

PIOTR SAŁUGA

## Stopy dyskontowe w górniczych projektach inwestycyjnych

### Słowa kluczowe

Inwestycje, zdyskontowane przepływy gotówkowe, stopy dyskontowe, górnicze projekty inwestycyjne

### Streszczenie

Stopa dyskontowa stosowana do oceny ekonomicznej górniczych projektów inwestycyjnych za pomocą zdyskontowanych przepływów gotówkowych jest zasadniczym parametrem, odzwierciedlającym poziom ryzyka związany z daną inwestycją. Artykuł podaje rodzaje stóp dyskontowych powszechnie stosowanych w górnictwie oraz próbuje określić wysokość stopy dyskontowej dla KGHM Polska Miedź SA.

### Wprowadzenie

Powszechnie preferowanymi technikami oceny projektów inwestycyjnych są metody, które posługują się przewidywanymi rocznymi przepływami gotówki, uwzględniając czasową wartość pieniądza — jest to metoda liczenia wartości bieżącej (zaktualizowanej) netto (*net present value*, NPV) lub metoda liczenia wewnętrznej stopy zwrotu (*internal rate of return*, IRR). Wzory matematyczne konieczne do obliczania NPV i IRR nie są skomplikowane, ale obie metody wymagają definicji odpowiedniej stopy dyskontowej w celu określenia kryteriów inwestycyjnych. Jest ona stosowana jako stopa dyskontowa w metodzie NPV oraz jako stopa minimalna w metodzie IRR. Wysokość stopy dyskontowej stanowi o stopniu ryzyka związanego z realizacją określonej inwestycji.

Wartość bieżąca (zaktualizowana) przepływów gotówkowych narastających w ciągu przewidywanego okresu realizacji przedsięwzięcia zależy m. in. od stopy dyskontowej oraz od lat re-

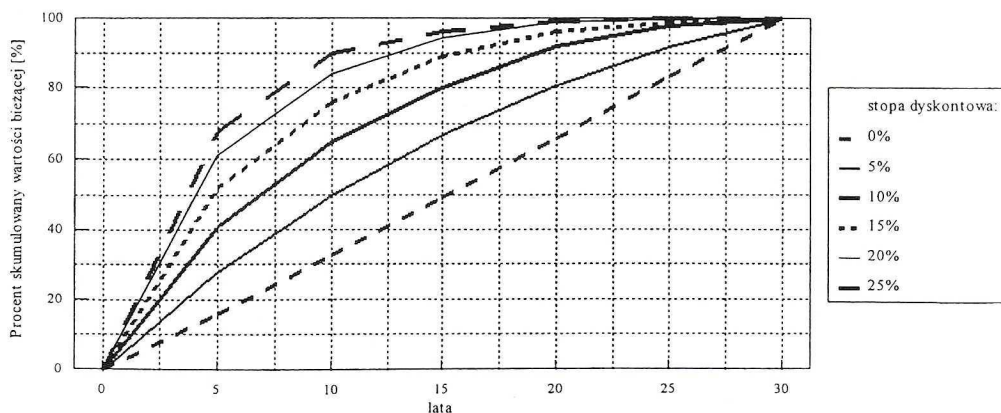
---

\* Mgr inż., Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.

alizacji projektu. Wpływ wielkości stopy dyskontowej na wartość projektu można zaobserwować na rysunku 1. Wykres ten, skonstruowany dla przykładowego projektu 30-letniego, przy założeniu równych płatności rocznych, pokazuje zależności pomiędzy stopą dyskontową a liczbą lat oraz ich oddziaływanie na otrzymywany procent całkowitej wartości bieżącej. Dla stopy dyskontowej 0% osiągnięcie 90% całkowitej wartości zaktualizowanej wymaga 27 lat. Dla stopy 25-procentowej wynik ten można osiągnąć w ciągu pierwszych 10 lat realizacji projektu. Oznacza to, że dla stopy 25-procentowej pozostałe 20 lat z 30-letniego okresu realizacji projektu z perspektywy wartości bieżącej nie mają praktycznie prawie żadnej wartości (Torries 1998).

Fakt, że przepływy gotówkowe z pierwszych lat realizacji projektu mają dużo większe znaczenie od przepływów uzyskiwanych w latach późniejszych, ma daleko idące konsekwencje. Z punktu widzenia planowania, mniejsze znaczenie przepływów z lat późniejszych jest korzystne ze względu na trudność prognozowania, gdyż w perspektywie długofalowej istnieje duże prawdopodobieństwo popełnienia błędu. Jednocześnie dyskontowanie ma tendencję do zaniżania wartości projektów długoterminowych, jako że wartość późniejszych korzyści może być szacowana znacznie poniżej ich wartości rzeczywistej.

Inwestycje w projekty górnicze charakteryzują się pewną liczbą specyficznych cech, które czynią je w pewien sposób odmiennymi od innych inwestycji. Należą do nich: szczyptywalny charakter i często wyjątkowa rzadkość zasobów, wyjątkowe położenie i charakterystyka złoża, niepewność co do budowy geologicznej złoża, okres potrzebny do uzyskania pierwszych ton wydobycia (okres przedprodukcyjny), zazwyczaj stosunkowo długi czas eksploatacji, wyraźnie cykliczny charakter poziomów cen surowców mineralnych, a także zróżnicowane warunki, w jakich jest częstokroć prowadzona produkcja, z którymi wiążą się dodatkowe niebezpieczeństwa, duża kapitałochłonność procesu produkcyjnego i ingerencja w środowisko przyrodnicze. W dodatku, złoża surowców mineralnych mogą być eksploatowane tylko w miejscu ich odkrycia. Tego rodzaju zmniejszenie elastyczności (zwiększenie ograniczeń) zwiększa ryzyko przed-



Rys. 1. Wpływ czasu i stopy dyskontowej na wartość bieżącą (wg Torriesa 1998)

Fig. 1. Influence of time and discount rate on present value (Torries 1998)

siewięć górniczych w porównaniu do innych alternatyw inwestycyjnych (Pindred 1995; Moye i in. 1996; Torries 1998).

W artykule przedstawiono podstawowe rodzaje stóp dyskontowych stosowanych w praktyce przez wiodących producentów surowców mineralnych oraz pokazano metody szacowania stóp dyskontowych.

## 1. Rodzaje i charakterystyka stosowanych stóp dyskontowych

Z kilku stosowanych powszechnie rodzajów stóp dyskontowych, które prezentuje tabela 1, wyborem teoretycznie poprawnym jest stosowanie alternatywnego kosztu kapitału (*opportunity cost of capital*). Inwestorzy dysponują ograniczoną wielkością kapitału i nie mogą realizować wszystkich projektów, dlatego muszą porównywać zwrot z rozważanego projektu ze zwrotem z korzystniejszej, alternatywnej inwestycji. Zidentyfikowanie takiej alternatywnej inwestycji i określenie zwrotu, jaki może ona przynieść, nie jest wcale przedsięwzięciem prostym. W praktyce jako przesłankę dla określenia wielkości alternatywnego kosztu kapitału stosuje się tzw. bezpieczną stopę zwrotu, w rodzaju stopy procentowej amerykańskich weksli skarbowych (*U.S. Treasury Bills*) (Torries 1998). W Polsce bezpieczna stopa zwrotu może być szacowana w oparciu o zwrot z obligacji Skarbu Państwa (długoterminowych) względnie Bonów Skarbowych.

Istnieją jednak inne poglądy dotyczące określania alternatywnego kosztu kapitału. Model wyceny aktywów kapitałowych (*capital asset pricing model*, CAPM), powszechnie stosowany w gospodarce finansowej przedsiębiorstw zachodnich, zaleca przyjmowanie jako stopy dyskontowej średniego ważonego kosztu kapitału (*weighted average cost of capital*, WACC). Metoda ta określa koszt kapitału własnego oraz koszt długu — wskaźniki dług : kapitał własny” (*debt-to-equity ratios*) różnią się. WACC przyjmuje i interpretuje fakt, że poziom ryzyka w nabywaniu akcji firmy będzie się zmieniać. Realizacja danego projektu będzie rozważana tylko dopóty, dopóki zwrot z tego projektu będzie większy od średniego ważonego kosztu kapitału własnego i długów (tj. większy od kosztu funduszy potrzebnych do inwestycji). Pomimo możliwości policzenia średniego ważonego kosztu kapitału, jego wielkość będzie zmienna w czasie i może zależeć od rodzaju realizowanej inwestycji, jak też opinii kredytodawców i akcjonariuszy. Często króć jako alternatywę przyjmuje się łatwą do otrzymania stopę dyskontową określaną na podstawie kosztu długu (komercyjna stopa kredytu, *commercial loan rate*), ale takie podejście do zagadnienia pomija koszt kapitału własnego, który może być inny od kosztu długu (Torries 1994).

