

Jolanta BIJAŃSKA
Politechnika Śląska
Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Zarządzania i Administracji

KRYTERIA OCENY EKONOMICZNEJ EFEKTYWNOŚCI EKSPLOATACJI RESZTKOWYCH ZŁÓŻ WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono wybrane problemy związane z oceną ekonomicznej efektywności eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego. Na podstawie przeglądu literatury przedmiotu wskazano kryteria oceny, które są najczęściej wykorzystywane w praktyce gospodarczej, a także te, które można zastosować w górnictwie. Następnie zaproponowano metody uwzględniające wybrane kryteria, które umożliwiają dokonanie oceny opłacalności eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego. Przedstawione rozważania są wynikiem realizacji projektu badawczego własnego pt. „Badanie możliwości technicznych i uwarunkowań ekonomicznych dla projektowania eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego”.

EVALUATION CRITERIA FOR ECONOMIC EFFICIENCY OF EXPLOITATION IN THE RESIDUAL HARD COAL DEPOSITS

Summary. The publication presented selected problems related to the evaluation of exploitation in the residual hard coal deposits. Based on the literature review indicated the evaluation criteria that are most commonly used in business practice, as well as those that can be used in coal mining. After that proposed methods, taking into account the selection criteria, which allows to assess the exploitation in the residual coal deposits profitability. Presented considerations are the result of own research project „The study of the technical possibilities and economic factors for the exploitation in the residual hard coal deposits design in the mines of the Upper Silesian Coal Basin”.

1. Wprowadzenie

W górniczych obszarach polskich kopalń znajdują się znaczne zasoby węgla kamiennego, zawarte w tzw. resztkowych złożach,¹ które do tej pory nie zostały wyeksploatowane, m.in. ze względu na warunki geologiczne, górnicze, techniczno-technologiczne, bezpieczeństwo oraz opłacalność ekonomiczną.

W ciągu ostatnich 20 lat w literaturze przedmiotu przedstawiano techniczne możliwości w zakresie eksploatacji resztkowych złóż, opisując doświadczenia w obszarze stosowania różnych technologii, wyposażenia przodków oraz metod oceny opłacalności ekonomicznej.² Wzrastało również zainteresowanie możliwościami wybierania węgla z resztkowych parceli pokładów w kopalniach, szczególnie tych, w których pojawił się problem szczypania się zasobów węgla. W ramach realizacji projektu badawczego własnego³ podjęto badania, których podstawowym celem jest dokonanie oceny możliwości eksploatacji resztkowych złóż w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Dla osiągnięcia tego celu projekt badawczy został podzielony na zadania,⁴ które ukierunkowano na osiągnięcie następujących celów cząstkowych:

¹ Probiez K., Borówka B.: Weryfikacja ilościowa i jakościowa zasobów węgla kamiennego w wytypowanych kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2009; Turek M., Lubosik Z.: Identyfikacja resztkowych parcel pokładów węgla kamiennego. „Wiadomości Górnicze”, nr 3, 2008.

² Badaj A., Granieczny S., Tomanek H.: Wybieranie nieforemnych resztek pokładów za pomocą obudowy zmechanizowanej ze skosowaniem i bieżącym wyprowadzaniem sekcji w czasie ruchu ściany. „Wiadomości Górnicze”, nr 5-6, 1985; Barteczko J.: System ubierkowy stosowany w resztkach pokładów uwieczonych w filarach i partiach międzyuskokowych. „Wiadomości Górnicze”, nr 5-6, 1984; Bednaręka K., Srokosz Z.: Wybieranie resztek pokładów oraz filarów oporowych systemem ścianowym z kieszenią. „Wiadomości Górnicze”, nr 5, 1987; Bochniak J., Iwan A.: Wybieranie pokładów węgla kompleksami krótkofrontowymi. „Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie”, nr 3, 1987; Chmiel P., Lubryka M., Śliwiński J.: Analiza możliwości eksploatacji partii złoża o niewielkich rozmiarach i nieregularnych kształtach „niekonwencjonalnymi” metodami eksploatacji. Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Szczyrk 2006; Tajduś A., Kluka J., Rak Z., Stasica J.: Prototypowy system wybierania węgla chodnikami w obudowie kotwiowej i wykonywanymi z nich wcinkami. „Przegląd Górniczy”, nr 2-3, 1999; Turek M., Lubosik Z.: Sposoby wybierania resztkowych parcel pokładów węgla kamiennego. „Wiadomości Górnicze”, nr 3, 2008; Zorychta A., Chojnacki J., Krzyżowski A., Chlebowski D.: Ocena możliwości wybierania resztkowych partii pokładów w polskich kopalniach węgla kamiennego. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, t. 24, z. 1-2, 2008; Lubosik Z., Rędzia T.: Ekonomiczna ocena opłacalności projektu eksploatacji. Prace Naukowe GIG, „Górnictwo i Środowisko”, nr 2, 2008; Lubosik Z.: Geoinżynierijne i ekonomiczne kryteria eksploatacji węgla kamiennego z resztkowych parcel pokładów. Prace Naukowe GIG, „Górnictwo i Środowisko”, nr 3, 2009.

³ Badanie możliwości technicznych i uwarunkowań ekonomicznych dla projektowania eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania, Zabrze 2011.

⁴ Syntetyczną charakterystykę zadań zawiera publikacja: Karbownik A., Wodarski K.: Możliwości techniczne i uwarunkowania ekonomiczne projektowania eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego. „Przegląd Górniczy”, nr 9, 2011.

1. Określenie kryteriów doboru sposobów eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego.
2. Określenie kryteriów doboru wyposażenia technicznego dla eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego.
3. Opracowanie metody oceny ekonomicznej efektywności projektowanej eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego.
4. Określenie zasad projektowania eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego, w tym opracowanie metody projektowania takiej eksploatacji, która umożliwi wyznaczenie optymalnego rozwiązania projektowego na podstawie wskaźnika ekonomicznej efektywności przy uwzględnieniu ograniczeń technicznych i organizacyjnych.
5. Opracowanie modelu symulacyjnego, który będzie wspomagał praktyczne wykorzystanie metody projektowania eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego.

