

Zofia Wilimowska

Politechnika Wroclawska

Joanna Szczepańska

Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Nysie

CASH-FLOW-AT-RISK **W OCENIE RYZYKA INWESTYCJI**

Streszczenie: W artykule poruszono tematykę inwestycji i ryzyka. Metody badania opłacalności inwestycji oparte są na przepływach pieniężnych. W artykule zaprezentowana została metoda zawarcia elementu ryzyka w kalkulacji przepływów pieniężnych. Została ona zaproponowana przez Riskmetrics Group we współpracy z różnymi działami J.P. Morgan. Pokazano, jak zasady *Value-at-Risk* mogą być zastosowane w warunkach funkcjonowania przedsiębiorstwa.

Słowa kluczowe: ryzyko, inwestycje rzeczowe, zarządzanie, miara ryzyka.

1. Wstęp

Inwestycje są nieodłącznym elementem działalności firmy. Bycie konkurencyjnym na rynku oznacza dokonywanie ciągłych inwestycji, które w przyszłości bliższej lub dalszej przyczynią się do uzyskania lepszych wyników działalności przedsiębiorstwa poprzez zwiększenie wydajności produkcji czy też poprawę jakości produkowanych wyrobów i świadczonych usług. W związku z tym, że nakłady ponoszone są w chwili obecnej, a wyniki gospodarcze, które inwestor planuje osiągnąć dzięki inwestycji, spodziewane są dopiero w przyszłości, ogromną rolę w procesie inwestycji odgrywa badanie jej opłacalności. Cała trudność polega na tym, że już dzisiaj inwestor powinien przewidzieć wszystkie scenariusze rozwoju wydarzeń, aby skalkulować, czy w efekcie końcowym jego działalność okaże się opłacalna, czy nie. Bardzo uniwersalną definicję inwestycji stworzył J. Hirschleifer (1965): „Inwestycja jest w istocie bieżącym wyrzeczeniem dla przyszłych korzyści. Problem polega na tym, że teraźniejszość jest względnie dobrze znana, natomiast przyszłość jest tajemnicą. Przeto inwestycja jest wyrzeczeniem się pewnego dla niepewnej korzyści” [Jajuga, Jajuga 1994, s. 13-14].

Ryzyko rozumiane jest jako niebezpieczeństwo wystąpienia efektu inwestowania niezgodnego z oczekiwaniami. W literaturze odróżnia się pojęcie ryzyka od po-

jęcia niepewności. Podział ten oparty jest na możliwości zastosowania miar statystycznych do szacowania niepewności.

Generalny podział ryzyka to podział na:

- **ryzyko dywersyfikowalne (niesystematyczne, wewnętrzne, specyficzne)**, które związane jest z działaniami przedsiębiorstwa w sferze operacyjnej, finansowej i inwestycyjnej. Źródłami tego rodzaju ryzyka są czynniki mezo- i mikro-gospodarcze. „Jak pokazują badania rynku kapitałowego, ryzyko specyficzne stanowi od 60 do 80% ryzyka całkowitego firmy” [Tarczyński 2002, s.164];
- **ryzyko rynkowe, tzw. niedywersyfikowalne**, na którego redukcji najbardziej zależy inwestorom i które ma największy wpływ na powodzenie bądź fiasko danego przedsięwzięcia inwestycyjnego. Zaliczyć tu możemy wiele czynników makroekonomicznych, jak np. wysokość inflacji, tempo wzrostu PKB, prowadzoną przez państwo politykę fiskalną, monetarną czy też ogólnoswiatową koniunkturę na rynku. Ryzyko to dotyczy wszystkich realizowanych projektów inwestycyjnych, przy uwzględnieniu różnej wrażliwości projektów na to ryzyko. Ten rodzaj ryzyka jest podstawową determinantą premii z tytułu ryzyka dla poszczególnych projektów inwestycyjnych.

Metody badania opłacalności inwestycji oparte są na przepływach pieniężnych. Według B. Włoszczowskiego „Tylko stosowanie dyskontowych metod bezwzględnej oceny opłacalności może zapewnić podjęcie właściwej bezwzględnej decyzji inwestycyjnej” [Włoszczowski 2000, s. 25].

