

# Strukturalne i zredukowane modele pomiaru ryzyka kredytowego wykorzystywane w praktyce bankowej

## Structural and reduced credit risk measurement models used in banking practice

**Przemysław Noetzel**

German CFA Society

### Abstract

This article compares four popular models of credit risk measurement in terms of the scope of information used by the models, the characteristics of the risk as subject of the modeling and their use in the management of credit portfolios. These models can be assigned to one of two classes: structural and reduced form models. Structural models base on the assumption that the modeling person has full information about the assets and liabilities of the company and based on this knowledge is able to determine the moment of a credit event. Reduced form models use only the information base that is available on the market. This gives them an advantage in practical risk evaluation. The article is a modified part of the author's doctoral dissertation titled "Use of credit derivatives in managing the debt portfolio of the bank."

**Keywords:** structural models, KMV, CreditMetrics, CreditRisk+, Credit Portfolio View

### Wstęp

W ostatnich latach, wypracowanych zostało wiele modeli pozwalających na mierzenie ryzyka kredytowego banku, z uwzględnieniem efektów portfelowych. Żaden z tych modeli nie został jednakże zaakceptowany, jak obowiązujący standard branżowy. W praktyce znajdują wykorzystanie, przede wszystkim, cztery modele pomiaru ryzyka kredytowego (Huschens, Locarek-Junge 2000): CreditMetrics opracowany przez bank J.P. Morgan, CreditRisk+ banku Credit Suisse, Credit Portfolio View firmy doradczej McKinsey oraz model KMV agencji Moody's. Są to skom-

plikowane narzędzia, które różnią się w przynajmniej trzech punktach. Są to, definicja ryzyka, koncepcja techniczna i wykorzystane bazy danych empirycznych (Wahrenburg, Niethen 2000).

Definicja ryzyka wykorzystana przy konfiguracji modelu, determinuje, jak szeroko rozumiane jest ryzyko kredytowe w danym modelu. Naturalnie wszystkie cztery odzwierciedlają straty powodowane niewypłacalnością kontrahentów, nie wszystkie jednak biorą pod uwagę wiarygodność kredytową kredytobiorców.

Techniczna koncepcja opisuje formalne warunki ramowe modelu, czyli założenia o rozkładzie obserwacji oraz wykorzystywane procedury kalkulacji i aproksymacji.

Baza danych empirycznych opisuje wybrany zbiór danych, wykorzystany przy szacowaniu parametrów modelu.

Przedstawiane modele można podzielić na dwie grupy, analogicznie do podziału metod wyceny kredytowych instrumentów pochodnych. Modele zredukowane wykorzystują bezpośrednio wartości prawdopodobieństwa zaprzestania spłat długu przez kontrahentów oraz modele strukturalne, koncentrujące się na zmianach wartości rynkowych (Huschens, Locarek-Junge 2000). Podstawą dla modeli strukturalnych, jest porównanie wartości przedsiębiorstwa do wysokości jego zobowiązań. Tym samym, w centrum rozważań znajduje się rozwój wartości aktywów przedsiębiorstwa, które modelowane zostają przy wykorzystaniu procesu Wienera. Mamy tu do czynienia z procesem stochastycznym  $\{Y_t, t \in T\}$ , który jest zdefiniowany jako rodzina zmiennych losowych  $Y$  z parametrem w obszarze  $T$ . Proces stochastyczny opisuje zazwyczaj rozwój w czasie rozkładu zmiennej losowej  $Y$ . Jest to proces ciągły, czyli zmiany zmiennej losowej występują w sposób ciągły. Przy tym, przyszłe zmiany są niezależne od zaszłych przed obserwowanym momentem czasu  $t$ . Ta właściwość określana jest jako własność Markowa (Hampe 1998), W modelach strukturalnych oznacza to, że przedsiębiorstwo nie obsłuży długu, jeżeli na koniec ustalonego w umowie kredytowej okresu, wartość zobowiązań jest wyższa od wartości firmy. Zaniechanie obsługi długu jest równoznaczne z wykonaniem przez dłużnika, nabytej przy zawarciu umowy kredytu, opcji sprzedaży przedsiębiorstwa kredytodawcy. Model może zostać rozszerzony o możliwość bankructwa przed terminem zapadalności długu. Cechą wspólną wszystkich wariantów modelu jest centralna rola losowego charakteru zmian wartości aktywów (Wahrenburg, Niethen 2000).

