

Tomasz Pisula

Politechnika Rzeszowska

PROGNOZOWANIE ZAGROŻENIA BANKRUCTWEM DLA SPÓŁEK GIEŁDOWYCH Z SEKTORA BUDOWLANEGO

Streszczenie: W dobie obecnego kryzysu finansowego dotykającego w coraz większym stopniu polskie firmy rośnie liczba firm zagrożonych bankructwem. W dość dużym stopniu (z racji swojej specyfiki) narażony na bankructwo jest sektor budowlany, który w latach poprzedzających kryzys charakteryzował się dość dynamicznym rozwojem. Dla inwestorów giełdowych, którzy inwestują w papiery wartościowe (także spółek branży budowlanej) istotne jest posiadanie efektywnych narzędzi umożliwiających dokonywanie skutecznych prognoz zagrożenia bankructwem dla spółek wchodzących w skład ich portfeli inwestycyjnych. Publikacja przedstawia teoretyczne oraz praktyczne aspekty strukturalnego podejścia do zagadnień prognozowania bankructwa dla spółek giełdowych z sektora budowlanego.

1. Wstęp

W dobie obecnego kryzysu finansowego, dotykającego w coraz większym stopniu polskie firmy, rośnie liczba firm zagrożonych bankructwem. W dość dużym stopniu (z racji swojej specyfiki) narażony na bankructwo jest sektor budowlany, który w latach poprzedzających kryzys charakteryzował się dość dynamicznym rozwojem.

Dla inwestorów giełdowych, którzy inwestują w akcje notowanych spółek (także spółek branży budowlanej), istotne jest posiadanie efektywnych i skutecznych narzędzi umożliwiających dokonywanie prognoz zagrożenia bankructwem dla spółek wchodzących w skład ich portfeli inwestycyjnych. Szczególnie przydatne mogą w tej sytuacji okazać się różne warianty modeli strukturalnych, które umożliwiają oszacowanie prawdopodobieństwa potencjalnej upadłości spółek w zadanym horyzoncie czasu, a tym samym umożliwiają dokonanie prognoz dla przyszłej ich kondycji finansowej.

W publikacji przedstawiono teoretyczne oraz praktyczne aspekty strukturalnego podejścia do zagadnień prognozowania bankructwa dla spółek giełdowych z sektora budowlanego.

2. Strukturalne modele prognozowania upadłości notowanych przedsiębiorstw

Historycznie rzecz ujmując, pierwszym strukturalnym modelem wykorzystanym w zagadnieniach prognozowania upadłości notowanych przedsiębiorstw był strukturalny model Mertona (1974) [zob. np. Jajuga 2007; Löffler, Posch 2007]. W swoim modelu Merton zaobserwował, że wartość rynkowa akcji przedsiębiorstwa w dowolnym momencie czasu t może być modelowana i obliczana jako opcja na wartość rynkową aktywów przedsiębiorstwa z wykorzystaniem modelu opcyjnego Blacka-Scholesa postaci:

$$E_t = BS(V_t, L, \sigma_V, r, T - t),$$

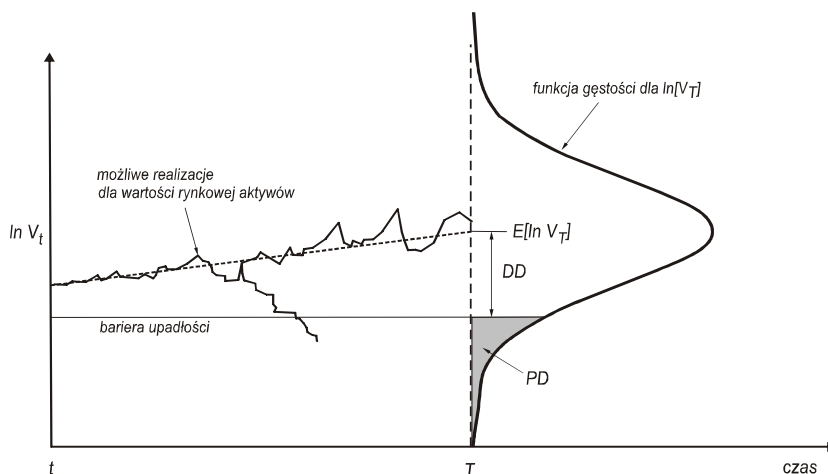
gdzie: E_t – wartość rynkowa kapitału własnego,
 V_t – wartość rynkowa aktywów,
 L – wartość nominalna długu,
 $T - t$ – okres do wygaśnięcia długu,
 r – wolna od ryzyka stopa procentowa,
 σ_V – roczna zmienność stopy zwrotu wartości rynkowej aktywów firmy.

