

Zbigniew Lubosik\*, Tomasz Rędzia\*\*

## EKONOMICZNA OCENA OPŁACALNOŚCI PROJEKTU EKSPLOATACJI

### Streszczenie

W artykule omówiono zagadnienia teoretyczne związane z oceną ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia, tj.: ewidencję i rozliczanie kosztów w górnictwie węgla kamiennego, oddziaływy rachunek kosztów oraz metody oceny finansowej projektów inwestycyjnych (proste metody oceny: prosta stopa zwrotu, okres zwrotu; dyskontowe metody oceny: stopa dyskontowa, zaktualizowana wartość netto, wewnętrzna stopa zwrotu; analiza niepewności i ryzyka, analiza wrażliwości). Przedstawiono także praktyczny przykład oceny ekonomicznej efektywności projektu wybrania resztkowych parceli pokładów.

### Economic assessment of exploitation project worthwhileness

### Abstract

In the paper, theoretical questions were discussed connected with assessment of worthwhileness of undertaking, i.e. record and settlement of costs in hard coal mining, department cost account as well as methods of financial assessment of investment projects (direct methods of assessment: simple rate of return, payback period; discount methods of assessment: rate of discount, net present value, internal rate of return; uncertainty and risk analysis, sensibility analysis). Practical example of economic efficiency assessment of mining in remnants project was also presented.

### WPROWADZENIE

Istotą prowadzenia wszelkiej działalności gospodarczej, a za taką można uznać także wydobywanie węgla kamiennego, jest zysk, czyli nadwyżka nad poniesionymi kosztami. Podmioty gospodarcze przy podejmowaniu decyzji dotyczących działalności są zmuszone do przeprowadzania oceny ekonomicznej opłacalności już na etapie planowania w celu ustalenia okresu zwrotu zaangażowanych środków i możliwego do osiągnięcia zysku.

Podobnie powinny postępować kopalnie w przypadku projektowania wydobycia węgla kamiennego z danego pola eksploatacyjnego. Po oszacowaniu zakresu koniecznych do wykonania prac, konieczne jest także uzyskanie odpowiedzi na pytanie czy wydobycie węgla z tego pola eksploatacyjnego jest opłacalne. Każdy projekt eksploatacji powinien zawierać ekonomiczną ocenę opłacalności przedsięwzięcia i właśnie kryterium ekonomiczne należałoby uznawać za decydujące.

W niniejszym artykule omówiono zagadnienia wiążące się z przeprowadzaniem oceny ekonomicznej opłacalności wybrania zasobów oraz podano praktyczny przykład oceny wybrania zasobów zalegających w resztkowych parcelach pokładów.

\* Główny Instytut Górnictwa.

\*\* Kopalnia Węgla Kamiennego „Zofiówka”.

## 1. EWIDENCJA I ROZLICZANIE KOSZTÓW W GÓRNICTWIE WĘGLA KAMIENNEGO

Ustalenie kosztów poniesionych w związku z realizacją celów rzeczowych w przedsiębiorstwie następuje na podstawie wyceny zużytych środków produkcji, a także wyceny pracy żywej, wyrażonej w płacach. Aby koszty mogły spełniać swoją rolę w rachunkowości zarządczej, musi być prowadzona ich prawidłowa ewidencja, a następnie, zgodnie z zasadami przyjętymi w rachunkowości, ich kalkulowanie.

Prawidłowy rachunek kosztów, zgodny z określonym ich układem, musi spełniać następujące warunki:

- ustalony koszt produkcji odpowiada zużyciu (naliczeniu) wszystkich przewidzianych w przepisach elementów (składników) kosztów,
- poszczególne rodzaje kosztów są właściwie grupowane zarówno według wyrobów, jak i według poszczególnych faz procesu produkcyjnego,
- ustalanie kosztów jest prowadzone na bieżąco i kończone w przewidzianych przepisami okresach,
- możliwa jest kontrola powstawania kosztów w miejscach pracy oraz osób odpowiedzialnych za gospodarowanie powierzonym mieniem lub których działalność wiąże się z tworzeniem kosztów.

Wszelkie operacje gospodarcze prowadzone w kopalni są ewidencjonowane na podstawie dokumentów księgowych zawartych w księgach rachunkowych. Sposób ewidencjonowania jest ustalony w „Zakładowym Planie Kont”, który obejmuje symbol i nazwę kont analitycznych. W przemyśle węglowym stosuje się następujące układy ewidencyjne kosztów:

- Koszty w układzie rodzajowym – jest to ogół kosztów poniesionych w okresie sprawozdawczym dotyczących produkcji wytworzonej, zgrupowanych według prostych składników kosztów, a więc możliwych do bezpośredniego odniesienia do działalności eksploatacyjnej. Układ rodzajowy kosztów nie obejmuje świadczeń wewnątrzzakładowych, czyli kosztów złożonych, które są związane z innymi produktami własnymi (poza węglem), na przykład: z energią elektryczną, sprężonym powietrzem, wodą ogrzewaną, świadczeniami związanymi z warsztatami (mechanicznymi, elektrycznymi itd.) oraz własnymi środkami transportu.
- Koszty w układzie kalkulacyjnym – są to zarówno koszty proste, jak i złożone. Układ ten służy do opracowania kalkulacji kosztów poszczególnych wyrobów, tj. węgla, powietrza sprężonego, pary itd.
- Koszty w układzie stanowiskowym – są to nakłady zgrupowane według określonych stanowisk pracy, wyodrębnionych w procesie technologicznym, co pozwala na ustalenie kształtowania się kosztów poszczególnych etapów procesu produkcyjnego. Układ stanowiskowy kosztów obejmuje zwykle kilka lub kilkanaście miejsc powstawania kosztów. W układzie zastosowano czterocyfrową symbolikę, pozwalającą na stosunkowo dużą szczegółowość określania miejsc powstawania kosztów. Symbol stanowiska kosztów obowiązuje przy dekretowaniu poszczególnych dokumentów źródłowych przez pracowników dozoru i służby funkcyjne. Na przykład, w zakresie kierowania stropem symbole stanowisk kosztów dotyczą: 1500 –

podszadzki hydraulicznej w ścianach, ubierkach i zabierkach, 1510 – zawału stropu ścian, ubierek i zabierek, 1520 – podszadzki suchej w ścianach, ubierkach i zabierkach.

- Koszty w układzie oddziałowym (organizacyjnym) – są to nakłady (obroty) według poszczególnych oddziałów lub ich grup oraz poszczególne składniki kosztów w ramach danego oddziału.

Istotę poszczególnych układów kosztów przedstawiono w tablicy 1.

Tablica 1. Istota układów kosztów (Kukuczka, Motyka 1996)

Układ kosztów	Na jakie zasadnicze pytanie odpowiada	Przykład	Gdzie są ewidencjonowane (analizowane) koszty
Rodzajowy	jaki to rodzaj kosztów?	amortyzacja, zużycie materiałów, energia, wynagrodzenia itd. oraz remonty rozliczane w czasie i inne rozliczenia międzyokresowe	koszty według rodzajów i ich rozliczanie
Kalkulacyjny	ile kosztuje nas dany wyrób własny?	węgiel, powietrze sprężone, para, woda ogrzewana, pitna, przemysłowa, warsztaty mechaniczne, elektryczne itp.	koszty według typów działalności i ich rozliczanie
Stanowiskowy	gdzie powstają koszty?	w ścianach z podszadką hydrauliczną i obudową zmechanizowaną, przy likwidacji wyrobisk, w procesie wzbogacania flotacyjnego węgla, składowania odpadów, utrzymywania domów mieszkalnych itd.	na stanowiskach kosztów, zgodnie z wykazem stanowisk dla kopalń węgla kamiennego
Oddziałowy (organizacyjny)	kto tworzy koszty (pośrednio)? oraz wszystkie pytania jak wyżej	pracownicy wg hierarchii (kierownictwo kopalni, dozór, podlegli pracownicy), przykłady jw. w odniesieniu do oddziałów	jw. wszystkie wyszczególnienia oraz dodatkowo oddziały lub ich grupy

## 2. ODDZIAŁOWY RACHUNEK KOSZTÓW (ORK) JAKO NARZĘDZIE POZYSKIWANIA INFORMACJI O KOSZTACH PROCESÓW PRODUKCYJNYCH

Oddziałowy rachunek kosztów, poza funkcją kontroli i monitorowania, dotyczący elementarnych miejsc powstawania kosztów, umożliwia pozyskiwanie informacji kosztowych dla różnych projektowanych przedsięwzięć. Wartość tej informacji w ogromnej mierze zależy od prawidłowości dekretowanych dokumentów księgowych, dlatego do systemu ewidencji, rozliczania i kalkulacji kosztów, a tym samym – oddziałowego rachunku kosztów, powinny być zapewnione i prawidłowo podane identyfikatory kosztowe wszystkich dowodów źródłowych w systemach analityczno-rozliczeniowych.

