

*Alicja Byrska-Rapala\**

## RYZYKO I NIEPEWNOŚĆ A KONCEPCJA KOMPLEKSOWEGO ZARZĄDZANIA ZŁOŻEM

---

### 1. Wstęp

W ostatnich dwóch dekadach dokonała się radykalna zmiana w sposobie działania przedsiębiorstw na świecie. Przyczynami tych zmian są przede wszystkim zmiany w otoczeniu przedsiębiorstw związane z globalizacją rynków, intensyfikacją konkurencji na rynkach, rozpowszechnieniem zaawansowanych technologii, rozwojem technik telekomunikacyjnych i informatycznych, itp. Nastąpiła radykalna zmiana orientacji działalności przedsiębiorstw. Obecnie ze względu na bardzo duży nacisk konkurencji największą szansę na sukces, a często nawet przetrwanie, mają przedsiębiorstwa realizujące jednocześnie strategię różnicowania i minimalnego kosztu, co w praktyce oznacza dostosowanie produktów do zróżnicowanych potrzeb klientów po najniższym koszcie.

Zmiany w otoczeniu gospodarczym wpłynęły również na wiodące przedsiębiorstwa sektora naftowego. Do czynników, które ukształtują nowe oblicze tych firm zalicza się przede wszystkim zwiększenie koncentracji na rentowność i zwrocie dla akcjonariuszy oraz niemożność wiarygodnego prognozowania i związaną z tym rosnącą potrzebą zachowania elastyczności. Wycena każdego projektu inwestycyjnego związana jest nierozdzielnie z oceną ryzyka i niepewności parametrów w rachunku wyceny – bez względu na metodę użytą do oszacowania wartości złoża. Mimo ciągłego rozwoju, techniki odkrycia złoża węglowodorów zachowały charakter stochastyczny a lista czynników ryzyka jest długa. Proces wyceny złoża obejmuje zarówno zbieranie jak i ocenę informacji o złożu i jego otoczeniu gospodarczym. Ostatecznym efektem takiej analizy jest konstruowanie modelu wyceny, czyli przełożenie oczekiwań inwestora, co do projektu inwestycyjnego i otoczenia, w którym projekt będzie realizowany – na prognozę wyników finansowych projektu, a te na wartość projektu inwestycyjnego.

---

\* Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Zarządzania, e-mail: [abyrska@zarz.agh.edu.pl](mailto:abyrska@zarz.agh.edu.pl)

Wyniki oceny wartości czy rentowności rozważanej inwestycji są tak dokładne i wiarygodne, jak dokładne i wiarygodne są dane użyte do jej obliczeń w każdym etapie wyceny. Zainteresowanie problematyką kwantyfikowania i zarządzania ryzykiem wynika z nieprzewidywalności otoczenia dalszego i bliższego i wzrostu dynamiki jego zmian, dynamicznego rozwoju techniki, a rozwój i upowszechnianie osiągnięć inżynierii finansowej i informatyki umożliwia bardziej powszechną aplikację skomplikowanych matematycznie metod.

Należy podkreślić, że szybko zmieniające się otoczenie biznesowe, wstrząsy polityczne, moralne, radykalizacja stosunków pomiędzy światem chrześcijańskim i islamskim, wyraźne sygnały zmian środowiskowych spowodowały zmiany w postrzeganiu biznesu przez sektor wydobywczy.

Konkurujące firmy w wyniku unifikacji systemów gospodarczych osiągnęły zbliżony poziom organizacyjny, technologiczny, funkcjonują w podobnych warunkach ekonomicznych i społecznych. Trudno osiągnąć przewagę konkurencyjną na tradycyjnych polach, takich jak technologia produkcji, system zarządzania, techniki marketingowe, dlatego firmy sektora wydobywczego zaczynają poszukiwać innych źródeł unikalności. Jednym ze źródeł wyjątkowości jest poprawa wizerunku w oczach społeczeństwa, pracowników oraz klientów.

