

**Katarzyna Gwóźdź, Zofia Wilimowska**

Politechnika Wrocławska

---

## **METODY VAR I EKWIWALENTU PEWNOŚCI W SZACOWANIU OPLACALNOŚCI INWESTYCJI RZECZOWYCH**

---

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono metody szacowania opłacalności inwestycji rzeczowych uwzględniających ryzyko i zaprezentowano przeprowadzone badania, oparte na inwestycji zrealizowanej w wybranym przedsiębiorstwie, metodami ekwiwalentu pewności oraz VaR.

**Słowa kluczowe:** metody szacowania opłacalności, ekwiwalent pewności, VaR.

### **1. Ocena efektywności inwestycji rzeczowych**

Zdolność podejmowania trafnych decyzji w każdej działalności przedsiębiorczej jest kluczowym czynnikiem rozwojowym. Każda firma powinna pomnażać wartość posiadanych zasobów między innymi poprzez inwestowanie, aby realizować swoje cele. Niestety każda decyzja inwestycyjna obciążona jest ryzykiem i niepewnością, wynikającą z braku wiedzy dotyczącej przyszłych skutków podjętej decyzji. W ocenie efektywności inwestycji powszechnie stosowane są metody dynamiczne, takie jak: NPV, IRR, pozwalające w prosty i szybki sposób ocenić opłacalność planowanej inwestycji. Jednakże metody te nie uwzględniają w swej ocenie ryzyka, które towarzyszy każdej inwestycji i każdej podejmowanej decyzji.

#### **1.1. Ryzyko w procesie podejmowania decyzji inwestycyjnych**

Ryzyko jest nieodzownym zjawiskiem towarzyszącym prowadzeniu działalności gospodarczej. Z punktu widzenia przedsiębiorcy czynnik ten świadczy o powodzeniu rozważanej inwestycji lub jego braku. W związku z tym uwzględnienie ryzyka inwestowania podczas analizy efektywności, którą wykonuje się w celu podjęcia racjonalnej decyzji inwestycyjnej, jest bardzo ważne. Dlatego też ryzyko stało się katalizatorem rozwoju metod skupiających się wokół uwzględniania ryzyka w procesie szacowania opłacalności inwestycji.

W odniesieniu do decyzji inwestycyjnych ryzyko oznacza brak pewności co do osiągnięcia pożądanego dochodu z inwestycji w stosunku do zaplanowanego na eta-

pie podejmowania decyzji [Sierpińska, Jachna 2005]. Ryzyko jest zatem odchyleniem od stanu planowanego – oczekiwanego. Czynnikiem ten jest także utożsamiany z mierzalną częścią niepewności. Termin ryzyko w przypadku rzeczowych projektów inwestycyjnych pojmowany jest na ogół jako „występowanie dającej się skwantyfikować możliwości zaistnienia sytuacji, że rzeczywiste nakłady na projekt i (lub) rzeczywiste efekty inwestowania będą się odchylały niekorzystnie od pierwotnie oszacowanych (przyjętych). Skala możliwych różnic (odchyłeń) pomiędzy rzeczywistą i pierwotnie przyjętą wartością odzwierciedla wielkość ryzyka” [Marcinek 2001, s. 80]. Wszystkie podejmowane decyzje w przedsiębiorstwie opierają się na prognozie przyszłych warunków, przewidywania te z kolei obarczone są niepewnością co do skutków podjętych decyzji. Niepewność ta wynika z braku możliwości ustalenia wszystkich czynników mających wpływ na rozważane przedsięwzięcie inwestycyjne, dlatego każdej decyzji towarzyszy ryzyko, że podjęte decyzje mogą okazać się nieracjonalne i przyniosą inne skutki niż oczekiwane.

