest prostym zadaniem, jeśli zważy się, że kształtowanie cen węgla brunatnego dla elektrowni polega na stosowaniu cen rozliczeniowych, ustalonych na szczeblu branży, które nie mają żadnego bezpośredniego związku z kosztami pozyskania surowca w poszczególnych kopalniach. Zebrane dane i wyniki obliczeń dotyczące zachodzących relacji przedstawiono w trzech tabelach (nr 4.2, 4.3, 4.4).

W tabeli 4.2 podano wybrane informacje o kształtowaniu się kosztów wytwarzania energii elektrycznej i niektórych ich składników w okresie od 1981 do 1983 r. Z podanych danych wynikają dwa podstawowe wnioski.

1. W okresie od 1981 do 1983 nastąpił bardzo silny wzrost kosztów paliwa dla elektrowni. Wynosił on od 320% w odniesieniu do kosztu energii elektrycznej otrzymywanej z węgla kamiennego do 562% dla energii otrzymywanej z węgla brunatnego. W ten sposób koszt 1 KJ energii chemicznej węgla brunatnego w 1983 roku (wg obowiązujących kalkulacji) przekroczył wysokość tego kosztu obliczonego dla węgla kamiennego.

2. W latach 1981-1983 zwiększył się bardzo udział kosztów paliwa w kosztach wytwarzania jednostki energii, z 41% w 1981 r. do 62% w 1983r. Przyrost ten był spowodowany relatywnie ponad dziesięciokrotnie wyższym wzrostem kosztów paliwa (o 360%) w porównaniu ze wzrostem kosztów amortyzacji (o 32%).

Taki niski przyrost kosztów amortyzacji wynika ze sposobu jej liczenia w elektrowniach. W rezultacie jej poziom zaledwie w niewielkim stopniu odzwierciedla wysokość środków, koniecznych do zapewnienia reprodukcji prostej środków trwałych. Gdyby w oszacowaniu wysokości amortyzacji brano za podstawę poziom jednostkowy nakładu inwestycyjnego, wynoszący w 1983 r. około 60 mln zł/MW, wtedy przy średnim czasie wykozystania mocy zainstalowanej - 6000 h w roku i 25-letnim okresie eksploatacji bloku - wynosiłaby ona około 600 zł/MWh, zamiast około 60 zł/MWh w 1983 r.

W tabeli 4.3 przedstawiono wybrane dane obrazujące koszty produkcji energii elektrycznej w elektrowniach opalanych węglem brunatnym,

Tabela 4.2 <sup>8</sup>

Wybrane dane dotyczące kosztów wytwarzania energii elektrycznej  
ze szczególnym uwzględnieniem kosztów paliwa w latach  
1981-1984

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka miary	1981	1982	1983	1984	7:4
1	Jednostkowy koszt wytworzenia ogółem w el.ciepłych, w tym:	zł/MWh	407,94	1018,78	1226,06	1331,11	326,62
	jednostkowy koszt						
	- paliwa produkcyjnego	-"	167,76	619,13	772,22	836,67	499,05
	- amortyzacji	-"	46,74	51,23	59,29	74,33	180,14
2	Koszt 1 GJ en.chemicznej węgla kamiennego	zł/GJ	15,174	55,285	63,752	72,0	486,23
3	Koszt 1 GJ en.chemicznej węgla brunatnego	-"	11,987	48,212	73,319	72,0	598,25
4	Koszt 1 GJ en.chemicznej paliw ciekłych	-"	52,692	237,659	237,880	272,6	529,31
5	Produkcja brutto na węglu kamiennym	GWh	78934,2	80511,7	83196,5	86680,8	111,60
6	Produkcja brutto na węglu brunatnym	-"	22699,7	24520,4	29051,9	34546,8	150,50
7	Produkcja brutto na paliwach ciekłych	-"	1761,6	1249,0	1203,5	1093,0	62,80

Zródło: na podstawie materiałów MGIE.



Tabela 4.3

Wybrane dane dotyczące produkcji i kosztów wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach na węgiel brunatny (1983 r.)

Nazwa elektrowni	Moc (MW)	Produkcja energii elektrycznej brutto (MWh)	Produkcja energii elektrycznej netto (MWh)	Zużycie paliwa na produkcję energii elektrycznej				Jednostkowy koszt netto		Emisja do atmosfery		Wskaźnik uchwycenia popiołu	Zapobieganie węglu (*)	Zawartość siarki w paliwie (%)
				TJ	zł/GJ	zł/t	KJ/kWh	ogółem zł/MWh	w tym paliw zł/MWh	popiołu tys. ton	SO <sub>2</sub> tys. ton			
Turów	2000	13249623	12229091	145215,9	59,97	399,3	11875	913,36	641,10	68,2	176,0	98,1	21,0	0,59
Pątnów	1200	6797590	6282850	70746,8	71,46	603,0	11422	1162,23	807,05	35,9	70,3	95,6	10,8	0,95
Bełchatów	720	3444362	3715030	40830,7	71,45	509,7	11854	1367,05	856,12	6,5	50,2	98,8	11,8	0,62
Adamów	600	3065919	2807421	37985,0	x	469,0	13530	1290,77	832,17	58,0	13,7	89,4	10,7	0,34
Konin I	343	1346136	1202706	17906,7	70,79	618,2	14889	1491,55	941,47	41,8 <sup>x</sup>	33,2 <sup>x</sup>	87,7 <sup>x</sup>	9,3 <sup>x</sup>	1,06
Konin II	240	1239995	1156100	13438,0	70,79	618,2	11624	1491,55	941,47	-	-	-	-	-
Razem elektrownie na węglu brunatnym	5100	27673504	26595696	326124,1	68,43	481,3	12043	1140,61	768,81	210,4	344,1	95,8	15,3	x
Razem elektrownie ciepłone kondensacyjne	19927	103258879	93249522	1184279,4	68,33	-	11683	1142,96	730,91	791,7	1696,4	95,5	21,6	x
7:8 (%)	25,59	27,58	27,83	27,53	x	x	x	x	x	26,57	20,28	x	x	x

Zródło: obliczenia własne na podstawie materiałów Centrum Informatyki MGIE,  
x- dane dla elektrowni Konin I i Konin II.

na tle wszystkich cieplnych elektrowni kondensacyjnych krajowego systemu elektroenergetycznego. W tabeli 4.4 przedstawiono natomiast składową paliwową jednostkowego kosztu energii elektrycznej (bez kosztów paliwa rozruchowego) dla sześciu wariantów kształtowania się ceny węgla brunatnego w zł/tonę. Z obu tabel wynika, że zgodnie z obowiązującymi obecnie zasadami kalkulacji składowa paliwowa kosztu energii elektrycznej jest "oderwana" od kosztów rzeczywistych pozyskania surowca.

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na to, że koszty zdejmowania nakładu w kopalniach węgla brunatnego nie są "rozkładane" w czasie (jak to praktykowano jeszcze w latach siedemdziesiątych - były to wówczas tzw. inwestycje udostępniające), lecz wliczane w koszty eksploatacji danego roku. Zmienia to (zawyża) koszty w pierwszych latach eksploatacji złóż, co ma istotne znaczenie praktyczne. Zmienione są bowiem koszty paliwa w poszczególnych elektrowniach, które przecież stanowią podstawę ekonomicznego rozdziału obciążeń między elektrowniami.

Rozliczenia finansowe między Gwarectwem Węgla Brunatnego a elektrowniami oparte na cenach rozliczeniowych, uzupełniane są dotacjami budżetowymi lub środkami ze scentralizowanych funduszy resortu. Np. w 1983 roku średnia cena węgla brunatnego dla elektrowni wynosiła 481,3 zł/tonę, a koszt wydobywania 611,4 zł/tonę. Szczególnie znamienym przykładem może być elektrownia i kopalnia w Bełchatowie. Elektrownia płaciła bowiem kopalni 509,3 zł/tonę (w 1983), a koszt pozyskania węgla wynosił ponad 1683 zł/tonę.

Z dotychczas przedstawionych danych wynika ważny wniosek, że obowiązujące obecnie metody liczenia kosztu wytwarzania energii elektrycznej i jego składników, a także metody rozliczania kosztów węgla brunatnego uniemożliwiają przeprowadzenie, budzące zaufanie, rachunku efektywności określonych przedsięwzięć gospodarczych zarówno w skali mikro- jak i makroekonomicznej. Stosowanie tego rachunku wymaga przede wszystkim wyeliminowania znacznych dotacji budżetowych zarówno na surowce energetyczne, jak i energię elektryczną oraz uwzględnienia w tym rachunku, w znacznie szerszym zakresie niż dotychczas, pewnych dodatkowych - wymienionych w poprzedniej części pracy - składników kosztów społecznych, a szczególnie kosztów ochrony środowiska. Oczywiście musi to spowodować znaczny wzrost kosztów wytwarzania energii elektrycznej. Hipotetyczną skalę tego wzrostu w odniesieniu do składowej paliwowej kosztu wytwarzania energii przedstawiono w tabeli 4.4. Podano w niej wysokość kosztu paliwa dla sześciu wariantów ceny węgla brunatnego w zł/tonę. W kolumnie 3 tabeli przedstawiono aktualną składową paliwową według cen rozliczeniowych płaconych przez elektrownię w 1983 r. W kolumnach 4-8 założono jednakową cenę węgla dla wszystkich elektrowni, wynoszącą odpowiednio 781 zł/tonę (tj. na planowym poziomie kosztu wydobywania w branży w 1985 r.), 1000 zł/tonę, 1500 zł/tonę i 2000 zł/tonę. Warto tu odnotować, że

T a b e l a 4.4

Składowa paliwowa (węgla brunatnego) jednostkowego kosztu wytwarzania brutto energii elektrycznej  
w warunkach zmiany ceny węgla (1983 r.) zł/MWh

Elektrownia	Cena węgla brunatnego zł/tonę					
	wg cen rozlicz. płaco- nych w 1983	wg plano- wego kosz- tu w 1984r. - 731,8	1000.-	1300.-	1500.-	2000.-
Turów	584,4	1144,2	1436,6	1982,0	2199,5	2879,1
Pątnów	715,9	1003,6	1191,2	1542,2	1765,3	2367,0
Bełchatów	750,4	1034,8	1472,0	1913,8	2178,7	2907,3
Adamów	785,6	1200,6	1535,7	1996,2	2300,0	3067,5
Konin I i II	1593,9	2012,5	2578,2	3051,1	3867,3	5428,4
Razem	713,4	1157,3	1482,4	1927,3	2223,8	2965,4

Zródło: obliczenia własne.

już przy cenie ustalonej na poziomie 781 zł/tonę składowa paliwa kosztu energii elektrycznej jest równa całkowitemu kosztowi wytwarzania energii elektrycznej w 1983 r.

Na odnotowanie zasługują także dane dotyczące emisji do atmosfery przez elektrownie opalane węglem brunatnym popiołu i SO<sub>2</sub> (tabela 4.3). Relatywnie bowiem elektrownie te emitują do atmosfery mniej tych związków w porównaniu z innymi elektrowniami krajowego systemu energoelektrycznego.

#### 4.2.2. Koszty ingerencji w środowisko gospodarcze i społeczne regionu

Budowa elektrowni, a szczególnie dużych kompleksów paliwowo-energetycznych, zmienia warunki życia i pracy, często na znacznym obszarze. Powoduje to określone koszty i efekty społeczne. Będą one pojawiać się zarówno na początku budowy, jak i na końcu eksploatacji obiektu energetycznego. Te dodatkowe koszty będą wynikać z negatywnych skutków działalności elektrowni.

W ocenie społecznych kosztów i skutków ingerencji w środowisko gospodarcze i społeczne regionu pożyteczne wydaje się odwołanie do metod wartościowania techniki, które rozwijają się od połowy lat sześćdziesiątych pod nazwą "technology assesment".<sup>15</sup> Warto przy tym zwrócić uwagę, że pewne skutki działalności elektrowni mogą mieć charakter "jakościowy" i nie dadzą się przy obecnym stanie wiedzy skwantyfikować. Mogą one jednak być ważne i powinny być uwzględnione w analizie jakościowej. (O sile społecznych oddziaływań mogą świadczyć opory niektórych społeczeństw przed budową elektrowni atomowych).

W zależności od przyjętej strategii rozwoju regionalnego programy rozwoju energetyki będą zawierać zróżnicowaną treść społeczną i ekonomiczno-techniczną. Powinna tu więc zachodzić harmonizacja struktury celów regionalnych z celami makroekonomicznymi.<sup>16</sup> W obrębie tego zagadnienia daje się więc wydzielić cele gałęziowo-branżowe i cele regionalne.<sup>17</sup> Między nimi istnieją również określone sprzeczności, których podłoże będzie obejmować różne oceny ekonomiczne, techniczne i społeczne. Rozwiązanie tych sprzeczności wymaga partycypacji społeczności regionu (co niekoniecznie oznacza partycypację w decyzjach). Partycypacja ta ma być nie tylko dążeniem do publicznej dyskusji, ale i do udziału w ważnych wyborach technicznych, przy czym główny nacisk należy położyć nie na ich gospodarczą, wagę, lecz na ich konsekwencje społeczne. Oprócz przedstawionych konsekwencji społecznych należy uwzględnić koszty wynikające:<sup>18</sup>

- z szybkiego wzrostu ludności, głównie napływowej (budowa mieszkań, infrastruktury usługowej: szkół, przedszkoli, szpitali, placówek han-

dlowych itp.),

- z drenażu zasobów gospodarczych (energii, stali, cementu itp.)

Trzeba tu zaznaczyć, że koszty ingerencji w środowisko gospodarcze regionu są najbardziej kontrowersyjnym składnikiem społecznego kosztu. Budowa wielkich kompleksów energetycznych w dużym stopniu ingeruje w życie społeczne i gospodarcze danego regionu, zmieniając na ogół radykalnie istniejące struktury społeczne i gospodarcze. Obok składników kosztotwórczych mogą i będą występować czynniki jednoznacznie pozytywnie oddziałujące na społeczne i gospodarcze warunki życia w regionie. Istnieje więc społeczna konieczność bilansowania kosztów i efektów. Wynik zaś tego bilansowania powinien być wprowadzony do rachunku społecznego kosztu z odpowiednim znakiem - plus lub minus. Niestety, na obecnym etapie badań nie ma możliwości przeprowadzenia koniecznej do tego celu kwantyfikacji nakładów i efektów.

#### 4.2.3. Koszty wynikające z możliwości wyczerpania się zasobów

Koszty związane z możliwością wyczerpania się zasobów, zwane także kosztami restytucji pośredniej, bezpośrednio dotyczą nieodtworzanych surowców, a szczególnie surowców energetycznych. Związek z kosztami energii elektrycznej jest tu pośredni i zachodzi poprzez koszty paliw dostarczanych do elektrowni.

Problem uwzględniania szczupłości zasobów i potencjalnych możliwości ich szybkiego zużycia ma poważny wydźwięk zarówno teoretyczny, jak i praktyczny. Dlatego też postanowiono go zasygnalizować w niniejszej pracy. Trudno jest jednak obecnie mówić o teorii zasobów naturalnych, przynajmniej w ujęciu makroekonomicznym. W teorii wzrostu gospodarczego traktuje się najczęściej zasoby naturalne jako nakłady, a jeśli chodzi o ich dostępność, to używa się pojęcia ich względnej rzadkości.<sup>19</sup> Analizując miejsce surowców energetycznych wśród innych zasobów oraz ich rolę w teorii ekonomii, należy zwrócić uwagę na to, że występujące w przyrodzie i wykorzystywane surowce energetyczne są przedmiotem pracy. W ogromnej większości surowce te są nieodtworzalne lub odtwarzanie ich w przyrodzie zachodzi ogromnie powoli. Dotyczy to przede wszystkim podstawowych do tej pory nośników energii pierwotnej - surowców mineralnych.<sup>20</sup>

Problem nieodtworzalnych surowców energetycznych zajmował w ostatnich kilkunastu latach sporo miejsca w literaturze prognostycznej. W pracach z tego zakresu prowadzi się analizy w skali makroekonomicznej i z dużym wyprzedzeniem czasowym. Ponadto problematyka energetyczna nurtuje działaczy gospodarczych w związku z koniecznością zaspokojenia potrzeb w warunkach ograniczenia podaży tych czynników produkcji.

W teorii ekonomii zagadnienie surowcowo-energetyczne nie zajmuje jakiegось szczególnego miejsca. Dotyczy to zarówno ekonomii burżuazyjnej,

jak i ekonomii marksistowskiej. Ta pierwsza koncentrowała się do tej pory głównie na problemach równowagi gospodarczej i z tego punktu widzenia analizowała procesy wzrostu gospodarczego. Zakładała także niezmiennosc zasobów naturalnych i wystarczającą ich podaż. Ekonomia marksistowska również nie skupia większej uwagi na tej problematyce, kładąc nacisk przede wszystkim na ograniczenie tkwiące w sferze stosunków ekonomicznych i ograniczonych zasobach pracy i środków inwestycyjnych.<sup>21</sup> Zakładano przy tym dużą efektywność działań człowieka w opanowywaniu przyrody, której zasoby i możliwości są nieograniczone.

W teoretycznych rozważaniach jest przyjmowana w tym kontekście hipoteza rzadkości zasobów i związane z nią koncepcje kosztów marginalnych. Zakłada się przy tym, że:

- wielkość zasobów jest stała, znana i ogólnie wystarczająca do zaspokojenia potrzeb,
- optymalne z ekonomicznego punktu widzenia zasoby eksploatowane są w pierwszej kolejności, a w miarę ich wyczerpywania sięga się po zasoby coraz uboższe.

Koszty określonej produkcji surowców rosną od rozpoczęcia eksploatacji, aż osiągną wartość, którą nie można zaakceptować ze społecznego punktu widzenia. Niestety, obu tych założeń w przypadku surowców energetycznych przyjąć w długim okresie nie można, nawet gdyby brać pod uwagę łączną ilość zasobów przy obecnie stosowanej technice. Technika jednak się zmienia, a nade wszystko zmienia się z jednej strony podaż, a z drugiej popyt. Ponadto pierwszymi eksploatowanymi zasobami są raczej te, które łatwiej było odkryć i które są bliżej położone ośrodków produkcji. Wcale więc nie muszą to być zasoby optymalne. Wprowadzenie zaś postępu technicznego, w postaci zmian w technologii pozyskiwania, przetwarzania i użytkowania energii, jako zmiennej zależnej od czasu i nakładów na badania nie pozwala na sformułowanie drugiego założenia w jakimś zrozumiałym sensie. Każda zmiana techniczna modyfikuje bowiem kryteria do podejmowania decyzji, dotyczących struktury nośników energii pierwotnej i energii finalnej potrzebnej odbiorcom.

Występujący tu problem nie tyle polega na ostatecznym wyczerpaniu się zasobów, czego nie można przewidzieć z wystarczającą pewnością, co na zwiększającym się ryzyku stworzenia sytuacji, które mogłyby mieć skutki aż tak niebezpieczne dla gospodarki jak częściowe czy całkowite wyczerpanie się zasobów.<sup>22</sup> Komentując krótko ten problem, należy zwrócić uwagę na trzy jego aspekty dotyczące:

- pewności ostatecznego wyczerpania się jakiegoś zasobu,
- niepewności wyczerpania się zasobu dzięki możliwości odkrycia nowych rezerw lub nowych substytutów,
- niepewności wyczerpania się zasobu dzięki możliwości zmian tech-

nicznych pozwalających na oszczędne użytkowanie wyczerpywalnego zasobu lub na wprowadzenie substytutów.

Tak więc problem faktycznej lub potencjalnej rzadkości surowców rozwiązuje się za pomocą przedsięwzięć technicznych, rezygnując lub ograniczając zużycie danego surowca i podejmując eksploatację innego obfitszego lub dostępniejszego. W każdym takim przypadku przejście od jednego źródła surowców do innego lub oszczędzanie danego surowca wymaga badań naukowych i technicznych, często bardzo kosztownych i długotrwałych. Wraz z przyspieszeniem tempa wzrostu gospodarczego, szczególnie spotęgowanym przez przyrost liczby ludności, popyt na surowce energetyczne w warunkach stałej struktury produkcji zwiększa się bardzo szybko, co stwarza niebezpieczeństwo powstawania barier wzrostu o charakterze technicznym lub ekonomicznym, które mogą wywierać duży wpływ na produkcję.

W ostatnich latach mamy w kraju wiele znamion pojawiania się tego typu barier. Społeczne koszty zaspokojenia potrzeb gospodarki na surowce energetyczne gwałtownie rosną, o czym mogą świadczyć oceny wysokości niezbędnych nakładów inwestycyjnych (na lata 1986-2000), koniecznych do utrzymania poziomu produkcji surowców energetycznych na poziomie 260 mln ton węgla kamiennego i 80 mln ton węgla brunatnego, przedstawione sejmowi w dniu 13 czerwca 1985 roku.<sup>23</sup> Nakłady te poważnie ograniczają możliwości rozwoju innych działów gospodarki. Zasoby bilansowe zarówno węgla kamiennego, jak i brunatnego możliwego do eksploatacji, przy obecnym tempie wydobywania, szacowane są zgodnie przez specjalistów na około 50 lat. Dlatego też, zwłaszcza w świetle tych szacunków, w warunkach konieczności oszczędzania paliw i energii oraz rosnących kosztów krajowej przemiany energetycznej należy traktować je w rachunku kosztów jako surowce odtwarzalne i obciążać koszty produkcji kosztami ich odtwarzania. Każda gospodarka bowiem oparta na eksploatacji bez odtwarzania jest w pewnym sensie rabunkowa, choć, jak podkreśla się w literaturze przedmiotu, ludzie bardzo wolno dochodzą do zrozumienia sprawy.<sup>24</sup> Odtworzenia tego nie należy oczywiście rozumieć dosłownie. Chodzi bowiem w istocie o wcześniej wspomniane działania gospodarcze, których celem jest oszczędność danego surowca, prowadzenie badań związanych z poszukiwaniem substytutów, które spełniałyby podobne funkcje.

Należy więc mieć na uwadze gromadzenie środków na inwestycje związane z przygotowaniem procesów regeneracyjnych, prowadzenie badań nad stosowaniem surowców zastępczych lub torujących drogę do oszczędności danego surowca w przyszłości. Jest to więc w istocie forma restytucji pośredniej danego surowca.

Znaczenie tego składnika społecznego kosztu będzie wówczas zależało od poziomu rezerwy eksploatowanego zasobu. W warunkach naszego kraju

rezerwa węgla kamiennego i brunatnego jest oceniana na 50 lat, stąd też znaczenie kosztu restytucji pośredniej w rachunku społecznych kosztów pozyskiwania tego nośnika energii nie powinno podlegać dyskusji.

Pojawia się w związku z tym problem ustalenia wysokości kosztów spowodowanych możliwością wyczerpania złóż, a szczególnie sposobu ich liczenia. Możliwe są różne sposoby uwzględniania kosztów restytucji pośredniej, choć nie można wyeliminować w nich pewnej arbitralności i zastosowania metody prób i błędów. Określenie kosztu restytucji pośredniej będzie jednak wymagało ustalenia kosztów badań zmierzających do oszczędniejszego korzystania z danego surowca w odpowiednio długim horyzoncie czasu oraz ustalenia rozkładu tych kosztów w czasie; powinny one rosnać bardziej niż proporcjonalnie w porównaniu ze wzrostem wydobywania.

Uwzględnienie tej swoistej marzy, wynikającej z możliwości wyczerpania się zasobów, w kosztach ich pozyskania, następnie w cenie byłoby odzwierciedleniem pewnego realnego kosztu jaki ponosi społeczeństwo wskutek zagwarantowania odpowiednich rezerw na przyszłość. Radykalniejszą propozycją byłoby opieranie się w ustalaniu cen nie na kosztach przeciętnych, lecz na kosztach antycypowanych. Prawdopodobnie doprowadziłoby to do oszczędności w zużyciu szczupłych zasobów na szczeblu poszczególnych organizacji gospodarczych.

#### 4.3. Metoda oceny społecznego kosztu

W dotychczasowych rozważaniach zarysowano założenia dotyczące oceny społecznych kosztów pozyskiwania surowców energetycznych dla elektrowni i wytwarzania w nich energii elektrycznej oraz obszarów występowania składników tych kosztów. Podstawą oceny poziomu społecznego kosztu powinno być nadrzędne kryterium wyboru, określone jako dążenie do osiągnięcia możliwie najniższych - ze społecznego punktu widzenia - kosztów zaspokojenia krajowych potrzeb energetycznych.

W analizie społecznego znaczenia obiektów energetycznych i ocenie nakładów oraz efektów działalności gospodarczej należy brać pod uwagę dwa punkty odniesienia, a mianowicie:<sup>25</sup>

- 1) relację pomiędzy nakładami i efektami z uwzględnieniem możliwie wszystkich efektów i kosztów ocenianych z ogólnogospodarczego punktu widzenia,
- 2) stosunek nakładów na dane przedsięwzięcie do nakładów potrzebnych na zrealizowanie innych możliwych wariantów działania spełniających te same lub podobne funkcje.

Ocena poziomu społecznych kosztów nie może stanowić jedynej absolutnej miary określenia celowości budowy danego obiektu energetycznego, niezależnej od warunków działania i czasu realizacji. Oceniając poziom



społecznych kosztów danego nośnika energii, w istocie stwierdza się, czy jego realizacja jest celowa i możliwa w danych warunkach gospodarczych.

W krajowych warunkach społeczne koszty energii elektrycznej są określone w poważnym stopniu przez koszty pozyskania węgla kamiennego, brunatnego, a w najbliższych latach także kosztów wytwarzania w elektrowniach atomowych. Wprowadzenie określonego substytutu jako nośnika energii pierwotnej dla elektrowni związane będzie z wyznaczeniem takiej relacji pomiędzy kosztem wytworzenia i wielkością produkcji, przy której krańcowa efektywność wykorzystania poszczególnych substytutów będzie jednakowa.

Opracowanie metodologii oszacowania społecznego kosztu pozyskiwania surowców energetycznych wymaga sformułowania podstawowych założeń. Mogą one być mniej lub bardziej adekwatne do określonej sytuacji gospodarczej. Sytuacja jednak może się zmieniać pod wpływem zmian warunków gospodarowania wskutek np. zmian warunków zewnętrznych, wewnętrznych, technicznych itd.

Wytwarzanie energii elektrycznej w dużych elektrowniach, a szczególnie wraz z pozyskiwaniem węgla brunatnego, zachodzi w wielkich, złożonych systemach gospodarczych, o wysokim poziomie zintegrowania, które charakteryzują się:

- najwyższym w całej gospodarce poziomem kapitałochłonności produkcji i inwestycji,
- dużym udziałem kosztów stałych w kosztach całkowitych,
- dużą inercją wynikającą z długich cykli inwestycyjnych.

Poziom społecznych kosztów energii elektrycznej, węgla kamiennego i brunatnego w najszerszym ujęciu zależy od struktury pozyskiwania i użytkowania wszystkich form energii pierwotnej i finalnej zużywanej w kraju, sprawności realizacji przemian energetycznych oraz polityki gospodarczej w sferze zużycia wszelkich form energii.

W wielu krajach, głównie Europy Zachodniej, podstawowy czynnik podwyższenia efektywności gospodarowania energią upatruje się w konsekwentnym opieraniu polityki ustalania społecznej wartości energii elektrycznej na kosztach krańcowych.<sup>26</sup> Do kosztów krańcowych nawiązywano przy formułowaniu założeń wdrażania reformy gospodarczej. Proponowano oparcie cen zaopatrzeniowych, zwłaszcza węgla i energii, na kosztach przyrostu produkcji krajowej bądź importu surowców z drugiego obszaru płatniczego.

W opracowaniach UNIPEDE sformułowano definicję kosztów krańcowych, w krótkim i długim okresie, na potrzeby energoelektryki. Koszty krańcowe długookresowe (the long run marginal cost) określa się jako przyrost łącznych kosztów wytwarzania, przesyłania i rozdziału energii wskutek zwiększonego zapotrzebowania odbiorców. Koszty krańcowe krótkookre-

sowe (the short run marginal cost) stanowią przyrost (spadek) kosztów z wyłączeniem kosztów stałych (mocy) w wyniku względnie małej i trwałej zmiany zapotrzebowania. W istocie są to więc koszty zmienne zwiększonego lub zmniejszonego zapotrzebowania na energię elektryczną, którymi posługują się energetycy przy tzw. ekonomicznym rozdziale obciążeń. Są one więc narzędziem optymalizacji bieżącej pracy systemu elektroenergetycznego.<sup>27</sup>

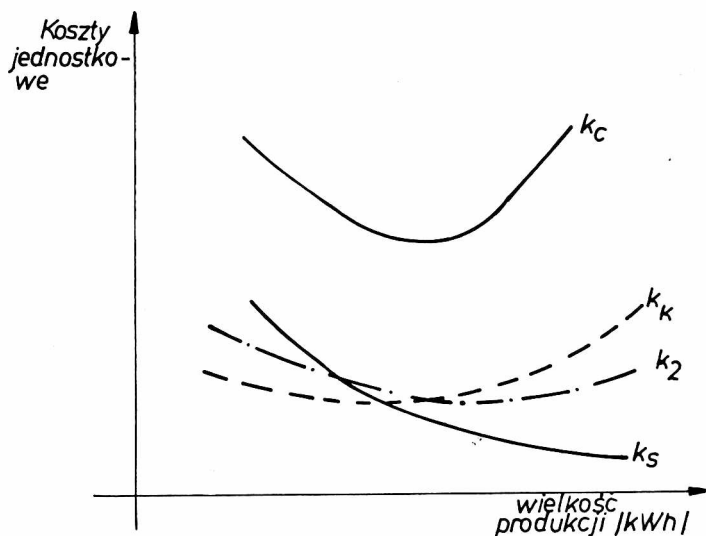
W kontekście społecznych kosztów energii oraz okresowo występującego dość poważnego deficytu pracy w systemie elektroenergetycznym na szczególną uwagę zasługują długookresowe koszty krańcowe. Za przyjęciem koncepcji takich kosztów w odniesieniu do energii elektrycznej przemawia brak równowagi gospodarczej oraz występowanie procesów inflacyjnych, a także poziom rezerwy mocy w systemie elektroenergetycznym. Jeśli w systemie występuje trwała nadwyżka mocy, to oparcie cen na kosztach przeciętnych (dotyczy stawek za moc) oraz bieżących kosztów krańcowych (dotyczy opłat za energię) będzie sprzyjać zwiększeniu stopnia wykorzystania mocy (tańsza energia). W sytuacji odwrotnej - a taka jest w krajowym systemie - tj. niedostatecznej rezerwy mocy konieczna jest kalkulacja cen na podstawie długookresowych kosztów krańcowych uwzględniających koszty kreowania przyrostu mocy i produkcji energii.

System elektroenergetyczny jest jednym z elementów gospodarki paliwowo-energetycznej, a jego funkcjonowanie częściowo zależy od pracy innych systemów, a przede wszystkim od pozyskiwania paliw stałych, węgla brunatnego i kamiennego, a w niedalekiej przyszłości także od wytworzenia energii elektrycznej w elektrowniach atomowych. W ten sposób problem cen energii elektrycznej przenosi się w pewnym stopniu na płaszczyznę ustalania cen paliw i energii w krajowym systemie paliwowo-energetycznym. Każdy bowiem sposób pozyskania określonego nośnika energii finalnej w skali gospodarki narodowej związany jest z szeroko pojętym kosztem społecznym, który w konsekwencji powinien określać jego cenę.

Strukturę kosztów wytwarzania energii elektrycznej przedstawia rys.4.1. Koszty pozyskiwania węgla brunatnego, poprzez ich udział w cenie sprzedaży węgla dla elektrowni, decydują o poziomie kosztów zmiennych, a przy założeniu braku ich wpływu na koszty stałe określają zarazem jednoznacznie kształtowanie się kosztów całkowitych i kosztów krańcowych.

Obecnie w krajowym systemie elektroenergetycznym istnieje problem wyboru - z trzech źródeł energii pierwotnej jako paliwa dla elektrowni - węgla kamiennego, brunatnego czy energii paliwa jądrowego. Struktura tych nośników energii powinna być taka, by zapewniała minimalizację społecznego kosztu przyrostu produkcji energii elektrycznej. Stąd też wyboru nośnika energii dla elektrowni powinno się dokonywać zgodnie z zasadą

wyrównywania się krańcowej efektywności wykorzystania każdego z nich. 28



Rys.4.1 Jednostkowe koszty wytwarzania energii elektrycznej:  $k_s$  - jednostkowy koszt stały  $K_s/x$ ,  $k_z$  - jednostkowy koszt zmienny,  $K_z/x$ ,  $k_c$  - jednostkowy koszt całkowity  $Z_{K_s-K_z}/x$ ,  $k_k$  - koszt krańcowy  $dK_c/dx$ ,  $x$  - wielkość produkcji

Fig.4.1 Unitary cost of electric energy production:  $k_s$  - unitary fixed cost  $K_s/x$ ,  $k_z$  - unitary variable cost  $K_z/x$ ,  $k_c$  - unitary total cost  $K_s-K_z/x$ ,  $k_k$  - marginal cost  $dK_c/dx$ ,  $x$  - production quantity

Jednostkowe koszty pożądanego przyrostu energii elektrycznej powinny być określone na podstawie kształtowania się społecznego kosztu pozyskiwania poszczególnych nośników energii. Stąd też wynika znaczenie oceny społecznego kosztu węgla kamiennego i brunatnego. Z punktu widzenia efektywności funkcjonowania gospodarki paliwowo-energetycznej kraju powinien on stanowić punkt wyjścia do określenia społecznych kosztów wszystkich nośników energii finalnej i powinien też być podstawą wyboru końcowej struktury energii finalnej.

Wcześniej przedstawione propozycje składników społecznego kosztu energii elektrycznej zmierzają do uwzględnienia w rachunku elementów, które, ogólnie biorąc, spowodują podniesienie kosztów pozyskiwania tego nośnika energii, w konsekwencji także relatywne zmiany cen innych nośników energii oraz energii finalnej.

W praktyce gospodarczej należy wyróżnić trzy typy przedsięwzięć gospodarczych, których celem jest wytwarzanie energii elektrycznej. Wynikają one z zachodzących powiązań pomiędzy pozyskaniem paliwa dla elektrowni a samą elektrownią. Tak więc można tu wyróżnić przedsięwzięcie mające na celu:

1. Rozwój bazy surowcowej - bez budowy elektrowni - do zaspokojenia zwiększających się potrzeb elektrowni na paliwa. Sytuacja taka wystąpi najczęściej wtedy, gdy budować się będzie nowe kopalnie węgla kamiennego lub rozszerzać zdolności wytwórcze dotychczas eksploatowanych kopalń.

2. Budowę elektrowni na konwencjonalne paliwa dostarczane ze znacznej odległości (można by tu wymienić np. elektrownie: Kozienice, Dolną Odrę).

3. Budowę elektrowni z jednoczesną budową kopalń. Chodzi tu przede wszystkim o kombinaty paliwowo-energetyczne pracujące na węglu brunatnym (można tu wymienić Elektrownię Turów i Kopalnię Węgla Brunatnego w Turosszowie, Elektrownię Bełchatów i Bełchatowskie Zagłębie Węglowe, Zespół Elektrowni Pątnów - Adamów - Konin i Konińskie Zagłębie Węglowe).

Mimo często pojawiających się postulatów, by połączyć organizacyjnie i ekonomicznie elektrownie i kopalnie węgla brunatnego, zakłady te nie stanowią jednego organizmu gospodarczego. Są to obok siebie zlokalizowane duże organizacje gospodarcze, które mimo wspólnego celu, jakim jest wytwarzanie określonej ilości energii elektrycznej, nie zawsze kierują się wspólnymi interesami. Nie wpływa to, bez wątpienia, na racjonalizację kosztów pozyskania paliwa i wytwarzanie energii elektrycznej.

Dla każdego z trzech przedstawionych przedsięwzięć gospodarczych, których celem jest wytwarzanie energii elektrycznej, proponuję następujące formuły zawierające elementy społecznego kosztu.

Jednostkowy społeczny koszt pozyskania paliwa dla elektrowni (węgla kamiennego) określa się wzorem:

$$k_1 = (k_{b1} + k_{bd1}) + k_{s1} + k_{r1} + k_{z1}, \quad (4.1)$$

gdzie:  $k_1$  - jednostkowy społeczny koszt pozyskania paliwa (zł/ton),

$k_{b1}$  - jednostkowe koszty wydobycia liczone bezpośrednio u producenta (zł/ton),

$k_{bd1}$  - suma składników jednostkowego kosztu wydobycia nieliczonych lub niedoszacowanych w rachunku kosztów (koszty amortyzacji, oprocentowania środków trwałych itp. zł/tonę),

$k_{s1}$  - jednostkowy koszt ochrony środowiska (nie uwzględniony w  $k_{b1}$ ), (zł/tonę),

$k_{r1}$  - jednostkowy koszt ingerencji w środowisko gospodarcze i społeczne regionu (zł/tonę),

$k_{z1}$  - jednostkowy koszt wynikający z możliwości wyczerpywania się zasobów (zł/tonę).

