

Mirosław Wójciak, Aleksandra Wójcicka

Akademia Ekonomiczna w Katowicach, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu

ANALIZA PORÓWNAWCZA METOD OCENY RYZYKA KREDYTOWEGO

1. Wstęp

Nowa Bazylejska Umowa Kapitałowa nakłada na banki na całym świecie obowiązek wdrożenia surowych standardów w zakresie identyfikacji ryzyka oraz alokacji odpowiedniego kapitału w celu pokrycia ewentualnych strat. Aby to osiągnąć, konieczne jest określenie wartości m.in. takich parametrów ryzyka kredytowego, jak: prawdopodobieństwo niedotrzymania warunków umowy, współczynnik strat, wielkość ekspozycji kapitałowej czy termin rozliczenia transakcji. Zasadniczym problemem wszystkich modeli jest poprawne oszacowanie prawdopodobieństwa niedotrzymania warunków umowy (*probability of default*).

W artykule porównano dwie metody oceny ryzyka kredytowego. Pierwsza z nich oparta jest na analizie wskaźnikowej i zalicza się ją do metod klasycznych. Druga zastosowana metoda należy do tzw. nowych podejść do pomiaru ryzyka kredytowego – model MKMV. Na podstawie analizy wskaźników płynności, rentowności, zadłużenia, sprawności działania oraz kilku wskaźników dodatkowych można utworzyć syntetyczną miarę ryzyka kredytowego (SMRK), która wskazywać będzie, czy dane przedsiębiorstwo jest w dobrej, czy w złej kondycji finansowej, a co się z tym wiąże, czy grozi mu niewypłacalność. Miara syntetyczna ryzyka kredytowego wykorzystuje tylko i wyłącznie dane księgowe, a więc otrzymane wyniki mają charakter statyczny i są aktualizowane raz na kwartał. Model MKMV wykorzystuje dane księgowe oraz dane pochodzące z rynków finansowych, a więc obliczone prawdopodobieństwa niewypłacalności są zmienne, tzn. zmieniają się wraz z pojawieniem się nowych informacji dotyczących ceny akcji spółki, czyli w praktyce co notowanie.

Autorzy artykułu postawili sobie dwa cele. Pierwszy z nich to porównanie dwóch metod – ujęcia klasycznego z nowym – i określenie, która metoda cechuje się większą efektywnością, tzn. na podstawie której z metod wcześniej można założyć pierwsze symptomy pogarszającej się kondycji ekonomiczno-finansowej podmiotu, przejawiającej się późniejszą niewypłacalnością. Drugi natomiast to próba wyselekcjonowania takiej grupy wskaźników finansowych tworzących syntetyczną miarę ryzyka kredytowego (SMRK), które w najlepszy sposób wiązałyby wartości SMRK z prawdopodobieństwem niewypłacalności. Takie powiązanie umożliwiłoby uogólnienie modelu wyceny opcji na spółki, które nie są notowane na giełdzie, a zatem na takie, dla których niemożliwe jest określenie rynkowej wartości aktywów na podstawie notowań akcji.

2. Metodologia badań

Odpowiednie dane do analizy uzyskano z publikowanych sprawozdań finansowych spółek giełdowych z branży budowlanej oraz notowań. Dane obejmują dwadzieścia kwartalnych okresów, od pierwszego kwartału roku 2000 do czwartego kwartału roku 2004. Wybór branży budowlanej jest podyktowany tym, że w badanym okresie występowało wysokie zróżnicowanie kondycji ekonomiczno-finansowej spółek, wśród których dziewięć ogłosiło upadłość lub wszczęło postępowanie układowe z wierzycielami. Analizowane spółki pochodzą z jednej branży i wszystkie musiały spełnić wiele warunków, by ich akcje były dopuszczone do obrotu giełdowego, niemniej jednak mogą różnić się pomiędzy sobą skalą działalności.

Pierwsza z zastosowanych metod zaliczana jest do dynamicznej wielowymiarowej analizy porównawczej (DWAP). Na podstawie wskaźników finansowych obliczanych w oparciu o dane pochodzące ze sprawozdań finansowych badanego podmiotu tworzona jest syntetyczna miara ryzyka kredytowego (SMRK). W poszczególnych grupach oceny kondycji finansowej podmiotów jest różna liczba zmiennych, co powoduje, że niektóre sfery funkcjonowania mogą mieć zbyt mały udział w SMRK, a poszczególne wskaźniki z różnych obszarów mogą być ze sobą silnie skorelowane, co może wpłynąć negatywnie na otrzymane wyniki. Z tego względu postanowiono pogrupować zmienne na jednorodne grupy za pomocą procedur aglomeracyjnych. Jako miary odległości użyto semimetryki:

$$d_{ij} = 1 - r_{ij}^2, \quad (1)$$

gdzie r^2 jest wartością współczynnika korelacji pomiędzy i -tą i j -tą zmienną.

Do pomiaru odległości pomiędzy poszczególnymi skupiskami użyto metody Warda. Przed obliczeniem współczynnika korelacji użytego w formule (1) zamieniono nominanty na stymulanty, a wszystkie zmienne zostały zestandaryzowane.

