

Wartość i cena złoża

Konrad Wanielista¹, Herbert Wirth²



Value and Price of Deposit. Prz. Geol., 56: 557–560.

Abstract. The new definition of deposit value is proposed, that combine the sum of actualized benefits derived from deposit extraction/operation and mined minerals processing. The sum of such benefits is usually divided between the owner and the user of the deposit. The deposit value must be distinguished from its transaction value, i.e. the price resulted from different type buy-and-sell transactions.

Key words: deposit value, deposit price, appraisers

K. Wanielista

H. Wirth

Problem szacowania wartości złóż był i jest od dawna dyskutowany w gremiach naukowo-gospodarczych, zarówno w krajach o gospodarce rynkowej, jak również w krajach o centralnie planowanych ekonomiach.

W krajach o scentralizowanej gospodarce opracowano kilkanaście metod oceny wartości złóż, bazujących głównie na wydatkach na prace geologiczno-rozpoznawcze i różnie interpretowanej rencie różniczkowej. W Polsce prace w zakresie oceny wartości złóż prowadziła S. Dembowiecka w Państwowym Instytucie Geologicznym (Dembowiecka & Wanielista, 1989). Również w krajach kapitalistycznych stosuje się różne podejścia do oceny wartości złóż, przy czym są one powiązane z efektywnością inwestycji górniczych, liczonych z uwzględnieniem wartości pieniądza w czasie. Pierwszą metodę zaproponował H.D. Hoskold już w drugiej połowie XIX wieku (Jankowska-Kłapkowska, 1992; Szamałek, 2007; Uberman & Uberman, 2005; Wanielista, 1992; Wanielista i in., 2002).

W Polsce, mimo iż od 1989 r. nie ma przeszkód doktrynalnych, zaniechano szacowania wartości złóż. Należy przypuszczać, że z pobudek niezbyt godnych pochwały (możliwość manipulacji w procesach prywatyzacyjnych). Życie jednak wymusza potrzebę szacowania wartości złóż, np. dla banków, i coraz powszechniejsza jest akceptacja takiej potrzeby. W Krakowie powstało Polskie Stowarzyszenie Wyceny Złóż Kopalin (2007 r.), które jako pierwszy cel swej pracy uznało opracowanie Kodeksu Wyceny Złóż Kopalin.

Ponieważ w literaturze przedmiotu występują różne określenia i interpretacje wartości złoża, np. „wartość złoża”, „wartość złoża w złożu”, „wartość zasobów w złożu”, „wartość kopaliny w złożu”, zaproponowaliśmy jednoznaczny interpretację tej kategorii ekonomicznej. Wartość złoża powiązaliśmy z sumą zaktualizowanych korzyści, jakie można osiągnąć z projektu jego eksploatacji. Wartość złoża nie jest tożsama z jego wartością transakcyjną, czyli ceną za jego użytkowanie. Rozróżniając zdecydowanie te dwa pojęcia, podaliśmy w artykule uproszczoną metodę ich obliczania (Wirth, 2006; Wirth, w druku).

Wartość złoża lub wartość kapitałowa złoża oraz cena, czyli wartość transakcyjna złoża

Występuje raczej powszechna zgoda, że wartość kapitałowa złoża, zwaną także wartością fundamentalną, lub krótko

wartość złoża należy wiązać z sumą bieżących (zaktualizowanych) korzyści z jego użytkowania. Korzyści owe mogą być mierzone wartością dodaną, zyskiem lub też najczęściej zaktualizowaną wartością netto przepływów pieniężnych.

W artykule przyjęto następującą definicję: *wartość złoża jest zaktualizowaną wartością przepływów pieniężnych netto z projektu jego użytkowania*, co opisuje wzór:

$$V_{\text{złóż}} = NPV = \sum_{t=0}^T \frac{NCF_t}{(1+d)^t} \quad (1)$$

gdzie:

- $V_{\text{złóż}}$ — wartość kapitałowa złoża [zł]
- NPV — wartość zaktualizowana netto z projektu użytkowania złoża [zł]
- T — okres użytkowania złoża [lata]
- NCF_t — saldo przepływów pieniężnych netto w t-tym roku [zł/rok]
- d — stopa dyskontowa