Jednostkowy społeczny koszt wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach

$$k_2 = (k_{b2} + k_{bd2}) + k_{s2} + k_{r2}, \quad (4.2)$$

gdzie:  $k_2$  - jednostkowy społeczny koszt wytworzenia energii elektrycznej (zł/MWh),

$k_{b2}$  - jednostkowe koszty wytwarzania liczone w elektrowni,

$k_{bd2}$  - suma składników kosztu wytwarzania nieliczona, lub niedoszacowana (zł/MWh),

$k_{r2}$  - jednostkowy koszt ingerencji w środowisko gospodarcze i społeczne regionu (zł/MWh),

$k_{s2}$  - jednostkowy koszt ochrony środowiska (nie uwzględniony w  $k_{b2}$ ) (zł/MWh).

Jednostkowy koszt społeczny wytwarzania energii elektrycznej w kompleksach paliwowo-energetycznych na węgiel brunatny

$$k_3 = (k_{b3} + k_{be3}) + k_{s3} + k_{r3} + k_{z3}, \quad (4.3)$$

gdzie:  $k_3$  - jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej w elektrowni na węgiel brunatny (zł/MWh),

$k_{be3}$  - suma jednostkowych niedoszacowanych lub nieliczonych składników kosztów łącznie dla kopalni i elektrowni (zł/MWh),

$k_{s3}$  - jednostkowy koszt ochrony środowiska (nie uwzględniony w  $k_{b3}$ ) (zł/MWh),

$k_{r3}$  - jednostkowy koszt ingerencji w środowisko gospodarcze i społeczne regionu (zł/MWh),

$k_{z3}$  - jednostkowy koszt wynikający z możliwości wyczerpania się zasobów węgla brunatnego (zł/MWh).

Przedstawione formuły mają charakter ogólny i nie mogą być przydatne jako składniki np. rachunku ekonomicznej efektywności inwestycji energetycznych. Do tych celów należy zaproponować bardziej operacyjne formuły rachunkowe.<sup>29</sup> Proponowane do uwzględnienia składniki społecznego kosztu dotychczas w praktyce gospodarczej nie obliczane, w postaci kosztów ochrony środowiska, ingerencji w środowisko gospodarcze i społeczne regionu, a także wyczerpania się zasobów, występują w podanym niżej wzorze w tzw. kosztach dodatkowych. Proponuje się więc określenie społecznego kosztu energii elektrycznej za pomocą następującej ogólnej formuły,<sup>30</sup>

$$K_{sd} = \sum_{i=-N}^N K_{ni} d_i + \sum_{i=1}^N K_{ei} d^i + \sum_{i=1}^N K_{ri} d^i = \min, \quad (4.4)$$

gdzie:  $K_{sd}$  - zdyskontowana na rok zerowy wartość kosztów społecznych, niezbędnych do uzyskania planowanego efektu produkcyjnego

$$E_d \text{ (zł)}; E_d = \sum_{i=1}^N E_i \text{ przy } X_{jd} \leq X_j \leq X_{jg}$$

- $K_{ni}$  - nakłady inwestycyjne w roku "i" (zł);  $i = 0, 1, 2, \dots, N$ , przy czym  $N'$  - pierwszy rok wykonawstwa inwestycji, 1 - pierwszy rok eksploatacji,  $N$  - ostatni rok eksploatacji,
- $K_{ei}$  - koszty eksploatacyjne w roku "i" wraz z uwzględnieniem składników niedoszacowanych lub nie uwzględnionych (zł),
- $K_{ri}$  - roczne koszty dodatkowe w roku "i" jakie należy ponieść, by spełnić warunki ograniczające lub pokryć szkody ponoszone wskutek spełnienia tych warunków (zł); znak "-" wystąpi, gdy zamiast kosztów wystąpią efekty,
- $E_d$  - zdyskontowana na rok zerowy wartość efektów  $E_i$  (zł),
- $X_j$  - czynnik  $j$  podlegający ograniczeniu dolnemu  $X_{jd}$  i górnemu  $X_{jg}$ ,
- $d$  - współczynnik dyskontujący  $\frac{1}{(1+r)^i}$ ,
- $r$  - stopa dyskontowa.

Posługiwanie się kategorią kosztów społecznych w odniesieniu do surowców energetycznych i form energii finalnej jest podstawowym warunkiem wykorzystania w tej dziedzinie gospodarowania rachunku ekonomicznego i stosowania racjonalnej polityki cenowej. Znajomość społecznych kosztów jest niezbędna do sporządzenia rachunku opłacalności przedsięwzięć zmierzających zarówno do określenia skali produkcji poszczególnych nośników energii, jak i zakresu substytucji pomiędzy tymi nośnikami. Wielkość społecznych kosztów niezbędna jest także do oceny efektywności wprowadzenia zmian techniki i technologii produkcji zarówno w obszarze wytwarzania energii, jak i poszukiwania technologii mniej energochłonnych we wszystkich gałęziach gospodarki. W tym kontekście jest rzeczą oczywistą, że do określenia perspektyw rozwoju produkcji energii elektrycznej podstawową przesłanką powinno być zbadanie społecznych kosztów jej produkcji oraz określenie kosztów jej użytkowania w porównaniu z innymi formami energii. Poziom społecznych kosztów staje się też przesłanką dla kształtowania racjonalnej polityki cenowej i zasad budowy rozwiązań taryfowych dla poszczególnych odbiorców energii elektrycznej.

#### 4.4. Szacunek społecznego kosztu wytwarzania energii elektrycznej (na przykładzie Elektrowni Bełchatów i Turów)

W ostatniej części tego rozdziału celowe jest podanie szacunku społecznego kosztu wytwarzania energii elektrycznej w krajowych warunkach. Jest to istotne zarówno ze względu na praktyczne zweryfikowanie

zapropozowanej metody oceny, jak i ze względu na ustalenie "rozmiarów" niedoszacowania kosztów wytwarzania energii elektrycznych w warunkach obowiązującego w elektrowniach rachunku kosztów.

Szacunek ten przeprowadzono na przykładzie dwóch dużych krajowych elektrowni na węgiel brunatny Turów i Bełchatów. O wyborze tych elektrowni zadecydowały następujące okoliczności.

1. Elektrownia Turów (o mocy 2000 MW) była największą krajową elektrownią od drugiej połowy lat sześćdziesiątych do końca lat siedemdziesiątych. W całym okresie eksploatacji była elektrownią pracującą w postawie obciążenia systemu elektroenergetycznego. Rola Elektrowni Bełchatów w systemie elektroenergetycznym w latach osiemdziesiątych i dziewięćdziesiątych będzie bardzo podobna do tej jaką spełniała Elektrownia Turów 20 lat wcześniej. Docelowa moc tej elektrowni wynosić będzie 4120 MW.

2. Istotnym składnikiem społecznego kosztu wytwarzania energii elektrycznej jest społeczny koszt paliwa dla elektrowni. Autor niniejszej pracy brał aktywny udział w pracach (lata 1983-1984) nad społecznymi kosztami węgla brunatnego.<sup>31</sup> Z wyników tych prac zostały też zaczerpnięte informacje o poziomie społecznego kosztu węgla brunatnego.

3. Szacowanie społecznego kosztu wytwarzania energii elektrycznej dla wszystkich elektrowni wymaga indywidualnego podejścia, co wynika z roli jaką spełniają one w systemie, a także ze względu na konieczność oszacowania kosztów paliwa dla poszczególnych elektrowni. Zebranie danych do realizacji tego celu znacznie przerasta możliwość jednego człowieka i wymagałoby powołania kilkuosobowego zespołu badawczego.

Wyniki szacunku społecznego kosztu wytwarzania jednostki energii elektrycznej brutto (mierzonej na zaciskach generatora) w Elektrowni Bełchatów i Turów przedstawiono w tabeli 4.5. Wyjaśnienia wymaga sposób obliczania poszczególnych składników społecznego kosztu zawartych w tabeli.

1. Koszt paliwa potrzebnego do wytworzenia jednostki energii elektrycznej obliczono przyjmując społeczny koszt pozyskania węgla brunatnego w Elektrowni Bełchatów na poziomie 2000 zł/tonę i 1000 zł/tonę w Elektrowni Turów. (Ewidencjonowany koszt w kopalniach wynosił odpowiednio 1100 i 340 zł/tonę).

2. Podstawą do określania kwoty amortyzacji i wartości wynikającej z oprocentowania środków trwałych jest wartość środków trwałych brutto. Dla Elektrowni Bełchatów - obecnie budowanej - wartość środków trwałych przyjęto w wysokości wartości księgowanej. Nie można było tak postąpić w przypadku Elektrowni Turów, dlatego wartość środków trwałych brutto dla niej oszacowano w ten sposób, iż obliczono jednostkową war-

T a b e l a 4.5

Szacunek jednostkowego społecznego kosztu wytwarzania energii elektrycznej brutto na przykładzie Elektrowni Bełchatów i Turów (w warunkach 1984r. zł/MWh)

Składnik społecznego kosztu	Dane w warunkach 1984 r.	
	Elektrownia Bełchatów (zł/MWh)	Elektrownia Turów (zł/MWh)
1 Koszt paliwa	2940	1491
2 Amortyzacja	291	218
3 Oprocentowanie środków trwałych	931	698
4 Pozostałe składniki kosztów stałych	308	293
5 Razem pozycje 1-4	4460	2700
6 Dodatkowe koszty ochrony środowiska	274	213
7 Koszty ingerencji w środowisko społeczno-gospodarcze regionu	223	135
8 Razem pozycje 5-7	4957	4048
9 Zysk	496	405
10 Razem koszt społeczny	5453	4453
11 Koszt ewidencjonowany w elektrowni	1300	1111
12 Składniki pominięte w dotychczasowym rachunku (poz.10 - poz.11)	3953	3342

Zródło: obliczenia własne.

tość środków trwałych dla Elektrowni Bełchatów (dla 1 MW mocy zainstalowanej) i pomnożono ją przez moc zainstalowaną w Elektrowni Turów. W istocie więc przeszacowano wartości środków trwałych, przyjmując ich wartość jak w nowo budowanej elektrowni.

Stawkę amortyzacji przyjęto w wysokości 2,5%, natomiast stopę oprocentowania środków trwałych - 8%.

3. Pozostałe składniki kosztów stałych (poz.4) określono według księgowanej ich wartości w elektrowniach.

4. Dodatkowe koszty ochrony środowiska obliczono wychodząc z założenia, że wynikać będą z instalacji dodatkowych urządzeń chroniących atmosferę przed emisją związków siarki. Założono przy tym, iż koszt



instalacji odsiarczających powiększy nakłady inwestycyjne o 20%, co zwiększy wartości środków trwałych o ten sam odsetek.

5. Przyjęto, iż jednostkowe koszty ingerencji w środowisko społeczno-gospodarcze regionu wynoszą 5% wartości pozycji 5.

6. Przyjęto 10% stawkę zysku obliczoną od pozycji 8.

Z danych zawartych w tabeli 4.5 wynika, iż zakres niedoszacowania społecznego kosztu wytwarzania energii elektrycznej jest bardzo duży. Koszt społeczny obliczony dla obu elektrowni przekracza o ponad 400% koszt obecnie ewidencjonowany. Należy zwrócić uwagę na trzy główne "źródła" tak znacznego niedoszacowania społecznego kosztu. Pierwszym z nich jest znacznie wyższy społeczny koszt paliwa dla elektrowni od ceny za jaką elektrownia nabywa paliwo. Drugim jest niedoszacowanie amortyzacji i nie uwzględnienie w rachunku kosztów oprocentowania środków trwałych. Trzecim zaś (najmniej istotnym) jest nieuwzględnienie w kosztach kosztów ingerencji w środowisko społeczno-gospodarcze regionu i brak instalacji eliminujących z produktów spalanie związków siarki.

Określenie poziomu społecznego kosztu wytwarzania energii elektrycznej dla wszystkich elektrowni systemu elektroenergetycznego powinno być istotnym parametrem brany pod uwagę przy kształtowaniu cen i taryf na energię elektryczną.

## 5. WYTWARZANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ A ZAGROŻENIE ŚRODOWISKA NATURALNEGO

### 5.1. Wykorzystanie węgla w gospodarce a zagrożenie środowiska naturalnego

Związki jakie zachodzą między wytwarzaniem energii a środowiskiem naturalnym wysuwają się na jedno z czołowych miejsc przy badaniu makroekonomicznych uwarunkowań rozwoju jej produkcji. Rzeczywiste zagrożenie środowiska oraz konieczność przeciwdziałania jego degradacji jest istotnym elementem przedstawionych społecznych kosztów wytwarzania energii.

Na wpływ energetyki na środowisko istnieje wiele różnorodnych i często sprzecznych poglądów. Co prawda wszyscy biorący udział w dyskusjach nad tą problematyką podkreślają znaczenie badania związków jakie tu występują, jednak sposób przedstawienia relacji energetyka - środowisko jest ogromnie zróżnicowany<sup>1</sup>. Dotyczy to wszystkich nośników energii pierwotnej, rodzajów energii finalnej, a ostatnio szczególnie bardzo różne sądy wygłaszane są na temat zagrożenia środowiska spowodowanego przez elektrownie atomowe. Te sprzeczne poglądy przenoszą się także do praktyki gospodarczej. Zakłady produkcyjne (dotyczy to w dużej

mierze kopalni i elektrowni) zanieczyszczające środowisko wiodą długie i zawiłe spory z administracją państwową na temat skali wpływu zanieczyszczeń na gospodarkę i warunki życia w regionie.

Zmiany środowiska stwarzają więc nowe "globalne" i lokalne problemy w planowaniu, organizowaniu i realizacji rozwoju gospodarczego przez oddziaływanie na warunki urbanizacji, komunikacji, rozwoju przemysłu, rolnictwa, leśnictwa itp.

Wyniki licznych analiz, badań i ocen wpływu działalności gospodarczej na środowisko oraz międzynarodowe i narodowe raporty i konferencje wskazują na niezbędność poprzedzenia każdej decyzji gospodarczej systemową analizą oraz oceną korzyści i strat ekologicznych.<sup>2</sup> Z tych to powodów - w niektórych krajach już od kilkunastu lat - są projektowane i wdrażane systemy tzw. "monitoringu" środowiska, służące kontrolowaniu, ocenianiu obecnych i przewidywanych zagrożeń dla środowiska przyrodniczego.<sup>3</sup>

W Polsce, jak do tej pory, nie mamy jeszcze podstaw do wdrożenia systemu zbierania danych o środowisku naturalnym i zmianach w nim zachodzących, które mogłyby być wykorzystane we właściwym czasie przy podejmowaniu decyzji o realizowaniu określonych energetycznych zamierzeń gospodarczych.<sup>4</sup> Decyzje te wymagają bowiem udzielenia odpowiedzi na pytania dotyczące:

- rodzaju, ilości i miejsca występowania zasobów przyrody, których naruszenie spowoduje nieodwracalne straty?
- rodzaju i miejsca występowania obszarów, gdzie występują bariery ekologiczne, których nie wolno przekraczać?
- gdzie należy lokalizować zakłady przemysłowe i w jakim rozmiarze, aby ich ujemne oddziaływanie na środowisko było jak najmniejsze?
- jakie środki zaradcze należy stosować z chwilą realizacji określonej produkcji gospodarczej, aby zminimalizować straty w środowisku?
- jaki jest bilans korzyści i strat społecznych wynikających z wprowadzenia do środowiska danej produkcji?

Informacje dotyczące ochrony środowiska w kraju są jednak niepełne i rozproszone, gdyż do niedawna sporządzane były stosownie do zakresu kompetencji zainteresowanych resortów. Odnosiły się przy tym na ogół do wybranych elementów środowiska, a nie do jego całości i nie były wykonywane według ujednoczonej metodyki badań środowiska przyrodniczego.<sup>5</sup> Dotyczy to niestety, także oceny wpływu rozwoju energetyki na środowisko. Program rozwoju produkcji energii musi być przeanalizowany pod kątem skutków jego realizacji w środowisku, co było przedmiotem prac w ramach problemu rządowego PR-8.<sup>6</sup>

Określenie miejsca i roli energii elektrycznej w systemie zaspokojenia potrzeb energetycznych wymaga więc głębokiego zastanowienia

się nad środowiskowymi konsekwencjami rozwoju jej produkcji. Pierwszym zagadnieniem jakie należy tu rozważyć nie jest jednak określenie składników strat (omówiono je w podrozdziale następnym), lecz zbadanie konsekwencji jakie spowoduje w gospodarce zużywanie węgla jako podstawowego nośnika energii.<sup>7</sup> Możliwości jego energetycznego wykorzystania są, przynajmniej z punktu widzenia "energetycznych" zależności, określone przez termodynamiczne obiektywne prawidłowości.

W badaniach nad obciążeniem środowiska naturalnego, w kontekście możliwych sposobów wykorzystania węgla w gospodarce do celów energetycznych, skoncentrowano się na głównych substancjach szkodliwych powstających przy spalaniu i emitowanych do atmosfery, a więc CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> i NO oraz pyłe. Nie brano pod uwagę innych substancji szkodliwych, jak rtęć, ołów i inne pierwiastki ciężkie oraz gazy i pary organiczne. Uważa się bowiem, że w emitowanej masie związków są one bez większego znaczenia, chociaż należy podkreślić, że ich potencjalne niebezpieczeństwo w niektórych warunkach może być poważne. Z punktu widzenia technicznych i ekonomicznych warunków przemiany wyróżniamy następujące obszary energetyczne wykorzystania tego surowca:

- bezpośrednio spalanie,
- wytwarzanie energii elektrycznej,
- wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła w tzw. gospodarce skojarzonej,
- uszlachetnienie węgla w gazowe i ciekłe węglowodory, a szczególnie autotermiczne zgazowanie i autotermiczne uwodornienie.

Porównując efektywność wykorzystania węgla jako źródła paliwa w elektrowniach z innymi formami jego wykorzystania jako paliwa, należy brać pod uwagę cały łańcuch wykorzystania węgla: od jego wydobywania, poprzez przeróbkę, transport na miejsce przemiany i dalej samą przemianę, oraz rozdział energii finalnej przeznaczonej do różnych technologii użytkowania. Porównanie to dotyczy również technologii użytkowania energii finalnej.

Porównania te mogą być dokonywane z różnych punktów widzenia: technicznego, ekonomicznego i energetycznego. Najłatwiej dokonać porównania energetycznego, jest ono bowiem jednoznacznie wyrażone w tych samych jednostkach lub w ich wzajemnym stosunku i w tym sensie ma charakter obiektywny. Przeprowadzenie jednoznacznego porównania technicznego i ekonomicznego jest, jak do tej pory, niemożliwe ze względu na brak odpowiednich danych. Można jednak przyjąć, że porównanie energetyczne (w warunkach określonych rozwiązań technicznych i relacji ekonomicznych) pozwala spojrzeć na procesy wykorzystania węgla także częściowo od strony technicznej i ekonomicznej.

Poniżej przedstawiono energetyczne porównania, w których podano dla każdego procesu odpowiednie ilości wsadu energii zawartej w węglu, określając je zarówno w stosunku do użytecznego ciepła uzyskiwanego u

końcowego użytkownika, jak i do zawartości energii w produktach uszlachetnienia (np. procesu zgazowania). Podano też wskaźniki emisji szkodliwych związków dla tych procesów. Posłużono się przy tym, zaczerpniętymi z literatury, wartościami przemiany i sprawnościami użytkownika. (Sprawność przemiany to stosunek wartości energii produktu końcowego do nakładów energii pierwotnej; sprawność użytkownika to możliwe do uzyskania ciepło użyteczne w stosunku do jednej tony paliwa umownego). Straty transportu energii do miejsca użytkownika są uwzględnione w sprawności użytkownika. Ogólną sprawność przemiany użytkownika oblicza się z iloczynu tych wielkości. W tabeli 5.1 i 5.2 przedstawiono otrzymane wyniki. W tabeli 5.1 uporządkowano różne technologie przemiany i użytkownika według zużycia węgla w odniesieniu do energii końcowej i energii użytecznej.

T a b e l a 5.1

Hipotetyczna sprawność przemiany i użytkownika węgla  
w różnych technologiach jego wykorzystania

Lp.	Technologia wykorzystania węgla	Zużycie energii pierwotnej w odniesieniu do 100 części energii końcowej	Zużycie energii pierwotnej w odniesieniu do 100 części energii użytecznej
1	Bezpośrednie spalanie	100	180
2	Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepła	140	160
3	Zgazowanie autotermiczne	160	200
4	Uwodornienie autotermiczne	200	270
5	Wytwarzanie energii elektrycznej	300	300

Źródło: *Energie*, t. 35, 1983, s. 153.

Wytworzenie energii elektrycznej i dostarczenie jej odbiorcom - na skutek małej sprawności przemiany 35% i strat przesyłu do 10% - wymaga trzykrotnego nakładu energii pierwotnej w porównaniu z bezpośrednim spalaniem. Trzeba więc stwierdzić, że z powodu braku stopnia przemiany w procesie bezpośredniego spalania węgla charakteryzuje się ono relatywnie dużą sprawnością użytkownika.

Powoływanie się na tę korzystną energetycznie okoliczność nie może być jednak argumentem przemawiającym za niemożliwym do zaakceptowania powrotem do indywidualnego ogrzewania węglem. Obszarem zasto-

T a b e l a 5.2

Hipotetyczne jednostkowe wskaźniki emisji dla węgla (kg/t.p.u.)  
odniesione do energii końcowej

Lp.	Technologia wykorzystania węgla	Czynnik emisji							
		CO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub> <sup>x</sup>		NO <sub>x</sub>		pył	
1	Bezpośrednie spalanie	3000 <sup>xx)</sup>	(-) xxx)	20 <sup>xx)</sup>	(-) xxx)	1,5 <sup>xx)</sup>	(-) xxx)	24 <sup>xx)</sup>	(-) xxx)
2	Wytwarzanie energii elektrycznej	9000	9000	78	78	21	(21)	10	(10)
3	Skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej	3600	3600	31	31	8	(8)	(4)	4
4	Zgazowanie autotermiczne	4200	2300	10	10	4	(3)	2	2
5	Uwodornianie autotermiczne	5200	3000	14	14	5	(4)	2	2

Źródło: *Energie*, t. 35, 1983, s. 156.

\*) dla zawartości 0,5% siarki w węglu,  
\*\*) w kolumnie tej podano całkowite obciążenie środowiska na miejscu przemiany i użytkownika, w kg/t.p.u. energii końcowej,  
\*\*\*) w kolumnie tej podano emisję na miejscu przemiany; różnica obu wielkości stanowi emisję u użytkownika.

sowania bezpośredniego spalania jest współczesne ciepłownictwo blokowe. Istnieją także między tymi dwiema technologiami wykorzystania węgla istotne różnice ze względu na zagrożenie środowiska. Wynikają one zarówno z różnicy w sprawnościach obu technologii, jak i z faktu, że bezpośrednie spalanie nie ma stopnia przemiany w inną postać energii niż ciepłą. W rezultacie, choć bezpośrednio spalanie charakteryzuje się mniejszą emisją SO<sub>2</sub> i NO<sub>x</sub> (oczywiście i CO<sub>2</sub>), to emisja zanieczyszczeń następuje bezpośrednio u użytkownika, co jest bardzo kłopotliwe. W procesie wytwarzania energii elektrycznej cała emisja "realizowana" jest na miejscu przemiany, prowadzonej najczęściej w znacznej skali produkcji. Ponieważ łatwiej jest ze względów technicznych i ekonomicznych zastosować środki zapobiegawcze u wielkich sprawców emisji niż u wielu drobnych odbiorców, przeto możliwości zmniejszenia emisji określonych zanieczyszczeń - SO<sub>2</sub> i pyłu - są potencjalnie bardzo duże. W warunkach krajowych przemysł energetyczny w dużym stopniu obciąża środo-

wisko dwutlenkiem siarki i pyłem (tabele 5.3 i 5.4). Emisja pyłu w ostatnim dwudziestoleciu na jednostkę zainstalowanej mocy została ograniczona. Natomiast nie ma żadnego postępu w ograniczeniu emisji  $\text{SO}_2$ , co jest oczywiście możliwe. Wymaga jednak znacznych środków i przeświadczenia o konieczności instalowania urządzeń zmniejszających emisję  $\text{SO}_2$ .

Możliwe są dwa sposoby zmniejszania emisji  $\text{SO}_2$ . Pierwszym jest instalowanie układu odsiarczania spalin, drugim zaś spalanie w kotłach o tzw. złożu fluidalnym. Metoda spalania w złożu fluidalnym nadaje się także do małych urządzeń i przyczynia się do ograniczenia powstawania  $\text{NO}_x$  aż o 50%, ze względu na obniżenie temperatury spalania.

Emisja szkodliwych związków przez wysokie kominy elektrowni powoduje ich rozprzestrzenianie się (głównie  $\text{SO}_2$ ) na wielkie obszary. Zmniejszenie więc emisji przez elektrownie spowoduje także redukcję emisji na wielkich obszarach.

Zarówno pod względem energetycznym, jak i środowiskowym wyróżnia się pozytywnie skojarzone wytwarzanie energii elektrycznej i ciepłej. Technologia pozwala na wykorzystanie energii pierwotnej w wysokości ponad 75%. Korzystne jest to także pod względem środowiskowym, co głównie wynika z wysokiej sprawności przemiany. Dlatego pożądane jest - jeśli pozwalają na to warunki zbytu i struktura poboru ciepła przez odbiorców - łączenie wytwarzania energii elektrycznej z zasilaniem sieci ciepłej ciepłem odpadowym. Jest to tym bardziej celowe, że popyt na ciepło i energię elektryczną często jest równoległy.

Dość korzystne ze względów energetycznych i środowiskowych jest zgazowanie i uwodornianie węgla. Problem ten nie jest jednak przedmiotem pracy i nie będzie dalej poruszany.

Z poczynionych w tej części uwag jednoznacznie wynika, że wytwarzanie energii elektrycznej jest nie tylko energetycznie, lecz także ze względu na zanieczyszczenie środowiska bardzo kosztowne. Dodatkowymi nakładami można jednak zanieczyszczenie środowiska poważnie zmniejszyć. Aby odciążyć środowisko naturalne należy dążyć do stopniowego przechodzenia na nieorganiczne nośniki energii. Należy tu także stwierdzić, że rozmiary i struktura zużycia energii, a także i zagrożenie środowiska z zużyciem tym związane, są określone - podobnie jak energochłonność - przez strukturę gospodarki, a szczególnie przemysłu. Tak więc przy ocenie przyszłego obciążenia środowiska miarodajne są zarówno rozmiary, jak i struktura przyszłego zużycia energii oraz możliwość zmniejszenia jednostkowych wskaźników emisji.

## 5.2. Składniki zagrożenia środowiska i ich skutki

Można wymienić wiele czynników zagrażających środowisku ze strony przemysłu energetycznego. Zgodnie z wcześniej przyjętym podejściem me-

Tabela 5.3

Udział przemysłu energetycznego w ogólnym zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego przez przemysł (1983 r.)

Ip.	Gałęzie przemysłu	Pyły				Gazy			
		emisja		zatrzymane w urządzeniach do redukcji	emisja		zatrzymane w urządzeniach do redukcji		
		ogółem	w tym popiół lotny		ogółem	SO <sub>2</sub>			
		w tys. ton		w % zanieczyszczeń wytwarzanych	w tys. ton		w % zanieczyszczeń wytwarzanych		
1	Przemysł ogółem	1731	1225	24238	93,5	4967	2465	646	11,5
2	Przemysł paliwowo-energetyczny	850	831	17519	95,4	2584	1873	30	1,3
3	w tym energetyczny	755	754	16859	95,7	2150	1707	-	-
4	Przemysł metalurgiczny	263	69	1597	85,8	1455	187	388	23,8
5	Przemysł chemiczny	215	176	1640	88,4	3387	166	221	37,1
6	Pozostałe gałęzie przemysłu	403	149	3482	88,4	541	239	7	4,7
7	Wiersz 3:1 (%)	43,6	61,6	69,6	-	43,2	69,2	-	-

Zródło: Rocznik statystyczny GUS, 1984, s. 69.

T a b e l a 5.4

Niektóre dane dotyczące zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego przez energetykę zawodową w latach 1965-1983

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka miary	1965	1970	1975	1982	1983
1	Emisja pyłów	tys.ton/rok	1187	1053	809	886	890
2	Emisja SO <sub>2</sub>	-"-	brak danych	brak danych	1370	1657	1696
3	Uchwycone pyły i żużel	-"-	brak danych	8040	13606	18180	18790
4	Wskaźnik uchwycenia pyłów	%	73,6	89,6	94,3	95,3	96,0

Zródło: obliczono wg danych MGiE oraz Rocznika statystycznego MGiE, 1984, s. 79,

$$a) \text{ wskaźnik uchwycenia pyłów} = \frac{\text{Ilość uchwyconego pyłu tys.ton/rok}}{\text{Ilość pyłu zawartego w paliwie tys.ton/rok}} \cdot 100\%$$

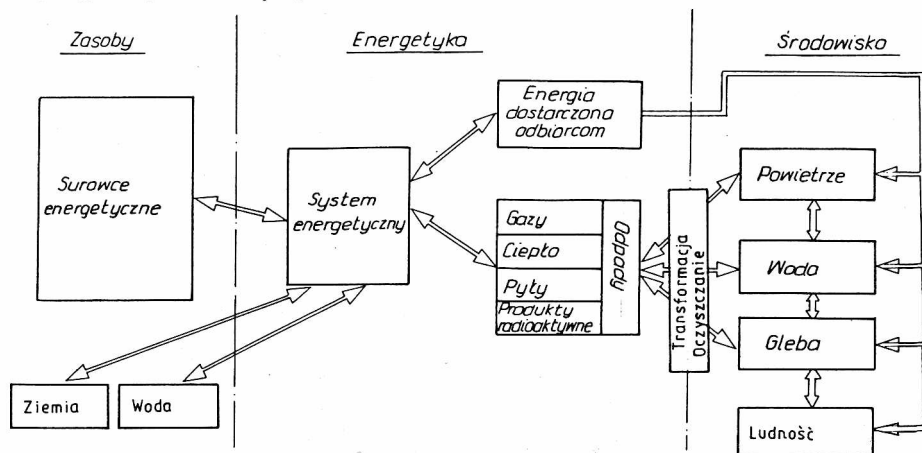


todocznym, skoncentrowano się na tych składnikach zagrożeń, które w dużej mierze są "dziełem" energetyki i w dającej się przewidzieć przyszłości (warunkach monostruktury spalanego paliwa) ich ekologiczna i ekonomiczna rola będzie się zwiększać. Na rys. 5.1 przedstawiono schemat podstawowych związków między wytwarzaniem energii a środowiskiem naturalnym. Należy tu więc wymienić źródła poważnych zagrożeń dla środowiska wynikające z samego procesu wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach ciepłych:

- emisję gazów, a szczególnie tlenków siarki,
- emisję pyłów,
- emisję ciepłą i związane z nią oddziaływanie na klimat .

W warunkach istnienia kompleksów paliwowo-energetycznych opartych na węglu brunatnym należy dodać oddziaływanie wynikające z pozyskiwania węgla w kopalniach odkrywkowych, a więc występujące w związku z tym tzw. leje depresyjne, powodujące zakłócenia w gospodarce wodnej, zajmowanie znacznych obszarów na tereny eksploatacyjne kopalni - składowanie nadkładu ziemi i prowadzenie wydobywania oraz zagospodarowanie terenów po eksploatacji.<sup>8</sup> Na uwagę zasługuje kumulacja szkodliwego oddziaływania na środowisko przez kopalnie z jednej i elektrownie z drugiej strony.

Wzrost produkcji energii elektrycznej wymaga w warunkach krajowych zwiększenia wydobywania węgla kamiennego i brunatnego. W związku z tym mogą wystąpić lokalne poważne zmiany i straty w środowisku naturalnym. W pracy jednak nie podjąłem bezpośrednio tego problemu, gdyż wymagałoby to odrębnych badań.



Rys. 5.1. Schemat podstawowych związków między rozwojem wytwarzania energii elektrycznej a środowiskiem naturalnym

Fig. 5.1. Diagram of the basic relationships between the development of electric energy production and the natural environment

Emisje gazowe są głównym źródłem zanieczyszczeń atmosfery. Podstawowymi szkodliwymi związkami są dwutlenek siarki ( $\text{SO}_2$ ) i trójtlenek siarki ( $\text{SO}_3$ ), ale zdecydowanie przeważa emisja dwutlenku. Związki siarki wpływają ujemnie na rośliny. Wywołują trwałe szkody i obumieranie drzewostanów, zwłaszcza że występuje tu synergiczny efekt oddziaływania pyłu i siarki. Dodatkowym czynnikiem kumulacyjnym może być zachwianie gospodarki wodnej z powodu występowania wspomnianego leja depresyjnego przy odkrywkowej kopalni węgla. Związki siarki bezpośrednio zagrażają zdrowiu ludzi (choroby płuc i dróg oddechowych). Drugim szkodliwym gazem, będącym wynikiem spalania węgla, są tlenki azotu  $\text{NO}_x$ . Ich znaczenie ekologiczne wydaje się być jednak znacznie mniejsze niż  $\text{SO}_2$ . W wielu krajach, aby ograniczyć emisje gazowe - głównie siarki - przyjmowane są ustawy o ochronie powietrza, które formułują możliwe do przyjęcia stężenia  $\text{SO}_2$  w  $1 \text{ m}^3$  powietrza - średnioroczne i maksymalne w ciągu doby. Np. szkody wyrządzone przez emisję dwutlenku siarki oceniane są w USA na 60 dolarów w przeliczeniu na mieszkańca i rok. Należy przy tym wziąć pod uwagę, że ocena ta odnosi się do warunków znacznie korzystniejszych niż w Europie, jeśli chodzi o proporcje między obszarem a globalną emisją  $\text{SO}_2$ . Na obszarze 30-krotnie większym od obszaru Polski wydziela się tylko około 20 mln ton (w Polsce 2,5 mln ton). Mimo to restrykcje środowiskowe wprowadzone w USA - także w innych krajach - w praktyce uniemożliwiają spalanie węgla o zawartości siarki wyższej niż 1%.<sup>9</sup> Zawartość siarki w węglu spalonym w elektrowniach w kraju wynosi od około 0,5% do ponad 2%, w tym zawartość siarki w węglu brunatnym w roku 1982 wynosiła w Elektrowni Turów 0,49%, Elektrowniach PAK około 1,5%. W Elektrowni Bełchatów 0,5%, a w planowanej odkrywce Szczerców wynosić będzie ok. 1,2%.<sup>10</sup> Należy pamiętać jednak o tym, że kaloryczność węgla brunatnego wynosi około 1800 kcal/kg, a węgla kamiennego około 4800 kcal/kg. Tak więc do wytworzenia tej samej ilości energii elektrycznej trzeba spalić go 2,5 raza więcej niż węgla kamiennego.

W Polsce, w 1982 r., ustalono nowe regulacje prawne dotyczące ochrony środowiska. Na uwagę zasługują znaczne zaostrzenia norm emisji  $\text{SO}_2$  po 1990 r., co omówiono dokładnie w następnym podrozdziale.

Podobnie jak w przypadku emisji  $\text{SO}_2$ , przepisy prawne regulują w wielu krajach nieprzekraczalny poziom emisji pyłowych, np. ustawa o ochronie atmosfery w USA (Clean Air Act), z 1970 r., ustala maksymalne w ciągu doby utrzymujące się stężenie pyłu na poziomie  $260 \text{ mg/m}^3$  i nie może się ono zdarzyć częściej niż raz w roku.<sup>11</sup> Średnioroczne stężenie pyłu nie może natomiast przewyższać  $75 \text{ mg/m}^3$ . W kraju, w 1983 r., spalono ponad 90 mln. ton węgla w elektrowniach. Dzięki to rocznie ponad 18,5 mln ton popiołu, z czego do atmosfery przedostaje się 0,75 mln ton, stanowi to 43,6% wszystkich emitowanych pyłów (tabela 4.3).

Poważne obciążenie gospodarcze i ekologiczne stwarza przechowywanie popiołów i wychwytanego pyłu. W skali krajowej stanowi to dziesiątki mln ton rocznie. Hałdy popiołu i pyłu blokują setki hektarów terenu, a ilość ich kilkanaście razy przekracza tę, która może być gospodarczo wykorzystana np. do miejscowej produkcji materiałów budowlanych.