Modele zredukowane bazują na założeniu, iż niedotrzymanie warunków jest zdarzeniem losowym, wynikającym ze spadku wartości przedsiębiorstwa (Jajuga 2009). Głównym przedmiotem badań modeli zredukowanych jest analiza wystąpienia danego zdarzenia kredytowego. W ten sposób, w każdym skokowym prze-

dziale czasu, może dojść do niewypłacalności lub zmiany wiarygodności kredytowej dłużnika. Prawdopodobieństwo takiego zdarzenia jest zmienne, zależy od doboru i wag czynników mających na nie wpływ. Czynniki te wpływają na różne kredyty i w ten sposób powodują, że mimo, iż prawdopodobieństwa niewypłacalności i zmiany wiarygodności kredytowej modelowane są jako niezależne zdarzenia, podlegają one zmianom o tym samym kierunku. W wyniku tego, nie są one niezależne, lecz ze sobą skorelowane (Wahrenburg, Niethen 2000).

Z wymienionych na początku metod, do modeli zredukowanych można zaliczyć CreditRisk+ oraz CreditPortfolioView, zaś do modeli strukturalnych Credit Metrics oraz KMV.

Odnosnie definicji ryzyka, można stwierdzić, że jedynie model CreditRisk+ ogranicza się do ryzyka niewypłacalności<sup>1</sup>, podczas gdy pozostałe modele uwzględniają również straty na skutek zmian wartości rynkowej tytułu dłużnego, spowodowanych pogorszeniem się wiarygodności kredytowej dłużnika.

Podobne różnice obserwowalne są w źródłach danych wykorzystywanych w modelach. Modele zredukowane wykorzystują czynniki makroekonomiczne oraz wpływy branżowe i sektorowe. Modele strukturalne posługują się rentownością akcji jako sygnałem rozwoju wartości przedsiębiorstwa, czyli mają bardziej mikroekonomiczny charakter. Poza tym, metody te różnią się między sobą modelowaniem stopy odzyskania należności nieściągalnych w przypadku bankructwa. Wszystkie różnice prezentuje Tabela 1.

**Tabela 1.** Struktura popularnych modeli pomiaru ryzyka kredytowego

	<b>CreditRisk+</b>	<b>Credit Portfolio View</b>	<b>KMV</b>	<b>Credit Metrics</b>
<b>Kategoria modelu</b>	zredukowany	zredukowany	strukturalny	Strukturalny
<b>Modelowane ryzyko</b>	Ryzyko niewypłacalności	Ryzyko niewypłacalności i ryzyko pogorszenia wiarygodności kredytowej	Ryzyko niewypłacalności	Ryzyko niewypłacalności i ryzyko pogorszenia wiarygodności kredytowej
<b>Przyporządkowanie prawdopodobieństw zdarzeń kredytowych</b>	Na podstawie wewnętrznych tabeli scoringowych / ratingu	Na podstawie ratingu lub scoringu oraz branży i regionu	EDF (expected default frequency) wyliczane na podst. wartości przedsiębiorstwa oraz jej zmian	Na podstawie ratingu

<sup>1</sup> Możliwa jest jednak integracja ryzyka pogorszenia wiarygodności kredytowej dłużnika (Huschens, Locarek-Junge 2000).

cd. Tabeli 1.

<b>Powód zdarzenia kredytowego</b>	Stochastyczna zależność liczby zdarzeń kredytowych	Stochastyczna zależność liczby zdarzeń kredytowych	Wielowariantowy; rozkład normalny rentowności akcji	Wielowariantowy; rozkład normalny rentowności akcji
<b>Powód korelacji zdarzeń kredytowych</b>	Zmienność liczby zdarzeń kredytowych i przynależność sektorowa	Rozwój koniunktury (region, branża)	Korelacja indeksów akcji (region, branża); specyficzne bankowe sub-portfele (duże przedsiębiorstwa, MSP itp.)	Korelacja indeksów akcji (region, branża)
<b>Stopa straty</b>	Stochastyczna	Stała	Stała	Stała

Źródło: opracowanie własne na podstawie (Huschens, Locarek-Junge 2000).