W każdej jednorodnej grupie zmiennych policzono pośrednie syntetyczne miary ryzyka Q_i metodą wzorca rozwoju Hellwiga. Miara Q_i jest skonstruowana w taki sposób, że niskie wartości są pożądane. Miara ta nie przyjmuje wartości mniej-

szych od zera, a prawdopodobieństwo tego, że przyjmie wartość większą od 1 jest małe. W przypadku gdy wskaźnik przyjął wartości większe od 1, wpisywana była wartość 1. Następnie pośrednie miary rozwoju uśredniono za pomocą średniej arytmetycznej z systemem wag stałych. W ten sposób otrzymano SMRK poszczególnych analizowanych podmiotów. Wskaźniki z podziałem na poszczególne grupy, które tworzą pośrednie syntetyczne miary, przedstawia tab. 1.

Tabela 1. Wyniki podziału wskaźników finansowych

Grupa 1	Grupa 2	Grupa 3	Grupa 4	Grupa 5	Grupa 6
Rentowności	zadłużenia	wskaźniki dodatkowe	sprawności działania	płynności	wskaźniki dodatkowe 2
ROB, RON, WRS, WPK, ZDG, SNF	WS, WOZd	WRA, DS	WRMO, WRN	WBPF, SWPF, WNDZ	WOZ, WRŚP, WRKW, WPPK

WBPF – wskaźnik bieżącej płynności finansowej, WPK – wskaźnik poziomu kosztów,
 SWPF – Szybki wskaźnik płynności finansowej, WOZd – wskaźnik ogólnego zadłużenia,
 WRN – wskaźnik rotacji należności, WS – wskaźnik samofinansowania,
 WOZ – wskaźnik obrotu zapasami, SNF – stopa nadwyżki finansowej,
 WNDZ – wskaźnik poziomu należności i rozszczeń WRMO – wskaźnik rotacji majątku obrotowego,
 do zobowiązań, WRŚP – wskaźnik rotacji środków płynnych,
 ROB – rentowność obrotu brutto, WRA – wskaźnik rentowności aktywów,
 RON – rentowność obrotu netto, WRKW – rentowność kapitałów własnych,
 WRS – wskaźnik rentowności sprzedaży, WPPK – wskaźnik przyrostu poziomu kosztów,
 ZDG – wskaźnik rentowności z działalności DS – dynamika sprzedaży,
 gospodarczej,

Źródło: opracowanie własne.

Druga metoda zaliczana jest do nowych metod określania ryzyka kredytowego. Opiera się na zmienności wartości aktywów (model Moody's KMV). Za pomocą modelu Blacka–Scholesa–Mertona można wyznaczyć rynkową wartość kapitału własnego przedsiębiorstwa. W momencie likwidacji przedsiębiorstwa nabywca obligacji może liczyć na wypłatę tylko i wyłącznie wtedy, gdy wartość kapitału własnego jest większa od zera, tzn. wartość firmy A jest wyższa od zobowiązań D . W praktyce szacowanie oczekiwanej częstości niewypłacalności *EDF* (*expected default frequency*) opiera się na założeniu, że zmiany wartości aktywów są opisane standardowym ruchem geometrycznym Browna. W tym przypadku prawdopodobieństwo niewypłacalności szacuje się z formuły:

$$EDF = P \left[\varepsilon \leq - \frac{\ln \left(\frac{A_0}{A_{def}} \right) + \left(\mu - \frac{\sigma_A^2}{2} \right) T}{\sigma_A \sqrt{T}} \right], \quad (2)$$

gdzie: A_0 – wartość aktywów przedsiębiorstwa w okresie 0 (początkowym),
 A_{def} – wartość krytyczna aktywów poniżej której przedsiębiorstwo nie może obsługiwać wymagalnych zobowiązań,

μ – średnia stopa zwrotu z aktywów przedsiębiorstwa,
 σ_A^2 – wariancja stopy zwrotu z aktywów przedsiębiorstwa,
 EDF – prawdopodobieństwo utraty zdolności płatniczej.

Należy tu podkreślić, że omówiony model może być zastosowany tylko i wyłącznie do spółek giełdowych (ze względu na konieczność uzyskania rynkowej wartości kapitału własnego oraz jego zmienności). Wykonana analiza porównawcza obu metod pozwoli na pewne uogólnienie modelu MKMV na podmioty gospodarcze nie będące w publicznym obrocie.

Obliczając wartości poszczególnych pośrednich syntetycznych miar ryzyka kredytowego, przyjmowano wartości wskaźników z okresu poprzedzającego, co wydaje się być bliższe realnym możliwościom zastosowania modeli. Dane spółek giełdowych są bowiem publikowane z opóźnieniem, tzn. za poprzedni okres (kwartał), i w chwili podejmowania decyzji inwestorzy nie posiadają bieżących informacji na ten temat, znają tylko wartości wskaźników z okresu poprzedzającego¹.

3. Wyniki badań empirycznych

W badaniu przeprowadzono analizę, w jakim zakresie kształtowały się średnie wartości prawdopodobieństwa niewypłacalności, kiedy pośrednie syntetyczne miary ryzyka kredytowego zawierały się w przedziałach przedstawionych w tab. 2. Celem było określenie, czy wartości wskaźników budujących poszczególne Q_i mają przełożenie na wysokość EDF . Obliczono następujące mierniki: percentyl 10 i 90 (P_{10} , P_{90}), kwantyle (Q_{25} , mediana, Q_{75}) oraz podano liczebności grup w celu okazania wiarygodności otrzymanych wyników.