W niniejszym artykule zawarto wybrane rozważania, które przeprowadzono dla osiągnięcia celu 3. Przyjęto przy tym, że eksploatacja resztkowych złóż węgla kamiennego jest inwestycją, rozumianą jako strumień płatności rozpoczynający się wydatkami, które są ponoszone z nadzieją uzyskania przewyższających je wpływów w przyszłości.⁵

2. Przegląd kryteriów oceny efektywności ekonomicznej

W literaturze⁶ można znaleźć wiele kryteriów, nazywanych wskaźnikami efektywności ekonomicznej, na podstawie których można dokonać oceny opłacalności inwestycji. Należy jednak zwrócić uwagę na to, że różne sytuacje decyzyjne i uwarunkowania związane z konkretnymi inwestycjami sprawiają, że istotnym problemem w ocenie ich ekonomicznej efektywności jest wybór określonego kryterium odpowiednio do charakterystyki danej inwestycji. Przeprowadzona analiza literatury pozwala stwierdzić, że w wyborze kryterium oceny należy uwzględnić specyfikę ocenianej inwestycji, a w szczególności: jej rodzaj i zakres, wielkość niezbędnych nakładów finansowych i źródła ich pokrycia, warunki przygotowania, wprowadzenia i funkcjonowania, okresy przygotowania i przesunięcia w czasie efektów w odniesieniu do nakładów, zmienność wielkości ekonomicznych w czasie oraz wymagania podmiotów finansujących (inwestorów).

⁵ Jog V., Suszyński C., Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa. CIM, Warszawa 1993.

⁶ Między innymi: Czechowski L., Dziworska K., Gostowska-Drzewicka T., Górczyńska A., Ostrowska E.: Projekty inwestycyjne. Finansowanie. Metody i procedury oceny. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1999; Sierpińska M., Jachna T.: Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. PWN, Warszawa 2004; Kurek W. (red.): Rachunek ekonomiczny w zarządzaniu przedsiębiorstwem. UMCS, Lublin 1998.

Literatura wskazuje, że do oceny inwestycji o niewielkim zakresie rzeczowym, charakteryzujących się relatywnie krótkim okresem funkcjonowania, wymagających poniesienia relatywnie niskich nakładów finansowanych z jednego źródła, najczęściej stosuje się kryteria: kosztu, zysku i rentowności. Ocena ekonomicznej efektywności inwestycji przy zastosowaniu tych kryteriów opiera się na wykorzystaniu poszczególnych elementów rachunku z wybranego okresu (najczęściej jednego roku), w którym wszystkie dane dotyczące wpływów i wydatków ujmowane są według wartości nominalnych. Można wyróżnić wiele metod, nazywanych statycznymi lub prostymi, które umożliwiają dokonanie oceny inwestycji przy wykorzystaniu wymienionych kryteriów. Do podstawowych z nich należą: rachunek porównawczy kosztu RPK, rachunek porównawczy zysku RPZ, rachunek porównawczy rentowności ROI, księgową stopa zwrotu ARR oraz próg rentowności BEP.

Zgodnie z przedstawioną literaturą przedmiotu do najdokładniejszych kryteriów oceny ekonomicznej efektywności inwestycji należą wskaźniki: wartości zaktualizowanej netto NPV, wewnętrznej stopy zwrotu IRR i okresu zwrotu nakładów inwestycyjnych DP.⁷ W literaturze i w praktyce można spotkać ich różne rodzaje i modyfikacje (np. skorygowana wartość zaktualizowana netto APV, wskaźnik wartości zaktualizowanej netto NPVR, indeks rentowności PI, zmodyfikowana wewnętrzna stopa zwrotu MIRR). Wskaźniki te są stosowane głównie do oceny inwestycji złożonych, o dużym zakresie rzeczowym, charakteryzujących się wieloletnim okresem przygotowania i funkcjonowania, wymagających poniesienia relatywnie wysokich nakładów finansowych, które są finansowane z kilku źródeł. Ocena przy wykorzystaniu tych kryteriów jest uznawana za najdokładniejszą, gdyż uwzględniają one wszystkie zaktualizowane (przez uwzględnienie stopy dyskontowej) wpływy i wydatki, które są szacowane na podstawie badań dotyczących aktualnych i przyszłych warunków przygotowania, realizacji, eksploatacji i ewentualnej likwidacji ocenianej inwestycji. Należy zauważyć, że wraz z wydłużeniem okresu objętego rachunkiem szacunek ten staje się coraz trudniejszy z uwagi na rosnącą niepewność. Wówczas ocena opłacalności ekonomicznej jest uzupełniana o dodatkowe analizy, m.in. wrażliwości i ryzyka.

Analiza wrażliwości ma na celu zbadanie wpływu zmian wartości określonych wcześniej czynników ryzyka na kształtowanie się danego kryterium oceny ekonomicznej efektywności. Uzyskane wyniki badań wskazują, o ile zmieni się wartość wskaźnika oceny ekonomicznej efektywności wskutek założonej zmiany w kształtowaniu się wybranych czynników.

Analiza ryzyka opiera się na wynikach oceny ekspertów i polega na określeniu różnych scenariuszy, w których badana inwestycja zostanie przygotowana, zrealizowana, poddana eksploatacji i ewentualnie zlikwidowana. Następnie opracowane scenariusze podlegają ocenie

⁷ Wymienione kryteria oceny zostały opisane w literaturze przedstawionej w przyp. 6. Syntetyczną charakterystykę tych kryteriów zawarto w publikacji: Bijańska J.: Analiza i ocena ekonomicznej efektywności innowacji. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 56, Gliwice 2011.

pod względem efektywności ekonomicznej. Na podstawie wyników tej oceny ustala się wartość oczekiwaną E_{NPV} , odchylenie standardowe σ_t^2 oraz rozkład prawdopodobieństwa wskaźnika oceny ekonomicznej efektywności. Można również obliczyć współczynnik zmienności CV.

3. Kryteria oceny efektywności ekonomicznej stosowane w górnictwie

Analiza literatury⁸ oraz przeprowadzone badania własne⁹ pozwalają na stwierdzenie, że w ocenie ekonomicznej efektywności inwestycji górniczych można stosować kryteria przedstawiane w literaturze przedmiotu. Oczywiście, z uwagi na specyfikę górnictwa, należy odpowiednio przygotować i zinterpretować dane wejściowe, niezbędne do dokonania oceny.