Stopa dyskontowa stosowana w danym projekcie może być przyjmowana w sposób pozwalający na odzwierciedlenie wielkości ryzyka specyficznego projektu. Im dostrzega się wyższe ryzyko, tym stopa dyskontowa dostosowana do ryzyka (*risk-adjusted discount rate*) powinna być wyższa (Torries 1994). Praktyka ta jest powszechnie stosowana. Występuje tu jednakże nieporozumienie natury teoretycznej. Skala zwiększenia stopy dyskontowej, zależna od wielkości ryzyka, dobierana jest z dużą dozą subiektywności, co może prowadzić do wyciągnięcia błędnych wniosków. Tak czy inaczej, dostosowywanie stopy dyskontowej do poziomu ryzyka, celem uwzględnienia niepewności, jest podstawową metodą stosowaną w analizie zdyskontowanych przepływów gotówkowych.



## Stopy dyskontowe — zestawienie (wg Torricca 1998)

## Summary of discount rates (Torricc 1998)

Rodzaj stopy dyskontowej	Charakterystyka
Alternatywny koszt kapitału ( <i>opportunity cost of capital</i> )	Utracone korzyści, które mogłyby być uzyskane z najlepszej alternatywnej inwestycji
Stopa wolna od ryzyka ( <i>risk-free alternative</i> )	Zwrot z instrumentu „wolnego od ryzyka” w rodzaju amerykańskich weksli skarbowych ( <i>U.S. Treasury bills</i> ); w rzeczywistości nawet te instrumenty finansowe nie są w zupełności wolne od ryzyka, ze względu na ryzyko związane z kursem przeliczeniowym walut oraz poziomem inflacji
Koszt długu ( <i>cost of debt</i> )	Stopa oparta o koszt pożyczonych funduszy
Średni ważony koszt kapitału ( <i>weighted average cost of capital, WACC</i> )	Stopa dostosowana do ryzyka, ważąca koszt kapitału własnego ( <i>cost of equity</i> ) oraz koszt długu przy pomocy tzw. wskaźnika „dług : kapitał własny” ( <i>debt-to-equity ratio</i> )
Stopa zwrotu z przedsięwzięć realizowanych w przeszłości ( <i>historical rate of return</i> )	Stopa zwrotu przyjmowana na podstawie stóp (liczonych przy założeniu stałych albo bieżących jednostek danej waluty obliczeniowej) przyjmowanych w inwestycjach realizowanych w przeszłości
Stopa zwrotu dostosowana do ryzyka ( <i>risk-adjusted rate of return</i> )	Każda stopa, dostosowana do ryzyka projektu (liczona przy przyjęciu stałych albo bieżących wartości jednostek walutowych); do określenia tego typu stopy stosuje się najczęściej model wyceny aktywów kapitałowych ( <i>capital asset pricing model, CAPM</i> )
Stopa progowa przedsiębiorstwa ( <i>hurdle rate</i> )	Jakakolwiek minimalna stopa zwrotu stosowana wewnątrz przez firmę
Stopa zwrotu z inwestycji społecznych ( <i>social rate of return</i> )	Stopa stosowana do określania wartości projektów społecznych; stopa ta uwzględnia oprócz finansowych aspektów inwestycji również matrycę moralną przedsięwzięcia i sprawiedliwość społeczną
Stopa dyskontowa zmienna w czasie ( <i>varying discount rate over time</i> )	Stopa ta odzwierciedla zmiany poziomu ryzyka w czasie; przykładowo po otrzymaniu zwrotu nakładów kapitałowych i osiągnięciu minimalnej wymaganej stopy zwrotu z inwestycji
Stopa dyskontowa zmienna w zależności od składników przepływu gotówkowego ( <i>varying discount rate by cash flow line item</i> )	Stopa, która odzwierciedla różnice w poziomie ryzyka wśród różnych składników przepływu gotówkowego; przykładowo kapitał obrotowy oraz koszty zapasów mają mniejszy poziom ryzyka niż kapitał przeznaczany na nowe technologie

Po zakończeniu realizacji projektu w fazie zagospodarowania, w kolejnych stadiach poziom ryzyka może ulec zmianie. Konieczna byłaby wtedy odpowiednia zmiana stopy dyskontowej dostosowanej do ryzyka.



Kolejnym problemem jest fakt, że różne przepływy gotówkowe realizowanego projektu mogą charakteryzować się różnym ryzykiem (Torries 1998).

Tu należy stwierdzić, że zastosowanie pojedynczej stopy dyskontowej dostosowanej do ryzyka dla dyskontowania wszystkich przepływów gotówkowych projektu jest teoretycznie niemożliwe do obrony (Davis 1995, za Robichkiem i Myersem 1966). Tezę taką wysuwa też Pindred. Zdaniem tego autora powinno się zastosować różne stopy dyskontowe dla poszczególnych rocznych przepływów gotówkowych, ponieważ stopa wolna od ryzyka dla każdego okresu, w którym otrzymujemy poszczególne przepływy gotówkowe, jest inna (Pindred 1995). Jest to uwaga, która komplikuje jednak formułę pojedynczej stopy dyskontowej. Davis twierdzi, że w takim razie jeszcze poprawniejsze byłoby dyskontowanie każdego ze składników przepływów gotówkowych dla każdego roku inną stopą dyskontową, ale to skomplikuje zagadnienie jeszcze bardziej (Davis 1995 za Jacobym i Laughtonem 1992).

Pojedyncze stopy dyskontowe determinują fakt, że struktura czasowa stóp procentowych oraz cena ryzyka są znane i mają charakter stacjonarny (Frimpong, Whiting 1997, za Jacobym i Laughtonem 1992). Skoro jednak poziom ryzyka przedsięwzięcia zmienia się w miarę jak zmieniają się źródła i skala podstawowych rodzajów niepewności, to aby dostarczyć racjonalnej podstawy dla dyskontowania długoterminowych przepływów gotówkowych przedsięwzięć wielofazowych należałoby zastosować wycenę z okresu na okres (*period-by-period*) (Frimpong, Whiting 1997, za Frimpongiem 1992 oraz Jacobym i Laughtonem 1991). Problem ten można by rozwiązać poprzez zastosowanie wielofazowego dynamicznego modelu ryzyka (*dynamic risk model*, DRM), będącego zmodyfikowaną wersją modelu wyceny aktywów kapitałowych (Frimpong, Whiting 1997).

Ponieważ przedsiębiorstwa mają problemy z doбором właściwej stopy dyskontowej, wiele zarządów oraz wielu specjalistów zajmujących się oceną górniczych projektów inwestycyjnych stosuje tzw. stopę progową (*hurdle rate*), przyjmowaną na podstawie szeregu czynników. Jeśli wycena ekonomiczna projektu na podstawie stopy progowej da wynik negatywny, wtedy zarzuca się jego realizację (Moyen i in. 1996; Torries 1998).

W celu uniknięcia problemów związanych z określaniem wielkości stopy dyskontowej oraz sposobem jej uzyskiwania, przedsiębiorstwa posługują się niekiedy pojęciem tzw. minimalnej akceptowalnej stopy zwrotu (*minimal acceptable rate of return*, MARR) (Torries 1998).

Z dodatkowym problemem związanym z przyjmowaniem stopy dyskontowej spotykają się czynniki administracji centralnej i samorządowej — chodzi tu o dylemat wyboru, pomiędzy stosowaniem stopy dyskontowej, której używają inwestorzy prywatni, oraz stopy zwrotu z inwestycji społecznych (*social rate of return*), która jest stopą niższą, gdyż okazuje się, że organy administracyjne — w przeciwieństwie do firm prywatnych — nie uwzględniają pewnych rodzajów ryzyka, jak np. ryzyka politycznego (Torries 1998).

## 2. Sposoby określania stopy dyskontowej

Stopa dyskontowa odzwierciedla poziom ryzyka związany z daną inwestycją. Stopa dyskontowa mieści w sobie bazowy, alternatywny koszt kapitału, powiększony o dodatek związany

ze specyficzną dla projektu, dodatkową porcją ryzyka, oraz o dodatek związany z kosztami transakcji (Cavender 1992).

Określenie wysokości stopy dyskontowej dokonywane jest w praktyce dwoma sposobami:

- w pierwszym oceny ryzyka dokonuje się za pomocą znanego z teorii finansowej i często stosowanego modelu wyceny aktywów kapitałowych (*capital asset pricing model*, CAPM);
- drugim sposobem jest subiektywna ocena ryzyka — stopa dyskontowa dobierana zostaje na zasadzie *ad hoc* przez doświadczonego wyceniającego.

Model wyceny aktywów kapitałowych (*capital asset pricing model*, CAPM) jest szeroko akceptowanym narzędziem szacowania stopy dyskontowej, stosowanej podczas oceny prognozowanych (*pro forma*) przepływów gotówkowych na poziomie przedsiębiorstwa (Davis 1995). CAPM jest modelem równowagi, który wycenia skalę ryzyka systematycznego. Model ten zaleca przyjmowanie jako stopy dyskontowej średniego ważonego kosztu kapitału (*weighted average cost of capital*, WACC).