Przemysł wydobywczy zrozumiał, że jego bogactwem są nie tylko złoża i inne materialne bogactwa, ale również ich zasoby niematerialne takie jak reputacja, ludzie. Te niematerialne zasoby oraz wzajemna interakcja pomiędzy ekonomią, polityką, procesami kulturowymi w globalnym systemie odgrywają coraz większą rolę w tworzeniu nowej wartości firmy. W tę koncepcję postrzegania biznesu wpisuje się geoetyka, nowa dyscyplina wiedzy, której podstawowym zadaniem jest uświadomienie etycznej roli ludzkości w odnawianiu systemów ekologicznych Ziemi. W takim kontekście geoetyka jednoczy problemy z zakresu etyki z naukami geologicznymi i biologicznymi, jak i praktycznym aspektem wykorzystywania zasobów Ziemi. Część przedstawicieli tej dyscypliny skupia uwagę na teoretycznych aspektach geoetyki, inni na metodyce stosowania zasad geoetyki w praktyce, a inni na edukacyjnej i kulturotwórczej roli geoetyki. Idea społecznej odpowiedzialności czy zrównoważonego rozwoju – jako koncepcja budowy modelu gospodarczego, który zapewni postęp ludzkości oraz umożliwi lepsze życie bez niszczenia wspierających go systemów – jest również jedną z podstawowych zasad geoetyki.

W artykule przedstawiono koncepcje kompleksowego zarządzania ryzykiem i niepewnością, jako integralnego elementu zarządzania złożem i jego wartością. Zarządzanie ryzykiem i niepewnością najczęściej rozumiane jest, jako system metod i działań, zmierzających do oszacowania i optymalizacji poziomu ryzyka, oraz sposobów reagowania na ryzyko. Zarządzanie ryzykiem i niepewnością jest silnie związane z koncepcją zarządzania przez wartość (ang. *value-based management*) i tworzeniem wartości dla akcjonariuszy.

## 2. Ryzyko i niepewność projektu naftowego

Sposoby ustalania poziomu ryzyka, metody zarządzania ryzykiem są przedmiotem licznych badań i opracowań naukowych z różnych obszarów – od matematyki i badań operacyjnych, po zarządzanie projektami lub finansami przedsiębiorstw. W literaturze można znaleźć wiele definicji ryzyka. Jedne traktują ryzyko jako sytuację, gdy co najmniej jeden z czynników determinujących sukces nie jest znany, ale znane jest prawdopodobieństwo jego wystąpienia, a ryzyko wiąże się z możliwością nie uzyskania zamierzonych efektów lub poniesienia niezamierzonych strat. Inni autorzy definiują ryzyko jako możliwość straty, możliwość odchylenia od planowanej lub oczekiwanej wielkości. Część autorów brak pewności opisuje jako ryzyko.

Zagraniczna literatura na temat ryzyka w sektorze naftowym jest bogata w nowe rozwiązania teoretyczne i praktyczne, a lista autorów publikacji zagranicznych na temat ryzyka i niepewności w sektorze naftowym jest bardzo długa. Do klasyki można zaliczyć prace Ikoku, Newendorpa, Schuenemeyera i Drewa, Lercha i Mackay'a (Ikoku 1984; Newendorp, Schuyler 2000; Schuenemeyer 2002; Lerche, MacKay 1999). Znaczenie ryzyka związanego z inwestycjami w górnictwie naftowym nie budzi wątpliwości, a lista ryzykownych sytuacji jest długa i wynika z charakterystyki projektu naftowego, m.in.:

- losowego (stochastycznego) charakteru wszystkich zjawisk i skutków związanych z poszukiwaniami naftowymi;
- dużego ryzyka występującego w trakcie poszukiwań, powodującego istnienie elementów pecha i szczęścia nawet przy najbardziej prawidłowych decyzjach;
- wysokiego kosztu inwestycji i trudności w pozyskiwaniu kapitału na ich sfinansowanie;
- długości cyklu inwestycyjnego, trwającego często kilkanaście lat;
- długiego czasu eksploatacji inwestycji;
- wahania cen ropy i gazu.

Metody oceny ryzyka powinny wyjść na przeciw wyżej wymienionym trudnościom, a jednocześnie powinny dać odpowiedź na szereg pytań, z którymi spotyka się menadżer przedsiębiorstwa naftowego, jak, np.: ile zasobów węglowodorów znajduje się w danej jednostce geologicznej, jak ocenić wartość finansową danej jednostki czy jak opracować racjonalny program poszukiwań naftowych dla określonej jednostki geologicznej.

Tabela 2.1 przedstawia klasyczne techniki identyfikacji i kwantyfikowania ryzyka i niepewności. Zawarte w tabeli rozwiązania mogą uchodzić za klasyczne rozwiązania w typowych projektach inwestycyjnych. Każdej z czterech podstawowych faz „życia” złoża węglowodorów (lub etapów rozwoju projektu naftowego) – fazy poszukiwań I, zagospodarowania II, eksploatacji III i zamknięcia kopalni IV – przypisano możliwą do zastosowania metodę identyfikacji i oszacowania poziomu ryzyka.