Elektrownie są poważnym źródłem ciepła i zużywają znaczne ilości wody (na 1000 MW przypada strumień  $4 \text{ m}^3/\text{s}$ . wody chłodzącej). Woda ta, co prawda, nie jest zanieczyszczana, jednak wyraźnie podgrzana - o około  $10^\circ\text{C}$ . Wzrost temperatury wody do pewnych granic jest pożądany. W cieplej wodzie jednak maleje zawartość rozpuszczonego w niej tlenu, a tym samym i zdolność do samooczyszczania się. Ocenia się, że około 1/5 całkowitego spływu rzek związana jest z obiegiem chłodzenia krajowych elektrowni.<sup>12</sup> W przypadku natomiast chłodzenia elektrowni w tzw. obiegu zamkniętym (np. Turosszów, Bełchatów) znaczne ilości wody odprowadzają ( $1 \text{ m}^3/\text{s}$  na 1000 MW/), co może powodować zmiany mikroklimatu i nasłonecznienia.

Z kominów elektrowni wydostaje się około 250 mln ton dwutlenku węgla rocznie.  $\text{CO}_2$  jest nietoksyczny i nadal jest rozpatrywany w kategoriach czynnika nieszkodliwego dla środowiska. Nie oznacza to jednak możliwości zmiany tej oceny po upływie kolejnych lat. Są przypuszczenia, że  $\text{CO}_2$  emitowany w znacznych ilościach może dać tzw. efekt szklarniowy, po przekroczeniu swoistej równowagi między ilością emitowaną a ilością absorbowaną w wyniku fotosyntezy.

Po tej krótkiej prezentacji składników grożących środowisku należy przejść do analizy niektórych aspektów możliwości wyceny strat, jakie wystąpią w środowisku, i kosztów, jakie występują lub mogą wystąpić w związku z wprowadzeniem określonej działalności gospodarczej.

Przyjmując tu należy, że koszty ochrony środowiska nie są elementem całkowicie pominiętym w rachunku kosztów bezpośrednich jaki jest prowadzony w przedsiębiorstwach, np. występują koszty zastosowania urządzeń, których celem jest ochrona środowiska (filtry w elektrowniach, zbiorniki wodne itp.) w formie obciążeń na rzecz określonych funduszy (fundusz szkód górniczych, wyłączeń, rekultywacji terenu). Środki na ochronę środowiska naturalnego występują w różnych składnikach kosztów jak: nakłady inwestycyjne, koszty remontów kapitałnych, fundusz szkód górniczych i inne.<sup>13</sup>

Nasuwa się przeto pytanie, czy w wymienionych elementach kosztów, obliczanych w praktyce gospodarczej, uwzględnia się wszystkie istotne przejawy negatywnego wpływu kompleksu energetycznego na środowisko naturalne? Pytanie należy do trudnych, bowiem dotąd nie zostały jednoznacznie określone podstawowe składniki strat, a tym bardziej ich miary oraz sposoby ujęcia w jednostkach wartościowych. Ogólnie, jak wcześniej stwierdzono, negatywny wpływ oddziaływania kompleksów energetycz-

nych wykorzystujących do produkcji węgla brunatny dotyczy:

a) środowiska lądowego (ziemi): zajęcie i zniszczenie gruntów, występowanie szkód górniczych, zmniejszenie plonów itp.

b) środowiska atmosferycznego (powietrza): zanieczyszczenie związkami siarki i azotu, pyłami,

c) środowiska wodnego: powstanie leja depresyjnego, odprowadzenie ścieków, zużycie wody do celów chłodzenia kondensacyjnego w elektrowniach, zanieczyszczenie lokalnych strumieni i rzek, itp.

Część składników kosztów ochrony środowiska naturalnego związana jest bezpośrednio z wydobyciem węgla, część zaś dotyczy jego przetworzenia na energię elektryczną i jest tylko pośrednim skutkiem wydobycia minerału. Wymagają one także nieco odmiennego ujęcia.

Konieczność uwzględnienia strat spowodowanych degradacją środowiska występuje ostro, nie tyle przy obliczaniu przeciętnych kosztów wydobycia surowca, ile przy obliczaniu kosztów związanych z planowanym zwiększeniem wydobycia lub ze zwiększeniem produkcji odpadów w określonym rejonie. Znaczne zwiększenie wydobycia będzie bowiem powodować szybszy niż proporcjonalny wzrost negatywnych skutków dla środowiska naturalnego.

Powstaje także problem uwzględnienia skutków pośrednich, a więc rozszerzenie pola widzenia poza obręb samego wydobycia węgla. W tym kontekście rodzi się pytanie: czy zanieczyszczenie powietrza przez elektrownię obciążać powinno koszty produkcji energii elektrycznej czy węgla? Koszt ten może przecież wpływać na decyzję o wielkości wydobycia.

Warto przy tym pamiętać, że o wysokości nakładów na ochronę środowiska w elektrowniach (nakłady na instalację elektrofiltrów, budowę odpowiednich kominów, urządzenia odsiarczające teren zajmowany przez produkty spalania, tj. składowiska popiołu i zużla) decyduje rodzaj spalanej paliwa.<sup>14</sup> Urządzenia elektrowni konstruowane są z myślą o określonych właściwościach paliwa. Spalaniu węgla o niższej jakości towarzyszą w elektrowniach dodatkowe straty w postaci: ubytków mocy i zmniejszenia produkcji, wzrostu kosztów remontów, obsługi, utrzymania składowisk, wzrasta zużycie oleju na tzw. stabilizację płomienia w kotłach. Ostatnie stwierdzenie dotyczy tych rodzajów węgla, które charakteryzują się dużą zmiennością parametrów.

Z przedstawionych danych wynika, że ekologiczne i ekonomiczne powiązania między paliwem (węglem) i elektrownią są bardzo silne i w praktyce trudno je oddzielić. Nie można jednak na obecnym etapie badań jednoznacznie wskazać w jakiej mierze należy kosztami ochrony środowiska obciążać kopalnię i elektrownię. Brak do tego odpowiedniej bazy informacyjnej. Nie został bowiem dokładnie przeanalizowany problem planowego przyrostu produkcji energii elektrycznej pod kątem jego skutków w środowisku przyrodniczym. Brak także wdrożonego systemu oceny wpływu energetyki na środowisko.

Głównym czynnikiem zagrażającym środowisku ze strony przemysłu energetycznego, zarówno ze względu na obszar oddziaływania, jak i wielopostaciowości skutków, wydaje się być zanieczyszczenie atmosfery dwutlenkiem siarki. Siarka w postaci  $SO_2$  jest traktowana w statystyce jako zanieczyszczenie wskaźnikowe, któremu przypisuje się pewne ilości innych czynników, a przede wszystkim pyłu i związków azotu  $NO_x$ . Oddzielne uwzględnienie pyłów i związków  $NO_x$  jako czynników degenerujących środowisko okazuje się niemożliwe ze względu na brak odpowiednich danych.

W tabeli 5.5 podano podstawowe składniki zagrożenia środowiska, rodzaj strat i ogólne zasady ich wyceny.<sup>15</sup> W literaturze przedmiotu podaje się różne relacje między wartością strat, a stężeniem w środowisku (czynnikiem powodującym owe straty). Jest to rezultat braku odpowiednich informacji i metod oceny.<sup>16</sup>

### 5.3. Problemy oceny strat

Polityka ochrony środowiska, tak istotna z punktu widzenia minimalizacji zagrożeń ekologicznych jakie niesie rozwój energetyki, nie zależy tylko od tego, czy potrafimy ją realizować poprzez odpowiedni system wyceny nakładów i efektów.<sup>17</sup> J. Kolipiński słusznie zauważa, że problem ochrony środowiska jest po części podobny do konieczności zapewnienia ochrony zdrowia lub bezpieczeństwa i higieny pracy.<sup>18</sup> Dlatego też w polityce ochrony środowiska stosowanie rachunku oceny strat może być umotywowane w pewnym wyraźnie określonym przedziale tolerancji.

Drugim poważnym ograniczeniem w stosowaniu takiego rachunku jest brak odpowiednich informacji oraz niewielkie możliwości wyrażania nakładów i wyników w jednostkach pieniężnych. Ideałem byłoby, oczywiście, by nakłady i efekty były wyrażane tą samą jednolitą miarą. Uzyskuje się bowiem wtedy pełną możliwość wykorzystania rachunku ekonomicznego.

Postuluje się także często, nie bez racji, wprowadzenie odpowiednich zmian w systemie rachunku prowadzonego przez przedsiębiorstwa, w ten sposób, by obciążać je kosztami rekompensowania strat jakie wywołują w środowisku.<sup>19</sup> Uważa się bowiem, że postęp w ochronie przyrody dopiero wtedy będzie realny, gdy obciążenie kosztami ochrony środowiska będzie stanowić bodziec do działań na rzecz zmniejszenia zanieczyszczeń. Bliższa analiza kosztów działalności przedsiębiorstw przemysłu energetycznego wykazuje, że w postaci bardziej lub mniej jawnej, bardziej lub mniej adekwatnej do potrzeb i rzeczywistości gospodarczej ujmuje się już niektóre istotne elementy środowiska, mimo że toczy się jeszcze pewne spory co do praktycznej zasadności takich obciążeń. Niestety zakres uwzględnienia w kosztach produkcji strat występujących w środowisku jest niekiedy daleko niewystarczający w porównaniu z po-

T a b e l a 5.5

Straty powodowane emisją gazów, pyłów i ciepła

Składniki zagrożenia	Element środowiska	Rodzaj strat	Propozycja zasady wyceny strat
Składniki zagrożenia środowiska SO <sub>2</sub> + pył Zrzuty wód podgrzanych. Odpro- wadzenie ścieków kopalnianych	użytki rolne	1) zmniejszenie areażu 2) zakwaszenie gleb	-ubytek wartości produkcji (zł/ha/a) -koszt restytucji (zł/ha/a) -ubytek produkcji roślinnej i zwierzęcej (zł/ha/a)
	lasy	1) zmniejszenie przyrostu lasów 2) konieczność przebudowy drzewostanów 3) przedwczesny wyrąb lasu 4) zmniejszenie pozostałej produkcji lasu	-ubytek wartości lasów (zł/ha/rok) -szacunek utraconych korzyści
	ludność	1) zmniejszenie dochodu narodowego wskutek absencji chorobowej 2) choroby, zgony	- ubytek wartości produkcji czystej (zł/M/a) - wydatki na leczenie, zasiłki (zł/M/a)
	środki trwałe	1) przyspieszenie zużycia substancji budowlanej 2) skrócenie okresu użytkowania maszyn i urządzeń	- ubytek wartości majątku narodowego (zł/M/a)
	woda	1) podwyższenie temperatury wody powyżej biologicznie obojętnego poziomu 2) nadmierne zasolenie wody i zanieczyszczenie zawiesiny	- koszt restytucji (zł/m <sup>3</sup> )

noszonymi stratami.

Kolejnym istotnym zagadnieniem jest określenie tego szczebla w strukturze organizacyjnej gospodarki, który powinien być obciążony kosztami ochrony środowiska. Jest to szczególnie istotne w gospodarce energetycznej. Same elektrownie tylko w części mogą być odpowiedzialne za straty jakie powodują. Dotyczy to przede wszystkim zanieczyszczeń pyłami i składowania pyłów i popiołów. Eksploatowane elektrownie w obecnym systemie ekonomiczno-finansowym nie mają jednak możliwości zakładania kosztownych instalacji odsiarczania spalin. Nie mają też większego wpływu na jakość spalanego pod kotłami paliwa. W obecnych warunkach funkcjonowania górnictwa węgla kopalnie nie są podmiotem gospodarczym w pełni samodzielnym. Są one zjednoczone w gwarectwa - i te też winny być w pełni odpowiedzialne za straty jakie jednostki im podległe powodują w środowisku.

Ustalenie zaś zakresu i wysokości strat powodowanych szkodliwymi oddziaływaniami przemysłu jest także zagadnieniem bardzo skomplikowanym. Związane to jest także z tym, że te same szkodliwe związki wpływają na bardzo zróżnicowane elementy środowiska, wywołując różnorodne skutki<sup>20</sup>. W rezultacie by ograniczyć poziom niepewności, należałoby dla każdego różniącego się funkcjonalnie elementu opracować specjalny sposób obliczania. Wartość zaś owych strat powinna być określana w zależności od cech naruszanego elementu środowiska, kosztu jego restytucji do postaci początkowej lub możliwej do zaakceptowania, kosztów zapobiegania zakłóceniom funkcji pełnionych przez dany element środowiska, kosztu utraconych korzyści itp.

Czy pomimo tych zastrzeżeń, dotyczących możliwości określenia strat w ujęciu wartościowym, formułowanie ilościowych związków pomiędzy oddziaływaniem energetyki na środowisko i stratami jakie w związku z tym oddziaływaniem występują jest konieczne! Czy też wystarczą tu opisy w charakterze jakościowym? Trzeba jednak stwierdzić, iż opisów jakościowych można spotkać wiele, przy czym z reguły większą uwagę zwraca się w nich na genezę czynników wywołujących szkody w środowisku niż na ich sumaryczne konsekwencje. Analizy takie, mimo ich często znacznej poznawczej wartości, nie zawsze są przydatne do potrzeb praktyki gospodarczej. W przypadkach jednak, gdy nie potrafimy w zadowalający sposób określić wysokości strat, celowe jest przejście do miar jakościowych i na ich podstawie wymagać dopuszczalnego poziomu zanieczyszczeń.

W tym kontekście należy podkreślić, że ważną podstawą oceny i uwzględniania w rachunku społecznych kosztów wytwarzania energii elektrycznej związanych z degradacją środowiska mogą pośrednio być regulacje prawne ochrony środowiska. Należy tu wspomnieć przede wszystkim

o rozporządzeniu w sprawie ochrony powietrza atmosferycznego przed zanieczyszczeniami i warunków składowania nadkładów, popiołów i żużla.<sup>21</sup> Określa się w nim dopuszczalne stężenie zanieczyszczeń powietrza w poszczególnych rodzajach obszarów do 1990 r. i od 1991 r. oraz warunki składowania nadkładu i odpadów oraz obciążenia z tego tytułu na rzecz skarbu państwa. Na uwagę zasługuje bardzo znaczne zaostrenie norm emisji (szczególnie  $SO_2$ ) po 1990 roku.

Stawia to przed energetyką bardzo trudne zadanie, szczególnie jeśli uwzględnimy tendencje do spalania coraz gorszych gatunków węgla. Natomiast zmniejszenie emisji wymaga instalowania kosztownych urządzeń odsiarczających (w Polsce dotąd nie stosowanych) lub wprowadzenia zamiast dotychczasowych kotłów, kotłów ze spalaniem fluidalnym. Koszt tych urządzeń szacuje się na około 20% kosztu zainstalowania 1 MW w elektrowni.<sup>22</sup> Dla elektrowni o mocy 4000 MW łączna suma nakładów z tego tytułu wynosiłaby, w cenach 1983 roku, 40 mld zł. Opłaty za zajęcie terenu i składowanie nadkładów i odpadów także poważnie wzrastają.

W RFN np. przewiduje się, że zmiana przepisów zmniejszających dopuszczalne granice emisji zanieczyszczeń w spalinach elektrowni z 650 do  $400 \text{ mg/m}^3$  wymaga wyposażenia w ciągu 5 lat niemal wszystkich elektrowni o mocy powyżej 300 MW w układy odsiarczania spalin. Planowane koszty tej operacji szacuje się na 10-15 mld DM. Obecnie 25% kosztów budowy elektrowni o mocy 750 MW opalanych węglem kamiennym to koszty ochrony środowiska.<sup>23</sup>

Ocena zagrożeń występujących w środowisku naturalnym w związku z np. eksploatacją węgla brunatnego z kopalni odkrywkowych i elektrowni bywa niekiedy diametralnie różnie przedstawiana przez organizacje gospodarcze eksploatujące zasoby naturalne, administrację państwową zainteresowanego regionu i w końcu przez instytucje i środowiska naukowe.

Nie wnikając w różnice w poglądach na ten temat wynikające, w gruncie rzeczy, ze stosowania różnych kryteriów takich ocen, wypada stwierdzić, że straty z tytułu zanieczyszczenia środowiska będą tym mniejsze, im szybciej będą wydatkowane środki na ten cel przeznaczone.

Ze względu na brak możliwości dokładnego określenia strat, jakie występują w związku z zanieczyszczeniem środowiska naturalnego, można na obecnym etapie badań sformułować następującą propozycję metodologiczną. W rachunku kosztów planowanego wydobycia węgla i kosztów wytwarzania energii elektrycznej powinno się uwzględnić narzut wynikający z negatywnych środowiskowych skutków bezpośrednich.<sup>24</sup> Powinien on uwzględniać albo nakłady na wyeliminowanie strat występujących w środowisku, albo z braku możliwości ich oceny (przy sformułowanych jednak warunkach ograniczających) koszty inwestycyjne zakupu oraz koszty eksploatacji urządzeń zapobiegających tym negatywnym skutkom lub je neutralizujących,



nawet jeśli takie urządzenia nie są obecnie produkowane lub kupowane za granicą. Szczegółowe rozwiązania sposobu obliczenia tych narzutów powinny być dostosowane do organizacji i systemu ekonomiczno-finansowego sektorów gospodarki energetycznej (wytwarzania energii elektrycznej) i pozyskiwania węgla.

W praktyce gospodarczej ustalenie wysokości takiego narzutu będzie wymagało:

1. Oszacowania całkowitych nakładów, jakie powinny być ponoszone w przyszłości na urządzenia lub przedsięwzięcia społeczno-gospodarcze, niezbędnych do utrzymania środowiska w stanie zadowalającym, tzn. co najmniej nie pogarszającym się lub odpowiadającym przyjętym normom.
2. Określenia kosztów eksploatacji takich urządzeń.
3. Określenia relacji wyznaczonych przez sumę nakładów wynikających z punktu 1 i 2 do wartości wydobycia węgla oraz sposobu korekty ustalonych narzutów w miarę zdobywania doświadczeń.

Problem zanieczyszczeń środowiska powinien być także uwzględniony w rachunku ekonomicznej efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych podejmowanych w związku z rozwojem produkcji energii elektrycznej. W formułach tego rachunku należy uwzględnić takie dodatkowe elementy jak:

- koszty (osobowe i materialne) związane z eliminowaniem, magazynowaniem i transformacją zanieczyszczeń, koszty te będą zwiększać koszt rocznej produkcji elektrowni,
- nakłady inwestycyjne związane z budową, zakupami i instalowaniem wszelkich urządzeń (obok standardowych elektrofiltrów) służących do eliminowania, magazynowania i transformacji zanieczyszczeń; nakłady te zwiększają wartość całkowitych nakładów inwestycyjnych wraz z zamrożeniem.

Tak więc na sumę społecznych kosztów  $K_s$ , które ponosić się będzie na ochronę środowiska naturalnego przed destrukcyjnym wpływem przemysłu wytwarzającego energię elektryczną lub w związku z zaistnieniem tego destrukcyjnego wpływu, składają się:

- a) nakłady związane z kosztami oczyszczania  $K_{so}$ ,
- b) straty ekologiczne w środowisku naturalnym  $K_{se}$  (wraz z kosztami rekultywacji terenu).

Zatem sumę społecznych kosztów, występującą w  $i$ -tym wariantcie inwestycyjnym w związku z ochroną środowiska, można wyrazić wzorem:

$$K_{si} = K_{soi} + K_{sei} \quad (5.1)$$

Wzór ten może być następnie wprowadzony do formuły 4.4 co pozwoli pełniej uwzględnić roczne koszty dodatkowe związane z zanieczyszczeniem środowiska.

## 6. KIERUNKI ROZWOJU TECHNIKI WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

6.1. Koncentracja wytwarzania energii elektrycznej  
i jej efektywność

W dotychczasowych rozważaniach koncentrowano się na zależnościach i związkach określających zapotrzebowanie na energię elektryczną w kontekście rozwoju gospodarki narodowej oraz ograniczeń rozwoju energetyki i społecznych kosztów jej wytwarzania. Pomijano przy tym uwarunkowania wewnątrz samego systemu wytwarzającego energię elektryczną. Związki tu występujące wpływać przecież będą zarówno na proporcje, jakie ukształtują się wskutek realizacji określonych procesów rozwojowych w gospodarce paliwowo-energetycznej, jak i na koszty tego rozwoju.

W wielu dziedzinach gospodarki koncentracja produkcji ma charakter przede wszystkim organizacyjny; w wytwarzaniu energii elektrycznej koncentracja produkcji jest jednak głównie wynikiem zmian w poziomie zastosowania techniki. Wzrost mocy jednostkowej bloków energetycznych powoduje zmiany ilościowe i jakościowe w procesie wytwarzania, charakteryzujące się zmianą parametrów maszyn i urządzeń, mechanizacją, automatyzacją oraz komputerowym sterowaniem pracy elektrowni i całego systemu wytwarzania energii elektrycznej.<sup>1</sup>

Z przesłanek ekonomicznych i technicznych dotyczących wprowadzania do eksploatacji wielkich bloków energetycznych oraz z przytoczonych danych w tabeli 6.1 wynika, że wykorzystanie jednego składnika postępu technicznego w wytwarzaniu energii elektrycznej wymaga wprowadzenia in-

T a b e l a 6.1

Zależność wskaźników techniczno-ekonomicznych bloków energetycznych, kondensacyjnych w elektrowniach ciepłych (wg danych radzieckich)

Wskaźnik techniczno-ekonomiczny	Moc bloku w MW				
	300	500	800	1200 (ocena)	1600 (ocena)
1	2	3	4	5	6
Jednostkowe nakłady inwestycyjne (%)	100	90,3	87,1	83,9	80,7
Jednostkowe koszty stałe, bez kosztów paliwa (%)	100	91,2	87,8	84,2	80,8
Jednostkowe zużycie paliwa (%)	100	98,6	98,6	97,1	97,1
Jednostkowe koszty paliwa (%)	100	98,9	98,9	98,8	98,8

cd. tabeli 6.1

1	2	3	4	5	6
Zdyskontowane koszty (%)	100	96,3	95,0	93,1	91,9

Zródło: obliczenia własne na podstawie A. Mielentiew, Systemowe badania w energetyce, Izdatielstwo Nauka, Moskwa, 1983, s. 320.

nego składnika tego postępu.<sup>2</sup> Ze względu na silne zależności między głównymi składnikami zmian techniki należy je wprowadzać jednocześnie, co pozwoli uzyskać wysokie efekty ekonomiczne w postaci zmniejszenia kosztów eksploatacyjnych i nakładów inwestycyjnych. Osiągnięcie więc wysokiej opłacalności instalowania wielkich agregatów prądowórczych wymaga stosowania wyższych parametrów termodynamicznych czynnika roboczego, wysokiego poziomu mechanizacji, automatyzacji oraz możliwie dużej niezawodności urządzeń wytwórczych.

W ostatnich dwudziestu latach znacznie zwiększyła się moc jednostkowa bloków instalowanych w elektrowniach. W Polsce w 1955 r. największa moc turbozespołu była równa 55 MW, a przeciętna moc bloków w elektrowni cieplnej wynosiła 12,6 MW. W 1975 r. wynosiła ona 63,6 MW. W latach sześćdziesiątych zaczęto w krajach wysoko uprzemysłowionych, w tym również w Polsce, wprowadzać do eksploatacji bloki o mocy 200 MW. W naszym kraju od trzech lat są wprowadzane większe turbozespoły, o mocy 360 MW, jednak w krajach przodujących w zakresie postępu technicznego w wytwarzaniu energii elektrycznej, jak na przykład w ZSRR, USA, Francji, obserwuje się tendencję do instalowania w elektrowniach jednostek energetycznych o coraz większych mocach. Największe bloki są eksploatowane w ZSRR i USA. W krajach tych moc największego turbozespołu wynosiła: w USA - 1150 MW, w ZSRR - 800 MW. W krajach europejskich (poza ZSRR) największe moce są zainstalowane w Wielkiej Brytanii - 660 MW, we Włoszech - 640 MW, we Francji - 575 MW, w Hiszpanii - 541 MW.<sup>3</sup> W Polsce, jak wiadomo, podjęto produkcję bloków 360 MW, a pierwsze dwa bloki o mocy 500 MW są zainstalowane w elektrowni Kozienice. Polska zajmuje jednak w Europie dość odległe miejsce pod względem przeciętnej mocy zainstalowanych turbozespołów.

Zmiany w strukturze mocy systemu elektroenergetycznego zachodziły w szczególnie szybkim tempie w latach 1960-1965, a więc podczas uruchamiania bloków 200 MW. Stosunkowo szybkie tempo zmian daje się zaobserwować również w latach 1970-1975, co ma związek z przyspieszoną - w porównaniu z poprzednim okresem - modernizacją istniejących i budową nowych elektrowni.

Maszyny i urządzenia zainstalowane w elektroenergetyce polskiej jeszcze w 1975 r., mimo niezbyt dużych mocy w porównaniu z innymi roz-

winiętymi krajami, charakteryzowały się stosunkowo krótkim okresem eksploatacji, wynikającym z szybkiego tempa rozbudowy potencjału energetycznego. W elektrowniach ciepłych zawodowych wartość majątku trwałego uzyskana w latach 1971-1975 wynosiła 43,0% ogólnej wartości zaangażowanych środków trwałych. Udział wartości środków trwałych oddanych do eksploatacji w latach 1961-1970 i 1949-1960 wynosił odpowiednio 38,1 i 16,0%, pozostałe zaś 2,9% wartości tych środków to maszyny i urządzenia zainstalowane przed 1946 rokiem. Prawie połowę wartości środków trwałych, zaangażowanych w ciepłych elektrowniach zawodowych, stanowiły więc maszyny i urządzenia charakteryzujące się wyższą sprawnością przetwarzania energii i okresem eksploatacji nie dłuższym niż pięć lat.<sup>4</sup>

Od 1975 roku relacje te zaczęły się niekorzystnie zmieniać, ze względu na relatywnie niewielki przyrost mocy jaki później nastąpił. W rezultacie średni wiek bloków energetycznych wynosił w 1984 roku ponad 10 lat, a więc urządzenia te są obecnie w dużej mierze zdekapitalizowane. Strukturę wiekową mocy zainstalowanej w energetyce podamy w tabeli 6.2.

T a b e l a 6.2

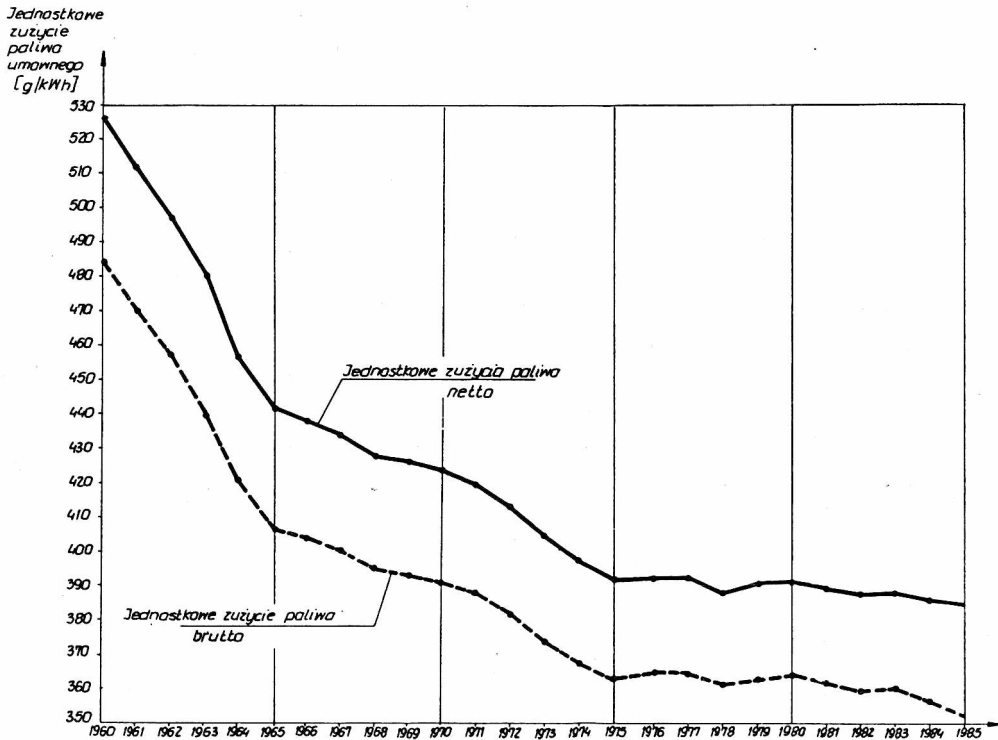
Moc energetyki zawodowej według okresu eksploatacji w 1984 r.

Lp.	Okres eksploatacji (lata)	Bloki kondensacyjne	
		Liczba (sztuk)	Moc zainstalowana(MW)
1	0-5	11	2840
2	5-10	22	4600
3	10-15	28	5360
4	15-20	22	3200
5	20-25	12	1940

Zródło: obliczenia własne na podstawie materiałów MGIE.

W wyniku zmian, które dokonały się w strukturze elektrowni zainstalowanych w latach 1960-1981, nastąpiły korzystne tendencje w kształtowaniu się parametrów techniczno-ekonomicznych.<sup>5</sup> Pewne efekty ekonomiczne osiągnięto dzięki zmniejszeniu jednostkowego zużycia paliwa umownego brutto i netto. Zmniejszenie jednostkowego zużycia paliwa netto uzyskano przez zwiększenie wytwarzania energii i zmniejszenie zużycia energii elektrycznej na potrzeby własne obiektów wytwórczych (rys. 6.1). Dalszą znaczną poprawę wskaźników techniczno-ekonomicznych można osiągnąć jedynie przez zwiększenie średniej sprawności wytwarzanej energii elektrycznej w obiegu kondensacyjnym, z czym wiążą się zmiany w strukturze mocy systemu oraz zwiększenie ilości energii elektrycznej wytwa-

rzanej wraz z energią ciepłą.



Rys.6.1 Jednostkowe zużycie paliwa umownego brutto i netto w ciepłych elektrowniach zawodowych w latach 1960-1985

Fig.6.1 Gross and net specific fuel unit consumption in professional thermal power stations between 1960 and 1985

W kontekście podanych danych celowe jest przeprowadzenie bardziej szczegółowej ekonomicznej oceny procesów wytwarzania energii elektrycznej w latach 1960-1984. W tym celu posłużono się ekonometryczną analizą całkowitych kosztów wytwarzania i poszczególnych ich składników.<sup>6</sup> Analiza taka pozwala wyrazić efektywność zmian w technice wytwarzania w sposób pośredni i ocenić w kategoriach ekonomicznych tendencje w rozwoju tej techniki. Aby określić efektywność posłużono się funkcjami regresji o postaci potęgowej, tj. określonych równaniem  $y = ax^b$ .<sup>7</sup>

Jako zmienną objaśniającą (x) przyjęto moc elektrowni, a jako zmienne objaśniane przyjęto kolejno: jednostkowe koszty wytwarzania energii elektrycznej, jednostkowe zużycie paliwa oraz wartość środków trwałych brutto przypadających na jednostkę mocy zainstalowanej. Parametry estymacji (b), będące wykładnikiem potęgowym zmiennej objaśniają-

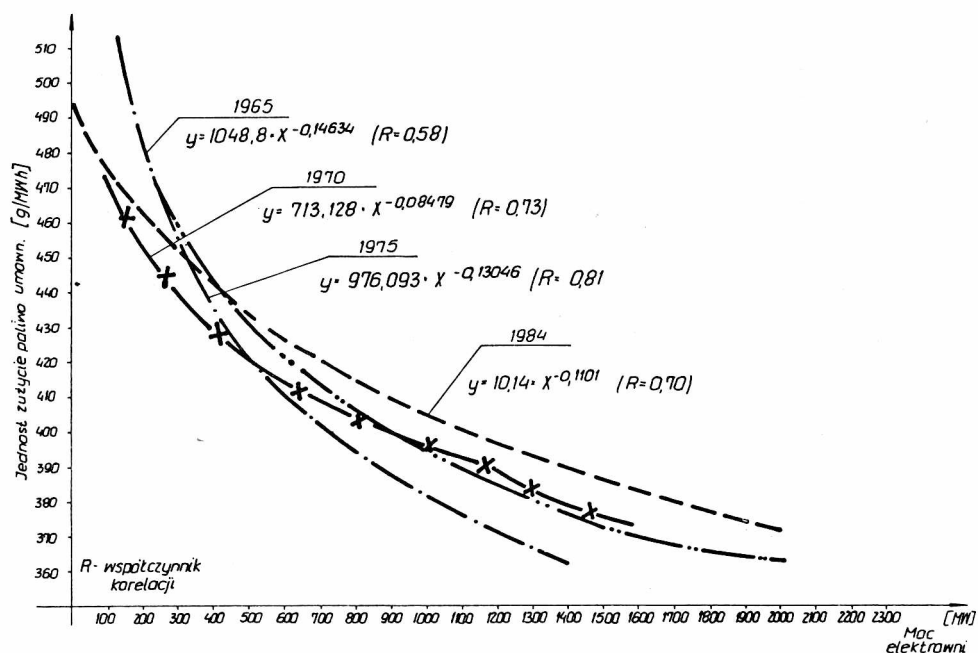
cej, charakteryzują efektywność zmian wprowadzanych w technice wytwarzania energii. Koszty w omawianych funkcjach regresji są podawane w cenach bieżących. Nie podważa to jednak otrzymanych wyników, nie zmienia się bowiem w zasadzie kształtu krzywych i wartości parametrów estymacji. Na podstawie tych parametrów określa się elastyczność poszczególnych zmiennych odniesionych do wielkości elektrowni, tj. ocenia, o ile zmienia się w badanym okresie zmienna zależna w przypadku zmiany zmiennej niezależnej o 1%. Różnice w wartości współczynników elastyczności w analizowanych latach pozwalają ponadto określić wpływ zmian struktury mocy w systemie elektroenergetycznym na efektywność wytwarzania energii.

Do obliczeń wprowadzono dane charakteryzujące 18 największych elektrowni kondensacyjnych. Jest to próbka wystarczająco duża, bowiem udział tych elektrowni w całkowitej mocy systemu elektroenergetycznego przekraczał we wszystkich analizowanych latach 80% i elektrownie te wytwarzały ponad 85% całkowitej ilości energii produkowanej wówczas w kraju. Obliczenia wykonano dla lat 1965-1970, 1975 i 1984, a więc dla ostatnich lat trzech kolejnych planów pięcioletnich, w których kończyły się kolejne etapy zmian w strukturze systemu, oraz roku w którym prowadzono badania. Ponadto rok 1965 kończył pięcioletnie, w którym w polskim systemie elektroenergetycznym dominowały jeszcze bloki o mocy od 15 do 100 MW (bloki o mocy 200 MW były zainstalowane tylko w elektrowni Turów, a ich udział w produkcji całego systemu był znikomy). W 1970 r. pracowało w elektrowniach 20 turbozespołów o mocy 200 MW (36% mocy elektrowni zawodowych), a w 1980 r. 51 bloków o mocy 200 MW (55% mocy elektrowni zawodowych). W 1984 roku rozpoczęła pracę nowa generacja bloków w elektrowni Bełchatów 3 x 360 MW.

Wyniki obliczeń przedstawiono na rysunkach 6.2, 6.3 i 6.4.

#### Jednostkowe zużycie paliwa umownego w funkcji mocy elektrowni

Z relacji ekonometrycznych wynika, że jeśli moc elektrowni wzrosła o 1%, to jednostkowe zużycie paliwa umownego zmniejszyło się o: 0,14% (1965 r.), 0,085% (1970 r.), 0,13% (1975 r.), 0,11% (1984 r.). Jest to elastyczność stosunkowo niska. Największą elastyczność otrzymano w 1965r. dzięki istotnym przeobrażeniom struktury inwestycji w latach 1961-1965, które polegały na zmianie techniki wytwarzania energii. Pozwoliło to znacznie zwiększyć sprawność wytwarzania energii elektrycznej. W latach 1966-1970 i 1975-1980 tempo wzrostu mocy jednostkowej elektrowni w porównaniu z poprzednim okresem zmalało do zera. W tym czasie oddano wprawdzie do eksploatacji 13 (z 20) bloków energetycznych o mocy 200 MW każdy, jednak nie zwiększyło to sprawności wytwarzania energii elektrycznej; w rezultacie współczynnik elastyczności wyraźnie zmalał. Wynikło to także z pogorszenia się jakości spalane go paliwa. W latach 1971-1975

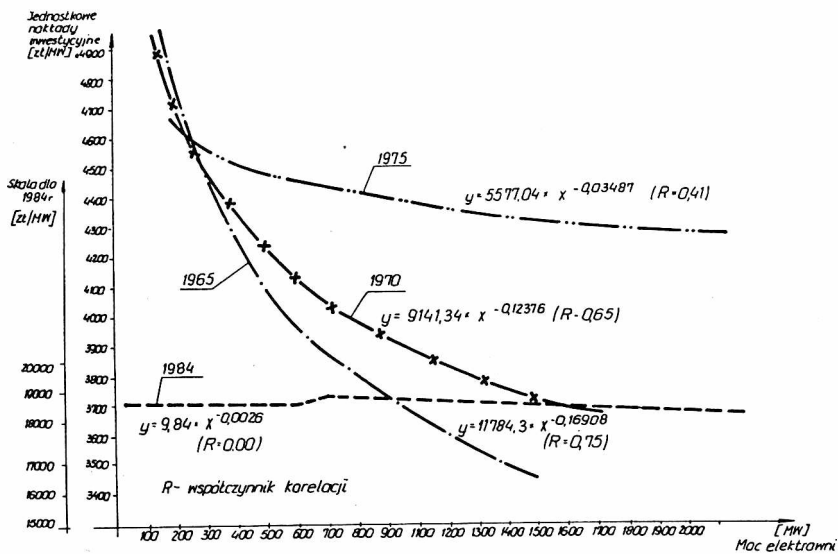


Rys. 6.2 Jednostkowe zużycie paliwa w funkcji mocy elektrowni  
 Fig. 6.2 Specific fuel consumption related to the power plant capacity

uzyskano wyraźny przyrost współczynnika elastyczności (w porównaniu z poprzednim pięcioletniem); zwiększyło się tempo przyrostu mocy dzięki oddawaniu do eksploatacji kolejnych bloków 200-megawatowych. Z przebiegu krzywych przedstawionych na rysunku 6.2 wynika, że zwiększenie mocy elektrowni, przy założeniu niezmiennej struktury zainstalowanych bloków, nie może spowodować dalszego wyraźnego zmniejszenia jednostkowego zużycia paliwa.

