



Munich Personal RePEc Archive

# **Lignite price as a determinant of the split of profit in systems of mines and power plants. Part I – Split of profit proposals**

Jurdziak, Leszek

Institute of Mining Engineering at Wroclaw University of Technology

01. November 2006

Online at <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/2384/>

MPRA Paper No. 2384, posted 07. November 2007 / 02:26

*Bilateralny monopol, optymalizacja kopalń,  
teoria targowania się, negocjacje ceny, sprawiedliwy podział,  
schemat arbitrażowy Nasha, rozwiązanie Kalai'a-Smorodinsky'ego*

Leszek JURDZIAK\*

## **CENA WĘGLA BRUNATNEGO JAKO WYZNACZNIK PODZIAŁU ZYSKU W UKŁADACH KOPALŃ I ELEKTROWNI<sup>1</sup>**

### **Część I – Propozycje podziału**

Omówiono różne struktury funkcjonowania kopalń węgla brunatnego i elektrowni, które powstały na polskim rynku w wyniku jego restrukturyzacji i prywatyzacji. Zwrócono uwagę, że praktyka wyprzedza teorię, gdyż brak jest modeli funkcjonowania takich struktur. Opracowano model współdziałania kopalni i elektrowni przy założeniu stałej ilości węgla, co może odpowiadać wyborowi konkretnego wyrobiska docelowego (w długim okresie) lub realizacji dostaw stałej ilości węgla w ramach kontraktu długoterminowego (w krótkim okresie np. roku). Potraktowano negocjację ceny węgla jako grę o sumie stałej, a samą cenę jako wyznacznik podziału łącznego zysku pomiędzy kopalnią i elektrownią. Wybór ceny pomiędzy cenami wyznaczającymi progi rentowności kopalni i elektrowni determinuje bowiem podział zysku pomiędzy obydwie strony. Odpowiada to krzywej kontraktu w klasycznym modelu bilateralnego monopolu. Zaproponowano 10 różnych metod podziału. Przedstawiono argumentację przemawiającą za poszczególnymi rozwiązaniami wyróżniając propozycję równych stóp zysku obliczonych bez kosztów zakupu paliwa.

#### **1. PRAKTYKA WYPRZEDZA TEORIĘ**

Kopalnie węgla brunatnego i elektrownie tworzą wspólnie specyficzny rynek nazywany bilateralnym monopolem (BM) [5]. Sposób jego funkcjonowania w dużej mierze uwarunkowany jest rozwiązaniami organizacyjno-właścicielskimi [10]. Produkcja energii elektrycznej z węgla brunatnego może odbywać się w różnych strukturach: samodzielnych podmiotach należących do jednego właściciela (jak było przed powołaniem spółki BOT „Górnictwo i energetyka” S.A.), firmach należących do róż-

---

\* Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, pl. Teatralny 2, 50-051 Wrocław,  
[leszek.jurdziak@pwr.wroc.pl](mailto:leszek.jurdziak@pwr.wroc.pl)

<sup>1</sup> Górnictwo i geologia IX. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 118, Seria: Studia i Materiały Nr 33, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007.

nych właścicieli (np. KWB „Konin” S.A. i ZE PAK S.A. i częściowo w MIBRAG S.A. [3]), podmiotach powiązanych ze sobą poprzez przynależność do jednego holdingu (np. BOT) lub w zintegrowanym pionowo koncernie energetycznym (np. RWE, Vattenfall, [3]).

Różnorodność rozwiązań jest konsekwencją decyzji politycznych podjętych w przeszłości, czasami bez głębszej analizy i modelowania funkcjonowania danej struktury, a z pewnością bez optymalizacji jej działania. Przykładem niefortunnego rozwiązania może być częściowa prywatyzacja ZE PAK S.A. przy pozostawieniu kopalń dostarczających węgiel do tych elektrowni (KWB „Konin” S.A. i KWB „Adamów” S.A.) w rękach państwa. Mogło to spowodować i spowodowało zantagonizowanie stron i konflikty mogące doprowadzić do zatrzymania produkcji<sup>2</sup>. Można było tego uniknąć dokonując analizy ekonomicznej funkcjonowania firm w takim układzie. Groźba strajku, całkowicie realna w polskich warunkach przy desperacji górników, może być argumentem przetargowym<sup>3</sup> w negocjacjach ceny węgla. Tym bardziej, że w przypadku strajku kopalnie tracą pieniądze budżetowe (a więc dla wielu niczyje), a inwestor prywatny – swoje własne. Analiza tej sytuacji wymaga odrębnego omówienia i była już częściowo poruszana (np. [4, 6]), a wkrótce ukazać się też nowe prace [7]. Sytuacja ta potwierdza słuszność zajęcia się problematyką relacji kopalń i elektrowni w warunkach liberalizacji rynku energii elektrycznej i dokonywanych zmian organizacyjno-właścicielskich. Stanowi też negatywny przykład sytuacji rywalizacji i konfliktu w BM mogących doprowadzić do rozwiązań suboptymalnych prowadzących do marnotrawstwa złóż węgla. Pozytywny przykład kooperacji mogącej doprowadzić do optymalnego wykorzystania zasobów to współpraca kopalń i elektrowni w ramach jednego holdingu. Sytuacja ta sprzyja, lecz nie gwarantuje osiągnięcia optimum.

## 2. GDY TYLKO CENA WĘGLA WPŁYWA NA WYNIKI KOPALNI

Analizę funkcjonowania układu przeprowadzona zostanie na prostym przykładzie kopalni eksploatującej węgiel z jednego konkretnego wyrobiska oraz elektrowni sprzedającej energię elektryczną uzyskaną ze spalania dostarczonego węgla.

W konkretnym wyrobisku docelowym na danym złożu znajduje się określona, skończona ilość węgla  $Q$  i nakładu  $N$ . Zdjęcie nakładu i wydobywanie węgla wiąże się

---

<sup>2</sup> W relacjach obu podmiotów w ostatnich latach wielokrotnie dochodziło do konfliktów na tle braku realizacji zapowiedzianych inwestycji, zbyt niskiej ceny węgla, czy obniżenia poziomu jego zakupów (m.in. [11]; Protest związkowców w KWB Konin, Miesięcznik Informacyjny Porozumienia Związków Zawodowych Kadra, IX 2004; Sprawa kopalni Konin i Adamów w Sejmie, 24.01.2006 09:10 - Gazeta Wyborcza (Poznań); Groźba strajku w KWB „Konin” S.A., 06.02.2006 - Puls Biznesu).