## 1.2. Wybrane metody szacowania opłacalności inwestycji rzeczowych uwzględniające ryzyko

Analizując efektywność danego przedsięwzięcia, racjonalny decydent powinien dążyć do maksymalizacji stopy zwrotu i minimalizacji ryzyka. Pomiar ryzyka danej inwestycji jest bardzo ważny. Dzięki kwantyfikacji ryzyka decyzje mogą być podjęte racjonalnie, co nie narazi firmy na niebezpieczeństwo wystąpienia efektu niezgodnego z oczekiwaniami. Mając na uwadze podjęcie racjonalnej decyzji, której skutki nie będą zbyt mocno odbiegały od oczekiwań co do danej inwestycji, należy, szacując inwestycję, uwzględnić ryzyko. W literaturze przedmiotu opisanych zostało wiele metod, które w oparciu o powszechne wskaźniki efektywności inwestycji (*NPV*), nie tylko obrazują poziom ryzyka, ale niekiedy pozwalają na jego minimalizację [Wrzosek (red.) 2008; Rogowski 2004; Wilimowska 2001]. Przedstawicielami metod pozwalających rozpoznawać ryzyko lub eliminować wymieniony element są: metoda ekwiwalentu pewności oraz VaR.

### 1.2.1. Ekwiwalent (równoważnik) pewności

Metoda ekwiwalentu pewności (zwana także równoważnikiem pewności) z uwagi na kryterium stosowanej techniki analizy ryzyka należy do grupy metod korygowania efektywności. Metody przyporządkowane tej grupie oparte są na korektach wybranych parametrów rachunku efektywności inwestycji i uwzględniają ryzyko poprzez narzuty na zmienne wykorzystywane we wskaźnikach oceny efektywności inwestycji. Biorąc zaś pod uwagę sposób ujmowania ryzyka w procesie decyzyjnym metoda równoważnika pewności zaliczana jest do metod bezpośrednio ujmujących ryzyko [Rogowski 2004]. Metoda ekwiwalentu wywodzi się z teorii użyteczności i jest powiązana ze stosunkiem inwestora do podejmowania ryzyka [Wilimowska

2001; Pawłowski 2007]. Ekwiwalent pewności definiowany jest jako: „wartość otrzymana z pewnością, która ma tę samą użyteczność co wartość oczekiwana niepewnej decyzji” [Sierpińska, Jachna 2005, s. 391]. W metodzie tej korekta wskaźnika oceny efektywności dotyczy przepływów pieniężnych w każdym roku. Zatem mówiąc ściślej, ekwiwalentem pewności przepływu pieniężnego jest otrzymana z pewnością część wartości przepływu pieniężnego, którą inwestor ceni identycznie jak oczekiwaną wartość tego przepływu. Jest to wartość oczekiwana z pewnością, mająca tę samą użyteczność, co wyższa wartość oczekiwana, co do której nie ma pewności jej otrzymania. Przepływy zwane równoważnikami pewności dyskontowane są za pomocą stopy dyskontowej nie obciążonej ryzykiem. Ekwiwalent pewności przepływów pieniężnych netto ustalany jest jako iloczyn tych przepływów i współczynników ekwiwalentu pewności w kolejnych okresach obliczeniowych [Wrzosek (red.) 2008; Wilimowska, Szczepańska 2010]. Współczynniki te ustalane są z następującej formuły<sup>1</sup>:

$$e_t = \frac{(1+r_f)^t}{(1+r_f+r_{pr})^t}, \quad (1.1)$$

gdzie:  $e_t$  – współczynnik ekwiwalentu pewności w kolejnym roku  $t$ ,  
 $r_f$  – stopa zwrotu wolna od ryzyka,  
 $r_{pr}$  – premia za ryzyko,  
 $t = 0, 1, \dots, n$  – kolejny rok okresu obliczeniowego.

Współczynnik ekwiwalentu pewności można także opisać zależnością między przepływami pieniężnymi netto obciążonymi ryzykiem a równoważnikiem pewności<sup>2</sup>:

$$e_t = \frac{NCF_{tPEW}}{NCF_{tNIEP}}, \quad (1.2)$$

gdzie:  $e_t$  – współczynnik ekwiwalentu pewności,  
 $NCF_{tPEW}$  – wolne od ryzyka przepływy zw. równoważnikami pewności,  
 $NCF_{tNIEP}$  – niepewne przepływy pieniężne.