TABELA 1

**Techniki identyfikacji i oceny ryzyka dla projektu inwestycyjnego**

TECHNIKA	FAZA „ŻYCIA” PROJEKTU			
	I	II	III	IV
<i>Modelowanie ryzyka:</i> – identyfikacja obszarów ryzyka – przypisanie wag lub wartości skutków do obszarów ryzyka – określenie skali prawdopodobieństwa dla każdego obszaru – opracowanie miar służących szacowaniu prawdopodobieństwa	x <sup>1)</sup>	x	x	x
<i>Ankiety eksperckie</i>	x	x	x	x
<i>Porównanie analogii</i>	x	x	x	x
<i>Technika delficka:</i> wypowiedzi i opinie ekspertów w formie ankiety, można precyzować pytania, uzupełniać, uściślać	x	x		
<i>Burza mózgów:</i> spotkanie, którego celem jest odejście od stereotypowego myślenia i uzyskanie nowych opinii i rozwiązań	x	x		
<i>Metoda Crawforda</i> gromadzenia danych.	x	x		
<i>Analiza SWOT:</i> analiza atutów, słabości, możliwości i zagrożeń	x			
<i>Raporty kontrolne:</i> wskazanie kategorii problemów i ryzyka, które mogą mieć znaczenie dla realizowanego projektu		x	x	x
<i>Analiza założeń:</i> sformułowanie i sprawdzenie założeń co do warunków realizacji projektu	x	x		
<i>Mnożniki ryzyka:</i> określenie czynników lub mnożników powiększających oszacowane ryzyko			x	x
<i>Analiza decyzji:</i> metoda wartości oczekiwanej EV		x		
<i>Szacowanie zależności:</i> analiza korelacji pomiędzy parametrami rachunku FMV				x
<i>Modele sieciowe</i> w planowaniu harmonogramu realizacji projektu, np. PERT, CPM		x	x	
<i>Inne diagramy:</i> GERT, VERT, diagramy przyczynowo-skutkowe Ishikawy; wykresy pól sił, itp.		x	x	
<i>Symulacja Monte Carlo:</i> wiarygodność wyników tej metody zależy od jakości wprowadzonych danych		x	x	
<i>Macierz reagowania na ryzyko:</i> w wierszach lista rodzajów ryzyka, w kolumnach strategie		x	x	
<i>Nadzorowanie wyników:</i> ustalenie kryteriów ocen, okresowe badanie wybranych wskaźników technicznych		x	x	x
<i>Przeglądy i audyty ryzyka:</i> przeprowadzane cyklicznie			x	x

<sup>1)</sup>x – technika oceny ryzyka możliwa do zastosowania w danej fazie „życia” projektu.

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Pritchard 2002).

Większość autorów, w szacowaniu wartości projektów inwestycyjnych sektora naftowego, utożsamia ryzyko i niepewność (Suslick, Furtado 2001; Dias 2004; Zabalza-Mez-

ghani i in. 2004). Przyczyną jest niewątpliwie fakt, że proponowane metody szacowania godziwej wartości złoża wykorzystują modele symulacyjne – w ten sposób możliwe sytuacje i przypisywane im prawdopodobieństwa zastępuje funkcja rozkładu prawdopodobieństwa, jako wynik symulacji.

Zdefiniowanie pojęcia niepewność nie jest łatwe. Najogólniej, niepewność polega na tym, że decydent nie jest w stanie przewidzieć żadnej informacji o skutkach podjętej decyzji – ani jej efektu rzeczowego, ani efektu finansowego. Niepewność dotyczy zarówno wartości parametrów geologicznych jak i ekonomicznych złoża. Mimo przeprowadzonych badań geologicznych nieznaną są do końca wartości takich cech jak porowatość, miąższość, powierzchnia. Nie można przewidzieć dokładnie przyszłych kosztów wierceń czy cen węglowodorów. Postępowanie z niepewnością musi być profesjonalne, aby rzetelnie uwzględnić jej wpływ na wycenę złoża, dodatkowo, aby jej wyrażenie w wycenie było zrozumiałe nie tylko dla osób profesjonalnie zajmujących się wycenami, czyli taksatorów, ale przede wszystkim dla stron transakcji, dla której była robiona wycena. Rolą taksatora jest ocena warunków rynkowych i z „morza niepewności” „wyprodukować” pojedynczą wartość – ocenę wartości przedmiotu wyceny.