### Credit Portfolio View jako model zredukowany

Podejście rodem z matematyki ubezpieczeniowej, wykorzystane w modelu CreditRisk+, uwzględnia jedynie ryzyko kredytowe w wąskim znaczeniu, to jest zignorowane zostają pogorszenia wiarygodności kredytowej dłużnika. Ta optyka jest wynikiem skupienia się na niepłynnych kredytach w rachunkach bieżących (Nelken 1999). Pozostają one do zakończenia czasu trwania umowy kredytowej w księgach banku tak, że rozwój ich wartości w trakcie trwania umowy kredytowej jawi się jako nieistotny. Aby wyznaczyć rozkład zdarzeń kredytowych wykorzystując, analogicznie do teorii wyceny opcji, liczbę zdarzeń kredytowych jako zmienną, konieczne jest dokonanie wielu założeń. Samo zdarzenie kredytowe modelowane jest jako egzogeniczny proces Poissona (Gordy 2000). Jest to możliwe, gdyż jednym z założeń jest, że prawdopodobieństwa zdarzeń kredytowych w poszczególnych okresach są równe (Crouhy i in. 2000) i niezależne od liczby zdarzeń zaszłych w innych okresach. Ponadto prawdopodobieństwo poszczególnych zdarzeń jest bardzo niskie (Gordy 2000). Zazwyczaj wybierany jest za okres obserwacji jeden rok (Nelken 1999).

Aby w ostatnim kroku wyprowadzić rozkład strat portfela, należy jeszcze obliczyć, jaką wysokość strat wywołuje pojedyncze zdarzenie kredytowe. W tym celu CreditRisk+ modeluje różne, niezależne od siebie portfele cząstkowe, w których każdy kredyt, w wypadku bankructwa, cechuje ta sama stopa odzyskania należności nieściągalnych (recovery rate). Suma kredytu jest korygowana o otrzymaną

wielkość w celu wyznaczenia ekspozycji kredytowej. Recovery rates i tym samym ekspozycje kredytowe mają charakter egzogeniczny (Crouhy i in. 2000). Następnie dla każdego z portfeli cząstkowych trzeba wyliczyć funkcję prawdopodobieństwa (Wahrenburg, Niethen 2000). Na tej podstawie możliwe jest wyliczenie funkcji prawdopodobieństwa całego portfela, z której wyprowadzony zostanie rozkład strat portfela. Mało realistyczne założenie o stałości liczby zdarzeń kredytowych, może zostać usunięte i zastąpione rozkładem losowym. W efekcie wzrasta poziom skomplikowania modelu.

Sensowne jest zwrócenie uwagi na podział portfela ze względu na regiony i branże, z punktu widzenia korelacji. Generalnie zakłada się istnienie silnej korelacji zdarzeń kredytowych wewnątrz poszczególnych sektorów, podczas gdy w modelu funkcjonuje założenie o niezależności sektorów od siebie (Crouhy i in. 2000). Dokładne określenie korelacji musi zostać ocenione jako problematyczne w tym modelu. Rezygnacja z modelowania korelacji zdarzeń kredytowych tłumaczona jest niestabilnością korelacji w dziedzinie finansów oraz problemami z dostępnością danych (Nelken 1999). Głównym powodem jawi się być jednak modelowanie zdarzenia jako takiego. Definiując niewypłacalność jako zdarzenie przypadkowe bez uwzględnienia wyjściowej wiarygodności kredytowej oraz jej zmian w czasie, nie można wyprowadzić logicznie korelacji z zachodzących zdarzeń. Negatywnie trzeba również ocenić założenie o niezależności poszczególnych sektorów od siebie, która w przypadku recesji gospodarczej z pewnością nie jest dana.