Instrukcje, opracowane dla każdego z tych systemów, jednoznacznie określają sposób wypełniania dokumentów, dekretowania zaszłości i zasady ich rozliczania. Informacje kosztowe przekazane do systemu ewidencji, rozliczania i kalkulacji kosztów z innych podstawowych systemów analityczno-rozliczeniowych nie stanowią jednak kompletu danych, na podstawie których można rozliczyć koszty własne kopalni. Brakujące, lecz niezbędne, dane źródłowe są podawane w innych dokumentach źródłowych, których liczba jest znikoma.

Wdrażając Oddziałowy Rachunek Kosztów w strukturze organizacyjnej kopalni, wyodrębniono tzw. centra kosztowe. Wydzielając je, kierowano się zasadą łączenia

komórek organizacyjnych według funkcji, jakie spełniają w cyklu technologicznym kopalni. W ten sposób wyodrębniono jednorodne obszary generowania kosztów w postaci następujących „centrów”:

- wydobywczego,
- przygotowawczego,
- transportowego,
- zbrojeniowo-likwidacyjnego,
- wentylacyjnego,
- elektrycznego,
- mechanicznego,
- szybowego,
- mechanicznej przeróbki węgla.

Na ich podstawie oszacowano koszty przygotowania frontu eksploatacji oraz koszty produkcji. Pozyskane dane stanowią punkt wyjścia do dalszej analizy (*NPV*, *IRR*, okresu zwrotu, a także analizy wrażliwości).

### **3. METODY OCENY FINANSOWEJ PROJEKTÓW INWESTYCYJNYCH** [1–12, 14–20]

Ocena opłacalności projektu inwestycyjnego jest podstawowym narzędziem jego oceny finansowej. Pozwala ona na określenie rentowności poniesionych nakładów inwestycyjnych oraz stopy zwrotu z zainwestowanego kapitału. Analiza opłacalności jest więc miarą potencjalnych zysków, które można wygenerować z zaangażowanych w przedsięwzięcie zasobów, bez uwzględniania transakcji finansowych, występujących podczas jego funkcjonowania. Równocześnie muszą być wzięte pod uwagę wszystkie aspekty finansowe projektu, aby można było określić taką wielkość środków finansowych, które zapewnią jego bezpieczną realizację.

Wykorzystanie rachunku ekonomicznego w ocenie opłacalności zamierzeń rozwojowych wymaga określenia kryterium tej oceny. Powszechnie uznaje się, że najlepszym kryterium oceny działalności gospodarczej na szczeblu mikroekonomicznym jest właśnie zysk. Tak więc powinny być realizowane te przedsięwzięcia, które zapewniają osiągnięcie maksymalnego zysku z zaangażowanego kapitału, podnosząc przez to wartość firmy, a więc zapewniając jej rozwój w przyszłości. Rachunek inwestycyjny jest sporządzany przede wszystkim w celu:

- ustalenia opłacalności określonego projektu inwestycyjnego,
- wyboru najbardziej korzystnego projektu inwestycyjnego spośród dostępnych,
- ustalenia optymalnego okresu realizacji inwestycji,
- wyboru optymalnego czasu rozpoczęcia inwestycji.

Wyróżnia się następujące metody oceny finansowej projektów inwestycyjnych:

- proste metody oceny finansowej projektów inwestycyjnych, tzw. statyczne,
- dyskontowe metody oceny finansowej projektów inwestycyjnych – tzw. dynamiczne.

Zastosowanie do oceny działalności inwestycyjnej jedynie miernika zysku jest niewystarczające. W kryterium tym nie są bowiem uwzględniane w dostatecznym stopniu takie czynniki, jak czas czy ryzyko, które mają istotne znaczenie, zwłaszcza w przypadku działań długookresowych, jakimi są przedsięwzięcia inwestycyjne.

Upływ czasu powoduje, że realna wartość tej samej nominalnie kwoty pieniężnej będzie różna, w zależności od tego, kiedy będzie nią można dysponować. Wynika to z różnej płynności pieniędzy posiadanych, w stosunku do pieniędzy, które zostaną uzyskane w przyszłości. Im później ponoszone są nakłady i osiągane efekty, tym ich realna wartość jest mniejsza.

Większość przedsięwzięć inwestycyjnych charakteryzuje się tym, że między momentem ponoszenia nakładów (dochodów), a momentem uzyskania efektów, upływa dłuższy okres, zwany w literaturze okresem uzyskiwania efektów z inwestycji. Skutkiem realizowania inwestycji są więc przepływy środków pieniężnych podczas trwania projektu.

### 3.1. Proste metody oceny finansowej projektów inwestycyjnych

Proste metody finansowej oceny opłacalności przedsięwzięć inwestycyjnych (zwane niekiedy metodami tradycyjnymi) charakteryzują się nieskomplikowanymi obliczeniami i są głównie wykorzystywane do wstępnej selekcji projektów inwestycyjnych. Metody te są zaliczane do metod statycznych (w odróżnieniu od metod dynamicznych), ponieważ nie uwzględnia się w nich całego okresu życia projektu, lecz są odnoszone do wybranych jego momentów lub okresów. W metodach tych nie uwzględnia się także zmian wartości pieniądza w czasie. W efekcie ocena inwestycji jest przeprowadzona jedynie na podstawie wartości rzeczywistych nakładów i efektów.

Najczęściej stosowanymi prostymi metodami oceny finansowej są:

- prosta stopa zwrotu,
- okres zwrotu,
- próg rentowności (rzadko stosowana metoda w górnictwie).

#### 3.1.1. Prosta stopa zwrotu

Prosta stopa zwrotu (*simple rate of return*) nazywana w literaturze ekonomicznej, ze względu na nieskomplikowany charakter obliczeń, metodą prostą lub tradycyjną, jest wykorzystywana do wstępnej oceny opłacalności projektów inwestycyjnych. Definiowana jest jako stosunek zysku zrealizowanego w normalnym roku funkcjonowania do wartości kapitału niezbędnego do sfinansowania początkowych nakładów inwestycyjnych. Istnieje możliwość obliczenia prostej stopy zwrotu zarówno dla kapitału ogółem, jak i dla kapitału własnego, zaangażowanego w realizację danego projektu inwestycyjnego.

Prosta stopa zwrotu dla kapitału ogółem (rentowność kapitału ogółem) jest obliczana wzorem

$$R = \frac{F + Y}{I} 100\%$$

zaś prosta stopa zwrotu dla kapitału własnego (rentowność kapitału własnego) zgodnie ze wzorem

$$R_e = \frac{F}{Q} 100\%$$

gdzie:

- $R$  – prosta stopa zwrotu dla kapitału ogółem,
- $R_e$  – prosta stopa zwrotu dla kapitału własnego,
- $F$  – zysk netto w normalnym roku działalności (bez amortyzacji, podatków i odsetek),
- $Y$  – odsetki od kredytów w normalnym roku działalności,
- $I$  – kapitał ogółem (kapitał + kredyty długoterminowe),
- $Q$  – kapitał własny.

Należy pamiętać, że przedstawione wzory bazują na wielkościach rocznych, a więc opisujące je elementy powinny pochodzić z tzw. normalnego roku funkcjonowania projektu. Za „normalny” uznawany jest taki rok, w którym w ramach projektu są wykorzystywane maksymalne zdolności produkcyjne oraz sprawnie obsługiwane wszelkie płatności odsetkowe, związane z wcześniej zaciągniętymi kredytami. Przy wyborze takiego roku mogą jednak wystąpić pewne trudności, będące następstwem pojawienia się czynników istotnie wpływających na wartość obliczanego wskaźnika (np. ulg podatkowych, spłaty znacznej części kredytów). Zakłada się, że jeśli taka sytuacja wystąpi, wówczas do obliczeń należy przyjąć wartości przeciętne, które w sposób pośredni uwzględniają w rachunku cały okres funkcjonowania inwestycji.

Metoda prostej stopy zwrotu pozwala zatem na wstępną ocenę opłacalności pojedynczych projektów inwestycyjnych i wybranie z nich najbardziej opłacalnego. Oceniany projekt jest uznawany za najlepszy, gdy wartość otrzymanej prostej stopy zwrotu przewyższa: koszt uzyskania kredytu lub wartość stopy zwrotu możliwej do uzyskania przy alternatywnym zaangażowaniu kapitału.

W przypadku rozpatrywania kilku alternatywnych projektów, za najkorzystniejszy uznaje się ten, dla którego prosta stopa zwrotu jest najwyższa. Środki finansowe, zainwestowane w takie przedsięwzięcie powinny wówczas gwarantować ich właścicielom zadowalające zyski, na przykład w porównaniu z oprocentowaniem lokat bankowych, a kredytodawcom zapewnić ich zwrot wraz z odsetkami.