Obliczona w taki sposób wartość kapitałowa złoża odpowiada sytuacji, gdy użytkownik złoża jest jego właścicielem. Jeżeli jednak użytkowanie złoża jest przedmiotem transakcji (kto inny jest właścicielem, a kto inny użytkownikiem), wówczas powstaje pytanie, jaką wartość przedstawia złoże dla właściciela, a jaką dla użytkownika? Problem taki jest rozwiązywany przez rynek, tzn. poprzez uzgodnienie wartości transakcyjnej, czyli ceny złoża. Analitycznie, przez taksatora, ceny złoża nie można ustalić, lecz można ją prognozować na podstawie wartości kapitałowej złoża z wzoru (Wirth, w druku):

$$C_{\text{złóż}} = V_{\text{złóż}} \cdot R \cdot K \quad (2)$$

gdzie:

- $C_{\text{złóż}}$ — cena złoża [zł]
- R — współczynnik określający część wartości kapitałowej złoża przypadającą jego właścicielom, wyrażony ułamkiem dziesiętnym
- K — współczynnik uwzględniający czynniki nie związane z wartością kapitałową złoża, np. otoczenie transakcyjne i kontekstowe projektu, w tym jego lokalizację (złoże o tej samej wartości kapitałowej będzie miało inną cenę w Polsce, a inną np. w Kongo)

W praktyce cena złoża może być jednorazową opłatą lub roczną rentą, albo ich kombinacją, co możemy opisać wzorem:

¹IGSMiE PAN, Kraków, ul. Św. Barbary 4/9, 50-136 Wrocław
²KGHM Polska Miedź S.A., ul. M. Skłodowskiej-Curie 48, 59-301 Lublin; h.wirth@kgghm.pl

$$C_{\text{złoz}} = \sum_{t=0}^T \frac{CR_t}{(1+d)^t} \quad (3)$$

gdzie:

CR_t — wszelkie opłaty za użytkowanie złoża płacone w t-tym roku [zł/rok]

Wartość złoża dla użytkownika (inwestora) możemy opisać wzorem:

$$NPV_{\text{inv}} = \sum_{t=0}^T \frac{NCF_t}{(1+d)^t} - C_{\text{złoz}} \quad (4)$$

lub:

$$NPV_{\text{inv}} = \sum_{t=0}^T \frac{NCF_t}{(1+d)^t} - \sum_{t=0}^T \frac{CR_t}{(1+d)^t} \quad (5)$$

W praktyce, gdy podmiot użytkujący złożo prowadzi działalność w ramach spółki akcyjnej, w której pakiet kontrolny ma właściciel złoża, wówczas oprócz opłat za użytkowanie złoża właściciel może korzystać z dywidendy, nawet wbrew interesom spółki. Zważywszy na to należy wyraźnie rozgraniczyć pojęcie wartości kapitałowej złoża, zwanej krótko wartością złoża, od ceny złoża, która jest wartością transakcyjną (wymenną). Wynika stąd wniosek, że w bilansie majątkowym (np. majątku narodowego) należy posługiwać się wartością kapitałową złoża, a nie wartością transakcyjną. Zdefiniowaną w podany sposób wartość złoża musimy w dalszych krokach bardziej uściślić, w kolejności występujących we wzorze (1) zmiennych objaśniających.

Rok zerowy i okres eksploatacji złoża

Jako rok zerowy przyjmuje się rok, w którym dokonujemy obliczeń. Przy obliczaniu NPV zakłada się bowiem, że projekt jest realizowany natychmiast, mimo iż faktycznie może on być realizowany w bliżej nieokreślonej przyszłości. Okres użytkowania złoża obliczamy z wzoru:

$$T = \frac{Q}{W} \frac{100-s}{100-u} \quad (6)$$

gdzie:

Q — zasoby przemysłowe złoża [Mg]
 W — roczne wydobycie kopaliny [Mg/rok]
 s — straty eksploatacyjne [%]
 u — zubożenie lub zanieczyszczenie kopaliny [%]

Wartość zaktualizowaną netto projektów (NPV) obliczamy zazwyczaj dla okresu oddziaływania początkowych wydatków inwestycyjnych lub okresu oddziaływania (amortyzacji) wydatków na inwestycje o najwyższej wartości. Przy takim założeniu:

$$T \leq T_a = \frac{100}{s_a} \quad (7)$$

gdzie:

T_a — okres amortyzacji środków trwałych o najwyższej wartości (np. szybów) [lata]
 s_a — stopa amortyzacji środków trwałych o najwyższej wartości