## 2.1. Określanie stopy dyskontowej na podstawie modelu wyceny aktywów kapitałowych

### 2.1.1. Średni ważony koszt kapitału

Koszt kapitału przedsiębiorstwa (określany jako średni ważony koszt kapitału) jest średnim ważonym kosztem funduszy będących w dyspozycji przedsiębiorstwa, łącznie z długami (po odliczeniu podatku), akcjami zwykłymi i uprzywilejowanymi. Wyrażany jest on w postaci stopy procentowej według równania (Smith 1994):

$$r_{WACC} = r_e p_e + r_d p_d + r_p p_p \quad (1)$$

gdzie:

- $r_{WACC}$  — średni ważony koszt kapitału [%],
- $r_e$  — koszt kapitału własnego (akcji zwykłych, *equity capital*) [%],
- $r_d$  — koszt kapitału dłużnego (*debt capital*) po odliczeniu podatku [%],
- $r_p$  — koszt kapitału akcji uprzywilejowanych (*preffered stock capital*) [%],
- $p_e, p_d, p_p$  — odpowiednio: proporcje akcji zwykłych, długów i akcji uprzywilejowanych, składających się na kapitał przedsiębiorstwa ( $p_e + p_d + p_p = 1$ ).

Wartości kosztów długu i akcji uprzywilejowanych wyrażone jako stopy procentowe są stosunkowo łatwe do uzyskania.

### 2.1.2. Stopa zwrotu dostosowana do ryzyka

Jednym z najużyteczniejszych aspektów modelu CAPM jest fakt, że określa on koszt kapitału własnego przedsiębiorstwa oraz — w bardziej prosty sposób — stopę dyskontową, jaką powinny zastosować przedsiębiorstwa w trakcie oceny wartości potencjalnych projektów, zgodnie z interesem akcjonariuszy (Davis 1995).

Podstawę tego modelu stanowi zasada, że zwrot z indywidualnej akcji powiązany jest z rynkiem według równania (Smith 1994; Dobija 1996; Moyen i in. 1996):

$$r_e = f + (r_m - f)\beta_i \quad (2)$$

lub

$$r_e = f + R\beta_i \quad (3)$$

gdzie:

- $r_e$  — oczekiwany zwrot z akcji  $i$ ,
- $f$  — zwrot wolny od ryzyka (zwykle procent długoterminowych obligacji państwowych),
- $r_m$  — oczekiwany zwrot z całego rynku,
- $\beta_i$  — czynnik beta dla akcji  $i$ ,
- $R$  — premia za ryzyko ( $R = r_m - f$ ).

Innymi słowy, na spodziewaną stopę zwrotu z aktywa  $i$  składa się wolna od ryzyka stopa zwrotu  $f$  plus premia za specyficzne ryzyko, związane z tym aktywem. Współczynnik beta,  $\beta_i$ , określający premię za ryzyko, jest stosunkiem kowariancji  $f$  i  $r_m$  oraz wariancji  $r_m$  czyli  $\beta_i = \sigma_{im} / \sigma_m^2$  (Moyen i in. 1996).

Należy podkreślić, że podstawowa metoda CAPM jest statyczna; dynamiczne wersje modelu CAPM wymagają jedynie prostych modyfikacji równania (2) (Moyen i in. 1996).

Wnikliwe zbadanie istoty modelu zwraca uwagę na ważną właściwość formuły CAPM — wycenie podlega tylko ryzyko systematyczne (lub inaczej: niedywersyfikowalne). Powód po temu wynika z faktu, że dywersyfikacji podlega ryzyko idiosynkrazyjne (*idiosyncratic risk*), czyli ryzyko właściwe projektowi (*project specific risk*). Innymi słowy, inwestorzy mogą ubezpieczać się przed ryzykiem niesystematycznym (idiosynkrazyjnym) przez trzymanie portfela walorów ryzykownych, z których zwroty są niedoskonale skorelowane. Obserwacja ta jest szczególnie ważna dla górniczych projektów inwestycyjnych. Rzeczywiście — w projektach górniczych większa część niepewności związanej z geologią, przeróbką i metalurgią jest właściwa projektowi. Warto powiedzieć jeszcze, że przed ryzykiem związanym z możliwością zmian cen surowców oraz ryzykiem zmian kursów przeliczeniowych walut można zabezpieczyć się za pomocą transakcji zabezpieczających (np. *hedging*) (Kulczycka 1998). Jeśliby nawet nie zabezpieczać cen przy zastosowaniu *hedgingu*, to niepewność cen i tak nie jest silnie skorelowana ze zwrotami z portfela rynkowego.

Reasumując, czynniki te implikują fakt, że pomimo wysokiego ryzyka, górnicze projekty inwestycyjne wcale nie powinny przynosić dużych premii za ryzyko (Moyen i in. 1996).

Czynnik beta wyraża zmienność akcji  $i$  w odniesieniu do zmienności całego rynku. Według definicji beta rynku równa jest 1. Wartości współczynników beta przedsiębiorstw północnoamerykańskich publikowane są regularnie w wydawnictwach ekonomicznych, takich jak np. "*US Value Line Investment Survey*" (Smith 1994).



Dla wyceny przy założeniu 100-procentowego kapitału własnego równania (2) i (3) mogą być wykorzystane do liczenia kosztów kapitału przedsiębiorstwa, ponieważ w tym przypadku dwa ostatnie wyrażenia w równaniu (1) są równe 0, a wartość  $p_e$  wynosi 1 (Smith 1994).

Z równań (2) i (3) możliwe jest otrzymanie wielkości współczynnika beta dla przedsiębiorstw górniczych.

Dla wyceny przy założeniu 100-procentowego kapitału własnego równania (2) i (3) mogą być też wykorzystane do liczenia kosztów kapitału przedsiębiorstwa.

Wykorzystując publikowane czynniki beta (w tabeli 2 zestawiono współczynniki beta obliczone dla północnoamerykańskich przedsiębiorstw górniczych) możliwe jest oszacowanie stóp dyskontowych według CAPM dla branż eksploatujących złoto i metale nieszlachetne (Smith 1994).

Wyniki podane w tabeli 3 skłaniają do wyciągnięcia wniosku, że przy ocenie inwestycji (przy 100-procentowym kapitale własnym) kopalnia złota i kopalnia rudy określonego metalu stosowałyby stopy dyskontowe — odpowiednio na poziomie około 4 i 8%. Powinno się przy tym zaznaczyć, że w wypadku uwzględnienia długów przedsiębiorstw, koszty wartości kapitału byłyby niższe, ponieważ stopy pożyczkowe przedsiębiorstwa są niższe od oczekiwanych dochodów z rynku. Wpłynęłoby to odpowiednio na redukcję średniej ważonej (Smith 1994).

Wyniki tej metody nie wydają się właściwe do oceny inwestycji za pomocą zdyskontowanych przepływów gotówki. Wyniki dotyczące złota wydają się wyjątkowo niskie, co przypuszczalnie odzwierciedla specyfikę tego kruszcu. Czynniki beta mierzą wyniki osiągane przez akcje przedsiębiorstwa w odniesieniu do rynku wszystkich akcji, ale nie w odniesieniu do ryzyka i charakterystyki poszczególnych projektów inwestycyjnych. Nie wydaje się także, aby rozsądne było przyjmowanie przez duże przedsiębiorstwo górnicze tylko jednej stopy dyskontowej we wszystkich możliwych decyzjach inwestycyjnych (Smith 1994).

TABELA 2

Czynniki beta dla kilkunastu największych północnoamerykańskich kompanii górniczych (wg Smitha 1994)

TABLE 2

Beta factor for some major North American minerals producers (Smith 1994)

Złoto		Metale nieszlachetne	
American Barrick	0,40	Alcan	1,15
Battle Mountain	0,10	Alcoa	1,20
Echo Bay	0,30	Asarco	1,15
Hccla	0,35	Brascan	0,80
Hcmlo	0,15	Cyprus Amax	1,20
Homestake	0,15	Inco	1,15
Lac	0,25	Noranda	0,90
Newmont	0,35	Nord	1,35
Placer Dome	0,30	Phelps Dodge	1,15
Pegasus	0,10	Reynolds	1,20
Teck	0,55		
Beta średnia	0,27	Beta średnia	1,13

TABELA 3

Stopa dyskontowa dostosowana do ryzyka wg modelu wyceny aktywów kapitałowych (CAPM)  
(wg Smitha 1994)

TABLE 3

Risk-adjusted discount rate by capital asset pricing model (Smith 1994)

Grupa akcji	Czynnik beta	Nominalny (z uwzględnieniem inflacji)	Realny
Górnictwo złota	0,27*	$6,6 + (5,0\% \times 0,27) = 7,94\%$	3,88%
Górnictwo metali	1,13 <sup>#</sup>	$6,6 + (5,0\% \times 1,13) = 12,23\%$	8,02%
Rynek	1,00 <sup>66</sup>	$6,6 + (5,0\% \times 1,00) = 11,60\%$	7,41%

Czynniki beta wzięto z „*US Value Line Investment Survey*”, 4 luty 1994; długoterminowa wolna od ryzyka stopa procentowa w wysokości 6,6% (nominalnie) jest średnią 13-letnią trzymiesięcznych obligacji rządowych USA.