Omawiana metoda ma jednak kilka wad, z których największą jest pominięcie czynnika czasu przy ponoszeniu nakładów inwestycyjnych oraz przy osiągnięciu zysków, przez co nie można zaobserwować rozłożenia wpływów i wydatków pieniężnych w czasie realizacji projektu.

Ze względu na fakt, że prosta stopa zwrotu jest jednoznacznym kryterium oceny opłacalności finansowej projektu i nie może stanowić podstawy do wyboru przedsięwzięcia inwestycyjnego, nie powinna być wykorzystywana jako jedyne narzędzie analityczne przy podejmowaniu decyzji inwestycyjnych.

## 3.1.2. Okres zwrotu

Okres zwrotu (*pay-back period*) jest definiowany jako czas niezbędny do odzyskania początkowych nakładów inwestycyjnych związanych z realizacją danego projektu, z osiągniętych nadwyżek pieniężnych (zysk netto + amortyzacja) liczonych narastająco. Okres zwrotu można także interpretować jako liczbę lat (miesiące, tygodni), w ciągu których zostanie wygenerowana taka nadwyżka gotówkowa (obliczana jako suma zysków netto i amortyzacji realizowanych w kolejnych latach funkcjonowania przedsięwzięcia), aby w całości odzyskać poniesione nakłady inwestycyjne.

W przypadku, gdy źródłem finansowania części początkowych nakładów jest kredyt bankowy, do obliczenia okresu zwrotu należy do osiągniętych w kolejnych latach nadwyżek gotówkowych dodać koszty finansowe ponoszone przez inwestora z tego tytułu. Uwzględnienie w rachunku odsetek od kredytów jest uzasadnione, ponieważ zwrotowi podlega całość nakładów, bez względu na sposób ich finansowania, a odsetki są dochodem przekazywanym bankowi.

Okres zwrotu poniesionych nakładów inwestycyjnych oblicza się według następującego wzoru

$$I = \sum_{t=0}^P F_t + D_t$$

gdzie:

- $I$  – całkowity zainwestowany kapitał,
- $P$  – okres zwrotu zainwestowanego kapitału,
- $F_t$  – zysk netto w roku  $t$ ,
- $D_t$  – amortyzacja w roku  $t$ ,
- $F_t + D_t$  – nadwyżka gotówkowa w roku  $t$ .

W praktyce stosuje się dwa podejścia do liczenia powyższej formuły. Zgodnie z pierwszym z nich przyjmuje się założenie, że nakłady inwestycyjne poniesione na zakup ziemi i stworzenie majątku obrotowego zwrócą się całkowicie w końcowej fazie funkcjonowania przedsięwzięcia, dlatego należy je odjąć od kwoty całkowitych nakładów początkowych. Drugie podejście polega na wyeliminowaniu z obliczeń okresu zwrotu czasu realizacji projektu.

Metoda okresu zwrotu umożliwia wybór takiego projektu inwestycyjnego, który pozwala na odzyskanie początkowych nakładów w jak najkrótszym czasie. Jeżeli jest rozpatrywany jeden projekt, to jego realizacja będzie uzasadniona tylko w przypadku, gdy obliczony okres zwrotu będzie krótszy od maksymalnego okresu wymaganego przez inwestora. W przypadku kilku projektów jest wybierany ten, który umożliwia najszybsze odzyskanie zainwestowanego kapitału (najkrótszy okres zwrotu).

Główną zaletą metody okresu zwrotu jest prostota stosowanych w niej obliczeń. Metoda ta jest niezwykle użyteczna przy ocenie inwestycji, które przynoszą szybkie efekty skoncentrowane w początkowym okresie funkcjonowania. Wadą zaprezentowanej metody jest natomiast pomijanie zmiany wartości pieniądza w czasie oraz nieuwzględnianie, po wyznaczonym okresie zwrotu, nadwyżki gotówkowej. Ponadto, okres zwrotu dostarcza jedynie informacji o płynności nakładów (szybkości ich zwo-

tu) a nie jest miernikiem ich rentowności. Promując projekty przynoszące duże nadwyżki w początkowych latach, metoda ta, w warunkach stabilnej gospodarki, może wskazywać na wybór inwestycji mniej rentownych w długim okresie. W rezultacie okres zwrotu nie może zostać uznany za wiarygodny miernik selekcji projektów inwestycyjnych. Należy go jednak stosować w ocenie jako przydatne narzędzie pomocnicze.

### 3.2. Dyskontowe metody oceny finansowej projektów inwestycyjnych

Metody dyskontowe są najbardziej precyzyjnym narzędziem służącym do oceny opłacalności projektów inwestycyjnych. Są to metody dynamiczne, tzn. uwzględniające cały okres życia projektu oraz zmiany wartości pieniądza w czasie. Rozłożenie w czasie przewidywanych strumieni wpływów i wydatków, związanych z daną inwestycją, jest możliwe dzięki zastosowaniu techniki dyskonta. Technika ta pozwala na sprowadzenie do wartości porównywalnych (w czasie przeprowadzania oceny) wartości wszelkich nakładów i przychodów występujących w różnych okresach funkcjonowania projektu.

Wykorzystanie dyskonta umożliwi objęcie analizą całego „okresu życia” realizowanego przedsięwzięcia oraz znacznie wpływa na dokładność przeprowadzanej oceny. Obejmując swoim zasięgiem długi okres, metody dyskontowe „zmuszają” osoby oceniające do opracowania długookresowych prognoz działania, których dokładność i trafność jest podstawą poprawnej oceny projektu. Niestety, wraz z wydłużeniem się okresu objętego rachunkiem, szacunek staje się coraz trudniejszy, z uwagi na wzrastającą niepewność przyszłej sytuacji rynkowej (jest to bardzo istotny problem w gospodarkach słabo ustabilizowanych).

Do najczęściej stosowanych dyskontowych metod rachunku finansowej opłacalności projektów, należą:

- metoda zaktualizowanej wartości netto (*NPV*),
- metoda wewnętrznej stopy zwrotu (*IRR*).

Przy obliczaniu zaktualizowanej wartości netto oraz wewnętrznej stopy zwrotu przyjmuje się założenie o malejącej wartości pieniądza w czasie. Spadek wartości pieniądza w miarę upływu czasu wiąże się z alternatywnym kosztem jego zainwestowania (możliwość utracenia potencjalnych korzyści płynących z wyboru innej inwestycji), z ryzykiem związanym z daną działalnością gospodarczą oraz z występującą w kraju inflacją.

W przypadku stosowania metod dyskontowych bardzo istotne jest również określenie wartości stopy dyskontowej, wykorzystywanej do aktualizowania, na określony czas, strumieni pieniężnych występujących w projekcie.

#### 3.2.1. Stopa dyskontowa

Stopa dyskontowa jest definiowana jako stopa zwrotu z innych, możliwych do podjęcia, inwestycji, które charakteryzują się takim samym lub zbliżonym poziomem ryzyka. Odzwierciedla ona minimalną, wymaganą przez inwestorów, stopę zysku



(stopę graniczną), poniżej której realizacja danego przedsięwzięcia inwestycyjnego staje się nieopłacalna, ponieważ porównywalne dochody można osiągnąć w wyniku zaangażowania posiadanych środków finansowych w inne i bardziej bezpieczne inwestycje (np. w długoterminowe lokaty bankowe, obligacje państwowe).

Określenie właściwej wartości stopy dyskontowej ma niezwykle istotne znaczenie do prawidłowej oceny wartości projektu. Wysokość tej stopy jest uzależniona od wielu czynników, z których za podstawowe uznaje się:

- koszt kapitału zaangażowanego w aktywach wolnych od ryzyka (np. w obligacjach rządowych lub lokatach terminowych),
- premię ryzyka z uwzględnieniem specyficznych warunków rynkowych (np. konkurencji, zmiennego popytu).

W przypadku finansowania projektu tylko kapitałem własnym, wyznaczenie właściwej stopy dyskontowej polega na dodaniu do siebie tych dwóch elementów. Jeżeli jednak część aktywów będzie sfinansowana ze środków obcych, wówczas ryzyko właściciela należy zwiększyć o ryzyko finansowe związane z pozyskaniem kapitałów obcych i tym samym zwiększyć wartość stopy dyskontowej.

Stopa dyskontowa może być także ustalana na podstawie rynkowych stóp procentowych płaconych przez kredytobiorców lub na podstawie stopy oprocentowania kredytów długoterminowych na rynkach kapitałowych.

Stopa dyskontowa umożliwia zaktualizowanie przyszłych strumieni pieniężnych do ich wartości obecnej, przy użyciu następującej formuły

$$PV = \frac{FV}{(1+r)^n}$$

gdzie:

$PV$  – wartość zaktualizowana (*present value*),

$FV$  – wartość przyszła (*future value*),

$r$  – stopa dyskontowa,

$n$  – kolejny rok okresu obliczeniowego.

Przy dyskontowaniu przyszłych strumieni pieniężnych przyjmuje się założenie, że pojawiają się one na koniec każdego okresu obliczeniowego, za który przyjmuje się zwykle jeden rok.