Drugim z wymienionych modeli zredukowanych jest Credit Portfolio View. Jest to model mający na celu, w ramach horyzontu czasowego składającego się z niezależnych okresów, objaśnienie ryzyka kredytowego za pomocą zmiennych makroekonomicznych. Zmienne te, przykładowo stopa bezrobocia, poziom stóp procentowych czy stopa wzrostu gospodarczego, objaśniają, zarówno prawdopodobieństwo zdarzenia kredytowego, jak i zmiany wiarygodności kredytowej (Crouhy i in. 2000).

Model ten jest w stanie wykorzystać takie dane, jak informacje o liczbie bankructw lub wewnętrzne dane banków o kredytobiorcach, w celu wyznaczenia korelacji. W ten sposób uwzględnieni mogą zostać również kredytobiorcy nie posiadający ratingu. Jest to szczególnie ważne w Polsce.

Decydującym aspektem jest jednakże uwzględnienie warunków gospodarczych. Podejście to uwzględnia więc, że ratingi historyczne nie są stałe, lecz podlegają ewolucji w czasie. Credit Portfolio View modeluje zależności liczby zdarzeń kredytowych od stanu gospodarki. W czasie recesji wzrasta zarówno liczba bankructw, jak i obniżonych ratingów (Crouhy i in. 2000). Wyniki działalności kredytowej banku podlegają tym samym wahaniom cyklicznym.

Na model składają się dwa podstawowe elementy. W tak zwanym systematycznym modelu ryzyka, modelowaniu zostają poddane prawdopodobieństwa zdarzeń kredytowych wraz z ich korelacjami. W następnym etapie, określanym jako rachunek strat portfela, wyznaczany jest rozkład prawdopodobieństwa zmian wartości portfela. W tym celu, dochodzi do połączenia wyliczonych wartości prawdopodobieństwa zmiany ratingu z indywidualnym portfelem kredytowym danego banku.

Ryzyko systematyczne zajmuje się tą częścią ryzyka, której nie można wyeliminować, nawet po osiągnięciu optymalnej dywersyfikacji. Przykładowo, spadek koniunktury powoduje generalny wzrost poziomu ryzyka. Credit Portfolio View uwzględnia tę właściwość poprzez wykorzystanie wielkości makroekonomicznych, jako wskaźnika ryzyka kredytowego. Wartości prawdopodobieństwa z historycznych tabel przejścia między klasami ryzyka (ratingu), zostają zaktualizowane na podstawie obserwacji empirycznych. Pod uwagę wzięte zostaje również, że różne branże w różny sposób reagują na sytuację makroekonomiczną. Dlatego konstruowane są portfele, w których obserwowana jest czułość specyficzna dla danej branży względem stanu gospodarki (Crouhy i in. 2000) w taki sposób, że przykładowo, przedsiębiorstwom branży energetycznej przypisywany jest mniejszy związek ze wzrostem gospodarczym niż przedsiębiorstwom budowlanym. Dodatkowo uwzględnione zostaje, że korelacje poszczególnych branż między sobą, zmieniają się w zależności od cyklu koniunkturalnego. Na bazie, w przeszłości empirycznie wyznaczonych, związków między czynnikami makroekonomicznymi a danymi dotyczącymi przejścia między klasami ryzyka, przy wykorzystaniu symulacji Monte Carlo, analizowane są możliwe przyszłe scenariusze makroekonomiczne. Ma to na celu wyznaczenie wartości prawdopodobieństwa przejścia między klasami ryzyka dla każdego segmentu ryzyka, w każdym możliwym stanie otoczenia makroekonomicznego dla wybranych horyzontów czasowych. W następnym etapie, otrzymane dane wykorzystywane są do analizy portfela konkretnego banku. Przy tym rozróżnia się kredyty niesekurytyzowane, które trzymane są przez bank do końca trwania umowy kredytowej, oraz pozycje sekurytyzowane, dla których analizie podlega jedynie ryzyko w przedziale czasowym, który konieczny jest do zamknięcia danej pozycji na rynku. Wynikiem analizy są: oczekiwana ilość zdarzeń kredytowych oraz inne aspekty ryzyka całego portfela i portfeli cząstkowych.