Na podstawie analizy literatury można stwierdzić, że do oceny inwestycji górniczych najczęściej wykorzystuje się kryteria NPV, IRR, a także kosztu K i (rzadziej) zysku Z. Należy jednak podkreślić, że literatura nie podaje wytycznych, na podstawie których można dokonać wyboru określonego kryterium oceny. Przeprowadzone badania własne pozwoliły na opracowanie takich wytycznych oraz „Klasyfikacji zadań inwestycyjnych w kopalniach węgla kamiennego”.¹⁰ Klasyfikacja ta umożliwia wszystkim uczestnikom procesu inwestycyjnego, w spółce węglowej oraz w kopalniach wchodzących w jej skład, stosowanie jednolitej systematyki. Określa ona nazwy zadań inwestycyjnych, ich istotę i zakres rzeczowy, sposób

⁸ Między innymi następujących publikacji: Butra J., Kicki J., Kudełko J., Wanielista K., Wirth K.: *Ekonomika projektów geologiczno-górnictwa*. Wyd. CBPM CUPRUM sp. z o.o. Ośrodek Badawczo-Rozwojowy, Wrocław 2004; Saługa P.: *Wycena górniczych projektów inwestycyjnych w aspekcie doboru stopy dyskontowej*. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2006; Cyrnek Cz.: *Wybrane zagadnienia przebiegu i oceny procesu inwestycyjnego budowy kopalń głębinowych*. Skrypty Akademii Górniczo-Hutniczej, Wyd. AGH, Karków 1991; Drożdż J., Wodarski K.: *Wybrane aspekty prowadzenia działalności inwestycyjnej w spółkach węglowych*. Sekcja Projektowania i Budownictwa Górniczego, Komitet Górnictwa PAN, 1999; Karbownik A., Wodarski K., Drożdż J.: *Ocena ekonomicznej efektywności zadań inwestycyjnych ujętych w programach inwestycyjnych kopalń i spółek węglowych*. Szkoła Ekonomiki i Zarządzania w Górnictwie, Ustroń 1998; Tchórzewski S.: *Ocena ekonomicznej efektywności inwestycji w czynnej kopalni węgla kamiennego*. Szkoła Ekonomiki i Zarządzania w Górnictwie, Ustroń 1997; Wodarski K., Tchórzewski S.: *Ocena ekonomicznej efektywności programu inwestycyjnego kopalni węgla kamiennego*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 3, Gliwice 1998; Lubosik Z., Rędzia T.: *Ekonomiczna ocena opłacalności projektu eksploatacji*. Prace Naukowe GIG, „Górnictwo i Środowisko”, nr 2, 2008; Lubosik Z.: *Geoinżynierijne i ekonomiczne kryteria eksploatacji węgla kamiennego z resztkowych parcel pokładów*. Prace Naukowe GIG, „Górnictwo i Środowisko”, nr 3, 2009.

⁹ Wyniki badań zawarto m.in. w następujących publikacjach: Bijańska J.: *Planowanie działalności inwestycyjnej kopalń węgla kamiennego*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006; Drożdż J., Bijańska J.: *Organizacja planowania inwestycji w spółkach węglowych*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 4, Gliwice 2001; Karbownik A., Bijańska J.: *Optymalizacja programu inwestycyjnego spółki węglowej*. „Wiadomości Górnicze”, nr 1, 2003.

¹⁰ Szczegółowe informacje dotyczące opracowanej klasyfikacji zawiera praca: Bijańska J.: *Planowanie...*, op.cit., s. 82-110. Syntetyczne informacje zawiera publikacja: Bijańska J.: *Klasyfikacja zadań inwestycyjnych w kopalniach węgla kamiennego*. „Wiadomości Górnicze”, nr 4, 2007.

oznaczeń oraz kryteria, którymi należy dokonywać oceny ekonomicznej efektywności. Przyjęto, że kryteriami tymi, w zależności od istoty i zakresu wyróżnionych zadań inwestycyjnych, powinny być: wartość zaktualizowana netto NPV, wewnętrzna stopa zwrotu IRR lub koszt K.

4. Ocena efektywności ekonomicznej projektowanej eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego

Zaproponowano, aby w ocenie ekonomicznej efektywności projektowanej eksploatacji resztkowych złóż uwzględnić zasady przyjęte w „Klasyfikacji zadań inwestycyjnych w kopalniach węgla kamiennego”. Klasyfikacja ta została opracowana przy uwzględnieniu struktury procesu produkcji węgla kamiennego, rozumianej jako układ cząstkowych procesów, czynności i operacji technologicznych, realizowanych w określonym czasie i określonej przestrzeni, które są wykonywane przez zespoły ludzkie przy użyciu określonych środków technicznych i mają na celu wyprodukowanie węgla handlowego o odpowiednich parametrach jakościowych.¹¹ Pojęcie procesów cząstkowych oznacza procesy technologiczne, których realizacja jest niezbędna z punktu widzenia produkcji węgla kamiennego. Należą do nich:

- procesy przygotowawcze, do których zalicza się:
 - udostępnienie złoża węgla kamiennego,
 - przygotowanie pokładu węgla kamiennego,
- procesy podstawowe, do których zalicza się:
 - eksploatację węgla kamiennego,
 - przeróbkę mechaniczną węgla kamiennego,
- procesy pomocnicze, do których zalicza się:
 - wentylację,
 - gospodarkę bezpieczeństwem pracy,
 - transport,
 - gospodarkę elektroenergetyczną,
 - gospodarkę podszkłą,
 - gospodarkę sprężonym powietrzem,
 - gospodarkę warsztatowo-magazynową,
 - administrację i usługi pozaprodukcyjne,

¹¹ Zajac E.: Organizacja produkcji w kopalni węgla kamiennego. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1994.

- procesy towarzyszące, do których zalicza się:
 - ochronę środowiska naturalnego,
 - usuwanie szkód górniczych.

Ujęte w definicji struktury procesu produkcji węgla kamiennego pojęcie czynności technologicznych oznacza działania ukierunkowane na osiągnięcie określonego celu (efektu użytecznego), które są realizowane w ramach określonych procesów cząstkowych. Czynności technologiczne dzielą się na *operacje*, które oznaczają część działań wykonywanych w określonym miejscu przez zasoby ludzkie (służby, oddziały, pionierzy kopalniane) przy użyciu środków technicznych (maszyn, urządzeń itp.).¹² Czynności i operacje technologiczne wykonywane w procesie produkcji węgla kamiennego mogą być realizowane w zakresie budownictwa inwestycyjnego lub zakupów gotowych dóbr inwestycyjnych.

Budownictwo inwestycyjne polega na wykonywaniu (budowie) nowych lub modernizacji¹² istniejących obiektów (budynków, budowli, wyrobisk) zaliczonych do środków trwałych, zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami, łącznie z nakładami finansowymi na dokumentację projektową oraz zakup i montaż maszyn, urządzeń i innych środków technicznych, stanowiących pierwsze wyposażenie obiektów. Do budownictwa inwestycyjnego zalicza się również tzw. kompleksowe zakupy oraz modernizacje kompletnego i niepodzielnego wyposażenia technicznego dla istniejących obiektów.