#### Jednostkowe wartości środków trwałych brutto w funkcji mocy elektrowni

Ze zwiększeniem się mocy elektrowni o 1% zmniejszała się wartość majątku trwałego na jednostkę zainstalowanej mocy: o 0,169% (1965 r.), 0,124% (1970 r.) a w 1975 roku i w 1984 r. nie ma żadnej praktycznie korelacji. Była to w latach 1960-75 elastyczność niska. Systematyczne zmniejszanie się parametrów estymacji, a następnie brak korelacji w kolejnych pięcioletniach świadczy o wyraźnym zahamowaniu regresji jednostkowych nakładów inwestycyjnych w funkcji mocy elektrowni. Zahamowanie to wynikało z pogorszenia się jakości spalanego paliwa. Wzrost jednostkowych nakładów inwestycyjnych jest spowodowany spalaniem odpadowego



Rys. 6.3. Jednostkowe koszty inwestycyjne w funkcji mocy elektrowni  
 Fig. 6.3. Unitary investment outlay related to the capacity of the power plant

węgla kamiennego (muły i przyrosty), coraz szerszym wykorzystywaniem węgla brunatnego oraz wymuszonymi lokalizacjami elektrowni (budowa elektrowni w pobliżu kopalni węgla brunatnego, uwzględnienie wymagań ochrony środowiska naturalnego). Wymagania ochrony środowiska naturalnego powodują konieczność instalowania dodatkowych urządzeń, co wpływa na wzrost jednostkowych nakładów inwestycyjnych. Trudno jest znaleźć wszystkie przyczyny tego zjawiska. Oprócz już wymienionych, istotne znaczenie ma tutaj zwiększenie jednostkowych nakładów inwestycyjnych wywołane inflacyjnym wzrostem cen oraz niskie tempo przeszacowania majątku trwałego w elektrowniach.

#### Jednostkowe całkowite koszty wytwarzania energii w funkcji mocy elektrowni

Współczynniki elastyczności (0,316 w 1965 r., 0,158 w 1970 r., 0,208 w 1975 r., 0,237 w 1984 r.) w przypadku obliczania jednostkowych kosztów wytwarzania energii w funkcji mocy elektrowni są niemal dwukrotnie większe w 1965 r. i aż sześciokrotnie większe w 1975 r. od współczynników uzyskanych podczas analizy nakładów inwestycyjnych. Głównym efektem wzrostu mocy elektrowni jest bowiem zmniejszenie zużycia paliwa, którego koszt przeważa w całkowitych kosztach wytwarzania energii elektrycznej. Ponadto zwiększający się w badanym okresie udział węgla brunatnego oraz gorszych gatunków węgla kamiennego w struk-



turze surowców zmniejszył (dzięki ich niskiej cenie) koszty paliwa. Związek między obniżką kosztów wytwarzania a jednostkowym zużyciem paliwa jest widoczny także przy porównywaniu współczynników elastyczności otrzymanych dla jednostkowego kosztu wytwarzania ze współczynnikami jednostkowego zużycia paliwa. We wszystkich trzech badanych okresach współczynniki elastyczności kosztów wytwarzania są prawie dwukrotnie wyższe niż jednostkowego zużycia paliwa.

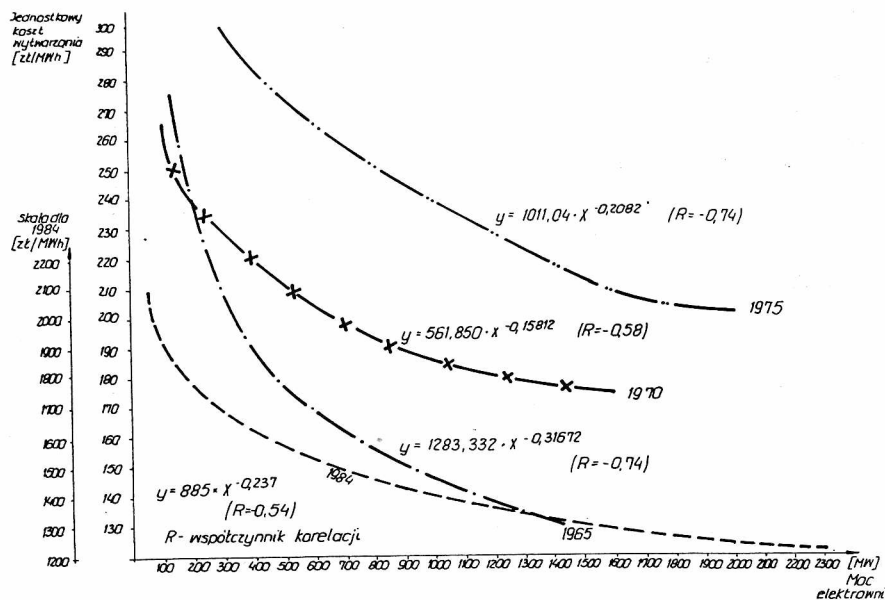
Ekonometryczna analiza efektów ekonomicznych wynikających ze zwiększania mocy urządzeń wytwórczych w elektrowniach i zwiększania mocy elektrowni wykazała, że w dziedzinie wytwarzania energii elektrycznej występują powiązania efektów ekonomicznych z koncentracją produkcji. Z kształtu krzywych na rysunkach 6.2, 6.3 i 6.4 wynika, że dalsze zmniejszanie kosztów wytwarzania energii elektrycznej, jednostkowego zużycia paliwa oraz jednostkowych nakładów inwestycyjnych wymaga zmian w technice wytwarzania energii elektrycznej. Ekonomiczną efektywność wytwarzania energii elektrycznej można zwiększyć przede wszystkim przez zwiększenie mocy jednostkowej bloku energetycznego, a więc wprowadzenie zmian w technice wytwarzania. W znacznie mniejszym stopniu na zwiększenie efektywności wpływa zwiększenie całkowitej mocy elektrowni przez jej rozbudowę (uruchomienie kolejnych bloków).

Jednostkowe koszty wytwarzania można zmniejszyć przede wszystkim przez zmniejszenie jednostkowego zużycia paliwa. Innymi czynnikami decydującymi o obniżeniu tych kosztów są niższe ceny spalane paliwa, zmniejszenie zatrudnienia oraz degradacja jednostkowych nakładów inwestycyjnych. Na znaczne zmniejszenie jednostkowego zużycia paliwa mogą wpłynąć tylko zmiany techniki wytwarzania energii elektrycznej, powodujące zarazem zahamowanie niekorzystnej tendencji do zmniejszenia degressji jednostkowych nakładów inwestycyjnych w funkcji mocy elektrowni.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że rozwój krajowego systemu elektroenergetycznego w latach 1960-1984 był nierównomierny. Duże zróżnicowanie tempa i kierunków rozwoju doprowadziło do znacznych różnic w efektywności wytwarzania energii elektrycznej.

Z przedstawionych danych i wykresów wynika jednoznacznie, że zostały już wyczerpane możliwości poważniejszego zwiększania efektywności wytwarzania w warunkach istniejącej struktury aparatu wytwórczego w elektrowniach. Pewne (ograniczone) możliwości zwiększenia efektywności tkwią w poprawie jakości spalane paliwa, co w świetle grożącego deficytu węgla kamiennego stanowić może jedynie postulat, i w starannej eksploatacji elektrowni.

Przedstawię dalej uwagi dotyczące wybranych aspektów zmian technicznych w wytwarzaniu energii elektrycznej w Polsce, a mianowicie ma-



Rys. 6.4. Jednostkowy koszt wytwarzania energii elektrycznej w funkcji mocy elektrowni  
 Fig. 6.4. Unitary cost of electric power production related to the capacity of the power plant

teriałochłonności maszyn i urządzeń instalowanych w elektrowniach, i związane z nimi zagadnienia utrzymania ruchu. W krajowym systemie elektroenergetycznym wraz ze wzrostem mocy nie zawsze występowała poprawa wskaźników techniczno-ekonomicznych pracy elektrowni. Przykładem mogą być dane dotyczące materiałochłonności kotłów parowych i młynów węglowych - najbardziej materiałochłonnych urządzeń elektrowni. Współczynniki materiałochłonności tych urządzeń rosną wraz ze wzrostem ich jednostkowej mocy. Całkowity współczynnik materiałochłonności, mierzony stosunkiem masy powierzchni ogrzewalnej kotła do ich wydajności, zwiększył się w okresie 1976-1983, a więc wtedy, gdy przyrost mocy w systemie uzyskiwano dzięki blokom 200, 500 i 360 MW, i wynosił 2009 kg/tonę pary w 1976 r., 2054 - 1977 r., 2064 - 1978 r., 2082 - 1979 r., 2084 - 1980 r. Oznacza to, że względny przyrost masy tych części kotłów parowych był większy niż przyrost mocy zainstalowanej w systemie.<sup>8</sup>

Popatrzmy także na realizację systemu technicznej obsługi i remontów elektrowni, a szczególnie na zapotrzebowanie na części zamienne. Zapotrzebowanie to określone jest przez różne czynniki, w tym także przez parametry techniczno-ekonomiczne instalowanych w elektrowniach

maszyn i urządzeń. W latach 1976-1982 na każdy procent wzrostu mocy w systemie zużycie części zamiennych wzrastało około 3% i w 1985 roku wynosiło 36 tys. ton, z tego 78% przypadało na części do młynów i kotłów. Utrzymanie się tego trendu do 2000 roku oznaczałoby zwiększenie zapotrzebowania na części zamienne do 66 tys. ton, a więc około 90% więcej niż 1985 r. Wymagałoby to znacznego rozwoju kosztownej bazy wytwórczej przedsiębiorstw wytwarzających te części i potencjału przedsiębiorstw remontowych.<sup>9</sup> Efektywne wykorzystanie tego potencjału wymagałoby wprowadzenia zmian technicznych w sposób kompleksowy. Oznacza to konieczność tworzenia warunków do efektywnego wykorzystania tego potencjału z uwzględnieniem branż kooperujących. W przeciwnym wypadku traci się efekty wynikające z możliwości tkwiących w nowej technice. Postulat o konieczności efektywnego wytwarzania produktów ma, bez wątpienia, charakter uniwersalny, szczególnie istotnego znaczenia nabiera jednak właśnie przy wytwarzaniu energii elektrycznej.

#### 6.2. Problemy rozwoju energetyki atomowej

Wśród różnych możliwości pokojowego wykorzystania energii atomowej najbardziej zachęcające jest jej zastosowanie do produkcji energii elektrycznej. Z punktu widzenia procesu wytwórczego nie ma praktycznie większej różnicy między elektrownią konwencjonalną a energią atomową. Wprowadzenie energii jądrowej nie zmienia obiegu cieplnego elektrowni, a polega na zastosowaniu zamiast kotła parowego reaktora wykorzystującego jako paliwo pierwiastek rozczepiony. Pozostałe elementy procesu wytwórczego pozostają w istocie niezmiennione. Ta pozornie niewielka zmiana wymagała i wymaga wieloletnich i bardzo kosztownych badań i studiów, stworzenia nowej technologii, bazy materiałowej oraz (co jest w tym wypadku niezmiernie ważne) zapewnienia nie spotykanego w elektrowniach konwencjonalnych bezpieczeństwa pracy.<sup>10</sup> Jest to już co najmniej od kilkunastu lat w pełni przemysłowa technologia wytwarzania energii elektrycznej, z opanowanym, w zasadzie, bezpieczeństwem pracy całego układu. Jeśli bowiem w elektrowni konwencjonalnej wystąpi mniej lub bardziej istotna dla procesu technologicznego awaria, to można mieć nadzieję, że skutkiem jej będzie co najwyżej zaprzestanie produkcji. W elektrowni jądrowej natomiast każda awaria, niezależnie od tego, w jakim stopniu wpływa na zakłócenie procesu wytwarzania energii, grozi skażeniem radioaktywnym, którego skutki są dużo gorsze niż te, jakie wynikają z zaprzestania produkcji. Niestety historia rozwoju energetyki atomowej zna takie przypadki (awaria elektrowni Three Mile Island w USA oraz poważna awaria elektrowni w Czarnobylu).

Mimo istniejących zagrożeń, którym społeczność międzynarodowa stara się przeciwdziałać, proces rozwoju energii elektrycznej w elektrow-

niach atomowych zachodził do tej pory bardzo szybko. W 1985 r. pracowało w świecie 374 siłowni atomowych o łącznej mocy 250 GW. Wyprodukowano 1400 TWh energii elektrycznej, co stanowi 10% światowej produkcji. Produkcja ta w 1985 r. w porównaniu z 1984 rokiem wzrosła o 19%. Trzeba dodać, że owe 1400 TWh energii w 1985 roku wymagałoby zużycia 570 milionów ton węgla kamiennego. W Europie Zachodniej wyprodukowano w elektrowniach atomowych w 1985 roku - 551 TWh energii elektrycznej, co równa się całkowitej produkcji w 1960 roku. W tabeli 6.3 przedstawiono produkcję energii elektrycznej w elektrowniach atomowych i jej udział w globalnej produkcji energii elektrycznej w wybranych krajach w 1985 r. W tabeli 6.4 podano moc zainstalowaną w elektrowniach atomowych w latach 1960-1982.

W materiałach ostatniej Światowej Konferencji Energetycznej przewiduje się co najmniej trzykrotny wzrost mocy zainstalowanych w elektrowniach jądrowych do 2000 r. w stosunku do 1982.<sup>11</sup>

Podstawowym typem reaktora jądrowego stawianego w elektrowniach jest reaktor wodny ciśnieniowy (oznaczony w literaturze symbolem WWER lub PWR). Ma on dwa obiegi wody, przy czym woda w obiegu roboczym jest radiologicznie czysta. Zaletą jego jest sprawdzona konstrukcja, zapewniająca wysoką dyspozycyjność bloku energetycznego i pełne bezpieczeństwo zarówno obsługi, jak i otoczenia. Udział mocy zainstalowanej w tego typu elektrowniach wynosi obecnie ponad 75% łącznej mocy elektrowni atomowych. Pozostałe 25% przypada w zasadzie na reaktory wrzące (BWR).<sup>12</sup>

W związku z szybkim w ostatnich latach rozwojem energetyki atomowej pojawia się pytanie dotyczące przesłanek, które spowodowały, że wiele krajów świata przeznaczyło znaczne środki i skierowało wielu badaczy o różnych specjalnościach do badań nad rozwojem energetyki jądrowej. W literaturze wskazuje się na cztery grupy przesłanek rozwoju energetyki atomowej wynikających z:<sup>13</sup>

- sytuacji paliwowo-energetycznej,
- warunków ekonomicznych,
- rozwoju techniki i technologii produkcji (postępu technicznego),
- ochrony środowiska naturalnego.

Rozpatrzmy te z nich, które wpływają na rozwój energetyki krajowej.

#### Przesłanki wynikające z sytuacji paliwowo-energetycznej

W poprzednich rozdziałach przedstawiono trudną sytuację gospodarstwa polskiej dotyczącą zaspokojenia potrzeb energetycznych. Dotyczy ona wszystkich nośników energii pierwotnej, z węglem kamiennym włącznie, oraz nośników energii finalnej - w tym także, okresowo bardzo mocno, energii elektrycznej. Nadwyżka importu paliw i energii nad eksportem, która powstała w 1981 roku, stopniowo powiększa się. Rocznie eksploa-

T a b e l a 6.3

Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach atomowych i jej udział w globalnej produkcji energii elektrycznej w wybranych krajach (1985 r.)

Lp.	Wyszczególnienie	Jednostka miary	Kraj											
			Belgia	Finlandia	Francja	Japonia	Bułgaria	CSRS	Węgry	NRD	RFN	Hiszpania	ZSRR	USA
1	Produkcja energii elektrycznej w elektrowniach atomowych	TWh	32,4	18,2	213,1	157	13	11	6	12	120	27	152	383
2	Udział w globalnej produkcji energii elektrycznej	%	59,8	38,2	64,8	22,7	31,6	14,6	23,6	12	31,2	24,0	10,3	15,5

Zródło: opracowano na podstawie Worldwide nuclear power status and trend, Bulletin International Atomic Energy Agency, Vol.28, No.3, Vienna, Autum 1986.

Tabela 6.4

Moc zainstalowana w elektrowniach atomowych w latach 1960-1982

Kraje	Moc zainstalowana netto - stan w końcu roku						w % mocy zainstalowanej ogółem
	1960	1965	1970	1975	1980	1982	
	w megawatach						
Świat	859	6456	16614	75113	141475	169576	7,8
Belgia	-	11	11	1666	1666	2566	21,3
Bułgaria	-	-	-	880	880	1760	18,5
Czechosłowacja	-	-	-	114	852	860	4,7
Francja	97*	416*	1650	2893	14394	23284	31,5
Hiszpania	-	-	153	1120	1091	1500	5,0
Japonia	-	13	1336	6615	15689	17342	11,2
Kanada	-	20	240	2666	5866	5600	6,7
NRD	-	-	75	950	1836	1830	8,6
RFN	-	15*	890	3293	8625	9826	11,5
St. Zjedn. Ameryki	297	926	6493	38943	56490	63042	9,7
Szwecja	-	-	10	2422	4610	6440	21,7
W. Brytania	360*	3387*	3427	4547	6458	6490	9,4
Włochy	-	642*	552	551	1424	1273	2,5
ZSRR	105	1016	952	4898	14000	18000	6,3

Zródło: Rocznik statystyki międzynarodowej 1984, GUS, Warszawa 1985, s. 125,

\* moc zainstalowana brutto.

tacja elektrowni jądrowej o mocy 1000 MW "zwalnia" ok. 3,5 mln ton węgla kamiennego lub alternatywnie około 8 mln ton węgla brunatnego. Największym konsumentem węgla jest i pozostanie energetyka zawodowa. Określać to więc będzie dalsze zwiększenie zapotrzebowania na energię elektryczną, lecz prawdopodobnie znacznie mniejsze od dotychczasowego. W wielu prognozach wskazuje się, że zapotrzebowanie w 2000 r. wynosić będzie około 220 mln MWh, co oznacza przeciętny wzrost w skali rocznej o około 3,2% w ciągu najbliższych 15 lat.<sup>14</sup> Dla przypomnienia podaję, że produkcja energii elektrycznej w 1985 r. wynosiła 135 MWh, tak więc pożądany przyrost wynosi 85 mln MWh, z tego 45 mln MWh planuje się uzyskać z elektrowni atomowych.<sup>15</sup> Z literatury i materiałów MGIE wynika, że produkcję tę zamierza się osiągnąć z elektrowni jądrowych o 4 blokach o mocy 465 MW i 6 blokach o mocy 1000 MW, co daje moc zainstalowaną - 7860 MWh. Bloki te mogą mieć roczną zdolność produkcyjną równą około 50 mln MWh i pozwolą "zaoszczędzić" rocznie 17 mln ton paliwa umownego. Zapotrzebowanie zaś na paliwo jądrowe w latach 1989-2000 wyniesie około 1500 ton.

Podsumowując tę grupę przesłanek rozwoju energetyki atomowej, należy odnotować, iż z punktu widzenia krajowego bilansu paliw i energii wytwarzanie energii elektrycznej w elektrowniach atomowych stanowi bardzo ważną opcję rozwojową. Wynika to zarówno ze zbilansowania potrzeb i podaży na paliwa konwencjonalne, jak i gwałtownie rosnących kosztów ich pozyskania. Energetyka atomowa pozwala bowiem z jednej strony na "oszczędności" energetyczne w krajowym bilansie węgla, a z drugiej zaś na zrównoważenie w przyszłości popytu i podaży na energię elektryczną. Dlatego w latach siedemdziesiątych w wielu krajach, które rozwijały tę dziedzinę produkcji, budowa elektrowni atomowych pozwalała na produkcję alternatywnej - w stosunku do ropy naftowej i węgla - energii. W polskich warunkach jest to także alternatywą w stosunku do rozwoju wydobycia węgla kamiennego i brunatnego, co jest bardzo kosztowne i będzie jeszcze społecznie droższe.

#### Przesłanki wynikające z warunków ekonomicznych

Ekonomiczna efektywność wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach atomowych jest określana dwoma podstawowymi czynnikami. Są to nakłady inwestycyjne na jednostkę zainstalowanej mocy oraz jednostkowe koszty eksploatacyjne, których poziom jest przede wszystkim wyznaczony przez koszty paliwa.<sup>16</sup> Za warunek efektywności wykorzystania tego typu elektrowni należy jednak przyjąć, że czas wykorzystania ich nominalnej mocy będzie przekraczał 4000 godzin rocznie, a więc będą pracować w podstawie obciążenia systemu elektroenergetycznego. Poziom obu tych kosztów zależy od warunków lokalnych i w różnych krajach różnie się kształtuje. Bez wątpienia, koszty budowy elektrowni atomowych w przeliczeniu na jednostkę zainstalowanej mocy są wyższe niż w elektrowni konwencjo-

nalnej. Wynika to przede wszystkim z wysokich wymogów jakościowych oraz dodatkowych nakładów zapewniających bezpieczeństwo pracy w elektrowniach jądrowych. Według danych francuskich z 1981 roku, jednostkowy koszt inwestycyjny elektrowni atomowej mocy 1300 MW wynosił 4600 franków/MW, węglowej - 3550 franków/MW, opalanej ropą - 3050 franków/MWh. Koszt zaś wytwarzania odpowiednio: 15 centymów/kWh, 23,5 centymów/kWh, i 45,5 centymów/kWh.<sup>17</sup> Strukturę tych kosztów przedstawiono w tabeli 6.5.

T a b e l a 6.5

Struktura przeciętnego jednostkowego kosztu wytwarzania energii elektrycznej w różnych typach elektrowni (wg danych francuskich, 1981 r.)

Lp.	Wyszczególnienie (składnik kosztu centymy/kWh)	Elektrownie jądrowe o mocy 1300 (MW <sup>*</sup> )	Elektrownie na węgiel, blok 600 (MW <sup>**</sup> )	Elektrownie na ropę, blok 60 (MW <sup>***</sup> )
1	Amortyzacja	8,1	6,2	5,4
2	Koszty eksploatacyjne bez kosztów paliwa	2,9	2,9	2,6
3	Koszty paliwa	4	14	34,2
4	Koszty odsiarczania	-	2,7	3,3
5	Razem	15	25,8	45,5

Zródło: Revue Generale Nucleaire, 1/1981, s. 51-52.

\* - strefa ekonomicznego wykorzystania 6300 - 3000 h/rok

\*\* - "- - "- -" - 4000 - 1000 -"

\*\*\* - "- - "- -" - 400 - 1 -"

Badania prowadzone w różnych krajach wykazały również, że jednostkowe nakłady inwestycyjne, poniesione w rachunku ciągnionym na rozwój energetyki konwencjonalnej, obejmujące budowę nowych elektrowni, budowę bazy paliwowej dla tych elektrowni, rozbudowę linii kolejowych, są takie same lub wyższe niż odpowiednie nakłady na rozwój energetyki jądrowej. Dokładne wyniki rachunku ekonomicznego zależą nie tylko od wartości poniesionych nakładów dla uzyskania określonego efektu, lecz także od przyjęcia określonej stopy dyskontowej. Z opracowań Międzynarodowej Konferencji Energetycznej w Wiedniu, w 1982 r., wynika, że relatywny koszt produkcji energii elektrowni jądrowych do węglowej tej samej mocy, pomimo wyższych nakładów inwestycyjnych na budowę elektrowni jądrowej, jest o 24-27% niższy od kosztu uzyskanego w elektrowni opalanej węglem, przy stopie dyskontowej 5% i 7-20% przy stopie dyskontowej



10%.<sup>18</sup>

Istotną korzyścią wynikającą z rozwoju energetyki atomowej jest ograniczenie transportu paliwa. Wcześniej wspomniano, że elektrownia ciepła o mocy 1000 MW opalana węglem wymaga dostawy ok. 3,5 mln ton węgla, to wymaga przewiezienia dziennie 10 tys. ton, tj. 7 pociągów po 1500 ton każdy. Przy istniejących trudnościach w transporcie kolejowym rozwój energetyki jądrowej, zwłaszcza w rejonach oddalonych od kopalni węgla kamiennego (północ kraju), jest więc, z tego punktu widzenia, bardzo korzystny.

Określenie efektywności wytwarzania energii w elektrowniach atomowych w stosunku do wytwarzania w elektrowniach konwencjonalnych opalanych węglem jest w krajowych warunkach niezmiernie trudne. Nie ma bowiem danych, na podstawie których można by przeprowadzić tego typu rachunek. Koszty wytwarzania energii w elektrowniach węglowych są także - co omówione wcześniej - bardzo poważnie zniekształcone. Biorąc jednak pod uwagę wysokie społeczne koszty pozyskania węgla kamiennego i brunatnego, budowa energetyki atomowej wydaje się, z ekonomicznego punktu widzenia, atrakcyjną opcją rozwojową.

#### Przesłanki wynikające z rozwoju techniki i technologii produkcji

Kolejną przesłanką rozwoju energetyki atomowej jest postęp techniczny. Samo wytwarzanie energii elektrycznej poprzez wykorzystanie paliwa jądrowego jest ważnym kierunkiem postępu technicznego w energetyce. Jednak zasięg oddziaływania tego kierunku znacznie wykracza poza ramy wytwarzania energii i oddziałuje zarówno na sferę przedsięwzięć badawczo-innowacyjnych, jak i procesy produkcji w wielu dziedzinach gospodarki, a szczególnie przemysłu.

Celowość i efektywność wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych, uzasadniona wcześniej podanymi przesłankami wynikającymi z bilansu paliw i energii oraz ekonomicznymi, wtedy tylko nie będzie budzić wątpliwości, gdy instalacje w elektrowni pracować będą pewnie i bez zakłóceń w przewidzianym okresie. Dotyczy to procesów eksploatacji i utrzymania ruchu elektrowni. Spełnienie tego warunku w tak dużej skali (w warunkach gospodarki polskiej) i osiągnięcie planowanej zdolności wytwórczej do 2000 roku wydaje się niezwykle trudnym zadaniem. Oznacza to bowiem pełne opracowanie konstrukcji i rozwój produkcji maszyn i urządzeń dla elektrowni jądrowej w okresie najbliższych dziesięciu lat oraz szybki rozwój potencjału produkcyjnego, projektowego, wykonawczego, eksploatującego i w końcu remontowego w tej specjalności. Będzie to, bez wątpienia, jedno z najpoważniejszych wyzwań technologicznych dla gospodarki polskiej w najbliższym dziesięcioleciu. We wszystkich tych sferach wymuszać będzie realizację jakościowo "nowej" produkcji i procesów wytwórczych. Wymagać to będzie jednoczesnych prac badawczo-innowa-

cyjnych nie tylko w dziedzinie techniki, lecz także organizacji i zarządzania, badań systemowych i ekonomiki.<sup>19</sup> Na przykład już od 1985 roku trwają prace nad określeniem systemów technicznej obsługi i remontów w elektrowniach jądrowych. Z doświadczeń innych krajów wynika bowiem, że prowadzenie remontów elektrowni jądrowej metodami jakie stosuje się w siłowniach konwencjonalnych jest praktycznie niemożliwe, jeśli chce się, aby przebiegały planowo, efektywnie i bezpiecznie.

Podsumowując trzeba podkreślić, że energetyka atomowa może się stać dźwignią postępu technicznego, może wymuszać na kooperujących branżach przemysłu nowe technologie, nowe maszyny i urządzenia. Jednak wymagać to będzie znacznych nakładów na prace badawczo-innowacyjne i przyjęcia efektywnych rozwiązań organizacyjnych.

#### Przesłanki wynikające ze środowiska naturalnego

Czwartą (ostatnią) przesłanką rozwoju energetyki atomowej są względy środowiskowe. Należy na wstępie zaznaczyć, że korzystną cechą elektrowni jądrowych jest brak zanieczyszczeń tlenkami siarki, azotu, węgla i popiołami. Z tych powodów siłownie atomowe mogą być budowane także w regionach o dużym zanieczyszczeniu powietrza atmosferycznego. W ten sposób podstawowy problem, jaki pojawia się w odniesieniu do środowiska naturalnego i człowieka, przesuwa się na tzw. "bezpieczeństwo jądrowe". Oznacza ono taki stan elektrowni, w którym zarówno w warunkach normalnej eksploatacji, jak i w razie możliwych zakłóceń w jej pracy nie zostaną przekroczone dopuszczalne granice narażenia okolicznej ludności oraz załogi elektrowni na promieniowanie radioaktywne. Reaktory jądrowe są przecież źródłem dużych ilości produktów promieniotwórczych powstających w wyniku rozczepienia uranu oraz aktywacji chłodziwa i materiałów konstrukcyjnych. Zapewnienie odpowiednio wysokiej niezawodności i bezpieczeństwa przy elektrowniach atomowych określone jest zasadami ogólnymi przyjętymi w krajach stosujących urządzenia reaktorowe.<sup>20</sup> Spełnienie owych zasad wymaga:

1. Wysokiej jakości i niezawodności działania wszystkich urządzeń i układów ze względu na bezpieczeństwo. Osiąga się to przez staranny dobór, wstępne przebadanie i atestację materiałów konstrukcyjnych, staranne wykonanie i zwielokrotnienie układów zabezpieczających.

2. Ciągłej i automatycznej kontroli pracy obiektu i automatycznego wyłączenia reaktora w razie przekroczenia dopuszczalnej wartości jakiegokolwiek parametru istotnego dla bezpieczeństwa pracy.

3. Zastosowania kilku innych barier na drodze rozprzestrzenienia się promieniotwórczych produktów.

4. Odprowadzania odpadów stałych i ciekłych po ich zestaleniu na centralne składowisko odpadów. Odpady gorące i lotne są w sposób kontrolowany odprowadzane do atmosfery, przy czym poziom ich emisji musi być

nie tylko utrzymany w dopuszczalnych granicach, ale na najniższym możliwym poziomie.

Jest przy tym interesujące porównanie wielkości narażenia na promieniowanie jonizujące wynikające z eksploatacji elektrowni jądrowych i konwencjonalnych opalanych węglem. Spalony w niektórych elektrowniach węgiel zawiera bowiem szereg naturalnych radionuklidów, jak:  $U^{238}$ ,  $Ra^{226}$  i  $Ra^{228}$ ,  $Th^{232}$ ,  $Pb^{210}$ ,  $K^{40}$ ,  $Po^{210}$ , które wraz z pyłami i popiołem są odprowadzane do otoczenia. Oprócz szkodliwości oddziaływania na człowieka i środowisko naturalne takich odpadów jak tlenki siarki i azotu oraz rtęć, narażenie ludzi w promieniu 50 km od elektrowni konwencjonalnej, wskutek uwalniania do otoczenia wyżej podanych naturalnych radionuklidów, może być od 10 do 70 razy większe niż w otoczeniu elektrowni jądrowej tej samej mocy.<sup>21</sup>

Ten bardzo optymistyczny punkt widzenia na związki pomiędzy wytwarzaniem energii elektrycznej w elektrowniach atomowych a środowiskiem uległ pewnej modyfikacji po awarii elektrowni w Czarnobylu. W jej wyniku zostały promieniotwórczo skażone znaczne obszary na Ukrainie i poza granicami ZSRR. Awaria ta zmusiła do rewizji niektórych poglądów dotyczących systemów zabezpieczenia w siłowniach jądrowych. Okazało się także, iż w skali międzynarodowej, przy pomocy Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (MAEA), istnieje konieczność ponownego rozpatrywania problemów technicznych, organizacyjnych i prawnych związanych z eksploatacją i "bezpieczeństwem jądrowym" elektrowni atomowych.

Należy także zauważyć, iż ostatnio publiczna dyskusja na temat energetyki jądrowej stała się dramatyczna. Można powiedzieć, że przyszłość rozwoju elektrowni atomowych zależeć będzie nie tylko od technicznych i ekonomicznych czynników, lecz także od społecznej akceptacji tej technologii.<sup>22</sup> Badania wskazują na znaczne różnice w ocenie ryzyka, jakie niesie ze sobą proces wytwarzania energii elektrycznej w elektrowniach jądrowych, pomiędzy społeczną percepcją a ocenami ekspertów.<sup>23</sup>

### 6.3. Nowe źródła energii i energie odnawialne

Od wielu lat w różnych krajach prowadzone są prace nad nowymi źródłami energii i energiami odnawialnymi, takimi jak energia: słoneczna, wiatru, geotermiczna, fal morskich itp. Źródła te mogą być wykorzystane do wytwarzania energii elektrycznej i ciepłej. W dającej się przewidzieć przyszłości mogą one mieć jednak jedynie znaczenie lokalne, a koszty zbudowania przemysłowej instalacji są, jak dotąd, relatywnie wysokie. Obniżenie tych kosztów, do poziomu który można by zaakceptować, miałyby duże gospodarcze znaczenie. Źródła te są bowiem odnawialne i na ogół nie oddziałują negatywnie na środowisko. Pod terminami "nowe źródła energii" i "energie odnawialne" kryją się wszystkie niekonwencjo-

nalne źródła energii, oprócz energii jądrowej, takie jak: energia słoneczna, źródła termiczne, ogniwa fotoelektryczne, biomasa w postaci drewna i odpadów pochodzenia rolniczego, przemysłowego i miejskiego, energia wiatru. Wymienić można również energię pochodzenia morskiego, tzn. energię fal i przypiływów morskich.

Stosowanie tych nowych źródeł energii do wytwarzania energii elektrycznej jest uzasadnione w wybranych przypadkach. Interesujące może być ich zastosowanie w warunkach wiejskich, tam gdzie nie doprowadzono sieci elektrycznej. Należy zwrócić uwagę na możliwość znacznego wykorzystania wiatru do produkcji energii elektrycznej. Elektrownie wiatrowe małej mocy mogą z powodzeniem stanowić źródło taniej energii dla wybranych odbiorców i odciążać krajową sieć energetyczną, co ma znaczenie szczególnie w szczycie obciążenia.<sup>24</sup>

Od lat duże nadzieje wiązało się z budową tzw. generatorów MHD (magneto-hydro-dynamicznych), które pozwalają na bezpośrednią konwersję energii cieplnej w elektryczną, co spowodowałoby wzrost sprawności przemiany do około 50%. Mimo długiego okresu badań i studiów, występujące trudności konstrukcyjne i technologiczne są powodem sceptycyzmu co do możliwości skonstruowania takiego urządzenia na skalę przemysłową.<sup>25</sup>

Obok poszukiwań nad wykorzystaniem nowych źródeł energii prowadzone są prace nad rozwojem konwencjonalnych sposobów wytwarzania, w ten sposób, by zapewnić większą sprawność obiegu cieplnego i zmniejszyć zagrożenie dla środowiska. Można tu wymienić prace nad budową kotłów parowych o złożu fluidalnym, które pozwalają na zmniejszenie skażenia środowiska produktami spalania paliwa organicznego, oraz tzw. układów gazowo-parowych pozwalających na zwiększenie sprawności obiegu cieplnego o około 3%.

