

*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 CZĘŚĆ III – OBLICZENIA CEN I ZYSKÓW DLA HIPOTETYCZNYCH DANYCH**

Dla hipotetycznego złoża oraz układu kopalni z elektrownią o parametrach zbliżonych do warunków KWB „Konin” S.A. wyznaczono ceny węgla i podziały zysku zaproponowane w I i II części. Omówiono wyniki pod kątem sprawiedliwości podziału i możliwości ich akceptacji przez obie strony. Przeprowadzono analizę wrażliwości udziałów kopalni w łącznym zysku, poziomu cen granicznych wyznaczających progi rentowności, cen węgla, łącznego zysku i zysku kopalni na zmianę ceny energii oraz kosztów kopalni i elektrowni. Omówiono wyniki pod kątem korekty podziału w następnym okresie z uwzględnieniem inflacji, zmian cen energii oraz kosztów kopalni i elektrowni, a także potencjalnej pokusy zmiany proporcji udziałów poprzez zwiększanie wydatków. Zaproszono zainteresowane strony – kopalnie węgla brunatnego i współpracujące z nimi elektrownie - do dyskusji nad proponowanymi podziałami.

### **1. WYZNACZENIE PODZIAŁÓW ZYSKU DLA HIPOTETYCZNYCH DANYCH**

W celu przetestowania zaproponowanych podziałów i zademonstrowania cen węgla, które do nich prowadzą przeprowadzone zostały obliczenia dla przykładowego złoża węgla i układu kopalni z elektrownią o warunkach zbliżonych do KWB „Konin” S.A. Poniżej przedstawione są przyjęte założenia dotyczące hipotetycznego złoża oraz kosztów i przychodów kopalni i elektrowni (tab. 1).

Podobieństwa dotyczą uśrednionych kosztów wydobycia nadkładu i węgla, udziału kosztów stałych w kosztach całkowitych oraz stosunku nadkładu do węgla i są oparte na danych opublikowanych w pracach [1, 2]. Nie dotyczą jednak zasobów operatywnych, które dobrano dowolnie. Dane dotyczące elektrowni są przybliżone, gdyż wyznaczono je w oparciu o bardzo ogólne zależności pomiędzy kosztami kopalni i elektrowni.

---

\* Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, pl. Teatralny 2, 50-051 Wrocław

Tabela 1. Założenia dotyczące złoża, kosztów i przychodów kopalni i elektrowni  
 Table 1. Assumptions concerning the deposit and mine and power plant costs and revenues

Parametry	Założenia i wyliczenia
Ilość węgla w wyrobisku docelowym – zasoby operatywne:	<b>100 mln Mg</b> (zał.)
Przyjęty stosunek N do W:	<b>5 : 1</b> (zał.)
Ilość nadkładu wynikająca z przyjętego wskaźnika N do W:	500 mln m <sup>3</sup>
Średni koszt zmienny wydobycia 1m <sup>3</sup> nadkładu i 1 Mg węgla:	<b>2.2 zł/m<sup>3</sup> (2.2 zł/Mg)</b> (zał.)
Koszty całkowite kopalni <sup>1</sup> :	<b>4,4 mld zł</b> (cz. zał.)
Koszty całkowite elektrowni (własne bez kosztów paliwa) <sup>2</sup> :	<b>5,378 mld zł</b> (cz. zał.)
Ilość wyprodukowanej i sprzedanej energii <sup>3</sup> :	<b>86.956 x 10<sup>6</sup> MWh</b> (cz. zał.)
Oczekiwana uśredniona cena energii:	<b>125 zł/MWh</b> (zał.)
Przychód elektrowni:	10.870 mld zł
Łączny zysk bilateralnego monopolu (niezależny od ceny P) :	1.092 mld zł (11,17%)
Cena wyznaczająca próg rentowności kopalni P <sub>E</sub>	44,00 zł/Mg
Cena wyznaczająca próg rentowności elektrowni P <sub>K</sub>	54,92 zł/Mg
Siła przetargowa kopalni $\alpha$ i elektrowni $\beta$ :	<b><math>\alpha = 0,3</math> i <math>\beta = 0,7</math></b> (zał.)
Przyjęte proporcje podziału zysku i stóp zysku p : q	<b>p = 1 i q = 1,5</b> (zał.)
Status quo <sup>4</sup> :	<b>SQ<sub>K</sub> = 300000000 zł</b> <b>SQ<sub>E</sub> = 100000000 zł</b> (zał.)

<sup>1</sup> – Koszty całkowite kopalni wyznaczono wykorzystując informacje, że koszty stałe KWB „Konin” S.A. stanowią ok.70% wszystkich kosztów [1]).

<sup>2</sup> – Koszty elektrowni wyznaczono przyjmując, że koszty kopalni stanowią 50% łącznych kosztów produkcji energii elektrycznej. Koszty zakupu paliwa stanowią wtedy od 45% do ok. 50,52% kosztów produkcji energii elektrycznej, co odpowiada w przybliżeniu faktycznym danym [2]).

<sup>3</sup> – Założono, że na wyprodukowanie 1 MWh potrzeba 1.15 Mg węgla o standardowej jakości [2].

<sup>4</sup> – Hipotetycznie założono, że obie, odrębne firmy wpłacają wadium po 200 mln zł i umawiają się, że w wypadku zerwania negocjacji i współpracy wadium wypłacone będzie w umówionej wysokości, która oddaje kontekst negocjacji. Przyjęto, że część przypadająca kopalni jest wyższa z uwagi na dłuższy okres przygotowywania inwestycji i większe koszty początkowe.

W oparciu o przyjęte założenia i wstępne obliczenia niezbędnych kosztów z ich wykorzystaniem na podstawie formuł cenowych podanych w II części pracy [4] obliczono ceny węgla oraz udziały w zysku przypadające kopalni i elektrowni (rys. 1, tab. 2).