Współczynnik równoważnika pewności może przyjmować wartości z przedziału  $0 \leq e_t \leq 1$ , a poziom wartości tego współczynnika maleje w miarę wzrostu ryzyka [Ostrowska 2002; Wilimowska, Szczepańska 2010].

Skorygowana wartość bieżąca netto, będąca kryterium akceptacji przedsięwzięcia, za pomocą ekwiwalentu pewności przyjmie postać<sup>3</sup>:

<sup>1</sup> Współczynnik ekwiwalentu pewności [Sierpińska, Jachna 2005, s. 391].

<sup>2</sup> Współczynnik ekwiwalentu pewności II [Wrzosek (red.) 2008, s. 224].

<sup>3</sup> Skorygowana wartość NPV [Wrzosek (red.) 2008, s. 224].

$$NPVc = \sum_{t=0}^n e_t NCF_{tNIEP} a_t = \sum_{t=0}^n NCF_{tPEW} a_t, \quad (1.3)$$

gdzie:  $NPVc$  – skorygowana wartość NPV,  
 $e_t$  – współczynnik równoważnika pewności w roku  $t$ ,  
 $a_t$  – współczynnik dyskonta obliczony dla stopy zwrotu wolnej od ryzyka,  
 $NCF_{tPEW}$  – wolne od ryzyka przepływy zw. równoważnikami pewności,  
 $NCF_{tNIEP}$  – niepewne przepływy pieniężne.

Metoda równoważnika pewności przypisuje ryzyko oddzielnie każdemu przepływowi pieniężnemu netto, kryterium akceptacji danego przedsięwzięcia jest identyczne jak w przypadku miernika  $NPV$ . Zatem inwestycja jest opłacalna, kiedy skorygowana wartość wartości bieżącej netto ( $NPV$ ) jest większa, równa zero. Jedną z zalet metody ekwiwalentu jest prostota dokonywania obliczeń. Innym argumentem, przemawiającym na korzyść tej metody, jest uwzględnianie zróżnicowania ryzyka przepływów pieniężnych netto, których poziom w rzeczywistości może od siebie odbiegać [Rogowski 2004].

### 1.2.2. Value at Risk

Biorąc pod uwagę, jako kryterium podziału metod uwzględniających ryzyko, stosowaną technikę analizy ryzyka, Value at Risk należy do grupy metod probabilistyczno-statystycznych. Metoda VaR, zwana wartością zagrożenia, czyli „wartość ryzykowana, a więc maksymalna kwota, jaką można stracić przy inwestowaniu o określonym horyzoncie czasu i przy założeniu danego poziomu ufności” [Ostrowska 2002, s. 30]. Metoda ta jest bardzo popularna jako miara ryzyka rynkowego, choć znajduje zastosowanie również do innych rodzajów ryzyka (np. ryzyka operacyjnego). VaR jest to: „strata wartości rynkowej taka, że prawdopodobieństwo osiągnięcia jej lub przekroczenia w zadanym przedziale czasowym jest równe zadanemu poziomowi tolerancji” [Pera 2008, s. 274]. Jest ona uniwersalna, przez co ułatwia porównanie miar ryzyka, a ryzyko wyrażone poprzez VaR jest łatwe w interpretacji, jednakże przy gwałtownych zmianach warunków panujących na rynku okazuje się być bezużyteczna [Spremann 2006]. „VaR jest funkcją kwantyla rozkładu wartości inwestycji na końcu rozpatrywanego przedziału czasowego” [Pera 2008, s. 275]. Poprzez VaR określić można maksymalną kwotę, jaką można stracić w wyniku inwestycji w określonym czasie i przy zadanym poziomie ufności [Spremann 2006; Halikowska, Halikowski 2010]. Zadany poziom istotności rozumiany jest jako poziom prawdopodobieństwa ( $\alpha$ ). Wobec czego istnieje  $(1-\alpha)$  szans, że wartość badanego projektu odchyli się o wartość mniejszą niż obliczone  $VaR$  od tego projektu [Pera 2008]. W literaturze przedmiotu eksponowane są dwie najczęściej stosowane metody obliczania  $VaR$  [Best 2000; Halikowska, Halikowski 2010]:

- Podejście wariancji/kowariancji – w tym wypadku do liczenia  $VaR$  stosowany jest model statystyczny, zakładający, że zmiany badanej cechy charakteryzowane są rozkładem normalnym.
- Metody symulacji (symulacja historyczna i symulacja metodą Monte Carlo) – podstawą metod symulacyjnych w obliczaniu  $VaR$  jest sposób kształtowania się poszczególnych danych (dla symulacji historycznej tym sposobem są dane historyczne, dla Monte Carlo jest to kształtowanie się zmiennych w zaprojektowanym modelu). Wartość  $VaR$  wyznacza się na podstawie określonego kwantyla rozkładu wartości danych.

## 2. Prezentacja wyników badań

Badanie empiryczne zostało przeprowadzone na przykładzie realnej inwestycji zrealizowanej w wybranym przedsiębiorstwie. Rozważana inwestycja polegała na: zakupie, montażu i uruchomieniu linii do produkcji napojów (mleka, śmietanek UHT), a szacowany całkowity nakład na inwestycję wyniósł: 5 678 005 zł. Badanie polegało na oszacowaniu efektywności inwestycji rzeczowej z wykorzystaniem metody ekwiwalentu pewności i VaR. Dokonana ocena efektywności wymienionymi metodami jest analizą *ex post*. Do wykonania obliczeń skorzystano z arkusza kalkulacyjnego Excel. Prezentowane wyniki badania metodami ekwiwalentu i VaR odnoszą się do wyznaczonej uprzednio wartości  $NPV$ . Wyniki obliczania  $NPV$  prezentuje tab. 1, w której zamieszczone zostały prognozowane przepływy pieniężne, współczynnik dyskontujący określony za pomocą stopy dyskontowej  $WACC$  (ok. 8%). Wyznaczone wartości posłużyły obliczeniu zdyskontowanych przepływów pieniężnych.

Tabela 1.  $NPV$  – wyniki

Okres	Przepływy	Współczynnik dyskontujący	Zdyskontowane przepływy
0	-5 678 005	1	-5 678 005
1	6 655 320	1,080594104	6 158 945
2	4 949 494	1,167683618	4 238 729
3	5 136 951	1,261792033	4 071 155
4	5 331 907	1,363485032	3 910 499
5	5 537 074	1,473373886	3 758 091
6	5 595 705	1,592119135	3 514 627
7	5 654 989	1,72043455	3 286 954
8	5 714 932	1,859091432	3 074 046
9	5 775 541	2,00892324	2 874 944
10	8 884 131	2,170830609	4 092 503
<b>NPV</b>			<b>33 302 488</b>

Źródło: opracowanie własne.

Wartość zaktualizowana netto wskazuje na opłacalność badanej inwestycji. Wyniki badań metodą NPV skonfrontowane zostały z wynikami, otrzymanymi w wyniku zastosowania wymienionych metod.

### 2.3. Metoda ekwiwalentu pewności

W tabeli 2 przedstawione zostały wyniki badania opłacalności inwestycji rzeczowej przeprowadzone metodą ekwiwalentu pewności. Współczynnik ekwiwalentu został wyznaczony na podstawie stopy wolnej od ryzyka, niepewne przepływy pieniężne – są to prognozy przepływów pieniężnych. Natomiast równoważniki pewności zostały wyznaczone na podstawie przekształcenia wzoru 1.2. W pozostałej części tabeli znajdują się wartości współczynnika dyskonta oraz zdyskontowane pewne przepływy pieniężne.