Premia za ryzyko w wysokości 5% jest długoterminowym dochodem z rynku w wysokości 11,6% (nominalnie) minus długoterminowa stopa wolna od ryzyka.

Nominalne stopy procentowe uwzględniają inflację, natomiast realne nie uwzględniają jej. Nominalne stopy procentowe zostały przeliczone na realne przy zastosowaniu 13-letniej średniej inflacji w wysokości 3,9%. Przeliczenie na wartości realne może być pokazane na przykładzie kalkulacji realnej stopy rynkowej wg CAPM:  $1,0741 = 1,116 : 1,039$ .

\* Średnia na podstawie firm: American Barrick, Battle Mountain, Echo Bay, Hecla, Hemlo, Homestake, Lac, Newmont, Placer Dome, Pegasus, Teck.

<sup>#</sup> Średnia wg firm: Alcan, Alcoa, Asarco, Brascan, Cyprus Amax, Inco, Noranda, Nord, Phelps Dodge, Reynolds.

<sup>66</sup> Średnia wg definicji.

Metoda ta może być przydatna do określania dla decyzji inwestycyjnych wewnętrznej zakładowej (tzw. progowej, *hurdle rate*) stopy dyskontowej — nie wydaje się jednakże, aby nadawała się do szacowania skali ryzyka pojedynczego projektu (Smith 1994). Metody oceny skali ryzyka w procesach oceny poszczególnych projektów inwestycyjnych eksploatacji surowców mineralnych opisane zostały powyżej.

### 2.1.3. Próba policzenia współczynnika beta i stopy dyskontowej dostosowanej do ryzyka dla KGHM Polska Miedź S.A.

#### 2.1.3.1. Obliczenie współczynnika beta

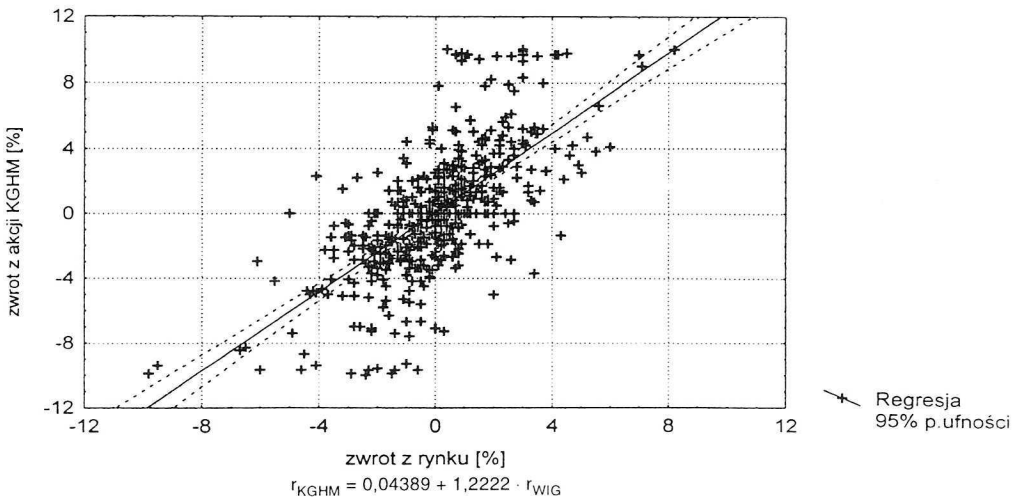
W krajach o stabilnej gospodarce rynkowej współczynniki beta dla firm publikowane są w literaturze finansowej — publikacjach takich, jak np. firmy Barra (Copeland i in. 1997) lub wspomnianym „*US Value Line Investment Survey*”. Szacunki te, oparte na wskaźnikach finansowych badanej spółki, ulegają wahaniom w miarę zmian samych wskaźników finansowych, dlatego aktualizowane są kwartalnie (Copeland i in. 1997).

Oczywiście współczynnik beta dla firmy obliczyć można indywidualnie, znając jej notowania giełdowe z danego okresu wraz ze stopami zwrotu oraz notowania indeksu i zwroty indeksu giełdowego. W tym celu wykorzystuje się analizę regresji liniowej (Copeland i in. 1997; Mayo 1997).

KGHM Polska Miedź S.A. notowany jest na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych od 10.07.1997 r. Czynniki beta policzono w oparciu o dzienne zwroty KGHM i indeksu WIG z dwuletniego okresu funkcjonowania Polskiej Miedzi na giełdzie. Oczywiście należy tu podkreślić, że ocena w modelu CAPM ma charakter prognostyczny, natomiast nasze parametry CAPM mają charakter danych z przeszłości. Stąd współczynnik beta określony zostanie z analizy regresji danych historycznych, podczas gdy beta, niezbędna dla oceny ekonomicznej, powinna być współczynnikiem oczekiwanym (Pindred 1995). Jest tak w istocie. Górnictwo jest jednak na szczęście działalnością innego typu. W górnictwie metali nieżelaznych przez wiele lat robi się te same rzeczy — po prostu eksploatuje się i przerabia rudy metali. Dlatego można się spodziewać, że beta oczekiwana nie będzie się wiele różniła od bety uzyskanej z danych historycznych (Davis 1995).

Rysunek 2, z wrysowaną linią regresji, pokazuje iż stopy zwrotu z inwestycji w akcje KGHM mają tendencję do kształtowania się podobnie jak dla całego rynku. Niektóre obserwacje znajdują się poniżej linii, podczas gdy inne leżą powyżej. Im bliżej linii znajdują się punkty, tym mocniejszy związek zachodzi pomiędzy dwoma zmiennymi. Bliskość ta może być zmierzona współczynnikiem korelacji. Jak wiadomo, z idealną dodatnią korelacją mamy do czynienia, gdy współczynnik korelacji równy jest 1. Brak zależności daje z kolei współczynnik korelacji równy 0. W naszym przypadku współczynnik korelacji wynosi 0,67214.

Współczynnik określający nachylenie linii do osi OX, czyli czynnik beta wynosi 1,2222. Część stopy zwrotu z akcji KGHM wyjaśnioną przez zmiany rynku mierzy tzw. współczynnik determinacji. Współczynnik ten jest kwadratem współczynnika korelacji — oznacza się go przez  $R^2$ . W naszym badaniu współczynnik  $R^2$  równy 0,4518 wskazuje, że około 45% różnic



Rys. 2. Obliczanie współczynnika beta dla KGHM Polska Miedź S.A.  
(badanie obejmuje okres 10.07.1997—9.07.1999)

Dane uzyskano dzięki uprzejmości Warszawskiej Giełdy Papierów Wartościowych

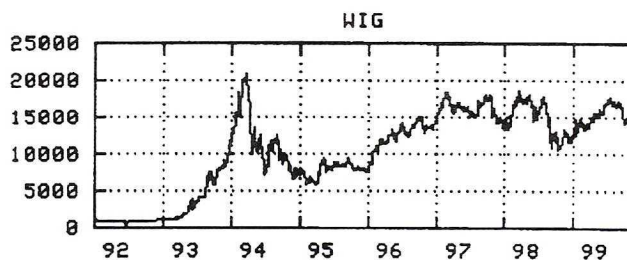
Fig. 2. Calculation of the beta factor KGHM Polska Miedź copper company  
(study made for period 10.07.1997—9.07.1999)



w stopach zwrotu z akcji KGHM tłumaczy się zmianami rynku. Z tego też wynika, że inne zmienne są przyczyną 55-procentowej zmienności stopy zwrotu z akcji KGHM.

### 2.1.3.2. Obliczenie stopy dyskontowej dla KGHM Polska Miedź S.A.

Mając policzony współczynnik beta można pokusić się o wyznaczenie dostosowanej do ryzyka stopy dyskontowej. Obliczenie to może okazać się nad wyraz trudne i obciążone dużym błędem, jako że rynek kapitałowy w Polsce jest jeszcze rynkiem młodym i charakteryzuje się dużą niestabilnością. Zmiany indeksu WIG w ciągu całego okresu istnienia Warszawskiej Giełdy Papierów Wartościowych przedstawia rysunek 3.



Rys. 3. Zmiana indeksu WIG w latach 1992—1999 (wg yogi.ippt.gov.pl)

Fig. 3. Changes of the Warsaw Stock Exchange index (WIG index) in the nineties

TABELA 4

Indeks WIG i inflacja w latach 1991—1999 (wg friko.onet.pl oraz www.jsa.px.pl)

TABLE 4

WIG index and inflation in Poland in the nineties (friko.onet.pl oraz www.jsa.px.pl)

Rok	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
WIG [pkt]	919,1	1 040,7	12 439,0	7 473,1	7 585,9	14 342,8	14 668,0	12 795,6	15 011,3
Inflacja [%]	60,3	44,4	37,7	29,5	21,6	18,7	13,2	8,6	7,6*

\* Dane za okres styczeń—październik.