### 3.2.2. Zaktualizowana wartość netto ( $NPV$ )

Istota tej metody wynika z podstawowej zasady, że podjęcie przez przedsiębiorstwo przedsięwzięcia inwestycyjnego jest uzasadnione wówczas, kiedy wartość uzyskanych z niego dochodów jest co najmniej równa zaangażowanym w nie środkom finansowym lub większa od nich. Oceniając zatem przedsięwzięcie, porównuje się strumień oczekiwanych wpływów, wynikających z jego podjęcia, z poniesionymi nakładami. Biorąc pod uwagę, że wpływy będą uzyskiwane w kolejnych latach, w przyszłości należy je zaktualizować (zdyskontować), aby były porównywalne z nakładami ponoszonymi obecnie. Wartość zaktualizowana netto (*net present value*)

projektu jest określana zatem jako wartość pieniężna otrzymana w wyniku zsumowania, dyskontowanych oddzielnie dla każdego roku, różnic między wpływami i wydatkami pieniężnymi odnotowywanymi w kolejnych latach budowy i funkcjonowania projektu. Aktualizacja przepływów pieniężnych netto (wpływów pomniejszonych o wydatki) generowanych w wyniku realizacji projektu w kolejnych latach jest dokonywana w momencie rozpoczęcia realizacji projektu, przy wybranej wcześniej, stałej stopie dyskontowej  $r$ . Procedurę szacowania  $NPV$  można zapisać w postaci następującej formuły

$$NPV = NCF_0a_0 + NCF_1a_1 + NCF_2a_2 + \dots + NCF_na_n$$

gdzie:

$NPV$  – zaktualizowana wartość netto projektu,

$NCF_n$  – przepływy pieniężne netto (wpływy – wydatki) generowane w czasie realizacji projektu w kolejnych latach (*net cash flow*),

$a_n$  – współczynniki dyskontowe dla kolejnych lat, przy wybranej stałej stopie dyskontowej  $r$ , liczone według wzoru

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

gdzie  $n = 0, 1, 2 \dots n$  – kolejny rok okresu obliczeniowego.

Przy stosowaniu tej metody należy pamiętać, że uzyskana wartość  $NPV$  jest uzależniona od wielkości i rozłożenia w czasie przepływów pieniężnych netto, a także od przyjętej do obliczeń stopy procentowej. Im większa, oznaczająca duże ryzyko, stopa procentowa, tym mniejsze odpowiadające jej współczynniki dyskontowe i w efekcie, mniejsza wartość  $NPV$  w kolejnych latach okresu obliczeniowego. Z kolei występowanie ujemnych przepływów pieniężnych w początkowej fazie działalności, a dodatnich dopiero w następnych okresach, pomniejsza wartość  $NPV$  projektu od tego, który od początku realizuje dodatnie przepływy pieniężne netto, mimo że w niższej wysokości.

Uzyskana zaktualizowana wartość netto ( $NPV$ ) stanowi podstawę do podjęcia decyzji o realizacji lub odrzuceniu danego projektu inwestycyjnego. Jeżeli  $NPV$  jest dodatnia (lub równa zero), to wówczas stopa rentowności przedsięwzięcia jest większa (równa) od przyjętej stopy granicznej. W takiej sytuacji projekt można uznać za opłacalny i tym samym rozpocząć jego realizację. Jeżeli natomiast wartość  $NPV$  jest ujemna, wtedy stopa rentowności projektu jest mniejsza od stopy granicznej i, z uwagi na opłacalność finansową, analizowany projekt powinien być odrzucony.

W przypadku rozpatrywania kilku alternatywnych projektów inwestycyjnych, w przypadku których zastosowano tę samą stopę dyskontową, powinno się zawsze wybrać ten, dla którego wartość zaktualizowana jest największa, tzn. zapewnia największe zyski inwestorom. Aby podjąć w pełni trafną decyzję, co do wyboru najlepszego projektu, zaleca się jednak przeprowadzenie bardziej szczegółowej analizy założeń przyjętych do obliczenia  $NPV$ .

Jeżeli porównywane przedsięwzięcia inwestycyjne charakteryzują się zarówno identyczną wartością nakładów kapitałowych, jak i rozłożeniem w czasie, to decyzja o wyborze najbardziej korzystnego wariantu powinna bazować bezpośrednio na wartości zaktualizowanej netto. Jeśli natomiast porównywane przedsięwzięcia inwestycyjne wymagają różnych, co do wartości, nakładów kapitałowych lub ich niejednakowego rozłożenia w czasie, to wtedy z kilku alternatywnych projektów należy wybrać ten, dla którego wskaźnik wartości zaktualizowanej netto (*NPVR*) będzie przyjmował wartość największą i nie będzie jednocześnie mniejszy od zera. Wskaźnik wartości zaktualizowanej netto (*NPVR*) projektu, liczony jest jako stosunek wartości zaktualizowanej netto do zaktualizowanej wartości całkowitych nakładów inwestycyjnych, zdyskontowanych na tych samych warunkach, jakie zostały ustalone w celu obliczenia *NPV*, ma następującą postać

$$NPVR = \frac{NPV}{PI}$$

gdzie:

*NPVR* – wskaźnik wartości zaktualizowanej netto,

*NPV* – wartość zaktualizowana netto projektu,

*PI* – zaktualizowana wartość całkowitych nakładów inwestycyjnych (zdyskontowanych na tych samych warunkach, jakie zostały ustalone w celu obliczenia *NPV*).

Metoda zaktualizowanej wartości netto jest bardzo wygodnym i precyzyjnym miernikiem oceny projektów inwestycyjnych, ponieważ umożliwia uwzględnianie harmonogramu przepływów pieniężnych w projekcie przez cały okres jego realizacji. W praktyce nie powinna być jednak stosowana jako jedyne kryterium opłacalności inwestycji, gdyż nie jest pozbawiona pewnych wad, mogących zniekształcić rzetelność uzyskanego wyniku.

Podstawowymi wadami tej metody są trudności w wyborze odpowiedniego poziomu stopy procentowej oraz fakt, że z *NPV* nie wynika bezpośrednio stopa rentowności projektu. Ponadto, trzeba pamiętać, że stopa procentowa wykorzystywana do prowadzonego rachunku ma duży wpływ na końcowe wyniki i nawet nieznaczna jej zmiana może spowodować wzrost lub zmniejszenie wartości *NPV*, a więc tym samym przyczynić się do odrzucenia wariantu uznawanego dotychczas za najlepszy.

### 3.2.3. Wewnętrzna stopa zwrotu (*IRR*)

Metoda wewnętrznej stopy zwrotu (*internal rate of return*) jest drugim, oprócz metody wartości zaktualizowanej netto, najczęściej stosowanym wskaźnikiem do finansowej oceny opłacalności projektu inwestycyjnego. Wewnętrzną stopę zwrotu określa się jako stopę dyskontową, przy której zaktualizowana wartość netto przyszłych przepływów pieniężnych, stanowiących różnicę między wpływami i wydatkami gotówkowymi, wynosi zero

$$0 = \sum_{t=0}^n (CI_t + CO_t) a_t$$

gdzie:

- $CI_t$  – wpływy gotówkowe w roku  $t$ ,
- $CO_t$  – wydatki gotówkowe w roku  $t$ ,
- $a_t$  – współczynnik dyskonta przy ustalonej stopie dyskontowej,
- $t = 0, 1, 2 \dots n$  – kolejne lata okresu obliczeniowego.

Wewnętrzna stopa zwrotu (*IRR*) stanowi dokładną miarę rentowności każdego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Można ją interpretować jako pieniężną stopę zwrotu netto z kapitału zainwestowanego w daną działalność gospodarczą bądź też jako największą stopę oprocentowania kredytów, po której jest możliwe zgromadzenie niezbędnych do realizacji projektu środków finansowych, bez ryzyka związanego z ich utratą.

Procedura ustalania *IRR* obejmuje kilka etapów. Najpierw ustala się wartość przepływów pieniężnych netto w kolejnych latach realizacji i funkcjonowania badanego przedsięwzięcia, analogicznie jak przy obliczaniu *NPV*. Następnie, metodą kolejnych przybliżeń, wybiera się dwie wartości stopy procentowej ( $i_1$  oraz  $i_2$ ) takie, przy których:

- *NPV* obliczona na podstawie  $i_1$  jest zbliżona do zera, ale dodatnia; ustalona w ten sposób wartość *NPV* jest oznaczana jako *PV*,
- *NPV* obliczona na podstawie  $i_2$  jest zbliżona do zera, lecz ujemna; ustalona w ten sposób wartość *NPV* jest oznaczana jako *NV*.