**Tabela 2.** Ekwiwalent pewności

Okres	Współczynnik ekwiwalentu	<i>NCFniep</i>	<i>NCFpew</i>	Współczynnik dyskonta	Zdyskontowane przepływy
0	1	-5 678 005	5 678 005	1	-5 678 005
1	0,925071437	6 655 320	6 156 646	0,961538462	5 919 852
2	0,855757164	4 949 494	4 235 565	0,924556213	3 916 018
3	0,79163651	5 136 951	4 066 598	0,888996359	3 615 191
4	0,732320324	5 331 907	3 904 664	0,854804191	3 337 723
5	0,677448615	5 537 074	3 751 083	0,821927107	3 083 117
6	0,626688364	5 595 705	3 506 763	0,790314526	2 771 446
7	0,579731505	5 654 989	3 278 375	0,759917813	2 491 296
8	0,536293057	5 714 932	3 064 878	0,730690205	2 239 476
9	0,496109389	5 775 541	2 865 300	0,702586736	2 013 122
10	0,458936625	8 884 131	4 077 253	0,675564169	2 754 446
<b>NPVc</b>				<b>suma</b>	<b>26 463 682</b>

Źródło: opracowanie własne.

Pewna część wartości przepływu pieniężnego, ceniona przez inwestora tak jak oczekiwana wartość tego przepływu, wynosi 26 463 682 zł. Odnosząc poziom *NPV* otrzymany metodą ekwiwalentu, do wyznaczonej wartości oczekiwanej *NPV* (33 302 488 zł), możemy zauważyć istotną różnicę pomiędzy uzyskanymi wynikami. Różnica bliska 7 000 000 zł jest znaczącą kwotą, stanowiącą ok. 20% wyznaczonej wartości *NPV*. Zatem inwestor może mieć pewność, iż uzyska ok. 80% określonej wartości zaktualizowanej netto, wobec czego pozostałe 20% jest niepewne, czyli ryzykowne. W przypadku zbadanej inwestycji jest ona nadal opłacalna, gdyż *NPVc* jest większe od zera [Gwóźdź 2010].

## 2.4. Metoda Value at Risk

Pomiar opłacalności inwestycji rzeczowej wykonany metodą Value at Risk został zrealizowany z wykorzystaniem metody symulacyjnej. Badanie symulacyjne przeprowadzone zostało metodą Monte Carlo i miało na celu zasymulowanie kształtowania się wskaźnika *NPV* badanego projektu. Tabela 3 przedstawia fragment całej tabeli (po „zamrożeniu” funkcji przeliczania), w której dokonanych zostało 250 powtórzeń losowań szacowania wartości zaktualizowanej netto. Wyniki zaimplementowane zostały do szacowania wartości zagrożonej – *VaR*.

**Tabela 3.** Value at Risk – wyniki cząstkowe

Lp.	Wartość <i>NPV</i>	Zmiana <i>NPV</i>	Zmiana zadana
1	33 689 907		
2	34 328 530	638 623	-20 100 896
3	28 524 360	-5 804 170	-19 227 095
4	31 699 409	3 175 049	-15 672 366
5	34 690 899	2 991 490	-15 077 723
6	28 762 587	-5 928 312	-13 589 443
7	34 895 614	6 133 027	-13 371 999
8	29 325 825	-5 569 789	-12 846 814
9	31 106 518	1 780 693	-12 739 843
10	34 515 949	3 409 431	-12 135 954
11	29 537 741	-4 978 208	-11 702 815
12	29 569 226	31 485	-11 501 532
13	32 807 514	3 238 288	-11 429 279
14	32 828 436	20 921	-11 183 159
15	31 312 492	-1 515 943	-10 628 145
16	33 359 660	2 047 168	-10 565 917
17	27 317 778	-6 041 882	-10 561 641
18	30 916 548	3 598 770	-10 232 118
19	33 045 299	2 128 752	-10 118 795
20	30 999 295	-2 046 004	-10 020 453
247	35 425 510	3 949 687	16 252 925
248	34 477 620	-947 890	16 764 433
249	32 250 505	-2 227 114	16 768 159
250	39 667 100	7 416 595	17 958 148

Źródło: opracowanie własne.