Zakupy gotowych dóbr inwestycyjnych polegają na nabyciu maszyn, urządzeń oraz innych środków technicznych zaliczonych do środków trwałych, zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami, jeżeli mogą one być przekazane do eksploatacji bezpośrednio po dokonaniu zakupu i ewentualnym zainstalowaniu (montażu) w istniejących obiektach. Do zakupów gotowych dóbr inwestycyjnych zalicza się również modernizacje pojedynczych maszyn, urządzeń oraz innych środków technicznych zakwalifikowanych do środków trwałych, zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami. Do zakupów gotowych dóbr inwestycyjnych nie zalicza się objętych budownictwem inwestycyjnym:

- zakupu i montażu pierwszego wyposażenia technicznego obiektów budowanych lub modernizowanych,
- zakupu oraz montażu kompletnego i niepodzielnego wyposażenia technicznego dla istniejących obiektów (tzw. kompleksowych zakupów).

Należy podkreślić, że niezależnie od stosowanej technologii produkcja węgla kamiennego, również z reszkowych złóż, wymaga realizacji działań i operacji wchodzących w zakres procesów przygotowawczych i podstawowych, przy równoczesnej realizacji działań

¹² Modernizacja środka trwałego oznacza jego unowocześnienie, powodujące wzrost wartości użytkowych o ponad 25% w odniesieniu do wartości przed modernizacją, mierzonej w szczególności: okresem użytkowania, zdolnością produkcyjną, jakością produktów i oszczędnością kosztów eksploatacji środka trwałego. Zwiększenie wartości użytkowych środka trwałego poniżej 25% traktowane jest jako jego odtworzenie.

i operacji procesów pomocniczych i ewentualnie towarzyszących. Biorąc to pod uwagę, przyjęto, że wszystkie działania i operacje technologiczne, które zmierzają do eksploatacji danej resztki złoża, mimo iż charakteryzują się pewnym stopniem odrębności, należy analizować i oceniać wspólnie, gdyż stanowią one część większego kompleksu działań i operacji, realizowanych dla osiągnięcia wspólnego celu i wzajemnie od siebie uzależnionych.

Uznano, że podstawowe znaczenie dla oceny ekonomicznej efektywności projektowanej eksploatacji resztkowych złóż będą miały kryteria NPV i IRR. Będą one wykorzystywane do oceny kompleksu działań i operacji technologicznych prowadzonych dla wyeksploatowania danej resztki złoża, które mogą wchodzić w zakres procesów przygotowawczych, podstawowych, pomocniczych i towarzyszących.

Przeprowadzenie analizy i oceny efektywności ekonomicznej projektowanej eksploatacji danej resztki złoża przy wykorzystaniu kryteriów NPV i IRR wymaga przyjęcia założeń dotyczących:

- a) horyzontu czasu – tzw. okresu obliczeniowego,
- b) przepływów pieniężnych netto,
- c) stopy dyskontowej.

Ad a) Okres obliczeniowy t powinien obejmować czas niezbędny do zrealizowania wszystkich niezbędnych działań i operacji procesów przygotowawczych (w tym związanych z opracowaniem dokumentacji projektowej), podstawowych, pomocniczych i towarzyszących. Przy wyznaczaniu okresu obliczeniowego można wykorzystać harmonogram Gantta, metody ścieżki krytycznej CPM oraz planowania i kontroli wykonawstwa projektów PERT.

Ad b) Przepływy pieniężne netto NCF powinny odzwierciedlać różnicę między strumieniami wpływów i wydatków związanych z działaniami i operacjami technologicznymi, wchodzącymi w skład procesów przygotowawczych, podstawowych, pomocniczych i towarzyszących, które będą realizowane dla wyeksploatowania danej resztki złoża w poszczególnych jednostkach (np. latach realizacji) przyjętego okresu obliczeniowego.

Do wpływów należy zaliczyć przede wszystkim przychody ze sprzedaży węgla z danej resztki złoża oraz amortyzację środków trwałych wykorzystywanych w związku z wydobywaniem węgla z tej resztki.

Przychody ze sprzedaży węgla P_w można obliczyć z następującego wzoru:¹³

$$P_w = Q_t \times C_j \text{ [zł]}, \quad (1)$$

gdzie:

- Q_t – wielkość wydobycia z resztki w danej jednostce okresu obliczeniowego,
 C_j – jednostkowa cena zbytu węgla, zł/t.

¹³ Przy założeniu, że wielkość wydobycia jest równa wielkości sprzedaży.

Wielkość wydobycia węgla z resztki Q_t można obliczyć z następującego wzoru:

$$Q_t = 1,3 \times \eta \times \sum_{i=1}^n l_i \times h_i \times p_i \text{ [t]}, \quad (2)$$

gdzie:

- 1,3 – ciężar właściwy węgla, t/m^3 ,
- η – współczynnik strat przerobczych,
- l_i – długość (szerokość) i-tego przodka eksploatacyjnego, m,
- h_i – wysokość i-tego przodka eksploatacyjnego, m,
- p_i – postęp i-tego przodka eksploatacyjnego w danej jednostce okresu obliczeniowego, t,
- n – liczba przodków eksploatacyjnych w resztkce $i = 1, 2, \dots, n$.

Cenę zbytu węgla C_j można obliczyć z następującego wzoru:

$$C_j = \frac{1}{100} \sum_{i=1}^n \alpha_i \times C_i \times K \text{ [zł/t]}, \quad (3)$$

gdzie:

- j – rodzaj sortymentu węgla¹⁴,
- C_i – cena za dany sortyment, zł/t,
- α_i – procentowy udział i-tego sortymentu, %,
- K – współczynnik korygujący ze względu na parametry jakościowe węgla.

Amortyzację A można obliczyć z następującego wzoru:

$$A = \sum_{i=1}^p (W_{si} \times S_{ai}) \times t_{ai} \text{ [zł]}, \quad (4)$$

gdzie:

- p – liczba środków trwałych podlegających amortyzacji, $i = 1, 2, \dots, p$,
- W_{si} – wartość i-tego środka trwałego podlegającego amortyzacji, zł,
- S_{ai} – stawka amortyzacji i-tego środka trwałego, %,
- t_{ai} – okres amortyzacji i-tego środka trwałego, lata.