Na podstawie powyższych wielkości jest obliczana wartość wewnętrznej stopy zwrotu badanego przedsięwzięcia. W literaturze ekonomicznej miernik *IRR* oblicza się między innymi metodą kolejnych przybliżeń, zgodnie z następującą formułą

$$IRR = i_1 + \frac{PV(i_2 - i_1)}{PV + |NV|}$$

gdzie:

- IRR* – wewnętrzna stopa zwrotu,
- $i_1$  – poziom stopy procentowej, przy której *NPV* > 0,
- $i_2$  – poziom stopy procentowej, przy której *NPV* < 0,
- PV* – wartość *NPV* obliczona na podstawie  $i_1$ ,
- NV* – wartość *NPV* obliczona na podstawie  $i_2$ .

W omówionej metodzie ustalania *IRR* szczególne znaczenie ma różnica między wartością  $i_1$  a wartością  $i_2$ . Różnica ta nie powinna być zasadniczo większa niż jeden punkt procentowy. W rzeczywistości bowiem związek między wartością stopy procentowej a wartością *NPV* nie ma charakteru liniowego, założonego przy konstrukcji omawianej formuły. Stąd, wraz ze wzrostem różnicy między  $i_1$  i  $i_2$ , wyniki obliczeń stają się coraz mniej dokładne w stosunku do rzeczywistej wartości *IRR* badanego przedsięwzięcia. Zachowanie jednoprocentowej lub dwuprocentowej różnicy stóp procentowych nie jest traktowane jako błąd i można je zignorować.

Ocena opłacalności projektu inwestycyjnego na podstawie metody wewnętrznej stopy zwrotu może okazać się skomplikowana, jeżeli w wyniku realizacji przedsięwzięcia występują ujemne przepływy pieniężne zarówno w początkowym, jak i w końcowym etapie jego funkcjonowania. W takich okolicznościach podczas oceny można uzyskać więcej niż jedną wartość wewnętrznej stopy zwrotu i wówczas wybór projektu jest uzasadniony tylko wtedy, gdy otrzymana stopa zwrotu mieści się w przedziale ograniczonym dwoma wartościami *IRR* oraz kiedy *NPV* projektu jest dla tej stopy dodatnia. Opisana sytuacja ma miejsce, na przykład w przypadku inwestycji w przemyśle naftowym i wydobywczym, gdzie jest wymagane poniesienie nakładów na likwidację szkód górniczych i zabezpieczenie wyrobisk po zakończeniu okresu eksploatacji, co w rezultacie prowadzi do niedoborów gotówki pod koniec działalności projektu.

Rozpatrując opłacalność kilku różnych przedsięwzięć inwestycyjnych należy zawsze wybierać wariant charakteryzujący się największą wartością *IRR*, nie mniejszą jednak od przyjętej do obliczeń stopy dyskontowej. Trzeba również pamiętać, że zarówno miernika *IRR*, jak i miernika *NPV*, nie należy traktować jako jedynego kryterium opłacalności inwestycji, ponieważ są to techniki wzajemnie się uzupełniające i dopiero ich wspólne zastosowanie może dać wiarygodne wyniki, będące podstawą podjęcia ostatecznej decyzji inwestycyjnej.

### 3.3. Niepewność i ryzyko w działalności inwestycyjnej

Każda decyzja gospodarcza, dotycząca zarówno bieżącej działalności firmy, jak i jej zamierzeń rozwojowych, bazuje na prognozie przyszłych warunków działania. Podstawą decyzji są zatem przewidywania obarczone zawsze pewną dozą niepewności. Z niepewnością bezpośrednio wiąże się czynnik ryzyka. O ile jednak ryzyko towarzyszące decyzjom krótkookresowym jest stosunkowo niewielkie, to decyzje długookresowe podejmowane są zawsze w sytuacji dużej niepewności, co do przyszłych warunków działania. Ryzyko nieuzyskania przewidywanych efektów musi zatem zostać odpowiednio uwzględnione w procesach decyzyjnych.

Istnieje wiele technik stosowanych w ocenie niepewności oraz w mierzeniu ryzyka. Tradycyjnie najczęściej stosuje się analizę wrażliwości, metody symulacyjne, analizę prognozy rentowności, technikę drzewa celów, teorię gier, a także inne podejścia, których podstawą jest rachunek prawdopodobieństwa i statystyka.

#### 3.3.1. Analiza niepewności i ryzyka

Analiza niepewności i ryzyka lub analiza prawdopodobieństwa (*probability analysis*) są prowadzone w celu ograniczenia ewentualnych, przyszłych strat wynikających z błędów popełnionych przy szacowaniu poszczególnych parametrów projektu inwestycyjnego, na różnych etapach jego przygotowania. Nie wszystkie zmienne, mające wpływ na opłacalność projektu, zmieniają się w tym samym kierunku i w takim samym stopniu, jak można by było przypuszczać. Zmiany te mogą nastąpić w dowolnym momencie okresu sporządzania oraz w fazie eksploatacyjnej projektu, a ich włączenie do oceny finansowej i ewaluacji projektu jest możliwe jedynie za pomocą

metod prawdopodobieństwa. Metody te polegają na przypisaniu każdemu rozpatrywanemu wariantowi pewnego prawdopodobieństwa i miary rentowności (np. *NPV*, *IRR*), a potem pomnożenia każdej miary przez odpowiedni współczynnik prawdopodobieństwa, związany z zajęciem oczekiwanego scenariusza.

W najprostszym ujęciu analiza prawdopodobieństwa sprowadza się do oceny dwóch wariantów realizowanej inwestycji: optymistycznego i pesymistycznego oraz określenia prawdopodobieństwa (wyrażającego ryzyko i niepewność) ich wystąpienia. W praktyce można ją przeprowadzić dla wszystkich elementów służących do oceny opłacalności danej inwestycji, ale ponieważ jest to badanie czasochłonne, dlatego zaleca się wykorzystanie stosownych programów komputerowych.

### 3.3.2. Analiza wrażliwości

Analiza ta polega na badaniu wpływu zmian, jakie mogą wystąpić w przyszłości w kształtowaniu się kluczowych zmiennych przedsięwzięcia, na przykład wielkości nakładów, wartości wpływów, kosztów eksploatacji, stopy dyskontowej itd. na wskaźniki wyrażające finansową efektywność przedsięwzięcia, na przykład *NPV* i *IRR* czy inne. W analizie tej przyjmuje się, że przyszłości nie da się dokładnie rozpoznać i w związku z tym w czasie realizacji projektu, a następnie jego eksploatacji, wartości zmiennych przedsięwzięcia będą różnić się od tych, które zostały wykorzystane w analizie. Należy zatem określić, jak ewentualne odchylenia będą wpływały na efektywność przedsięwzięcia.

W najprostszej postaci analizy wrażliwości badanie poszczególnych zmiennych polega na tym, że zakłada się określone odchylenia zmiennych od ich wartości bazowych (wyrażone procentowo, np. od  $-20\%$  do  $+20\%$ ) i liczy ponownie efektywność. Pozostałe zmienne pozostają na tym samym poziomie bazowym. Badając w ten sposób poszczególne zmienne można wskazać te, w których ewentualne odchylenia będą miały największy wpływ na efektywność finansową przedsięwzięcia. Inaczej mówiąc, analiza ta pozwala na zidentyfikowanie zmiennych, na które przedsięwzięcie jest najbardziej wrażliwe.

Stosując analizę wrażliwości, można także uzyskać odpowiedź na inaczej sformułowane pytanie, a mianowicie, jakie są dopuszczalne odchylenia wartości poszczególnych zmiennych przedsięwzięcia, przy których jest ono uznawane jeszcze jako efektywne, na przykład na ile można obniżyć cenę zbytu, przy której przedsięwzięcie będzie opłacalne.

## 4. PRZYKŁADOWA OCENA EKONOMICZNEJ EFEKTYWNOŚCI PROJEKTU EKSPLOATACJI

### 4.1. Założenia do obliczeń

Celem przeprowadzenia analizy było zbadanie opłacalności wydobywania węgla z dziewięciu resztkowych parcel pokładów, systemem krótkich ścian o stałej długości (z zastosowaniem obudowy zmechanizowanej) lub o zmiennej długości (z zastosowaniem lekkiej obudowy przesuwnej typu LOP).

Analiza efektywności finansowej planowanego przedsięwzięcia została wykonana z zastosowaniem dynamicznych metod dyskontowych, z uwzględnieniem zmian wartości pieniądza w czasie. Do określenia stopnia opłacalności przedsięwzięcia posłużyły:

- metoda zaktualizowanej wartości netto inwestycji *NPV*,
- metoda wewnętrznej stopy zwrotu z inwestycji *IRR*,
- metoda stopnia zwrotu nakładów inwestycyjnych,
- metoda zdyskontowanego okresu zwrotu.