Oszacowania stopy dyskontowej dokonać można na podstawie równania (2). W tym celu należy wpięrow określić stopę zwrotu z inwestycji wolnych od ryzyka. W warunkach polskich za inwestycje wolne od ryzyka (gdyż mamy prawo oczekiwać, że Skarb Państwa jest wypłacalnym dłużnikiem) można uznać inwestycje w papiery wartościowe, których eminentem jest Państwo. Wśród tych papierów możemy wymienić zarówno papiery krótkoterminowe (np. Bony Skarbowe, obligacje jednoroczne), jak też papiery długoterminowe (np. obligacje dziesięcioletnie). Dla policzenia stopy dyskontowej dostosowanej do ryzyka jedni autorzy (Smith, Mayo) opowiadają za wykorzystaniem oczekiwanego oprocentowania papierów krótkoterminowych, inni —

np. Copeland i in., radzą wykorzystanie oprocentowania papierów długoterminowych. Copeland i in. twierdzą, że wykorzystanie stopy zwrotu z dziesięcioletnich obligacji skarbowych jest bardziej poprawne, gdyż m.in. (Copeland i in. 1997):

— jest to długoterminowa stopa zwrotu dopasowana do czasu trwania przepływów gotówkowych inwestycji (w górnictwie inwestycje w projekty inwestycyjne charakteryzują się podobnym okresem realizacji);

— stopa zwrotu z obligacji dziesięcioletnich jest mniej wrażliwa na nieoczekiwane wahania inflacji.

Z analizy przeprowadzonej dla „Twojego Pieniądza” przez A. Decewicz — analityka z Centrum Operacji Kapitałowych Banku Handlowego — wynika, że spodziewane roczne zyski z obligacji dziesięcioletnich kształtować się będą w przyszłym roku na poziomie 13,03% (nominalnie) ([www.twojaforsa.com.pl](http://www.twojaforsa.com.pl)). Uwzględniając planowaną inflację w roku 2000 na poziomie 5,7% („Gazeta Wyborcza” z 17.09.1999), powinny one realnie dać około 7,33% realnego zwrotu.

Kolejnym krokiem — w przypadku polskiego, młodego rynku kapitałowego najtrudniejszym — jest wyznaczenie premii za ponoszenie ryzyka rynkowego. Premią za ryzyko rynkowe (ceną ryzyka) jest różnica pomiędzy oczekiwaną stopą zwrotu z rynku a stopą zwrotu wolną od ryzyka. Obserwując historię zmian WIG-u od początku istnienia giełdy do października 1999 (rys. 3, tab. 2) widać wyraźnie, że rynek charakteryzował się dużą zmiennością — o pewnej stabilizacji możemy mówić dopiero od roku 1995. Dlatego w celu określenia długoterminowego zwrotu z rynku pominięto okres 1991—1995 (z uwagi na występowanie krótkoterminowej anomalii, związanej z szeregiem przyczyn), a wzięto pod uwagę okres: koniec roku 1995

TABELA 5

Obliczenie historycznej realnej premii rynkowej WGPW

TABLE 5

Calculation of the historic real market premium of the Warsaw Stock Exchange

Okres	WIG na początku okresu*	WIG 31.10.1999	Nominalny zwrot [%]	Inflacja w ww. okresie [%]	Realny zwrot w ww. okresie [%]	Średni zwrot roczny w ww. okresie [%]	Rynkowa realna premia za ryzyko
1991—1999	919,1	15 011,3	1 533,26	181,3	1 351,96	167,00	161,67
1992—1999	1 040,7		1 342,42	136,9	1 205,52	172,22	164,89
1993—1999	12 439,0		20,68	99,2	-78,52	-13,09	-20,42
1994—1999	7 473,1		100,87	69,7	31,17	6,23	-1,10
1995—1999	7 585,9		97,88	48,1	49,78	12,45	5,12
1996—1999	14 342,8		4,66	29,4	-24,74	-8,25	-15,58
1997—1999	14 668,0		2,34	16,2	-13,86	-6,93	-14,26
1998—1999	12 795,6		17,31	7,6	9,72	9,72	2,39

\* Koniec roku początkowego.

(WIG na poziomie 7585,9 pkt) — koniec października 1999 (WIG w wysokości 15011,3). Nominalny zwrot z rynku w tym okresie wyniósł 97,884%, co po przeliczeniu na zwrot realny (inflacja w tym okresie — 48,1%), przy uwzględnieniu liczby lat daje realny zwrot na poziomie średnio 12,45% rocznie. Stąd premię za ryzyko można by oszacować na 5,11%.

Zatem realna stopa dyskontowa dostosowana do ryzyka dla KGHM, zgodnie z równaniem (2) powinna wynosić:

$$i = 7,33\% + 5,12\% \times 1,2222 = 13,58\% \quad (4)$$

W tabeli 5 przedstawiamy wyliczenia dla innych okresów.

Widzimy więc, że jedyny sensowny wynik otrzymujemy przy wyżej przyjętym założeniu. Obliczona stopa jest o blisko 80% wyższa od stopy policzonej przez Smitha dla północno- amerykańskiego górnictwa metali. Tłumaczyć to można faktem, że rynek kapitałowy w Polsce jest wciąż w trakcie kształtowania — jest to rynek stosunkowo młody, o dużej zmienności — a co za tym idzie — stosunkowo dużym ryzyku inwestowania.

## 2.2. Powszechnie praktykowany sposób doboru stopy dyskontowej

Subiektywne dobieranie stopy dyskontowej *ad hoc* celem odzwierciedlenia ryzyka jest powszechnie krytykowane, niemniej należy podkreślić, że praktyka ta jest powszechnie stosowana przez przedsiębiorstwa górnicze (Cavender 1992; Smith 1994; Moyen i in. 1996; Torries 1998).

W dotychczasowej polskiej praktyce górniczej szczegółowej oceny ekonomicznej dokonywano przy opracowywaniu projektu zagospodarowania złoża (PZZ). Obecnie konieczne stało się dostosowanie ocen złóż do standardów międzynarodowych UNECE i UNIDO (Strzelska-Smakowska, Paulo 1996). PZZ powinien spełniać warunki w terminologii międzynarodowej studium wykonalności (*feasibility study* — patrz tab. 2) i opierać się na rozpoznaniu zasobów w kategorii A + B. Istotą projektów na etapie *feasibility study* jest wykazanie efektywności ekonomiczno-finansowej przedsięwzięć surowcowych przy zminimalizowanym ryzyku eksploatacji złoża i produkcji, gwarantujących kompleksowe i właściwe wykorzystanie jego zasobów i kopalin, z których otrzymywany jest asortyment surowców o odpowiedniej jakości, zbywany na rynku. Zatem *feasibility study* jest ostateczną oceną przedsięwzięcia inwestycyjnego lub restrukturyzacyjnego, bazującą na szczegółowej analizie wieloczynnikowej i realistycznej ocenie opłacalności ekonomiczno-finansowej, obarczonej możliwie najmniejszym ryzykiem (10% błędu). W krajach o gospodarce rynkowej wstępna ocena ekonomiczna praktykowana jest we wczesnych fazach prac mających na celu poszukiwanie i rozpoznanie, tj. w fazach studium możliwości (*opportunity study*) i wstępnej oceny celowości zagospodarowania złoża (*pre-feasibility study*). Studium możliwości (*opportunity study*) obejmuje rozpoznanie możliwości inwestycyjnych lub restrukturyzacyjnych. Bazuje ono na danych szacunkowych i ma charakter koncepcyjny. Studium przedrealizacyjne (*pre-feasibility*) jest wstępną oceną zamierzeń inwestycyjnych lub restrukturyzacyjnych, przy zidentyfikowaniu wszystkich krytycznych warunków i ich analizie szczegółowej. Podstawą studium *pre-feasibility* powinny być zasoby w kategoriach  $C_1$  i  $C_2$  (*indicated*), natomiast *opportunity* — D (*inferred, hypothetical, speculative*). Dokumentacja



geologiczna nie dostarcza wszystkich danych do wiarygodnej analizy ekonomicznej. Wiarygodność tę zwiększają analiza rynku, infrastruktury, ogólnych warunków inwestycyjnych (społeczno-ekonomicznych i środowiska naturalnego), dostępności, kosztów czynników produkcji itp. Dla poszczególnych stadiów wymaga się na ogół następujących wiarygodności (Strzelska-Smakowska, Paulo 1996):

- opportunity* —  $\pm 30\%$ ,
- pre-feasibility* —  $\pm 20\%$ ,
- feasibility* —  $\pm 10\%$ .

Smith podaje, że dla oceny przepływów gotówki na poziomie studiów wykonalności (*feasibility study*) projektów w krajach o niskim ryzyku inwestycyjnym północnoamerykańskie przedsiębiorstwa górnicze stosują stopę dyskontową w wysokości 10%, przy czym ocena dokonywana jest w pieniądzu stałym, przy założeniach 100-procentowego kapitału własnego, po odliczeniu podatku (Smith 1994).