Do wydatków należy zaliczyć przede wszystkim nakłady inwestycyjne¹⁵ i koszty operacyjne, które zostaną poniesione w związku z realizacją działań i operacji wchodzących w zakres procesów przygotowawczych, podstawowych, pomocniczych i towarzyszących, związanych z wyeksploatowaniem danej resztki złoża.

¹⁴ Wyróżnia się sortymenty grube, średnie, drobne i miały.

¹⁵ W przypadku poniesienia nakładów inwestycyjnych na budownictwo inwestycyjne i zakupy gotowych dóbr inwestycyjnych należy pamiętać, że nakłady te nie obejmują kosztów operacyjnych, związanych z użytkowaniem wykonanych lub zmodernizowanych obiektów czy zakupionych dóbr. Przykładowo zakup wyposażenia technicznego wyrobisk udostępniających resztkę złoża generuje koszty operacyjne, związane z jego użytkowaniem.

Nakłady inwestycyjne N można obliczyć z następującego wzoru:

$$N = N_B + N_Z \text{ [zł]}, \quad (5)$$

gdzie:

N_B – nakłady inwestycyjne na budownictwo inwestycyjne, zł,

N_Z – nakłady inwestycyjne na zakupy gotowych dóbr inwestycyjnych, zł.

Nakłady inwestycyjne wchodzące w zakres budownictwa inwestycyjnego N_B można obliczyć z następującego wzoru:

$$N_B = \sum_{i=1}^p N_{wi} + \sum_{i=1}^j N_{pi} \text{ [zł]}, \quad (6)$$

gdzie:

N_{wi} – nakłady na wykonanie nowego lub modernizację istniejącego wyrobiska udostępniającego lub przygotowawczego¹⁶, łącznie z nakładami finansowymi na dokumentację projektową oraz zakup, transport i montaż maszyn, urządzeń i innych środków technicznych, stanowiących pierwsze wyposażenie tego wyrobiska, zł,

p – liczba wykonywanych lub modernizowanych wyrobisk udostępniających i przygotowawczych, $i = 1, 2, \dots, p$,

N_{pi} – nakłady na wykonanie nowej lub modernizację istniejącej sieci: wentylacyjnej, odmetanowania, odwadniania, przeciwpożarowej, łączności i sygnalizacji, transportu, elektroenergetycznej, podsadzkowej, sprężonego powietrza i innych,¹⁷ łącznie z nakładami finansowymi na dokumentację projektową oraz zakup, transport i montaż maszyn, urządzeń i innych środków technicznych, stanowiących pierwsze wyposażenie danej sieci, zł,

j – liczba wykonywanych lub modernizowanych sieci, $i = 1, 2, \dots, j$.

Nakłady wchodzące w zakres zakupów gotowych dóbr inwestycyjnych¹⁸ N_Z można obliczyć z następującego wzoru:

$$N_Z = \sum_{i=1}^p N_{zi} \text{ [zł]}, \quad (7)$$

¹⁶ Szczegółowy zakres działań inwestycyjnych realizowanych w zakresie procesów przygotowawczych przedstawiono w pracy Bijańska J.: Planowanie..., op.cit., s. 89-93.

¹⁷ Szczegółowy zakres działań inwestycyjnych realizowanych w zakresie procesów pomocniczych i towarzyszących przedstawiono w pracy Bijańska J.: Planowanie..., op.cit., s. 98-110.

¹⁸ Zakres zakupów gotowych dóbr inwestycyjnych realizowanych w zakresie procesów przygotowawczych, podstawowych, pomocniczych i towarzyszących przedstawiono w pracy Bijańska J.: Planowanie..., op.cit., s. 91-110.

gdzie:

- i – liczba maszyn, urządzeń, środków technicznych, $i = 1, 2, \dots, p$,
 N_{zi} – nakłady na zakup lub modernizację: maszyny, urządzenia, środka technicznego, łącznie z transportem i montażem, zł.

Do kosztów należy zaliczyć wydatki ponoszone w związku z bieżącą realizacją działań i operacji technologicznych wchodzących w zakres procesów przygotowawczych, podstawowych, pomocniczych i towarzyszących, odzwierciedlające koszty produkcji węgla z danej resztki złoża.

Koszty¹⁹ operacyjne (K_{op}) można obliczyć z następującego wzoru:

$$K_{op} = k_{wyn} + k_{mat} + k_{en} + k_{rem} + k_{poz} \text{ [zł]}, \quad (8)$$

gdzie:

- k_{wyn} – koszty wynagrodzeń z narzutami,
 k_{mat} – koszty materiałów, m.in. części zamienne do maszyn, urządzeń i innych środków technicznych, materiały pomocnicze, środki konserwujące, paliwo,
 k_{en} – koszty energii elektrycznej, obliczane na podstawie zainstalowanej mocy, efektywnego czasu pracy maszyn oraz ceny jednostki energii elektrycznej,
 k_{rem} – koszty remontów maszyn, urządzeń i innych środków technicznych,
 k_{poz} – koszty pozostałe, m.in. koszty dzierżawy (obliczane na podstawie obowiązujących stawek dzierżawy), koszty leasingu (obliczane na podstawie wielkości rat leasingowych), spłaty rat i odsetek od kredytów, podatki od zysku, inne.

Ad c) Stopa dyskontowa r jest odpowiednikiem granicznej stopy zysku, poniżej której nie opłaca się inwestować. Na podstawie poziomu stopy dyskontowej wyznacza się wartości współczynnika dyskontowego (a_n), który odzwierciedla relatywny spadek wartości środków pieniężnych w okresie obliczeniowym:

$$a_n = \frac{1}{(1+r)^n}, \quad (9)$$

gdzie

- n – kolejny rok okresu obliczeniowego.

Poziom stopy dyskontowej należy określić na podstawie średniego ważonego kosztu kapitału, którym będzie finansowana eksploatacja danej resztki złoża. W celu jego ustalenia należy wyznaczyć koszty kapitałów pochodzących z poszczególnych źródeł, np. koszt kapitału własnego, koszt kredytów bankowych itp. Każdy z elementów wymienionego

¹⁹ W metodzie przyjęto rodzajowy układ ewidencyjny kosztów. W górnictwie stosuje się również układy: kalkulacyjny, stanowiskowy, oddziałowy.

kapitału podlega odmiennej wycenie w zależności od sposobu ustalania korzyści dla kapitałodawcy, rozwiązań podatkowych itp. Średni ważony koszt kapitału WACC można obliczyć za pomocą następującego wzoru:

$$WACC = \sum_{i=1}^n w_i k_i [\%], \quad (10)$$

gdzie:

- w_i – udział i-tego źródła w całości kapitału,
- k_i – koszt kapitału pochodzącego z i-tego źródła,²⁰
- n – liczba źródeł kapitału, $i = 1, 2, \dots, n$.