W modelach strukturalnych zakłada się, że rynkowa wartość aktywów firmy podlega ewolucji zgodnie z procesem dyfuzji (geometrycznego ruchu Browna) opisanym równaniem:

$$\frac{dV_t}{V_t} = (\mu - \delta)dt + \sigma_V dW_t, \quad (1)$$

gdzie: V_t – wartość aktywów,
 μ – parametr dryfu opisujący średnią (oczekiwaną) wartość dla zwrotów aktywów,
 δ – współczynnik wypłaty z wartości aktywów (np. wskaźnik wypłaty dywidendy),
 σ_V – zmienność aktywów,
 W_t – proces ruchu Browna.

Na szczególną uwagę zasługują tzw. modele First Passage Models (FPM). W modelach strukturalnych typu FPM [zob. np. Bielecki, Rutkowski 2002], których klasycznym przedstawicielem jest model Blacka-Coksa [1976], zdarzenie niewypłacalności (potencjalnej upadłości) firmy następuje wówczas, gdy wartość rynkowa jej aktywów V spada poniżej pewnej predefiniowanej bariery niewypłacalności K (stałej lub zmiennej w czasie i zależnej od wartości zobowiązań dłużnych firmy – zob. rysunek 1).



Rys. 1. Praktyczna interpretacja modeli strukturalnych typu Mertona

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Loffler, Posch 2007].

Pierwszą generację modeli strukturalnych stanowią różnego rodzaju modyfikacje klasycznego modelu Mertona z 1974 r. Model Mertona był głównie krytykowany za to, że dopuszczał możliwość upadłości firmy tylko w momencie wygaśnięcia długu (terminie spłaty zobowiązań dłużnych). Drugą generację modeli strukturalnych stanowią modele FPM, które zostały zapoczątkowane w 1976 r. modelem Blacka-Coksa [zob. np. Bohn, Stein 2009; Lando 2004].

Modele strukturalne drugiej generacji typu FPM można scharakteryzować w zależności od dwóch podstawowych kryteriów: wewnętrznych lub zewnętrznych czynników wpływających na określenie potencjalnej bariery upadłości (modele z endogeniczną lub egzogeniczną barierą) oraz dopuszczenia w modelu losowości dla wolnej od ryzyka stopy procentowej (tzw. modele strukturalne o stałej lub stochastycznej stopie procentowej) [zob. np. Bohn 2000].

Przykładem modelu strukturalnego z egzogeniczną zmienną w czasie barierą potencjalnej upadłości firmy jest model Blacka-Coksa [zob. np. Jajuga 2007; Bielecki, Rutkowski 2009]. W modelu tym wprowadza się tzw. funkcję bariery:

$$K_t = L e^{-\gamma(T-t)},$$

gdzie: L – jest wartością nominalną długu,

T – to czas do wygaśnięcia długu,

γ – współczynnik zmian w czasie dla bariery niedotrzymania zobowiązań.

W modelu Blacka-Coksa rynkowa wartość aktywów podlega procesowi dyfuzji opisanemu równaniem (1), a wolna od ryzyka stopa procentowa jest stała ($r_t = r$).