Przy niskich wartościach syntetycznych miar (korzystnych) szczególną uwagę zwracano na górne kwantyle. Wynika to z faktu, że chciano określić, z pewnym prawdopodobieństwem, że nie zostaną przekroczone pewne wartości EDF . Stąd wniosek, że im niższe wartości górnych kwantyli średniego prawdopodobieństwa niewypłacalności, tym dana miara lepiej wyznacza podmioty o niskim ryzyku kredytowym. Przy wysokich wartościach tych miar zwracano uwagę na dolne kwantyle, chcąc sprawdzić, jak silnie model dyskryminuje spółki w dobrej i złej kondycji finansowej (wysokie wartości dolnych kwantyli są pożądane).

Porównując otrzymane wyniki, możemy zaobserwować, że istnieje duże zróżnicowanie jeśli chodzi o wartość informacyjną poszczególnych grup pośrednich miar syntetycznych między sobą (Q_i). W analizowanym przykładzie (por. tab. 2) widzimy, że najlepsze wyniki zostały osiągnięte przy zastosowaniu pośredniej miary syntetycznej Q_2 (grupa wskaźników poziomu zadłużenia) oraz pełnej miary syntetycznej ryzyka kredytowego SMRK. Obserwując miarę Q_2 , możemy zauważyć,

¹ W pracy nie uwzględniono opóźnienia w publikacji sprawozdań kwartalnych, które wynosi ok. 3-4 tygodni.

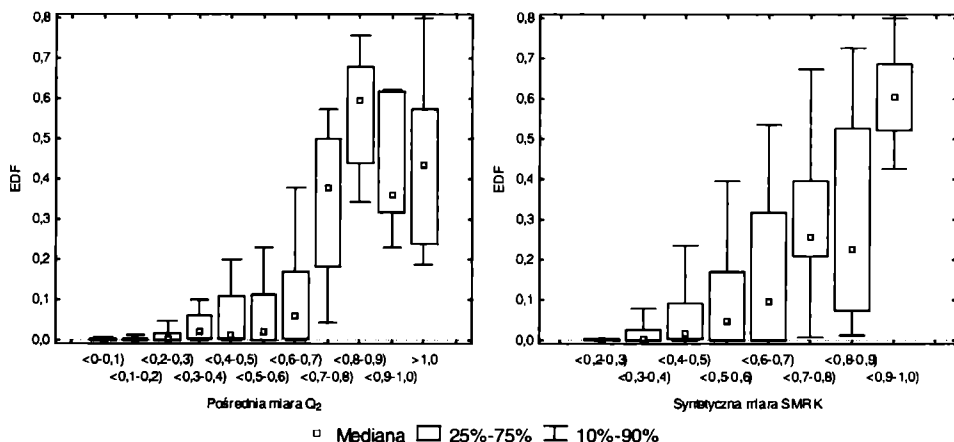
Tabela 2. Kwantyle prawdopodobieństw niewypłacalności w zależności od poziomu pośrednich i syntetycznej miary ryzyka kredytowego bez przesunięcia