<sup>3</sup> *Strategia racjonalnych gróźb* – sposób wyznaczania *status quo* poprzez wybór rozwiązania niekorzystnego dla drugiej strony w przypadku, gdy negocjacje załamały się [17]. *Status quo* (łac.) – stan posiadania - rozkład wypłat dla obu stron gry, który nastąpi, gdy negocjacje zakończą się fiaskiem [13].

z określonymi kosztami  $TC_K$  rozumianymi jako całkowite koszty kopalni w okresie jej życia. Dalsza analiza przeprowadzona zostanie w cenach stałych i dlatego wpływ inflacji zostanie pominięty. Dla maksymalnego uproszczenia zagadnienia nie uwzględniona będzie też zmienna wartość pieniądza w czasie. Dzięki temu zabiegowi można na przeprowadzone analizy popatrzeć również jak na rozliczenia kopalni i elektrowni w ciągu jednego roku, przy zakontraktowanej określonej ilości węgla  $Q$ . Wpływ uzmiennienia tego parametru na wynik analiz będzie rozpatrzony później. Jak pokazuje przykład KWB „Konin” S.A. jest to bardzo istotny czynnik, gdyż obniżenie o ok.10% zakupów węgla przez ZE PAK S.A. pogorszyło sytuację finansową tej kopalni [1, 11].

Aby przedsięwzięcie było dla kopalni opłacalne kopalnia musi osiągnąć przychód całkowity  $TR_K(P)$  nie niższy od kosztów. Na przychód kopalni oprócz ilości węgla  $Q$  dostępnego w wyrobisku i jego jakości  $IQ^4$  istotny wpływ będzie miała cena węgla  $P$ .

$$TR_K(P) = P Q IQ \quad (1)$$

gdzie  $P$  jest ceną węgla wzorcowego, a cena węgla dostarczanego do elektrowni o jakości  $IQ$  (rzeczywista cena płacona przez elektrownię  $P_r$ ) to iloczyn:

$$P_r = P IQ \quad (2)$$

Zysk kopalni  $\Pi_K(P)$  będzie stanowić różnica przychodów i kosztów całkowitych:

$$\Pi_K(P) = TR_K(P) - TC_K \quad (3)$$

Podobnie elektrownia osiągnie zysk  $\Pi_E(P)$  jeśli różnica przychodów elektrowni ze sprzedaży energii będzie większa od całkowitych kosztów własnych elektrowni  $TC_E$  i kosztów zakupu paliwa (tożsamych z przychodem kopalni  $TR_K(P)$ ). Im taniej uda się elektrowni kupić paliwo tym większy zysk może ona osiągnąć. Zakupy paliwa stanowią od 50-60% łącznych kosztów produkcji energii elektrycznej [1].

$$\Pi_E(P) = TR_E - TR_K(P) - TC_E \quad (4)$$

Ponieważ  $TR_K(P) = \Pi_K(P) + TC_K$ , więc zysk elektrowni można przedstawić jako

$$\Pi_E(P) = TR_E - \Pi_K(P) - TC_K - TC_E \quad (5)$$

Stąd można obliczyć łączny zysk całego układu  $\Pi_V$  jako sumę zysków obu stron:

---

<sup>4</sup> Wskaźnik jakości  $IQ$  będący funkcją parametrów jakościowych węgla (np. wartości opałowej, zawartości siarki i popiołu itp.) powinien odzwierciedlać zmiany użyteczności węgla dla elektrowni na skutek odchyleń jego parametrów od wartości wzorcowych, na które przygotowano kotły w elektrowni.

$$\Pi_V = \Pi_E(P) + \Pi_K(P) \quad (6)$$

lub jako różnicę przychodów elektrowni i wszystkich całkowitych kosztów własnych kopalni i elektrowni, co prowadzi do tego samego wyniku. Okazuje się, że **łączny zysk elektrowni nie zależy od ceny węgla P**.

$$\Pi_V = TR_E - TC_K - TC_E = \text{const} \quad (7)$$

Zyski te można utożsamić z zyskami pionowo zintegrowanego koncernu energetycznego, gdy dla uproszczenia pominięte zostaną oszczędności wynikające z pionowego połączenia obu podmiotów obejmujące m.in. wyeliminowanie kosztów transakcyjnych związanych ze sprzedażą/zakupem węgla [4].

Ostatnio kopalnie węgla brunatnego i elektrownie osiągają zyski i można przyjąć, że łączne zyski układów kopalń i elektrowni są dodatnie. Ewentualne chwilowe straty całego układu (jego części) np. z uwagi na prowadzone inwestycje w elektrowniach i kopalniach, nie przekreślają dodatniego wyniku układu w okresie całego jego życia.

Jeśli kopalnia nie ma zamiaru zmieniać planów i wyrobiska, np. z uwagi na niechęć do zmian i przywiązanie do wcześniejszych rozwiązań, wysokie koszty odejścia od przyjętych planów, brak możliwości zmian z uwagi na uzyskane koncesje i zezwolenia itp.<sup>5</sup> lub z uwagi na fakt, że wybrane wyrobisko jest już optymalne (maksymalizuje łączne zyski układu [8, 9]), to całkowity przychód elektrowni będzie stały – niezależny od ceny węgla. Bez zmiany wyrobiska ilość i jakość węgla w jego wnętrzu nie ulegnie zmianie. Przychód będzie wynikał ze sprzedaży energii uzyskanej ze spalania konkretnej ilości węgla Q o określonej uśrednionej jakości IQ po cenie  $P_e$ .

$$TR_E = e(Q, IQ)P_e \quad (8)$$

gdzie:  $e(Q, IQ)$  to ilość energii uzyskana ze spalania Q Mg węgla o uśrednionej jakości IQ, a  $P_e$  to przyszła średnia cena energii w okresie eksploatacji złoża<sup>6</sup>.

Na razie dla uproszczenia pomijamy możliwości zwiększenia produktywności procesu spalania węgla. Nie uwzględniamy też możliwości wpływania elektrowni/koncernu na zmianę ceny energii elektrycznej  $P_e$  poprzez sterowanie popytą energią, co w przypadku takiego koncernu jak BOT jest możliwe i prawdopodobne, zwłaszcza przy istnieniu ograniczeń importu energii z rynku EU z uwagi na ograniczone możliwości przesyłowe, straty, czy różnego rodzaju opłaty zmniejszające opłacalność importu.