W modelach FPM moment niemożności dotrzymania zobowiązań (potencjalnej upadłości) definiuje się jako najwcześniejszy moment czasu $\tau = \inf (t \geq 0, V_t \leq K_t)$, w którym wartość rynkowa aktywów firmy spada poniżej bariery niedotrzymania zobowiązań. Zatem prawdopodobieństwo potencjalnego bankructwa firmy w przedziale czasu od t do T dla modelu Blacka-Coksa (BC) wyraża wzór [zob. Bielecki, Rutkowski 2002]:

$$PD_{BC}(\tau \leq T | \tau > t) = N \left(\frac{\ln \left(\frac{K_t}{V_t} \right) - m(T-t)}{\sigma_V \sqrt{T-t}} \right) + \left(\frac{K_t}{V_t} \right)^{2p} \cdot N \left(\frac{\ln \left(\frac{K_t}{V_t} \right) + m(T-t)}{\sigma_V \sqrt{T-t}} \right), \quad (2)$$

gdzie: $m = \mu - \delta - \gamma - 0.5\sigma_V^2$, zaś $p = \frac{m}{\sigma_V^2}$.

Jeżeli wyznaczone ze wzoru (2) prawdopodobieństwa mają reprezentować wolną od ryzyka miarę prawdopodobieństwa, to we wzorze (2) należy przyjąć $\mu = r$.

Klasycznym przykładem modeli strukturalnych z endogeniczną barierą jest model Lelanda-Tofta [1996]. Modele tego typu pozwalają emitentom długu, w tym przypadku przedsiębiorstwu, które jest zobowiązane do spłaty swoich zobowiązań dłużnych, samemu zdecydować, kiedy ogłosić bankructwo. Optymalna bariera upadłości K^* w tym modelu jest tak ustalana, aby zmaksymalizować zarówno wartość kapitału własnego firmy, jak i łączną wartość aktywów przedsiębiorstwa. Rynkowa wartość aktywów jest modelowana procesem dyfuzji postaci (1) z parametrem $\mu = \mu(V, t)$. Stopa procentowa r jest stała.

Przy założeniu, że zobowiązania przedsiębiorstwa będą traktowane jako zero-kuponowa obligacja, optymalna bariera w modelu Lelanda-Tofta jest określona wzorem [zob. Bohn, Stein 2009]:

$$K^* = \frac{(A \cdot L) / (r \cdot (T-t))}{(1-\alpha) \cdot B - \alpha \cdot x - 1}, \quad (3)$$

gdzie: $\alpha \in (0,1)$ jest odsetkiem aktywów traconych w sytuacji bankructwa (tzw. Loss Given Default – LGD);

$$x = a + z; \quad a = \frac{r - \delta - 0.5\sigma_V^2}{\sigma_V^2};$$

$$z = \frac{\sqrt{(r - \delta - 0.5\sigma_V^2)^2 + 2\sigma_V^2 r}}{\sigma_V^2};$$

$$A = 2ae^{-rT} N\left(a\sigma_V\sqrt{T}\right) - 2zN\left(z\sigma_V\sqrt{T}\right) - \frac{2}{\sigma_V\sqrt{T}} n\left(z\sigma_V\sqrt{T}\right) + \\ + \frac{2e^{-rT}}{\sigma_V\sqrt{T}} n\left(a\sigma_V\sqrt{T}\right) + (z - a);$$

$$B = -\left(2z + \frac{2}{z\sigma_V^2 T}\right) N\left(z\sigma_V\sqrt{T}\right) - \frac{2}{\sigma_V\sqrt{T}} n\left(z\sigma_V\sqrt{T}\right) + (z - a) + \frac{1}{z\sigma_V^2 T};$$

$N(\cdot)$, $n(\cdot)$ – określają odpowiednio dystrybuantę oraz funkcję gęstości rozkładu normalnego standaryzowanego. Prawdopodobieństwo upadłości w modelu Lelanda-Tofta PD_{LT} wyznacza się ze wzoru (2), przyjmując za $K_t = K^*$ oraz za $m = \mu - \delta - 0.5\sigma_V^2$ [zob. Bielecki, Rutkowski 2002].

W dalszej części praktycznej pracy wykorzystano również model prognozowania upadłości stosowany przez firmę RiskMetrics™. Dokładny opis tego modelu można znaleźć w literaturze [zob. np. Finger 2002; Pisula 2009], więc tutaj go pominięto. Jest to model typu Mertona z losową (stochastyczną) egzogeniczną barierą upadłości.