Zaktualizowana wartość netto inwestycji *NPV* określa nadwyżkę ekonomiczną, jaką można osiągnąć przy określonej minimalnej stopie zwrotu odpowiadającej przyjętej do analizy stopie dyskontowej. Wewnętrzna stopa zwrotu z inwestycji *IRR* odpowiada takiej stopie dyskontowej, przy której wartość zaktualizowana netto inwestycji *NPV* jest równa zero, czyli wartości bieżące wpływów i wydatków związanych z inwestycją są sobie równe. *IRR* jest określana realną stopą zwrotu z inwestycji.

Z wartości stopnia zwrotu nakładów inwestycyjnych, obliczonego jako stosunek sumy zdyskontowanych nadwyżek finansowych z poszczególnych lat do sumy zdyskontowanych nakładów inwestycyjnych, wynika, czy i ilekrotnie zwracają się nakłady finansowe poniesione na realizację inwestycji.

Zdyskontowany okres zwrotu natomiast określa minimalny okres eksploatacji, przy którym inwestycja przekroczy wymaganą graniczną stopę zwrotu, a wartość zaktualizowana netto inwestycji przekroczy wartość równą 0. Po tym okresie inwestycja staje się opłacalna i następuje generacja nadwyżki.

W celu sporządzenia analizy finansowej opłacalności wydobywania węgla z resztkowych parcel pokładów systemem krótkich ścian:

- określono nakłady inwestycyjne,
- sporządzono prognozę amortyzacji,
- oszacowano koszty przygotowania frontu eksploatacji,
- oszacowano koszty produkcji bez amortyzacji,
- sporządzono prognozę przychodów ze sprzedaży,
- sporządzono prognozę wyniku ze sprzedaży,
- określono przepływy finansowe i sporządzono ocenę efektywności finansowej inwestycji na podstawie: zaktualizowanej wartości netto *NPV*, wewnętrznej stopy zwrotu *IRR*, stopnia zwrotu nakładów inwestycyjnych oraz okresu zwrotu liczonego od momentu rozpoczęcia eksploatacji.

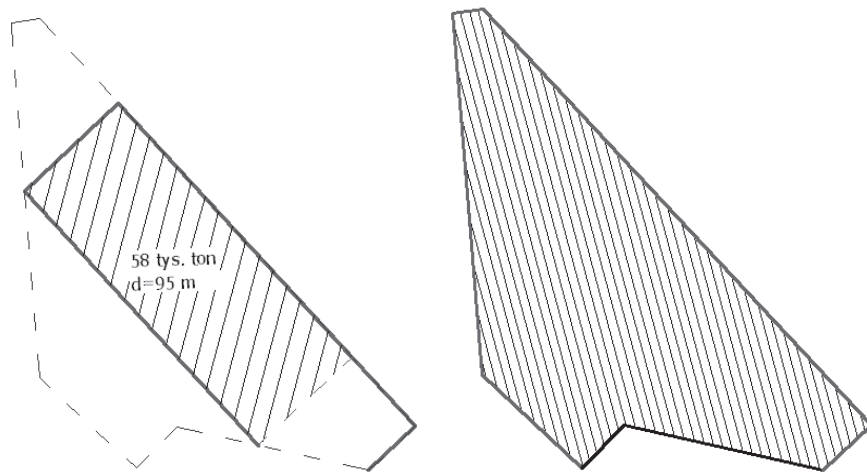
#### 4.1.1. Opis systemu wybierania krótkimi ścianami

Technologia ta jest zalecana do wybierania nieforemnych parceli węgla w pokładach słabo i silnie nachylonych, tam gdzie można wyodrębnić w miarę prostokątne pole eksploatacyjne o szerokości około 30–50 m. Krótka ściana może być wyposażona w: lekki kombajn ścianowy, typową obudowę zmechanizowaną lub lekką obudowę przesuwaną typu LOP oraz lekki przenośnik ścianowy i podścianowy. Technologia i organizacja robót w takiej ścianie nie różni się od stosowanej w typowym systemie

ścianowym, z wyjątkiem czasu trwania poszczególnych operacji (większa liczba cykli produkcyjnych). Do obliczeń założono wydobywanie dobowe wynoszące 1000 ton/dobę – przy zastosowaniu obudowy zmechanizowanej oraz 800 ton/dobę – przy zastosowaniu obudowy LOP.

#### 4.1.2. Ocena techniczna możliwości zastosowania systemu krótkich ścian w celu wybrania analizowanych resztek

W celu określenia możliwości zastosowania systemu krótkich ścian do wybrania analizowanych resztek (w wersji z obudową zmechanizowaną i stałą długością ściany oraz z obudową LOP i zmienną długością ściany) dokonano rozcięcia pola eksploatacyjnego (rys. 1) oraz obliczono długości wyrobisk przygotowawczych, wielkość wydobywania z wyrobisk korytarzowych oraz wielkość wydobywania ze ściany. Przykładowe wyniki obliczeń zestawiono w tablicach 2, 3 i 4.



**Rys. 1.** Sposób rozcięcia przykładowych resztek systemem ścianowym ze stałą i zmienną długością  
**Fig. 1.** The way of cut of example remnants in a longwall system of changing length

**Tablica 2.** Wielkość wydobywania z wyrobisk korytarzowych przygotowawczych w systemie ścianowym z obudową LOP

Resztką	Lata eksploatacji						Razem, Mg	
	1		2		3		K	K-W
	K	K-W	K	K-W	K	K-W		
1	K	K-W	K	K-W	K	K-W	K	K-W
2-5	-	10111	-	-	-	-	-	10 111
6-8	-	33 956	-	8199	-	-	-	42 155
9	-	3835	-	25 035	-	504	-	29 374
Razem, t	-	-	-	29 782	-	3497	-	33 279

Objaśnienie: W – wyrobiska kamienne, K-W – wyrobiska kamienno-węglowe.



Tablica 3. Wielkość wydobycia za pomocą systemu ścianowego z obudową zmechanizowaną

Resztką	Lata eksploatacji						Razem, tys. Mg
	1	2	3	4	5	6	
1	58	–	–	–	–	–	58
2	–	74	–	–	–	–	74
3	–	16	–	–	–	–	16
4	–	18	24	–	–	–	42
5	–	31	–	–	–	–	31
6	–	–	106	–	–	–	106
7	–	–	–	61	–	–	61
8	–	–	–	54	–	–	54
9	–	–	–	18	249	13	280
Razem, tys. Mg	58	139	130	133	249	13	722

Tablica 4. Wielkość wydobycia za pomocą systemu ścianowego z obudową LOP

Resztką	Lata eksploatacji						Razem, tys. Mg
	1	2	3	4	5	6	
1	103	7	–	–	–	–	110
2	74	43	–	–	–	–	117
3	–	27	–	–	–	–	27
4	–	70	–	–	–	–	70
5	–	70	–	–	–	–	70
6	–	89	114	–	–	–	203
7–8	–	–	68	156	–	–	224
9	–	–	82	199	199	81	560
Razem, tys. Mg	177	306	264	355	199	81	1381

#### 4.2. Analiza ekonomiczna opłacalności przedsięwzięcia

Szczegółowe założenia dotyczące parametrów ekonomicznych, dla których została wykonana analiza efektywności, zostały przedstawione w tablicy 5. Do obliczeń założono liniową amortyzację urządzeń.

Tablica 5. Zestawienie parametrów ekonomicznych

Lp.	Parametr	Wartość
1.	Okres realizacji inwestycji w latach	zależny od wariantu
2.	Okres eksploatacji inwestycji w latach	zależny od wariantu
3.	Stopa dyskontowa	4,5%
4.	Stawka amortyzacyjna	20%
5.	Koszt roboczości (zbrojenie ścian)	283,95 zł
6.	Koszt roboczości (zbrojenie odstaw)	274,41 zł
7.	Średni jednostkowy koszt produkcji 1 Mg węgla, określony na podstawie ORK	
	- dla wariantu I – krótkich ścian i obudowy zmechanizowanej	177,60 zł
	- dla wariantu II – krótkich ścian i obudowy LOP	170,60 zł
8.	Średni koszt wykonania 1 m wyrobisk przygotowawczych na podstawie ORK	7963,0 zł
9.	Średnia założona cena zbytu 1 tony węgla	328,17 zł

#### Nakłady inwestycyjne

Nakłady inwestycyjne na analizowane przedsięwzięcie zostały określone na podstawie przeglądu ofert rynkowych dotyczących dostaw wymaganego sprzętu. Koszty zakupu urządzeń dla poszczególnych wariantów przedstawiono w tablicy 6.

Tablica 6. Zestawienie nakładów inwestycyjnych

Wyszczególnienie	Koszt, zł
Wariant I – krótkie ściany, obudowa zmechanizowana	4 000 000
Koszt zakupu – kombajn	4 000 000
Wariant II – krótkie ściany, obudowa LOP	35 000 000
Koszty zakupu – kombajn + przenośnik (2 komplety)	8 000 000
Koszty zakupu – LOP (450 szt.)	27 000 000

### Koszty przygotowania frontu eksploatacji

Koszty przygotowania produkcji dla analizowanego przedsięwzięcia zostały określone na podstawie doświadczeń kopalni (w tym przygotowania wyrobisk kamiennych i kamienno-węglowych oraz kosztów zbrojenia i utrzymania ścian). Poniżej przedstawiono koszty przygotowawcze dla dwóch wariantów realizacji projektu (tabl. 7).