Zakładamy, że QIQ to ekwiwalentna ilość węgla wzorcowego zapewniająca wy-

<sup>5</sup> Wykluczona jest możliwość zastosowania optymalizacji i parametryzacji metodą Lerchs'a-Grossmann'a i wynikający z niej wpływ zmiany ceny węgla na wielkość i kształt wyrobiska docelowego [2]. Odpowiada to obecnej praktyce projektowania odkrywkowych kopalń węgla brunatnego.

<sup>6</sup> Cenę tą jest bardzo trudno przewidzieć. Prognozuje się je jednak, gdyż bez nich nie można byłoby oszacować opłacalności inwestycji elektroenergetycznych, które są zazwyczaj długoterminowe.

produktowanie tej samej ilości energii  $e(Q, IQ) = e(QIQ, IQ_{wz})$ . Za węgiel wzorcowy należy przyjąć węgiel o jakości  $IQ_{wz}$  spełniającej wymagania kotłów w elektrowni – węgiel zapewniający największą produktywność procesu spalania węgla.

Z uwagi na to, że koszty własne kopalni  $TC_K(P)$  i elektrowni  $TC_E(P)$  dla danego wyrobiska i węgla w nim zawartego są stałe – niezależne od ceny węgla, to również łączny zysk kopalni i elektrowni ( $\Pi_V(P)=const$ ) będzie niezależny od tej ceny (7).

**Cena węgla brunatnego P będzie więc miała jedynie wpływ na podział łącznego zysku między kopalnię i elektrownię.** Negocjacje ceny węgla przy eksploatacji konkretnego wyrobiska są, więc grą dwuosobową o sumie stałej<sup>7</sup> wynoszącej  $\Pi_V$  [6].

### 3. NEGOCJACJE CENY WĘGLA JAKO GRA 2-OSOBOWA O SUMIE STAŁEJ

Równoważność gier o sumie stałej i sumie zerowej powoduje, że można do ich rozwiązania zastosować te same metody. Nim jednak zaproponowane zostaną różne rozwiązania konieczne jest opisanie, na czym w istocie polega ta gra.

Negocjowana jest tylko cena węgla  $P$ , gdyż pozostałe czynniki uznane zostały (w tym podejściu) za stałe. Cena węgla może się zmieniać w szerokich granicach, dlatego ilość dostępnych strategii dla obu stron jest nieskończona, a nawet nieprzeliczalna. Do porozumienia dochodzi, gdy obie strony zaakceptują wspólną cenę do wzajemnych rozliczeń. Gdy propozycje cenowe są rozbieżne to do porozumienia nie dochodzi. Można się zastanowić, jaki wariant przyjąć w tym wypadku. Będzie to zależec od kontekstu negocjacji. W przypadku negocjacji strategicznych na początku dyskusji o przyszłej eksploatacji złoża i budowie elektrowni można przyjąć, że obie strony mogą wycofać się bez strat lub ponoszą straty w wysokości  $SQ_K$  i  $SQ_E$  odpowiadających wartości poniesionych nakładów na przygotowanie kontraktu i inwestycji. Mogą one obejmować wydatki na zakup dokumentacji geologicznej złoża lub jej sporządzenie, koszty pozwoleń i koncesji, czy wartość innych do tej pory poniesionych nakładów. W przypadku funkcjonującej kopalni i elektrowni, brak zgody na nową cenę może oznaczać obowiązywanie ceny poprzedniej lub przejście do realizacji strategii gróźb. Tutaj chcemy jednak skoncentrować się na różnych propozycjach prowadzących do osiągnięcia porozumienia, których racjonalna argumentacja może być zaakceptowana.

Zakładamy, że układ kopalni i elektrowni jest w stanie wypracować łączny zysk  $\Pi_V$ , który można rozdzielić pomiędzy obie strony. Akceptowalny obszar porozumienia wyznaczony jest przedziałem  $[0, \Pi_V]$ . Jeśli kopalnia osiągnie zerowe zyski to wte-

---

<sup>7</sup> Gra dwuosobowa o sumie stałej jest grą, w której wypłaty obu graczy sumują się do stałej wartości. Gry takie stają się grami o sumie zerowej, jeżeli od wszystkich użyteczności jednego z graczy odejmiemy wartość równą stałej sumie gry. W grach o sumie zerowej wypłaty sumują się do zera. Jedna strona wygrywa dokładnie tyle ile przegrywa druga. Interesy graczy są dokładnie przeciwstawne. Gry takie stanowią modele dla sytuacji czystego konfliktu dwóch stron [17].

dy zyski elektrowni będą wynosić  $\Pi_V$ . W miarę wzrostu zysku kopalni zyski elektrowni będą maleć o kwotę dokładnie odpowiadającą zyskom kopalni. W grach o sumie zerowej i stałej interesy obu stron są dokładnie przeciwstawne. Jeśli jednak układ jest w stanie wypracować zyski tzn.  $\Pi_V > 0$  to istnieje szansa na porozumienie stron zapewniające podział tej wspólnie wypracowanej kwoty. Rolę dystrybucyjną pełni w tym przypadku cena węgla. Można wskazać ceny graniczne wyznaczające akceptowalny obszar negocjacji. Będą to ceny wyznaczające progi rentowności kopalni i elektrowni.

Najniższą cenę węgla, jaką jest w stanie zaakceptować kopalnia jest cena węgla redukująca zyski kopalni do zera ( $\Pi_K(P_E)=0$ ) – cena wyznaczająca jej próg rentowności. Cena  $P_E$  jednocześnie maksymalizuje zyski elektrowni, które wynoszą wtedy  $\Pi_V$ , co oznacza, że łączne zyski układu przejmują właśnie ona. Gdyby do tego doszło oznaczałoby, że elektrownia dysponuje siłą przetargową monopolu, a kopalnia sprzedaje węgiel bez zysku, co zbliża ją do zachowań konkurenta doskonałego.

$$\Pi_K(P_E) = TR_K(P_E) - TC_K = 0 \quad (9)$$

$$P_E = TC_K / (Q \cdot IQ) \quad (10)$$

Podobnie można znaleźć cenę  $P_K$  stanowiącą próg rentowności elektrowni i zapewniającą przejęcie całego zysku  $\Pi_V$  przez kopalnię.

$$\Pi_E(P_K) = TR_E - TR_K(P_K) - TC_E = 0 \quad (11)$$

$$P_K = (e(Q, IQ)P_e - TC_E) / (Q \cdot IQ) \quad (12)$$

Przedział  $[P_E, P_K]$  to obszar negocjacji ceny/krzywa kontraktu stanowiąca rozwiązanie klasycznego BM [5]. Rozwiązanie dla zmodyfikowanego BM podano w [8, 9].