3. Praktyczne wykorzystanie modeli strukturalnych w prognozowaniu zagrożenia bankructwem dla spółek giełdowych z sektora budowlanego

Praktyczny aspekt wykorzystania omawianych modeli strukturalnych do prognozowania zagrożenia upadłością pokazano na przykładzie oceny ryzyka (prawdopodobieństwa) upadłości dla polskich spółek giełdowych z branży budowlanej. W analizie wzięto pod uwagę 32¹ spółki sektora budowlanego oraz sektora przemysłu materiałów budowlanych notowane na GPW w Warszawie. Ze względu na specyfikę wykorzystanych modeli strukturalnych do prognozowania zagrożenia bankructwem (konieczność posiadania co najmniej dwuletnich historycznych szeregów czasowych z notowaniami badanych spółek) do badania wybrano tylko te spółki, które były notowane w okresie od 2 stycznia 2007 do 31 lipca 2009 r.

W celu uzyskania oszacowań dla dwóch podstawowych parametrów modeli strukturalnych (wartości rynkowej aktywów oraz ich zmienności), które nie są w praktyce obserwowane na rynku, wykorzystano dwa podejścia: podejście iteracyj-

¹ BARLINEK, BUDIMEX, BUDOPOL, CERSANIT, DECORA, ELBUDOWA, ELKOP, ENAP, ENERGOPLD, ENERGOPN, ENERGOPOL, INSTAL, INSTALKRK, MOSTALEXP, MOSTALPLC, MOSTALWAR, MOSTALZAB, NAFTA, NOWAGAŁA, PBG, PEMUG, POLCOLORIT, POLIMEXMS, PROCHEM, PROJPRZEM, ROPCZYCE, STORMMM, ŚNIEŻKA, TRION, ULMA, YAWAL, ŻURAWIE.

ne oraz tzw. podejście 2-równaniowe. Dokładny opis obu metod można znaleźć w literaturze [zob. np. Löffler, Posch 2007].

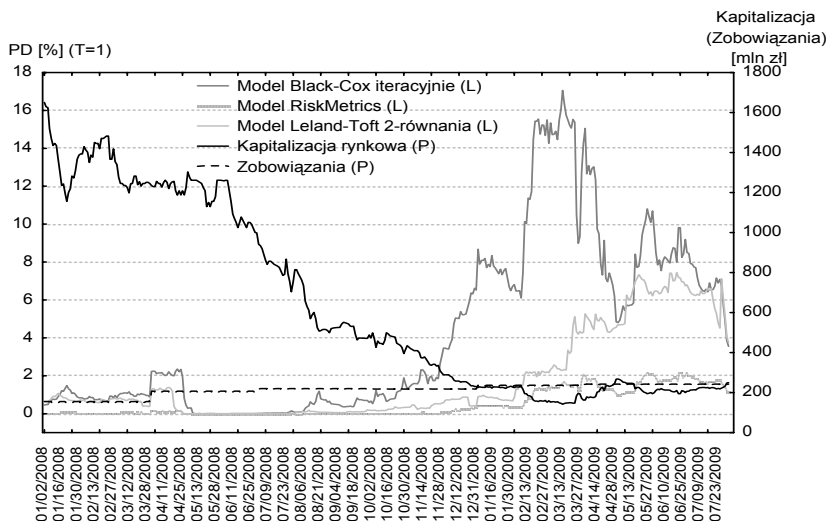
Dla wszystkich 32 badanych spółek oszacowano dynamikę zmian w czasie dla skumulowanego prawdopodobieństwa upadłości w rocznym ($T-t = 1$) horyzoncie czasu. Zostały one obliczone dla półtorarocznego okresu badawczego (w okresie od 2 stycznia 2008 do 31 lipca 2009 r.). Okres ten obejmuje zarówno okres bezpośrednio poprzedzający pojawienie się pierwszych oznak kryzysu na rynkach finansowych i w gospodarkach światowych (styczeń – wrzesień 2008), jak i sam okres kryzysu (październik 2008 – lipiec 2009).