Mimo, że rozszerzenie podejścia bazującego na przejściu między klasami ryzyka o czynniki makroekonomiczne, jawi się jako podstawowa zaleta opisywanego modelu, nie pozbawiono go jednak kilku wad. Pomysł integracji wartości makroekonomicznych, jest co prawda interesujący, jednak niejasna pozostaje empiryczna

jakość modelu oraz możliwość prognozowania przyszłości na bazie historycznych zależności.

## Modele strukturalne – CreditMetrics

Model CreditMetrics, podobnie jak opisany już Credit Portfolio View, koncentruje się na zjawisku przejścia między klasami ryzyka. W ten sposób, również w tym modelu, podstawą rozważań są prawdopodobieństwa z jakimi kredyt, w trakcie badanego przedziału czasowego, może przejść z jednej klasy wiarygodności kredytowej do innej. Ryzykiem kredytowym, w tym modelu, jest nie tylko niewypłacalność kontrahenta, ale i zmiana wiarygodności kredytowej.

W podejściu badającym zjawisko przejścia między klasami ryzyka, każdej możliwej migracji między tymi klasami w ramach wybranego systemu ratingowego, przypisywane jest konkretne prawdopodobieństwo migracji (przejścia do innej klasy). Powstaje w ten sposób macierz migracji. Zmiana wartości pozycji portfela, na skutek przejścia dłużnika z jednej klasy ratingowej do drugiej, jest powodowana faktem, że strumień przepływów pieniężnych związanych z danym kredytem jest dyskontowany z wykorzystaniem innej stopy procentowej. Wykorzystywane są przy tym struktury odsetkowe specyficzne dla danego systemu ratingowego. W związku z tym, że lepszemu ratingowi przypisywana jest niższa stopa dyskontowa, przepływy związane z kredytem z danej klasy posiadają wyższą wartość bieżącą (present value). Konsekwentnie, pogorszenie ratingu dłużnika powoduje obniżenie wartości przyznanego mu kredytu. Wartość oczekiwana kredytu kalkulowana jest bowiem, jako suma zdyskontowanych wartości specyficznych dla danego ratingu, tym niższych im gorszy rating, ważonych wartościami prawdopodobieństwa migracji.

Aby od wartości oczekiwanej móc przejść do ryzyka<sup>2</sup>, jako statystyczne parametry wykorzystywane zostają percentyle rozkładu wartości oczekiwanej. W związku z tym, że rozkład ten nie jest rozkładem normalnym, niemożliwe jest zastosowanie odchylenia standardowego. Konieczne są symulacje obejmujące cały rozkład. Prawdopodobieństwa zdarzeń kredytowych wynikają wtedy z wybranego percentylu (Crouhy i in. 2000). W tym celu, wartości obliczeń wybranych kredytów, sortowane są rosnąco i prawdopodobieństwa tych wartości sumowane tak długo, aż ich suma przewyższy wartość danego percentyla, która przykładowo dla pierwszego percentyla wynosi 1%. Odnośnie tak obliczonej sumy, można stwier-

---

<sup>2</sup> We wszystkich opisywanych modelach mierzenia ryzyka portfela kredytowego najczęściej wybieraną miarą ryzyka jest podejście Value-at-risk.

dzić, że wartość badanych kredytów z prawdopodobieństwem 99%, nie spadnie poniżej tej sumy. Różnica tak osiągniętej sumy z percentyla i wartości oczekiwanej jest maksymalnym kapitałem, który może z wybraną pewnością zostać utracony.