Różnica pomiędzy rozwiązaniem dla BM, a rozważanym tu przypadkiem polega na tym, że rozwiązanie klasyczne wskazuje optymalną ilość dobra pośredniego, która maksymalizuje łączny zysk. Tu ilość węgla jest z góry określona (zdeterminowana wyrobiskiem/kontraktem między kopalnią a elektrownią), natomiast nadal jak w klasycznym BM nierozstrzygnięta jest sprawa ceny węgla, która nie ma wpływu na łączny zysk, lecz ma wpływ na udziały kopalni i elektrowni w tym zysku. Dla ustalonej ilości węgla (niekoniecznie optymalnej  $x_{bm}$ ) można wskazać przedział cen pomiędzy linią popytu na węgiel, a krzywą kosztu jednostkowego wyznaczający granice negocjacji. Jedynie w punkcie przecięcia obu krzywych przedział ten redukuje się do punktu.

Przedział negocjacji ceny węgla można pokazać na wykresie zysków elektrowni w funkcji zysków kopalni. Ponieważ dla danego wyrobiska suma zysków jest stała,

a dla różnych cen z przedziału inne udziały przypadną obu stronom to zmianę tych udziałów będzie można przedstawić jako odcinek prostej o współczynniku nachylenia „-1” znajdujący się w dodatniej ćwiartce. Obrazuje on ciągły spadek zysku elektrowni z  $\Pi_V$  do 0 w miarę wzrostu zysku kopalni od 0 do  $\Pi_V$ . Oba udziały łączy równanie  $\Pi_K(P) + \Pi_E(P) = \Pi_V = \text{const}$ .

Ponieważ zmiany udziałów w zysku na skutek zmiany ceny węgla są liniowe na wykresie  $\Pi_E(\Pi_K(P))$  można zaznaczyć w równych odstępach wartości ceny węgla od  $P_E$  do  $P_K$ , co obrazuje wpływ ceny węgla na podział zysków (rys.1). Jak widać cena węgla  $P$  determinuje ten podział jednoznacznie. Chcąc zapewnić elektrowni  $n$ -procentowy udział w zyskach wystarczy ustalić cenę węgla na poziomie:

$$P_{En\%} = [nP_E + (100-n)P_K]/100 \quad (13)$$

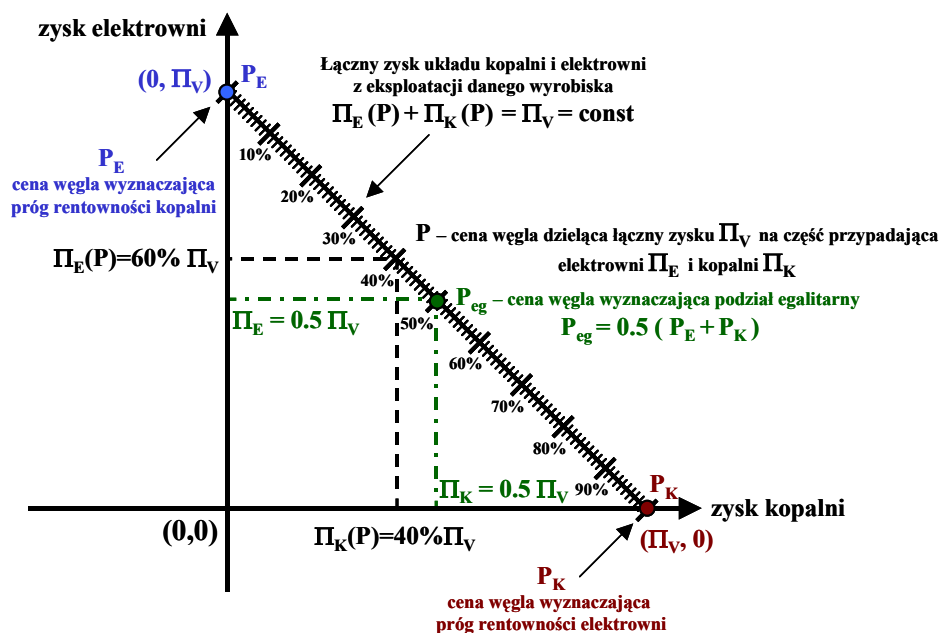
Podobnie na zasadzie symetrii można wyznaczyć cenę węgla zapewniającą  $n$ -procentowy udział w łącznych zyskach kopalni:

$$P_{Kn\%} = [nP_K + (100-n)P_E]/100 \quad (14)$$

Można zadać pytanie, czy lepiej jest negocjować cenę bazową (wzorcową) węgla i próbować obmyślać jakiś uniwersalny sposób jej waloryzacji z uwagi na zmianę ceny energii elektrycznej i inflacji jak zaproponowano w pracy [1], czy też wypracować podział wypracowanego zysku, który obie strony uznałyby za sprawiedliwy<sup>8</sup> i posługiwać się nim do wyznaczania ceny węgla. Wtedy zmiany kosztów obu stron i cen energii byłyby automatycznie uwzględniane, gdyż podziałowi podlegałby łączny zysk.

W przypadku dwóch różnych właścicieli (np. KWB „Konin” i ZE PAK) bezpieczniejsze wydaje się skoncentrowanie na negocjowaniu ceny węgla. Jej automatyczna waloryzacja wg uzgodnionej formuły mogłaby wyeliminować przeciągające się negocjacje i spory redukując (ale nie eliminując w ogóle) koszty transakcyjne. Waloryzowana cena węgla zapewne bardziej sprawiedliwe dzieliłaby wspólnie wypracowany zysk bez konieczności ujawniania danych o kosztach i innych strategicznych informacjach (np. danych o złożach). Ich ujawnienie byłoby konieczne przy uzgadnianiu podziału zysku, a to może nie być na rękę konkurującym ze sobą firmom i ich właścicielom. Z uwagi na przeciwstawne interesy większe znaczenie ma w tym wypadku rywalizacja niż kooperacja. O negatywnych skutkach takiego rozwiązania pisano w pracach [4, 6, 10], co potwierdza, że częściowa prywatyzacja jednej ze stron BM była błędem.