Na podstawie opracowanych założeń dotyczących okresu obliczeniowego, przepływów pieniężnych netto oraz stopy dyskontowej można dokonać oceny efektywności ekonomicznej eksploatacji danej resztki złoża przy wykorzystaniu kryteriów NPV oraz IRR.

Wartość zaktualizowaną netto NPV należy obliczyć jako sumę zdyskontowanych przepływów pieniężnych netto w przyjętym okresie obliczeniowym, wynikających z realizacji działań i operacji technologicznych procesów przygotowawczych, podstawowych, pomocniczych i towarzyszących, które zostaną zrealizowane dla wyeksploatowania danej resztki złoża w poszczególnych jednostkach przyjętego okresu obliczeniowego:

$$NPV = \sum_{t=1}^n NCF_t * a_t [\text{zł}], \quad (11)$$

gdzie:

- NCF_t – przepływy pieniężne netto w kolejnych latach okresu obliczeniowego, zł,
- a_t – współczynniki dyskontowe dla kolejnych lat przy wybranej stałej stopie dyskontowej r ,
- t – okres obliczeniowy, $t = 1, 2, \dots, n$, lata.

Eksploatacja danej resztki złoża będzie opłacalna, gdy NPV będzie większe od zera. Przy porównywaniu kilku alternatywnych wariantów za najkorzystniejszy należy uznać natomiast ten, którego wartość NPV jest największa. Należy tu jednak zwrócić uwagę, że przy porównywaniu kilku wariantów wymagających różnych co do wartości i rozkładu w czasie nakładów inwestycyjnych ocena ekonomicznej efektywności powinna być oparta na wskaźniku wartości zaktualizowanej netto NPVR, który jest relacją wartości zaktualizowanej netto NPV do wartości zaktualizowanej nakładów inwestycyjnych PVI:

$$NPVR = \frac{NPV}{PVI}. \quad (12)$$

²⁰ Sposób obliczania kosztu pochodzącego z różnych źródeł przedstawiono w pracy: Sierpińska M., Jachna T.: Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. PWN, Warszawa 2004.

Podstawą wyboru najbardziej opłacalnego wariantu jest maksymalizacja wskaźnika NPVR.

Wewnętrzna stopa zwrotu IRR to stopa procentowa, przy której wartość zaktualizowana netto ocenianej eksploatacji resztki złoża będzie wynosić zero ($NPV = 0$). IRR oblicza się, wykorzystując formułę interpolacji liniowej:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1 + (i_2 - i_1)}{NPV_1 + |NPV_2|} [\%], \quad (13)$$

gdzie:

i_1 – poziom stopy dyskontowej, przy którym $NPV > 0$,

i_2 – poziom stopy dyskontowej, przy którym $NPV < 0$,

NPV_1 – poziom NPV obliczony na podstawie i_1 ,

NPV_2 – poziom NPV obliczony na podstawie i_2 .

Eksploatacja danej resztki złoża będzie opłacalna, gdy IRR będzie wyższa od stopy granicznej, czyli stopy dyskontowej będącej najniższą możliwą do zaakceptowania stopą zwrotu. W wyborze najlepszego spośród kilku porównywanych wariantów należy natomiast kierować się kryterium maksymalizacji IRR.

Należy zaznaczyć, że w ocenie ekonomicznej efektywności projektowanej eksploatacji resztkowych złóż oprócz kryteriów podstawowych, do których należą NPV i IRR, można (pomocniczo) zastosować kryterium kosztów K . Można je wykorzystać do porównania kosztów alternatywnych rozwiązań technicznych, np. w sytuacjach, kiedy w procesie produkcji węgla z danej resztki można zastosować różniące się między sobą maszyny, urządzenia i inne środki techniczne lub gdy należy porównać koszty zakupu z kosztami modernizacji tych środków technicznych. Metodą, która umożliwi porównanie kosztów alternatywnych rozwiązań i dokonanie wyboru rozwiązania najkorzystniejszego, jest rachunek porównawczy kosztów RPK. W tej metodzie koszty całkowite K są obliczane z następującego wzoru:

$$K = K_i + K_o \text{ [zł/rok]}, \quad (14)$$

gdzie:

K_i – koszty inwestycyjne, zł/rok,

K_o – koszty operacyjne, które można obliczyć według wzoru (8), zł/rok.

Koszty inwestycyjne K_i można obliczyć z następującego wzoru:

$$K_i = A + Z \text{ [zł/rok]}, \quad (15)$$

gdzie:

- A – amortyzacja: maszyny, urządzenia, środka technicznego, którą można obliczyć według wzoru (4), zł/rok,
 Z – zysk kalkulacyjny, zł/rok.

Zysk kalkulacyjny Z można obliczyć z następującego wzoru:

$$Z_k = \frac{N + R}{2} \cdot i \text{ [zł/rok]}, \quad (16)$$

gdzie:

- N – nakłady inwestycyjne, zł,
 R – wartość rezydualna, zł,
 i – stopa zysku kalkulacyjnego, wyrażona ułamkiem.

Zestaw działań, wchodzących w zakresy budownictwa inwestycyjnego oraz zakupów gotowych dóbr inwestycyjnych, realizowanych w ramach procesów przygotowawczych, podstawowych, pomocniczych i towarzyszących, które można oceniać RPK, przedstawiono w „Klasyfikacji zadań inwestycyjnych”.²¹

Eksploatacja resztkowych złóż węgla kamiennego jest zdeterminowana wieloma czynnikami geologiczno-górnictwymi. W procesie podejmowania decyzji o eksploatacji resztkowego złoża czynniki te tworzą zbiór ograniczeń, stanowiąc równocześnie podstawowe kryteria doboru sposobów eksploatacji oraz wyposażenia technicznego resztkowych złóż węgla kamiennego.²² Czynniki te oddziałują na podstawowe elementy rachunku opłacalności ekonomicznej, m.in. na kształtowanie się wielkości wydobycia węgla, nakładów inwestycyjnych oraz kosztów, a także mają wpływ na poziom ryzyka związanego z eksploatacją danej resztki złoża. Biorąc to pod uwagę, ocenę ekonomicznej efektywności eksploatacji resztkowego złoża warto uzupełnić o analizy wrażliwości oraz ryzyka ekonomicznego.