Wiele badań skupia się na poszukiwaniu metod badania opłacalności inwestycji uwzględniających ryzyko inwestowania. W artykule pominięto rozważania doboru właściwej stopy dyskontowej. Skupiono się głównie na sposobie ujęcia ryzyka w prognozowanych przepływach pieniężnych, a szczególnie na bazie Corporate Metrics Technical Document.

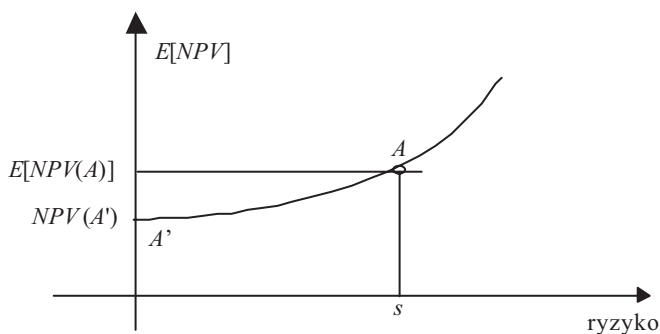
2. Metoda ekwiwalentu pewności

W metodzie ekwiwalentu pewności zakłada się, że strumienie pieniężne są zmiennymi losowymi. Oczekiwany NCF oblicza się przez dyskontowanie szacowanego strumienia CF_t po r_f (stopie wolnej od ryzyka), a następnie – po uwzględnieniu ryzyka projektu, otrzymaniu zaktualizowanego NCF_p , mnożąc jego wartość oryginalną przez pewien współczynnik pewności α_i [Wilimowska, Wilimowski 2001]. Metoda ta wywodzi się z teorii użyteczności i jest związana ze stosunkiem decydenta do ryzyka. Równoważnik pewności definiuje się jako wartość otrzymaną z pewnością, która ma tę samą użyteczność co wartość oczekiwana niepewnej decyzji. Oznacza to, że decydent traktuje równorzędnie ryzykowną wartość A oraz nie obciążoną ryzykiem wartość A' (rys. 1).

Wartość $NPV(A')$ jest równoważnikiem pewności wartości $E[NPV(A)]$.

Wartość współczynnika α_i jest określana przez decydenta. Zależy od:

- niepewności związanej z przyszłymi przepływami pieniężnymi (dla każdego okresu decydent może uwzględniać inny poziom ryzyka),



Rys. 1. Krzywa obojętności

Źródło: [Wilimowska, Wilimowski 2001].

- stosunku decydenta do ryzyka (im wyższa jest awersja do ryzyka decydenta, tym niższa jest wartość równoważnika, bo większa jest premia za ryzyko),

$$\alpha_t = \frac{\text{zwrot pewny}}{\text{zwrot ryzykowny}}.$$

Współczynnik α_t [0,1] odzwierciedla szansę uzyskania oczekiwanego NCF_t w chwili t i wówczas

$$PNPV = -NINV(\alpha_0) + \sum_{t=1}^n \frac{NCF_t \alpha_t}{(1+r_f)^t}.$$

Dyskontowanie następuje po stopie wolnej od ryzyka, a nie po koszcie kapitału firmy, ponieważ α_t zawiera w sobie całe ryzyko. Zwykle im większe t , tym mniejsze jest α_t , jako że z odległością w czasie zwiększa się niepewność otrzymania oczekiwanego NCF_t . Dla różnych projektów rozważanych w firmie α_t są różne, w zależności od ryzyka samego projektu. W metodzie tej korygowane są wyłącznie przepływy pieniężne. Stopa dyskontowa jest traktowana jako wolna od ryzyka i pewna.

Równoważnik pewności przepływu pieniężnego ($\alpha_t NCF_t$) w roku t stanowi część przepływu pieniężnego otrzymanego z pewnością, którą decydent ceni w tym samym stopniu, co wartość oczekiwaną tego przepływu $E(NCF_t)$.

Im niższa wartość współczynnika równoważnika pewności (α_t), tym wyższe ryzyko projektu inwestycyjnego według oceny inwestora. Wynika stąd, że skorygowana wartość NPV jest niższa niż wartość oczekiwana NPV .

Przykład

Firma analizuje projekt inwestycji A. Wartości równoważnika pewności α_t i przewidywane przepływy pieniężne z inwestycji w kolejnych latach przedstawiono w tab. 1. Stopa wolna od ryzyka wynosi $r_f = 20\%$.