Niepewność w szacowaniu wartości można uwzględnić na trzy sposoby: zignorować, wyrazić werbalnie lub numerycznie. Pomijając zignorowanie niepewności związanej z wyceną, najprostszym sposobem wyrażenia niepewności jest umieszczenie rozdziału w raporcie wyceny, w którym taksator interpretuje wycenę, jako ostateczny wynik kondycji rynku w momencie transakcji. Wszystkie wyceny są opiniami co do niepewnej ceny, która może być osiągnięta w dniu dokonania wyceny. Na odchylenie faktycznej ceny waloru od wartości wyceny ma wpływ: nieprzewidywalna przyszłość samego waloru, rynek jak i dostępne informacje, na których taksator oparł wycenę. Gdy niepewność może mieć materialny wymiar w wycenie, taksator musi na to zwrócić uwagę, identyfikując przyczyny niepewności i ich znaczenie na przedstawioną wycenę.

Numeryczny sposób wyrażania niepewności to potraktowanie parametrów geologicznych i ekonomicznych, jako zmiennych losowych o zidentyfikowanej funkcji gęstości rozkładu prawdopodobieństwa, a sposoby jej uwzględniania w szacowaniu godziwej wartości to symulacja komputerowa i analiza wrażliwości. Opłacalność inwestycji wyrażona poprzez NPV ma w tym przypadku postać rozkładu prawdopodobieństwa. Dla przyjętego rozkładu prawdopodobieństwa wielkości złoża, rozkładu nakładów inwestycyjnych czy rozkładu zysku zdyskontowanego, wyznacza się podstawowe parametry tych rozkładów, tj. wartość oczekiwaną i odchylenie standardowe.

Żaden z sektorów gospodarki nie opracował dotychczas przewodników czy instrukcji, które jednoznacznie wskazywałyby sposób i formę pomiaru niepewności. Z badań w Wielkiej Brytanii z 2003 roku, dotyczących sposobów uwzględniania niepewności w szacowaniu wartości projektów inwestycyjnych wynika, że 82% ankietowanych taksatorów dołącza do raportu wyceny krótki komentarz o sposobie uwzględniania niepewności i tylko 35% wypracowało standardową formę prezentacji (Jasmin 2005).

Spotykany w literaturze podział ryzyka i niepewności związany z wyceną złóż wynika ze specyfiki sektora naftowego i realizowanych w nim projektów inwestycyjnych, stąd przewidywane ryzyko i niepewność ma charakter technologiczny, ekonomiczny lub polityczny (Hickman 1991). Niektórzy z autorów rozróżniają dwa rodzaje ryzyka i niepewności: technologiczną i ekonomiczną, która w swej treści zawiera również polityczny aspekt związany z inwestycją (Dias 2004).

Niepewność techniczna, mająca charakter niepewności egzogenicznej, dotyczy istnienia, rozmiaru i jakości zasobów. To sytuacja, gdy nie uda się wydobyć zaplanowanej ilości zasobów lub nie uzyska się przewidywanej wydajności złoża. W procesie oceny ilości i jakości zasobów złoża źródłem ryzyka technicznego jest przede wszystkim ryzyko geologiczne – istnienie opłacalnej akumulacji węglowodorów, czyli możliwość uzyskania ustabilizowanego wypływu ropy/gazu. Wówczas ryzyko geologiczne szacuje się, rozważając prawdopodobieństwo istnienia czterech niezależnych czynników:

- dojrzałej skały macierzystej,  $P_z$ ,
- skały zbiornikowej  $P_r$ ,
- pułapki złożowej,  $P_t$ ,
- dynamiki złoża  $P_d$ .

Otis i Schneidermann podają szczegółową listę kryteriów, pozwalających oszacować każde z czterech rodzajów ryzyka (Otis, Schneidermann 1997). W konsekwencji prawdopodobieństwo odkrycia złoża, czyli sukcesu, można obliczyć według wzoru:

$$p_s = P_z \cdot P_r \cdot P_t \cdot P_d \quad (3.1)$$

Dias twierdzi, że niepewność techniczna ma „dwa oblicza”, zmniejszenie jej rozmiaru jest możliwe poprzez akumulację inwestycji, rozumianą jako wzrost wydatków finansowych na dalsze rozpoznanie złoża – „uczenie się przez działanie” (Dias 2004). Nowe informacje o złożu redukują niepewność, a w konsekwencji weryfikują plany inwestycyjne i oszacowane wskaźniki ekonomiczne inwestycji.