Nie wydaje się aby stopa dyskontowa na poziomie 10% miała być jakąś bazą teoretyczną czy jakąś jeszcze inną i znaczyć coś więcej poza faktem, że 10-procentowa stopa dochodu netto (przy zerowej inflacji) jest stopą sensowną i wystarczająco wysoką w porównaniu do procentu uzyskiwanego przy inwestowaniu w obligacje rządowe. Ponieważ stopę tę stosuje większa część inwestorów górniczych przy podejmowaniu konkretnych decyzji, wymagających inwestowania milionów dolarów, musi mieć ona znamię mocy obowiązującej.

Wielkość długoterminowej, wolnej od ryzyka, realnej (przy zerowej inflacji) stopy procentowej można oszacować w oparciu o długoterminowy zwrot (po odliczeniu inflacji) z Bonów Skarbowych lub obligacji Skarbu Państwa (wg Smitha około 2,5% dla USA i Kanady).

Studia oceny górniczych projektów inwestycyjnych realizowane są często na dużo wcześniejszych etapach niż studium wykonalności. Należy podkreślić, że ryzyko związane z projektem zmienia się wraz ze stopniem jego zaawansowania. Zmiany te mogą być odzwierciedlone w stopie dyskontowej, stosowanej do oceny projektu. Smith podaje, że wraz z postępem zagospodarowania (większa dostępność informacji) zmniejsza się stopa dyskontowa. Na etapach studium przedrealizacyjnego (*pre-feasibility study*) i studium wczesnego rozpoznania geologicznego (*early exploration study*) niedostatek informacji implikuje większe ryzyko (tab. 6).

TABELA 6

Typowe stopy dyskontowe (wyłączając krajowe ryzyko inwestycyjne) stosowane obecnie w świecie do oceny górniczych projektów inwestycyjnych na różnych etapach zagospodarowania (Smith 1994)

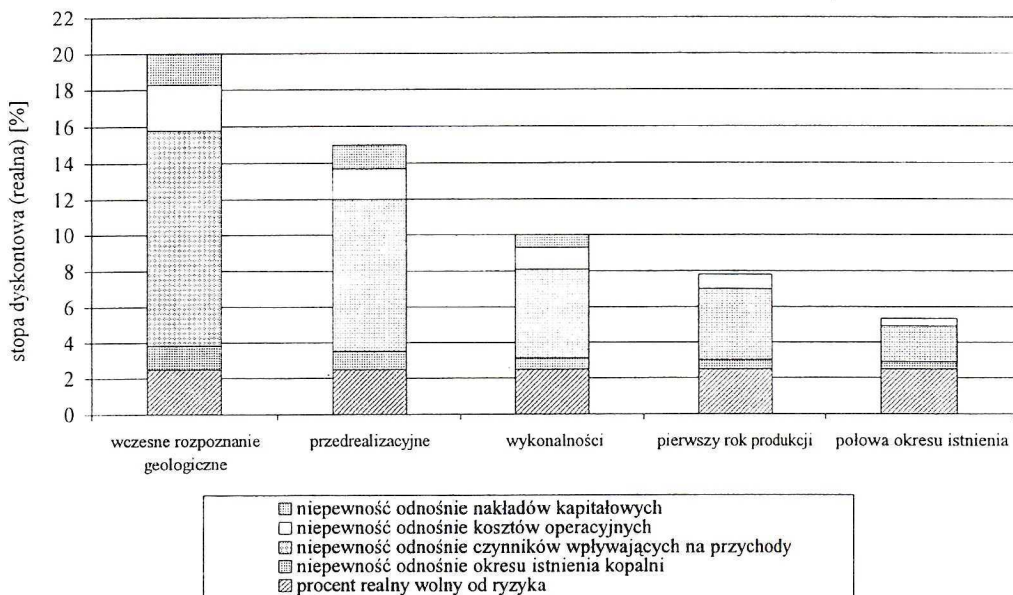
TABLE 6

Typical real discount rates (excluding country risk) in current use in evaluation of mineral projects at different stages of development (Smith 1994)

Studium	Typowa stopa dyskontowa (realna)
Wczesne rozpoznanie geologiczne ( <i>early exploration</i> )	20%
Przedrealizacyjne ( <i>pre-feasibility</i> )	15%
Wykonalności ( <i>feasibility</i> )	10%
Eksploatacja i przeróbka ( <i>steady-state operation</i> )	5—8%

W trakcie przechodzenia od etapu wykonalności do bardziej szczegółowego projektu, a następnie budowy, momentu uruchomienia kopalni i prowadzenia wszystkich zamierzonych operacji (wydobycia i przeróbki), niepewność związana ze składnikami ryzyka ulega redukcji — np. można by przyjąć, że po zakończeniu budowy kopalni ryzyko kosztów kapitałowych jest zredukowane do zera, gdyż kapitał został wykorzystany, a koszty są znane. Niepewność związana z kosztami operacyjnymi spada gwałtownie po pierwszym roku prowadzenia eksploatacji i przeróbki. Ponieważ wiele niepewności utrzymuje się aż do końca czasu istnienia kopalni można skonstatować, że redukcja ryzyka, związanego z zawartością składnika użytecznego, uzyskaniem i perspektywą zakończenia eksploatacji będzie stosunkowo niewielka — głównie ze względu na naturalny brak dostatecznej wiedzy w zakresie geologii. Wraz z eksploatacją poziomy różnych rodzajów ryzyka będą się zmniejszać. W ostatnim dniu istnienia przedsięwzięcia, kiedy kopalnia i zakład przerobczy są zatrzymane, nie ma już żadnego ryzyka operacyjnego, pozostaje tylko problem stopy procentowej (Smith 1994). Można zaobserwować to na rysunku 4.

Studium wczesnego rozpoznania geologicznego jest studium o doniosłym znaczeniu, które pozwala określić skalę przedsięwzięcia, a nawet odrzucić potencjalne projekty na etapach wstępnych. Studium przedrealizacyjne przeprowadza się, gdy posiadamy dostęp do większej ilości danych; studium to generalnie stosuje się do uzasadnienia kolejnych wydatków aż do finalnego studium wykonalności. Ponieważ studia te przeprowadzane są na dużo wcześniejszych etapach zagospodarowania, stąd mamy do czynienia z mniejszą ilością danych, a stopień niepewności jest wyższy.



Rys. 4. Składnik stopy dyskontowej w różnych fazach rozwoju górnictwa inwestycyjnego (wg Smitha 1994)

Fig. 4. Components of real discount rates at different stages of project development (Smith 1994)

Przytoczone w tabeli 6 stopy nie oznaczają np., że stopa dyskontowa 10% powinna być użyta do oceny każdego projektu na poziomie studium wykonalności. Każdy projekt posiadać będzie specyficzny zbiór charakterystyk ryzyka. Chociaż użycie spójnego zbioru kryteriów dla studiów wykonalności pomaga dostarczyć wspólnej bazy dla porównywania — żadne dwa projekty czy studia nie będą takie same. Jednakże, w wypadku braku jakichkolwiek innych informacji stopa taka stanowi sensowny punkt wyjścia i daje pogląd, jakie stopy dyskontowe stosuje przemysł surowców mineralnych do wyceny własności górniczych.

Należy podkreślić, że zastosowanie specyficznej dla projektu stopy dyskontowej może odzwierciedlić wyjątkowe ryzyko projektu, lecz niekoniecznie określa cenę nabywczą własności (Smith 1994). Przykładem mogą być przedsięwzięcia poszukiwawczo-rozpoznawcze, dla których podaje się realną IRR w wysokości 15%, lecz kto inny dla określenia faktycznej ceny, użyłby 20-procentowej stopy dyskontowej. 15-procentowa stopa odzwierciedla potencjał projektu, ale 20% stopa odzwierciedla ryzyko z nim związane na etapie studium wczesnego rozpoznania geologicznego. W trakcie dokonywania transakcji nabywca będzie próbował zapłacić jak najmniej, sprzedający natomiast będzie się starał otrzymać jak najwięcej. W procesie zmiany właściciela własności zawsze możliwe są negocjacje. Z aktualną ceną mamy do czynienia, gdy nabywca i sprzedawca osiągną zgodę.

Smith przytacza również zestawienie stóp dyskontowych dostosowanych do ryzyka opracowane przez Gentry'ego i O'Neila. Wymienieni autorzy pokazali, że metoda oszacowania skali ryzyka jest subiektywna (Smith 1994), niemniej przedstawione wartości są pouczające (tab. 7).

Wartości stóp dyskontowych podanych przez Smitha potwierdzają również inni autorzy (Cavender 1992; Moyen i in. 1996).