Prowadzone są także intensywne badania nad reaktorami prędkimi powielającymi. Duże ich znaczenie dla energetyki polega na tym, iż oddaliłyby widmo niedoboru Uranu<sup>235</sup> - podstawowego paliwa dla reaktora - ponieważ jest możliwość wielokrotnego zwiększenia stopnia wykorzystania paliwa uranowego. Z materiałów Konferencji Energetycznej w Wiedniu i New Dalhi wynika, że reaktory tego typu nie będą, przynajmniej do 2000 r., przedmiotem ofert handlowych, a także nie będzie podejmować się decyzji o budowie takich obiektów.<sup>26</sup>

## 7. PLANOWANIE ROZWOJU PRODUKCJI I ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ

### 7.1. Problemy planowania rozwoju produkcji energii elektrycznej

Planowanie rozwoju wytwarzania i przesyłania energii elektrycznej ma w gospodarce socjalistycznej długą tradycję. Można to z całą pewnością stwierdzić, że pierwszym kompleksowym planem harmonizowania celów rozwoju całego systemu gospodarczego z celami działów i gałęzi gospodarki był, opracowany z inicjatywy W.I. Lenina w 1920 r., tzw. Plan GOELRO. Ten pierwszy perspektywiczny plan elektryfikacji Rosji Radzieckiej przewidywał budowę wielkich zakładów przemysłowych oraz elektrowni i równomierne ich rozmieszczenie na terenie całego kraju. Celem planu było dokonanie technicznej rekonstrukcji całej gospodarki ZSRR, opartej na nowoczesnej bazie energetycznej.<sup>1</sup>

Problemy rozwoju całej gospodarki, a szczególnie relacji pomiędzy jej rozwojem a pożądaną dynamiką zmian w działach, gałęziach i branżach są na obecnym poziomie gospodarczym bardziej skomplikowane niż w początkowej fazie budownictwa socjalistycznego. Zapewnienie w warunkach Polski harmonijnego wzrostu gospodarczego oraz likwidacji występujących napięć wymaga znajomości związków i uwarunkowań pomiędzy rozwojem produkcji określonej dziedziny wytwórczości a zmianą jej zapotrzebowania na energię.

W poprzednich rozdziałach starałem się zwrócić uwagę na czynniki, które z punktu widzenia problemów występujących obecnie i w przyszłości w polskiej gospodarce wyznaczają możliwości rozwoju produkcji energii elektrycznej. W ten sposób stają się one podstawowymi determinantami, które ustalać powinny skalę pożądanej produkcji.

Kształtowanie rozwoju wytwarzania energii elektrycznej wymaga rozpatrzenia - oprócz przedstawionych w poprzednich rozdziałach zagadnień - procesów podejmowania decyzji o rozwoju krajowego systemu energetycznego (zwanego przez energetyków skrótem KSE). Procesy te, co wynika z poprzednich rozdziałów, nie przebiegały w całym badanym okresie sprawnie. Sygnały o braku właściwych proporcji między rozwojem gospodarki polskiej a produkcją energii elektrycznej pojawiły się wkrótce po 1965 roku. Już po 1970 roku wystąpił pewien niedobór mocy w systemie elektroenergetycznym. Po 1970 roku zwiększono jednak nakłady na realizowane wcześniej inwestycje w elektrowniach, dzięki czemu przyspieszono oddanie do eksploatacji mocy wytwórczych (zob. rys. 3.1). Uczyniono to jednak kosztem zmniejszenia nakładów na rozwój, niezbędny do utrzymania właściwych proporcji w dłuższym okresie. W ten sposób osiągnięto cel (przywrócono niemal równowagę bilansu mocy w latach 1972-1974), popełniając zarazem poważny błąd w strategii rozwoju.<sup>2</sup> Tempo zaniedbań zaczęło się

bowiem gwałtownie uzewnętrzniać po roku 1976.

Resort, do którego po 1973 roku włączono organizacyjnie system elektroenergetyczny, skupiający przemysł produkujący urządzenia dla energetyki oraz przedsiębiorstwa budowy elektrowni, coraz intensywniej rozwijała działalność eksportową.<sup>3</sup> Eksport usług budowlano-montażowych oraz skierowanie środków na budowy pozaenergetyczne spowodowały znaczne opóźnienia w rozpoczęciu budów energetycznych i zahamowanie już rozpoczętych. W krótkim czasie musiało to - w warunkach stałej struktury gospodarki - doprowadzić do załamania, które nastąpiło na przełomie lat 1978/1979, a więc nieco wcześniej od kryzysu całej gospodarki. Tak więc wystąpienie deficytu energii elektrycznej w tak ostrej postaci świadczy, że wytwarzanie energii elektrycznej było jednym z najsłabszych ogniw wśród branż przemysłowych.

Skutki ostrego kryzysu w systemie energetycznym musiały się także odbić na całej gospodarce. Nagłe, z konieczności dyrektywne, ograniczenia dostaw energii elektrycznej do odbiorców pociągnęły za sobą lawinowe, nieskoordynowane ograniczenia w produkcji, co wobec licznych sprzężeń technologicznych i braku rezerw, a także braku doświadczeń w oszczędzaniu energii, spowodowało znaczne zmniejszenie produkcji w całym kraju.

Należałoby jeszcze zwrócić uwagę na brak jednomyślności w opiniach na temat stanu wytwarzania i przesyłania energii elektrycznej w kraju. W latach siedemdziesiątych zarówno ośrodki pozaresortowe (np. PAN), jak i resortowa (Instytut Energetyki) ostrzegały przed trudnościami w zbilansowaniu potrzeb i możliwości produkcyjnych.<sup>4</sup> Nie wpłynęło to jednak na zmianę stanowiska ośrodków decyzyjnych, gdzie lansowano poglądy o przeinwestowaniu systemu elektroenergetycznego. Podawano argument, iż względne przyrosty mocy zainwestowanej utrzymują się na europejskim poziomie. Niektóre kraje europejskie w tym czasie zmieniały strukturę gospodarczą w kierunku obniżenia jej energochłonności. W Polsce, przy podobnych zmianach struktury, być może nie nastąpiłby deficyt energii. Wypada więc podkreślić, że niedoinwestowanie lub przeinwestowanie systemu energetycznego jest pojęciem względnym, natomiast brak możliwości zaspokojenia zapotrzebowania na energię był i może być faktem. Ponadto ograniczenie eksploatacji określonych paliw, ze względu na ich wysokie koszty lub ich ochronę, powoduje także wzrost potrzeb inwestycyjnych albo na alternatywne źródła energii, albo na inwestycje powodujące ich oszczędzanie.<sup>5</sup>

Wiele krajów, podobnie jak Polska, musiało redukować inwestycje w energetyce z powodu ograniczeń wynikających z braku wystarczających środków oraz ze względu na zwiększające się potrzeby w innych gałęziach gospodarki lub sferze niematerialnych usług, jak np. transport, budownictwo, służba zdrowia, oświata itd.

W wielu krajach nie wiązano ściśle rozwoju energetyki z ogólnogospodarczymi planami. Problem ten dotyczył także krajów wysoko uprzemysłowionych, np. USA, Wielkiej Brytanii, Kanady, które często przeinwestowywały sektor energetyczny, głównie z powodu przesadnie optymistycznych prognoz wzrostu gospodarczego, zakładanego w planach. Z drugiej strony niedoinwestowanie energetyki (często nieświadome) w krajach rozwijających się powodowało niedobór energii, hamujący wzrost produkcji. Można więc postawić pytanie: czy lepiej przeznaczać nadmierne środki na inwestycje w energetyce, aby stworzyć gwarancje, że działalność gospodarcza nie zostanie przyhamowana, czy też redukować inwestycje energetyczne i przeznaczać zaoszczędzone fundusze na inne cele, w tym i oszczędności w zużyciu energii? Z dotychczasowych uwag wypływa wniosek, że dla właściwego ustalenia proporcji pomiędzy całą gospodarką a energetyką decydujące znaczenie ma określenie występującego w przyszłości poziomu produkcji, jaki należy zapewnić w celu względnie trwałego zbilansowania produkcji i potrzeb. Popyt na energię jednak nie jest stały, kształtowany jest przecież przez społeczeństwo na podstawie stworzonych mechanizmów.

W rezultacie działania tych mechanizmów może wystąpić sytuacja, że popyt musi dostosować się do podaży, gdy nie uczyniło się wszystkiego co niezbędne, aby podaż mogła zaspokoić zapotrzebowanie.

Aby uniknąć kłopotów wynikających z braku odpowiedniej ilości energii, a także z przeinwestowania sektora energetycznego, we wszystkich rozwiniętych krajach decyzje w sprawie polityki energetycznej są ważną częścią planów ogólnogospodarczych. W krajach o dużych obszarach rozwój energetyki rozważa się także na szczeblu regionalnym.<sup>6</sup>

Problematyka inwestowania w przemysł paliwowo-energetyczny, a w ramach tego przemysłu w wytwarzanie energii elektrycznej, należy do podstawowych i wymaga rozwiązania także w gospodarce polskiej.<sup>7</sup> Jedną z cech polityki w kraju w ostatnich latach było dążenie do zwiększenia udziału środków na rozwój przemysłu paliwowo-energetycznego.<sup>8</sup> Spowodowało to systematyczne zwiększanie udziału nakładów na przemysł paliwowo-energetyczny. Udział tych nakładów w globalnych nakładach inwestycyjnych w przemyśle wynosił średnio w latach 1971-1975 - 22,9%, w okresie 1976-1980 - 25,3% i w latach 1982-1985 około 46,7% (w cenach 1982 r.)<sup>9</sup> Preferowanie tego działu gospodarki uzasadnione jest troską o niedopuszczenie do powstania w latach osiemdziesiątych deficytu paliw i energii. Jest to, oczywiście, ważny argument, którego nie można nie brać pod uwagę, gdyż zaspokajanie potrzeb energetycznych gospodarki należy do najbardziej podstawowych warunków rozwoju. Z drugiej strony jednak koszty pozyskiwania nośników energii pierwotnej szybko rosną z powodu pogarszających się warunków eksploatacji złóż węgla kamiennego i brunatnego.

Pojawia się w związku z tym pytanie, czy gospodarka będzie mogła wytrzymać duże obciążenie związane z zapewnieniem planowanej podaży paliw i energii. Rosnące bowiem nakłady inwestycyjne w przemyśle paliwowo-energetycznym będą prowadziły do drenażu środków przeznaczonych na inwestycje w innych gałęziach. Może to zapewnić w przyszłości planowaną podaż nośników energii, przy pogłębiającej się dekapitalizacji przemysłu przetwórczego, co z kolei może stworzyć kolejną, trudną do usunięcia, barierę rozwojową. W niektórych publikacjach wskazuje się, że planowane podwojenie nakładów inwestycyjnych w przemyśle paliwowo-energetycznym, w latach 1985-2000, w porównaniu z poprzednim piętnastoletnim okresem jest niemożliwe, nie tylko ze względów finansowych, lecz także rzeczowych, wykonawczych i ekologicznych.<sup>10</sup> W związku z tym nasuwa się pytanie o sposoby przewyższania występujących tu sprzeczności, aby zapewnić harmonijny rozwój całej gospodarki. Pozostaje przede wszystkim szukanie możliwości zrównoważenia bilansu energetycznego po stronie popytu, tak jak to czyniono w wielu krajach w latach siedemdziesiątych. Podejmowane w tym kierunku wysiłki pozostają jednak w naszym kraju mało skuteczne.<sup>11</sup>

Dodatковым czynnikiem poprawy sytuacji jest doskonalenie sprawności przemiany energetycznej w Polsce, co jest ogromnie trudne, bo wymaga zmiany struktury wykorzystywanych paliw na rzecz zwiększenia w bilansie energetycznym roli ropy naftowej.<sup>12</sup>

Podsumowując, należy zgodzić się z tezą, że nawet przy optymistycznych założeniach dotyczących wysokości efektów uzyskanych z reformy gospodarczej, nie widać możliwości zrównoważenia bilansów energetycznych, w tym także bilansu energii elektrycznej, bez zasadniczej i szybkiej zmiany struktury gospodarki. Rozwój gospodarczy uwarunkowany jest bowiem zdecydowanym obniżeniem energo- i materiałochłonności.<sup>13</sup>

Przedstawmy teraz sytuację w dziedzinie planowej produkcji energii elektrycznej do 2000 r., zgodnie z informacją rządu o załączeniach bilansu paliwowo-energetycznego do 2000 r. oraz o kierunkach rozwoju energetyki atomowej.<sup>14</sup> Zgodnie z przedstawionymi w tym źródle danymi, planuje się wzrost zapotrzebowania na energię elektryczną z 135 kWh w 1985 r. do 164 mld, kWh w 1990 i 230 mld kWh w roku 2000. Aby wyprodukować taką ilość energii, należy wybudować nowe elektrownie o łącznej mocy 7000 MW do 1990 r., a w okresie 1991-2000 - 14500 MW (razem więc w latach 1985-2000 - 21.500 MW). Oznacza to prawie podwojenie mocy zainstalowanej w elektrowniach zawodowych w 1985 r. (25.500 MW). Owe 21.500 zawiera wariantowo 7860 MW lub 9860 MW zainstalowane w elektrowniach atomowych w latach 1980-2000.

Realizacja tego programu spowoduje wzrost zapotrzebowania na paliwa dla elektrowni ciepłych opalanych węglem z 54 mln t p.u. do około 90 mln t p.u. w 2000 roku, a więc o 36 mln t p.u. Zakładając, iż



zgodnie z planem zużycie węgla brunatnego w 2000 roku wyniesie 80 mln ton, z prostych obliczeń wynika, iż przyrost ten uzyska się - 10 mln ton p.u. z węgla brunatnego i 26 mln p.u. z węgla kamiennego (ok. 39 mln ton węgla energetycznego).

W 1984 roku średni koszt budowy elektrowni opalanej węglem wynosił około 75.000 zł/kW zainstalowanej mocy. Założmy dla dalszych obliczeń, że jednostkowy koszt budowy elektrowni atomowej zamknie się kwotą 150.000 zł/kW. Po wyliczeniu otrzymamy, że zainstalowanie 7000 MW w elektrowniach cieplnych konwencjonalnych wymagać będzie do roku 1990 nakładów o wysokości około 525 mld zł (w warunkach 1984 r.) W okresie 1990-2000 nakłady te winny wynosić 477 mld zł na elektrownie opalane węglem i 1.179 mld zł na elektrownie atomowe. Po dodaniu tych liczb otrzymamy łącznie 2.181 mld zł na budowę elektrowni w najbliższym piętnastolecu. Do tej wartości należałoby jeszcze dodać nakłady niezbędne do pozyskania potrzebnej ilości paliwa dla elektrowni. Przyjmijmy w tym celu, że kapitałochłonność uzyskania 1 tony węgla kamiennego wynosiła 15.000 zł, a węgla brunatnego 10.000 zł.

Odnosząc to do planowanego wzrostu zapotrzebowania na te paliwa, otrzymamy sumę około 880 mld zł. Tak więc realizacja programu budowy elektrowni wymagać będzie około 3 bilionów zł. Przypomnieć trzeba, iż na cały kompleks paliwowo-energetyczny planuje się przeznaczyć około 7 bilionów zł w latach 1985-2000. Aby zrealizować wszystkie przedsięwzięcia inwestycyjne środki te muszą mieć określoną strukturę rzeczową, a przedsiębiorstwa realizujące inwestycję energetyczną powinny mieć odpowiednią moc przerobową i kadrę. Ta rzeczowa i strukturalna strona realizowanych inwestycji energetycznych jest szczególnie istotna ze względu na techniczne i technologiczne wymogi, jakie spełniać należy w przypadku energetyki atomowej. Wyzwanie technologiczne, któremu należy sprostać, aby wybudować elektrownie atomowe, dotyczy przemysłu hutniczego, obrabiarkowego, metalurgicznego itp.

Przypomnieć tu wypada, że w okresie występowania trudności gospodarczych górnictwo węgla kamiennego zajmowało i zajmuje w kraju uprzywilejowaną pozycję (co przedstawiono w podrozdziale 2.3). Nasuwa się w związku z tym pytanie, czy nie istnieje niebezpieczeństwo powstania dysproporcji, na niekorzyść elektroenergetyki, pomiędzy rozwojem przemysłu energetycznego i węglowego. Można przyjąć, iż wobec groźby powstania znacznego deficytu węgla relatywnie, większe środki będą przeznaczane na potrzeby górnictwa, co przy stałości środków na cały przemysł paliwowo-energetyczny może ograniczyć nakłady na rozwój wytwarzania i przesyłania energii elektrycznej. Od wielu lat istnieje ścisła konkurencja pomiędzy elektrowniami jako odbiorcami węgla i innymi jego użytkownikami. W tej konkurencji "przegrywa" energetyka spalająca gor-

sze lub bardzo złe gatunki węgla i ponosząca z tego powodu określone straty (niższa sprawność wytwarzania, większa awaryjność), co w globalnym rachunku zmniejsza produkcję i zwiększa zagrożenie środowiska, a więc nie uzyskuje się takich efektów jakie były planowane.<sup>15</sup>

Z programów rozwoju wytwarzania energii elektrycznej jednoznacznie wynika konieczność znacznej intensyfikacji działań w dziedzinie energetyki jądrowej. W kontekście zakreślonego programu rozwój tego sposobu produkcji energii jest jednym z podstawowych warunków zbilansowania potrzeb energetycznych zarówno w przypadku energii elektrycznej, jak i węgla. Pozwoli bowiem wyraźnie "odciążyć", na około 20 mln ton (w 2000r.) górnictwo węglowe i zmniejszyć zagrożenie środowiska produktami spalania węgla (zakładając spełnienie wymogów bezpieczeństwa jądrowego).

Realizacja programów dotyczących zbilansowania paliw i energii w gospodarce zależy także od wykonania zadań w zakresie oszczędności paliw i energii. Można wręcz powiedzieć, że możliwość planowego rozwoju wytwarzania energii elektrycznej jest funkcją skali oszczędności nośników energii, a głównie węgla kamiennego. "Zwalniane" bowiem środki na inwestycje w przemyśle węglowym pośrednio pozwolą na intensyfikację rozwoju wytwarzania energii elektrycznej.

#### 7.2. Planowanie zużycia energii elektrycznej w warunkach jej deficytu

Jednym z ważnych problemów krajowej sytuacji energetycznej jest występujący w pewnych przedziałach czasu deficyt niektórych form energii końcowej. Dotyczy to także w dużym stopniu energii elektrycznej, której deficyt może w przyszłości sięgać nawet paru procent. Ma to istotne znaczenie gospodarcze ze względu na straty jakie występują w związku z niedostarczeniem gospodarce energii elektrycznej, na którą "zgłaszano" zapotrzebowanie. Ponadto deficyt tej formy energii wykazuje w kraju tendencję do okresowego pojawiania się w tak znacznej skali, że w krótkim okresie nie ma możliwości zlikwidowania go poprzez wzrost podaży ani też racjonalizację popytu. W związku z tym konieczne stały się wyłączenie wybranych odbiorców, które nie tylko w skali mikro, ale nade wszystko w skali makroekonomicznej powoduje poważne straty. Globalne rozmiary tych strat nie zostały dotychczas określone, wiadomo jedynie, że są one bardzo duże.<sup>16</sup>

W ostatnich czterech latach, ze względu na znaczne zmniejszenie produkcji, w bardzo małym stopniu ograniczono zasilanie odbiorców. Należy się jednak spodziewać, że wskutek ożywienia gospodarki oraz relatywnie niskiego planowanego przyrostu mocy w systemie, deficyt energii elektrycznej spowoduje konieczność ponownego, znacznego ograniczenia

poboru mocy lub wyłączenie odbiorców. Dlatego racjonalne korzystanie z ograniczonych zasobów energii elektrycznej staje się bardzo ważnym zadaniem. Nie udało się jednak do tej pory osiągnąć zasadniczego postępu w racjonalizacji zużycia energii elektrycznej.

Problem wydaje się pozornie łatwy do rozwiązania. Brakuje energii, a zatem powinno się tak sterować jej wykorzystaniem, aby straty ekonomiczne spowodowane niedoborem były jak najmniejsze. Ponieważ można w przybliżeniu określić skalę deficytu energii, może się wydawać, że łagodzenie trudności energetycznych powinno polegać na typowaniu i wyłączaniu tych odbiorców energii, u których straty ekonomiczne przypadające na jednostkę niedostarczonej energii (tzw. równoważnik strat) są najmniejsze. Po takim sformułowaniu zadania uzyskujemy typowy problem optymalizacyjny, którego rozwiązanie wymaga jedynie pokonywania pewnych trudności technicznych, takich jak: określenie funkcji strat (przyjęcie odpowiedniego miernika) oraz znalezienie sposobu pomiaru tych strat. Wynika stąd, że tym "lepiej" będzie się sterować wyłączeniami energii w gospodarce, im dokładniej pozna się wynikające z tych wyłączeń koszty strat.<sup>17</sup>

Rozpatrzmy słuszność tak sformułowanego problemu z punktu widzenia skali mikro- i makroekonomicznej. Z punktu widzenia pojedynczej organizacji gospodarczej problem istotnie sprowadza się do ustalenia wysokości strat przypadających na jednostkę niedostarczonej energii. W gruncie rzeczy do pomiaru tak określonego równoważnika strat sprowadza się dominujący w literaturze przedmiotu sposób ujęcia.<sup>18</sup> Podejmowane tu były liczne próby wyznaczania równoważnika strat ze względu na skalę deficytu energii elektrycznej (określonego w procentach pożądanego zapotrzebowania).<sup>19</sup>

Wraz z pojawieniem się pewnego, niewielkiego zrazu niedoboru energii w makroskali sięga się najpierw do prostych rezerw tkwiących w systemie użytkowania energii (obligatoryjnych wyłączeń niektórych odbiorników energii). Problem zaczyna się jednak poważnie komplikować, gdy zwiększa się poziom deficytu i trzeba sięgać po administracyjne drastyczne ograniczenia dostaw energii dla szerokiego kręgu odbiorców.

W tym właśnie kontekście zajmijmy się odpowiedzią na pytanie, w jakim stopniu sterowanie omawianym procesem jest w ogóle możliwe. Dlatego też zastanówmy się nad aspektami skutecznego sterowania, a mianowicie identyfikacją systemu, jego obserwowalnością i sterowaniem.<sup>20</sup>

Obiektem, którym chcemy sterować jest gospodarka, a ściślej ta część przedsiębiorstw, która może być objęta ograniczeniami w dostawie energii. Jeśli przyjmiemy, że system gospodarczy można zidentyfikować poprzez określenie charakterystyki poszczególnych jednostek organizacyjnych gospodarki, to wątpliwa wydaje się możliwość dokład-

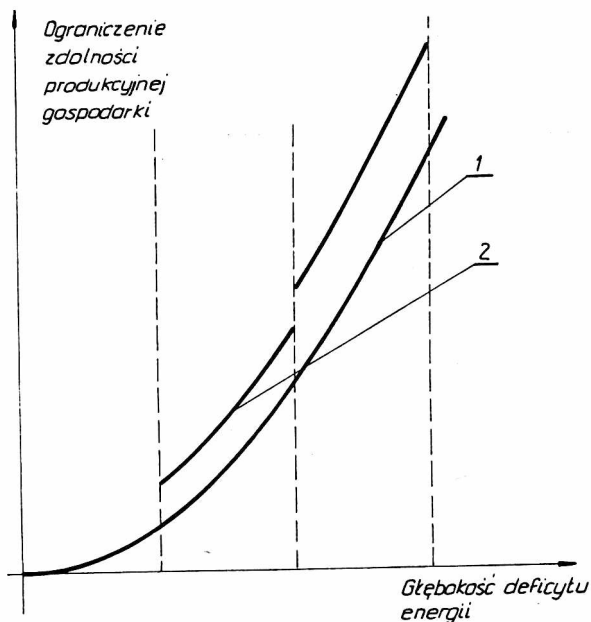
nego poznania zachodzących relacji pomiędzy przedsiębiorstwami, jeśli chce się uwzględnić zachodzące powiązania kooperacyjne w skali całej gospodarki. Sprawa komplikuje się dodatkowo, gdy trzeba będzie ustalić związek między ograniczeniami w dostawie energii a jakimiś ustalonymi priorytetami, np. produkcją eksportową, produkcją na rynek itp.

Jeszcze trudniejszy do spełnienia wydaje się być warunek obserwowalności. System bowiem jest w pełni obserwowalny wtedy, gdy informacje uzyskane na wyjściu systemu, w pewnym skończonym przedziale czasu, zapewniają informację wystarczającą do całkowitego (pełnego) zidentyfikowania stanu systemu. Tymczasem nie tylko w całej gospodarce, ale nawet w poszczególnych resortach całkowite spełnienie tego warunku nie jest możliwe. Wynika to z faktu, że zdarzają się przypadki poszukiwania partnerów kooperacyjnych nawet za granicą, mimo że często w przedsiębiorstwach tego samego zrzeszenia produkcyjnego występują nadwyżki poszukiwanego detalu czy podzespołu. Jeśli zatem nie potrafimy zidentyfikować systemu w danym okresie, to tym trudniejsze staje się obserwowanie jego zmiany. Inaczej przecież będzie oceniana wysokość strat spowodowanych niedostarczeniem pewnej ilości energii w zakładach przemysłu odzieżowego, gdzie prawie natychmiast będzie występował ubytek w produkcji w postaci niedostarczenia na rynek określonego asortymentu produkcji, niż w dużym kombinacie hutniczym. W tym drugim straty wskutek niedostarczenia energii będą się kumulować - stopniowo narastać w czasie. W rezultacie w krótkim okresie możemy nie zaobserwować wahań w produkcji, które ujawnią się silnie w dłuższym okresie.

Rozpatrzmy teraz możliwość sformułowania jednolitej funkcji sterowania ograniczeniami energii.<sup>21</sup> W najbardziej ogólnym zarysie problem ten będzie polegał na manewrowaniu wyłączeniami energii w taki sposób, aby przy danym poziomie deficytu energii zdolność wytwórcza gospodarki była największa (rys. 7.1).

Pierwsza trudność w rozwiązaniu powyższego problemu polega na tym, że przedstawiona funkcja nie jest ciągłą, lecz skokowa. Można łatwo wykazać, że - ze względu na bardzo złożone powiązania poszczególnych jednostek wytwórczych i (kooperacja, zaopatrzenie) - możliwość wyłączenia dowolnego zakładu produkcyjnego są nieznaczne. Najczęściej bowiem ograniczenie energii i postępujący w ślad za tym spadek produkcji swoistym "echem" odbija się na sporej części pozostałych jednostek wytwórczych. Powoduje tym samym znacznie większy ubytek produkcji w skali całej gospodarki, niż by to wynikało z prostej zależności między zmniejszeniem zużycia energii i spadkiem produkcji w konkretnym zakładzie przemysłowym.

Znane są metody, które pozwolą na wyznaczenie przedstawionej funkcji (w warunkach danego wyposażenia w trwałe majątek produkcyjny). Ze



Rys. 7.1 Ograniczenie zdolności produkcyjnej gospodarki w funkcji głębokości deficytu energii: 1 - krzywa bez uwzględnienia powiązań kooperacyjnych i zaopatrzeniowych, 2 - krzywa z uwzględnieniem powiązań kooperacyjnych i zaopatrzeniowych

Fig. 7.1 Limitation of the economy's production capacity in relation to the energy deficit: 1 - curve not taking into regard co-operative connections and supply, 2 - curve taking into regard co-operative connections and supply

względem jednak na znaczną zmienność zjawiska w czasie, byłoby to przedsięwzięcie niezbyt celowe, tym bardziej, że kryterium ubytków produkcji i związanych z nimi strat ekonomicznych, w czasie znacznego deficytu nie może być wystarczające do sterowania wyłączeniami energii. Byłoby ono słuszne, gdyby istniała swoboda wyłączania zakładów w całym obszarze gospodarki objętym deficytem energii. W tym przypadku ograniczeniom podlegałyby najpierw te zakłady, w których straty ekonomiczne spowodowane ograniczeniem energii byłyby najniższe. Gospodarka jednak nie jest zbiorem przypadkowo powiązanych jednostek wytwórczych, lecz stanowi - zorientowany na określony cel - system. Z tego punktu widzenia kryterium strat ekonomicznych staje się kryterium wtórnym wobec kryterium skuteczności (niezawodności) całego systemu.<sup>22</sup> Rozdział energii będzie więc określony przez udział poszczególnych organizacji gospodarczych w realizacji globalnych celów gospodarczych. Takie postawienie problemu byłoby jednak zbytnim uproszczeniem. W praktyce bowiem realizacja długofalowych celów gospodarczych - wskutek zmian otoczenia - zakłócana jest koniecznością rozwiązywania doraźnych zadań gospodarczych, które jednak mają

podstawowe znaczenie w niezawodności systemu gospodarczego. W aktualnej sytuacji ekonomicznej takimi zadaniami np. jest konieczność zaopatrzenia w surowce, maksymalizacja uzysków dewizowych w handlu zagranicznym itp. W warunkach istniejących napięcie realizacja tych zadań wymaga różnorodnych działań przystosowawczych poprzez manewrowanie strukturą produkcji, co nie zawsze pozwala na przyjęcie stałych priorytetów w sterowaniu deficytem. Niemniej intuicyjnie zrozumiała jest konieczność wyodrębnienia określonego zasobu energii, aby zapewnić przynajmniej minimalny poziom stabilności gospodarki.<sup>23</sup> Nieosiągnięcie minimalnego poziomu stabilności systemu sprawia, że gospodarka przestaje funkcjonować jako system celowy i staje się niesterowalnym zbiorem luźno powiązanych podmiotów gospodarczych. Tak więc od pewnej wysokości deficytu pomiar efektywności traci sens, gdyż podstawowym problemem jest przetrwanie gospodarki jako systemu, co stwarza konieczność stosowania kryterium skuteczności (celowości) wykorzystania ograniczonych zasobów energii. Dopiero spełnienie tego warunku może stanowić podstawę do alokacji pozostałej energii zgodnie z kryterium efektywności. Byłaby ona właściwa, gdyby wyłączeniu podlegały kolejne zakłady, w których efekty ekonomiczne są najniższe. Tak jednak nie będzie, bowiem równoważnik strat spowodowany niedostarczoną energią obliczony dla różnych gałęzi lub branż gospodarki, mimo formalnej (rachunkowej) tożsamości, ma zupełnie inną rangę ekonomiczną (choćby ze względów zasygnalizowanych wcześniej).

Jak zatem stosować kryterium efektywności produkcji w sterowaniu deficytem energii? Wydaje się, że jedynym sposobem jest przyjęcie metody, którą umownie nazywamy procedurą skierowanej oceny ograniczeń rozdziału energii. U jej podstaw leży założenie, że logika mechanizmów ekonomicznych, a w konsekwencji logika przebiegu procesów ekonomicznych, w naszej gospodarce nie pozwala na zastosowanie rachunku ekonomicznego jako wyłącznej podstawy wyboru kierunków rozwoju produkcji gałęzi, branż, grup wyrobów. W tej sytuacji nie pozostaje nic innego jak wytypowanie pożądanych kierunków rozwoju produkcji metodą wielokryteryjną jako podstawy rozdziału energii. Można przypuszczać, że kolejność wyłączeń wynika ze wspomnianych wcześniej priorytetowych zadań gospodarczych.

Tak więc istota skierowanej oceny efektywności rozdziału energii polega na wyborze kierunków (gałęzi, branż, grup wyrobów) alokacji energii, co z kolei staje się podstawą stosowania rachunku efektywności (w tym również równoważnika strat) w ramach tych kierunków. Innymi słowy, przedmiotem wyboru na podstawie rachunku ekonomicznego pozostają tylko stosowane metody produkcji. Za przykład może posłużyć rozdział energii między "suchą" i "mokrą" metodą produkcji cementu czy też rozdział energii między poszczególne technologie wytopu surówki oparty na kryterium efektywności produkcji.

Pozostaje wreszcie do zasygnalizowania trzecia grupa kryteriów, a mianowicie kryteria społeczne. Nie są one jednoznacznie określone, a ponadto wiele z nich ma charakter względny, to znaczy, że w pewnych sytuacjach niektóre z tych kryteriów mogą być uwzględnione w poprzednio omawianych fazach sterowania ograniczeniami energii. Kryteria społeczne są jakby dopełnieniem kryteriów wcześniej omówionych, tj. skuteczności i efektywności (pomijamy oczywiście, moralny aspekt tego zagadnienia). To znaczy, że kryteria społeczne, które nie określają żywotnych potrzeb społecznych, powinny być stosowane dopiero wtedy, gdy - na danym poziomie deficytu energii - wykorzystano już wszystkie możliwości zwiększenia skuteczności i efektywności gospodarowania.

W świetle dotychczasowych rozważań należy zgodzić się z koniecznością stosowania wielu kryteriów sterowania ograniczeniami w dostawie energii elektrycznej w warunkach jej deficytu. Należy w tym miejscu sformułować pewną hierarchizację tych kryteriów, które powinny być brane pod uwagę przy wyłączeniach energii. Podstawowym kryterium wyboru zdaje się być kryterium skuteczności działania systemu gospodarczego, drugim kryterium efektywności i trzecim kryterium społeczne.

### 7.3. Fazy modelowania rozwoju wytwarzania energii elektrycznej

W kontekście przedstawionych zagadnień szczególnie jest ważne opracowanie bardziej sprawnych metod i narzędzi planowania krajowego systemu elektroenergetycznego. Z pozoru wydaje się, że przynajmniej w przypadku energii elektrycznej mamy do czynienia z zagadnieniami stosunkowo prostymi. Wystarczy bowiem zbudować tablicę nakładów i wyników, aby określić dla zadanej wartości i struktury produktu globalnego pożądaną wielkość i wartość produktów końcowych gałęzi i branż, a następnie, stosownie do uzyskanych wyników, programować ich rozwój. Wytworzenie energii elektrycznej wydaje się tu być szczególnie "wdzięczną" dziedziną produkcji, gdyż pomiar wielkości energii potrzebnej do realizacji określonego produktu jest jednoznaczny. Ta metoda planowania jest, bez wątpienia, dobrym narzędziem pomocnym w podejmowaniu decyzji, przy założeniu jednak, że w horyzoncie planistycznym występować będzie względna stałość technicznych współczynników produkcji oraz stabilność i pewność dostaw energii. Być może założenia takie miały usprawiedliwienie kilkanaście lat temu. Trudno jednak je przyjmować, gdy społeczne koszty pozyskiwania energii rosną, zwiększa się jej deficyt i pogarszają warunki w systemie ekologicznym. Każdy z tych czynników jest wystarczająco ważny, by wpływać na pożądane z gospodarczego punktu widzenia opcje rozwojowe.

Podstawowy problem formułowany jest tu najczęściej w postaci określenia sposobów wypełniania luki występującej pomiędzy zapotrzebowaniem

na energię a podaźowymi możliwościami systemu zaopatrującego w nią gospodarke.<sup>24</sup> Podstawowe pytanie, jakie się w związku z tym nasuwa, nie jest, jak sądzę, pytaniem o sposoby likwidacji tej luki (istnieją bowiem różne możliwe warianty). Można je natomiast sformułować następująco: które rozwiązania w przyszłości ze względów ekonomicznych, ekologicznych, środowiskowych i społeczno-politycznych będą możliwe do zaakceptowania?

Odpowiedź na to pytanie powinna zostać sformułowana w wyniku realizacji procesu planowania.<sup>25</sup> Punktem wyjścia zaś do analizy systemu wytwarzania i użytkowania energii na potrzeby planowania jest diagnoza przedsięwzięć kreujących w tej sferze produkcji, procesy gospodarcze i techniczno-produkcyjne. Przedsięwzięcia te proponuję uszeregować w cztery, kolejno następujące po sobie, fazy (rys.7.2).