Jak można zauważyć podział wygenerowany przez schemat arbitrażowy Nasha z indywidualnymi funkcjami użyteczności zapewnia kopalni najwyższy udział w zysku (66,7%, tab. 2). Wynika to z założenia awersji wobec ryzyka negocjatorów elektrowni, co jak pokazuje praktyka nie jest realistyczne. Rzeczywiste ceny węgla są bliższe cenie wyznaczającej próg rentowności kopalni P<sub>E</sub>. Nieco lepszy udział w zysku zapewnia elektrowni rozwiązanie Kalai’a-Smorodinsky’ego (33,3%), ale i tu również widać wpływ awersji wobec ryzyka na obniżenie zysku elektrowni. Rozwiązania te są symetryczne i założenie, że kopalnię cechuje awersja wobec ryzyka, zamieniłoby wypłaty miejscami.

Tabela 2. Wyznaczone ceny węgla dla zaproponowanych podziałów łącznego zysku wraz z udziałami w zysku otrzymanymi przez kopalnię i elektrownię  
 Table 2. Calculated lignite prices for suggested methods for the joint profit division together with shares in the profit got by the mine and the power plant

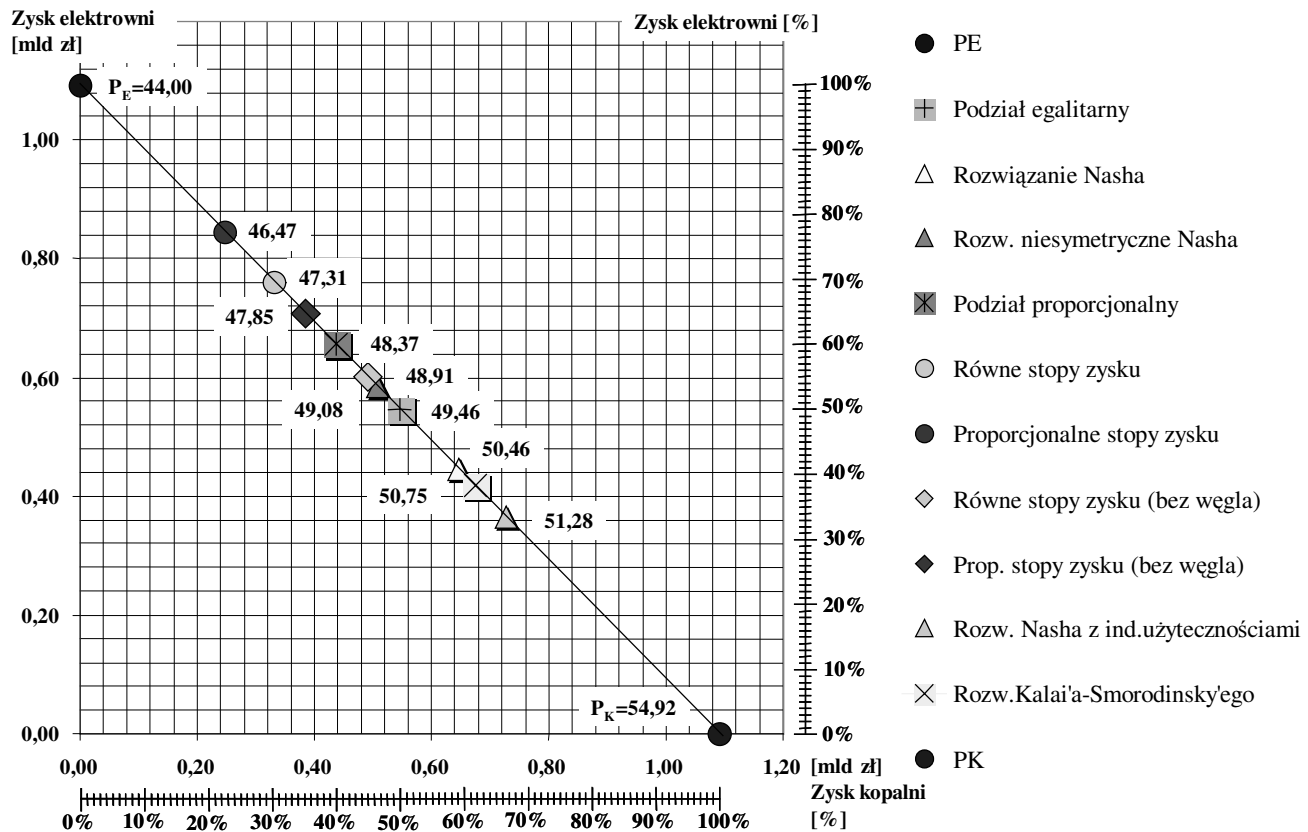
		Cen węgla	Zysk kopalni	Zysk kopalni	Zysk elektrowni	Zysk elektrowni
		P	$\Pi_K(P)$	$\Pi_K(P)$	$\Pi_E(P)$	$\Pi_E(P)$
		zł/Mg	$\times 10^9$ zł	% $\Pi_V$	$\times 10^9$ zł	% $\Pi_V$
	$P_E$	<b>44,00</b>	0,00	<b>0,00%</b>	1,09	100,00%
I	Podział egalitarny	49,46	0,55	<b>50,00%</b>	0,55	50,00%
II	Rozwiązanie Nasha	50,46	0,65	<b>59,16%</b>	0,45	40,84%
III	Niesym. rozw. Nasha $\alpha=0,3; \beta=0,7$	49,08	0,51	<b>46,49%</b>	0,58	53,51%
IV	Podział proporcjonalny $p=1:1,5=q$	48,37	0,44	<b>40,00%</b>	0,66	60,00%
V	Równe stopy zysku	47,31	0,33	<b>30,33%</b>	0,76	69,67%
VI	Prop. stopy zysku $p=1:1,5=q$	<b>46,47</b>	<b>0,25</b>	<b>22,64%</b>	<b>0,84</b>	<b>77,36%</b>
VII	Równe stopy zysku (bez kosztów węgla)	48,91	0,49	<b>45,00%</b>	0,60	55,00%
VIII	Proporcjonalne stopy zysku $p=1:1,5=q$ (bez kosztów węgla)	47,85	0,39	<b>35,29%</b>	0,71	64,71%
IX A	Rozw. Nasha z ind.funkcjami użyt.	<b>51,28</b>	<b>0,73</b>	<b>66,67%</b>	<b>0,36</b>	<b>33,33%</b>
IX B	Rozw. Kalai'a-Smorodinsky'ego	50,75	0,67	<b>61,80%</b>	0,42	38,20%
	$P_K$	<b>54,92</b>	1,09	<b>100,00%</b>	0,00	0,00%