Jeżeli T obliczone ze wzoru (6) jest znacząco większe, np. o 50%, od T_a , wówczas proponujemy wartość kapitałową złoża obliczać według procedury:

$$v_{\text{złoz}} = \frac{V'_{\text{złoz}}}{W \frac{100-u}{100-s} \cdot T_a} \quad (8)$$

skąd:

$$v_{\text{złoz}} = \frac{V'_{\text{złoz}} (100-s)}{W(100-u) \cdot T_a} \quad (9)$$

$$V_{\text{złoz}} = v_{\text{złoz}} \cdot Q \quad (10)$$

gdzie:

$v_{\text{złoz}}$ — jednostkowa wartość kapitałowa złoża [zł/Mg]
 $V'_{\text{złoz}}$ — wartość kapitałowa obszaru złoża wyeksploatowanego w okresie T_a [zł]

Taki sposób obliczania wartości złoża jest zalecany w przypadku bardzo dużych złóż, eksploatowanych przez kilka zakładów górniczych, jak np. przez KGHM *Polska Miedź SA*. Oczywiście to założenie w żaden sposób nie obliuguje inwestora do takiego postępowania, chociaż teoretycznie jest ono możliwe. Przedstawiona propozycja ma na celu różnicowanie wartości złóż małych i dużych, co miałyby miejsce w przypadku długiego okresu eksploatacji złoża, ze względu na malejące przyrosty NPV . Należy jednak wówczas pamiętać o uwzględnieniu wydatków na likwidację kopalni, w kwocie odpowiadającej zgromadzonemu w okresie T_a funduszowi na likwidację kopalni.

Przepływy pieniężne netto

Następną zmienną objaśniającą wartość złoża są przepływy pieniężne netto (NCF). Przepływy pieniężne netto są różnicą wpływów pieniężnych i wydatków. Warto zwrócić uwagę, że wpływy pieniężne nie zawsze odpowiadają przychodom, a wydatki pieniężne zawsze są różne od kosztów (o koszt amortyzacji). W rachunku uwzględnia się tylko przyrostowe salda przepływów pieniężnych. Oznacza to, że nie uwzględnia się zaszłości, tj. wydatków poniesionych przed rokiem zerowym, czyli rokiem, w którym dokonujemy obliczeń. Jeżeli na przykład obliczamy wartość już użytkowanego złoża, to oczywiście nie uwzględniamy w rachunku wcześniej poniesionych wydatków inwestycyjnych, co logicznie podwyższa wartość złoża. Pewien wyjątek dotyczy tutaj obliczeń wartości złoża niezagospodarowanego. Przyjmujemy wówczas, że pierwsze wydatki inwestycyjne ponosimy w roku zerowym (w którym dokonujemy obliczeń), a wydatki przedinwestycyjne (np. na dokumentację geologiczną, studia projektowe itp.), poniesione wcześniej, aktualizujemy na rok zerowy według wzoru:

$$IC_{\text{po}} = \sum_{t_1}^{t_1=t_0} IC_t (1+r_d)^t \quad (11)$$

gdzie:

IC_{po} — zaktualizowane na rok zerowy wydatki przedinwestycyjne [zł]
 IC_t — wydatki poniesione w t-tym roku [zł/rok]
 r_d — stopa oprocentowania równa stopie dyskontowej

Salda przepływów pieniężnych wyraża się w cenach stałych. Nie oznacza to przyjęcia stałych cen w okresie użytkowania złoża, tylko że posługując się cenami stałymi nie uwzględniamy w nich stopy inflacji. Gdybyśmy uwzględniali inflację we wpływach i wydatkach, to wów-

czas należałoby uwzględnić także stopę inflacji w stopach dyskontowych. Przy założeniu, że wartość projektu liczymy w okresie wynikającym ze średniego okresu amortyzacji majątku trwałego, saldo przepływów pieniężnych można obliczyć z wzoru:

$$NCF_t = IC_t + S_t - KO_t - RCT_t \quad (12)$$

przy czym:

$$S_t = P_t \cdot c_t \quad (13)$$

$$KO_t = P_t \cdot k_{ot} \quad (14)$$

gdzie:

IC_t — wydatki inwestycyjne w t-tym roku [zł/rok]

S_t — wpływy równe przychodom pieniężnym w t-tym roku [zł/rok]

KO_t — koszt operacyjny w t-tym roku [zł/rok]

RCT — podatek dochodowy w t-tym roku [zł/rok]

P_t — sprzedaż produkcji w t-tym roku [zł/rok]

c_t — cena jednostkowa produktu w t-tym roku [zł/j.nat.]

k_{ot} — jednostkowy koszt operacyjny w t-tym roku [zł/j.nat.]