Rysunek 2 przedstawia dynamikę zmian w czasie dla skumulowanego prawdopodobieństwa upadłości w rocznym horyzoncie czasu ($T = 1$) dla przykładowej spółki ULMA, wyznaczonego z wykorzystaniem modeli: Blacka-Coksa, Lelanda-Tofta oraz RiskMetrics. Rysunek przedstawia także dynamikę zmian w czasie dla wartości rynkowej kapitału własnego spółki oraz wartości księgowej jej zobowiązań. Wykorzystanie różnych modeli do prognozowania ryzyka upadłości, a także różne podejście do oszacowania parametrów tych modeli (iteracyjne lub 2-równaniowe) może dawać inne oszacowania dla wartości skumulowanego prawdopodobieństwa upadłości firmy (zob. rysunek 2). Ważne w tym przypadku jest uśrednienie tych wartości i obliczenie tzw. średniego prawdopodobieństwa upadłości, jako miary prognozowanego ryzyka bankructwa badanych spółek giełdowych.

Rysunek 3 przedstawia wartości średnie, minimalne oraz maksymalne dla uśrednionego prawdopodobieństwa upadłości w okresie do jednego roku ($T = 1$) dla 32 badanych spółek branży budowlanej. Uśrednione prawdopodobieństwo upadłości zostało wyznaczone jako średnia wartość prawdopodobieństw upadłości dla modeli: Blacka-Coksa oraz Lelanda-Tofta i modelu firmy RiskMetrics™, gdy oszacowania dla wartości rynkowej aktywów i ich zmienności były obliczane tak, jak w metodzie iteracyjnej i 2-równaniowej. Na rysunku 4 przedstawiono natomiast średnie kwartalne wartości prawdopodobieństwa upadłości wybranych spółek giełdowych z branży budowlanej w badanym okresie.

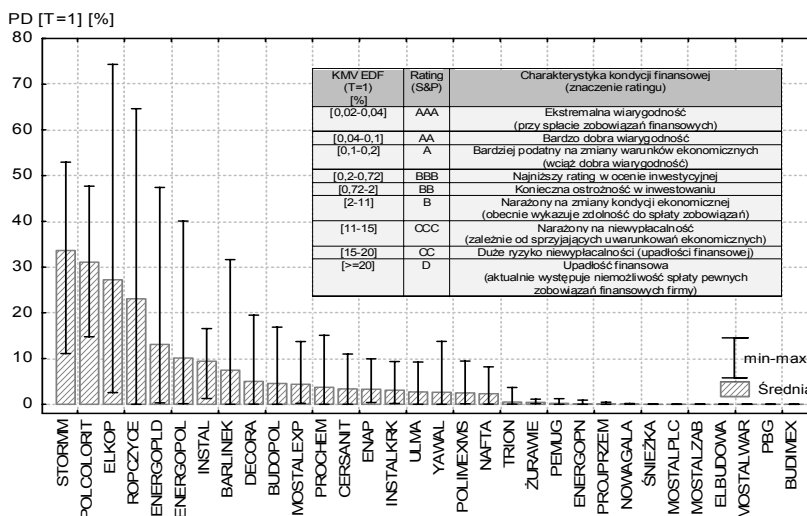
Analizując oszacowane prawdopodobieństwa upadłości dla spółek giełdowych z branży budowlanej w okresie od stycznia 2008 do lipca 2009 r., można stwierdzić, że w przypadku aż 20 spółek występuje zauważalny wzrost wartości prawdopodobieństwa ich bankructwa w okresie przypadającym na czas kryzysu na rynkach finansowych. Potwierdza to logiczne przypuszczenie, że spółki z branży budowlanej, z racji swojej specyfiki, w zdecydowanej większości zostały dotknięte znaczącymi skutkami kryzysu na rynkach finansowych i w gospodarkach światowych.

Na uwagę zasługuje również pewien pozytywny aspekt (wynikający z analizy oszacowanych wartości dla prawdopodobieństwa upadłości) mogący świadczyć o stopniowej poprawie kondycji finansowej spółek w branży budowlanej.



Rys. 2. Dynamika zmian w czasie skumulowanego prawdopodobieństwa upadłości, wartości rynkowej kapitału własnego oraz wartości księgowej zobowiązań dla spółki ULMA w okresie od 2 stycznia 2008 do 31 lipca 2009 r.

