

Ryzyko kredytowe. Metody oceny zdolności kredytowej. Prawdopodobieństwa wypłacalności. Stopy odzysku

Przyczyną ryzyka kredytowego w szerokim ujęciu są zmiany zdolności kredytowej dłużników (w tym przejście do stanu niewypłacalności). Zdolność kredytowa jest zespołem cech dłużnika określających możliwości regulowania płatności. Zdolność kredytowa jest cechą jakościową dłużników.

Oceny zdolności kredytowej na podstawie metod fundamentalnych

Najbardziej tradycyjnymi i nadal popularnymi metodami oceny zdolności kredytowej są metody analizy fundamentalnej. Metody te są wykorzystywane przez banki oraz agencje ratingowe.

Od czego zależy zdolność kredytowa? Tradycyjnie wymienia się pięć podstawowych czynników („five Cs of credit”), które mają wpływ na zdolność kredytową dłużnika (nie tylko klienta banku, lecz również odbiorcy produktów sprzedawanych przez przedsiębiorstwo):

1. wiarygodność i intencja zapłacenia należności (ang. *character*),
2. zdolność do generowania odpowiednich strumieni pieniężnych (ang. *capacity*),
3. kapitał własny (ang. *capital*),
4. zabezpieczenia (ang. *collateral*),
5. odpowiednie warunki ekonomiczne w otoczeniu (ang. *conditions*).

Oceny agencji ratingowych

Rola agencji ratingowych: obiektywna, niezależna, profesjonalna, rzeczowa, etyczna i bieżąca ocena zdolności kredytowej (standingu finansowego) podmiotu (kraju, banku, przedsiębiorstwa, emitenta obligacji).

Tabela 1. Kategorie zdolności kredytowej (według Standard and Poor's oraz Moody's Investors Service)

Zdolność kredytowa	S&P's	Moody's
Papiery inwestycyjne		
bardzo wysoka	AAA	Aaa
wysoka	AA	Aa
duża	A	A
odpowiednia	BBB	Baa
Papiery spekulacyjne		
średnia	BB	Ba
niewystarczająca	B	B
niska	CCC	Caa
niewypłacalność	D	D

18 kategorii

SnP18	AAA	AA+	AA	AA-	A+	A	A-	BBB+	BBB	BBB-	BB+	BB	BB-	B+	B	B-	CCC	D
Moody18	Aaa	Aa1	Aa2	Aa3	A1	A2	A3	Baa1	Baa2	Baa3	Ba1	Ba2	Ba3	B1	B2	B3	Caa	D

Prawdopodobieństwa wypłacalności i niewypłacalności

Przyczyną zmienności wartości bądź stóp zwrotu w przypadku ryzyka kredytowego zwrotu są zmiany zdolności kredytowej. Rozkład prawdopodobieństw wypłacalności bądź niewypłacalności jest narzędziem badania zmian zdolności kredytowej.

Credit scoring

Termin credit scoring oznacza proces kwantyfikacji prawdopodobieństw wypłacalności na podstawie punktów przyznanych poszczególnym cechom potencjalnego kredytobiorcy oraz podejmowania na tej podstawie decyzji o przyznaniu bądź odmowie kredytu. Stosowane są proste oraz bardzo złożone sposoby punktacji. Złożone techniki credit scoringu wykorzystują modele probabilistyczne, modele dyskryminacyjne i inne modele ekonometryczne do oszacowania prawdopodobieństw wypłacalności.

Model probabilistyczny, logit i probit

Model probabilistyczny ma postać:

$$(1) \quad Z_i = \sum_{j=1}^n \beta_j X_{ij} + \xi_j$$

Model logitowy wyznacza prawdopodobieństwo wypłacalności kredytobiorcy w przedziale (0;1). Dystrybuanta (funkcja skumulowanego prawdopodobieństwa) ma postać:

$$(2) \quad F(Z_i) = \frac{1}{1 + e^{-Z_i}}$$

gdzie:

Z_i - wartość zmiennej objaśnianej oszacowanego modelu probabilistycznego.

Model probitowy różni się od modelu logitowego tym, że zakłada się normalny rozkład prawdopodobieństwa. W przypadku modelu probitowego wykorzystuje się dystrybuantę rozkładu normalnego.

Modele dyskryminacyjne

Najbardziej znanym oszacowanym modelem dyskryminacyjnym jest (Z-Score) model E.I. Altmana¹:

$$(3) \quad Z = 1,2 X_1 + 1,4 X_2 + 3,3 X_3 + 0,6 X_4 + 0,999 X_5$$

gdzie:

X_1 - majątek obrotowy netto / aktywa,

X_2 - zysk zatrzymany / aktywa,

X_3 - nadwyżka operacyjna / aktywa,

X_4 - wartość rynkowa kapitału własnego / wartość księgową zobowiązań,

X_5 - sprzedaż / aktywa.

¹ Por. E.I. Altman, *Financial Ratios, Discriminant Analysis and the Prediction of Corporate Bankruptcy*, *Journal of Finance*, September 1968, s. 189-209 oraz E.I. Altman, *Managing the Commercial Lending Process*, w: *Handbook of Banking Strategy*, John Wiley, New York 1985, s. 473-510.