TABELA 7

Stopy dyskontowe dostosowane do ryzyka według Gentry'ego i O'Neila (Smith 1994)

TABLE 7

Risk-adjusted discount rates by Gentry and O'Neil (Smith 1994)

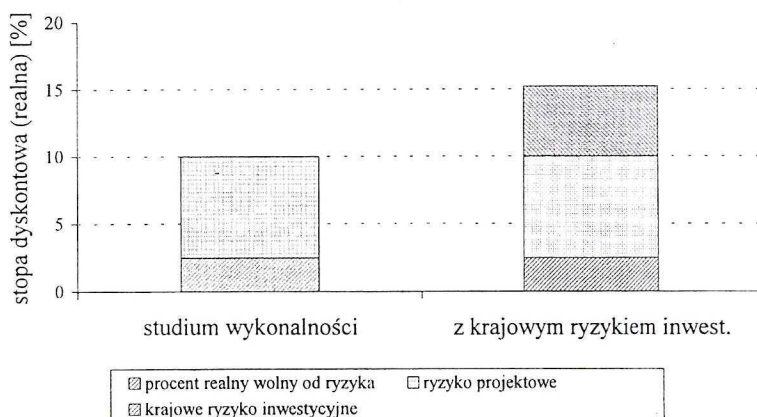
Rodzaj inwestycji	Klasa ryzyka*	Stopa dyskontowa [%]*	Stopa bez uwzględnienia inflacji [%]#
Wymiana sprzętu w funkcjonującym przedsiębiorstwie	I	12	4,5
Program rozwojowy w funkcjonującym przedsiębiorstwie	II	14	6,3
Zagospodarowywanie nowej własności, ten sam surowiec (kraj)	III	18	10,0
Zagospodarowywanie nowej własności, nowy surowiec (zagranica)	IV	25	16,6

\* Według Gentry'ego i O'Neila; # według Smitha.



Ponieważ, jak wspomnieliśmy, ocena ryzyka jest sprawą subiektywną, dokonujący wyceny — w zależności od postrzeganego przez nich stopnia niepewności — mogą korygować liczby podane przez Smitha zarówno w górę, jak i w dół.

Celem uproszczenia dyskusji na temat składników stóp dyskontowych wszystkie dotychczasowe odwołania dotyczą projektów realizowanych w USA i Kanadzie. Utało się, że te dwa kraje górnicze postrzega się jako wolne od krajowego ryzyka inwestycyjnego ze względu na ich polityczną i ekonomiczną stabilność, a zatem porcja krajowego ryzyka inwestycyjnego w stopie dyskontowej wynosi 0 (Smith 1994). Nie wszystkie projekty wdraża się w krajach, dla których można mówić o zerowym krajowym ryzyku inwestycyjnym, dlatego konieczne jest oszacowanie wpływu, jaki może wywrzeć na projekt, jego wycenę oraz stopę dyskontową położenie geopolityczne. Ilustruje to rysunek 5, gdzie pokazano wzrost stopy dyskontowej na etapie wykonalności ze względu na występowanie krajowego ryzyka inwestycyjnego.



Rys. 5. Składniki ryzyka w stopie dyskontowej stosowanej w górnictwie (wg Smitha 1994)

Fig. 5. Feasibility-study real discount rate plus country risk (Smith 1994)

Wielkość premii za ryzyko inwestowania w krajach o mniej stabilnej sytuacji politycznej i gospodarczej otrzymać można z ogólnie dostępnych list rankingowych, publikowanych przez niektóre banki i wyspecjalizowane firmy ratingowe. W praktyce tę dodatkową porcję ryzyka odzwierciedla się bezpośrednio w stopie dyskontowej, przez prosty zabieg zwiększania o tę wielkość typowych stóp dyskontowych stosowanych w krajach wolnych od krajowego ryzyka inwestycyjnego (Smith 1994).

Część autorów nie zgadza się z takim podejściem (Davis 1995). Według Davisa negatywne aspekty związane z realizacją górniczych projektów inwestycyjnych w krajach o podwyższonym ryzyku powinny być odzwierciedlone raczej w elementach przepływów gotówkowych analizy oceny ekonomicznej, a nie w stopie dyskontowej.

### 2.2.1. Próba określenia stopy dyskontowej dostosowanej do ryzyka stosowanej przez inwestorów zagranicznych dla górnictwa metali w Polsce

W celu określenia stopy dyskontowej dla przedsięwzięć górniczych realizowanych w polskich kopalniach rud, należałoby wykorzystać analizę Smitha.

Rankingi krajowego ryzyka inwestycyjnego opracowywane przez firmy ratingowe obejmują zwykle liczbę punktów (lub pierwszych liter alfabetu) przydzielonych danemu krajowi na bazie kilku najistotniejszych zmiennych, takich jak: poziomy długów (*debt levels*), wykaz spłat długów (*debt repayment record*), stan rachunków bieżących (*current account position*), polityka ekonomiczna i stabilność polityczna. Skala punktów obejmuje generalnie rozpiętość od 0 do 100 — kraje o najmniejszej skali ryzyka charakteryzują wyższe wartości punktów, a kraje o najwyższym stopniu ryzyka — najmniejsze. Podobnie jest w przypadku liter — pierwsze litery alfabetu otrzymują kraje o najmniejszym ryzyku inwestowania, a litery późniejsze — państwa o ryzyku największym. Przykładowo w rankingu „Euromoney” z września 1999 roku Polska klasyfikowana była na 42 miejscu, z liczbą punktów 62,55 (na 100 możliwych) ([www.euromoney.com](http://www.euromoney.com)). W rankingu „Moody's” Polska w styczniu 1999 otrzymała litery Baa3 (najwyższe punkty Aaa), w rankingu „S&P” — BBB-, a w rankingu „Fitch-IBCA” — BBB ([www.paiz.gov.pl](http://www.paiz.gov.pl)). Jakże ma to przełożenie na składnik ryzyka krajowego w stopie dyskontowej?

Najbardziej użytecznym narzędziem dla szacowania właściwej stopy dyskontowej dostarczają tzw. stopy forfaitingowe. Forfaiting jest praktyką nabywania puszczonego w obieg rządowych papierów wartościowych (skryptów dłużnych, *government notes*) płatnych w przyszłości. Stopy forfaitingowe są stopami dyskontowymi, które stosują forfaiterzy dla tych papierów w momencie ich zakupu; obejmują one podstawową stopę procentową i składnik ryzyka. Ten drugi składnik może być określony przez odejmowanie stopy dyskontowej stosowanej w krajach o najmniejszym krajowym ryzyku inwestycyjnym (Stany Zjednoczone lub Kanada) od stóp in-

TABELA 8

Stopy dyskontowe stosowane obecnie do oceny górniczych projektów inwestycyjnych na różnych etapach zagospodarowania z włączeniem krajowego ryzyka inwestycyjnego dla Polski (opr. własne)

TABLE 8

Typical real discount rates in current use in evaluation of mineral projects at different stages of development — including Poland's country risk premium

Studium	Stopa dyskontowa (realna)*	Premia za ryzyko inwestowania w Polsce (realna) <sup>#</sup>	Stopa dyskontowa dla górnictwa metali w Polsce (realna)
Wczesne rozpoznanie geologiczne	20%	1,45%	21,45%
Przedrealizacyjne	15%		16,45%
Wykonalności	10%		11,45%
Eksploatacja i przeróbka	5—8%		6,45—9,45%

\* Według Smitha; <sup>#</sup> według „Moody's”.

nych krajów (Smith 1994). Forfaiterzy zabezpieczają się dalej przed ryzykiem przez kupowanie papierów rządowych krajów o większej dozie ryzyka na krótsze okresy. Okresy te obejmują 7, 5, 3, 2, 1 i 0,5 roku. Obecnie forfaiterzy kupują przykładowo papiery rządowe na 7 lat w Kanadzie, 5 lat w Indiach, 3 lata w Rumunii, 1 rok w Kazachstanie i na Kubie. W Polsce forfaiterzy kupują rządowe papiery wartościowe na okres 7-letni (www.bbasset.com).

Firma „Moody’s” w lutym 1999 roku szacowała premię za ryzyko inwestowania w Polsce na 1,45% (www.stern.nyu.edu), natomiast firma „Euromoney” we wrześniu tegoż roku oceniała tę premię na 1,2% (www.euromoney.com). Według „Benning Basset” premia ta mieścić się powinna w przedziale 0,75—2,75% (www.bbasset.com) (wszystkie szacunki dla inwestycji dolarowych).

Można zatem podjąć próbę oszacowania stopy dyskontowej, jaką stosowaliby inwestorzy północnoamerykańscy dla inwestycji w polskim górnictwie rud. Do stóp podanych przez Smitha należy dodać premię za ryzyko działalności w naszym kraju. Oszacowane stopy dyskontowe dla inwestycji w polskim górnictwie rud metali przedstawia tabela 8. Jak widzimy, oszacowana stopa dyskontowa na etapie wykonalności (11,45%) jest niższa od policzonej dla KGHM Polska Miedź S.A. z modelu wyceny aktywów kapitałowych (13,58%) o 2,13%.