Podstawowe znaczenie dla przeprowadzenia wymienionych analiz ma zidentyfikowanie czynników mających wpływ na ekonomiczną efektywność eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego, a także określenie stopnia tego wpływu. Dla osiągnięcia tego celu można wykorzystać metody: heurystyczne (oparte na ocenie opinii grupy ekspertów), rachunkowe (stanowiące sposoby obliczania wpływu kilku czynników na badany wskaźnik w warunkach

²¹ Bijańska J.: Planowanie..., op.cit., s. 89-110.

²² Badania w tym zakresie przeprowadzono w ramach zadań 1 i 2, realizowanych w projekcie badawczym własnym pt. „Badanie możliwości technicznych i uwarunkowań ekonomicznych dla projektowania eksploatacji resztkowych złóż...”.

zależności przyczynowo-skutkowych zachodzących między nimi) lub statystyczne (umożliwiające określenie kierunku i siły oddziaływania czynników na badany wskaźnik).

Następnie, w ramach analizy wrażliwości, należy zbadać wpływ zmian określonych czynników na kształtowanie się wskaźników oceny ekonomicznej efektywności NPV i IRR. Wyniki uzyskane w toku przeprowadzenia takich badań umożliwią uzyskanie odpowiedzi na pytanie: o ile zmieni się dany wskaźnik oceny ekonomicznej efektywności wskutek zmian wybranych czynników? Na podstawie takiej informacji możliwe będzie zidentyfikowanie czynników mających największy wpływ na opłacalność eksploatacji resztkowego złoża.

Dla przeprowadzenia analizy ryzyka ekonomicznego proponuje się wykorzystanie metody probabilistycznej, która, najogólniej rzecz ujmując, polega na określeniu przez ekspertów kilku scenariuszy eksploatacji resztkowego złoża oraz prawdopodobieństwa ich wystąpienia. Następnie należy przeprowadzić ocenę ekonomicznej efektywności każdego z opracowanych scenariuszy przy wykorzystaniu danego kryterium oceny. Wyniki tej oceny stanowią podstawę do przeprowadzenia analizy ryzyka, która przebiega w trzech przedstawionych etapach:²³

1. Dla opracowanych scenariuszy oblicza się wartości przepływów pieniężnych netto, związanych z eksploatacją danej resztki złoża dla każdej jednostki okresu obliczeniowego, przy uwzględnieniu prawdopodobieństwa wystąpienia danego scenariusza.
2. Oblicza się wartość oczekiwaną przepływów pieniężnych netto E_t dla każdej jednostki w przyjętym okresie obliczeniowym na podstawie następującego wzoru:

$$E_t = \sum_{j=1}^u D_{tj} \cdot P_{tj}, \quad (17)$$

gdzie:

- D_{tj} – i-ty poziom przepływów pieniężnych netto w jednostce okresu obliczeniowego, zł,
- P_{tj} – prawdopodobieństwo wystąpienia i-tego poziomu przepływów pieniężnych netto w jednostce okresu obliczeniowego,
- u – liczba badanych poziomów przepływów pieniężnych netto,
- t – jednostka okresu obliczeniowego, lata.

Na podstawie uzyskanych wartości oczekiwanych przepływów pieniężnych netto oblicza się:

a) oczekiwaną wartość zaktualizowaną netto E_{NPV} :

$$E_{NPV} = \sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}, \quad (18)$$

gdzie r – stopa dyskontowa,

²³ Sierpińska M., Jachna T.: Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. PWN, Warszawa 2004.

b) wariancję przepływów pieniężnych σ_t^2 dla kolejnych lat okresu obliczeniowego:

$$\sigma_t^2 = (D_{ij} - E_t)^2 \cdot P_{ij}, \quad (19)$$

c) odchylenie standardowe wartości zaktualizowanej netto σ_{NPV} :

$$\sigma_{NPV} = \sqrt{\sum_{t=1}^n \frac{\sigma_t^2}{(1+i)^{2t}}}, \quad (20)$$

d) współczynnik zmienności wartości zaktualizowanej netto CV_{NPV} :

$$CV_{NPV} = \frac{\sigma_{NPV}}{E_{NPV}}. \quad (21)$$

Interpretacja wyników uzyskanych w toku analizy ryzyka jest następująca:

1. Eksploatacja danej resztki złoża będzie ekonomicznie efektywna, kiedy E_{NPV} będzie większe od zera, a w skrajnym przypadku równe zeru.
2. O poziomie ryzyka związanego z eksploatacją danej resztki świadczą poziomy σ_{NPV} oraz CV_{NPV} . Im wyższe poziomy σ_{NPV} oraz CV_{NPV} , tym wyższe ryzyko eksploatacji danej resztki złoża. W przypadku porównania kilku resztek może zdarzyć się sytuacja, kiedy wyższej wartości oczekiwanej NPV towarzyszy wyższe odchylenie standardowe. W takiej sytuacji korzystniejsza jest eksploatacja tej resztki, która charakteryzuje się niższym współczynnikiem CV_{NPV} .

5. Podsumowanie

Artykuł zawiera ogólne rozważania, które przeprowadzono w zakresie projektu badawczego własnego, pt. „Badanie możliwości technicznych i uwarunkowań ekonomicznych dla projektowania eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego”, w celu wskazania kryteriów oceny ekonomicznej efektywności eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego.

Na podstawie analizy literatury przedmiotu oraz badań własnych przyjęto, że podstawowe znaczenie dla oceny ekonomicznej efektywności projektowanej eksploatacji resztkowych złóż będą miały kryteria NPV i IRR. Będą one wykorzystywane do oceny kompleksu działań i operacji technologicznych prowadzonych w celu wyeksploatowania danej resztki złoża, które mogą wchodzić w zakres procesów przygotowawczych, podstawowych, pomocniczych i towarzyszących. W artykule przedstawiono sposób wyznaczenia podstawowych elementów rachunków NPV i IRR, do których należą okres obliczeniowy, składniki przepływów pieniężnych oraz stopa dyskontowa. Ponadto przyjęto, że w ocenie ekonomicznej

efektywności projektowanej eksploatacji resztkowych złóż oprócz kryteriów NPV i IRR można pomocniczo zastosować kryterium kosztów K.

Ponieważ eksploatacja resztkowych złóż węgla kamiennego jest zdeterminowana wieloma czynnikami geologiczno-górnictwymi, które oddziałują na podstawowe elementy rachunku opłacalności ekonomicznej i mają wpływ na poziom ryzyka związanego z eksploatacją danej resztki złoża, w artykule przedstawiono również istoty analiz wrażliwości oraz ryzyka ekonomicznego.