Wzory (12, 13 i 14) można stosować we wszystkich trzech fazach użytkowania złoża, tj. fazie inwestycyjnej, operacyjnej i likwidacyjnej. Problemy występują z szacowaniem zmiennych objaśniających. Można je szacować na podstawie analogii, szczególnie dla złóż niezagospodarowanych. Podstawowy kłopot dotyczy jednak głębokości przerobu kopaliny w obliczaniu wartości złoża. Problem taki jest tym ważniejszy, że wartość złoża w przedstawionym ujęciu jest równoznaczna z wartością podmiotu użytkującego złoża w części dotyczącej właśnie tego użytkownika (liczonego metodą dochodową, oczywiście dla kopalni czynnych). Możliwe są w tym zakresie dwa rozwiązania:

1) liczenie ceny wydobytej kopaliny według formuł sprzedażnych;

2) przyjęcie do obliczeń pierwszego produktu handlowego.

Obydwa podejścia mają zalety i wady. Bardziej praktyczne wydaje się drugie rozwiązanie, jednakże pod warunkiem, że produktem finalnym jest surowiec, np. miedź elektrolityczna w katodach, a nie rury albo też blachy miedziane. Jednakże każdy przypadek należy rozpatrzyć oddzielnie. Na przykład wartość złoża węgla brunatnego zintegrowanego z elektrownią sensownie jest obliczać przyjmując cenę energii elektrycznej jako produktu finalnego. W obliczaniu przepływów pieniężnych należy uwzględniać także efekty zewnętrzne (zarówno dodatnie, jak też ujemne), a także tzw. koszt utraconych korzyści. Takie zjawiska występują w szczególności, gdy złoża stanowią części składowe nieruchomości gruntowej.

Stopa dyskontowa

Stopa dyskontowa ujęta we wzorze (5) uwzględnia wartość pieniądza w czasie, tzn. pieniądze otrzymane wcześniej mają większą wartość niżeli pieniądze otrzymane później, ponieważ można je reinwestować. To ogólne stwierdzenie prowadzi jednak do różnej interpretacji stopy dyskontowej we wzorze (5), np. uważa się, że powinna ona wyrażać: minimalną stopę zwrotu, koszt kapitału, alternatywną stopę zwrotu itp. Uważamy, że stopa dyskon-

towa we wzorze (5) powinna wyrażać średni koszt kapitału finansującego projekt, obliczonego ze wzoru:

$$d = WACC = \frac{k_d \cdot D + k_w \cdot E}{IC} \quad (15)$$

przy czym:

$$IC = D + E \quad (16)$$

gdzie:

k_d — stopa kosztu kapitałów obcych finansujących projekt (dług)

k_w — stopa kosztu kapitałów własnych finansujących projekt

D — kapitały obce finansujące projekt [zł]

E — kapitały własne finansujące projekt [zł]

IC — całkowite, pierwotne wydatki inwestycyjne [zł]

Wobec takiego ujęcia stopy dyskontowej interpretacja NPV jest jasna. $NPV = 0$ oznacza, że projekt faktycznie nie przynosi korzyści. Jeżeli bowiem założymy, że całkowite wydatki inwestycyjne ponosimy w zerowym roku, to salda przepływów pieniężnych netto zdyskontowane z okresu eksploatacji złoża na rok zerowy są równe wydatkom inwestycyjnym, a płacone od długu odsetki są właśnie uwzględnione przez stopę dyskonta. Takie rozumowanie dotyczy także kapitałów własnych. W tym przypadku odsetki są analogiczne na przykład do płaconej dywidendy, gdyż ogólnie koszt kapitałów własnych określa się jako nadzieję inwestorów na przyszłe zyski ze swojej inwestycji. W tej interpretacji NPV w liczniku wzoru (5) nie uwzględniamy rat długu i odsetek od kredytów ani też dywidend, ponieważ byłyby one podwójnie liczone. W każdym innym ujęciu stopy dyskontowej i sald przepływów pieniężnych komplikujemy rachunek i interpretację NPV .