	N	P10	Q25	Mediana	Q75	P90		N	P10	Q25	Mediana	Q75	P90
Q1						Q2							
<0-0,1)	23	0,0000	0,0000	0,0004	0,0097	0,2788	<0-0,1)	38	0,0000	0,0000	0,0004	0,0013	0,0080
<0,1-0,2)	107	0,0000	0,0000	0,0011	0,0311	0,1674	<0,1-0,2)	26	0,0000	0,0000	0,0000	0,0011	0,0047
<0,2-0,3)	138	0,0000	0,0011	0,0175	0,1043	0,2685	<0,2-0,3)	26	0,0000	0,0000	0,0034	0,0090	0,0312
<0,3-0,4)	58	0,0002	0,0106	0,0707	0,2338	0,4380	<0,3-0,4)	47	0,0000	0,0010	0,0174	0,0603	0,0892
<0,4-0,5)	32	0,0000	0,0047	0,0687	0,1570	0,3730	<0,4-0,5)	70	0,0001	0,0011	0,0111	0,1030	0,1981
<0,5-0,6)	20	0,0001	0,0008	0,0752	0,2952	0,5547	<0,5-0,6)	103	0,0000	0,0007	0,0238	0,1109	0,2263
<0,6-0,7)	21	0,0011	0,0094	0,0850	0,2892	0,4662	<0,6-0,7)	80	0,0001	0,0052	0,0637	0,1685	0,3804
<0,7-0,8)	19	0,0000	0,0011	0,0743	0,4395	0,7595	<0,7-0,8)	30	0,0560	0,2357	0,3866	0,5222	0,5800
<0,8-0,9)	8	0,0000	0,0725	0,1754	0,3816	0,8017	<0,8-0,9)	18	0,3412	0,5453	0,5950	0,6807	0,7595
<0,9-1,0)	8	0,0000	0,0779	0,2543	0,5349	0,7272	<0,9-1,0)	6	0,2319	0,3163	0,3394	0,5242	0,6197
>1,0	37	0,0102	0,0755	0,2572	0,5870	0,6776	>1,0	27	0,1870	0,2203	0,4333	0,5870	0,8017
Q3						Q4							
<0-0,1)	8	0,0001	0,0028	0,0951	0,1387	0,3195	<0-0,1)	18	0,0000	0,0005	0,0057	0,0205	0,0385
<0,1-0,2)	21	0,0001	0,0016	0,0097	0,0754	0,0947	<0,1-0,2)	30	0,0000	0,0010	0,0100	0,0611	0,2611
<0,2-0,3)	25	0,0000	0,0001	0,0082	0,0585	0,2050	<0,2-0,3)	42	0,0000	0,0004	0,0102	0,0520	0,1146
<0,3-0,4)	52	0,0000	0,0003	0,0065	0,0545	0,0822	<0,3-0,4)	45	0,0000	0,0011	0,0351	0,1755	0,5632
<0,4-0,5)	71	0,0000	0,0002	0,0120	0,1360	0,2338	<0,4-0,5)	102	0,0000	0,0007	0,0271	0,1390	0,3364
<0,5-0,6)	90	0,0000	0,0007	0,0260	0,1507	0,3521	<0,5-0,6)	73	0,0000	0,0010	0,0425	0,1964	0,3754
<0,6-0,7)	78	0,0000	0,0002	0,0096	0,1819	0,4714	<0,6-0,7)	48	0,0000	0,0064	0,0708	0,2386	0,4017
<0,7-0,8)	68	0,0000	0,0010	0,0421	0,3568	0,5953	<0,7-0,8)	41	0,0000	0,0002	0,1547	0,2190	0,3009
<0,8-0,9)	25	0,0009	0,0735	0,2069	0,4256	0,6749	<0,8-0,9)	27	0,0000	0,0003	0,0744	0,3543	0,6776
<0,9-1,0)	16	0,0094	0,0742	0,1816	0,2660	0,5900	<0,9-1,0)	30	0,0000	0,0001	0,0127	0,4395	0,7512
>1,0	17	0,0107	0,1710	0,3532	0,5456	0,6564	>1,0	15	0,0000	0,0011	0,0102	0,5453	0,5870
Q5						Q6							
<0-0,1)	106	0,0001	0,0007	0,0104	0,0726	0,1674	<0-0,1)	0	---	---	---	---	---
<0,1-0,2)	75	0,0000	0,0001	0,0090	0,0863	0,1917	<0,1-0,2)	0	---	---	---	---	---
<0,2-0,3)	60	0,0002	0,0014	0,0285	0,0835	0,2001	<0,2-0,3)	0	---	---	---	---	---
<0,3-0,4)	47	0,0000	0,0010	0,0120	0,1749	0,2685	<0,3-0,4)	1	0,6807	0,6807	0,6807	0,6807	0,6807
<0,4-0,5)	40	0,0000	0,0000	0,0054	0,1595	0,4170	<0,4-0,5)	2	0,3195	0,3195	0,4413	0,5632	0,5632
<0,5-0,6)	35	0,0000	0,0001	0,1099	0,3251	0,5900	<0,5-0,6)	18	0,0000	0,0000	0,0034	0,1870	0,2788
<0,6-0,7)	27	0,0002	0,0006	0,0107	0,1887	0,4342	<0,6-0,7)	98	0,0000	0,0003	0,0586	0,2338	0,4966
<0,7-0,8)	27	0,0000	0,0000	0,0006	0,2572	0,6749	<0,7-0,8)	165	0,0001	0,0023	0,0218	0,1190	0,3785
<0,8-0,9)	16	0,0102	0,1501	0,3086	0,5543	0,6361	<0,8-0,9)	128	0,0000	0,0000	0,0012	0,0549	0,1146
<0,9-1,0)	10	0,0267	0,0824	0,2196	0,3069	0,5175	<0,9-1,0)	44	0,0054	0,0535	0,2213	0,4812	0,6749
>1,0	28	0,1870	0,4364	0,5450	0,6871	0,8017	>1,0	15	0,0102	0,0742	0,2696	0,6224	0,6966
SMRK													
<0-0,1)	0	---	---	---	---	---							
<0,1-0,2)	0	---	---	---	---	---							
<0,2-0,3)	11	0,0001	0,0001	0,0009	0,0023	0,0027							
<0,3-0,4)	105	0,0000	0,0001	0,0011	0,0257	0,0777							
<0,4-0,5)	148	0,0000	0,0011	0,0179	0,0917	0,2343							
<0,5-0,6)	88	0,0000	0,0008	0,0486	0,1684	0,3960							
<0,6-0,7)	54	0,0000	0,0007	0,0958	0,3163	0,5344							
<0,7-0,8)	27	0,0054	0,2069	0,2568	0,3946	0,6749							
<0,8-0,9)	22	0,0102	0,0742	0,2249	0,5242	0,7272							
<0,9-1,0)	16	0,4256	0,5208	0,6034	0,6871	0,8017							
>1,0	0	---	---	---	---	---							

Źródło: obliczenia własne.

iz dla jej wartości z przedziału od 0 do 0,3 przynajmniej 90% obliczonych średnich *EDF* przyjmowało wartości mniejsze od 3,1%, czyli ryzyko przy takim poziomie wskaźników zadłużenia rzeczywiście było niskie. Natomiast gdy miara Q_2 przyjmowała wartości większe od 0,8, percentyl 10 przyjmuje wartości powyżej 34,1%, co sugeruje znaczny poziom ryzyka kredytowego.

Wartości pośredniej miary Q_2 pomiędzy 0,3 a 0,8 stanowią obszar niekonkluzywności, a więc nie można jednoznacznie zinterpretować poziomu ryzyka kredytowego. W przypadku gdyby operowano poziomami kwartyli (Q_{25} , Q_{75}), to obszar ten zawęży się do przedziału $<0,4-0,7$). Należy tu zaznaczyć, że wartości mediany w poszczególnych grupach (z pewnymi wyjątkami) wykazywały tendencję do wzrostu (rys. 1).



Rys. 1. Kwantyle prawdopodobieństw niewypłacalności w zależności od poziomu miary Q_2 i SMRK bez przesunięcia.

Źródło: opracowanie własne.