Niepewność ekonomiczna, inaczej rynkowa, jest niepewnością z kategorii endogenicznej i dotyczy przyszłych cen surowców, warunków na rynku, przyszłych kosztów operacyjnych i ewentualnych potrzeb w zakresie dodatkowych nakładów kapitałowych. Dla neutralizowania tego rodzaju niepewności, Dias proponuje stosowanie zasady „uczenia się przez oczekiwanie” lub zasady „czekać i obserwować”. Stosowanie tych zasad jest formą zapobiegania „złym wiadomościom” z rynku (np. o spadku cen ropy).

Niepewność polityczna, kategoria niepewności czy ryzyka endogenicznego, związana jest z możliwością pojawienia się ograniczeń importowych, zmian podatków, przepisów z zakresu ochrony środowiska, a w odniesieniu do inwestycji zagranicznych – nacjonalizacji, zmian wymogów dotyczących sprzedaży, zakazów eksportu wydobytej kopaliny lub zysku.

Praktyczne sposoby uwzględniania ryzyka i niepewności w szacowaniu godziwej wartości złoża obejmują:

- zastosowanie teorii decyzji (metody drzewa decyzyjnego – wartość oczekiwana efektu finansowego, funkcja użyteczności);
- korektę stopy dyskontowej;
- zastosowanie teorii opcji rzeczywistych.

### **3. Założenia kompleksowego zarządzania złożem**

Bez względu na definiowanie pojęć ryzyka i niepewności, najistotniejszy jest sposób ilościowego ich wyrażania i uwzględniania w procesie zarządzania złożem, a przede wszystkim w procesie wyceny takich aktywów, jakim są zasoby złoża.

W literaturze pojęcie zarządzania złożem rozumiane jest różnie. Hickman zwraca uwagę na różne podejścia do procesu zarządzania złożem, jakie dominowały w latach 90. (Hickman 1995). Zarządzanie złożem było opisywane jako – zastosowanie istniejącej technologii w proces poszukiwań i eksploatacji złoża, lub zarządzanie zaawansowanymi technologiami, lub planowanie długoterminowe, lub rozwiązywanie problemów związanych ze złożem przez zespół ekspertów lub wręcz jako zdrowy rozsądek. Autor przytacza definicje Thakura, który przyrównał proces zarządzania złożem do judyżu – gdzie efektem podjętej akcji jest maksymalizacja efektu: zysku lub liczby odkrytych złóż węglowodorów w danej jednostce geologicznej o wartości ekonomicznej. Thakur zespół menadżerów porównuje do świetnie skoordynowanej drużyny piłkarskiej. Woods i Abib definiują zarządzanie złożem, jako dynamiczny proces formułowania i stosowania optymalnych strategii na etapie zagospodarowania i eksploatacji złoża. Raza zwrócił uwagę na trzy logiczne cechy procesu zarządzania złożem, które dominują w różnych wariantach definicji tego pojęcia (Raza 1992):

- zarządzanie złożem musi być procesem ciągłym;
- obszar wydobywania jest źródłem wiedzy o rejonie i potencjalnych odkryciach, źródłem zysku i przewagi konkurencyjnej firmy;
- dążenie do redukcji czasu i kosztów.

Hickman definiuje zarządzanie złożem, jako „strategię organizowania systemowego podejścia do wydobywania przez łączenie badań dotyczących technologii w celu maksymalizacji wartości aktywów złoża, a samo zarządzanie złożem nie jest techniką tylko strategią maksymalizacji wartości”. W takim rozumieniu, nadrzędnym celem działania firmy wydobywczej powinno być tworzenie wartości dodanej dla właściciela złoża i interesariuszy projektu inwestycyjnego. W podejściu Hickmana można zauważyć sprzężenie zwrotne pomiędzy procesem zarządzania przez wartość i tworzeniem wartości dla akcjonariuszy a procesem zarządzania ryzykiem i niepewnością. Schneider uzupełnia definicję

Hickmana, wymieniając czynniki zwiększające wartość analizowanego złoża (Schneider 1992):

- wiedza o rejonie wydobywczym,
- udział w infrastrukturze,
- długoterminowa polityka wydobywcza,
- „balansowanie” przepływami CF, jako rezultat polityki podatkowej, profilu produkcji, stabilności siły roboczej, restrukturyzacji firmy wydobywczej.