Wiersz VI – podział najkorzystniejszy dla elektrowni

Wiersz IXA – podział najkorzystniejszy dla kopalni

Również standardowe rozwiązanie Nasha z uwzględnieniem punktu *status quo* jest korzystniejsze dla kopalni (59,16%), co wynika właśnie z jej faworyzowania (większych wypłat) przy zerwaniu negocjacji. Gdyby te wypłaty nie były zagwarantowane umową, to większe wydatki początkowe w tej wysokości działałyby na niekorzyść kopalni i rozwiązanie Nasha dałoby inny rezultat. Przy cenie węgla 48,46 zł/Mg kopalnia otrzymałaby wtedy wypłatę 0,45 mld zł (40,84%), a elektrownia 0,65 mld zł (59,16%), co stanowiłoby symetryczną zamianę wypłat – udziałów w zysku.

Poniesienie większych kosztów specyficznych (nie do odzyskania) pogarsza, bowiem pozycję przetargową. Komuś, kto zainwestował w projekt znacznie trudniej jest się wycofać, dlatego często godzi się na mniej korzystny podział zysku.



Rys. 1. Proponowane podziały łącznego zysku bilateralnego monopolu wraz z wyznaczonymi cenami węgla brunatnego mieszczącymi się w przedziale [PE=44, PK=54,92] wyznaczającym progi rentowności kopalni i elektrowni

Fig. 1. Offered divisions of the bilateral monopoly joint profit together with calculated prices of the lignite being located in the interval [PE=44, PK=54.92] outlining break-even points of the mine and the plant station

Wszystkie inne podziały, włącznie z podziałem egalitarnym, prowadzą do mniejszego udziału kopalni w zysku, przy czym po podziale egalitarnym najkorzystniejszy podział dla kopalni zapewnia rozwiązanie niesymetryczne Nasha i zrównanie stóp zysku wyznaczonych jedynie na bazie kosztów własnych (bez kosztów zakupu paliwa).

Oczywiście zmiana założeń np. siły przetargowej kopalni lub proporcji podziału zysku i stóp zysku na korzyść kopalni mogłaby zwiększyć jej udział w łącznym zysku, ale rzeczywiste ceny węgla bliższe są raczej cenie  $P_E$  niż  $P_K$ . Świadczy to, że siła przetargowa kopalni i wynikające z niej proporcje podziału nie są zbyt dla niej korzystne. Może to być konsekwencją postrzegania kopalń przez negocjatorów elektrowni jako firm o zbyt niskiej wydajności. Oferowanie wyższych cen za węgiel jedynie utrwałoby niekorzystną strukturę kosztów (udział kosztów stałych przekracza 70% [1]) i nie pobudzało do wydajniejszej pracy. Pomimo znacznej redukcji zatrudnienia wydajność w kopalniach nadal daleka jest od poziomu osiąganego w wiodących kopalniach na świecie (np. w kopalni Hambach wydobycia ok. 40 mln Mg węgla realizowane jest zaledwie przez 850 pracowników). Niektóre elektrownie przeprowadziły już radykalną restrukturyzację zatrudnienia (np. ZE PAK S.A.) i doprowadziły do wzrostu wydajności i obniżenia kosztów. Spodziewane redukcje zatrudnienia w kopalniach po dołączeniu ich do elektrowni wzbudzają obawy i opór związków zawodowych przed integracją pionową, choć ta mogłaby poprawić wyniki finansowe obu firm [5].

Najgorszy udział w zysku przypada kopalni przy podziale opartym na proporcjonalnych stopach zysku. Założenie, że stopa zysku w kopalni w stosunku do elektrowni ma zachować proporcje stóp zysku pomiędzy branżami górnictwa i energetyki może budzić wątpliwości. Proporcje dotyczą, bowiem uśrednionych stóp zysku wielu podmiotów, których indywidualna sytuacja może znacznie się różnić. Lepiej jest oprzeć podział na indywidualnych dokonaniach i nie kierować się wynikami przeciętnymi. Rozpatrywana kopalnia lub elektrownia mogą zdecydowanie wyróżniać się na tle innych przedsiębiorstw branży (in plus lub in minus) i posługiwanie się ocenami średnim może być dla nich niesprawiedliwe. Dodatkową trudnością jest brak danych. W Polsce jest zbyt mało kopalń węgla brunatnego by jakiegokolwiek średnie były reprezentatywne, tym bardziej, że warunki eksploatacji poszczególnych złóż znacznie się różnią.

Równe stopy zysku (proporcje 1:1) i tak faworyzują elektrownię, gdyż jej udział w zysku jest wyraźnie większy niż kopalni (69,67% zamiast 30,33%). Równe stopy zysku wyznaczone jedynie w oparciu o koszty własne (bez kosztów paliwa) wyraźnie poprawiają pozycję kopalni. Jej udział wyniósłby wtedy 45% zamiast niecałych 31%.