<sup>8</sup> Parafrazując słowa Poncjusza Piłata z Ewangelii św. Jana można zadać pytanie „A cóż to jest sprawiedliwość?” W znaczeniu ogólnym byłoby bardzo trudno odpowiedzieć na to pytanie, w znaczeniu sprawiedliwości dystrybtywnej odpowiedź wydaje się łatwiejsza i można ją znaleźć posiłkując się np. matematyką i ekonomią, czy teorią gier, która je łączy [18]. Wkład w teorię sprawiedliwego podziału mają też polscy matematycy m.in.. Bronisław Knaster i Hugo Steinhaus [15-16, 18].



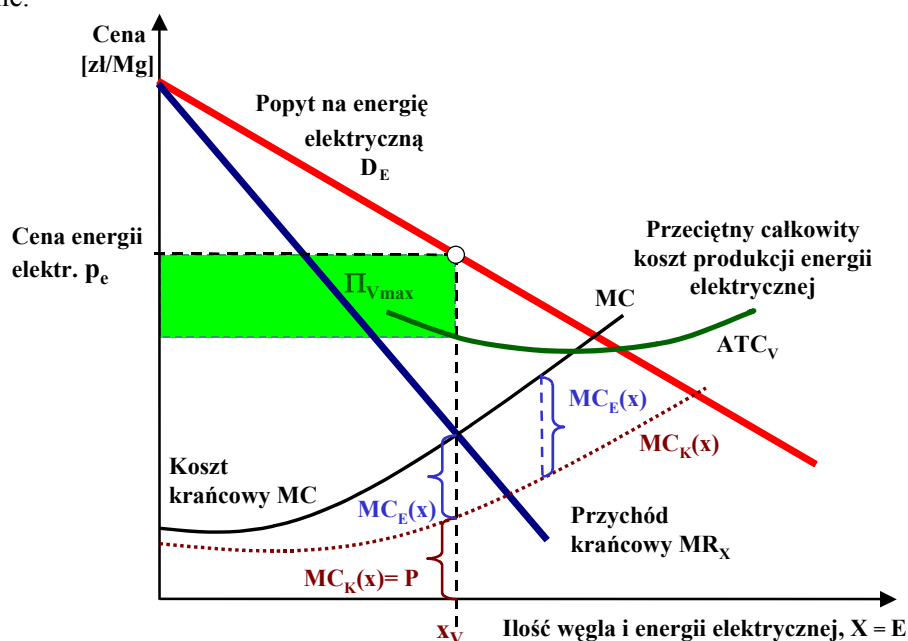
Rys. 1. Wpływ ceny węgla  $P$  na podział łącznego zysku pomiędzy kopalnię a elektrownię.  
Fig. 1. Influence of the lignite price  $P$  on joint profits split between mine and power station.

W przypadku holdingu już tak nie jest. Posiadanie wspólnego właściciela w istotny sposób redukuje przeciwstawność interesów kopalni i elektrowni, jednak nie eliminuje całkowicie. Ważniejszą sprawą jest zapewnienie pełnego dostępu właścicielowi do informacji o kosztach obu stron, by umożliwić mu podjęcie racjonalnych decyzji. Negocjacje konkretnej ceny mogą stracić wtedy sens, a właściciel może podzielić łączny zysk tak by umożliwić obu stronom realizację inwestycji. Wybór ceny węgla byłby wtedy problemem technicznym – dobraliby się ją tak by zrealizować przyjęty podział zysku. Cena węgla pełniłaby funkcję dystrybucyjną – byłaby ceną transferową.

W zintegrowanym pionowo koncernie energetycznym można nawet zakwestionować sensowność posługiwania się ceną węgla, co zrobiono np. w koncernie RWE. Ekonomisci przyjmują, że w zintegrowanej pionowo firmie wewnętrzna cena transferowa półproduktów przechodzących między działami powinna być ustalona dokładnie na poziomie ich krańcowych kosztów produkcji  $P = MC_K$  [14]. Przyjmując, że po połączeniu kopalni i elektrowni ta pierwsza stałaby się „wydziałem nawęglania” nie ma sensu ustalanie ceny węgla, gdyż do analiz i podejmowania racjonalnych decyzji (np. znalezienia optymalnej wielkości produkcji  $x_V$ ) wystarczy posługiwać się kosztami krańcowymi wydobywania węgla  $MC_K$  i jego przetworzenia na energię elektryczną  $MC_E$  (rys.2) [10].

Rozwiązanie dla BM kopalni i elektrowni z uwagi na ich specyfikę jest zdeterminowane w długim okresie nie tylko w zakresie ilości węgla (kształtu i wielkości wyro-

biska docelowego), lecz i optymalnej ceny węgla maksymalizującej łączne zyski układu [8,9]. Znajomość tej ceny jest niezbędna do oceny opłacalności ekonomicznej bieżących działań kopalni i dlatego całkowite jej wyeliminowanie może poważnie utrudnić podejmowanie bieżących decyzji. Kopalnia to nie zwykła fabryka, w której większość spraw jest zdeterminowana i przewidywalna. W kopalni przez cały czas pojawiają się nowe informacje dotyczące złoża. Bez znajomości ceny/użyteczności węgla trudno jest podjąć decyzje, czy warto daną partię złoża wyeksploatować, czy też nie.



Rys. 2. Wyznaczenie optymalnej ilości węgla i jego ceny na bazie kosztów krańcowych [14])  
 Fig. 2. Setting the optimal amount of coal and the lignite price on the basis of incremental costs [14].

Cena optymalna ekonomicznie nie musi jednak służyć do wzajemnych rozliczeń pomiędzy kopalnią, a elektrownią, gdyż po podjęciu decyzji o wyborze wyrobiska optymalnego maksymalizującego łączny zysk  $\Pi_{Vmax}$  nie będzie wpływać na jego poziom. Można wtedy wybrać inną cenę – transferową (rozrachunkową) służącą do zrealizowania zaakceptowanego przez obie strony podziału zysku [6, 7].

Jeśli bowiem w holdingu kopalnia i elektrownia prowadzą odrębną księgowość to nawet kierując się kosztami krańcowymi przy wyborze optymalnej wielkości produkcji  $x_V$  (rys.2) pozostaje problem jak podzielić wypracowany maksymalny zysk  $\Pi_{Vmax}$  pomiędzy obie części holdingu (powiązane firmy) tak by zaspokoić ich potrzeby (np. inwestycyjne, premie itp.) i jednocześnie nie wejść w konflikt z urzędami skarbowymi śledzącymi, czy dobór cen transferowych nie uszczupla należności dla skarbu państwa.