Autor zwraca uwagę na konieczność szerszego spojrzenia na proces zarządzania złożem – już na etapie udzielania koncesji poszukiwawczych czy wydobywczych, nazywając ten proces zarządzaniem obszarem wydobywczym (ang. *acrege portfolio*). Zarządzanie złożem identyfikuje przede wszystkim z postawą inwestora wobec ryzyka, a proces zarządzania złożem z kompleksowym zarządzaniem ryzykiem i niepewnością.

Podejście do zarządzania złożem z lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku nie zmieniło się istotnie do dnia dzisiejszego – zarządzanie złożem jest rozumiane jako strategiczne zarządzanie ryzykiem lub kompleksowe zarządzanie ryzykiem, które jest silnie związane z koncepcją zarządzania przez wartość i nawiązuje do tworzenia wartości dla akcjonariuszy (Walls 2004; Chapman, Ward 2004).

Kluczowym etapem w procesie zarządzania ryzykiem jest identyfikacja źródeł ryzyka, czyli podział na kategorie ryzyka. Kolejne etapy to ocena poziomu ryzyka, manipulowanie ryzykiem rozumiane jako sterowanie, reagowanie na ryzyko oraz ostatni etap – obserwacja i kontrola ryzyka. Do podstawowych metod reagowania na ryzyko, według Allaira i Firsirotu, należy (Allaire, Firsirotu 2000):

- unikanie ryzyka, czyli wybór projektu lub rozwiązania obciążonego mniejszym ryzykiem;
- transfer ryzyka, przeniesienie odpowiedzialności lub konsekwencji na inną grupę interesu poza projekt (np. ubezpieczyciela);
- podział ryzyka (np. porozumienie partnerskie typu farm-out lub leasingu);
- łagodzenie ryzyka, zmniejszenie prawdopodobieństwa jego wystąpienia lub minimalizowanie jego skutków;
- akceptacja ryzyka, czyli przyjęcie i udźwignięcie wszelkich konsekwencji.

Courtney, Kirkland i Viguerie zaproponowali schemat ułatwiający określenie poziomu ryzyka i niepewności związanej z decyzjami strategicznymi (Courtney i in. 2004). Każdemu poziomowi niepewności i ryzyka autorzy przypisali możliwe do zastosowania narzędzia analizy i strategie postępowania, ilustrując licznymi przykładami ze swej praktyki menadżerskiej. Autorka rozszerzyła koncepcję autorów, przypisując poszczególnym poziomom niepewności etap rozpoznania złoża węglowodorów, kategorię zasobów oraz metody szacowania zasobów złoża (tab. 2).



TABELA 2

**Poziomy ryzyka i niepewności a etapy „życia” projektu inwestycyjnego**

POZIOM NIEPEWNOŚCI	NARZĘDZIA ANALITYCZNE W SZACOWANIU ZASOBÓW	ETAP „ŻYCIA” PROJEKTU INWESTYCYJNEGO
IV – prawdziwa niejasność. Zasoby perspektywiczne	analogie, rozkłady prawdopodobieństwa na podstawie historii regionu	poszukiwanie
III – identyfikacja możliwych zdarzeń w przyszłości. Zasoby warunkowe	drzewo decyzyjne, modele złoża (symulacja MC)	poszukiwanie, zagospodarowanie
II – różne scenariusze rozwoju złoża. Zasoby stwierdzone – prognostyczne	analiza decyzyjna, opcje realne, teoria gier	zagospodarowanie, eksploatacja
I – dość precyzyjnie ustalona przyszłość. Zasoby stwierdzone – możliwe	metoda bilansowa, metody wolumetryczne	eksploatacja

Źródło: opracowanie własne.