Dla wartości SMRK w przedziale od 0 do 0,5 przynajmniej 75% średnich *EDF* przyjęło wartości nie większe od 9,2%, a w przedziale od 0 do 0,4 co najmniej 90% wartości nie większe niż 7,8%. Dla wartości od 0,7 do 1,0 co najwyżej 75% (dla przedziału od 0,9 do 1,0 co najwyżej 90%) przyjmuje wartości większe od 7,4%. Strefa niepewności znajduje się zatem w przedziale od 0,5 do 0,7 dla kwartyli i od 0,4 do 0,9 dla percentyli.

Nieco gorzej wyglądają wyniki dla miary Q_1 (grupa wskaźników rentowności). Dla wartości tej pośredniej miary syntetycznej przyjmującej wartości od 0,0 do 0,2 przynajmniej 75% obliczonych średnich *EDF* przyjmowało wartość poniżej 3,1%. Dla trzech ostatnich grup (wartości miary Q_1 większe od 0,8) kwartyl pierwszy wyniósł w granicach 7,5%, co oznacza, że co najwyżej 75% spółek w poszczególnych kwartałach miało *EDF* powyżej 7,5%. Stąd wniosek, że przedział miary Q_1 pomiędzy 0,2 a 0,8 jest przedziałem niekonkluzywności. Ze względu na swą rozpiętość raczej dyskwalifikuje to Q_1 jako wyznacznik wysokości ryzyka kredytowego. Może to wynikać z faktu, że pomiędzy poszczególnymi kwartałami wskaźniki

rentowności różniły się znacznie wartościami (włącznie ze znakami). W celu wyeliminowania tych różnic należałoby liczyć wskaźniki rentowności w sposób pełzający, stosując np. średnią ruchomą z 2 lub z 4 kwartałów.

Analizując miarę Q_5 (grupa wskaźników płynności), widzimy, że obszar niekonkluzywności zawiera się w przedziale miary pomiędzy 0,3 a 0,8. Dla wartości miary od 0 do 0,3 co najmniej 75% średnich *EDF* przyjmuje wartość mniejszą od 8,6% (co najmniej 90% mniejszą od 20% – znacznie wyższe ryzyko), natomiast dla miary w przedziale od 0,8 wzwyż co najwyżej 75% średnich *EDF* przyjmuje wartości większe niż 8,2%.

Podobnie sytuacja kształtuje się w przypadku miary Q_3 (grupa wskaźników dodatkowych). Dla wartości tej miary od 0,1 do 0,4 co najmniej 75% średnich *EDF* przyjmuje wartość mniejszą od 7,5%. Zastanawiające jest, że w pierwszym przedziale (od 0 do 0,1) wartość kwartyli Q_{75} jest znacznie wyższa niż w kolejnych grupach i wyniosła 13,9%. Może to wynikać z niewielkiej liczebności tego przedziału. Jednakże dla miary powyżej 0,8 co najwyżej 75% średnich *EDF* przyjmuje wartości większe od 17,1%. Obszar trudny do zinterpretowania znajduje się zatem w przedziale miary zawierającej się w przedziale 0,4-0,8.

Analiza przeprowadzona w oparciu o percentyle miar Q_1 , Q_3 , Q_5 nie pozwala na wyciągnięcie jednoznacznych wniosków. Wartości miar Q_4 i Q_6 uniemożliwiają wyodrębnienie obszarów, w których uzyskane rezultaty byłyby możliwe do zinterpretowania.

W celu sprawdzenia, czy model Moody's KMV szybciej reaguje na zmiany kondycji ekonomiczno-finansowej niż syntetyczna miara ryzyka kredytowego, obliczono odpowiednie kwantyle rozkładu średnich prawdopodobieństw niewypłacalności przy przesunięciu SMRK oraz pośrednich miar o jeden kwartał wprzód ($t+1$). Otrzymane wyniki są zbliżone do tych bez przesunięcia, co oznacza, że oba modele reagują z podobnym wyprzedzeniem na pogarszającą się kondycję ekonomiczno-finansową.

Jeśli miara $Q_{2,t+1}$ znajdowała się w przedziale od 0 do 0,3, to przynajmniej 90% obliczonych średnich *EDF* przyjmowało wartości mniejsze od 3,8%, a w przypadku zastosowania tej miary bez przesunięcia 3,1%. Natomiast, gdy miara Q_2 przyjmowała wartości większe od 0,8, percentyl 10 przyjmuje wartości powyżej 20,5% (podobnie jak w wariancie bez przesunięcia). Dla wartości $SMRK_{t+1}$ do 0,5 przynajmniej 75% średnich *EDF* przyjęło wartości nie większe niż 8,9%, a pomiędzy wartościami 0 i 0,4 co najmniej 90% wartości nie większe niż 9,3%. Należy zwrócić uwagę, że przy zastosowaniu SMRK bez przesunięcia wartość ta wyniosła 7,8%. Także w przypadku dolnych kwantyli miara SMRK bez przesunięcia wypada lepiej niż $SMRK_{t+1}$. Dla wartości od 0,7 do 1,0 co najwyżej 75% (dla przedziału od 0,9 do 1,0 co najwyżej 90%) przyjmuje wartości większe od 5,3%, a bez przesunięcia 7,4%, co wyraźniej wyznacza podmioty o wysokim ryzyku kredytowym. Strefa niepewna, podobnie jak bez przesunięcia, znajduje się w przedziale od 0,5 do 0,7 dla kwartyli i od 0,4 do 0,9 dla percentyli. W przedziałach wartości miary