Tabela 1. Niepewne przepływy pieniężne i wartości równoważnika pewności w kolejnych latach inwestycji

Lata	0	1	2	3	4	5	6
NCF (tys. zł)	-128,6	-62	-21,3	48,59	85,36	112,54	318,57
α_t	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7
$\alpha_t \times NCF$ (tys. zł)	-128,6	-58,9	-19,2	41,3	68,3	84,4	223,0

$$PNPV = \sum_{t=0}^n \frac{\alpha_t NCF_t}{(1 + R_f)^t} = -25,56 \text{ tys. zł.}$$

Wartość NPV bez równoważnika pewności, przy założeniu 20-procentowej stopy dyskontowej, wynosi 26,14 tys. zł.

3. CorporateMetrics

Metodologia opracowana przez RiskMetrics Group, instytucję wyłonioną z J.P. Morgan, skupia się wyłącznie na szeroko pojętym ryzyku rynkowym, które jest wspólne dla wszystkich podmiotów gospodarczych. Nie bierze pod uwagę ryzyka finansowego czy operacyjnego. Ze względu na różną specyfikę działalności przedsiębiorstw nie jest możliwe stworzenie uniwersalnej metody łącznej oceny ryzyka wewnętrznego (dywersyfikowalnego) i zewnętrznego (niedywersyfikowalnego). Skala oddziaływania (*magnitude*) ryzyka rynkowego do ryzyka biznesu jest także różna dla różnych przedsiębiorstw.

W CorporateMetrics Technical Dokument zaproponowano metodologię typu *Value-at-Risk*. Za pomocą metodologii VaR przedsiębiorstwa są w stanie wyliczyć potencjalny wpływ ryzyka rynkowego na wyniki finansowe. Podstawą pomiaru ryzyka jest tutaj badanie rozkładu statystycznego zmian wartości aktywów (zysków i strat) pod wpływem zmian czynników rynkowych za pomocą symulacji. Podczas symulacji dla każdego scenariusza zmian rynkowych dokonywane są przeliczenia zysku netto czy przepływów pieniężnych.

W podejściu opartym na symulacji duży zbiór scenariuszy stóp rynkowych służy do wygenerowania rozkładu przyszłych wyników finansowych. Zaletą tego podejścia jest możliwość szczegółowego opisanego rozkładu przyszłych wyników finansowych, z którego można uzyskać wiele miar ryzyka. Jest to korzystne zwłaszcza dla firm, których finansowe wyniki zmieniają się nieliniowo w stosunku do zmian stóp rynkowych, w przypadku których techniki analityczne nie mogą zapewnić elastyczności potrzebnej do opisanego szczegółowego rozkładu wyników. W sytuacji, kiedy wyniki finansowe są liniową funkcją stóp rynkowych, odpowiednie są

podejścia analityczne. Wadą podejścia opartego na symulacji jest duża złożoność obliczeniowa.

Procedura pomiaru ryzyka rynkowego składa się z pięciu głównych kroków:

Krok 1. Zdefiniowanie miernika (*metric specification*)

Określenie finansowego wyniku, dla którego będzie określane ryzyko. Mogą to być zyski albo przepływy pieniężne. Możliwe do wyliczenia miary ryzyka to:

- EaR (*Earnings-at-Risk*),
- EPSaR (*Earnings-per-Share-at-Risk*),
- CFaR (*Cash-Flow-at-Risk*).

Należy również określić horyzont prognozy i poziom ufności.

Miary ryzyka zdefiniowane w CorporateMetrics skupiają się na pomiarze maksymalnej utraty wyniku finansowego w stosunku do jego planowanego poziomu (dla określonego poziomu ufności) w związku z występowaniem ryzyka rynkowego.

Earnings-at-Risk można określić jako maksymalny spadek zysku w stosunku do określonej wartości, który może nastąpić w związku z wpływem ryzyka rynkowego na określone zmienne, w określonym przedziale czasowym, dla danego poziomu ufności. (*The maximum shortfall of earnings, relative to a specified target, that could be experienced due to the impact of market risk on a specified set of exposures, for a specified reporting period and confidence level.*)

Analogicznie: **Cash-Flow-at-Risk** można określić jako maksymalny spadek poziomu przepływów pieniężnych w stosunku do określonej wartości, który może nastąpić w związku z wpływem ryzyka rynkowego na określone zmienne, w określonym przedziale czasowym, dla danego poziomu ufności. (*The maximum shortfall of net cash generated, relative to a specified target, that could be experienced due to the impact of market risk on a specified set of exposures, for a specified reporting period and confidence level.*)