### 3. Stopa dyskontowa stosowana do wyboru najlepszego momentu rozpoczęcia zagospodarowywania złoża

Zdaniem Davisa, stosując analizę zdyskontowanych przepływów gotówkowych do oceny nie zagospodarowanych jeszcze górniczych projektów inwestycyjnych należy używać dwóch stóp dyskontowych — jednej do wyceny, a drugiej do podejmowania decyzji dotyczącej najlepszego momentu na rozpoczęcie zagospodarowania (*development-timing*) (Davis 1998).

Kiedy zatem jest optymalny moment na zagospodarowanie złoża, aby zmaksymalizować wielkość zrealizowanych zysków? Odpowiedź zależy od specyfiki każdego niezagospodarowanego złoża, ale generalna zasada, wywodząca się z teorii wyceny opcji mówi, że aby można było zagospodarowywać złożo, nie powinno mieć ono charakteru marginalnego, co zgodnie z definicją oznacza, że stosunek NPV niezagospodarowanego projektu do kosztów jego zagospodarowania powinien być większy od 1 (Davis 1998, za McDonalodem i Siegelem 1986, Dixitem i Pindyckem 1994).

Inną drogą jeśli chodzi o kwestię podejmowania decyzji dotyczącej udostępnienia, która może być bardziej chętnie wykorzystywana, jest liczenie NPV projektu przy podwyższonej stopie dyskontowej. Davis podaje za Dixitem (1992), że zagospodarowanie powinno mieć miejsce wtedy, gdy tzw. NPV zagospodarowania (*development NPV*) projektu liczona przy zastosowaniu stopy dyskontowej, określonej dla wyboru najlepszego momentu rozpoczęcia zagospodarowania  $r_{dt}$  (*development-timing discount rate*) jest dodatnia (Davis 1998), przy czym:

$$r_{dt} = \frac{\beta}{\beta - 1} r \quad (5)$$



oraz

$$\beta = \frac{1}{2} \left[ 1 + \sqrt{1 + \frac{8r}{\sigma^2}} \right] > 1 \quad (6)$$

gdzie:

- r — stopa dyskontowa dostosowana do ryzyka, wykorzystywana w zwykłych kalkulacjach NPV,
- $\sigma^2$  — proporcjonalna wariancja (zmiennosc) wartości zagospodarowywanych zasobów.

Zmienność ta liczona jest jako wariancja rocznych zmian procentowych wartości zagospodarowywanych zasobów. Dla kopalń,  $\sigma^2$  powinna wynosić około 0,04, co czyni  $\beta$  na poziomie mniej więcej 3. Stąd  $r_{dt} \approx 1,5 r$ , czyli około 15%.

To podwyższenie stopy dyskontowej w trakcie podejmowania decyzji dotyczącej zagospodarowania zasobów jest praktyką wielu przedsiębiorstw, jeśli dokonują one oceny projektów niezagospodarowanych. Ich uzasadnienie dla tak przyjmowanej stopy dyskontowej jest związane ze zwiększonym ryzykiem, charakterystycznym dla projektów niezagospodarowanych, chociaż dostosowanie stopy w górę przeprowadza się na zasadzie *ad hoc*. Reasumując należy stwierdzić, że niezagospodarowany projekt wymaga dwóch stóp dyskontowych — jednej do wyliczenia NPV i drugiej, potrzebnej do trafnego wyboru najlepszego terminu rozpoczęcia zagospodarowania (Davis 1998).

### Zakończenie

Podsumowując, należy stwierdzić że problem doboru właściwej stopy dyskontowej dla górniczych projektów inwestycyjnych w analizie zdyskontowanych przepływów gotówkowych jest problemem niezmiernie istotnym, jako że w praktyce wysokość stopy dyskontowej stanowi odzwierciedlenie ryzyka związanego z daną inwestycją i decyduje w istotnym stopniu o opłacalności inwestycji. Należy podkreślić, że zagadnienie to jest od dłuższego czasu szeroko dyskutowane i ma silny oddźwięk w literaturze. Niestety, z kwestią tą związanych jest szereg kontrowersji — najistotniejszą z nich są wciąż trudności z usunięciem czynnika subiektywnego w wyznaczaniu stopy. Dlatego współcześni analitycy starają się ominąć problem doboru stopy dyskontowej przez stosowanie innych metod oceny ekonomicznej inwestycji — np. przy zastosowaniu teorii wyceny opcji (Moyen i in. 1996). Niemniej — głównie ze względu na trudność tej metody — ogromna większość praktyków wciąż posługuje się — pomimo ich ewidentnych wad — szeroko akceptowanymi miernikami oceny ekonomicznej w rodzaju analizy zdyskontowanych przepływów gotówkowych, gdzie konieczność doboru właściwej stopy dyskontowej jest zagadnieniem fundamentalnej wagi.

Z problemem tym, w związku z transformacją systemu gospodarczego, spotykają się również przedsiębiorstwa górnicze w Polsce. Dlatego, dla przykładu, autor spróbował policzyć (w oparciu o model wyceny aktywów kapitałowych, stosowany powszechnie w krajach za-

chodnich) wysokość stopy dyskontowej dla jedyne go przedsiębiorstwa górn iczego notowanego na Warszawskiej Giełdzie Papierów Wartościowych — KGHM Polska Miedź S.A. Z kolei w oparciu o stopy dyskontowe stosowane praktycznie przez inwestorów północnoamerykańskich i przy uwzględnieniu krajowego ryzyka inwestycyjnego autor oszacował również stopy dyskontowe dla polskiego górnictwa rud metali.

#### LITERATURA

- Davis G.A., 1995 — Discount rates and risk assessment in mineral project evaluations — by L.D. Smith — Discussion. Transactions Institution of Mining & Metallurgy (Sect. A: Mineral Industry).
- Davis G.A., 1995 — (Mis)use of Monte Carlo simulations in NPV analysis — Discussion. Mining Engineering, September 1995.
- Davis G.A., 1998 — One project, two discount rates. Mining Engineering, April 1998.
- Dobija M., 1996 — Rachunkowość zarządcza. PWN, Warszawa.
- Frimpong S., Whiting J.M., 1997 — Multivariate simulation of risk resolution in mine design and valuation. Proceedings of 17th World Mining Congress — technical papers, Acapulco, Mexico.
- Gazeta Wyborcza: Ostatni budżet XX wieku. 17.09.1999, wyd. Agora.
- Kulczycka J., 1998 — Wykorzystanie ceny światowej w zarządzaniu na przykładzie polskiego przemysłu miedzianego. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków.
- Moyen N., Slade M., Uppal R., 1996 — Valuing risk and flexibility: a comparison of methods. Resources Policy, Vol. 22, No. 1/2.
- Pindred R.J., 1995 — (Mis)use of Monte Carlo simulations in NPV analysis — Discussion. Mining Engineering, September 1995.
- Smith L.D., 1994 — Discount rates and risk assessment in mineral project evaluations. Transactions Institution of Mining & Metallurgy (Sect. A: Mineral Industry).
- Strzelska-Smakowska B., Paulo A., 1996 — Ocena ekonomiczna zasobów złóż rud metali. Mat. V Konf.: Wykorzystanie zasobów złóż kopalin użytecznych, Wyd. Centrum PPGSMiE PAN, Kraków.
- Torries T.F., 1998 — Evaluating mineral projects: Applications and misconceptions. Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc.
- <http://www.bbassett.com/bbdocs/forfaiting.html>: Request for forfaiting quotation.
- <http://www.curomoney.com>: Country risk — September 1999.
- <http://www.jsa.px.pl/ststgicl.html>: Statystyka giełdowa.
- <http://www.paiz.gov.pl>: Emerging markets — ratings.
- <http://www.stern.nyu.edu>: Country risk premiums.
- <http://twojaforsa.com.pl>: Spodziewane roczne zyski z obligacji.
- <http://friko.onet.pl/sl/mblist/inflacja.htm>: Inflacja w Polsce — miesięczna inflacja w procentach.
- <http://yogi.ippt.gov.pl>: Rynek kapitałowy w Polsce.

## DISCOUNT RATES IN MINERAL PROJECTS

## Key words

Investments, discounted cash flow, discount rates, mineral projects

## Abstract

The worth of a mineral project is the value of the project's future cash flows. Cash flow is an accounting term that represents the balance of all cash revenues minus cash operating and capital costs at the end of a year for the project. The worldwide project evaluation methods are those, which recognize time value of money, such as the net present value (NPV) and internal rate of return (IRR).

Discount rate is examined as a fundamental means of reflecting risk in discounted cash flow analysis. The article gives various kinds of discount rates of mineral projects, including risk-adjusted discount rate and weighted average cost of capital. It describes the way of calculating the rate for a mining company by capital asset pricing model (CAPM). As an example author demonstrates calculation process of the risk-adjusted discount rate for the only Polish mining company, which is presently quotating at the Warsaw Stock Exchange — a copper plant KGHM "Polska Miedź" S.A.

The text depicts also risk-adjusted discount rates that are commonly used in mineral industry, in various stages of project development and country risk premiums. Then it tries to give a risk-adjusted discount rate for Polish non-ferrous metals industry and at the end presents a problem of using different rates for the same project — one for the valuation and one for development-timing decision.