Q_{1t+1} od 0 do 0,2 przynajmniej 75% obliczonych średnich *EDF* przyjmowało wartość poniżej 2,6% (wariant bez przesunięcia 3,1%). Dla trzech ostatnich grup (wartości miary Q_{1t+1} większe od 0,8) kwartył pierwszy wyniósł w granicach 4,4%. Analizując miarę Q_{5t+1} , możemy zaobserwować, że dla wartości miary od 0 do 0,3 co najmniej 75% średnich *EDF* przyjmuje wartość mniejszą od 9,5% (wariant bez przesunięcia 8,6%), a co najmniej 90% mniejszą od 20,6% (wariant bez przesunięcia 20,0%). Natomiast w przedziale od 0,8 wzwyż co najwyżej 75% średnich *EDF* przyjmuje wartości większe niż 7,4% (wariant bez przesunięcia 8,2%).

Podsumowując, można zauważyć, że zaobserwowane obszary niekonkluzywności w obu wariantach są praktycznie takie same. Jednakże przy niskich wartościach syntetycznych miar górne kwantyle są niższe dla wyników średnich *EDF* bez przesunięcia, a w przypadku wysokich wartości miar dolne kwantyle są wyższe. Stąd wniosek, że lepiej wyznacza prawdopodobieństwo niewypłacalności wariant miar syntetycznych bez przesunięcia. Zbadano także wariant syntetycznej miary z przesunięciem o dwa kwartały. Otrzymane wyniki są znacznie gorsze (prawdopodobieństwo *EDF* nie wykazuje stałych, pożądanych tendencji) w porównaniu z obydwoma poprzedzającymi wariantami. Podobne wnioski można wyciągnąć, porównując obliczone współczynniki korelacji pomiędzy średnimi prawdopodobieństwami niewypłacalności a wartościami miary SMRK bez przesunięcia oraz z przesunięciem o 1 kwartał i 2 kwartały (tab. 3).

Tabela 3. Współczynniki korelacji pomiędzy średnimi prawdopodobieństwami niewypłacalności a wartościami miary SMRK bez przesunięcia oraz z przesunięciem o 1 kwartał i 2 kwartały

	SMRK	SMRK 1kw	SMRK 2kw
<i>EDF</i>	0,60	0,58	0,53

Źródło: obliczenia własne.

W kolejnym etapie analizy zbadano jednoczesny wpływ wybranych dwóch miar pośrednich na wysokość przeciętnego prawdopodobieństwa niewypłacalności oraz wpływ wartości syntetycznych miar na przestrzeni dwóch kwartałów (tabele od 4 do 7). W przypadku gdy obie miary przyjmują wartości² do 0,2 przynajmniej 90% średnich prawdopodobieństw niewypłacalności nie przekracza poziomu 0,48%, co sugeruje bardzo niskie ryzyko kredytowe. W momencie gdy Q_2 zawierałoby się w przedziale <0,2-0,4), to poziom ryzyka wzrasta do 5,2%. Analizując tab. 4, można zauważyć, że wzrost odpowiednich kwantyli *EDF* jest w głównej mierze wywołany wzrostem wartości miary Q_2 . Gdy obie miary przyjmują wartości powyżej 0,8, obserwujemy, iż co najwyżej 90% średnich *EDF* przyjmowało wartości wyższe od 21,6%, co oznacza bardzo wysokie ryzyko kredytowe.

² Przedziały wartości pośrednich syntetycznych miar zostały rozszerzone (przedziały co 0,2), aby w poszczególnych przedziałach zwiększyć liczebność obserwacji. Zaprezentowano wyniki osiągnięte w grupach o liczebności obserwacji większej niż 5.

Tabela 4. Kwantyle prawdopodobieństw niewypłacalności w zależności od poziomu pośrednich miar z obszaru rentowności i zadłużenia bez przesunięcia

		Q1 A																	
		<0,0,2)			<0,2-0,4)			<0,4-0,6)			<0,6-0,8)			<0,8-1,0)			>1,0		
		P10	P90	N	P10	P90	N	P10	P90	N	P10	P90	N	P10	P90	N	P10	P90	N
Q2 A	<0,0,2)	0,0000	0,0048	42	0,0000	0,0022	17	-	-	0	-	-	4	-	-	0	-	-	1
	<0,2-0,4)	0,0000	0,0520	14	0,0000	0,0892	44	0,0000	0,1808	8	0,0000	0,0850	5	-	-	1	-	-	1
	<0,4-0,6)	0,0000	0,1283	38	0,0002	0,2055	79	0,0000	0,1917	25	0,0007	0,2299	14	0,0000	0,2842	7	0,0055	0,2440	10
	<0,6-0,8)	0,0000	0,4047	33	0,0067	0,4772	41	0,0040	0,6749	14	0,0388	0,5871	10	-	-	4	0,0107	0,6224	8
	<0,8-1,0)	-	-	0	0,3163	0,7358	9	-	-	3	-	-	3	-	-	2	0,2156	0,7753	7
	>1,0	-	-	3	0,1490	0,5279	6	-	-	2	-	-	4	-	-	2	0,3052	0,8350	10

Źródło: obliczenia własne.