#### 4. PROPOZYCJE PODZIAŁU ZYSKU

Problem podziału stałej kwoty pomiędzy dwu graczy rozważany był przez wielu autorów i istnieje wiele różnych propozycji rozwiązania tego dylematu [18]. Niektóre z nich są sformalizowane i oparte na solidnych podstawach matematycznych, inne są arbitralnymi propozycjami podziału wspartymi racjonalną i obiektywną argumentacją.

Jednym z podstawowych czynników mających wpływ na negocjacje i akceptację rozwiązania jest użyteczność wypłat w grze, za które tu przyjęto udziały w zysku. Ta sama kwota pieniężna często ma różną wartość dla różnych osób.

Jednym z czynników różnicujących funkcję użyteczności jest stosunek do ryzyka. Przyjmuje się, że osoba neutralna wobec ryzyka ma liniową funkcję użyteczności względem ilości pieniędzy, a użyteczność wypłat gracza charakteryzującego się awersją wobec ryzyka można opisać funkcją logarymiczną (lub jej podobną o malejącej krańcowej użyteczności pieniędzy). Inną funkcję użyteczności może mieć właściciel firmy, a inną negocjator lub prezes, który tylko zarządza powierzonym mu majątkiem. Pojawia się wtedy problem agencji<sup>9</sup> i zagrożenie moralne<sup>10</sup>, co dodatkowo komplikuje i tak już złożoną sytuację. Trudności pogłębia jeszcze asymetria informacji, niepewność prognoz i posiadanych danych, ryzyko oraz upływ czasu zmieniające statyczne równowagi w problemy stochastycznej optymalizacji dynamicznej.

Dla uproszczenia w pierwszym kroku założona zostanie neutralność obu stron wobec ryzyka, a użyteczność pieniędzy będzie opisana funkcją  $u(x)=x$  umożliwiającą interpersonalne porównywania użyteczności. Lista propozycji obejmuje:

I. **Rozwiązanie egalitarne.** Równy podział zysku pomiędzy obie strony.

Czy **podział po połowie** można uznać za sprawiedliwy, jeśli obie strony do wypracowania łącznego zysku angażują zupełnie inne środki np. kopalnia zazwyczaj angażuje ponad dwukrotnie mniejsze środki niż elektrownia? Koszty paliwa stanowią ok. 50-60% kosztów wytworzenia energii elektrycznej.

II. **Schemat arbitrażowy Nasha** bez i z uwzględnieniem punktu *status quo*. Opis tego schematu znajduje się książkach o teorii gier i w [7]. Chodzi w nim o maksymalizację iloczynu przyrostów użyteczności obu stron względem podziału zapewnionego przez *status quo*  $SQ_K$  i  $SQ_E$ :  $\max\{(\Pi_K(P) - SQ_K)(\Pi_E(P) - SQ_E)\}$

Suma  $SQ_K$  i  $SQ_E$  może być niższa od  $\Pi_V$ . Wypłaty przy braku porozumienia mogą być pomniejszone o straty produkcyjne i kary poniesione na skutek wstrzymania produkcji. W przypadku negocjacji strategicznych (np. przed uruchomieniem eks-

<sup>9</sup> *Problem agencji* – problem współpracy (opracowania optymalnego kontraktu, doboru bodźców oraz zakresu oraz kosztów kontroli) z agentem mającym realizować zadania na rzecz pryncypała (mocodawcy, zwierzchnika) gdy dysponuje on ukrytą informacją (asymetria informacji) i może podejmować ukryte akcje (nie podlegające kontroli lub kontrolowane pośrednio poprzez obserwacje wyników).

<sup>10</sup> *Zagrożenie moralne/pokusa nadużycia* – pokusa działania agenta we własnym interesie (wyboru akcji nieoptymalnej w sensie Pareto), gdy zakres informacji o działaniach i kontroli agenta jest zbyt mały.

platacji) za  $SQ_K$  i  $SQ_E$  można uznać poniesione nakłady inwestycyjne, które przypadną (inwestycje specyficzne, których nie da się odzyskać), gdy strony nie dojdą do porozumienia. W negocjacjach bieżących, jeśli brak porozumienia oznacza utrzymanie poprzedniej ceny węgla  $P_{sq}$  (lub innej wcześniej uzgodnionej) to  $SQ_K = \Pi_K(P_{sq})$ , a  $SQ_E = \Pi_E(P_{sq})$ . Jeśli punktem *status quo* jest brak wypłat, a użyteczność jest transferowalna liniowo, to schemat ten daje rozwiązanie egalitarne.

- III. **Schemat arbitrażowy Nasha ze zróżnicowaniem siły przetargowej obu stron, – niesymetryczne rozwiązanie Nasha -  $\max\{[\Pi_K(P) - SQ_K]^\alpha [\Pi_E(P) - SQ_E]^\beta\}$**  gdzie  $\alpha, \beta$  reprezentują siłę przetargową kopalni i elektrowni i spełniają warunek  $\alpha + \beta = 1$ . O sile przetargowej nie decydują współczynniki, lecz pozycja negocjatora i jego umiejętności. Analizując historię wynegocjowanych cen i zysków obu stron można zbadać, która z nich ma większą siłę i jaki jest jej poziom<sup>11</sup>.
- IV. **Podział proporcjonalny** – zysk podzielny proporcjonalnie  $p:q$ , gdzie  $p \in [0, \infty]$ , czyli wg udziałów  $n = 100p/(p+q)$  i  $(100-n) = 100q/(p+q)$ , gdzie  $n \in [0, 1]$ . Taki podział, podobnie jak poprzednio, odzwierciedla siłę przetargową obu stron. Jeśli  $n = 50\%$  to otrzymamy rozwiązanie egalitarne.
- V. **Podział zapewniający równe stopy zysku.** Użyteczność pieniędzy nie musi być proporcjonalna do samej kwoty zysku, lecz do osiągniętych stóp zysku, co uwzględnia nakłady poniesione przez poszczególne firmy. Z uwagi na wyższe koszty elektrowni (cały przychód kopalni to zaledwie 50-60% kosztów tej firmy) kwota należna w tym podziale elektrowni będzie wyższa. Takie rozwiązanie może być preferowane przez właścicieli, zwłaszcza elektrowni. Zależy im, bowiem na maksymalizacji stopy zysku lub zwrotu z inwestycji (co może stanowić kolejną propozycję podziału). W przypadku konfliktu interesu kopalni i elektrowni (gra o sumie zerowej) obie strony mogą się zgodzić na równe stopy zysku. Identyczne stopy zysku mogą pozwolić zachować odrębność obu firmom przy tej samej rentowności.
- VI. **Podział zapewniający proporcjonalne stopy zysku.** Jeśli obie części BM traktowane są odrębnie i dążą do funkcjonowania osobno można zaproponować obu stronom podział zapewniający stopy zysku, które nie są równe, lecz zbliżone/proporcjonalne do stóp zysku osiągniętych w obu gałęziach: przemyśle wydobywczym i produkcji energii elektrycznej. Jeśli średnie stopy zysku w górnictwie kształtują się na poziomie np. 10%, a sektorze energetycznym na poziomie np.