Istotne jest to, że obie części bilateralnego monopolu i układ traktowany jako zintegrowana firma miałyby wtedy tą samą stopę zysku, co wydaje się sprawiedliwym podziałem, zwłaszcza dla podmiotów powiązanych ze sobą. Poszczególne części otrzymałyby udział w zysku zapewniający tą samą stopę zysku, jaką osiągnęła cała

firma po zintegrowaniu (11,17%). Jediną niedogodnością takiego podziału jest jego zależność od poniesionych kosztów. Może to skłaniać do próby zwiększania swojej części poprzez wzrost kosztów. Poprawiałoby to wprowadzenie proporcje podziału (udział zysk kopalni wzrósłby maksymalnie o 11,13%, przy niesymetrycznym podziale Nasha, wiersz 4 tab. 3), lecz zmniejszyłoby łączny zysk do podziału (o 40,3%, a więc 0,44 mld zł, wiersz 3, tab. 4), co w efekcie okazałoby się niekorzystne dla wszystkich, nawet dla samej kopalni (spadek zysku o 0,13 mld zł, a maksymalnie nawet o 0,29 mld zł, tab. 3).

Oprócz znalezienia sprawiedliwego podziału zysku warto poszukać sposobu jego korekty w taki sposób by żadna ze stron nie zadowalała się swoim udziałem zysku, lecz nadal dążyła do jego poprawy dzięki działaniom proefektywnościowym – wzrostu wydajności, redukcji kosztów lub zmianie ich struktury. Łatwy zysk może bowiem prowadzić do rozrzutności<sup>1</sup>. Korekta podziału zysku w wyniku wysiłków którejs z stron w stosunku do pozycji wyjściowej mogłaby pobudzić obie strony do konkurencji w tym zakresie i pozytywnie wpływać na wyniki finansowe. W tym celu przeprowadzono analizę wrażliwości udziałów kopalni w łącznym zysku  $\Pi_V$ , cen granicznych  $P_E$  i  $P_K$  oraz cen węgla, łącznego zysku i zysku kopalni na zmianę ceny energii  $p_e$  oraz kosztów kopalni  $T_{CK}$  i elektrowni  $T_{EK}$  (tab. 3 i 4).

Okazuje się, że łączny zysk  $\Pi_V$  jest najbardziej wrażliwy na zmianę ceny energii, gdyż 10% jej wzrost (spadek) przy niezmiennych pozostałych parametrach spowodowałby jego wzrost (spadek) o 99,56%. Tak znaczna zależność poziomu zysku od ceny energii zwiększa ryzyko. Z jednej strony może się okazać, że energetyka oparta na węglu brunatnym będzie bardzo dochodowa, gdy ceny wzrosną. Z drugiej strony może łatwo zacząć przynosić straty, gdy ceny energii się obniżą. Dlatego tak ważne są działania proefektywnościowe i oszczędność kosztów. Wzrost ceny energii o 10% przy jednoczesnym spadku kosztów (kopalni i elektrowni) o 10% mógłby spowodować wzrost zysku nawet o 189%. Niebezpieczny jest jednak wzrost kosztów. Wzrost kosztów kopalni o 10% powoduje spadek łącznych zysków o 40%, a kosztów elektrowni ich spadek nawet o 49%. Łączny wzrost kosztów kopalni i elektrowni zmniejsza łączny zysk prawie o 90%. Neutralna inflacja +10% (wzrost cen energii i wszystkich kosztów o tą samą wartość) przyczynia się do wzrostu bezwzględnej wartości zysku o 10%, ale względna wartość z uwagi na zmianę wartości pieniądza w czasie nie ulegnie zmianie.

Łączny zysk jest bardziej wrażliwy na zmianę kosztów elektrowni niż kopalni. Spadek kosztów elektrowni o 10% przy wzroście kosztów kopalni o 10% zwiększa łączne zyski o 8,96%, a w odwrotnym przypadku zmniejsza je o tą samą wartość.

Tabela 3. Analiza wrażliwości udziałów kopalni w łącznym zysku  $\Pi_V$  oraz cen granicznych  $P_E$  i  $P_K$  na zmianę ceny energii  $p_e$  i kosztów  $T_{CK}$  i  $T_{CE}$   
 Table 3. Sensitivity analysis of mine shares in the joint profit  $\Pi_V$  and border prices  $P_E$  &  $P_K$  for the price change of the energy  $p_e$  & costs  $T_{CK}$ ,  $T_{CE}$