Kolumna pierwsza prezentuje ilość dokonanych powtórzeń w 1 badaniu symulacyjnym. Kolumna „wartość *NPV*” zawiera dane uzyskane w wyniku przeprowadzenia 1 badania symulacyjnego metodą Monte Carlo. Kolejnym etapem prowadzącym do obliczenia *VaR* było wyznaczenie zmian wartości *NPV* oraz posortowanie tych zmian w kolejności rosnącej (co zostało zaprezentowane w pozostałej części tabeli).

Ostatnim krokiem było wyznaczenie kwantyla rozkładu zmian badanej wartości, co zostało zaprezentowane w tab. 4 (w tym celu posłużono się funkcją percentyla).

Wobec tak wyznaczonej wartości *VaR* można stwierdzić, że maksymalną kwotą, jaką można stracić przy założonym poziomie istotności ( $\alpha = 0,05$ ), jest 11 435 590 zł lub, mówiąc inaczej, istnieje 95% szans, że wartość badanego projektu (mierzona wskaźnikiem *NPV*) odchyli się o wartość mniejszą niż 11 435 590 zł.

Wracając do pojęcia ryzyka, określanego jako odchylenie od wartości oczekiwanej, planowanej, można powiedzieć, że ryzyko związane z badaną inwestycją, mierzone odchyleniem od prognozowanej wartości *NPV*, kształtuje się na poziomie ok. 11 mln zł. Prawdopodobieństwo, z jakim strata jest wyznaczona poprzez miernik *VaR*, jest istotnym elementem podejmowania decyzji. Mając informację, na temat prawdopodobieństwa wystąpienia danego zjawiska, łatwiej jest decydentowi podjąć racjonalną decyzję. Ma on swobodę do zaakceptowania lub nie danego poziomu tolerancji. Tak zaprezentowane dane pokazują obraz realizacji możliwych scenariuszy, które kształtowane są poprzez różne poziomy wartości miernika *NPV* wraz z różnymi wielkościami odchylenia od wyznaczonej wartości wskaźnika efektywności.

**Tabela 4.** *VaR* przy zadanym poziomie prawdopodobieństwa

Percentyl	<i>VaR</i>
5%	-10 961 153
10%	-8 730 731
15%	-7 140 924
20%	-6 341 044
25%	-4 999 621
30%	-3 581 657
35%	-2 792 369
40%	-2 342 700
45%	-1 241 341
50%	-40 329
55%	1 073 584
60%	1 800 366
65%	2 816 852
70%	3 509 168
75%	4 320 764
80%	6 224 111
85%	7 874 913
90%	9 082 855
<b>95%</b>	<b>11 435 590</b>
100%	17 958 148

Źródło: opracowanie własne.

### 3. Podsumowanie przeprowadzonych badań

Inwestorzy zainteresowani są głównie szybką i prostą oceną planowanej inwestycji. Nastawieni na zysk chcą przede wszystkim poznać odpowiedź na najważniejsze pytanie, czyli czy inwestycja jest opłacalna. Oznacza to, że najczęściej stosowanymi metodami są powszechnie znane metody (np. dynamiczne). Jednakże właściciele firm nie zawsze zdają sobie sprawę, że w czasie oceny inwestycji pomijane jest ryzyko będące nierozłącznym elementem podejmowania każdej decyzji. Chociaż ryzyko jest nieuniknionym czynnikiem funkcjonowania każdej organizacji, nauka wykształciła wiele różnych metod szacowania opłacalności inwestycji. Część z nich pozwala ograniczać, redukować lub też rozpoznawać poziom ryzyka związany z rozważaną inwestycją. Dzięki temu można dokładniej określić, czy realizacja danej inwestycji jest opłacalna dla przedsiębiorstwa. Mając na uwadze zarówno poziom, jak i fakt ryzyka inwestycji, należy podejmować racjonalne decyzje, nie szkodzące interesowi organizacji. Czy decyzja będzie wiązała się z akceptacją realizacji danej inwestycji, zależy