Nieco gorzej wygląda sytuacja w przypadku pośrednich syntetycznych miar wskaźników zadłużenia i płynności finansowej (Q_2 i Q_5). Jeśli obie miary przyjmują wartości do 0,4, przynajmniej 75% średnich prawdopodobieństw niewypłacalności przybiera wartość nie wyższą niż 5,34% (w przedziale do 0,2 dla obu miar średnie *EDF* przyjmują wartość nie większą niż 0,11%). Przy wartościach miar powyżej 0,8, podobnie jak w poprzednim przykładzie, kwartyl pierwszy (Q_{25}) wzrasta do poziomu 33,8%, co oznacza, że w badanym okresie co najwyżej 75% spółek w poszczególnych kwartałach miało średnie *EDF* powyżej 33,8%. W przypadku tych zmiennych (Q_2 i Q_5) wzrost *EDF* jest związany zarówno ze wzrostem miary Q_2 , jak i Q_5 .

Tabela 5. Kwantyle prawdopodobieństw niewypłacalności w zależności od poziomu pośredniej miary z obszaru zadłużenia na przestrzeni dwóch kwartałów

		Q2 w kwartale t																	
		<0,0,2)			<0,2-0,4)			<0,4-0,6)			<0,6-0,8)			<0,8-1,0)			>1,0		
		Q25	Q75	N	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N
Q2 w kwartale t+1	<0,0,2)	0,0000	0,0027	54	0,0000	0,0517	6	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0
	<0,2-0,4)	0,0000	0,0385	6	0,0000	0,0603	43	0,0006	0,2492	14	-	-	1	-	-	0	-	-	0
	<0,4-0,6)	-	-	1	0,0002	0,1808	21	0,0000	0,1964	132	0,0003	0,1492	11	-	-	0	-	-	0
	<0,6-0,8)	-	-	0	-	-	0	0,0002	0,2183	21	0,0001	0,4966	82	-	-	3	-	-	0
	<0,8-1,0)	-	-	0	-	-	0	-	-	2	0,1296	0,7081	8	0,3594	0,7595	13	-	-	1
	>1,0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	0,2319	0,6966	7	0,1960	0,7024	20

Źródło: obliczenia własne.

Tabela 5 przedstawia, w jaki sposób kształtuje się ryzyko kredytowe przy zmianach pośredniej syntetycznej miary zadłużenia na przestrzeni dwóch kwartałów. Jeśli miara w tym okresie (w obu kwartałach) przyjmowała wartości nie większe od 0,4, to ryzyko kredytowe jest stosunkowo niskie – średnie *EDF* w 75% przypadków wynosi nie więcej niż 6,03%. Natomiast przy wartościach Q_2 powyżej 0,8 znacznie wzrasta i wynosi powyżej 23,2%. Dla pośredniej syntetycznej miary płynności finansowej (Q_5) sytuacja przedstawia się podobnie (tab. 6). Przy niskich jej wartościach (do 0,2) przynajmniej 75% średnich *EDF* przyjęło wartości nie większe niż 7,7%. W przypadku wysokich wartości Q_5 (powyżej 0,8) ryzyko kształtowało się w 75% przypadków na poziomie nie niższym niż 8,24%.

Tabela 6. Kwantyle prawdopodobieństw niewypłacalności w zależności od poziomu pośredniej miary z obszaru płynności finansowej na przestrzeni dwóch kwartałów

Q5 w kwartale t+1	Q5 w kwartale t																	
	<0,2)			<0,2-0,4)			<0,4-0,6)			<0,6-0,8)			<0,8-1,0)			>1,0		
	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N
	<0,2)	<0,2-0,4)	<0,4-0,6)	<0,6-0,8)	<0,8-1,0)	>1,0	<0,2)	<0,2-0,4)	<0,4-0,6)	<0,6-0,8)	<0,8-1,0)	>1,0	<0,2)	<0,2-0,4)	<0,4-0,6)	<0,6-0,8)	<0,8-1,0)	>1,0
<0,2)	0,0003	0,0772	132	0,0010	0,0633	30	0,0001	0,3251	7	-	-	1	-	-	0	-	-	0
<0,2-0,4)	0,0011	0,0745	36	0,0023	0,1030	41	0,0005	0,2338	19	-	-	1	-	-	1	-	-	1
<0,4-0,6)	0,0000	0,3474	7	0,0097	0,2357	22	0,0000	0,3412	30	0,0003	0,1477	11	-	-	2	-	-	0
<0,6-0,8)	-	-	2	0,0001	0,2384	6	0,0082	0,2299	13	0,0000	0,1710	27	-	-	3	-	-	0
<0,8-1,0)	-	-	1	-	-	1	-	-	1	0,0733	0,5247	8	0,2173	0,3348	12	-	-	3
>1,0	-	-	0	-	-	0	-	-	0	-	-	2	0,0824	0,6807	6	0,4492	0,6871	20

Źródło: obliczenia własne.

Tabela 7. Kwantyle prawdopodobieństw niewypłacalności w zależności od poziomu syntetycznej miary ryzyka kredytowego na przestrzeni dwóch kwartałów

SMRK w kwartale t+1	SMRK w kwartale t											
	<0,2-0,4)			<0,4-0,6)			<0,6-0,8)			<0,8-1,0)		
	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N	Q25	Q75	N
	<0,2-0,4)	<0,4-0,6)	<0,6-0,8)	<0,8-1,0)	<0,2-0,4)	<0,4-0,6)	<0,6-0,8)	<0,8-1,0)	<0,2-0,4)	<0,4-0,6)	<0,6-0,8)	<0,8-1,0)
<0,2-0,4)	0,0001	0,0074	68	0,0002	0,0406	35	-	-	0	-	-	0
<0,4-0,6)	0,0001	0,0312	40	0,0011	0,1390	159	0,0107	0,3808	25	-	-	0
<0,6-0,8)	-	-	3	0,0078	0,2200	32	0,0682	0,3069	37	0,1345	0,5456	9
<0,8-1,0)	-	-	0	-	-	2	0,0735	0,4342	14	0,4333	0,6361	22

Źródło: obliczenia własne.