Ryzyko projektu

Eksploatacja kopaliny charakteryzuje się dużym ryzykiem, które określa nie tylko otoczenie transakcyjne (konkurenci, nabywcy, dostawcy, dystrybutorzy) i kontekstowe (infrastruktura techniczna, ekonomiczna, społeczna, regulacje prawne itp.) projektu, ale także czynniki geologiczne, techniczne, technologiczne i środowiskowe.

Ryzyko projektu zagospodarowania złoża możemy w rachunku ująć w dwojaki sposób: korygując licznik lub mianownik we wzorze (5). W pierwszym przypadku niepewne przepływy pieniężne zastępujemy pewnymi przepływami pieniężnymi, co opisuje wzór:

$$NCF_p = CF \cdot NCF \quad (17)$$

gdzie:

NCF_p — pewne saldo przepływów pieniężnych [zł/rok]

CF — współczynnik pewności

NCF — niepewne saldo przepływów pieniężnych (obarczone ryzykiem) [zł/rok]

Istnieją różne metody szacowania CF . Najprostszy sposób polega na przyjęciu CF na poziomie szczegółowości danych wymaganych w kolejnych stadiach studiów przedinwestycyjnych:

studium możliwości: $CF = 0,7$

studium przedinwestycyjne: $CF = 0,8$

studium wykonalności: $CF = 0,9$

Drugi sposób polega na uwzględnieniu w stopie dyskontowej premii za ryzyko:

$$d = RADR = WACC + PR \quad (18)$$

gdzie:

$RADR$ — stopa dyskontowa uwzględniająca premię za ryzyko
 PR — premia za ryzyko

Także premię za ryzyko można szacować w różny sposób. Standardową metodą jest obliczenie współczynnika zmienności, któremu są przypisane odpowiednie premie, np. współczynnikowi $CV = 0,7-0,9$ odpowiada $PR = 0,1$. Procedurę obliczania współczynnika zmienności CV można opisać następująco:

- 1) opracowujemy scenariusze zmiennych objaśniających NPV (bazowy, optymistyczny, pesymistyczny);
- 2) przypisujemy scenariuszom prawdopodobieństwa ich wystąpienia,
- 3) obliczamy wartość oczekiwaną NPV z wzoru:

$$E(NPV) = \sum_{i=1}^n NPV_i \cdot p_i \quad (19)$$

gdzie:

$E(NPV)$ — wartość oczekiwana NPV [zł]
 n — liczba scenariuszy
 NPV_i — wartość projektu w i -tym scenariuszu [zł]
 p_i — prawdopodobieństwo i -tego scenariusza

- 4) obliczamy odchylenie standardowe:

$$\sigma_{NPV} = \sqrt{[NPV_i - E(NPV)]^2 p_i} \quad (20)$$

- 5) obliczamy współczynnik zmienności:

$$CV = \frac{\sigma_{NPV}}{E(NPV)} \quad (21)$$

Do oceny wartości złoża i związanego z tym ryzyka stosuje się także metody symulacyjne (Monte Carlo), w których zmienne objaśniające i wartości złoża są podane w odpowiednich rozkładach prawdopodobieństwa.

Zakończenie

Wycena aktywów, szczególnie występujących w formach zorganizowanych, np. w przedsiębiorstwach, jest procesem trudnym i subiektywnym. Dlatego stosuje się zazwyczaj kilka, co najmniej dwie, metody wyceny, np. podczas prywatyzacji przedsiębiorstw. Zagadnienie wyceny komplikuje się, gdy jej przedmiotem jest złożo, ze względu na specyficzne cechy tego aktywu, jak np. nieodnawialność, niepewność procesów wydobywania, zróznicowane warunki zalegania złoża, długi cykl przedprodukcyjny i okres eksploatacji. Inaczej mówiąc, występuje duża liczba zmiennych określających wartość złoża, trudnych do oszacowania. Jednak wycena złóż jest w gospodarce rynkowej niezbędna, ponieważ są one lub ich użytkowanie przedmiotem obrotu gospodarczego. W praktyce wycena złóż jest już wykonywana, gdyż wymusza to życie (np. dla banków jako zabezpieczenie kredytów), jednakże w sposób dość dowolny, często nieprofesjonalny, a na dodatek występuje dość duży zamęt w definiowaniu wartości złoża. Biorąc pod uwagę taki stan faktyczny autorzy, zaproponowali uporządkowanie terminologii i podali w artykule jeden ze sposobów obliczania wyróżnionych kategorii ekonomicznych.