### 1. Faza badań poza systemem gospodarki paliwowo-energetycznej

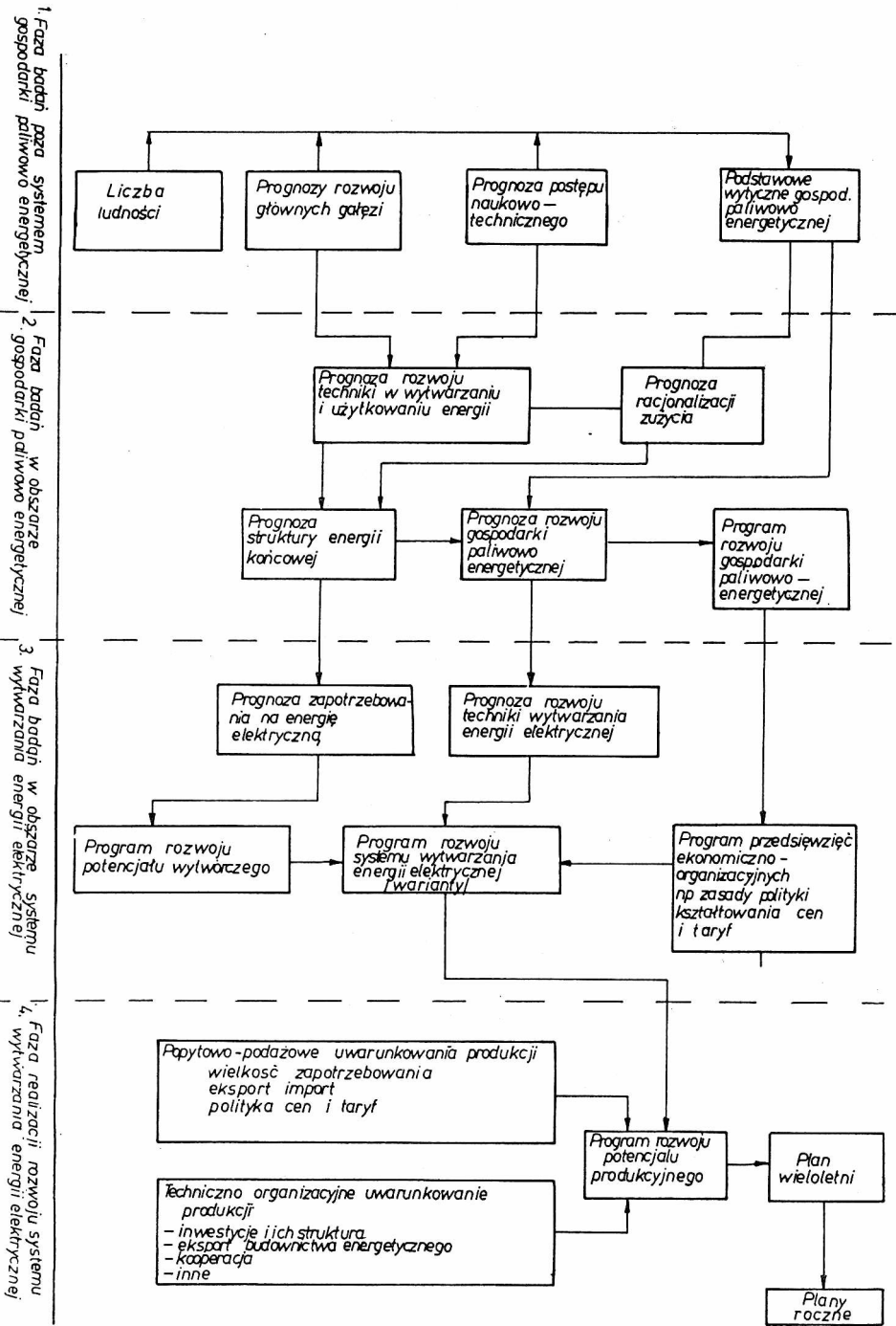
Rozwój gospodarki paliwowo-energetycznej określony jest w znacznym stopniu przez zapotrzebowanie jakie będzie występowało w bliższej i dalszej przyszłości na poszczególne formy energii finalnej. Zapotrzebowanie owo wyznaczane jest, ogólnie biorąc, przez planowany rozwój i strukturę sfery produkcji materialnej i usług niematerialnych, a także dotychczasowe trendy i mechanizmy określające poziom zużycia. Można przyjąć, że dla celów sformułowania wytycznych rozwoju gospodarki paliwowo-energetycznej szczególnie istotne jest opracowanie prognoz obejmujących liczbę ludności, rozwój podstawowych gałęzi gospodarki, rozwój gospodarki komunalno-bytowej i w końcu rozwój techniki i technologii.

### 2. Faza badań i rozwoju w obszarze gospodarki paliwowo-energetycznej.

Badania i rozwój mają ważne znaczenie dla każdej dziedziny produkcji, jednak w rozwoju produkcji energii rola ich jest szczególna. Wynika ona z wcześniej przedstawionych cech przemysłu energetycznego.

W planowaniu rozwoju krajowej energii, jak do tej pory, nie doceniano badań i rozwoju w obszarze wszystkich nośników energii pierwotnej, a także pożądaney z ogólnogospodarczego punktu widzenia struktury energii końcowej. Wyrażano opinię, że cele systemu zaopatrującego kraj w energię nie można jedynie formułować, jako zaspckojenie gospodarczych i społecznych potrzeb kraju. Oprócz konieczności planowanego rozwoju systemu, konieczne jest stworzenie mechanizmów adaptacyjnych w gospodarce, które by dostosowały warunki jej funkcjonowania do produkcyjnych możliwości systemu wytwarzającego energię. Planowanie zaspokojenia potrzeb energetycznych wymaga więc decyzji dotyczących zarówno skali oraz struktury produkcji energii, jak i określenia skali i horyzontu rzeczowego procesów adaptacyjnych, które wyrażałyby się w racjonalnym jej zużyciu. Tak więc proces planowania w tej fazie winien obejmować sferę produkcji i konsumpcji wszelkich form energii w ich wzajemnych powiązaniach. W sferze produkcji





Rys. 7.2. Schemat systemu planowania rozwoju produkcji energii elektrycznej

Fig. 7.2. Chart of the planning system of the development of electric energy production

trzeba określać strukturę pozyskiwanych nośników energii pierwotnej i skalę ich wykorzystania w wytwarzaniu energii elektrycznej, uprzednio wyznaczając potrzeby i struktury energii finalnej niezbędnej do zaspokojenia potrzeb. Szczególnie ważną rolę powinny tu odgrywać badania społecznych kosztów pozyskania poszczególnych nośników energii pierwotnej i form energii końcowej.

W praktyce planistycznej znacznie większą rolę niż dotychczas należy przypisać sferze użytkowania energii. Przedsięwzięcia racjonalizujące zużycie energii mogą być realizowane na różnych szczeblach, ale należy przyjąć

- stałą strukturę produkcji i określone charakterystyki techniczno-ekonomiczne procesów wytwórczych poprzez należytą eksploatację urządzeń, oprzyrządowanie, regulację oraz wzrost dyscypliny w realizacji "optymalnych" procesów technologicznych,

- stałą strukturę produkcji, lecz zmienne procesy technologiczne poprzez wymianę starych małosprawnych urządzeń energetycznych, zmianę sposobu użytkowania energii, izolację itp.,

- zmianę struktury produkcji poprzez zmianę rozwoju struktury gałęziowej i branżowej gospodarki w kierunku niskiej materiało- i energochłonności,

- wzajemne połączenie wymienionych sposobów.

Realizacja przytoczonych sposobów racjonalizacji wymaga wielu działań polegających na opracowaniu odpowiednich planów i zabezpieczeniu ich odpowiednimi rygorami prawnymi, środkami finansowymi i koniecznymi zmianami parametrów ekonomicznych, przede wszystkim cen, które nie odzwierciedlają nakładów społecznych.

W wyniku ustaleń dotyczących zarówno skali produkcji, jak i oszczędności energii powinno się uzyskać wystarczające dane do wyznaczania pożądanej produkcji energii elektrycznej w krótkim, średnim i długim horyzoncie czasowym oraz do określenia głównych kierunków rozwoju wytwarzania ze względu na źródła paliwa dla elektrowni.

W fazie tej zostaną opracowane prognozy, które spełniać będą funkcje "drogowskazu" w ukierunkowywaniu dalszych prac. Prognozy te, niezależnie od tego, że same są źródłem informacji, powinny skłaniać do podejmowania działań mających na celu zgromadzenie innych potrzebnych informacji do zmniejszenia zakresu niepewności.

### 3. Faza badań i rozwoju w obszarze wytwarzania energii elektrycznej

W fazie tej uściśla się wielkość skali produkcji oraz kierunków wytwarzania energii elektrycznej w krótkim i średnim horyzoncie czasowym, przede wszystkim ze względu na strukturę rzeczową i rozkład nakładów inwestycyjnych w czasie i przestrzeni. Trzeba tu zwrócić uwagę na dwa istotne kierunki, które często nie są dostatecznie silnie akcentowane.

Pierwszym z nich jest skala wytwarzania energii elektrycznej w kojarzeniu z ciepłą (co znacznie - do 65% - zwiększa sprawność energetycznej przemiany). Drugim zaś jest dostosowanie podaży do popytu ze względu na zmienność obciążenia systemu elektroenergetycznego w czasie (zarówno w skali roku, jak i poszczególnych miesięcy, tygodni i doby). Inaczej mówiąc, chodzi tu o określenie nakładów inwestycyjnych na moce interwencyjne krótkotrwałego funkcjonowania, które determinują elastyczność systemu wytwarzającego energię. Konieczność uelastycznienia systemu będzie tym większa, im większy będzie odsetek elektrowni atomowych z natury swej niepodatnych na szybką zmianę mocy.

W tym obszarze badań - dążąc do efektywności ekonomicznej - poszczególnych (możliwych do zastosowania) rozwiązań nie można gubić w ocenie ważnych, niezamierzonych skutków działalności gospodarczej i występujących w sferze społecznej. Mogą one bowiem zagrażać realizacji przedsięwzięć gospodarczych.

#### 4. Faza realizacji

Mieści się w niej całokształt przedsięwzięć związanych z uruchomieniem i realizacją produkcji. Przyporządkowane tej fazie plany zależą od ustaleń wynikających z poprzednich faz. Konieczność planowania wynika na tym etapie zarówno z konieczności weryfikacji wcześniejszych ustaleń, jak i opracowania planów krótkookresowych dotyczących realizacji produkcji, możliwości produkcyjnych bazy materialno-technicznej energetyki i mechanizmów ekonomicznych (potencjał remontowy, bieżące dostosowanie podaży do popytu, korekta polityki taryfowej itd.).

#### 7.4. Warunki wykorzystania rachunku ekonomicznego w planowaniu produkcji i zużycia energii

Problematyka rachunku ekonomicznego w sferze wytwarzania energii, a w mniejszym stopniu w sferze użytkowania, doczekała się bogatej literatury krajowej i zagranicznej.<sup>26</sup> W pracach tych znaleźć można wyczerpującą charakterystykę istniejących podejść i metod rachunku, dlatego pominięto szczegółowe ich omówienie, koncentrując się na warunkach sprawnego jego wykorzystania w sferze gospodarki energetycznej.<sup>27</sup> Stosowanie rachunku ekonomicznego jest przecież warunkiem koniecznym, choć niewystarczającym, aby zapewnić efektywność gospodarowania, a nawet najlepsze i najlepiej przygotowane decyzje wymagają sprawnej ich realizacji.

W gospodarce energetycznej, podobnie jak w całej gospodarce, występuje wieloszczeblowa struktura podejmowania decyzji, którą w uproszczeniu można sprowadzić do dwóch głównych obszarów decyzyjnych: obszaru decyzji podejmowanych przez organa centralne i obszaru decyzji na niższych szczeblach zarządzania. Rachunek ekonomiczny, zgodnie z przyjętym

określeniem, jest niezbędną przesłanką w zapewnieniu efektywności w obu tych obszarach. Jego formy i zakres stosowania jednak zależą od charakteru podejmowanych decyzji i muszą być inne dla decyzji o charakterze makroekonomicznym niż dla decyzji mikroekonomicznych, które dotyczą szczegółowych rozwiązań produkcyjnych i inwestycyjnych.

W dziedzinie zaspokajania potrzeb energetycznych gospodarki występują w obszarze decyzji podejmowanych przez organa centralne dwie sfery decyzyjne bezpośrednio odnoszące się do energii elektrycznej. Pierwsza z nich obejmuje decyzje wyznaczające rolę i miejsce energii elektrycznej w systemie całej gospodarki paliwowo-energetycznej, a zatem określające tempo rozwoju produkcji energii elektrycznej. Druga sfera zaś obejmuje decyzje określające kierunki rozwoju produkcji energii elektrycznej, a więc strukturę wytwarzania energii w różnych typach elektrowni. Między tymi sferami nie ma jednak ostrej granicy. I tak np. możliwość wytwarzania energii w elektrowniach atomowych może potencjalnie wpływać na globalną skalę jej produkcji.

Obszar decyzji o charakterze mikroekonomicznym obejmuje decyzje dotyczące wyboru energii elektrycznej jako energii finalnej oraz grupy decyzji podejmowanych w elektrowniach, zakładach energetycznych okręgu zapewniających jej efektywne wytwarzanie i dostawę do odbiorców.

Jak do tej pory, nie udało się w Polsce zrealizować efektywnego gospodarowania ani w jednym, ani w drugim obszarze, a przyczyn tego stanu należy szukać w niewłaściwym działaniu procesu decyzyjnego. W systemie funkcjonowania gospodarki energetycznej nie stworzono systemu bodźców zapewniających efektywność gospodarowania; stworzono natomiast różne antybodźce. Dotyczy to szczególnie sfery wykorzystania energii w gospodarce. W rezultacie mieliśmy do czynienia z wieloletnim procesem narastania zjawisk antyefektywnościowych, świadczących o niskiej sprawności gospodarowania.<sup>28</sup>

Główne cechy negatywnych zjawisk w systemie wytwarzania i użytkowania energii można ująć w następujące grupy:<sup>29</sup>

1. Utrzymujący się od wielu lat brak dopasowania strukturalnego pomiędzy popytem i podażą na energię finalną potrzebną użytkownikom.
2. Niewłaściwe wykorzystanie czynników wytwórczych nie tylko w sferze gospodarki paliwowo-energetycznej, lecz także w całej gospodarce. Znajduje to wyraz w wysokiej kapitałochłonności, materiałochłonności, energochłonności, pracochłonności. Te negatywne cechy, mimo licznych apeli i działań, nie ustępują.
3. Brak dynamicznych procesów innowacyjnych, które pozwoliłyby zmniejszyć relatywnie zapotrzebowanie na energię i poprawić efektywność gospodarowania,
4. Inercja gospodarki, która nie pozwala na szybkie adaptowanie się do zmieniających się warunków wewnętrznych i zewnętrznych w sferze

gospodarki energetycznej.

Przy podejmowaniu decyzji makroekonomicznych rachunek nie był często stosowany w ogóle ze względu na poważne ograniczenie informacyjne albo też z braku poczucia potrzeby uwzględnienia jego wyników. W innych wypadkach był stosowany częściowo i niekompleksowo, ponieważ występowały bardzo poważne ograniczenia wynikające ze struktury organizacyjnej i decyzyjnej tworzącej naciski interesów resortowych, terytorialnych itp. W rezultacie rachunek był zastępowany bilansowaniem, które i tak było ułomne. W ten sposób otrzymuje się obraz postępowania decyzyjnego, które można określić raczej jako ciągle tworzenie, a następnie łatanie powstających luk i dysproporcji niż konsekwentne stosowanie zasad racjonalnego gospodarowania w skali makroekonomicznej.

Wykorzystanie tych zasad na szczeblu mikroekonomicznym natrafia natomiast na ograniczenia kompetencyjne, tzn. organizacje gospodarcze (przedsiębiorstwa) i inne jednostki o zasięgu odcinkowym nie mają odpowiedniego pola decyzji. Rachunek jest stosowany jako forma uzasadnienia decyzji powziętych na podstawie innych kryteriów, albo - co też się zdarzało - był stosowany w sposób fałszywy, tzn. prowadzono pewien rachunek kosztów, a deklarowanym celem było ich obniżanie.<sup>30</sup> Cel ten realizowano czasami w sposób społecznie szkodliwy, a nawet bezsensowny ekonomicznie. Powodowało to wzrost kosztów na innych odcinkach i w następnym okresie.

Przedstawione trudności w stosowaniu rachunku ekonomicznego wynikają z systemu zarządzania gospodarką w warunkach polskich, mimo że istnieją dobre metody tego rachunku oraz przepisy prawne wprowadzające obowiązek jego stosowania.

Stosownie do poczynionych uwag należy sprecyzować warunki, które winny być spełnione, aby rachunek ekonomiczny mógł być prawidłowo stosowany. Należy tu wymienić następujące trzy główne warunki:

1. Prawidłowy system cen, skorelowany z poziomem rzeczywistych kosztów społecznych.
2. Stworzenie odpowiedniego systemu motywacji powodującego rzeczywiste, a nie pozorne, zainteresowanie wszystkich podmiotów gospodarczych stosowaniem rachunku efektywności wykorzystania energii. Warunek ten obejmuje także zasady oceny działalności gospodarczej przedsiębiorstw i trwałość reguł "gry ekonomicznej" prowadzonej przez przedsiębiorstwa.
3. Właściwe określenie struktury kompetencji decyzyjnych i zakresu odpowiedzialności różnych podmiotów gospodarczych w dziedzinie racjonalnego produkowania i użytkowania energii.

Oczywiście, warunki te nie mogą być spełnione od zaraz. Trzeba je realizować w dłuższym okresie. Przede wszystkim jest szczególnie

ważne, by proces ten został rozpoczęty.<sup>31</sup> Spełnienie wszystkich tych warunków jest ważne.

Na zakończenie pragnę jeszcze raz podkreślić konieczność prowadzenia w krajowej gospodarce paliwowo-energetycznej, a w jej ramach w wytwarzaniu energii elektrycznej, rachunku społecznych kosztów pozyskania surowców energetycznych i ich transformacji w energię potrzebną odbiorcom. Do 1985 roku rachunek taki nie był w zasadzie nawet szacunkowo prowadzony, a nawet nie było zgodności jak należy go prowadzić. Wprowadzenie do praktyki gospodarczej kategorii społecznych kosztów jest niezbędne, by rachunek ekonomiczny był prawidłowo stosowany zarówno w sferze wytwarzania energii elektrycznej, jak i całej gospodarce paliwowo-energetycznej.

## 8. ZAKONCZENIE

Zawarte w pracy rozważania zdają się potwierdzać celowość podjętych badań nad uwarunkowaniami rozwoju produkcji energii elektrycznej w gospodarce narodowej naszego kraju. Przeprowadzone badania pozwoliły na sformułowanie następujących wniosków i postulatów:

1. Energia elektryczna jest formą energii w dużym stopniu kształtującą ekonomiczne, techniczne i społeczne cechy rozwoju całej gospodarki paliwowo-energetycznej oraz sferę użytkowania energii przez wszystkich użytkowników. W ten sposób skala jej produkcji określa wysokość i charakter nakładów inwestycyjnych w przemyśle paliwowo-energetycznym oraz strukturę i poziom pozyskania energii pierwotnej, a także efektywność wykorzystania energii końcowej u użytkowników.

2. Niskie zużycie energii elektrycznej w Polsce na jednego mieszkańca pozwala przewidywać dalszy wzrost zapotrzebowania na nią, do czego przyczynić się może ograniczenie podaży innych nośników energii finalnej. Bezwzględne różnice w zużyciu energii na mieszkańca w stosunku do wielu innych krajów europejskich ulegały, do 1984 roku, systematycznemu zwiększeniu.

3. Rozwój wytwarzania energii elektrycznej zachodził w kraju bardzo nierównomiernie w poszczególnych okresach minionego trzydziestolecia. Można zaobserwować wyraźny cykl pięcioletni. Duże relatywnie są przyrosty mocy zainstalowanej w elektrowniach w drugim i trzecim roku każdego okresu i na początku następnego. Szczególnie niepokojący, ze względu na groźbę pojawienia się deficytu energii, był okres pierwszej połowy lat osiemdziesiątych, kiedy to wystąpiły niewielkie względne przyrosty mocy elektrowni, a także są planowane skromne przyrosty mocy co najmniej do 1990 roku.

4. W praktyce zostały wyczerpane możliwości istotnego wzrostu efektywności wytwarzania energii elektrycznej przy wykorzystaniu dotychczasowych technik wytwarzania, opartych na blokach energetycznych opalanych węglem o mocy 200 i 360 KW.

Istnieją jednak niemałe rezerwy umożliwiające zwiększenie efektywności wykorzystania istniejącego potencjału poprzez poprawę zaopatrzenia w węgiel o odpowiedniej jakości, poprawę stanu eksploatacji, zaopatrzenia materiałowego i gospodarki remontowej.

Dodatkowe, także niemałe, efekty prowadzące do zwiększenia ilości energii dostarczanej odbiorcom można uzyskać przez poprawę sprawności przesyłania energii.

5. Poziom zużycia energii elektrycznej w bardzo dużym stopniu jest zdeterminowany przez strukturę gałęziową przemysłu. Restrukturyzacja przemysłu, przejawiająca się w zmniejszeniu udziału takich przemysłów jak węglowy, metalurgiczny i wybrane branże przemysłu chemicznego, w dużej mierze wpłynęłaby na zmniejszenie dynamiki zapotrzebowania na tę formę energii. Umożliwiłoby to z kolei zmniejszenie dynamiki rozwoju kosztownego społecznie przemysłu energetycznego.

6. Gospodarka paliwowo-energetyczna powinna być rozpatrywana jako jedna całość, ze względu na silne powiązanie występujące zarówno w dziedzinie współużytkowania zasobów energii pierwotnej, jak i na poziomie użytkowania nośników energii finalnej, które mogą się wzajemnie zastępować. Podstawowym narzędziem ustalenia proporcji, pomiędzy wykorzystaniem różnych zasobów energii pierwotnej oraz form energii finalnej, powinien być rachunek ekonomiczny oparty na znajomości rzeczywistych kosztów społecznych nośników energii oraz skorelowana z tymi kosztami polityka cenowa.

7. Obowiązujące metody liczenia kosztów wytwarzania energii elektrycznej i jego składników, a także metody rozliczania kosztów paliwa dla elektrowni uniemożliwiają przeprowadzenie rachunku efektywności zarówno w skali mikro-, jak i makroekonomicznej.

8. Określenie społecznych kosztów pozyskania paliwa dla elektrowni oraz wytwarzania energii elektrycznej wymaga uwzględnienia dodatkowych, dotychczas nie uwzględnianych lub pomijanych w rachunku kosztów składników, a mianowicie:

- oprocentowania nakładów inwestycyjnych,
- pełnej amortyzacji,
- pełnych kosztów ochrony środowiska,
- kosztów wynikających z wyczerpywania się zasobów,
- kosztów ingerencji w środowisko gospodarcze i społeczne regionu.

9. Wytwarzanie energii elektrycznej z paliwa mineralnego, a szczególnie ze spalanych w krajowych elektrowniach węgla kamiennych i węgla

brunatnego jest energetycznie i środowiskowo bardzo "kosztowne". Potencjalnie istnieją jednak znaczne możliwości ograniczenia emisji do środowiska szkodliwych związków, a przede wszystkim tlenków siarki, jeśli w energetyce krajowej zacznie się instalować - stosowane w wielu innych krajach - instalacje odsiarczające paliwo lub spaliny. Są to urządzenia kosztowne, ale ich stosowanie jest niezbędne.

10. W kontekście rosnących kosztów pozyskania paliwa dla elektrowni oraz zagrożenia środowiska przez produkty spalania ważną i pilną opcją staje się budowa elektrowni pracujących na paliwie jądrowym. Wymaga to jednak zwrócenia szczególnej uwagi na zapewnienie bezpieczeństwa jądrowego i rozwoju technicznego branż przemysłu dostarczających maszyny i urządzenia dla elektrowni atomowych.

11. Dla ustalenia pożądanych proporcji pomiędzy rozwojem całej gospodarki a energetyką, a więc dla określenia poziomu produkcji, jaki należy zapewnić w celu względnie trwałego zbilansowania produkcji i potrzeb, niezbędne jest opracowanie bardziej sprawnych metod i narzędzi planowania rozwoju gospodarki paliwowo-energetycznej, a w jej ramach systemu elektroenergetycznego. Trzeba tutaj mocno podkreślić konieczność praktycznego i precyzyjnego określenia zakresu, skali i horyzontu czasowego procesów adaptacyjnych pomiędzy sferą produkcji energii a jej zużyciem.

12. Niedostarczenie odbiorcom potrzebnej energii elektrycznej powoduje znaczne straty, kilkadziesiąt razy przekraczające koszty jej wytwarzania. W warunkach występowania głębokiego (kilkuprocentowego) deficytu mocy w systemie elektroenergetycznym traci sens, jako podstawa sterowania ograniczeniami, kryterium równoważnika strat. Właściwym sposobem wydaje się tu być przyjęcie metody wielokryterialnej, nazwanej procedurą kierowanej oceny ograniczeń rozdziału energii.

13. Podstawowym narzędziem sprawnej gospodarki energetycznej jest rachunek ekonomiczny. Aby mógł być jednak w praktyce prawidłowo stosowany, niezbędne jest spełnienie następujących warunków:

- zbudowania prawidłowego systemu cen nośników energetycznych, który by odpowiadał relacjom wynikającym ze społecznego kosztu,
- precyzyjnego określenia struktury kompetencji decyzyjnych i zakresu odpowiedzialności różnych podmiotów gospodarczych w dziedzinie produkcji i użytkowania energii,
- stworzenia systemu motywacji powodujących rzeczywiste, a nie pozorne, zainteresowanie organizacji gospodarczych rachunkami efektywności wykorzystania energii.

W istniejących uwarunkowaniach rozwoju gospodarczego naszego kraju można wskazać na dwie szanse osiągnięcia właściwych relacji pomiędzy rozwojem całej gospodarki, rozwojem wytwarzania energii elektrycznej i



stanem środowiska naturalnego. Pierwsza z nich wynika z postulowanej powszechnie przez ekonomistów konieczności restrukturalizacji gospodarki, tj. zmniejszenia udziału gałęzi i branż energo- i materiałochłonnych. Drugim zaś czynnikiem rokującym uzyskanie pożądanych relacji jest wyjątkowo silna presja na wzrost sprawności zarządzania. Można więc mieć nadzieję, że w bliskiej perspektywie wyzwoli ona zapotrzebowanie na systemowe rozwiązania oraz innowacyjność w obszarze produkcji i zużycia energii, a także wpłynie na intensyfikację interdyscyplinarnych badań nad wytwarzaniem i użytkowaniem energii.

## PRZYPISY

Do rozdziału pierwszego

<sup>1</sup>M. Ostrowski, Z. Sadowski, Wyzwanie rozwojowe, Warszawa, PWE, 1980, s. 121. Zob. także W. Rydygier, Nominalne a relatywne zmiany cen, Życie Gospodarcze, 1981, nr 1.

<sup>2</sup>Obszernie, lecz w bardzo zróżnicowany sposób, traktuje się problemy energii w opracowaniach dla Klubu Rzymskiego i agend ONZ. np. D.H. Meadows, D. L. Meadows, J. Randers, Granice wzrostu, Warszawa, PWE, 1973. M. Mesarowic, E. Pestel, Ludzkość w punkcie zwrotnym, Warszawa, PWE, 1977. J. Tinbergen, O nowy ład międzynarodowy, Warszawa, PWE, 1978.

<sup>3</sup>W. Leontief, I. Carter, G. Petri, Jutro gospodarki świata, Raport dla ONZ, [W:] Nowy międzynarodowy ład ekonomiczny, Warszawa, PWE, 1979, s. 36-38.

<sup>4</sup>XII Kongres Światowej Konferencji Energetycznej (New Delhi, 18-23 września 1983). Gospodarka Paliwami i Energią 1985, nr 2, s. 1-9. Por. także W. Hafele, Energy Systems: Global options and strategies, IIASA Conference 10-13, May 1978, s. 62-72.

<sup>5</sup>The Changing Issues for National Growth, 1976. Raport on National Growth and Development, February 1976, s. 7-10. Dla gospodarki francuskiej zob.: Les economies d'energie, Les apports du gaz et de l'electricite pour une meilleure utilisation de l'energie. Edition Eyrolles, Paris 1980, s. 36 i dalsze.

<sup>6</sup>M. Ostrowski, Wpływ rozwoju sytuacji energetycznej na nowy międzynarodowy ład ekonomiczny, Polska 2000, 1979, nr 3, s. 62.

<sup>7</sup>Obszernie na temat współpracy pomiędzy krajami RWPG w dziedzinie paliw i energii pisze B. Bernaś, Racjonalizacja produkcji i zużycia surowców i energii w europejskich krajach RWPG, Prace Naukowe AE, Wrocław 1984, nr 21, s. 215 i dalsze.

<sup>8</sup>Zob. np. w literaturze krajowej: W. Bojarski, Podstawy metodyczne oceny efektywności w systemach energetycznych, Wrocław, Ossolineum, 1979, s. 12-16; w literaturze radzieckiej: Ł.A. Melentev, Sistemnye issledowanija v energetike, Moskwa, Nauka, 1983, s. 63-65.

<sup>9</sup>Zob. Cz. Bobrowski, U źródeł planowania socjalistycznego, Warszawa, KiW, 1967.

Zob. też M. Moszkowicz, Ekonomiczne problemy rozwoju produkcji i zastosowań komputerów w gospodarce, Prace Naukowe Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej, 1983, nr 29, Monografie nr 18, s. 36 i 37.

<sup>10</sup>Wymienić też można wybrane rozprawy, w których autorzy zajmują się całością gospodarki energetycznej w jej aspektach międzybranżowych i kompleksowych. W. W. Bojarski, Podstawy metodyczne oceny efektywności w systemach energetycznych, Wrocław, Ossolineum, 1979; K. Kopecki, Człowiek w świecie energii, Warszawa, KiW, 1976; Cz. Mejro, Podstawy gospodarki energetycznej, Warszawa, WNT, 1974. A. Szpilewicz, Energia a rozwój gospodarczy świata, Warszawa, PWE, 1982. Rozwój gospodarki energetycznej w powiązaniach z całą gospodarką narodową przedstawiony został obszerniej [W:] Ekspertyza. Zaopatrzenie gospodarki narodowej w surowce ze szczególnym uwzględnieniem metod optymalizacji gospodarki paliwowo-energetycznej oraz intensyfikacji wykorzystania krajowej bazy surowcowej, Komitet Polska 2000, Warszawa, 1978.

A.A. Makarov, A.L. Melentev, Metody issledovanija i optimizacii energetičeskogo choziajstva, Novosibirsk 1973.

J. Darmstadter, J. Dunkerley, J. Alterman, How industrial societies use energy, University Press, 1982;

H.M. Steward, Transitional Energy Policy, Oxford, Pergamon Press, 1981.

<sup>11</sup> W teorii ekonomii i informatyce wykorzystuje się także zaczerpnięte z termodynamiki pojęcie entropii. Zob. A. Kamiński, M. Okrólski, Teoria ekonomii a entropia, Ekonomista, 1979, nr 2, s. 345-373.

<sup>12</sup> Podstawowym postulatem metodologicznym podejścia systemowego jest badanie zjawisk i procesów uwzględniających ich współdziałanie z otoczeniem z jednoczesną analizą struktury, jej zmian oraz analizą złożoności. Przez system rozumie się współdziałający z otoczeniem zintegrowany i złożony układ. Zob. R. Kucharski, Quasi-systemowość współczesnych metod podejścia systemowego, Organizacja i Kierowanie, 1978, nr 2, s. 39. Przegląd definicji systemu można znaleźć w pracy J. Habr, J. Veprek, Systemowa analiza i synteza, Warszawa, PWE, 1970, s. 28 i nast.

<sup>13</sup> R. Kucharski, Quasi-systemowość, op. cit. s. 43.

<sup>14</sup> W. Gosparski, Problematyka badań systemowych, Prakseologia, nr 2, 1976.

<sup>15</sup> Zob. K. Kopecki, Człowiek w świecie energii, Warszawa, KiW, 1976, s. 86.

#### Do rozdziału drugiego

<sup>1</sup> Por. A. Szpilewicz, Energia a rozwój gospodarczy świata, Warszawa, PWE, 1982, s. 56 i dalsze.

Także: A. Szpilewicz, Energochłonność rozwoju gospodarczego. Wybrane Informacje Tematyczne, CINTe, 1978.

K. Kopecki przytacza interesujące dane dotyczące kształtowania się współczynników elastyczności określającej relacje pomiędzy zużyciem energii a poziomem wytwarzanego dochodu narodowego. Stawia tezę, iż możliwość zmniejszenia tego współczynnika jest funkcją poziomu dochodu narodowego. Zob. K. Kopecki, Dziś i jutro energetyki w europejskich krajach socjalistycznych, Wrocław, Ossolineum, 1983.

<sup>2</sup> A. Szpilewicz, Energochłonność rozwoju ... op. cit., s. 7.

<sup>3</sup> A. Szpilewicz, Energochłonność rozwoju ... op. cit., s. 6. Także problem strukturalnych uwarunkowań zużycia energii omawia A. Janowska-Kłapkowska [W:] Energetyka a gospodarka okresu ograniczeń, Wrocław, Ossolineum, 1983, s. 134-137.

<sup>4</sup> Analizę tej funkcji obszernie omawia H.M. Steward, Transitional Energy Policy, Oxford, Pergamon Press, 1981, s. 23.

<sup>5</sup> Por. J. Danielewski, Paliwa w handlu międzynarodowym, Warszawa, PWE, 1980, s. 25.

<sup>6</sup> Corocznie wydawane przez Biuro Statystyczne Departament Spraw Gospodarczych i Społecznych ONZ, opracowanie pt.: Światowe dostawy energii (World Energy Supplies).

<sup>7</sup> Dane statystyczne dotyczące produkcji energii elektrycznej w elektrowniach atomowych przedstawiono w rozdziale 6 punkt 6.3. Zob. także Bulletin, International Atomic Energy Agency, 1986, Vol. 28, No. 3, s. 40 i dalsze.

<sup>8</sup> W kraju badania te prowadzone są w zespole W.W. Bojarskiego w IPPT PAN, zob. W.W. Bojarski, Energochłonność gospodarki narodowej i kierunki racjonalizacji, Gospodarka Paliwami i Energią 1979, nr 3. Także Z. Bibrowski, Perspektywy zastosowania systemowych metod badawczych energochłonności skumulowanej, [W:] Energetyka a gospodarka okresu ograniczeń, op. cit., s. 47-73.

J. Cofała, Analiza energochłonności wybranych wyrobów, [W:] Badania systemowe w gospodarowaniu paliwami i energią, Praca Zakładu Problemów Energetyki, Warszawa, IPPT, PAN, 1974.

<sup>9</sup>H.W. Bołdynowicz, Energochłonność skumulowana, Warszawa, PWN, 1983.

<sup>10</sup>Znaczenie tego czynnika dla efektywności procesów przetwarzania energii w krajowych elektrowniach podkreśla A. Szpilewicz. Zob. A. Szpilewicz, Przeciw towarowo-energetycznej ideologii, Przegląd Techniczny, 1983, nr 34; A. Szpilewicz, Determinanty energochłonności, Gospodarka Planowa, 1986, nr 4-5, także Z. J. Mikołajczyk, O przyczynach wysokiej energochłonności, Życie Gospodarcze, 1983, nr 19.

<sup>11</sup>Szczególnie mocno podkreślała to A. Darmstadter, J. Dunkerley, J. Alterman, How industrial societies use energy. Resources for the future, John Hopkins University Press, 1977, s. 130-140.

<sup>12</sup>Zob. J. Dunkerley, Trends in energy use in industrial societies. Resource for the future, John Hopkins University Press, 1982, s. 135 i dalsze.

<sup>13</sup>J. Dunkerley, Trends ..., op. cit., s. 140-148, także: R.S. Pindyck, The structure of world energy demand, Cambridge, Massachusetts, London: MIT Press: 1979, s. 260-280.

<sup>14</sup>Zob. A. Szpilewicz, Determinanty energochłonności, op. cit., we dług zaś J. Darmstadtera, J. Dunkerleya i J. Altmanna w okresie 1960-1976 w krajach OECD straty przejścia z energii pierwotnej do finalnej zmniejszyły się z 34% do 20%, zob. J. Darmstadter, J. Dunkerley, J. Alterman, How industrial societies..., op. cit., s. 178 i dalsze. R.S. Pindyck, The structure of world energy demand, Cambridge, Massachusetts and London, MIT Press, 1979, s. 56-66.

<sup>15</sup>Podano według materiałów Ministerstwa Górnictwa i Energetyki

<sup>16</sup>Raport o negatywnych skutkach pogorszonej jakości węgla kamiennego i zagrożenia bezpieczeństwa ruchu elektrowni, Warszawa, MGIE, 1980, s. 30-32.

<sup>17</sup>A. Karpiński, Restrukturyzacja gospodarki w Polsce i na świecie Warszawa, PWE, 1986, s. 15 i dalsze.

<sup>18</sup>Przez pojęcie proporcji rozumiem za P. Sulmickim prawidłowości, które zachodzą między poszczególnymi działami gospodarczymi. Zob. P. Sulmicki, Proporcje gospodarcze, Warszawa, PWN, 1962, s. 92.

<sup>19</sup>P. Sulmicki, Proporcje ..., op. cit. s. 11.

<sup>20</sup>Zob. W. Iskra, Czynniki ludzki w rozwoju gospodarczym krajów socjalistycznych, Warszawa, PWE, 1974, s. 64 i następne. Polemikę z poglądami W. Iskry prowadzili: C. Józefiak, Czynniki surowcowe a teoria, Życie Gospodarcze, 1973, nr 26; M. Nasiłowski, Zastosowanie formuły M. Kaleckiego do analizy wzrostu gospodarczego, Ekonomista, 1975, nr 5; M. Ostrowski i Z. Sadowski, Wyzwanie rozwojowe, Warszawa, PWE, 1978, s. 197 i następne.

<sup>21</sup>M. Ostrowski, Z. Sadowski, Wyzwanie ..., op. cit., s. 200.

<sup>22</sup>Rocznik statystyczny 1985. Warszawa, GUS, 1985, s. 222.

<sup>23</sup>A. Szpilewicz, Przeciw towarowo ..., op. cit.

### Do rozdziału trzeciego

<sup>1</sup>K. Kopecki, Zasoby surowców energetycznych Polski i ich wykorzystanie do roku 2000 na tle bilansu światowego [W:] Polska 2000, z. 1, Ossolineum 1973, s. 61-64. Podobne dane zawarte są też w przeglądzie zagranicznej literatury prognostycznej: Polska 2000, 1981, nr 2 (VII), s. 76.

<sup>2</sup>The electric power situation in the ECE region during the three-year period 1978-1980 and its prospects. Economic commission for Europe, Committee on Electric Power, ECE/EP 52, 27 October 1982, s. 14.