W pracy [Zarządzanie... 2007, s. 383] CFaR zdefiniowano jako górną wielkość, o jaką może być mniejszy przepływ pieniężny przedsiębiorstwa w porównaniu z planowaną wielkością w rozpatrywanym okresie. Inaczej mówiąc, prawdopodobieństwo, że zrealizowany przepływ pieniężny będzie niższy od planowanego przepływu pieniężnego o więcej niż CFaR, jest równe zadanemu (niskiemu) poziomowi tolerancji. CFaR stanowi więc swego rodzaju „zagrożenie” planowanej wielkości przepływu pieniężnego. Definicja ta może być zilustrowana wzorem:

$$P(CF \leq CF_0 - CFaR) = \alpha,$$

gdzie: CF – przepływ pieniężny w rozpatrywanym okresie (jest to zmienna losowa),

$CFaR$ – przepływ pieniężny zagrożony,

CF_0 – planowany przepływ pieniężny w rozpatrywanym okresie,

α – poziom tolerancji.

Krok 2. Stworzenie mapy ekspozycji (*exposure mapping*)

Należy zidentyfikować wszystkie komponenty zysku czy też odpowiednio przepływów pieniężnych, których wartości się zmieniają pod wpływem zmian warunków rynkowych.

Aby zaprognozować wyniki finansowe w zależności od różnych scenariuszy warunków rynkowych, należy w pierwszej kolejności określić za pomocą równań lub sprawozdań pro forma, jak są powiązane wyniki finansowe i stopy rynkowe. Równania i sprawozdania pro forma są określane jako mapy ekspozycji (*exposure maps*). Są to więc zależności między mierzoną wartością a czynnikami ryzyka zawartymi w poszczególnych scenariuszach rynkowych symulacji. Z. Szczerbetka [2002, s. 96] podkreśla, że mapa ekspozycji będzie wiernie przedstawiać model finansowy przedsiębiorstwa tylko wtedy, gdy zostaną w nim odzwierciedlone przyjęte przez spółkę zasady rachunkowości. „Dla ryzyka rynkowego istotne znaczenie będą miały zasady rachunkowości wszelkich transakcji, które narażone są na ryzyko rynkowe, np. zmiany kursów walut, stóp procentowych, cen surowców, a więc transakcje zakupu materiałów, przychody ze sprzedaży w walutach obcych, koszt odsetek, dochód z inwestycji itd. Brane są pod uwagę transakcje już zawarte, istniejące aktywa i zobowiązania, jak i prognozowane przyszłe transakcje, np. emisja obligacji. Jednocześnie w modelu finansowym odzwierciedlone będą również transakcje pochodne, które spółka zawarła w celu zabezpieczenia oraz ewentualnie w celach symulacji, transakcje proponowane, których wpływ spółka chce ocenić, a więc uwzględnić należy wszystkie reguły księgowo MSR 39, łącznie z rachunkowością zabezpieczeń” [Szczerbetka 2002, s. 96-97]. Uwzględnienie skutków podatkowych w budowie modelu CFaR będzie miało również istotne znaczenie dla efektywnego zarządzania ryzykiem.

Krok 3. Generowanie scenariuszy (*scenario generation*)

Stworzenie dużej liczby scenariuszy obrazujących możliwe do uzyskania wyjściowe wartości w zależności od wejściowych parametrów, które są określone poprzez zbiór stóp rynkowych w danym przedziale czasowym.

1. Dla każdego horyzontu czasowego określonego w kroku 1 należy określić rozkład prawdopodobieństwa stóp rynkowych zidentyfikowanych w kroku 2.

2. Tworzenie scenariuszy poprzez pobieranie wartości z każdego rozkładu i plotowanie wartości jako funkcji czasu.

Pojedynczy scenariusz obrazuje unikalną ścieżkę, którą stopy rynkowe mogą obrać w danym horyzoncie czasowym. Zestaw scenariuszy definiuje spectrum (*range*) różnych ścieżek, którymi stopy rynkowe mogą podążać w określonym przedziale czasowym.

Prognozowanie długoterminowe jest procesem bardzo skomplikowanym.