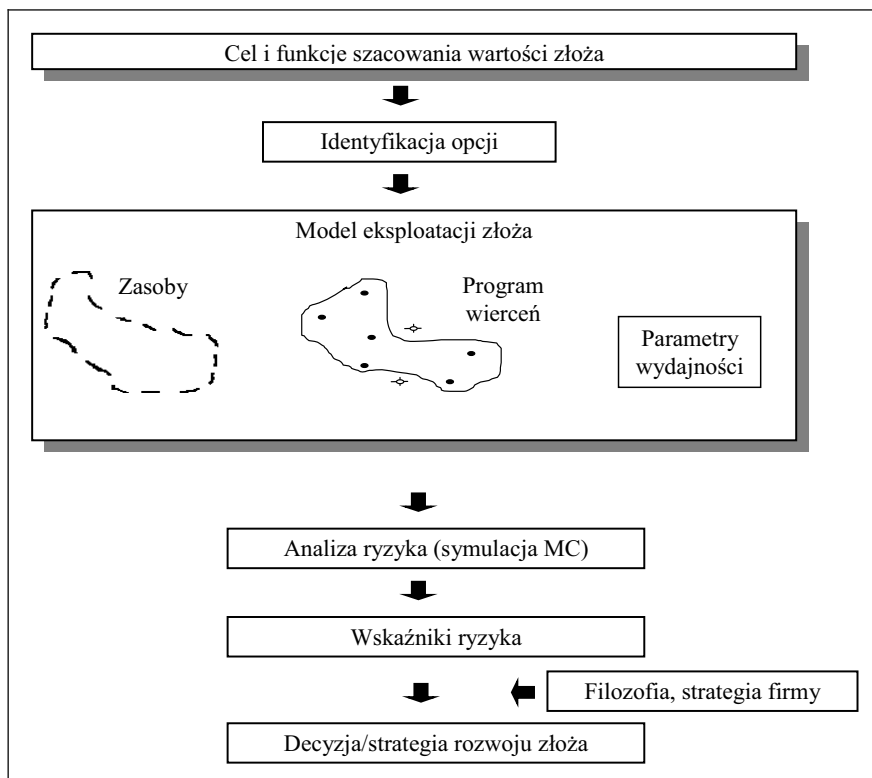
Niepewność na poziomie czwartym występuje przede wszystkim przy realizacji projektów inwestycyjnych w niepewnych politycznie rejonach, gdzie trudno przewidzieć potencjalne przepisy prawne dotyczące kwestii własności, podatków, warunków transakcji handlowych. W takich warunkach decyzje strategiczne, co do rozwoju projektu są bardzo trudne, a oszacowana wartość projektu ma szeroki przedział. Niepewność poziomu czwartego ma przejściowy charakter i w miarę upływu czasu przesuwa się na poziom trzeci lub drugi.

Na trzecim poziomie niepewności istnieje możliwość określenia możliwych zdarzeń w przyszłości, a każdemu zdarzeniu można przypisać szansę jego wystąpienia na podstawie analogicznych sytuacji z przeszłości lub innych projektów.

Poziom drugi to opis możliwych scenariuszy rozwoju złoża, a narzędzia analizy ryzyka i niepewności na tym etapie pochodzą z teorii decyzji i teorii opcji.

Poziom pierwszy to w miarę precyzyjna ocena sytuacji, a w przypadku złoża, ocena zasobów za pomocą metod bilansowych i wolumetrycznych – miarą wartości jest NPV dla złoża dobrze rozpoznanego.

Ponieważ większość problemów dotyczy etapu poszukiwań i zagospodarowania złoża, czyli odpowiada poziomowi drugiemu i trzeciemu niepewności, stąd bardzo bogata literatura i sposoby rozwiązywania analizy decyzyjnej na tym etapie.



**Rys. 1.** Model kompleksowego zarządzania złożem i jego wartością.  
 Źródło: opracowanie własne na podstawie (Chow, Armondin 2000)

Rysunek 1 przedstawia schemat kompleksowego zarządzania złożem i jego wartością, zaproponowany przez Chowa i Armondina (Chow, Armondin 2000). Autorzy podkreślają, że cel i funkcje wyceny determinują proces oceny ryzyka, a w konsekwencji strategiczne decyzje dotyczące rozwoju projektu inwestycyjnego czyli złoża. Podobne podejście prezentuje Chapman i Ward (Chapman, Ward 2004). Autorzy wybór strategii rozwoju złoża wiążą z kosztami ryzyka, zwracają uwagę, że proces zarządzania złożem jest integralną częścią kompleksowego zarządzania ryzykiem przedsiębiorstwa, a efektywne zarządzanie ryzykiem jest możliwe tylko wówczas, gdy realizowane jest na poszczególnych poziomach i w każdej jednostce przedsiębiorstwa. Takie podejście do zarządzania ryzykiem preferuje Instytut Zarządzania Projektami (PMI, [www.pmi.org](http://www.pmi.org)) – organizacja non-profit zrzeszająca osoby profesjonalnie zajmujące się zarządzaniem projektami, której podstawowym celem jest rozwój teoretyczny i praktyczny dziedziny zarządzania projektami. Opracowany przez PMI „Guide to the Project Management Body of Knowledge” uznawany jest za obowiązujący standard w zarządzania projektami.

## 4. Podsumowanie

Kompleksowe zarządzanie ryzykiem i niepewnością projektu inwestycyjnego lub złoża posiada wymiar wewnętrzny – jako czynnik decyzji strategicznych oraz wymiar zewnętrzny – postrzeganie firmy przez rynki finansowe i potencjalnych inwestorów.