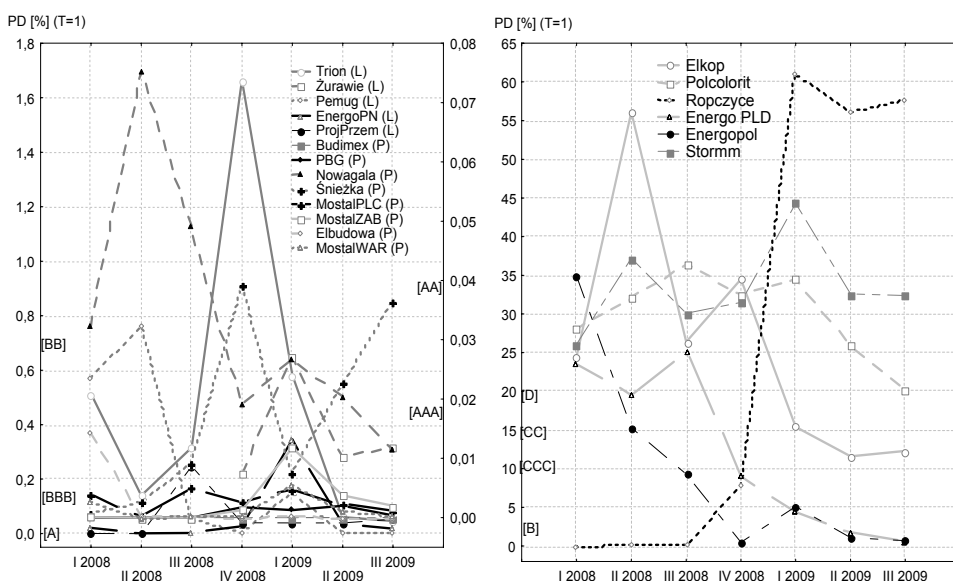
Źródło: opracowanie własne.



Rys. 3. Średnie, maksymalne oraz minimalne wartości dla uśrednionego skumulowanego prawdopodobieństwa upadłości (oszacowanego w okresie od 2 stycznia 2008 do 31 lipca 2009 r.) wraz z wartościami implikowanego ratingu S&P dla analizowanych spółek giełdowych z branży budowlanej

Źródło: opracowanie własne.

Analizując badane spółki, można zauważyć, że dla wielu z nich w ostatnim okresie (styczeń – lipiec 2009) ich sytuacja zdolności spłaty zobowiązań trochę zaczęła się poprawiać. Świadczy o tym stopniowy, ale jeszcze ciągle powolny spadek wartości prawdopodobieństwa upadłości tych spółek. Analiza pokazuje także, że niektóre spółki z branży budowlanej są odporne na sytuacje kryzysowe. Spółki, takie jak: BUDIMEX, ELBUDOWA, MOSTALPLC, MOSTALWAR, PBG, PEMUG, charakteryzują się bardzo niskimi wartościami oszacowanych prognoz dla prawdopodobieństwa upadłości (także w okresie kryzysu), co świadczy o ich bardzo dobrej kondycji finansowej i bardzo małym potencjalnym ryzyku bankructwa.



Rys. 4. Średnie kwartalne wartości dla skumulowanego prawdopodobieństwa upadłości wraz z odpowiadającym implikowanym ratingiem S&P dla spółek z branży budowlanej charakteryzujących się bardzo małym oraz bardzo dużym ryzykiem upadłości w okresie od 2 stycznia 2008 do 31 lipca 2009.

Źródło: opracowanie własne.

Najbardziej narażone na ryzyko bankructwa w badanym okresie były spółki: POLCOLORIT, STORMM, ROPCZYCE, ELKOP, ENERGOPLD, ENERGOPOL (największe średnie prawdopodobieństwo upadłości, dochodzące nawet do kilkadziesiąt procent – zob. rysunki 3 i 4). Są to spółki posiadające implikowany rating S&P w zakresie od [B] do [D], a więc są bardzo narażone na ryzyko niemożności spłaty swoich zobowiązań lub wręcz, tak jak spółki: ROPCZYCE, STORMM, POLCOLORIT, są aktualnie kwalifikowane jako potencjalny bankrut.