Tablica 7. Zestawienie kosztów przygotowania frontu eksploatacji

Wyszczególnienie	Koszt, zł
Wariant I – krótkie ściany, obudowa zmechanizowana	89 635 504,5
Koszt wykonania wyrobisk przygotowawczych	58 339 140,0
Koszt zbrojenia ścian, odstawy, materiałów i remontów	31 296 364,5
Wariant II – krótkie ściany, obudowa LOP	107 594 827,3
Koszt wykonania wyrobisk przygotowawczych	74 590 879,0
Koszt zbrojenia ścian, odstawy, materiałów i remontów	33 003 948,3

### Prognoza kosztów operacyjnych

Poniższe zestawienie przedstawia koszty jednostkowe produkcji oraz łączne koszty produkcji (wraz z amortyzacją) w poszczególnych wariantach (tabl. 8).

Tablica 8. Zestawienie kosztów operacyjnych

Wyszczególnienie	Koszt, zł
Wariant I – krótkie ściany, obudowa zmechanizowana	
Jednostkowy bezpośredni koszt produkcji 1 Mg, według ORK	177,90
Łączne koszty eksploatacyjne, w tym	132 443 800,00
amortyzacja	4 000 000,00
Wariant II – krótkie ściany, obudowa LOP	
Jednostkowy bezpośredni koszt produkcji 1 Mg, według ORK	170,60
Łączne koszty eksploatacyjne, w tym	270 769 200,00
amortyzacja	35 000 000,00

### Prognoza przychodów

Prognoza sprzedaży i przychodów ze sprzedaży została sporządzona na podstawie planu technicznego eksploatacji poszczególnych pokładów i ścian. Dodatkowo, w przychodach uwzględniono sprzedaż węgla wydobywanego w ramach prowadzonych prac przygotowawczych w poszczególnych pokładach. Do prognozy sprzedaży przyjęto cenę 1 tony węgla – 328 zł/t. W tablicy 9 przedstawiono porównanie całkowitych przychodów ze sprzedaży dla analizowanych wariantów realizacji przedsięwzięcia.

Tablica 9. Prognoza przychodów

Wyszczególnienie	Wydobycie, Mg	Całkowite przychody ze sprzedaży, zł
Krótką ścianą obudowa zmechanizowana	814 715,0	267 365 021,6
Krótką ścianą obudowa LOP	1 496 919,0	491 243 908,2

### Wyniki obliczeń wraz z ich analizą

Zestawienie przepływów finansowych i ocenę efektywności finansowej inwestycji dla jednego z analizowanych wariantów eksploatacji przedstawiono w tablicy 10, a zbiorcze wyniki analizy efektywności dla rozpatrywanych wariantów eksploatacji w tablicy 11.

Analiza efektywności inwestycji wykazała opłacalność przedsięwzięcia w obu analizowanych wariantach eksploatacji. W przypadku tych inwestycji zwrot nakładów powinien nastąpić w założonym technicznym okresie eksploatacji złóż, a wewnętrzna stopa zwrotu inwestycji będzie znacznie większa od przyjętej do analizy stopy dyskontowej (warunek konieczny do rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia).

Z uwagi na fakt, że poszczególne warianty w znaczny sposób różnią się nakładami inwestycyjnymi, podstawowym czynnikiem oceny, umożliwiającym porównywanie wariantów jest wartość zdyskontowana netto inwestycji *NPV*. Pozostałe czynniki należy analizować jedynie z uwzględnieniem wielkości nakładów inwestycyjnych, ponieważ większa stopa zwrotu w danym wariantcie nie musi oznaczać, że będzie on bardziej opłacalny (efektywniejsza może być inwestycja o mniejszej stopie zwrotu i większych nakładach inwestycyjnych, gdyż przykładowo 10% z 30 mln zł ma większą wartość niż 50% z 3 mln zł). Wobec powyższego za bardziej opłacalny należy uznać wariant eksploatacji ze zmienną długością ścian i obudową LOP (*NPV* = 95,6 mln zł) niż wariant ze stałą długością ścian i obudową zmechanizowaną (*NPV* = 37,8 mln zł).

### 4.3. Analiza wrażliwości

Badaniom poddano wrażliwość inwestycji dwóch rozpatrywanych sposobów wybierania resztkowych parcel pokładów na:

- wielkość nakładów inwestycyjnych,
- wielkość produkcji,
- wielkość kosztów produkcji,
- cenę zbytu węgla.

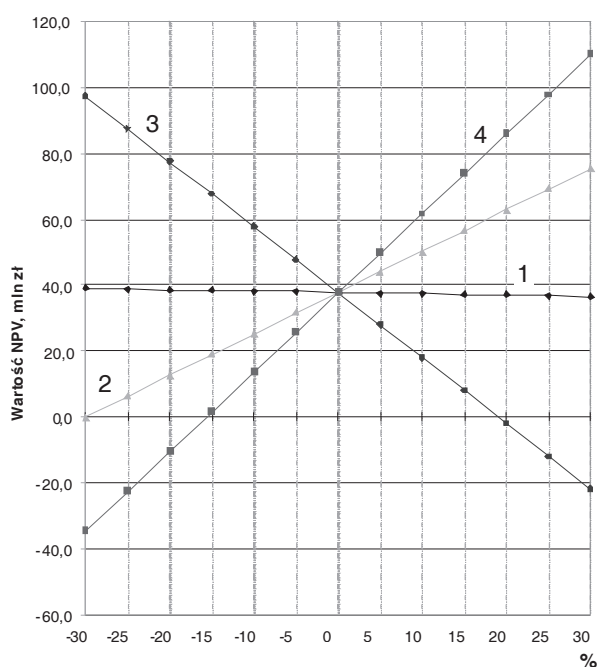
Wyniki analizy wrażliwości obrazuje, tzw. wykres pająka zamieszczony na rysunkach 2 i 3. Wynika z niej, że największy wpływ na zmianę efektywności inwestycji dla obu rozpatrywanych wariantów ma zmiana ceny węgla, kosztów przygotowania produkcji oraz zmiana wydobycia, a najmniejszy wielkość nakładów inwestycyjnych.

**Tablica 10. Przepływy finansowe i ocena efektywności finansowej inwestycji dla wariantu z obudową LOP i ze zmienną długością ściany**

Lp.	Wyszczególnienie	Jed- nostka	Lata									Razem
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Wynik ze sprzedaży	zł	-3 956 170,7	11 875 210,7	26 636 499,2	45 737 650,0	21 156 730,0	11 429 961,7	0,0	0,0	0,0	112 879 880,9
2	Amortyzacja	zł	7 000 000,0	7 000 000,0	7 000 000,0	7 000 000,0	7 000 000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35 000 000,0
3	Nadwyżka finansowa	zł	3 043 829,3	18 875 210,7	33 636 499,2	52 737 650,0	28 156 730,0	11 429 961,7	0,0	0,0	0,0	147 879 880,9
4	Nakłady inwestycyjne	zł	35 000 000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	35 000 000,0
5	Cash-flow	zł	-3 195 617,0	18 875 210,7	33 636 499,2	52 737 650,0	28 156 730,0	11 429 961,7	0,0	0,0	0,0	112 879 880,9
6	Skumulowany cash-flow	zł	-3 195 617,0	-13 080 959,9	20 555 539,2	73 293 189,2	101 449 919,2	112 879 880,9	112 879 880,9	112 879 880,9	112 879 880,9	-
7	Stopa dyskontowa	%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	4,5%	-
8	Współczynnik dyskontowy	-	1,000	0,957	0,916	0,876	0,839	0,802	0,768	0,735	0,703	-
9	Zdyskontowany cash-flow	zł	-3 195 617,0	18 063 576,7	30 811 033,2	46 198 181,4	23 623 496,5	9 166 829,3	0,0	0,0	0,0	95 906 946,4
10	Skumulowany zdyskontowany cash-flow	zł	-3 195 617,0	-13 892 594,0	16 918 439,2	63 116 620,6	86 740 117,1	95 906 946,4	95 906 946,4	95 906 946,4	95 906 946,4	-
11	Zaktualizowana wartość netto NPV	zł	95 906 946,4									
12	Wewnętrzna stopa zwrotu /IRR	%	83,2									
13	Stożek zwrotu nakładów inwestycyjnych	-	3,74									
14	Okres zwrotu liczony od momentu rozpoczęcia eksploatacji	-	2 lata i 6 miesięcy									