Kompleksowe zarządzanie ryzykiem złoża obejmuje tzw. proaktywne zarządzanie, które zakłada elastyczne dostosowywanie się do zmian w otoczeniu i umiejętne wykorzystywanie szans pojawiających się w otoczeniu przedsiębiorstwa.

Kompleksowe zarządzanie ryzykiem złoża jest nie tylko źródłem kosztów, ale przede wszystkim wartości złoża.

### LITERATURA

- [1] *Allaire Y., Firsirotu M.A.*: Myślenie strategiczne. PWN, Warszawa 2000.
- [2] *Chapman C., Ward S.*: Why Risk Efficiency is a Key Aspect of Best Practice Projects. *International Journal of Project Management*, vol. 22, pp. 619–632, 2004.
- [3] *Chow C.V., Arnodin M.C.*: Managing Risks Using Integrated Production Models: Process Description. *JPT*, vol. 52, no. 3, pp. 54–57, 2000.
- [4] *Courtney H., Kirkland J., Viguier P.*: Strategia w warunkach niepewności. *Harvard Business Review Polska*, wrzesień, s. 109–125, 2004.
- [5] *Dias M.A.G.*: Valuation of Exploration and Production Assets: An Overview of Real Option Models. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, no. 44, pp. 93–114, 2004.
- [6] *Hickman T.S.*: The Evolution of Economic Forecasts and Risk Adjustments in Property Evaluation in the U.S. *J. Petrol. Technol.*, February, pp. 220–225, 1991.
- [7] *Hickman T.S.*: A Rationale for Reservoir Management Economics. *J. Petrol. Technol.*, October, pp. 886–890, 1995.
- [8] *Ikoku C.U.*: Natural Gas Reservoir Engineering. John Wiley&Sons, New York 1984.
- [9] *Jasmin A.*: An Investigation into the Expression of Uncertainty in Property Valuations. *Journal of Property Investment & Finance*, vol. 23, no. 3, pp. 269–285, 2005.
- [10] *Lerche I., MacKay A.J.*: Economic Risk in Hydrocarbon Exploration. Academic Press, San Diego, California 1999, USA.
- [11] *Newendorp P., Schuyler J.*: Decision Analysis for Petroleum Exploration. 2nd Edition. Planning Press<sup>TM</sup>, Aurora, Colorado 2000.
- [12] *Otis R.M., Schneidermann N.*: A Process for Evaluating Exploration Prospect. *AAPG Bulletin*, vol. 81, no. 7, pp. 1087–1109, 1997.
- [13] *Pritchard C.L.*: Zarządzanie ryzykiem w projektach. Teoria i praktyka. WIG-PRESS, Warszawa 2002.
- [14] *Raza S.H.*: Data Acquisition and Analysis: Foundational to Efficient Reservoir Management. *J. Petrol. Technol.*, April 1992, pp. 446–450.
- [15] *Schneider G.*: Acreage Portfolio Management. *J. Petrol. Technol.*, September 1992, pp. 878–983.
- [16] *Schuenemeyer J.H.*: A Framework for Expert Judgment to Assess Oil and Gas Resources. *Natural Resources Res.*, vol. 11, pp. 97–107, 2002.
- [17] *Suslick S.B., Furtado R.*: Quantifying the Value of Technological, Environmental and Financial Gain in Decision Models for Offshore Oil Exploration. *J. of Petroleum Science & Engineering*, vol. 32, pp. 115–125, 2001.
- [18] *Suslick S.B., Schiozer D.J.*: Risk Analysis Applied to Petroleum Exploration and Production: An Overview. *Journal of Petroleum Science & Engineering*, vol. 44, pp. 1–9, 2004.
- [19] *Walls M.R.*: Combining Decision Analysis and Portfolio Management to Improve Project Selection in the Exploration and Production Firm. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, vol. 44, pp. 55–65, 2004.

- [20] *Walls M.R., Clyman D.R.*: Risky Choice, Risk Sharing and Decision Analysis: Implication for Managers in the Resource Sector. *Resources Policy*, vol. 24, no. 1, pp. 49–57, 1998.
- [21] *Zabalza-Mezghani I., Manceau E., Feraille M., Jordan A.*: Uncertainty Management: from Geological Scenarios to Production Scheme Optimization. *Journal of Petroleum Science and Engineering*, vol. 44, pp. 11–25, 2004.