---

<sup>11</sup> Na podstawie doniesień prasowych o sytuacji finansowej KWB „Konin” i ZE PAK w ostatnim okresie i narzekaniach kopalni na poziom cen węgla można wywnioskować, że w negocjacjach to ZE PAK wykazuje większą siłę przetargową niż kopalnie, choć to one dysponują realną strategią gróźb wstrzymania dostaw (groźbą strajku). Strategia gróźb powinna znacznie wzmocnić pozycję przetargową kopalni, gdyż możliwości zastąpienia realnej produkcji energii elektrycznej spekulacją energią na giełdzie przez ZE PAK S.A. (co pozwala obniżyć zakupy węgla przy wywiązywaniu się z dostaw energii wynikających z KDT) są ograniczone. W 2004r. spółka energetyczna RAO JES była zainteresowana inwestycjami w polskiej energetyce, a przejęcie firmy nie przynoszącej zysków mogło i nadal może być szczególnie korzystne. RAO JES Rosji. Próba ekspansji w Polsce, Nafta&Gaz Biznes X 2004.

15% to w relacjach kopalni i elektrowni można zaproponować cenę węgla zapewniającą taki podział łącznego zysku by stopy zysku kopalni i elektrowni zachowały stosunek 1:1.5. Kwota przypadająca elektrowni zapewniłaby jej stopę zysku 1.5x wyższą od stopy zysku kopalni. Dzięki temu proporcje zysków obu stron odpowiadałyby średnim proporcjom zysków w obu tych branżach.

VII. **Podział zapewniający równe stopy zysku na kosztach własnych bez kosztów paliwa.** Takie rozwiązanie może być uznane za sprawiedliwe w przypadku kapitałowego powiązania obu stron BM lub wspólnego właściciela (np. Skarbu Państwa). Generalnie BM nie różni się wtedy prawie wcale od w pełni zintegrowanej firmy. Stopa zysku całej firmy nie uwzględnia kosztów zakupu paliwa, gdyż transakcja jest wewnętrzna. Można tak podzielić zysk by stopy zysku kopalni i elektrowni wyznaczone bez kosztów zakupu paliwa były identyczne ze sobą i stopą zysku firmy traktowanej jako całość. Jest to korzystniejsze dla kopalni niż równe stopy zysku z uwzględnieniem wszystkich kosztów elektrowni. W zintegrowanej firmie cena węgla i koszt jego zakupu nie ma wpływu na zysk. Ważne są jedynie koszty wydobycia węgla i jego przekształcenia na energię, czyli koszty własne obu części BM.

VIII. **Podział zapewniający proporcjonalne stopy zysku na kosztach własnych.** Podział podobny do VI, przy czym przy obliczeniach stopy zysku elektrowni pomija się koszty zakupu paliwa.

IX. **Rozwiązania przetargowe:**

A. **schemat arbitrażowy Nasha z indywidualnie dobranymi funkcjami użyteczności.** Jest to ogólne rozwiązanie, gdyż można tak dobrać funkcje użyteczności by inne proponowane podziały były jego rozwiązaniem. Staranny dobór funkcji użyteczności może pełniej oddać znaczenie kosztów oraz oczekiwań obu stron dotyczących wypracowanych zysków i przez to doprowadzić do sprawiedliwszego podziału.

$$\max\{[U_K(\Pi_K(P)) - U_K(SQ_K)][U_E(\Pi_E(P)) - U_E(SQ_E)]\}$$

gdzie  $U_K$  i  $U_E$  są indywidualnymi funkcjami użyteczności odpowiednio dobranymi dla kopalni i elektrowni. Oczywiście funkcje użyteczności nie zawsze są znane i uświadamiane w trakcie negocjacji, niemniej na podstawie ogólnych informacji, przecieków z drugiej strony, a czasami wręcz działalności wywiadowczej można otrzymać informacje pozwalające oszacować funkcję użyteczności pieniędzy drugiej strony. Takie informacje jak napięta sytuacja ze związkami zawodowymi domagającymi się wypłaty premii z zysku lub podwyżek, konieczność wykonania niezbędnych inwestycji i prac np. dot. ochrony środowiska może wskazać, że drugiej stronie bardziej zależy na dodatkowych pieniądzach (ściśle określonej kwocie), a to paradoksalnie powoduje możliwość zaakceptowania gorszego podziału [13].

B. **Inne schematy arbitrażowe np. Kalai-Smorodinskiego z indywidualnie dobranymi funkcjami użyteczności.** Nieco inne podejście niż Nash zaproponował Rautiffa, a zaksjomatyzowali Kalai i Smorodinsky. Według nich wynik negocjacji jest

sprawiedliwy, jeśli każdy z ich uczestników jest indyferentny między otrzymaniem na pewno przyznanego mu udziału i otrzymaniem całego dobra z ustalonym, takim samym dla wszystkich prawdopodobieństwem. Warunek ten prowadzi do jednoznacznego, efektywnego podziału znanego jako **rozwiązanie Kalai'a-Smorodinsk'ego**<sup>12</sup> [18]. Spełnia on równanie:

$$\frac{e - e^*}{k - k^*} = \frac{m_e(S_+, (k, e)) - e^*}{m_k(S_+, (k, e)) - k^*}$$

gdzie  $m_k(S_+, (k, e)) = \max_{(x,y) \in S_+} x$  i  $m_e(S_+, (k, e)) = \max_{(x,y) \in S_+} y$  reprezentują maksymalne wypłaty, które uczestnik może uzyskać w dowolnej, indywidualnej racjonalnej alokacji z wypukłego, domkniętego zbioru rozwiązań dopuszczalnych  $S_+$  [12].