W ostatnim kroku, przy uwzględnieniu korelacji między ruchami migracyjnymi, między klasami ratingu, agregowane zostają zmienności poszczególnych pozycji do zmienności portfela, z której możliwe jest wyprowadzenie potencjału strat na wykorzystanym kapitale w badanym okresie (Wahrenburg, Niethen 2000). Dla uniknięcia wypaczeń statystycznych, obliczenia dokonywane są przy wykorzystaniu symulacji Monte-Carlo (Crouhy i in. 2000). Właśnie ten krok, jest jednakże największym problemem, gdyż ilość dostępnych informacji koniecznych do określenia korelacji jest niewielka. Podejściem nasuwającym się w takiej sytuacji na myśl, byłoby wykorzystanie publikowanych przez agencje ratingowe, historycznych wartości korelacji ratingu i zdarzenia kredytowego. Wadą jest w tym wypadku niewielka baza danych zdarzeń kredytowych oraz niemożność rozróżniania między rynkami i branżami. Wykorzystanie marży kredytowych jest zawodne, gdyż wpływ na nie ma również ryzyko rynkowe, co uniemożliwia osobną ocenę ryzyka kredytowego. Wykorzystanie przyporządkowanych subiektywnie korelacji, pozwala na uwzględnienie indywidualnych aspektów elementów portfela, nie może jednakże zastąpić obiektywnej podstawy wyliczeń. Wykorzystanie korelacji kursów akcji nie jest w Polsce opcją realistyczną, pomimo zalety wykorzystania zorientowanych na przyszły rozwój sytuacji danych rynkowych, gdyż jedynie niewielką część kredytobiorców stanowią przedsiębiorstwa notowane na giełdzie. Ponadto związek między wartością rynkową przedsiębiorstwa a jego wiarygodnością kredytową nie jest jednoznaczny (Offermann 2001).

## Modele strukturalne – KMV

Model KMV wykorzystuje jako podstawę obliczeń, teorię wyceny opcji, co powoduje, że ten właśnie model najbliższy jest podstawowemu modelowi Mertona. Proces zdarzeń kredytowych jest endogeniczny i determinowany głównie przez strukturę kapitałową firmy. W modelu tym, uwaga nie skupia się na klasach ratingowych, czyli grupach kredytobiorców, ale na poszczególnych dłużnikach i ich indywidualnej sytuacji. Ominięta zostaje też podstawowa wada modeli bazujących na ratingach. Zmiany ratingu są zmiennymi skokowymi sugerując, że również wiarygodność kredytowa przybiera wartości skokowe, kiedy w rzeczywistości jest ona zmienną ciągłą (Crouhy i in. 2000).



KMV z kolei modeluje wiarygodność kredytową jako funkcję struktury kapitału przedsiębiorstwa, aktualnej wartości rynkowej aktywów i jej zmienności. Na podstawie tych wielkości KMV, szacuje oczekiwaną ilość zdarzeń kredytowych, określaną jako Expected Default Frequency (EDF). Podstawą tego modelu jest więc uznanie czynników mikroekonomicznych jako zmiennych objaśniających dla zdarzeń kredytowych i poszczególnych kredytów, podczas gdy w kolejnym etapie uwzględniane są efekty dywersyfikacyjne portfela (Schierenbeck 1999).

W konkretnym przypadku wygląda to tak, że określony zostaje punkt niewypłacalności, poniżej którego nie może spaść wartość rynkowa przedsiębiorstwa, aby nie doszło do bankructwa. Granica ta wzrasta wraz z zadłużeniem, gdyż tym wyższa musi być wartość aktywów im więcej zobowiązań jest do pokrycia. Kolejnym krokiem jest wyliczenie różnicy wartości rynkowej aktywów i punktu niewypłacalności. Różnica ta wyrażana jest w postaci wielokrotności odchylenia standardowego wartości rynkowej zobowiązań przedsiębiorstwa i określana jest jako odległość od punktu niewypłacalności lub Distance from Default (DD) (Crouhy i in. 2000). Poniższy przykład pozwoli zrozumieć koncepcję modelu KMV:

Założenia:

Wartość rynkowa aktywów – 10 mld €

Horyzont czasowy – 1 rok

Oczekiwana stopa wzrostu aktywów – 10%

Odchylenie standardowe wartości rynkowej – 2 mld €

Punkt niewypłacalności – 7 mld €

Daje to odległość od punktu niewypłacalności:

$$DD = (11 - 7) / 2 = 2$$

KMV obliczyłyby następnie z dostępnych danych, ile przedsiębiorstw z podobną wartością DD przeciętnie bankrutuje. Jeżeli byłoby to przykładowo 60 przedsiębiorstw z 3000 w tej klasie wiarygodności kredytowej, dawałoby to oczekiwaną ilość zdarzeń kredytowych w przyszłym roku w liczbie<sup>3</sup>:

$$EDF = 60 / 3000 = 0,02 = 2\%$$

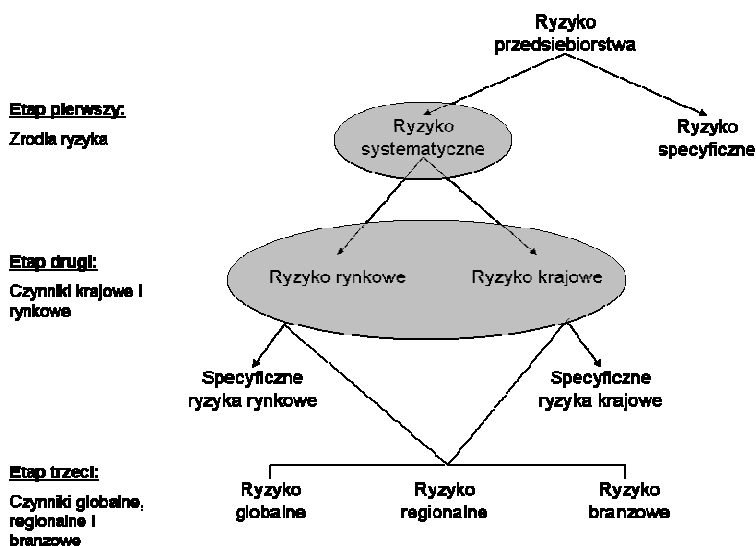
Znaczenie wysokości aktywów dla tego podejścia, kwalifikuje je jako najlepiej dopasowane do spółek akcyjnych, dla których giełda przejmuje określanie wartości

---

<sup>3</sup> Na podstawie statystyk agencji ratingowych dotyczących zdarzeń kredytowych wybrany zostaje rating dla badanego przedsiębiorstwa, którego ilość bankructw jest najbliższa otrzymanemu wynikowi.

rynkowej i eliminuje tym samym przynajmniej komplikacje przy określaniu tej wielkości (Crouhy i in. 2000]. Aby umożliwić wykorzystanie tego modelu, również przy przedsiębiorstwach nie notowanych na giełdzie, przeprowadzono wiele analiz, w celu identyfikacji związków przyczynowych między wyliczonymi wartościami rynkowymi a ich zmiennością z jednej oraz pozycjami bilansu przedsiębiorstwa i danymi z rachunku zysków i strat z drugiej strony. Poprzez porównanie tych danych i przeniesienie na podobne nienotowane przedsiębiorstwa, próbuje się powiększyć zakres wykorzystania modelu.

KMV modeluje trzystopniowy proces przedstawiony w rys. 1. W pierwszej kolejności obliczona zostaje wartość specyficzna dla danego przedsiębiorstwa. W drugiej fazie uwzględnione zostaje ryzyko krajowe i branżowe, zanim w trzeciej fazie dojdą czynniki globalne, regionalne i sektorowe.



Źródło: opracowanie własne na podst. (Crouhy i in. 2000).

Rys. 1. Wyznaczanie ryzyka w modelu KMV

W celu implementacji efektów portfelowych uwzględnione zostają w modelu wzajemne ilości zdarzeń kredytowych, tak zwane Joint Default Frequencies. Określają one prawdopodobieństwo tego, że dwa składniki aktywów portfela znajdą się równocześnie w punkcie niewypłacalności (Schierenbeck 1999). Konieczne do

wyznaczenia wspomnianych wartości korelacje, wyprowadzone zostają z notowań kursów akcji.

Zaletą modelu KMV jest wycena ryzyka kredytowego, bazująca na specyfice kredytobiorcy, w przeciwieństwie do sumarycznego przyporządkowywania dłużników do klas ratingowych, jak ma to miejsce w przypadku innych opisanych modeli. Oparcie się na kursach akcji gwarantuje aktualną i zorientowaną na przyszły rozwój wycenę aktywów. Ponadto dłużnicy mogą być klasyfikowani w ramach ciągłego spektrum wiarygodności kredytowej<sup>4</sup>, zamiast skokowych klas ratingowych.