	Sytuacja Wyjściowa	Wzrost $p_e$ o 10%	Wzrost $T_{CK}$ o 10%	Wzrost $T_{CE}$ o 10%	Inflacja +10%	Spadek $T_{CK}$ o 10% Wzrost $T_{CE}$ o 10%	Wzrost $T_{CK}$ o 10% Spadek $T_{CE}$ o 10%	Spadek kosztów o 10%	Wzrost $p_e$ o 10% Spadek kosztów o 10%	Wzrost $p_e$ o 10% spadek $T_{CK}$ o 10%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Zmiany udziałów kopalni w <math>\Pi_V</math></b>										
$P_E$	<b>0,00%</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Podział egalitarny	<b>50,00%</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rozwiązanie Nasha	<b>59,16%</b>	-4,57%	6,18%	8,89%	-0,83%	0,90%	-0,75%	-4,33%	-5,99%	-5,34%
Rozw. niesymetryczne Nasha	<b>46,49%</b>	<b>-8,23%</b>	<b>11,13%</b>	<b>16,00%</b>	<b>-1,50%</b>	<b>1,62%</b>	<b>-1,36%</b>	<b>-7,79%</b>	<b>-10,78%</b>	<b>-9,61%</b>
Podział proporcjonalny	<b>40,00%</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Równe stopy zysku	<b>30,33%</b>	-0,65%	1,38%	-0,76%	0,00%	-2,27%	2,14%	-0,71%	-1,37%	-2,11%
Proporcjonalne stopy zysku	<b>22,64%</b>	-0,41%	1,09%	-0,70%	0,00%	-1,89%	1,81%	-0,45%	-0,87%	-1,57%
Równe stopy zysku (bez węgla)	<b>45,00%</b>	0,00%	2,37%	<b>-2,35%</b>	0,00%	<b>-4,90%</b>	<b>5,00%</b>	0,00%	0,00%	-2,59%
Prop. Stopy zysku (bez węgla)	<b>35,29%</b>	0,00%	2,21%	-2,14%	0,00%	-4,44%	4,71%	0,00%	0,00%	-2,37%
Rozw. Nasha z ind użytecznościarni	<b>66,67%</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Rozw. Kalai'a-Smorodinsky'ego	<b>61,80%</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
$P_K$	<b>100,00%</b>	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
<b>Zmiany <math>\Pi_K</math> [mld zł]</b>										
$P_E$	<b>0,00</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Podział egalitarny	<b>0,55</b>	0,54	-0,22	-0,27	0,05	-0,05	0,05	0,49	1,03	0,76
Rozwiązanie Nasha	<b>0,65</b>	0,54	-0,22	-0,27	0,05	-0,05	0,05	0,49	1,03	0,76
Rozw. niesymetryczne Nasha	<b>0,51</b>	0,33	-0,13	-0,16	0,03	-0,03	0,03	0,29	0,62	0,46
Podział proporcjonalny	<b>0,44</b>	0,43	-0,18	-0,22	0,04	-0,04	0,04	0,39	0,83	0,61
Równe stopy zysku	<b>0,33</b>	0,32	-0,12	-0,17	0,03	-0,05	0,06	0,28	0,58	0,41
Proporcjonalne stopy zysku	<b>0,25</b>	0,24	-0,09	-0,13	0,02	-0,04	0,04	0,21	0,44	0,30
Równe stopy zysku (bez węgla)	<b>0,49</b>	0,49	-0,18	-0,25	0,05	<b>-0,09</b>	0,10	0,44	0,93	0,62
Prop. stopy zysku (bez węgla)	<b>0,39</b>	0,38	-0,14	-0,20	0,04	-0,08	0,09	0,35	0,73	0,48
Rozw. Nasha z ind użytecznościarni	<b>0,73</b>	0,72	<b>-0,29</b>	<b>-0,36</b>	<b>0,07</b>	-0,07	0,07	0,65	1,38	1,02
Rozw. Kalai'a-Smorodinsky'ego	<b>0,67</b>	0,67	-0,27	-0,33	0,07	-0,06	0,06	0,60	1,28	0,94
$P_K$	<b>1,09</b>	1,09	-0,44	-0,54	0,11	-0,10	0,10	0,98	2,06	1,53

Tabela 4. Analiza wrażliwości cen węgla  $P$ , zysku łącznego  $\Pi_V$  i kopalni  $\Pi_K$  oraz cen granicznych  $P_E$  i  $P_K$  na zmianę ceny energii  $p_e$  oraz kosztów kopalni  $T_{CK}$  i elektrowni  $T_{CE}$

Table 4. Sensitivity analysis of lignite prices  $P$ , the total  $\Pi_V$  and mine  $\Pi_K$  profits as well as prices  $P_E$  and  $P_K$  for the price change of the energy  $p_e$  and costs  $T_{CK}$  and  $T_{CE}$