- X. **Rozwiązanie arbitrażowe.** Podział zysku zaproponowany przez niezależnego eksperta oparte na jego doświadczeniu i wiedzy. Jego zaletą jest możliwość pełnego uwzględnienia kontekstu negocjacji, co nie zawsze da się to zrobić w innych podziałach (np. poprzez wybór *status quo*).

Przedstawione propozycje podziału nie wyczerpują wszystkich możliwych rozwiązań. Stanowią jednak zbiór propozycji wartych głębszego zastanowienia. Za każdą z nich stoi obiektywna argumentacja i logiczne uzasadnienie. Nie wszystkie dają konkretne i jednoznaczne rozwiązanie (np. I, V, VII). Część z nich stanowi propozycję metody podziału, czy wytyczne do jego osiągnięcia (np. II, III, IV, VI) i od negocjujących stron zależą będzie, jakie wypłaty w *status quo*, proporcje podziału, czy siły przetargowej zaakceptują. Czasami nie jest istotny sam podział, lecz procedura dojścia do niego, którą także można oceniać pod kątem uczciwości [18].

Nie wszystkie propozycje podziałów będą uznane za sprawiedliwe przez jedną lub drugą stronę, a z pewnością trudno będzie zdobyć jednoczesną akceptację obu stron dla którejś z propozycji. Oznaczałoby to, że jest to rozwiązanie, które należałoby wdrożyć. Nie można jednak zdobyć akceptacji, czy choćby opinii żadnej ze stron, jeśli nie przedstawi się tych propozycji i nie wywoła nad nimi dyskusji.

#### LITERATURA

- [1] GRUDZIŃSKI Z., KASZTELEWICZ Z. 2005. *Propozycja powiązania ceny węgla brunatnego ze zmianami cen energii elektrycznej i inflacją*. Prace naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 112, Seria: Konferencje Nr 44, Wrocław.
- [2] JURDZIAK L., KAWALEC W., *Analiza wrażliwości wielkości wyrobiska docelowego i jego parametrów na zmianę ceny bazowej węgla brunatnego*. *Górnictwo i Geologia VI.*, Górnictwo i Geologia VII. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 106, Seria: Studia i Materiały: Nr 30, Wrocław 2004.
- [3] JURDZIAK L., KAWALEC W., *Operacyjne sterowanie jakością węgla brunatnego w energetyce*

<sup>12</sup> *Rozwiązanie Kalai'a-Smorodinsky'ego* - podział, w którym stosunek użyteczności uzyskanej części dobra do maksymalnej możliwej do uzyskania użyteczności jest taki sam dla wszystkich [18].

- niemieckiej*, *Górnictwo i Geologia VIII*, Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 113, Seria: Studia i Materiały 31, Wrocław 2005.
- [4] JURDZIAK L., *Czy integracja pionowa kopalń odkrywkowych węgla z elektrowniami jest korzystna i dla kogo?* Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki Nr 2 (40), 2005.
- [5] JURDZIAK L., *Kopalnia odkrywkowa węgla brunatnego i elektrownia jako bilateralny monopol w klasycznym ujęciu*. *Górnictwo i Geologia VII*. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 106, Seria: Studia i Materiały: Nr 30, Wrocław 2004.
- [6] JURDZIAK L., *Negocjacje pomiędzy kopalnią węgla brunatnego a elektrownią jako kooperacyjna, dwuetapowa gra dwuosobowa o sumie niezerowej*. *Energetyka*, nr 2/2006.
- [7] JURDZIAK L., *Schemat arbitrażowy Nasha, a podział zysków w bilateralnym monopolu kopalni węgla brunatnego i elektrowni. Cześć pierwsza – podstawy teoretyczne i Cześć druga – zastosowania w negocjacjach strategicznych i taktycznych* (złożone w *Górnictwie Odkrywkowym* w 2006).
- [8] JURDZIAK L., *Tandem: lignite opencast mine & power plant as a bilateral monopoly*. *Mine Planning and Equipment Selection* Wrocław, Balkema, Taylor & Francis Group, London, 2004.
- [9] JURDZIAK L., *Wpływ optymalizacji kopalń odkrywkowych na rozwiązanie modelu bilateralnego monopolu: kopalnia & elektrownia w długim okresie*. *Górnictwo Odkrywkowe* 7-8/2004
- [10] JURDZIAK L., *Wpływ struktury organizacyjno-właścicielskiej na funkcjonowanie bilateralnego monopolu kopalni węgla brunatnego i elektrowni*. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 112, Seria: Konferencje Nr 44, Wrocław 2005
- [11] KASZTELEWICZ Z., *Różne górnictwa*. Wypowiedź dla Przeglądu Technicznego Nr 10-11/2005.
- [12] MYERSON R.B., *Game Theory. Analysis of Conflict*. Harvard University Press 2004.
- [13] OWEN G., *Teoria gier*. PWN Warszawa 1975.
- [14] SAMUELSON W.F., MARKS, S.G., *Ekonomia menedżerska*. PWE 1998.
- [15] STEINHAUS H., *Kalejdoskop matematyczny*, PZWS, Warszawa 1954.
- [16] STEINHAUS H., *The Problem of Fair Division*, *Econometrica*, t.16 1948, s.101-104.
- [17] STRAFFIN, P.D., *Teoria gier*. Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2004.
- [18] YOUNG H.PEYTON, *Sprawiedliwy podział*. Wydawnictwo Naukowe Scholar, Warszawa 2003.

## LIGNITE PRICE AS A DETERMINANT OF THE SPLIT OF PROFIT IN SYSTEMS OF MINES AND POWER PLANTS Part I – Split of profit proposals

Different structures of lignite mines and power stations, which have appeared on the Polish market as a result of its transformation and the privatisation, were discussed. The attention is focused on the fact that the practice is overtaking the theory because there is lack of models of functioning of such structures. A model of cooperation between the mine and the power station was worked out for the established amount of coal what can describe the situation of particular ultimate pit choice (in long run) or realization of supplies of the constant amount of lignite in frames of the long-term contract (in short run e.g. one of year). It is proposed to treat a negotiation of the lignite price as a constant sum game and a lignite price as the determinant of the total profit division. The choice of lignite price between prices outlining break-even points of the mine and the power station determines the distribution of the profit to both sides. It is similar to the contract curve in the classical bilateral monopoly model. Ten different methods of the profit division are proposed. Argumentation speaking for proposed solutions was presented favouring the proposal of equal profit margins calculated without the costs of fuel purchase.