Przy ocenie tego modelu należy stwierdzić, że związek między kapitalizacją rynkową przedsiębiorstwa a prawdopodobieństwem bankructwa, nie jest w rzeczywistości tak jednoznaczny. Problemem jawi się jednak, przede wszystkim, wykorzystanie modelu do określenia ryzyka przedsiębiorstw nienotowanych na giełdzie. Wsparcie się na porównywalnych firmach notowanych jest nieprzekonujące nawet, gdy się uzna, że kursy akcji są dobrym wskaźnikiem zmian wiarygodności kredytowej danego przedsiębiorstwa. W ten sposób, model ten budzi kontrowersje na obszarze predystynowanym do jego wykorzystania, zaś użycie go do określania ryzyka przedsiębiorstw nie notowanych na giełdzie, czyli większej części portfela kredytowego polskich banków, nie może być aktualnie rekomendowane.

## Podsumowanie

Decyzja zarządzającego portfelem, odnośnie odpowiedniego modelu pomiaru ryzyka kredytowego, musi uwzględniać zakres informacji dostępnych w procesie zarządzania. Modele strukturalne zakładają, że każdemu dostępna jest informacja odpowiadająca poziomowi wiedzy kadry zarządzającej badanego przedsiębiorstwa, czyli pełen wgląd w jego sytuację finansową. Modele zredukowane ograniczają się w swojej analizie do informacji dostępnej na rynku.

Jeżeli celem wykorzystania przedstawionych modeli jest wycena instrumentów dłużnych lub derywatów kredytowych, preferowanym narzędziem muszą być modele zredukowane. Odzwierciedla to hipotezę, że rynek nie jest w stanie, w sposób ciągły, obserwować wartości aktywów każdego przedsiębiorstwa, dyskwalifikując tym samym modele strukturalne. Mimo tego, podsumowując zaprezentowaną charakterystykę dwóch klas modeli mierzenia ryzyka kredytowego portfela, należy stwierdzić, że żaden z przedstawionych modeli nie oferuje całkowicie przekonują-

---

<sup>4</sup> DD może teoretycznie przybrać dowolną nieujemną wartość.

cego podejścia do tematyki zarządzania portfelem kredytów. Fakt, że żaden z modeli nie został uznany za standard rynkowy, tylko to podkreśla.

## Piśmiennictwo

1. Crouhy M., Galai, D., Mark, R., 2000. *A comparative analysis of current Credit risk models*. Journal of Banking & Finance 24.
2. Gordy M., 2000. *A comparative anatomy of Credit risk models*. Journal of Banking & Finance 24.
3. Hampe O., 1988. *Bewertung bei Arbitragefreiheit und Ermittlung impliziter Zinserwartungen*. dysertacja na Uniwersytecie Kolońskim.
4. Huschens S., Locarek-Junge H., 2000. *Konzeptionelle und statistische Grundlagen der Portfolioorientierten Kreditrisikomessung*. (w:) A. Oehler (red.). *Kreditrisikomanagement – Portfoliomodelle und Derivate*. Wydawnictwo Schäffer-Poeschel, Stuttgart.
5. Jajuga K., 2009. *Zarządzanie ryzykiem kredytowym*. (w:) K. Jajuga (red.). *Zarządzanie ryzykiem*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
6. Nelken I., 1999. *Implementing Credit Derivatives: Strategies and Techniques for using Credit Derivatives in Risk Management*. Wydawnictwo McGraw-Hill, Nowy Jork.
7. Offermann C., 2001. *Kreditderivate – Implikationen für das Kreditportfoliomanagement von Banken*. Wydawnictwo Josef Eul, Lohmar i Kolonia.
8. Schierenbeck H., 1999. *Ertragsorientiertes Bankmanagement, Band II: Risiko-Controlling und Bilanzstruktur-Management*. Wyd. 6, Wydawnictwo Gabler, Wiesbaden.
9. Wahrenburg, M., Niethen, S., 2000. *Vergleichende Analyse alternativer Kreditrisikomodelle*. Kredit und Kapital 2, Wydawnictwo Duncker und Humbolt, Berlin.