4. Podsumowanie

Na podstawie obliczonych prawdopodobieństw upadłości wynika również, że istnieje wiele spółek, które posiadają bardzo dobrą kondycję finansową i są najmniej narażone na ryzyko upadłości. Spółki, takie jak: BUDIMEX, MOSTALWAR, MOSTALZAB, MOSTALPLC, ELBUDOWA, ŚNIEŻKA, NOWAGALA, PBG, posiadają bardzo niskie wartości prawdopodobieństwa upadłości i charakteryzują się najwyższym implikowanym ratingiem S&P [AAA] i [AA] (bardzo wysoka wiarygodność spłaty zobowiązań). Podobnie spółki takie, jak: ŻURAWIE, TRION, PEMUG, ENERGOPN oraz PROJPRZEM, posiadają stosunkowo niskie wartości prawdopodobieństwa potencjalnej upadłości (do 2%), charakteryzują się zatem także dobrą wiarygodnością, ale zalecana jest ostrożność w inwestowaniu (implikowany rating [BB] i [BBB]).

Pozostałe spółki z branży, takie jak: INSTAL, INSTALKRK, BARLINEK, DECORA, BUDOPOL, MOSTALEXP, PROCHEM, CERSANIT, ENAP, ULMA, YAWAL, POLIMEXMS, NAFTA, charakteryzują się przeciętnym ryzykiem (maksymalne wartości prawdopodobieństwa upadłości w większości przypadków do 15%, a średnia na poziomie kilku procent – zob. rysunek 3). Spółki te posiadają zatem implikowany rating [B] – [CCC], a więc są narażone na zmiany kondycji finansowej, ale obecnie wykazują zdolność do spłaty swoich zobowiązań.

Podsumowując, należy stwierdzić, że omawiane modele strukturalne są ciągle rozwijane i udoskonalane. Wnikliwa analiza literatury pokazuje ich liczne praktyczne zastosowania. Modele strukturalne z powodzeniem mogą być wykorzystywane w praktyce, gdyż stosunkowo dobrze prognozują prawdopodobieństwo upadłości notowanych przedsiębiorstw. Wydają się także interesującą alternatywą dla różnego rodzaju modeli empirycznych (np. modeli scoringowych).

Literatura

- Bielecki T.R., Rutkowski M., *Credit risk: modeling, valuation and hedging*, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 2002.
- Bohn J.R., Stein R.M., *Active credit portfolio management in practice*, John Wiley & Sons, New Jersey 2009.
- Bohn J., *A survey of contingent-claims approaches to risky debt valuation*, „Journal of Risk Finance” 2000, no. 1 (3).
- CreditGrades™ Technical Document*, red. C. Finger, RiskMetrics, New York 2002.
- Lando D., *Credit risk modeling. Theory and applications*, Princeton University Press, New Jersey 2004.
- Löffler G., Posch P.N., *Credit risk modeling using Excel and VBA*, John Wiley & Sons, Chichester 2007.
- Pisula T., *Ocena ryzyka upadłości spółek giełdowych z wykorzystaniem modeli strukturalnych*, w: *Inwestycje finansowe i ubezpieczenia – tendencje światowe a polski rynek*, red. W. Ronka-Chmielewicz, K. Jajuga, Wydawnictwo UE, Wrocław 2009.
- Zarządzanie ryzykiem*, red. K. Jajuga, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2007.

FORECASTING OF BANKRUPTCY THREAT FOR JOINT STOCK COMPANIES OF THE BUILDING SECTOR

Summary: At the present time of financial crisis, which concerns Polish companies and joint stock companies to a high degree, there are many companies threatened with bankruptcy. The building sector, due to its specific character and the dynamic development in the pre-crisis period, is particularly exposed to such threat. For stock investors, who invest in securities (among them companies from the building sector) it is significant to have efficient tools, which would enable to forecast the bankruptcy threats. In such a situation, various structural models seem to be useful to help forecast the probability of a bankruptcy within the given time horizon. The article presents the theoretical and practical aspects of the structural approach to the issue of bankruptcy forecast for the joint stock companies from the building sector.