Bibliografia

1. Badaj A., Granieczny S., Tomanek H.: Wybieranie nieforemnych resztek pokładów za pomocą obudowy zmechanizowanej ze skosowaniem i bieżącym wyprowadzaniem sekcji w czasie ruchu ściany. „Wiadomości Górnicze”, nr 5-6, 1985.
2. Barteczko J.: System ubierkowy stosowany w resztkach pokładów uwieczonych w filarach i partiach międzyuskokowych. „Wiadomości Górnicze”, nr 5-6, 1984.
3. Bednaręka K., Srokosz Z.: Wybieranie resztek pokładów oraz filarów oporowych systemem ścianowym z kieszenią. „Wiadomości Górnicze”, nr 5, 1987.
4. Bijańska J.: Analiza i ocena ekonomicznej efektywności innowacji. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 56, Gliwice 2011.
5. Bijańska J.: Planowanie działalności inwestycyjnej kopalń węgla kamiennego. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2006.
6. Bochniak J., Iwan A.: Wybieranie pokładów węgla kompleksami krótkofrontowymi. „Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie”, nr 3, 1987.
7. Butra J., Kicki J., Kudelko J., Wanielista K., Wirth K.: Ekonomia projektów geologiczno-górnictwowych. Wyd. CBPM CUPRUM sp. z o.o. Ośrodek Badawczo-Rozwojowy, Wrocław 2004.
8. Chmiel P., Lubryka M., Śliwiński J.: Analiza możliwości eksploatacji partii złoża o niewielkich rozmiarach i nieregularnych kształtach „niekonwencjonalnymi” metodami eksploatacji. Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Szczyrk 2006.
9. Cyrnek Cz.: Wybrane zagadnienia przebiegu i oceny procesu inwestycyjnego budowy kopalń głębinowych. Skrypty Akademii Górniczo-Hutniczej, Wyd. AGH, Kraków 1991.
10. Czechowski L., Dziworska K., Gostowska-Drzewicka T., Górczyńska A., Ostrowska E.: Projekty inwestycyjne. Finansowanie. Metody i procedury oceny. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1999.
11. Drożdż J., Bijańska J.: Organizacja planowania inwestycji w spółkach węglowych. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 4, Gliwice 2001.

12. Drożdż J., Wodarski K.: Wybrane aspekty prowadzenia działalności inwestycyjnej w spółkach węglowych. Sekcja Projektowania i Budownictwa Górniczego, Komitet Górnictwa PAN, 1999.
13. Jog V., Suszyński C.: Zarządzanie finansami przedsiębiorstwa. CIM, Warszawa 1993.
14. Karbownik A., Bijańska J.: Optymalizacja programu inwestycyjnego spółki węglowej. „Wiadomości Górnicze”, nr 1, 2003.
15. Karbownik A., Wodarski K., Drożdż J.: Ocena ekonomicznej efektywności zadań inwestycyjnych ujętych w programach inwestycyjnych kopalń i spółek węglowych. Szkoła Ekonomiki i Zarządzania w Górnictwie, Ustroń 1998.
16. Karbownik A., Wodarski K.: Możliwości techniczne i uwarunkowania ekonomiczne projektowania eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego. „Przegląd Górniczy”, nr 9, 2011.
17. Kurek W. (red.): Rachunek ekonomiczny w zarządzaniu przedsiębiorstwem. UMCS, Lublin 1998.
18. Lubosik Z., Rędzia T.: Ekonomiczna ocena opłacalności projektu eksploatacji. Prace Naukowe GIG, „Górnictwo i Środowisko”, nr 2, 2008.
19. Lubosik Z.: Geoinżynierskie i ekonomiczne kryteria eksploatacji węgla kamiennego z resztkowych parcel pokładów. Prace Naukowe GIG, „Górnictwo i Środowisko”, nr 3, 2009.
20. Probiez K., Borówka B.: Weryfikacja ilościowa i jakościowa zasobów węgla kamiennego w wytypowanych kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2009.
21. Projekt badawczy własny pt. „Badanie możliwości technicznych i uwarunkowań ekonomicznych dla projektowania eksploatacji resztkowych złóż węgla kamiennego w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego”. Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania, Zabrze 2011.
22. Saługa P.: Wycena górniczych projektów inwestycyjnych w aspekcie doboru stopy dyskontowej. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2006.
23. Sierpińska M., Jachna T.: Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych. PWN, Warszawa 2004.
24. Tajduś A., Kluka J., Rak Z., Stasica J.: Prototypowy system wybierania węgla chodnikami w obudowie kotwiowej i wykonywanymi z nich wcinkami. „Przegląd Górniczy”, nr 2-3, 1999.
25. Tchórzewski S.: Ocena ekonomicznej efektywności inwestycji w czynnej kopalni węgla kamiennego. Szkoła Ekonomiki i Zarządzania w Górnictwie, Ustroń 1997.

26. Turek M., Lubosik Z.: Identyfikacja resztkowych parcel pokładów węgla kamiennego. „Wiadomości Górnicze”, nr 3, 2008.
27. Turek M., Lubosik Z.: Sposoby wybierania resztkowych parcel pokładów węgla kamiennego. „Wiadomości Górnicze”, nr 3, 2008.
28. Wodarski K., Tchórzewski S.: Ocena ekonomicznej efektywności programu inwestycyjnego kopalni węgla kamiennego. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Organizacja i Zarządzanie, z. 3, Gliwice 1998.
29. Zając E.: Organizacja produkcji w kopalni węgla kamiennego. Śląskie Wydawnictwo Techniczne, Katowice 1994.
30. Zorychta A., Chojnacki J., Krzyżowski A., Chlebowski D.: Ocena możliwości wybierania resztkowych partii pokładów w polskich kopalniach węgla kamiennego. „Gospodarka Surowcami Mineralnymi”, t. 24, z. 1-2, 2008.

Abstract

The publication includes reflections, which were carried out to indicate the evaluation criteria for economic efficiency of exploitation in the residual hard coal deposits. Based on the literature analysis and own studies assumed that the main importance for the evaluation of economic efficiency of the designed exploitation in the residual hard coal deposit will have NPV and IRR criteria. They will be used to assess actions and technical operations conducted for exploitation of particular coal deposit, which may fall within the scope of the preparatory, basic, auxiliary and attendant process. The publication shows how to determine the basic elements of NPV and IRR, which include calculation period, net cash flows and discount rate. There were also assumed, that in evaluation of economic efficiency of the designed exploitation in the residual hard coal deposit can be alternatively use cost criterion. Moreover, presents sensitivity analysis and economic risk importance.