Wzrost wartości SMRK w kolejnym kwartale wyraźnie wpływa na pogorszenie sytuacji podmiotu (podwyższenie ryzyka kredytowego – tab. 7). Przy zachowaniu tego samego poziomu – <0,2-0,4) ryzyko kredytowe wynosi 0,74%, przy podwyższeniu SMRK_{t+1} do poziomu <0,4-0,6) ryzyko wzrasta do 3,12% (Q75). Analogicznie, przeszedłszy z poziomu <0,4-0,6) do <0,6-0,8) w następnym okresie kwartyl Q75 wzrasta z 13,9% aż do 22,0%. Jeśli w obu kwartałach syntetyczna miara ryzyka kredytowego kształtowała się powyżej 0,6, to przynajmniej 75% spółek miało prawdopodobieństwo niewypłacalności nie niższe niż 7%, a jeśli w obu kwartałach wartość SMRK była wyższa od 0,8, to przynajmniej 75% obserwacji średniego prawdopodobieństwa niewypłacalności kształtowało się powyżej 43,3%.

4. Podsumowanie

Na podstawie powyższych wyników możemy stwierdzić, że model klasyczny oparty na mierze syntetycznej w równym horyzoncie czasowym wskazuje na zmiany poziomu ryzyka kredytowego poszczególnych spółek jak model oparty na wycenie opcji (Moody's KMV). Jego wadą jest to, że jest on uaktualniany tylko raz na kwartał. Wśród jego zalet można wymienić możliwość zastosowania do podmiotów gospodarczych nieobecnych na parkiecie, a więc ma on charakter ogólniejszy od modelu MKMV.

Wykonana analiza wskazuje na możliwość przeniesienia wartości syntetycznej miary ryzyka kredytowego na prawdopodobieństwa niewypłacalności (*probability of default*) za pomocą odpowiednich kwantyli rozkładu. Przeprowadzone badania należy traktować jako badania wstępne wymagające kontynuacji, polegającej w głównej mierze na zwiększeniu liczebności próby.

Można stwierdzić, iż ogólną tendencją przy wzroście wartości miary syntetycznej jest wzrost wartości dla górnych kwartyli i percentyli, przy czym najwyraźniej zaobserwować można to przy mierze Q_1 i Q_2 , trochę słabiej widoczne jest to przy Q_3 oraz Q_5 . Z badań wynika, że miary Q_4 i Q_6 w najniższym stopniu przyczyniają się do określenia ryzyka kredytowego, dlatego należałoby je w dalszych badaniach wyeliminować lub zasadniczo zmodyfikować. Modyfikacja może polegać na próbie wyselekcjonowania pojedynczych wskaźników pochodzących z tych grup, które mogłyby przyczynić się do polepszenia osiąganych wyników. Warto również zastanowić się nad możliwością rozbicia syntetycznej miary Q_1 , która w porównaniu z pozostałymi pośrednimi miarami składa się z największej liczby wskaźników, albo na poszczególne wskaźniki, albo na większą liczbę miar pośrednich. Należy także zastanowić się nad koniecznością rozbicia próby na dwa okresy: recesji i wzrostu. Można przypuszczać, że w okresie recesji prawdopodobieństwa niewypłacalności będą wyższe niż w przypadku wzrostu przy tym samym poziomie syntetycznej miary.

Literatura

- Cauette J., Altman E., Narayanan P. (1998), *Managing Credit Risk – The Next Great Financial Challenge*, John Wiley & Sons, New York.
- Crosbie P., Bohn J. (2003), *Modeling Default Risk – Modeling Methodology*, Moody's KMV Company 18, http://www.defaultrisk.com/ps_models.htm.
- Hellwig Z. (1968), *Zastosowanie metody taksonomicznej do typologicznego podziału krajów ze względu na poziom ich rozwoju oraz zasoby i strukturę wykwalifikowanych kadr*, „Przegląd Statystyczny”, R. XV, z. 4.
- Hull J.C. (2003), *Options, Futures and other Derivatives*, Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, wyd. 5.
- Wójciak M. (2004a), *Próba zastosowania metody KMV pomiaru ryzyka kredytowego w warunkach polskiej gospodarki*, [w:] red. A. Barczak, *Postępy ekonometrii*, Prace Naukowe AE w Katowicach, Katowice, s. 363-376.
- Wójciak M. (2004b), *Model zdolności kredytowej podmiotów gospodarczych*, praca doktorska (maszynopis), AE, Katowice.

COMPARATIVE ANALYSIS OF CREDIT RISK ASSESSMENT METHODS

Summary

This paper presents the results of classification of quoted companies on the basis of credit risk level. A classic method based on a synthetic measure of credit risk (SMRK) which reflects economical and financial condition of a company was used as well as a new approach of credit risk evaluation - Moody's KMV (based on option pricing model).

Forecasting abilities of both models were compared and levels of SMRK were combined with levels of probability of default (PD) which enabled such a generalization of MKMV model so that it could be used for unquoted companies.

Results show that the model using SMRK reacts to changes of credit risk level of particular companies in the same time interval as Moody's KMV model. Groups of indices that reflect risk levels in the best way and allow comparing SMRK levels with PD were selected.