	Wzrost $p_e$ o 10%	Wzrost $T_{CK}$ o 10%	Wzrost $T_{CE}$ o 10%	Inflacja +10%	Spadek $T_{CK}$ o 10% Wzrost $T_{CE}$ o 10%	Wzrost $T_{CK}$ o 10% Spadek $T_{CE}$ o 10%	Spadek kosztów o 10%	Wzrost $p_e$ o 10% Spadek kosztów o 10%	Wzrost $p_e$ o 10% spadek $T_{CK}$ o 10%
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Procentowe zmiany <math>P</math> węgla <math>P_E</math></b>	0,00%	10,00%	0,00%	10,00%	-10,00%	10,00%	-10,00%	-10,00%	-10,00%
Podział egalitarny	10,99%	4,45%	-5,44%	10,00%	-9,88%	9,88%	0,99%	11,98%	6,54%
Rozwiązanie Nasha	10,77%	4,36%	-5,33%	9,80%	-9,69%	9,69%	0,97%	11,74%	6,41%
Rozw. niesymetryczne Nasha	6,64%	6,28%	-3,29%	<b>9,63%</b>	-9,56%	9,56%	-2,99%	3,66%	0,37%
Podział proporcjonalny	8,99%	5,46%	-4,45%	10,00%	-9,91%	9,91%	-1,01%	7,98%	3,53%
Równe stopy zysku	6,67%	6,67%	-3,54%	10,00%	-10,40%	10,47%	-3,34%	3,02%	-0,68%
Proporcjonalne stopy zysku	<b>5,10%</b>	<b>7,48%</b>	<b>-2,70%</b>	10,00%	-10,35%	10,41%	<b>-4,91%</b>	0,00%	<b>-2,91%</b>
Równe stopy zysku (bez węgla)	10,00%	5,26%	-5,21%	10,00%	<b>-10,89%</b>	11,11%	0,00%	10,00%	3,66%
Prop. stopy zysku (bez węgla)	8,02%	6,25%	-4,21%	10,00%	-10,84%	<b>11,09%</b>	-1,98%	6,03%	0,77%
Rozw. Nasha z ind. użytecznościami	<b>14,13%</b>	2,86%	<b>-6,99%</b>	10,00%	-9,85%	9,85%	<b>4,13%</b>	<b>18,26%</b>	<b>11,27%</b>
Rozw. Kalai'a-Smorodinsky'ego	13,24%	3,31%	-6,55%	10,00%	-9,86%	9,86%	3,24%	16,48%	9,93%
$P_K$	19,79%	0,00%	-9,79%	10,00%	-9,79%	9,79%	9,79%	<b>29,58%</b>	19,79%
<b>Procentowe zmiany <math>\Pi_V</math></b>	<b>99,56%</b>	<b>-40,30%</b>	<b>-49,26%</b>	<b>10,00%</b>	<b>-8,96%</b>	<b>8,96%</b>	<b>89,56%</b>	<b>189,12%</b>	<b>139,86%</b>
<b>Procentowe zmiany <math>\Pi_K</math> <math>P_E</math></b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Podział egalitarny	99,56%	-40,30%	-49,26%	10,00%	-8,96%	8,96%	89,56%	189,12%	139,86%
Rozwiązanie Nasha	<i>84,14%</i>	<i>-34,06%</i>	<i>-41,63%</i>	<i>8,45%</i>	<i>-7,57%</i>	<i>7,57%</i>	<i>75,69%</i>	<i>159,84%</i>	<i>118,20%</i>
Rozw. niesymetryczne Nasha	<b>64,25%</b>	<b>-26,01%</b>	<b>-31,79%</b>	<b>6,45%</b>	<b>-5,78%</b>	<b>5,78%</b>	<b>57,80%</b>	<b>122,04%</b>	<b>90,26%</b>
Podział proporcjonalny	99,56%	-40,30%	-49,26%	10,00%	-8,96%	8,96%	89,56%	189,12%	139,86%
Równe stopy zysku	<i>93,31%</i>	<i>-37,58%</i>	<i>-50,52%</i>	10,00%	<i>-15,77%</i>	<i>16,66%</i>	<i>85,09%</i>	<i>176,09%</i>	<i>123,14%</i>
Proporcjonalne stopy zysku	<i>95,97%</i>	<i>-37,43%</i>	<i>-50,82%</i>	10,00%	<i>-16,54%</i>	<i>17,68%</i>	<i>85,79%</i>	<i>178,04%</i>	<i>123,26%</i>
Równe stopy zysku (bez węgla)	99,56%	-37,16%	-51,90%	10,00%	-18,87%	21,06%	89,56%	189,12%	126,04%
Prop. stopy zysku (bez węgla)	99,56%	-36,57%	<b>-52,34%</b>	10,00%	<b>-20,40%</b>	23,48%	89,56%	189,12%	123,77%
Rozw. Nasha z ind. użytecznościami	99,56%	-40,30%	-49,26%	10,00%	-8,96%	8,96%	89,56%	189,12%	139,86%
Rozw. Kalai'a-Smorodinsky'ego	99,56%	-40,30%	-49,26%	10,00%	-8,96%	8,96%	89,56%	189,12%	139,86%
$P_K$	99,56%	-40,30%	-49,26%	10,00%	-8,96%	8,96%	89,56%	189,12%	139,86%



Analiza zmian cen węgla niewiele wnosi, gdyż istotne są zmiany wielkości zysku, które one, a właściwie wybrane metody podziału zapewniają. Ciekawe, że wzrost kosztów kopalni o 10% powoduje wzrost cen węgla we wszystkich podziałach (największy dla proporcjonalnych stóp zysku o 7,48%). Niestety tak jak już wcześniej wspomniano wzrost cen węgla nie przyczynia się wcale do wzrostu zysku kopalni. Wręcz odwrotnie porcja zysku przypadająca kopalni we wszystkich podziałach maleje w stosunku do poprzedniego stanu. Najmniej dla niesymetrycznego podziału Nasha (o 26,1%). Dla proporcjonalnych stóp zysku zapewniających największy wzrost ceny węgla spadek jest znaczny i wynosi 37,43% (0,09 mld zł) - niewiele mniej od maksymalnego spadku o 40,3% identycznego ze spadkiem łącznego zysku. Spadek tego rzędu pojawia się przy podziale egalitarnym, proporcjonalnym oraz Nasha i Kalai'a-Smorodinsky'ego z indywidualnymi funkcjami użyteczności. Z uwagi na asymetrię wypłat dla *status quo* zmiany zysku kopalni w rozwiązaniu Nasha i niesymetrycznym Nasha nie są identyczne ze zmianami łącznego zysku. Podobnie rozwiązania zapewniające równe i proporcjonalne stopy zysku nie podążają za zmianami  $\Pi_V$ . Zmiany zysku kopalni inne niż zmiany łącznego zysku pojawiają się również w metodzie zapewniającej równe i proporcjonalne stopy zysku na bazie kosztów własnych, ale tylko wtedy, gdy zmiany kosztów kopalni i elektrowni nie są identyczne (wiersze 3, 4, 6, 7 i 10 w tab. 4).

Zmiany zysku kopalni na skutek wzrostu kosztów elektrowni  $T_{CE}$  są dużo wyższe od takich zmian po wzroście kosztów kopalni  $T_{CK}$ . Obniżenia zysku dla różnych podziałów wynoszą od 6% (III) do 16% (VIII). Spadki są tak duże, że wpływają na obniżenia cen węgla od 2.7% (VI) do ok.7% (IXA). Spadek kosztów kopalni i elektrowni o 10% (wiersz 8, tab. 3) przyczynia się do wzrostu łącznego zysku o 89,6%. W większości podziałów zysk kopalni rośnie o podobny procent. Jedynie dla niesymetrycznego rozwiązania Nasha (III) wzrost ten jest dużo niższy i wynosi jedynie 57,8%. Dla rozwiązania Nasha już nie jest tak niski (75,7%), choć niższy od pozostałych. Można zauważyć, że niesymetryczne rozwiązanie Nasha wyraźnie zmniejsza zakres zmian zysku kopalni. Nie pogarsza go tak jak inne, gdy zyski kopalni spadają, ale też nie poprawia, gdy rosną. Podobną rolę pełni zaproponowana formuła ceny węgla (wariant II, [2]). Cena węgla zmienia się w niej wprost proporcjonalnie na skutek wzrostu ceny energii i udziału kosztów zakupu węgla w kosztach produkcji energii elektrycznej,  $W_{kw}$ :

$$P_2 = P_1(1 + W_{kw}\Delta p_e/p_e) \quad (1)$$

gdzie:  $P_i$  to cena węgla w  $i$ -tym okresie ( $i=1,2$ ), a  $W_k = (T_{CK} + \Pi_K) / (T_{CK} + \Pi_K + T_{CE})$ .