Krok 4. Szacowanie (*valuation*)

Kalkulacja przyszłych wyników finansowych na bazie poszczególnych scenariuszy stóp rynkowych. Poprzez wprowadzenie odpowiedniego scenariusza kształtowania się stóp rynkowych do mapy ekspozycji otrzymujemy określoną wartość

przyszłego wyniku finansowego. Powtarzając ten proces dla każdego scenariusza, otrzymujemy rozkład wyników finansowych.

Krok 5. Pomiar ryzyka (*risk measure computation*)

Kalkulacja statystyk ryzyka na bazie otrzymanego rozkładu wyników finansowych. Możemy otrzymać takie miary, jak: odchylenie standardowe (*standard deviation*), poziom ufności (*confidence level*), maksymalna strata w stosunku do określonego poziomu (*maximum shortfall relative to target*), przeciętny spadek (*average shortfall*).

Tabela 2. Przykłady informacji możliwych do uzyskania dzięki CFaR

Planowanie i prognozowanie	<ul style="list-style-type: none"> O ile poziom zysku netto może się różnić od zakładanego w budżecie wskutek zmian czynników ryzyka rynkowego? Czy jest on istotny? Czy czynniki rynkowe mogą spowodować ograniczenia w realizacji strategii firmy, np. konieczność wstrzymania wydatków lub nawet kryzys finansowy? Jakie elementy biznesu firmy najbardziej wpływają na wielkość ryzyka rynkowego, np. jaki jest efekt przyjętego systemu rozliczeń, polityki cenowej, polityki inwestycyjnej, polityki finansowania, polityki podatkowej?
Strategie hedgingowe i kontrola ryzyka	<ul style="list-style-type: none"> Jaki będzie efekt w postaci wpływu na zysk narażony na ryzyko, danej strategii hedgingowej (portfela transakcji zabezpieczających)? Która strategia hedgingowa będzie optymalna, tj. przyniesie oczekiwane ograniczenie ryzyka najmniejszym kosztem lub najmniejszą utratą przychodów?
Płynność i wskaźniki finansowe	<ul style="list-style-type: none"> Jaka może być maksymalna ujemna wartość godziwa zawartych transakcji zabezpieczających, z jakim prawdopodobieństwem i w jakiej kwocie spółka może być zmuszona do wniesienia depozytu zabezpieczającego? Na jaki maksymalny wpływ pieniężny spółka powinna być przygotowana z powodu rolowania transakcji? Czy spółka utrzyma wskaźniki finansowe w granicach wymaganych w umowach kredytowych?
Rachunkowość/MSR 39	<ul style="list-style-type: none"> Czy dana strategia zabezpieczająca spełnia wymogi MSR 39 dotyczące skuteczności zabezpieczenia przez cały okres zabezpieczenia? Jakie jest prawdopodobieństwo, że przekroczone zostaną granice 80-125% skuteczności wskazywane przez MSR 39? Jaki potencjalny wpływ może mieć na wynik spółki zmiana zasad rachunkowości np. zmiana sposobu wyznaczenia powiązań zabezpieczających (MSR 39), sposób kapitalizacji odsetek, kwalifikacji aktywów i zobowiązań finansowych itp.?
Opodatkowanie	<ul style="list-style-type: none"> Jaka jest efektywność i realny koszt strategii po uwzględnieniu efektu podatkowego? Jaki wpływ może wyrzucić strategia na sytuację podatkową firmy, np. możliwość odzyskania strat podatkowych? Jak powinna wyglądać optymalna strategia zabezpieczająca uwzględniająca efekt podatkowy? Jaki skutek będzie miało zastąpienie jednego instrumentu innym, o podobnym profilu ryzyka, ale odmiennym ujęciu podatkowym?

Źródło: na podstawie [Szczerbetka 2002, s. 98].

W literaturze [Zarządzanie... 2007, s. 383] została zaproponowana procedura wyliczenia CFaR składająca się z siedmiu etapów:

1) dekompozycja składników przepływu pieniężnego,

- 2) wyodrębnienie składników przepływu pieniężnego istotnie narażonych na ryzyko,
- 3) identyfikacja czynników ryzyka dla składników narażonych na ryzyko,
- 4) konstrukcja modeli zależności składników przepływu pieniężnego od czynników ryzyka,
- 5) symulacja wartości czynników ryzyka,
- 6) symulacja wartości składników przepływu pieniężnego oraz ich agregacja,
- 7) wyznaczenie kwantyli rozkładów przepływu pieniężnego. Otrzymana wartość CFaR powinna być porównana z wartością, która jest akceptowalna ze względu na potencjalną wielkość ryzyka.