<sup>3</sup>Według danych zawartych [W:] The electric power situation ... op. cit., w latach 1960-1975 roczny przyrost zużycia energii elektrycznej na świecie wynosił 6,5%, w krajach OECD - 6,2%, ZSRR - 7,2%, USA - 5,2%.

<sup>4</sup>Podano za: Wykorzystanie energii elektrycznej w przemyśle krajów OECD. Wybrane Informacje Tematyczne OIC, CINTe 1983, nr 10/2.

<sup>5</sup>H.M.Steward, Transitional Energy Policy 1980-2030, Oxford, Pergamon Press, 1981, s. 65. O znaczeniu energii elektrycznej w rozwoju gospodarczym pisze D. W. Jorgenson, The role of energy in productivity growth, The American Economic Review, 1984, s. 26-29.

<sup>6</sup>W kapitalistycznych krajach wysoko uprzemysłowionych w latach 1971-1980 wzrost ceny energii elektrycznej (w procentach na każdy procent wzrostu cen ropy naftowej) wynosił od 0,43% w RFN do 0,75% w Japonii. Ten sam wskaźnik cen węgla wynosił zaś od 0,65% w Japonii do 0,95% w RFN.

Zob. Elektrotechnika i problemy energosnabżenia przemysłowo rozwiniętych kapitalistycznych stron [W:] Itogi Nauki i Techniki, 1983, t 9, s. 80.

<sup>7</sup>Zob. Z. Szalbierz, Rozwój wytwarzania energii elektrycznej w Polsce w latach 1960-1975, Gospodarka Planowa, 1978, nr 7/8, s. 362-370.

<sup>8</sup>Z. Szalbierz, Rozwój wytwarzania ..., op. cit., s. 163.

<sup>9</sup>Przez elektrownie zawodowe rozumie się elektrownie podległe MGİE. Bezpośrednio są one włączone do zakładów energetycznych okręgów, na terenie których się znajdują. Elektrownie podporządkowane innym resortom określa się mianem elektrowni przemysłowych.

<sup>10</sup>Por. K. Kopecki, Energetyka w okresie kryzysu, Warszawa, PAN, 1981, s. 103.

<sup>11</sup>Zob. K. Kopecki, Energetyka w okresie kryzysu ..., op. cit., s. 85 i dalsze.

<sup>12</sup>Konieczność uzyskania szybszego tempa rozbudowy potencjału energetycznego kraju poruszali między innymi: St. Andrzejewski, Uwagi do programu rozwoju i utrzymania systemu elektroenergetycznego w latach 1976-1980, Energetyka 1975, nr 12, s. 322-324; także: L. Nehrebecki, Uwagi do programu rozwoju i utrzymania systemu elektroenergetycznego w latach 1976-1980, Energetyka 1975, nr 12, s. 323-324. Uwagi te dotyczą Programu zabezpieczenia i utrzymania systemu elektroenergetycznego w latach 1976-1980 przez rozbudowę potencjału produkcyjnego, wykonawczego oraz zaplecza projektowo-remontowego i naukowo-badawczego, opracowanego, w 1975 r., dla Kolegium MGİE.

<sup>13</sup>Por. A. Szpilewicz, Determinanty energochłonności, Gospodarka Planowa, 1985, nr 4-5.

<sup>14</sup>Produkcja energii elektrycznej netto jest to produkcja brutto zmniejszona o zużycie własne elektrowni. Produkcja brutto - produkcja zmierzona na zaciskach generatorów w elektrowniach. Zużycie netto energii elektrycznej określone jest jako zużycie finalne lub mierzone przez liczniki odbiorców. Zużycie energii elektrycznej na potrzeby własne elektrowni obliczono na podstawie Annual Bulletin of Electric Energy Statistics for Europe, New York, United Nations, 1979. 1980, 1982.

<sup>15</sup>Obliczono według materiałów Ministerstwa Górnictwa i Energetyki.

<sup>16</sup>Raport o negatywnych skutkach ..., op. cit., s. 27-32.

<sup>17</sup>Obliczono na podstawie: Annual Bulletin of Electric ..., op. cit.

<sup>18</sup>Według materiałów Ministerstwa Górnictwa i Energetyki.

<sup>19</sup>A. Karpiński pisze, iż jednym z istotnych elementów procesu programowania rozwoju przemysłu jest metoda wielokryteriowa, jednym zaś z kryteriów rozwoju gałęzi i branż jest ich chłonność na energię. Zob. A. Karpiński, Zarys metody budowy programu restrukturyzacji przemysłu, *Gospodarka Planowa*, nr 9/1986, s. 340-344. Zob. też J. Gajda, Cele i warunki przemian strukturalnych polskiego przemysłu, *Problemy Ekonomiczne*, nr 31, 1986, s. 27-32.

<sup>20</sup>W. Bojarski, *Energochłonność gospodarki narodowej i kierunki jej racjonalizacji*, *Gospodarka Paliwami i Energią*, nr 3, 1979. A. Szpilewicz, *Determinanty energochłonności*, *Gospodarka Planowa*, nr 415, 1985.

Także: A. Szpilewicz, *Anatomia energochłonności*, *Życie Gospodarcze*, nr 17, 1986.

Z. Mikołajczyk, *O przyczynach wysokiej energochłonności*, *Życie Gospodarcze*, nr 19, 1983 oraz *Obszary i struktury racjonalizacji*, *Życie Gospodarcze*, nr 20, 1983.

<sup>21</sup>A. Jankowska-Kłapkowska, *Kierunki badań nad energochłonnością struktur produkcji*, *Problemy Ekonomiczne*, nr 1, 1983, s. 45-56. Z.J. Broda, T. Urbanek, *Teoretyczne i empiryczne problemy kształtowania struktury produkcji w Polsce w celu obniżenia jej materiałochłonności*, *Problemy Ekonomiczne*, nr 1, 1983, s. 114-118.

<sup>22</sup>A. Jankowska-Kłapkowska wyróżnia cztery bloki struktur produkcji, przy pomocy których należy badać ich energochłonność. Sposób analizy związków pomiędzy elektrochłonnością przemysłu a strukturą produkcji przyjęty w tej pracy odpowiada drugiemu blokowi. Zob. A. Jankowska-Kłapkowska, *Kierunki badań*, op.cit. s. 47-48.

<sup>23</sup>Zob. A. Dąbrowski, *Energochłonność przemysłu a zmiany struktury produkcji w Polsce w latach 1960-1980*, [W:] *Prace z zakresu ekonomiki przemysłu. Czynniki rozwoju przemysłu*, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, *Zeszyty naukowe*, nr 230, Kraków 1986, s. 58-59.

<sup>24</sup>Szerzej na temat substytucji nośników energii piszą A. Dyduch, K. Mendys, *Niektóre aspekty substytucji nośników energii u ich użytkowników*, *Problemy Ekonomiczne*, nr 1/1983, s. 148-155.

<sup>25</sup>H.M. Steward, *Transitional ...*, op. cit., s. 25-27.

<sup>26</sup>Na temat rodzajów reakcji zużycia energii na produkcję piszą T. Urbanek, *Elastyczność zużycia energii na tle rodzajów energochłonności*, *Problemy Ekonomiczne*, nr 1/1983, s. 136-143.

<sup>27</sup>Interesującą analizę globalnych tendencji między zużyciem energii elektrycznej a dynamiką produkcji przeprowadził E. Nowak. Zbadał on, za pomocą analizy ekonometrycznej, współczynniki elastyczności między badanymi wielkościami. Wg tych badań do 1964 r. współczynnik elastyczności był większy od jakości, od 1970-1980 mieścił się w przedziale 0,7-0,8.

Zob. E. Nowak, *Tendencje zmian globalnej energochłonności produkcji przemysłowej*, *Wiadomości Statystyczne*, nr 9/1987.

<sup>28</sup>Zob. Z. Broda, T. Urbanek, *Teoretyczne ...*, op. cit., s. 116.

<sup>29</sup>Zob. Z. Bartosik, *Produkt globalny i produkt finalny*, *Życie Gospodarcze*, nr 19, 1984.

<sup>30</sup>Szeroko i przekonująco problem energochłonności przemysłu paliwowo-energetycznego przedstawia w swoich interesujących pracach A. Szpilewicz.

Zob. A. Szpilewicz, *Determinanty energochłonności*, *Gospodarka Planowa*, op. cit.

A. Szpilewicz, *Careant Consules, czyli o węglachłonności wydobycia węgla*, *Życie Gospodarcze*, nr 39, 1987.

<sup>31</sup>Wynoszą one dla wielu wyrobów poniżej 1% kosztów produkcji, np. przy produkcji samochodów 0,4%, wyrobów mechanicznych 0,8, narzędzi 0,8. Relatywnie "wysokie" są w hutnictwie żelaza, bo 3%. Zob. Systemy taryfowe energii elektrycznej, Prace Naukowe Instytut Energoelektryki Politechniki Wrocławskiej, Seria: Monografie, nr 19, Wrocław 1987, s. 29.

<sup>32</sup>Przy założonym czasie pracy bloków energetycznych 5500 godzin w roku. Jest to czas zbliżony do czasu wykorzystania mocy bloków energetycznych 200 MW w krajowych elektrowniach.

<sup>33</sup>Zob. A. Jankowska-Kłapkowska, Kierunki badań ..., op. cit., s. 48.

<sup>34</sup>Zob. Z. Gil, Pomiar energochłonności produkcji, Problemy Ekonomiczne, nr 4/1984. Kraków, 1984, s. 110.

A. Bołdynowicz, Energochłonność kumulowana, op. cit., s. 14.

<sup>35</sup>Obliczono na podstawie Rocznika statystycznego przemysłu, 1984 r. s. 290.

#### Do rozdziału czwartego

<sup>1</sup>Z. Bartosik pisze, że obliczenie wartości towaru nie jest to wyłącznie sfera teoretycznych rozważań, lecz przedmiot praktycznych dociekań. Zob. Z. Bartosik, Intensywny rozwój społeczno-gospodarczy, Wrocław Ossolineum, 1979, s. 19.

<sup>2</sup>Zob. A. Melich, Podstawy teorii gospodarowania, Warszawa, PWE, 1985, s. 206.

W ostatnich latach konieczność badania społecznych kosztów była często podkreślana. Zob. Energetyka czynnikiem wzrostu, Konferencja Komitetu Problemów Energetyki PAN, Jabłonna 11-15.06. 1984.

A. Karpiński, Czy staniemy przed barierą energetyczną, Życie Gospodarcze, 1985, nr 11.

W. Bojarski, Bariera energetyczna czy doktrynalna, Życie Gospodarcze, 1986, nr 2.

<sup>3</sup>Zob. L. Kantorowicz, Rachunek ekonomiczny optymalnego wykorzystania zasobów, Warszawa, PWE, 1967.

<sup>4</sup>L. Kantorowicz, Rachunek ekonomiczny, op. cit., s. 33.  
V.V. Novożylov, Izmerenie zatrat i rezultatov, Moskwa, Nauka, 1967, s. 62.

W. Niemczynow przeprowadził obszerną dyskusję nad problematyką zbliżoną do naszego rozumienia społecznego kosztu. Zob. W. Niemczynow, Wartość społeczna i cena planowa, Warszawa, KiW, 1975, s. 40-48, 480-512.

<sup>5</sup>W. Niemczynow, Wartość społeczna..., op. cit., s. 508, 512.

<sup>6</sup>L. Kantorowicz, Rachunek ..., op. cit., s. 62 i dalsze.

<sup>7</sup>W. Bojarski, Podstawy metodyczne oceny efektywności w systemach energetycznych, Wrocław, Ossolineum, 1979, s. 78-79 oraz W. Bojarski, Metoda wyznaczania bilansujących kosztów i cen paliw dla odbiorców, Archiwum Energetyki, 1981, nr 3.

<sup>8</sup>J. Kornai, Niedobór w gospodarce, Warszawa, PWE, 1985, s. 368-376.

<sup>9</sup>Np. Z. Bartosik wprowadza w odniesieniu do miedzi pojęcie "ceny właściwej". Cena ta jest równa średnim światowym kosztom produkcji, plus podatki i koszty zbytu, plus zbyt przeciętny. Zob. Z. Bartosik, Przemysł miedziowy, Wrocław, Ossolineum, 1981, s.169.

<sup>10</sup>Zdaniem J. Semkowa wielu nakładów, np. na ochronę środowiska, nie można oszacować, jak np. koszty oczyszczania atmosfery. Zob. J. Semkow, Ekonomia a ekologia, Warszawa, PWN, 1980, s.181.'

<sup>11</sup>Ocenę społecznego kosztu w postaci uwzględnienia określonych jego składników proponuje też A. Melich. Wymienia przy tym następujące składniki społecznego kosztu: straty z powodu zanieczyszczenia środowiska, rabunkowej eksploatacji złóż, wyłączenia gruntów spod upraw, straty wynikłe wskutek zużycia środków na wybrany cel z ograniczeniem przez to realizacji tych celów.  
A. Melich, Podstawy teorii ..., op. cit., s. 208.

<sup>12</sup>Konieczność określenia takiej stawki procentowej podkreślił K. Kopecki, Ogólne założenia i metodyka rachunku gospodarczego w pracach planowo-projektowych w elektroenergetyce, Warszawa, 1960, PAN KEP, także Cz. Mejro, Podstawy gospodarki energetycznej, Warszawa, WNT, 1974, s. 37.

W. Bojarski, Podstawy metodyczne ..., op. cit., s. 135-137. Postulat uwzględnienia tego oprocentowania był mocno podkreślany na seminarium: "Społeczne koszty pozyskania surowców energetycznych" w Instytucie Gospodarki Narodowej, w dniu 24. 11. 1985.

<sup>13</sup>Według danych uzyskanych z elektrowni, w niektórych elektrowniach - szczególnie o długim okresie eksploatacji - wartość nakładów na remonty (przypadające na jednostkę zainstalowanej mocy) są wyższe od jednostkowej wartości środków trwałych brutto. Patrz: Biuletyn Gospodarki Remontowej, Wrocław, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Gospodarki Remontowej Energetyki, 1985, s. 18.

<sup>14</sup>Przedstawione dane statystyczne i ocena społecznych kosztów pozyskania węgla brunatnego przeprowadzona została, w 1984 r., przez zespół pod kierownictwem prof. dr hab. Karola Błahuta w Instytucie Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej. Zob. K. Błahut, B. Błahut, J. Rudek, Z. Szalbierz, Społeczne koszty pozyskania węgla brunatnego, Raport Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej, Seria SPR, 1985, nr 1.

<sup>15</sup>Badania nad "wartościowaniem techniki" w odniesieniu do systemów technicznych prowadzi L. Zacher. Zob. L. Zacher, Badania ewaluacyjne techniki w zastosowaniu do problemów energetycznych, [W:] Energetyka a gospodarka okresu ograniczeń, Praca zbiorowa pod red. W. Bojarskiego, Wrocław, Ossolineum 1983, s. 25-47 oraz L. Zacher, Postęp naukowo-techniczny jako przedmiot ewaluacji, Polska 2000, 1984, nr 2, s. 127-141.

<sup>16</sup>Pojęcie harmonizacji struktury celów w energetyce. Zob. W. Bojarski, Problem ograniczeń i harmonizacji wielkich obiektów z otoczeniem oraz ich społecznej akceptacji, [W:] Energetyka a gospodarka okresu ograniczeń ..., op. cit., s. 7-25.

<sup>17</sup>W. Baka, Programowanie rozwoju przemysłu, Warszawa, Arkady, 1971, s. 8-28, także B. Winiarski, Polityka regionalna, Warszawa, PWE, 1977, W. Pietruszewski, Wartość przestrzeni w planowaniu, Warszawa, PWN, 1985, s. 19-21.

<sup>18</sup>Konieczność uwzględnienia tych składników podkreśla A. Szpilewicz, Przeciw tonażowo ..., op. cit.

<sup>19</sup>A.O. Herrera, Wykorzystanie i ochrona zasobów naturalnych, [W:] Teoria ekonomiczna a współczesne społeczeństwo, Warszawa, PWE, 1981, s. 233 i nast., także G.M. Heal, Economic Theory and Exhaustion, Cambridge, Hand books, 1979, s. 83.

<sup>20</sup>M. Ostrowski, Z. Sadowski, Wyzwanie rozwojowe, op. cit., s. 238-341, też W. Herer, Z. Sadowski, Syndrom węglowy, Życie Gospodarcze, 1985, nr 20.

<sup>21</sup>A. Kamiński, M. Okólski, Teoria ekonomii a entropia, Ekonomista, 1979, nr 2, s. 367 i dalsze.

<sup>22</sup>Pojęcia ryzyka używam w ogólnie przyjętym znaczeniu wraz z elementami niepewności, tak jak są definiowane w ekonomii.



- <sup>23</sup>Diariusz Sejmowy. Sprawozdanie z posiedzenia plenarnego Sejmu PRL w dniu 21 marca 1985 r., s. 5-7.
- <sup>24</sup>M. Ostrowski, Z. Sadowski, Wyzwanie rozwojowe, op. cit., s. 340.
- <sup>25</sup>Zob. W. Bojarski, Podstawy efektywności ..., op. cit., s. 113.
- <sup>26</sup>The Design of Marginal Cost. Tariff UNIPEE Brussel Congress, 1982, s. 82.  
Zob. też Ch. J. Cicchetti, W.J. Gillen, L. Smolenzsky, The marginal cost and pricing of electricity and applied approach, Cambridge, 1972, s. 26 - 29.
- <sup>27</sup>The Design of Marginal Cost, op. cit. ..., s. 82 i dalsze, także M.E.El - Hawary, G.S. Christensen, Optimal Economic Operation of Electric Power Systems, London, Academic Press, 1979, s. 125-135.
- <sup>28</sup>Zob. R. Sorgenstein, Okres eksploatacji zespołów górniczo-energetycznych na węglu brunatnym, Praca doktorska, Wyższa Szkoła Ekonomiczna, Wrocław, 1963, s. 9-10.
- <sup>29</sup>Punktem wyjścia formułowania oceny efektywności przedsięwzięć gospodarczych w wytwarzaniu energii elektrycznej stała się praca K. Kopeckiego: Ogólne założenia i metodyka rachunku gospodarczego w pracach planowo-projektowych w energetyce. Warszawa, PAN, KEP, 1960, koncepcje te rozwinął W. Bojarski, Podstawy metodyczne oceny ..., op. cit., s. 83, także A. Kopystasiński, Założenia i metodyka rachunku efektywności inwestycji w elektroenergetyce, Archiwum Energetyki, 1972, nr 2.
- <sup>30</sup>Zob. K. Kopecki, Wybór optymalnego rozwiązania a zagadnienie tzw. wielokryterialności na przykładzie kompleksowej gospodarki paliwo-energetycznej, Archiwum Energetyki, 1976, nr 4, s. 191-192.
- <sup>31</sup>Społeczne koszty pozyskania węgla brunatnego, Raport Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych, op. cit., s. 58.

#### Do rozdziału piątego

- <sup>1</sup>Zob. G.T. Goodman, W.D. Rowe, Energy risk management, London, Academic Press, 1979.
- <sup>2</sup>Zob. D.F. Burkhardt, W.H. Ittelson, Environment assessment of socioeconomic systems. NATO, Conference series, series II, Systems science, s. 569-581.
- <sup>3</sup>Risk and benefits of energy systems, Symposium IAEA, 9-13 April, 1984, IAEA, Vienna, IAEA, 1984, s. 21-59.
- <sup>4</sup>T. Dutkiewicz, Monitoring zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego, Ochrona powietrza, 1979, nr 5, s. 118-121.
- <sup>5</sup>Także A. Jankowska-Kłapkowska, Ochrona środowiska naturalnego i jej kompleksowa efektywność. Ekonomista, 1951, nr 3/4, s. 529-545.
- <sup>6</sup>Prace te były wykonywane między innymi przez zespół pracowników Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych pod kierunkiem dr A. Klicha. Zob. Projekt katalogu strat wywołanych zanieczyszczeniem środowiska przez energetykę jako podstawa zbudowania systemu instrumentów ekonomicznych oddziaływania na emitentów, Raport Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej, Ser. SPR, 1984, nr. 4, s. 63-69.
- <sup>7</sup>A. Szczurowski, Stan i problemy górnictwa węglowego, Nauka Polska, 1984, nr 3, s. 11-31.
- <sup>8</sup>Na temat wpływu elektrowni na środowisko przyrodnicze z punktu widzenia projektanta elektrowni zob. D. Landyn, Ochrona środowiska a lokalizacja konwencjonalnych elektrowni parowych, Energetyka, 1975, s. 1-4, także Zagadnienia modelowania rozwoju kraju, Materiały konferencyjne. Jabłonna 6-11 X 1980, pod red. R. Kulikowskiego, Warszawa, PWN, 1982, s. 242-243.

<sup>9</sup>Por. A. Szpilewicz, Energia a rozwój gospodarczy świata, Warszawa, PWE, 1982, s. 246-250.

<sup>10</sup>Według danych Ministerstwa Górnictwa i Energetyki.

<sup>11</sup>Za A. Szpilewicz, Energia a rozwój ..., op. cit., s. 248.

<sup>12</sup>J. Szargut, Zagadnienia termoeconomiczne ochrony środowiska, Archiwum Energetyk, 1973, nr 1/2, s. 3-14, A. Zyk, Analiza zagrożenia środowiska przez elektrownie konwencjonalne, Gospodarka Paliwami i Energią, 1982, nr 11, s. 38-44.

<sup>13</sup>Według materiałów zebranych w Gwarectwie Węgla Brunatnego we Wrocławiu.

<sup>14</sup>Por. D. Laudyn, Ochrona środowiska, a lokalizacja, op. cit., s. 3.

<sup>15</sup>Por. Projekt katalogu strat ..., Raport Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej, 1984, nr 4, ser. SPR, op. cit., s. 67.

<sup>16</sup>Zob. na temat ekonomicznych aspektów strat: A. Jankowska-Kłapkowska, Ekonomiczne aspekty środowiska przyrodniczego w programowaniu rozwoju regionów górniczych, Zeszyty Naukowe AGH, Sozologia, 1980, z. 15, s. 7-13.

<sup>17</sup>A. Ginsbert-Gebert, Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska, Warszawa, Arkady, 1976.

<sup>18</sup>J. Kolipiński, Człowiek, gospodarka, środowisko, przestrzeń, Warszawa, PWN, 1978, s. 108.

<sup>19</sup>Zob. A. Cygan, Metodyka rachunku ekonomicznego w ochronie środowiska naturalnego, Gospodarka Planowa, 1976, nr 10, s. 540-543, także A. Ginsbert-Gebert, Ekonomiczne aspekty ..., op. cit., s. 86.

<sup>20</sup>Zob. T.S. Chaczaturow, Gospodarowanie przyrodą, Warszawa, PWE, 1985, s. 247, 271, także K. Dziewoński, B. Malisz, Przekształcenia przestrzenno-gospodarczej struktury kraju, Warszawa, PWN, 1978.

<sup>21</sup>Dziennik Ustaw 1980, nr 24, Dziennik Ustaw 1982, nr 21.

<sup>22</sup>Na podstawie: Environment and Energy. Environment aspect of energy production and use with particular reference to new technologies. A. Report of the United Nations Economic Commission for Europe, Oxford, Pergamon Press, 1979, s. 84 i dalsze.

<sup>23</sup>Za "Acid rain - debate hot", Electrical Review, 1983, Vol. 213. No. 26, s. 27.

<sup>24</sup>Propozycję takiego narzutu dają także M. Ostrowski, Z. Sadowski, Wyzwanie rozwojowe, op. cit., s. 236-238.

#### Do rozdziału szóstego

<sup>1</sup>S. Rosiak, Energetyka [W:] Problemy nowoczesności w gospodarce PRL, Warszawa, PWE, 1974, s. 51.

Por. T. Halawa, A. Kowalski, J. Małkiewicz, Kierunki automatyzacji systemu elektroenergetycznego, Wrocław, IAASE, 1974. Prace Instytutu Automatyki Systemów Energetycznych, z. 28, s. 20.

<sup>2</sup>Zob. A. Andrzejewski, Podstawy projektowania siłowni ciepłych, Warszawa, PWN, 1972, s. 35-38, także Cz. Ruksza, Zasadnicze kierunki postępu technicznego w podstawowych urządzeniach elektrowni, Energetyka, 1973, nr 10, s. 321.

<sup>3</sup>Podano za: Energochoziajstvo za rubeżom, Roczniki 1985.

<sup>4</sup>Obliczono według materiałów Ministerstwa Górnictwa i Energetyki.

<sup>5</sup>O korzyściach instalowania bloków dużej mocy. Zob. I. Trojak, Perspektywy rozwoju elektrotechniki w Polsce, Przegląd Elektrotechnicz-

ny, 1974, nr 1, s. 6-8.

<sup>6</sup>Zob. Z. Szalbierz, Efektywność wytwarzania energii elektrycznej w latach 1960-1975, Energetyka, 1981, nr 7/8, s. 202-204.

<sup>7</sup>Problem ekonometrycznej analizy korzyści wielkiej skali produkcji porusza Z. Pawłowski, Ekonometryczna analiza procesu produkcyjnego, Warszawa, PWN, 1976, s. 210-215. Za przyjęciem takiej funkcji regresji do opisu związków między wielkościami techniczno-ekonomicznymi w gospodarce energetycznej wypowiedzają się K. Kopecki, St. Góra, J. Marecki, R. Pochylnik, Zbiór zadań z gospodarki elektroenergetycznej, Warszawa-Poznań, PWE, 1975, s. 5. Taką funkcję przyjmuje też J. Bobek, Najważniejsze efekty koncentracji w elektroenergetyce, Zeszyty Naukowe SGPiS, 1967, nr 2, s. 67-83.

<sup>8</sup>Dokładne dane podano [W:] Z. Szalbierz, Z. Świetlicki, Prognoza zapotrzebowania na części zamienne dla elektrowni i elektrociepłowni zawodowych do 2000 r., Energetyka, 1984, nr 11, s. 465-469.

<sup>9</sup>Dokładna analiza [W:] Z. Szalbierz, Z. Świetlicki, Program rozwoju zaplecza produkcyjno-remontowego energetyki, Opracowanie OBRGRE we Wrocławiu (maszynopis powielony), s. 74.

<sup>10</sup>K. Mossakowski, Problemy rozwoju elektrowni atomowych, Gospodarka Planowa, 1973, nr 4, s. 23.

<sup>11</sup>J. Marecki, J. Wójcicki, XII Kongres Światowej Konferencji Energetycznej, 18-23 września 1983 r., Gospodarka Paliwami i Energią, 1985, s. 1-9.

<sup>12</sup>M.E.El. - Hawary, G.S. Christensen, Optimal Economic Operation of Electric Power Systems, London, Academic Press, 1979, s. 25-30.

<sup>13</sup>Z. Mossakowski, Problemy rozwoju, op. cit., s. 24.

<sup>14</sup>Zob. Prognoza Państwowej Rady Gospodarki Paliwowo-Energetycznej 1982, Prognoza Instytutu Energetyki 1982, Prognoza Energetyczna "Polska 2000".

<sup>15</sup>Według materiałów Ministerstwa Górnictwa i Energetyki.

<sup>16</sup>Révue Générale Nucleaire 1/1981, s. 50.

<sup>17</sup>L.L. Bennet, P.M. Karonsalis, Review of nuclear power cost around the world, International Conference of Nuclear Power Experience, Vienna, IAEA, 1980.

<sup>18</sup>L.L. Bennet, P.M. Karonsalis, Review of nuclear ... op. cit., s. 85.

<sup>19</sup>Por. T. Gadkowski, Międzynarodowa kontrola pokojowego wykorzystania energii atomowej. Wydawnictwo Naukowe UAM Poznań, 1985, s. 69-75.

<sup>20</sup>Wydawane przez IAEA w serii: Safety series.

<sup>21</sup>Energetyka jądrowa a środowisko, Warszawa, WNT, 1975, s. 30-32.

<sup>22</sup>M. Kangas, H.P. Niinimäki, Risks and benefit of coal, peat and nuclear power, [W:] Risk and benefits of energy system, Symposium IAEA, 9-13 April 1984. Vienna, IAEA, 1984, s. 73-83.

Także C.D. Heising, H. Inhaber, A comparison of regional and global catastrophic hazards associated with energy technologies, [W:] Risk and benefits ..., op. cit., s. 465-475.

<sup>23</sup>I.V. Pligt, J.R. Eiser, Nuclear Energy. Beliefs, Value and acceptability, [W:] Interdisciplinary Sciences Reviews, 1985, Vol. 10, No. 2.

<sup>24</sup>F.J. Clarke, Alternative Technologies and Rising Cost of Energy. [W:] Long Range Planning, 1981, Vol. 14, No. 4, s. 59-61.

<sup>25</sup>E. Rummich: Nichtkonventionelle Energienutzung. Eine Einführung in die physikalischen und technischen Grundlagen, Springer-Verlag, 1978, s. 28-33.

<sup>26</sup>Risk and benefits of energy systems, op. cit., s. 87.

Do rozdziału siódmego

<sup>1</sup>Znaczenie elektryfikacji dla społeczeństwa socjalistycznego często podkreślał w swoich pracach W.I. Lenin. Ogólnie znane jest określenie "Komunizm - to władza radziecka plus elektryfikacja całego kraju...". W.I. Lenin, Dzieła, t. 31, Warszawa, 1956, s. 427, także W.I. Lenin, Dzieła, Warszawa, 1956, t. 31, ss. 153, 290, 427, t. 32, ss. 131, 487.

<sup>2</sup>Por. Społeczny Projekt Reformy Krajowego Systemu Elektroenergetycznego, Energetyka, 1982, nr 2, także Cz. Mejro, Ogólne problemy i ograniczenia w rozwoju polskiej energetyki, [W:] Energetyka a gospodarka okresu ograniczeń, Wrocław, Ossolineum, 1983, s. 163-171.

<sup>3</sup>Do 1973 roku system elektroenergetyczny organizacyjnie był podporządkowany Ministerstwu Górnictwa i Energetyki. W 1973 roku powołano Resort Energetyki i Energii Atomowej, który istniał do 1981 roku.

<sup>4</sup>Zob. Andrzejewski, Uwagi do programu rozwoju i utrzymania systemu elektroenergetycznego w latach 1976-1980. B. Bartoszek, M. Janczewski, Kierunki rozwoju elektroenergetyki, Przegląd Elektrotechniczny, 1973, nr 7. Także L. Nehrebecki, Uwagi do programu rozwoju i utrzymania systemu elektroenergetycznego w latach 1976-1980, Energetyka, 1975, nr 12. Ekspertyza: Zaopatrzenie gospodarki narodowej w surowce ze szczególnym uwzględnieniem metod optymalizacji wykorzystania krajowej bazy surowcowej, Warszawa, Komitet Problemów Energetyki PAN, 1978.

<sup>5</sup>F.J. Clarke, Alternatives Technologie and the Rising Cost of Energy, [W:] Long Rang Planing, 1981, vol. 14, nr 4, s. 51-64.

<sup>6</sup>Zob. R.S. Pindyck, The structure of world energy demand Cambridge, Massachusetts and London, MIT Press, 1974, s. 55-56, 148-152.

<sup>7</sup>O błędach w planowaniu rozwoju wytwarzania energii elektrycznej interesująco pisał Cz. Mejro, Ogólne problemy i ograniczenia w rozwoju polskiej energetyki, [W:] Energetyka a gospodarka okresu ograniczeń, op. cit., s. 163-171.

<sup>8</sup>Por. Gospodarka narodowa. Czynniki produkcji. Raport Konsultacyjnej Rady Gospodarczej, Życie Gospodarcze, 1986, nr 15.

<sup>9</sup>Obliczono na podstawie Rocznika Statystycznego przemysłu, Warszawa, 1985, s. 222-223 i 225.

<sup>10</sup>Por. W. Herer, W. Sadowski, Syndrom węglowy, Życie Gospodarcze, 1985, nr 20.

<sup>11</sup>Por. np. W. Bojarski, Bariera energetyczna, czy doktrynalna, Życie Gospodarcze, 1986, nr 2.

<sup>12</sup>A. Szpilewicz, Anatomia energochłonności, Życie Gospodarcze, 1986, nr 27.

<sup>13</sup>Zob. W. Bojarski, Bariera energetyczna czy ..., op. cit. A. Karpiński, Restrukturyzacja gospodarki w Polsce i w świecie, Warszawa, PWE, 1986, s. 122-124.

<sup>14</sup>Diariusz Sejmowy z 21 marca 1985 r. Trzeba tu podkreślić, że dane przedstawione w informacji rządu na posiedzeniu Sejmu PRL w dniu 21 marca 1985 r. są na ogół zgodne z danymi zawartymi w prognozie: Prognoza Energetyczna, Polska 2020, Katowice, GIG, 1982, s. 23-24.

<sup>15</sup>Niekorzystne zjawiska mają miejsce, gdy parametry jakościowe węgla nie odpowiadają parametrom, na które zaprojektowane zostały kotły pracujące w elektrowniach. Zob. Raport o negatywnych skutkach pogorszonej jakości węgla kamiennego i zagrożenia bezpieczeństwa ruchu elektrow-

ni, Warszawa, Ministerstwo Energetyki i Energii Atomowej, 1980, s.11-14.

<sup>16</sup>Analizę literatury przedmiotu nad określeniem strat występujących w gospodarce w związku z deficytem energii elektrycznej podano [W:] Z. Szalbierz, J. Czupiał, A. Karlic, M. Moszkowicz, J. Szczygielski, Analiza dotychczasowych prac w zakresie metod porównawczych określenia strat gospodarczych ponoszonych przez podstawowe działy gospodarki narodowej wskutek deficytu mocy wytwórczej w energetyce, Raport Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej, seria SPR, 1983, nr 1.

<sup>17</sup>Np. J. Sozański, S. Szymański, A. Sima, A. Stępień, Wyznaczenie charakterystyk strat w zakładach przemysłowych przy niedoborze mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym, Energetyka, 1982, nr 8.

<sup>18</sup>J. Sozański, S. Szymański, Oszacowanie strat gospodarczych wynikających z deficytu mocy w krajowym systemie elektro-energetycznym, Energetyka, 1981, nr 9/10, s. 324-326.

<sup>19</sup>Interesującą metodę strat proponuje T. Kalinowski, A. Żeleński, Metodyka określania strat gospodarczych związanych z zawodnością zasilania odbiorców energii, Energetyka, 1981, nr 12.

<sup>20</sup>Szerzej zagadnienia te omówiono M. Moszkowicz, A. Karlic, Z. Szalbierz, J. Szczygielski, Strategia wyłączeń energii, Energetyka, 1984, nr 5.

<sup>21</sup>W systemach ekonomicznych ograniczenia sterowalności zależą w dużym stopniu od poprawności funkcji sterowania. Jeżeli zbiór norm sterujących nie jest poprawny albo zmiany wielkości tych norm nie są wystarczająco elastyczne, to może się okazać, że wymuszenie zmiany stanu na bardziej pożądanym jest w określonym czasie niemożliwe. Wydaje się, że z takim przypadkiem mamy do czynienia, gdy chodzi o sterowanie ograniczeniami w dostawach energii.

Zob. J. Gościński, Sterowanie i planowane ujęcie systemowe, Warszawa, PWE, 1982, s. 90.

<sup>22</sup>Pojęcie niezawodności systemu jest dość złożone, jednak można go sprowadzić do dwóch aspektów: systemu niezawodnościowego w odniesieniu do poszczególnych elementów, co wiąże się z doborem elementów o odpowiednim poziomie niezawodności i systemu strukturalnego w odniesieniu do sieci powiązań występujących w danym systemie i manewrowanie zmianami struktury w sposób przyczyniający się do pożądanej zmiany niezawodności całego systemu.

Zob. J. Gościński, Zarys teorii sterowania ekonomicznego, Warszawa, PWN, 1977, s. 128.

<sup>23</sup>Przez stabilność systemu gospodarki rozumie się jego zdolność do samoczynnego zmniejszania oddziaływania zakłóceń, aż do całkowitego ich wyeliminowania, po upływie pewnego czasu.

<sup>24</sup>Planowaniu rozwoju gospodarki paliwowo-energetycznej poświęcona jest praca W. Ciechanowicz, Problemy rozwoju systemu paliw i energii, Warszawa, PWN, 1981.

<sup>25</sup>Model rozwoju wytwarzania energii elektrycznej proponują: Z. Kozik, J. Malko, Planowanie mocy wytwórczych w systemie elektroenergetycznym. Prace Naukownawcze Politechniki Wrocławskiej, nr 1, 1970, s. 53-74. W literaturze zagranicznej np. M.E. Hawany, G.S. Christensen, Optimal Economic Operation of Electric Power Systems, Mathematics in science an engineering, 1983, Vol. 142.

<sup>26</sup>Powołać się tu trzeba na cytowane wcześniej prace W.Bojarskiego, K. Kopeckiego, Cz. Mejro, a w literaturze zagranicznej M.A. Melenteva i Makarova. Pewną syntezę prac w tej dziedzinie przeprowadzili W.R. Okorokov, D.C. Šabelev, Kompleksnyj analiz effektivnosti techničeskich rešenij v energetike, Leningrad, Energoatomizdat, 1985.