Niestety formuła ta nadal nie rozwiązuje problemu wyboru ceny węgla. Jej podstawą jest cena węgla w poprzednim okresie, a ta nawet przy zastosowaniu wzoru uzależniającego cenę węgla od jego jakości nie rozstrzyga problemu. Nadal trzeba, więc wybrać jakąś cenę węgla bazowego np. w drodze negocjacji. Można wprawdzie za punkt wyjścia uznać poprzednio obowiązujące ceny i zaktualizować cenę węgla wg

(1) dla kolejnych okresów, ale nie przyniesie to istotnych zmian. Jak przyznają sami autorzy zarówno inflacja jak i wzrost cen energii nie były zbyt duże i pod koniec 2004 r. ceny te byłyby wyższe zaledwie od 3.8–4.8% od ostatnich cen zatwierdzonych przez URE. Oczywiście lepsze to niż nic i w warunkach braku jakiegokolwiek waloryzacji, przy balansowaniu na granicy opłacalności przez KWB „Konin” S.A., każde uzasadnienie wzrostu cen nawet prowadzące do wzrostu mniejszego niż o 5% ma znaczenie. Oznacza wzrost przychodu rzędu 20 mln zł (3,8–4,8% z 50zł=1,9–2.4zł×10 mln Mg/rok). Jest to kwota, która była niezbędna do odzyskania rentowności po obniżeniu zakupów węgla przez ZE PAK S.A. [1]. Z drugiej strony próby takie potwierdzają, że kopalni bardzo zależy na odzyskaniu rentowności i na różne sposoby próbuje uzasadnić konieczność wzrostu cen. Skala oczekiwanych podwyżek jest jednak mocno ograniczona. Takie podejście paradoksalnie osłabia pozycję przetargową kopalni w negocjacjach ceny węgla [7]. Jako równorzędny partner w łańcuchu tworzeniu wartości w energetyce kopalnia powinna oczekiwać więcej. Nie tylko elektrownie muszą inwestować w modernizację starych i budowę nowych bloków oraz instalacji odsiarczania spalin. Kopalnie również prowadzą rekultywację, wykup ziemi i udostępnienie nowych złóż. Obie strony powinny być finansowane z bieżących i przyszłych przychodów ze sprzedaży energii. To w interesie kopalni jest by elektrownia spełniała normy ochrony środowiska, a w interesie elektrowni leży przedłużenie okresu jej funkcjonowania dzięki udostępnieniu nowych złóż. Nie ma najmniejszego uzasadnienia by inwestycje w nowe złoża finansowane były przez państwo, zwłaszcza, gdy ich beneficjentem jest prywatny inwestor z elektrowni. Mogłoby to oznaczać przepompowywanie pieniędzy podatników do prywatnej kieszeni. Sytuacja, gdy kopalnia i elektrownia należą do dwóch różnych właścicieli powinna być jak najszybciej zmieniona. W przeciwnym wypadku może pojawiać się podejrzenie, że jedna strona wykorzystuje drugą, zwłaszcza, gdy kopalnie nie osiągają zysków, a ma je elektrownia. Własność lub współwłasność obu części bilateralnego monopolu powinno zniwelować sprzeczność interesów.

## 2. ZAPROSZENIE DO DYSKUSJI

Przedstawiona gama propozycji podziału zysku wypracowanego w bilateralnym monopolu kopalni węgla brunatnego i elektrowni nie wyczerpuje wszystkich możliwości. Stanowi jednak dosyć szeroką listę propozycji podbudowanych nie tylko logiczną argumentacją, lecz i solidną porcją wyników teorii targowania się (ang. *bargaining theory*). Przedstawione propozycje mają zachęcić zainteresowane strony do dyskusji nad takim podejściem do tematyki cen węgla. Zagadnienie sprawiedliwego podziału zysku pomiędzy obie strony i rozkład ryzyka są istotne. Sztuczne ustalenie samej ceny węgla, czy formuły do jej wyznaczenia na bazie inflacji, czy zmiany poziomu cen energii i zasobów może powodować, że całość ryzyka rynkowego będzie ponosić elektrownia, a kopalnia będzie miała

zagwarantowaną stabilną cenę węgla. Co prawda nie będzie mogła ona uczestniczyć w ekstra zyskach gdy ceny energii będą wysokie, ale przy oczekiwanym zaostreniu konkurencji w wyniku deregulacji i liberalizacji rynku stabilne ceny mogą się okazać bezpieczniejsze, zwłaszcza gdy zagwarantowany poziom cen węgla nie będzie zmuszał kierownictwa kopalni do wysiłku. Stabilne ceny mogą się okazać bardzo korzystne dla kopalń, gdyż mają one znaczny potencjał możliwych do uzyskania oszczędności. Znaczna obniżka kosztów i/lub wzrost wydajności, co jest możliwe do osiągnięcia z uwagi na dokonania kopalń zagranicznych, przy stabilnych cenach węgla dałyby kopalniom znaczne zyski. Przy zastosowaniu cen transferowych korzyści z tego tytułu byłyby współdzielone z elektrowniami.