w głównej mierze od postaw inwestora (neutralność, awersja, skłonność do podejmowania ryzyka). Wybrane metody powinny obrazować ryzyko związane z inwestycją, tak aby podjęta decyzja była jak najbardziej racjonalna. Niestety pomimo wielu możliwości szacunkowych, nie można wykluczyć wszystkich rodzajów ryzyka. Inwestowanie jest obarczone ryzykiem i jedynie świadomość możliwych skutków pozwala na wyeliminowanie stochastyczności. Posługując się narzędziami informatycznymi, analiza wyliczonymi metodami może być równie prosta i szybka, jak w przypadku powszechnie stosowanych metod. Pomimo że nie można do końca wyeliminować elementu ryzyka, można minimalizować występowanie odchyłeń od planowanych wartości, dokonując rzetelnych i szczegółowych analiz inwestycyjnych, posługując się między innymi zaprezentowanymi metodami.

Metoda ekwiwalentu pewności, a w szczególności koncepcja Value at Risk – stają się coraz bardziej popularnymi metodami wykorzystywanymi w rachunku efektywności inwestycji. Są dosyć łatwym narzędziem, pozwalającym zobrazować poziom ryzyka badanej inwestycji, co z kolei prowadzi do podjęcia racjonalnej decyzji, która będzie opłacalna dla inwestora – a badana inwestycja pomnoży zasoby przedsiębiorstwa, co jest jednym z głównych celów prowadzenia działalności gospodarczej.

## Literatura

- Best P., *Wartość narażona na ryzyko, obliczanie i wdrażanie modelu VaR*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2000.
- Gwóźdz K., *Efektywność inwestycji rzeczowych z uwzględnieniem ryzyka inwestowania*, praca magisterska, Politechnika Wroclawska, promotor Z. Wilimowska, Wrocław 2010.
- Halikowska A., Halikowski D., *Value at Risk as an Effective Tool to Manager Investor Risk*, [w:] Z. Wilimowska, L. Borzemski, A. Grzech, J. Świątek (red.), *Information System Architecture and Technology – IT Models in Management Process*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.
- Marcinek K., *Ryzyko projektów inwestycyjnych*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Katowicach, Katowice 2001.
- Ostrowska E., *Ryzyko projektów inwestycyjnych*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2002.
- Pawłowski J., *Wybrane metody oceny efektywności finansowej przedsięwzięć gospodarczych*, wydanie II zmienione i poprawione, Wydawnictwo Uniwersytetu Łódzkiego, Łódź 2007.
- Pera K., *Koncepcja VaR (value at risk) w pomiarze ryzyka surowcowego projektu inwestycyjnego*, *Gospodarka Surowcami Mineralnymi*, tom 24, zeszyt 4/4, Polska Akademia Nauk 2008.
- Rogowski W., *Rachunek efektywności przedsięwzięć inwestycyjnych*, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2004.
- Sierpińska M., Jachna T., *Ocena przedsiębiorstwa według standardów światowych*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2005.
- Spremann K., *Porfoliomanagement*, 3. Auflage, R. Oldenburg Verlag, München – Wien 2006.
- Wilimowska Z., Wilimowski M., *Sztuka zarządzania finansami, część 2*, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego Sp. Z o.o., Bydgoszcz 2001.

Wilimowska Z., Szczepańska J., *Cash-Flow-at-Risk w ocenie ryzyka inwestycji*, [w:] *Finanse przedsiębiorstw*, Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu nr 98, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego, Wrocław 2010.

Wrzosek S. (red.), *Ocena efektywności inwestycji*, Wydawnictwo Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu, Wrocław 2008.

## **VAR AND CERTAINTY EQUIVALENT (CE) IN NON-FINANCIAL INVESTMENT ESTIMATION**

**Summary:** The first, theoretical part of the work includes the risk-adjusted methods of non-financial investment assessment and the research of a real investment carried out in the chosen company. The second one includes the results of research.