<sup>27</sup>Przez rachunek ekonomiczny rozumiem metodę przygotowania decyzji gospodarczych, polegającą na ocenie i porównaniu różnych wariantów działania z punktu widzenia ich społecznej opłacalności, czyli efektywności wyrażanej stosunkiem efektów do nakładów.

<sup>28</sup>Na przykład pogłębiają się negatywne zjawiska w sferze cen, mimo wzrostu społecznych kosztów. W okresie 1973-1984 jednostkowy nakład inwestycyjny na wybudowanie elektrowni ciepłej wzrósł z 5000 zł/KW do 75000 zł/KW, a więc piętnastokrotnie. W tym samym czasie średnia cena węgla spalanego w elektrowniach wzrosła z 332 zł do 3200 zł na 1 tonę, czyli niespełna 10-krotnie. W nowym układzie cen stało się wręcz niemożliwe uzasadnienie rachunkiem ekonomicznym budowy urządzeń oszczędzających energię, wymiany małosprawnych urządzeń na wydajniejsze i wprowadzenie w energetyce przemysłowej efektywnej energetycznie gospodarki skojarzonej: ciepłno-elektrycznej. Inflacyjny wzrost cen powoduje także bardzo drastyczne zmiany w kształtowaniu się podstawowych relacji ekonomicznych w elektrowniach. Krytyczną ocenę relacji wartości energii przeprowadził Cz. Mejro, Relacje wartości energii, Życie Gospodarcze, 1978, nr 39. Także Cz. Mejro, Antybodźce oszczędzania energii, Przegląd Techniczny, 1984, nr 18.

<sup>29</sup>Por. Z. Sadowski, Warunki skutecznego stosowania rachunku ekonomicznego, Gospodarka Planowa, 1981, nr 5, s. 229-231.

<sup>30</sup>Zob. W. Cherubin, Oddziaływanie reformy gospodarczej na oszczędność paliw i energii oraz propozycja zwiększenia tego wpływu, Gospodarka Paliwami i Energią, 1986, nr 4, s. 1-5.

<sup>31</sup>Z. Sadowski, Warunki skutecznego stosowania ..., op. cit., s.230.

## BIBLIOGRAFIA

1. ACKOFF R.L., Decyzje optymalne w badaniach stosowanych, Warszawa, PWN, 1969.
2. ALLEN R.G.D., Teoria makroekonomiczna, Warszawa, PWN, 1975.
3. ANDRZEJEWSKI S., Podstawy projektowania siłowni ciepłych, Warszawa, PWN, 1972.
4. ANDRZEJEWSKI S., Uwagi do programu rozwoju i utrzymania systemu elektroenergetycznego w latach 1976-1980, Energetyka, 1975, nr 12.
5. Annual Bulletin of Electric Energy Statistics for Europe, New York, United Nations, 1979, 1980, 1982.
6. Badania systemowe w gospodarowaniu paliwami i energią. Prace Zakładu Problemów Energetyki, IPPT, PAN, Warszawa 1974.
7. BAKA W., Programowanie rozwoju przemysłu, Warszawa, Arkady, 1971.
8. BURKHARDT D.F., ITTELSON W.H., Environment assessment of socioeconomic systems. NATO, Conference series, series II, Systems science, New York, Plenum Press, 1979.
9. BARTOSIK Z., Intensywny rozwój społeczno-gospodarczy, Wrocław, Ossolineum, 1979.
10. BARTOSIK Z., Przemysł miedziowy, Wrocław, Ossolineum, 1981.
11. BARTOSZEK B., JANCZEWSKI H., Kierunki rozwoju elektroenergetyki, Przegląd Elektrotechniczny, 1973, nr 7.
12. BENNET L.L., KARONSALIS P.M., Review of nuclear power cost around the world. International Conference of Nuclear Power Experience, Vienna, IAEA, 1980.
13. BERNAS B., Racjonalizacja produkcji i zużycia surowców i energii w europejskich krajach RWPG. Prace Naukowe Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław 1984, nr 21.
14. BARTOSIK Z., Produkt globalny i produkt finalny, Życie Gospodarcze 1984, nr 19.
15. Biuletyn Gospodarki Remontowej, Ośrodek Badawczo-Rozwojowy Gospodarki Remontowej Energetyki, Wrocław 1985 (maszynopis powielony).
16. BŁAHUT K., BŁAHUT B., RUDEK J., SZALBIERZ Z., Społeczne koszty pozyskania węgla brunatnego, Raport Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej, ser. SPR, 1985, nr 1.
17. BOBEK J., Najważniejsze efekty koncentracji w elektroenergetyce, Zeszyty Naukowe SGPiS, 1967, nr 2.
18. BOBROWSKI Cz., U źródeł planowania socjalistycznego, Warszawa, KiW, 1967.

19. BOJARSKI W., Podstawy metodyczne oceny efektywności w systemach energetycznych, Wrocław, Ossolineum, 1979.
20. BOJARSKI W., Metoda wyznaczania bilansujących kosztów i cen paliw dla odbiorców, Archiwum Energetyki, 1981, nr 3.
21. BOJARSKI W., Bariera energetyczna czy doktrynalna, Życie Gospodarcze, 1986, nr 2.
22. BOJARSKI W., Energochłonność gospodarki narodowej i kierunki nacjonalizacji, Gospodarka Paliwami i Energią, 1979, nr 3.
23. BOJARSKI W., Podstawy analizy i inżynierii systemów, Warszawa, PWN, 1984.
24. BOŁDYNOWICZ H.W., Energochłonność skumulowana, Warszawa, PWN, 1983.
25. BRODA Z.J., URBANEK T., Teoretyczne i empiryczne problemy kształtowania struktury produkcji w Polsce w celu obniżenia jej materiałochłonności, Problemy Ekonomiczne, nr 1, 1983, Kraków.
26. Bulletin, International Atomic Energy Agency, Vol. 28. No. 3, 1986, Vienna.
27. CHACZATUROW T.S., Gospodarowanie przyrodą, Warszawa, PUE, 1985.
28. CHERUBIN W., Oddziaływanie reformy gospodarczej na oszczędność paliw i energii oraz propozycja zwiększenia tego wpływu, Gospodarka Paliwami i Energią, 1986, nr 4.
29. CIECHANOWICZ W., Problemy rozwoju systemu paliw i energii, Warszawa, PWN, 1981.
30. CIOCHETTI CH.I., GILLEN W.I., SMOLENZSKY L., The marginal cost and pricing of electricity, Applied Approach, Cambridge, 1972.
31. CLARKE F.J., Alternatives Technologie and the Rissing cost of Energy, [W:] Long Rang Planing, 1981, Vol. 14, No. 4.
32. CYGAN A., Metodyka rachunku ekonomicznego w ochronie środowiska naturalnego, Gospodarka Planowa, 1976, nr 10.
33. DANIELEWSKI J., Paliwa w handlu międzynarodowym, Warszawa, PWN, 1980.
34. Dziennik sejmowy z plenarnego posiedzenia Sejmu PRL w dniu 21 marca 1985.
35. DARMSTADTER J., DUNKERLEY J., ALTERMAN J., How Industrial Societes use Energy, University Press, 1982.
36. DĄBROWSKI A., Energochłonność przemysłu a zmiany struktury produkcji w Polsce w latach 1960-1980, [W:] Prace z zakresu ekonomiki przemysłu, Akademia Ekonomiczna w Krakowie, Zeszyty naukowe, nr 230, Kraków, 1986.
37. DYDUCH A., MENDYS K., Niektóre aspekty substytucji nośników energii u użytkowników, Problemy Ekonomiczne, nr 1, 1983, Kraków.
38. DEMBOWSKI J., Energetyczna bariera wzrostu gospodarczego Polski, Gospodarka Planowa 1983, nr 12.



39. DEMBOWSKI J., Energetyczna bariera wzrostu, Gospodarka Planowa, 1983, nr 7-8.
40. DUNKERLEY J., Trends in Energy use in Industrial Societies. Resource for the Future, John Hopkins University Press, 1982.
41. DUTKIEWICZ T., Monitoring zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego, Ochrona Powietrza, 1979, nr 5.
42. Dziennik Ustaw, 1982, nr 21.
43. DZIEWONSKI K., MALISZ B., Przekształcenia przestrzenno-gospodarczej struktury kraju, Warszawa, PWN, 1978.
44. Les économies d'énergie. Rapport du gaz et d'électricité pour un meilleure utilisation d'énergie, Edition Eyrolles, Paris, 1980.
45. Elektrotechnika i problemy energosnabżenia przemysłowo rozwiniętych kapitalistycznych stron, Itogi Nauki i Techniki, 1983, t. 9.
46. EL-HAWARY M.E., CHRISTENSEN G.S., Optimal Economic Operation of Electric Power Systems, London, Academic Press, 1979.
47. Energetyka a gospodarka okresu ograniczeń, Wrocław, Ossolineum, 1983.
48. Energetyka czynnikiem wzrostu. Konferencja Komitetu Problemów Energetyki PAN, Jabłonna 11-15.06.1984.
49. Energetyka jądrowa a środowisko, Warszawa, WNT, 1975.
50. Environment and Energy. Environment Aspekt of Energy. Production and use with Particular Reference to New Technologies. A Report of the United Nations Economic Commission for Europe, Oxford, Pergamon Press, 1979.
51. FISZEL H., Teoria gospodarowania, Warszawa, PWN, 1980.
52. FISZEL H., Wstęp do teorii gospodarowania, Warszawa, PWE, 1970.
53. GAJDA J., Cele i warunki przemian strukturalnych polskiego przemysłu, Problemy Ekonomiczne, nr 31, 1986, Kraków.
54. GIL Z., Pomiar energochłonności produkcji, Problemy Ekonomiczne, nr 4, 1984, Kraków.
55. GATKOWSKI T., Międzynarodowa kontrola pokojowego wykorzystania energii atomowej, Poznań, Wydawnictwo Naukowe UAM, 1985.
56. GASPARSKI W., Problematyka badań systemowych, Prakseologia, 1978, nr 2.
57. GAUSSENS J., Problemy decyzji w badaniach i pracach rozwojowych, Warszawa, UNT, 1975.
58. GINSBERT-GEBERT A., Ekonomiczne aspekty ochrony środowiska, Warszawa, Arkady, 1976.
59. GOODMAN G.T., ROWE W.D., Energy Risk Management, London, Academic Press, 1979.
60. Gospodarka narodowa. Czynniki produkcji. Raport Konsultacyjnej Rady Gospodarczej, Życie Gospodarcze, 1986, nr 15.
61. GOSCINSKI J., Sterowane i planowane ujęcie systemowe, Warszawa, PWE, 1982.

62. GOSCINSKI J., Zarys teorii sterowania ekonomicznego, Warszawa, PWN, 1977.
63. HABR J. NEPREK J., Systemowa analiza i synteza, Warszawa, PWN, 1970.
64. HERER W., SADOWSKI Z., Syndrom węglowy, Życie Gospodarcze, 1985, nr 2.
65. HAPÉLE W., Energy Systems: Global options and strategies, JASA Conference, 10-13 maj 1978.
66. HAPPALDT H., OEDING D., Elektrische Kraftwerke und Netze, Berlin, Springer-Verlag, 1978.
67. HERER W., SADOWSKI Z., Syndrom węglowy, Życie Gospodarcze, 1985, nr 20.
68. HEAL G.M., Economic Theory and Exhaustion, Cambridge, Hand books, 1979.
69. HERER W. SADOWSKI Z., Polska w trudnym świecie, Przegląd Techniczny, 1984, nr 32.
70. ION D.C., Mirowe energetyczne resursy, Moskwa, Nedra, 1984.
71. ISKRA W., Czynniki ludzki w rozwoju gospodarczym krajów socjalistycznych, Warszawa, PWE, 1974.
72. JANKOWSKA-KŁAPKOWSKA A., Ekonomiczne aspekty środowiska przyrodniczego w programowaniu rozwoju regionów górniczych. Zeszyty Naukowe AGH, Sozologia, 1980, z. 15.
73. JANKOWSKA-KŁAPKOWSKA A., Ochrona środowiska naturalnego i jej kompleksowa efektywność, Ekonomista, 1981, nr 3/4.
74. JANKOWSKA-KŁAPKOWSKA A., Kierunki badań nad energochłonnością struktur przemysłu, Problemy Ekonomiczne, nr 1, 1983, Kraków.
75. JORGENSON D.W., The role of energy in productivity growth, The American Economic Review, 1984, May.
76. JOZEFIAK C., Czynniki surowcowe a teoria, Życie Gospodarcze, 1973, nr 26.
77. KALINOWSKI T., ŻELEŃSKI A., Metodyka określania strat gospodarczych związanych z zawodnością zasilania odbiorców energii, Energetyka, 1981, nr 12.
78. KAMINSKI A., OKÓLSKI H., Teoria ekonomii a entropia, Ekonomista, 1979, nr 2.
79. KUCHARSKI R., Quasi-systemowość współczesnych metod podejścia systemowego, Organizacja i Kierowanie, 1978, nr 2.
80. KANTOROWICZ L., Rachunek ekonomiczny optymalnego wykorzystania zasobów, Warszawa, PWE, 1967.
81. KARPIŃSKI A., Czy staniemy przed barierą energetyczną, Życie Gospodarcze, 1986, nr 2.
82. KARPIŃSKI A., Restrukturyzacja gospodarki w Polsce i na świecie, Warszawa, PWE, 1986.

83. KARPIŃSKI A., Zarys metody budowy restrukturyzacji przemysłu, Gospodarka Planowa, 1986, nr 9.
84. KOLIPIŃSKI J., Człowiek, gospodarka, środowisko, przestrzeń, Warszawa, PWN, 1978.
85. KOPECKI K., Wybór optymalnego rozwiązania a zagadnienie tzw. wielokryterialności na przykładzie kompleksowej gospodarki paliwowo-energetycznej, Archiwum Energetyki, 1976, nr 4.
86. KOPECKI K., Zasoby surowców energetycznych Polski i ich wykorzystanie do roku 2000 na tle bilansu światowego, Polska 2000, 1973, z.1.
87. KOPECKI K., Człowiek w świetle energii, Warszawa, KiW, 1976.
88. KOPECKI K., Energetyka w okresie kryzysu, Warszawa, PAN, 1981.
89. KOPECKI K. Dziś i jutro energetyki w europejskich krajach socjalistycznych, Wrocław, Ossolineum, 1983.
90. KOPECKI K., Ogólne założenia i metodyka rachunku gospodarczego w pracach planowo-projektowych w elektroenergetyce, PAN, KEP, Warszawa, 1960.
91. KORNAI J., Niedobór w gospodarce, Warszawa, PWE, 1985.
92. KOZIK Z., MALKO J., Planowanie mocy wytwórczych w systemie elektroenergetycznym, Prace Naukowe Politechniki Wrocławskiej, 1975, nr 1.
93. LAUDYN D., Ochrona środowiska a lokalizacja konwencjonalnych elektrowni parowych, Energetyka, 1975.
94. LENIN W.I., Dzieła, Warszawa, PWN, 1956, t. 31, t. 32.
95. MAKAROV A.A., MELENTEV Ł.A., Metody issledovanija i optimizacji energetičeskovo chozajstva, Novosybirsk, 1973.
96. MARECKI J., Gospodarka skojarzona, ciepłno-elektryczna, WNT, Warszawa, 1980.
97. MARECKI J., WÓJCICKI J., XII Kongres Światowej Konferencji Energetycznej. 18-23 września 1983, Gospodarka Paliwami i Energią, 1985.
98. MEADOWS D.H., MEADOWS D.L., RANDERS J., BEHRENS III W.W., Granice wzrostu, Warszawa, PWE, 1973.
99. MEJRO CZ. Podstawy Gospodarki Energetycznej, Warszawa, WNT, 1980.
100. MEJRO CZ., Relacje wartości energii, Życie Gospodarcze, 1978, nr 39.
101. MEJRO CZ., Antybody oszczędzania energii, Przegląd Techniczny, 1984, nr 18.
102. MEJRO CZ., TROSKIEWICZ J., WIERZBICKA B., Energetyka dziś i jutro, Warszawa, WNT, 1986.
103. MELICH A., Podstawy teorii gospodarowania, Warszawa, PWE, 1981.
104. MESAROWICZ M., PESTEL E., Ludzkość w punkcie zwrotnym, Warszawa, PWE, 1977.
105. Metody modelowania o optymalizacji systemów energetycznych w warunkach niepewności, PAN, KEP, Wrocław, Ossolineum, 1981.

106. MELENTEV Ł.A., *Sistemnye isledovanija v energetyke*, Moskva, Izdatelstvo Nauka, 1983.
107. MIKOŁAJCZYK Z.J., *O przyczynach wysokiej energochłonności*, *Życie Gospodarcze*, 1983, nr 19.
108. MIKOŁAJCZYK Z.J., *Struktury i obszary racjonalizacji*, *Życie Gospodarcze*, 1983, nr 20.
109. MIKOŁAJCZYK Z.J., *Podstawy instrumentacji oszczędzania*, *Życie Gospodarcze*, 1983, nr 21.
110. MOORE P.G., *Ryzyko w podejmowaniu decyzji*, Warszawa, PWE, 1985.
111. MOSSAKOWSKI K., *Problemy rozwoju elektrowni atomowych*. *Gospodarka Planowa*, 1973, nr 4.
112. MOSZKOWICZ M., KARLIC A., SZALBIERZ Z., SZCZYGIELSKI J., *Strategia wyłączeń energii*. *Energetyka*, 1984, nr 5.
113. MOSZKOWICZ M., *Ekonomiczne problemy rozwoju produkcji i zastosowań komputerów w gospodarce*, *Prace Naukowe Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej, Seria Monografie nr 18*, Wrocław, 1983.
114. NASIŁOWSKI M., *Zastosowanie formuły M. Kaleckiego do analizy wzrostu gospodarczego*, *Ekonomista*, 1975, nr 5.
115. NEHREBECKI L., *Uwagi do programu rozwoju i utrzymania systemu elektroenergetycznego w latach 1976-1980*, *Energetyka*, 1975, nr 12.
116. NIEMCZYNOW W., *Wartość społeczna i cena planowa*, Warszawa, KiW, 1975.
117. NOWAK E., *Tendencje zmian globalnej energochłonności produkcji przemysłowej*, *Wiadomości Statystyczne*, 1987, nr 9.
118. NOVOŻYLOV V.V., *Izmerenie zatrat i rezultatov*, Moskva, Nauka, 1967.
119. *Nowy międzynarodowy ład ekonomiczny*, Warszawa, PWE, 1979.
120. OKOROKOV V.R., ŠABLEV D.D., *Kompleksnyj analiz efektywnosti techničeskich rešeni w energetike*, Leningrad, Energoatomizdat, 1985.
121. OSTROWSKI M., SADOWSKI Z., *Ceny i koszty w gospodarce surowcowej*, *Ekonomista*, 1975, nr 2.
122. OSTROWSKI M., SADOWSKI Z., *Wyzwanie rozwojowe*, Warszawa, PWE, 1980.
123. PAWŁOWSKI Z., *Ekonometryczna analiza procesu produkcyjnego*, Warszawa, PWN, 1976.
124. *Perspektywy gospodarki światowej, Polska 2000*, Ossolineum 1979, t. 3.
125. PINDYCK R.S., *The structure of world energy demand*, MIT Press, London, Cambridge, 1979.
126. PIETRUSZEWSKI W., *Wartość przestrzeni w planowaniu*, Warszawa, PWN, 1985.
127. *Podstawowe problemy współczesnej techniki*, *Energetyka*, Warszawa, PWN, 1983, Tom XXIII.

128. PORWIT K., Metody planowania długookresowego (modele centralne, regionalne i branżowe). Kom. Przestrzennego Zagospodarowania Kraju PAN, Studia, tom XXVIII, Warszawa 1969.
129. Problemy nowoczesności w gospodarce PRL, Warszawa 1974, PWE.
130. Problemy optymalizacji w energetyce, II Sympozjum, Gdańsk 19-21 kwietnia 1979. Zbiór referatów. Grupa tematyczna A, SEP - Oddział Gdańsk, 1979.
131. Prognoza Energetyczna, Polska 2020, Katowice, GIGE, 1982.
132. Prognoza państwowej gospodarki paliwowo-energetycznej, Warszawa, 1982.
133. Prognoza Energetyczna, Polska 2000, Warszawa, 1982.
134. Projekt katalogu strat wywołanych zanieczyszczeniem środowiska przez energetykę jako podstawa zbudowania systemu instrumentów ekonomicznych oddziaływania na emitentów. Raport Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej, ser. SPR, 1984, nr 4.
135. Przemiany strukturalne w przemyśle, Praca pod redakcją J. Lisikiewicza, Warszawa, PWE, 1982.
136. Racjonalizacja użytkowania paliw i energii w przemyśle, PAN, KEP, Wrocław, Ossolineum, 1978.
137. Raport o negatywnych skutkach pogorszonej jakości węgla kamiennego i zagrożenie bezpieczeństwa ruchu elektrowni, Warszawa, MGIEA, 1980.
138. Risk and benefits of energy systems, Proceeding of a symposium, Julich, 9-13 April 1984, IAEA, Vienna 1984.
139. Roczniki statystyczne 1970-1985, Warszawa, GUS.
140. RUKSZA CZ., Zasadnicze kierunki postępu technicznego w podstawowych urządzeniach elektrowni, Energetyka, 1973, nr 10.
141. RYDYGIER W., Nominalne a relatywne zmiany cen, Życie Gospodarcze, 1981, nr 1.
142. SADOWSKI Z. Warunki skutecznego stosowania rachunku ekonomicznego, Gospodarka Planowa, 1981, nr 5.
143. SEMKOW I., Ekonomia a ekologia, Warszawa, PWN, 1980.
144. SOZANSKI J., SZYMAŃSKI S., SIMA A., STĘPIEŃ A., Wyznaczanie charakterystyk strat w zakładach przemysłowych przy niedoborze mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym, Energetyka, 1982, nr 8.
145. SOZANSKI J., SZYMAŃSKI S., Oszacowanie strat gospodarczych wynikających z deficytu mocy w krajowym systemie elektroenergetycznym, Energetyka, 1981, nr 9/10.
146. SORGENSTEIN H., Okres eksploatacji zespołów górniczo-energetycznych na węglu brunatnym, Praca doktorska, Wyższa Szkoła Ekonomiczna, Wrocław, 1963.

147. Społeczny projekt reformy krajowego systemu elektro-energetycznego, *Energetyka*, 1982, nr 2.
148. SPRUCH W., *Strategia postępu technicznego*, Warszawa, PWE, 1974.
149. SULMICKI P., *Proporcje gospodarcze*, Warszawa, PWN, 1962.
150. SZALBIERZ Z., ŚWIETLICKI T., *Prognoza zapotrzebowania na części zamienne dla elektrowni i elektrociepłowni zawodowych do 2000 r.*, *Energetyka*, 1984, nr 11.
151. SZALBIERZ Z. CZUPIAŁ J., KARLIC A., MOSZKOWICZ M., SZCZYGIELSKI J., *Analiza dotychczasowych prac w zakresie metod porównawczych określenia strat gospodarczych ponoszonych przez podstawowe działy gospodarki narodowej wskutek deficytu mocy wytwórczej w energetyce. Raport Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej, ser. SPR, 1983, nr 1.*
152. SZALBIERZ Z., *Rozwój wytwarzania energii elektrycznej w Polsce w latach 1960-1975*, *Gospodarka Planowa*, 1978, nr 7-8.
153. SZALBIERZ Z., *Efektywność wytwarzania energii elektrycznej w latach 1960-1975*, *Energetyka*, 1981, nr 7/8.
154. *Systemy taryfowe energii elektrycznej*, Pr.Nauk. Inst.Energoel. PWr., Seria: Monografie nr 19, Wrocław 1987.
155. SZARGUT J., *Zagadnienia termoeconomiczne ochrony środowiska*, *Archiwum Energetyki*, 1973, nr 1/2.
156. SZCZUROWSKI A., *Stan i problemy górnictwa węglowego*, *Nauka Polska*, 1984, nr 3.
157. SZPILEWICZ A., *Anatomia energochłonności*, *Życie Gospodarcze*, 1986, nr 27.
158. SZPILEWICZ A., *Energochłonność rozwoju gospodarczego*, CİNTE, WiT, 1978, nr 21.
159. SZPILEWICZ A., *Energia a rozwój gospodarczy świata*, Warszawa, PWE, 1982.
160. SZPILEWICZ A., *Przeciw tonażowo-megawatowej ideologii*, *Przegląd Techniczny*, 1983, nr 34.
161. SZPILEWICZ A., *Determinanty energochłonności*, *Gospodarka Planowa*, 1985, nr 4-5.
162. STEWARD H.M., *Transitional Energy Policy*, Pergamon Press, 1981,
163. *Technika a gospodarka. Praca zbiorowa pod red. J. Czupiała*, *Prace Instytutu Nauk Ekonomiczno-Społecznych Politechniki Wrocławskiej*, 1985, nr 33, Monografie nr 22.
164. *Teorie ekonomiczne a współczesne społeczeństwo*, Warszawa, PWE, 1981.
165. *The Desing and Marginal cost.Tariff UNIPEE Brussel Congress*, 1982.
166. *The electric power situation in the ECE region during the three-year period 1978-1980 and its prospects. Economic commission for*

- Europe, Committee on Electric Power, ECE EP, 27 October 1982.
167. TINBERGEN J., O nowy ład międzynarodowy, Warszawa, PWE, 1978.
  168. TROJAK J., Perspektywy rozwoju elektroniki w Polsce, Przegląd Elektrotechniczny, 1974, nr 1.
  169. URBANEK T., Elastyczność zużycia energii na tle rodzajów energochłonności, Problemy Ekonomiczne, nr 1, 1983, Kraków.
  170. WINIARSKI B., Polityka regionalna, Warszawa, PWE, 1977.
  171. Wykorzystanie energii elektrycznej w przemyśle krajów OECD. Wybrane informacje tematyczne OIC, CINTE, 1983, nr 10/2.
  172. ZACHER L., Postęp naukowo-techniczny jako przedmiot ewaluacji, Polska 2000, 1984, nr 2.
  173. ZACHER L., Kompleksowa ocena technik i jej następstw, WIT-CINTE, 1975, nr 2.
  174. Zagadnienia modelowania rozwoju kraju. Materiały konferencyjne, Jabłonna 6-11.X.1980. Pod redakcją R. Kulikowskiego, Warszawa, PWN, 1982.
  175. Zaopatrzenie gospodarki narodowej w surowce ze szczególnym uwzględnieniem metod optymalizacji wykorzystania krajowej bazy surowcowej. Ekspertyza, Warszawa, Komitet Problemów Energetyki PAN, 1978.
  176. ZIEMBA S., JAROMINEK W., STANISZEWSKI R., Problemy teorii systemów, Wrocław, Ossolineum, 1980.
  177. ZYK A., Analiza zagrożenia środowiska przez elektrownie konwencjonalne, Gospodarka Paliwami i Energią, 1982, nr 11.

#### THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC ENERGY IN POLAND. THE BASIC PROBLEMS

In view of the ever increasing demand for different forms of energy and the rising cost of its production, it is becoming more and more difficult to balance the growing demand for energy with the productive potential of the energy supply system. This potential gives rise to a number of vital economic problems. This paper contains an analysis of the relationships and connections between the country's economy and electric energy production. It also attempts to establish the determinants of the development of electric energy production, including such factors as the scope of its production as well as its role and position in the energy supply system of the national economy. Social costs have

been recognized as an important factor determining the development of electric energy production; their components and a method of calculating them have been proposed. In the last part of the paper, problems connected with planning the development of production and consumption of energy have been discussed.

#### РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ПОЛЫШЕ. ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ

В условиях растущего спроса на различные виды энергии и роста затрат на ее получение встречаем в стране все больше трудностей в разработке баланса растущих энергетических потребностей по сравнению с производственными возможностями системы, снабжающей народное хозяйство энергией. Они создают ряд существенных хозяйственных проблем. В настоящей работе исследованы связи и обусловленности, происходящие между народным хозяйством и производством электроэнергии. Определены детерминанты развития производства электроэнергии, определяющие масштаб ее производства, а также роль и место в системе удовлетворения энергетическим потребностям народного хозяйства. Важным фактором развития производства электроэнергии были признаны общественные затраты. Представлены составные элементы этих затрат и способ их вычисления. В последней части работы затронуты вопросы планирования развития производства и потребления энергии.



## SPIS TRESCI

	str.
1. WSTĘP.....	3
1.1. Sformułowanie problemu i cel badań .....	3
1.2. Metoda badań .....	9
1.3. Układ pracy .....	12
2. PODSTAWOWE UWARUNKOWANIA ROZWOJU PRODUKCJI I ZUŻYCIA ENERGII W GOSPODARCE .....	14
2.1. Metodyczne aspekty analizy uwarunkowań .....	14
2.2. Surowcowe uwarunkowania rozwoju produkcji i zużycia ener- gii .....	17
2.3. Strukturalne uwarunkowania rozwoju produkcji i zużycia energii .....	23
3. MAKROEKONOMICZNE UWARUNKOWANIA PRODUKCJI I ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ .....	28
3.1. Rozwój wytwarzania energii elektrycznej w Polsce na tle rozwoju w wybranych krajach świata .....	28
3.2. Produkcja energii elektrycznej a rozwój gospodarczy Polski .....	33
3.3. Strukturalne uwarunkowania zużycia energii elektrycznej w przemyśle .....	39
3.3.1. Czynniki zmian elektrochłonności przemysłu a zmia- ny struktury produkcji .....	39
3.3.2. Tendencje zmian globalnej elektrochłonności pro- dukcji przemysłowej .....	41
3.3.3. Struktura produkcji a elektrochłonność przemysłu w Polsce w latach 1970-1985 .....	44
3.3.4. Jednostkowa energo- i elektrochłonność produkcji przemysłowej .....	50
4. SPOŁECZNE KOSZTY ENERGII ELEKTRYCZNEJ .....	53
4.1. Pojęcie społecznych kosztów i ich struktura .....	53
4.2. Składniki społecznego kosztu energii elektrycznej .....	57
4.2.1. Koszty bezpośrednie .....	59
4.2.2. Koszty ingerencji w środowisko gospodarcze i spo- łeczne regionu .....	66
4.2.3. Koszty wynikające z możliwości wyczerpania się zasobów .....	67
4.3. Metoda oceny społecznego kosztu .....	70
4.4. Szacunek społecznego kosztu wytwarzania energii elek- trycznej (na przykładzie Elektrowni Bełchatów i Turów) .	76

5. WYTWARZANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ A ZAGROŻENIE ŚRODOWISKA NATURALNEGO .....	79
5.1. Wykorzystanie węgla w gospodarce a zagrożenie środowiska naturalnego .....	79
5.2. Składniki zagrożenia środowiska i ich skutki .....	84
5.3. Problemy oceny strat .....	91
6. KIERUNKI ROZWOJU TECHNIKI WYTWARZANIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ....	96
6.1. Koncentracja wytwarzania energii elektrycznej i jej efektywność .....	96
6.2. Problemy rozwoju energetyki atomowej .....	105
6.3. Nowe źródła energii i energie odnawialne .....	113
7. PLANOWANIE ROZWOJU PRODUKCJI I ZUŻYCIA ENERGII ELEKTRYCZNEJ...	115
7.1. Problemy planowania rozwoju produkcji energii elektrycznej .....	115
7.2. Planowanie zużycia energii elektrycznej w warunkach jej deficytu .....	120
7.3. Fazy modelowania rozwoju wytwarzania energii elektrycznej	125
7.4. Warunki wykorzystania rachunku ekonomicznego w planowaniu produkcji i zużycia energii .....	129
8. ZAKOŃCZENIE .....	132
9. PRZYPISY .....	136
10. BIBLIOGRAFIA .....	149

## CONTENS

	Page
1. INTRODUCTION .....	3
1.1. The exposition of the problem and the aim of the study ..	3
1.2. The research method .....	9
1.3. The design of the paper .....	12
2. THE BASIC FACTORS DETERMINING THE DEVELOPMENT OF PRODUCTION AND CONSUMPTION OF ENERGY .....	14
2.1. Methodological aspects of the analysis of determining factors .....	14
2.2. Raw materials as a factor determining the development of production and consumption of energy .....	17
2.3. Structural factors determining the development of pro- duction and consumption of energy .....	23
3. MACROECONOMIC FACTORS DETERMINING PRODUCTION AND CONSUMPTION OF ELECTRIC ENERGY .....	28
3.1. The production of electric energy in Poland as compared to the development in selected countries of the world ...	28
3.2. Production of electric energy and the economic develop- ment of Poland .....	33
3.3. Structural factor determining consumption of electric energy in industry .....	39
3.3.1. The change factors of electric energy intensity in industry and change of structure production....	39
3.3.2. The tendency of change of global electric energy intensity of industrial production .....	41
3.3.3. Production structure and electric energy intensity in Poland between 1970 and 1985 .....	44
3.3.4. Unitary energy intensity and electric energy in- tensity of industrial production .....	50
4. SOCIAL COSTS OF ELECTRIC ENERGY .....	53
4.1. The notion of social costs and their structure .....	53
4.2. The components of the social cost of electric energy ....	57
4.2.1. Direct costs .....	59
4.2.2. The costs of interference in the economic and so- cial environment of a region .....	66
4.2.3. The costs connected with the possibility of the depletion of stocks .....	67
4.3. The method of estimation of the social cost .....	70

4.4	An estimate of the social cost of electric energy production (for the power plants Bełchatów and Turów) taken as examples .....	76
5.	ELECTRIC ENERGY PRODUCTION AS A MENACE TO THE NATURAL ENVIRONMENT .....	79
5.1.	The use of coal as a menace to the natural environment ..	79
5.2.	Factors harmful to the environment and the costs of its protection .....	84
5.3.	Problems connected with estimating the losses .....	91
6.	THE TENDENCIES IN THE DEVELOPMENT OF ELECTRIC ENERGY PRODUCTION TECHNOLOGY .....	96
6.1.	The concentration of production processes in the production of electric energy and their efficiency .....	96
6.2.	The problems of the development of nuclear power plants..	105
6.3.	New energy sources and inexhaustible energies .....	113
7.	PLANNING THE DEVELOPMENT OF PRODUCTION AND CONSUMPTION OF ELECTRIC ENERGY .....	115
7.1.	The problems connected with planning the development of production of electric energy .....	115
7.2.	Planning the consumption of electric energy in view of its deficit .....	120
7.3.	Phases of modeling of the development of electric energy production .....	125
7.4.	The use of economic calculation for planning the production and consumption of energy .....	129
8.	CONCLUSIONS .....	132
9.	NOTES .....	136
10.	BIBLIOGRAPHY .....	149

PRACE NAUKOWE INSTYTUTU NAUK EKONOMICZNO-SPOŁECZNYCH  
(wydane w latach 1982—1988)

Nr 27, Monografie nr 16, <i>Kryteria i miary ekonomicznej efektywności badań i postępu technicznego</i> , Wrocław 1983	48,—
Nr 28, Monografie nr 17, <i>Spoleczno-ekonomiczna efektywność kształtowania środowiska</i> , Wrocław 1982	48,—
Nr 29, Monografie nr 18, M. Moszkowicz, <i>Ekonomiczne problemy rozwoju produkcji i zastosowań komputerów w gospodarce</i> , Wrocław 1983	120,—
Nr 30, Monografie nr 19, A. Karlic, <i>Współpraca naukowo-techniczna wyższej szkoły technicznej z ośrodkami zagranicznymi. Metoda oceny</i> , Wrocław 1983	75,—
Nr 31, Monografie nr 20, W. Kałuszyńska, <i>Wielkość empiryczna a skale pomiarowe</i> , Wrocław 1983	60,—
Nr 32, Monografie nr 21, K. Błahut, <i>Zmiany struktury produkcji przemysłowej i eksportu w Polsce w latach 1960—1978</i> , Wrocław 1984	67,—
Nr 33, Monografie nr 22, <i>Technika a gospodarka</i> , Wrocław 1985	100,—
Nr 34, Konferencje nr 1, <i>Aktualne problemy budowy socjalizmu w PRL</i> , Wrocław 1986	107,—
Nr 37, Monografie nr 24, <i>Samoocena a ocena uzdolnień intelektualnych studentów</i> , Wrocław 1988	125,—



Cena zł 330,—

Subscription should be sent (at any time of the year) to:

**"Ars Polona"**

Krakowskie Przedmieście 7, 00-068 Warszawa

or OR PAN, 00-901 Warszawa, PKIN, POLAND

Bank account number: PKO BP XV Oddz. W-wa 1658-201045-139-11

Wydawnictwa Politechniki Wrocławskiej

ma stałe na składzie Księgarnia Wr 49

Wybrzeże Wyspiańskiego 27, 50-370 Wrocław

oraz Wojewódzka Księgarnia Techniczna

ul. Świdnicka 8, 50-067 Wrocław

ISSN 0239-3204