Ponieważ przedsiębiorstwa są narażone nie tylko na ryzyko rynkowe, ale również na takie ryzyko, jak ryzyko biznesu, ryzyko finansowe, ryzyko patentu, ryzyko strajku załogi, operacyjne i katastroficzne, to metodologia CorporateMetrics mogłaby być rozszerzona również o te rodzaje ryzyka. Wymagałoby to opracowania bardziej złożonych scenariuszy, które w połączeniu z mapami ekspozycji umożliwiłyby symulację zmian wyników finansowych w zależności od wszystkich określonych czynników ryzyka, nie tylko rynkowych. Proces wyliczania CFaR oparty jest na symulacji, która stwarza dynamiczną analizę oszacowania projektu poprzez budowanie przypadkowych scenariuszy, zgodnych z wyobrażeniami o ryzyku, jakie ma inwestor.

4. Podsumowanie

Analiza ryzyka nie jest substytutem dla zwykłego procesu szacowania opłacalności inwestycji, ale raczej narzędziem, które ulepsza, uzupełnia jego wyniki. Analiza ryzyka wspiera więc proces podejmowania decyzji poprzez udostępnienie inwestorowi określonej miary ryzyka.

Mimo wspomnianych trudności z zastosowaniem symulacji „ciągły rozwój komputerowych technik przygotowania i analizowania informacji zapewne przyczyni się do wzrostu zainteresowania metodami symulacji, dzięki którym osiąga się lepszą wiedzę o rozpiętości ryzyka w porównaniu do metod analitycznych” [Ostrowska 2002, s. 202].

Literatura

- Brealey R.A., Myers S.C., *Podstawy finansów przedsiębiorstw*, t. 1, PWN, Warszawa 1999.
- Brigham E.F., Gapenski L.C., *Zarządzanie finansami*, PWE, Warszawa 2000.
- CorporateMetrics™ – Technical Document, J.P. Morgan, New York 1996, <http://www.riskmetrics.com/> (12.02.2008).
- Gawron H., *Ocena efektywności inwestycji*, AE, Poznań 1997.
- Iwin J., Niedzielski Z., *Rzeczowy majątek trwały. Amortyzacja i inwestycje rzeczowe w finansach przedsiębiorstw*, PWN, Warszawa 2002.

- Jajuga K., Jajuga T., *Jak inwestować w papiery wartościowe*, PWN, Warszawa 1994.
- Michalak A., *Finansowanie inwestycji w teorii i praktyce*, PWN, Warszawa 2007.
- Ostrowska E., *Ryzyko projektów inwestycyjnych*, PWE, Warszawa 2002.
- Pritchard C.L., *Zarządzanie ryzykiem w projektach – teoria i praktyka*, Wydawnictwo WIG-Press, Warszawa 2002.
- Szczerbetka Z., *Cash-flow-at-risk i Earnings-at-risk jako narzędzia zarządzania ryzykiem w dobie MSR 39*, „Rynek Terminowy” 2002, nr 3 (17).
- Tarczyński W., *Fundamentalny portfel papierów wartościowych*, PWE, Warszawa 2002.
- Thiel H., *Zasady ekonometrii*, PWN, Warszawa 1979.
- Wilimowska Z., Wilimowski M., *Sztuka zarządzania finansami*, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego Sp. z o.o., Bydgoszcz 2001.
- Włoszczowski B., *O wadliwości niektórych metod oceny projektów inwestycyjnych*, „Monitor Rachunkowości i Finansów” 2000, nr 11.
- Zarządzanie ryzykiem*, red. K. Jajuga, PWN, Warszawa 2007.

CASH-FLOW-AT-RISK – INVESTMENT RISK ASSESSMENT

Summary: The article deals with investment and risk. Investment evaluation methods are based on cash flows. The article presents a method of incorporating the element of risk into cash flows calculation. The method was proposed by Riskmetrics Group in conjunction with a variety of different groups within J.P. Morgan. It shows how the principles of Value-at-Risk can be applied in the corporate environment.