Wyróżniono dwie kategorie ekonomiczne:

- wartość kapitałową złoża, zwaną krótko wartością złoża,
- wartość transakcyjną złoża, zwaną krótko ceną złoża.

Wartością kapitałową złoża określono sumę zaktualizowanych korzyści netto, w szczególności przepływów pieniężnych netto, jaką można uzyskać z jego użytkowania. Wartością transakcyjną złoża określono cenę, jaką może uzyskać właściciel złoża ze sprzedaży tego złoża lub sprzedaży praw do jego użytkowania. Cena taka może mieć formę jednorazowej zapłaty, renty lub ich kombinacji. Cena złoża jest w sposób oczywisty mniejsza lub najwyższej równa wartości złoża.

Definiując wartość złoża od strony dochodowej utożsamiono wartość złoża z wartością podmiotu prowadzącego obecnie lub w przyszłości jego użytkowanie bez uwzględnienia opłat na rzecz właściciela złoża. Rzecz jasna, że złożo zagospodarowane będą miały większą wartość aniżeli złożo niezagospodarowane, o takiej samej charakterystyce geologicznej, ponieważ w rachunku uwzględnia się tylko przyrostowe przepływy, pomijając zaszłości. Określona w taki sposób wartość złoża obiektywizuje nieco informację o samym złożu, nie uwzględniając kontekstu jego występowania. Na przykład takie samo złożo zalegające na terenach chronionych będzie miało tę samą wartość co złożo zalegające na terenach bez konfliktu środowiskowego, jednakże złożo na terenach chronionych nie będzie miało żadnej wartości transakcyjnej, bo nie może być przedmiotem obrotu rynkowego.

Jak łatwo zauważyć, autorzy artykułu wiążą wartość złoża z procesem jego użytkowania. Określanie wartości złoża jako samoistnej kategorii ekonomicznej także jest możliwe (np. jako iloczynu skorygowanych — zawartością składników użytecznych, wykorzystaniem złoża i uzyskami technologicznymi — zasobów kopaliny w złożu i ceny uzyskanych z niej produktów), ale raczej niecelowe z powodu małej przydatności informacyjnej takiej wyceny.

Przedstawiony w artykule zarys metody szacowania wartości złoża jest jedną z możliwych metod. Znane są także metody określania wartości złóż jako wartości opcyjnej, a w przemyśle metali nieżelaznych opracowano metodę szacowania wartości złóż z wykorzystaniem kategorii ekonomicznej wartości dodanej (Wirth, w druku).

Kończąc artykuł wyrażamy przekonanie, że proces określania wartości złóż będących własnością Skarbu Państwa zostanie niebawem wznowiony i następnie kontynuowany, ponieważ wartość złóż podlega dynamicznym zmianom ze względu na zmianę cen, kosztów i ubytek zasobów złoża spowodowany ich eksploatacją.

Literatura

- DEMBOWIECKA S. & WANIELISTA K. 1989 — Ocena wartości zasobów złóż kopalni stałych jako elementu zasobów przyrody. Wyd. SGGW AR.
- JANKOWSKA-KŁAPKOWSKA A. 1992 — Efektywność gospodarowania zasobami mineralnymi. PWE.
- SZAMAŁEK K. 2007 — Podstawy geologii gospodarczej i gospodarki surowcami mineralnymi. PWN.
- UBERMAN R. & UBERMAN R. 2005 — Wycena wartości złóż kopalni. Uczelniane Wydaw. Nauk.-Dydakt. AGH.
- WANIELISTA K. 1992 — Wartość i metoda wyceny zasobów złóż kopalni stałych. Wydaw. CPPGSMiE PAN, Kraków.
- WANIELISTA K., SAŁUGA P., KICKI J., DZIEŻA J., JAROSZ J., MIŁKOWSKI R., SOBCZYK E.J. & WIRTH H. 2002 — Wycena wartości zasobów złoża. Nowa strategia i metody wyceny. Wyd. IGSMiE PAN.
- WIRTH H. 2006 — Koncepcja obliczania wartości zasobów kopaliny w złożu i wartość złoża w przemyśle metali nieżelaznych. Wyd. IGSMiE PAN.
- WIRTH H. (w druku) — Metoda wyceny złóż i ich zasobów w przemyśle metali nieżelaznych. Wyd. IGSMiE PAN.

Praca wpłynęła do redakcji 28.04.2008 r.

Po recenzji akceptowano do druku 13.06.2008 r.