Tablica 11. Zestawienie wyników analizy efektywności

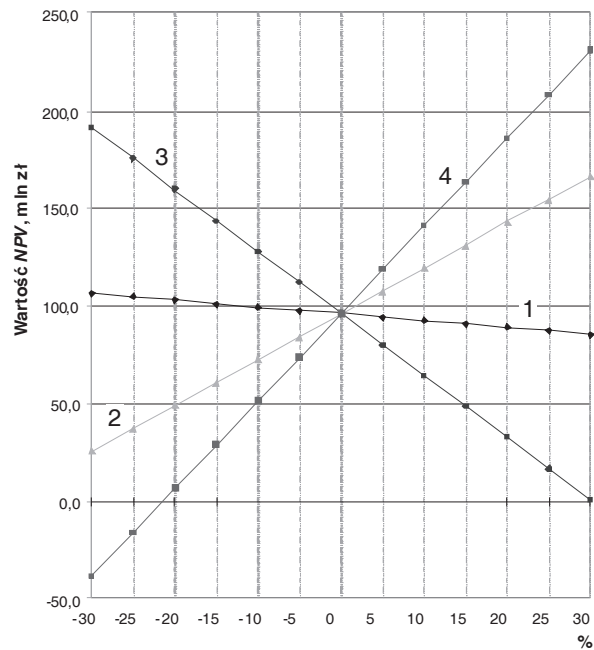
Wyszczególnienie	Krótką ścianą obudowa zmechanizowana	Krótką ścianą obudowa LOP
Nakłady inwestycyjne, zł	4 000 000	35 000 000
Koszty przygotowania frontu eksploatacji, zł	89 635 504,5	107 594 827,3
Całkowite koszty produkcji, zł	132 443 800,0	270 769 200,0
Całkowite wydobycie węgla, Mg	814 715,0	1 496 919,0
Całkowite przychody ze sprzedaży węgla, zł	267 365 021,6	491 243 908,2
Zaktualizowana wartość netto NPV, zł	37 793 564,8	95 906 946,4
Wewnętrzna stopa zwrotu IRR, %	77,6%	83,2%
Stopień zwrotu nakładów inwestycyjnych, lata	10,45	3,74
Okres zwrotu liczony od momentu rozpoczęcia eksploatacji, czas	3 lata i 2 miesiące	2 lata i 6 miesięcy



Rys. 2. Wyniki analizy wrażliwości – wariant z obudową zmechanizowaną i stałą długością ściany: 1 – zmiana nakładów inwestycyjnych, 2 – zmiana kosztów produkcji, 3 – zmiana poziomu produkcji, 4 – zmiana ceny węgla

Fig. 2. Results of sensibility analysis – variant with powered support and constant longwall's length: 1 – change of investment outlays, 2 – change of production costs, 3 – change of production level, 4 – change of coal price

Podsumowując przeprowadzoną analizę wrażliwości, należy stwierdzić stosunkowo niewielką wrażliwość inwestycji na niejednoczesne zmiany poszczególnych czynników wpływających na jej opłacalność. Podstawowymi czynnikami decydującymi o opłacalności przedsięwzięcia są jednak cena węgla oraz koszty przygotowania produkcji i wielkość wydobycia. Wymusza to konieczność monitoringu kosztów przygotowawczych na etapie realizacji przedsięwzięcia w celu ich minimalizacji oraz ograniczenia kosztów operacyjnych na etapie eksploatacji.



Rys. 7. Wyniki analizy wrażliwości – wariant z obudową LOP i zmienną długością ściany: 1 – zmiana nakładów inwestycyjnych, 2 – zmiana kosztów produkcji, 3 – zmiana poziomu produkcji, 4 – zmiana ceny węgla

Fig. 7. Results of sensibility analysis – variant with advancing support and changing longwall's length: 1 – change of investment outlays, 2 – change of production costs, 3 – change of production level, 4 – change of coal price

## PODSUMOWANIE I WNIOSKI

W artykule omówiono zagadnienia teoretyczne związane z przeprowadzaniem oceny ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia, tj.: rachunek kosztów w górnictwie węgla kamiennego (ewidencję i rozliczanie kosztów, oddziaływy rachunek kosztów) oraz metody oceny finansowej projektów inwestycyjnych (analizę wrażliwości, analizę niepewności i ryzyka, stopę zwrotu, okres zwrotu, stopę dyskontową, zaktualizowaną wartość netto (*NPV*), wewnętrzną stopę zwrotu (*IRR*), stopień zwrotu nakładów inwestycyjnych, zdyskontowany okres zwrotu). Przedstawiono także przykład praktyczny oceny ekonomicznej efektywności projektu wybrania resztkowych parceli pokładów.

Na podstawie przeprowadzonych badań i analiz stwierdzono, że każdy projekt eksploatacji parceli węgla powinien zostać poprzedzony oceną ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia. W ocenie powinny być wykorzystane dynamiczne metody dyskontowe, z uwzględnieniem zmiany wartości pieniądza w czasie (zaktualizowanej wartości netto inwestycji, wewnętrznej stopy zwrotu z inwestycji, stopnia zwrotu nakładów inwestycyjnych, zdyskontowanego okresu zwrotu). Istotne jest także sporządzenie analizy wrażliwości inwestycji na takie zmienne parametry, jak: wartość nakładów inwestycyjnych, wielkość produkcji, koszty produkcji oraz cena zbytu węgla.

Wyniki przeprowadzonej praktycznej oceny ekonomicznej efektywności projektu wybrania resztkowych parceli pokładów systemem krótkich ścian ze stałą i zmienną długością świadczą o tym, że istnieją techniczne możliwości realizacji projektu przy zapewnieniu ekonomicznej opłacalności przedsięwzięcia. Podjęcie działań w celu wybrania resztkowych parceli pokładów węgla prowadzi do zwiększenia wskaźnika wykorzystania zasobów, a w konsekwencji do poprawy wyników ekonomicznych kopalni.

#### Literatura

1. Behrens W., Hawanek P.M. (1993): Poradnik przygotowania przemysłowych studiów feasibility. United Nations Industrial Development Organization (UNIDO). Wydanie II.
2. Begg D., Fischer S., Dornbush R. (2002): Ekonomia – Mikroekonomia. Warszawa, PWE.
3. Błoch H. (1999): CONTROLLING – Materiały szkoleniowe. Wydanie II. Katowice, PROFIT.
4. Dąbrowski M. (1992): Efektywność inwestycji według banku światowego. Warszawa, Centrum Informacji Menedżera.
5. Dobija M. (1999): Rachunkowość zarządcza i controlling. Warszawa, PWN.
6. Drury C. (2002): Rachunek kosztów. Warszawa, PWN.
7. Dźwiągół H. (2002): System budżetowania kosztów podstawowym czynnikiem usprawnienia zarządzania spółką węglową. Wiadomości Górnicze nr 7–8.
8. Gabrusewicz W., Kamela-Sowińska A., Poetschke H. (2001): Rachunkowość zarządcza: Warszawa, PWE.
9. Hyżak W., Pogroszewska E. (2000): Czas na controlling. Wiadomości Górnicze nr 5.
10. Ignasia E. (1994): Optymalizacja projektów inwestycyjnych. Warszawa, PWE.
11. Jarugowa A., Sobańska I., Sochacka R. (1993): Metody kalkulacji. Koszty, Ceny, Decyzje. Warszawa, PWE.
12. Krawczyk W. (1998): Budżetowanie działalności kopalń, szansą poprawy efektywności ich działania. Wiadomości Górnicze nr 12.
13. Kukuczka P., Motyka A. (1996): Rachunek kosztów – stymulatorem efektywności gospodarowania. Wiadomości Górnicze nr 11.
14. Marcinek K. (2000): Finansowa ocena przedsięwzięć inwestycyjnych przedsiębiorstw. Wydanie IV. Skrypt uczelniany. Katowice, Akademia Ekonomiczna.
15. Płóciennik-Napierałowa J. (1999): Controlling – nowoczesne narzędzie zarządzania. Wybrane zagadnienia w zarządzaniu przedsiębiorstwem (materiały z konferencji Instytutu Organizacji Systemów Produkcyjnych – Kazimierz 1999 r.). Warszawa, Wydawnictwo IOSP Politechniki Warszawskiej.
16. Sawicki K. (praca zbiorowa) (1998): Podstawy rachunkowości. Warszawa, PWE.
17. Sawicki K. (praca zbiorowa) (1996): Rachunek kosztów Tom I. Warszawa, Fundacja Rozwoju Rachunkowości w Polsce.
18. Sierpińska M., Jachna T. (1999): Ocena przedsiębiorstw według standardów światowych. Warszawa, PWN.
19. Vollmuth H.J. (1997): CONTROLLING instrumenty od A do Z. Wydanie II. Warszawa, PLACET.
20. Warnecke H.J., Bullinger H.J., Hichert R., Voegelé A. (1993): Rachunek kosztów dla inżynierów. Warszawa, WNT.

**Recenzent:** dr inż. Andrzej Trojnar