Wzory i wyliczenia przeprowadzono przy założeniu stałej ilości węgla (wyboru jednego wyrobiska docelowego lub realizacji dostaw zakontraktowanej ilości węgla). Nic nie stoi jednak na przeszkodzie by powtórzyć te analizy przy założeniu, że  $Q$  jest zmienne i może zależeć od ceny węgla. Może to dotyczyć wyrobiska docelowego jak i dostaw rocznych. Zmiana ceny węgla może spowodować, że będzie się opłacać wybrać większe wyrobisko, by sięgnąć po węgiel o słabszej jakości lub głębiej zalegający [3]. Podobnie w skali jednego roku wysokie ceny energii mogą zachęcić elektrownie do zwiększenia podaży energii w celu wykorzystaniu koniunktury, zwłaszcza przy braku kontraktów długoterminowych. Kopalni może się wtedy opłacać zwiększyć wydobycie nawet, jeśli wiązałoby się to ze wzrostem kosztów. Większe zaangażowanie kopalni (dłuższe okresy pracy i wyższe nakłady na utrzymanie gotowości sprzętu) mogłyby być opłacone przez elektrownię wyższymi cenami węgla. Oczywiście musiałoby się to wiązać z optymalizacją krótkookresową działań całego układu – dobrze poziomu wydobycia maksymalizującego łączny zysk. Przy obecnym poziomie techniki komputerowej i dostępnym oprogramowaniu jest to już możliwe [6].

Akceptacja zaproponowanego podziału przez obie strony może oznaczać znalezienie odpowiedniego rozwiązania. Osobną sprawą pozostaje jednak korekta tego rozwiązania po zmianie istotnych parametrów. Dotyczy to zwłaszcza kosztów. Zarówno oszczędności uzyskane przez jedną ze stron na skutek obniżenia kosztów jak i nadmierne wydatki zwiększające koszty rozkładają się na obie strony w proporcjach przyjętego podziału. Oznacza to, że zachęta do oszczędności strony uzyskującej mniejszy udział w zysku jest mniejsza, gdyż z wypracowanych własnym wysiłkiem oszczędności i tak otrzyma ona mniejszą część. Rośnie natomiast zachęta do podwyższania kosztów, gdyż każda wydana złotówka przeznaczona jest na własne cele, podczas gdy z zaoszczędzonej złotówki tylko jej części powraca jako zysk. Warto tak zaprojektować podział zysku i jego korekty by zachęty do zwiększania kosztów zlikwidować. W świetle analiz wrażliwości wysokości udziałów w zysku na zmiany poziomu kosztów nie powinno to stanowić problemu. Wzrost kosztów jednej ze stron może czasami przyczyniać się do zmiany proporcji podziału na jej korzyść, ale nie zwiększa poziomu tych zysków, a skala jego obniżek może skutecznie zniwelować korzyści z wyższych kosztów. Należy prowadzić takie analizy

ekonomiczne i upowszechniać ich wyniki by zniechęcać strony do takich działań. Skuteczna rywalizacja w obniżaniu kosztów może wpłynąć na powiększenie „porcji tortu” do podziału i podnieść efektywność działania całego układu.

#### LITERATURA

- [1]GAWLIK L., KASZTELEWICZ Z., Zależność kosztów produkcji węgla w kopalni węgla brunatnego „Konin” od poziomu jego sprzedaży. Prace naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej nr 112, Wyd. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005.
- [2]GRUDZIŃSKI Z., KASZTELEWICZ Z., *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 2005.
- [3]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.
- [4]JURDZIAK L., *Cena węgla brunatnego jako wyznacznik podziału zysku w układzie kopalni i elektrowni. Część I – Propozycje podziału i Część II - Formuły cen węgla brunatnego*. Górnictwo i Geologia IX. Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej Nr 118, Seria: Studia i Materiały: Nr 33, Wrocław 2007.
- [5]JURDZIAK L., *Czy integracja pionowa kopalń odkrywkowych węgla z elektrowniami jest korzystna i dla kogo?* Biuletyn Urzędu Regulacji Energetyki Nr 2 (40), 2005.
- [6]KAWALEC W., *Short-term scheduling and blending in a lignite open-pit mine with BWEs*. Mine Planning and Equipment Selection Wrocław, Balkema, Taylor & Francis Group, London 2004.
- [7]OWEN G., *Teoria gier*. PWN, Warszawa 1975.

#### LIGNITE PRICE AS A DETERMINANT OF THE SPLIT OF PROFIT IN SYSTEMS OF MINES AND POWER PLANTS PART III – CALCULATION OF PRICES AND PROFITS FOR HIPOTETICAL DATA

For the hypothetical deposit with parameters similar to KWB “Konin” S.A. conditions; lignite prices and proposed divisions are calculated and results are discussed at the aspect of the fairness (equity) of the division and the possibility of their approval by both sides. A sensitivity analysis of shares of the mine in joint profits, the level of border prices outlining break-even points, lignite prices, the total profit and the profit of the mine for the price change of the energy, costs of the mine and the power station was carried. Results were discussed under the angle of correction of the division in the next period with taking into consideration the inflation, changes in prices of the energy and level of total costs of the mine and the power station and of the potential temptation of the change in the proportion of shares by increasing expenses. Lignite mines and power stations cooperating with them were invited for discussion about proposed divisions.

#### PRZYPISY

- <sup>1</sup> Przykładem może być tu KGHM „Polska Miedź” S.A., w którym koszty wydobycia wzrosły dwukrotnie (do ok. 3.1 tys. USD/Mg) po wzroście cen miedzi na rynkach światowych. *Prognoza wyników kwartalnych, II kwartał 2006, BRE Bank Securities*.