Tablice prawdopodobieństw niewypłacalności

Tabela 2. Skorygowane współczynniki niewypłacalności wg klasyfikacji obligacji Standard & Poor's (lata 1971-1988)

Grupa	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
AAA Roczne	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	0,05%	0,00%	0,00%	0,00%
AAA Skumulowane	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,15%	0,21%	0,21%	0,21%	0,21%
AA Roczne	0,00%	0,00%	1,39%	0,33%	0,20%	0,00%	0,27%	0,00%	0,11%	0,13%
AA Skumulowane	0,00%	0,00%	1,39%	1,72%	1,92%	1,92%	2,18%	2,18%	2,29%	2,42%
A Roczne	0,00%	0,39%	0,32%	0,00%	0,00%	0,11%	0,11%	0,07%	0,13%	0,00%
A Skumulowane	0,00%	0,39%	0,71%	0,71%	0,71%	0,82%	0,93%	1,00%	1,13%	1,13%
BBB Roczne	0,03%	0,20%	0,12%	0,26%	0,39%	0,00%	0,14%	0,00%	0,21%	0,80%
BBB Skumulowane	0,03%	0,23%	0,35%	0,61%	1,00%	1,00%	1,14%	1,14%	1,34%	2,13%
BB Roczne	0,00%	0,50%	0,57%	0,26%	0,53%	2,79%	3,03%	0,00%	0,00%	3,48%
BB Skumulowane	0,00%	0,50%	1,07%	1,34%	1,86%	4,59%	7,48%	7,48%	7,48%	10,70%
B Roczne	1,40%	0,65%	2,73%	3,70%	3,59%	3,86%	6,30%	3,31%	6,84%	3,70%
B Skumulowane	1,40%	2,04%	4,72%	8,24%	11,54%	14,95%	20,31%	22,95%	28,22%	30,88%
CCC Roczne	1,97%	1,88%	4,37%	16,35%	2,06%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
CCC Skumulowane	1,97%	3,81%	8,01%	23,05%	24,64%	24,64%	24,64%	24,64%	24,64%	24,64%

Źródło: E.I.Altman, Default Risk, Mortality Rates, and the Performance of Corporate Bonds, ICFA, 1989

Rynkowe prawdopodobieństwa wypłacalności

Prawdopodobieństwa wypłacalności dla dowolnego okresu można wyznaczyć na podstawie implikowanych stóp forward. Skumulowane prawdopodobieństwo wywiązania się ze zobowiązań przez emitenta papieru wartościowego można ustalić również na podstawie stóp procentowych spot wykorzystując wzór:

$$(4) \quad p_{wsT} = \frac{(1 + R_B)^T}{(1 + R_K)^T}$$

gdzie:

 p_{wsT} - skumulowane prawdopodobieństwo wypłacalności w horyzoncie T, R_B - stopa spot (w skali roku) dla bonów skarbowych bądź obligacji rządowych z okresem wykupu T (stopa wolna od ryzyka), R_K - stopa spot (w skali roku) dla papieru wartościowego z okresem wykupu T emitowanego przez badane przedsiębiorstwo,

T - okres, jednakowy dla obu stóp.

Dystans do punktu niewypłacalności

Dystans do punktu niewypłacalności (ang. *distance to default*). Dystans do punktu niewypłacalności (ang. *default point*) jest wyznaczany na podstawie formuły:

$$(5) \quad d = \frac{S - S_d}{\sigma_{ROA} S}$$

gdzie:

S - rynkowa wartość aktywów (wyznaczana na podstawie modelu Mertona),

 S_d - tzw. punkt niewypłacalności (połowa zadłużenia długoterminowego + zobowiązania bieżące), σ_{ROA} - zmienność aktywów (ang. *volatility of the firm's assets*).

Macierze migracji

Tabela 3. Macierz prawdopodobieństw migracji (Moody's)

2001	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa	D	WR
Aaa	89,91	0,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,17
Aa	0,30	90,92	5,06	0,15	0,00	0,15	0,00	0,00	3,42
A	0,25	2,30	86,69	6,57	0,33	0,16	0,16	0,16	3,38
Baa	0,19	0,29	3,58	86,83	4,16	0,77	0,19	0,29	3,70
Ba	0,00	0,00	1,16	6,55	75,53	8,86	1,16	1,16	5,58
B	0,00	0,00	0,11	0,95	5,58	63,44	14,54	9,17	6,21
Caa-C	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,34	54,69	30,47	12,50

Źródło: Moody's Investors Service, Global Credit Research, February 2002

Premia za ryzyko*Premia za ryzyko na podstawie rynkowych stóp zwrotu*

Premię za ryzyko można zapisać w sposób następujący:

$$(6) \quad q = R_K - R_B$$

gdzie:

R_K - stopa spot (w skali roku) dla papieru wartościowego z okresem wykupu T emitowanego przez badane przedsiębiorstwo,

R_B - stopa spot (w skali roku) dla bonów skarbowych bądź obligacji rządowych z okresem wykupu T (stopa wolna od ryzyka).

Kredytodawca nawet po ogłoszeniu bankructwa kredytobiorcy odzyskuje część swojego kapitału. Oznaczmy symbolem u - udział kapitału (łącznie z odsetkami) odzyskiwanego przez kredytodawcę po ogłoszeniu bankructwa. Wówczas możemy zapisać równanie:

$$(7) \quad 1 + R_B = p_{wsT}(1 + R_O) + (1 - p_{wsT})(1 + R_O)u$$

gdzie:

R_B - stopa spot (w skali roku) dla bonów skarbowych bądź obligacji rządowych z okresem wykupu T (stopa wolna od ryzyka),

p_{wsT} - skumulowane prawdopodobieństwo wypłacalności w horyzoncie T,

u - stopa odzyskania kapitału i odsetek po ogłoszeniu przez przedsiębiorstwo bankructwa, dla danego rodzaju zabezpieczenia kredytu,

R_O - stopa spot dla obligacji emitowanej przez przedsiębiorstwo, uwzględniająca możliwość odzyskania kapitału i odsetek po ogłoszeniu przez przedsiębiorstwo bankructwa.

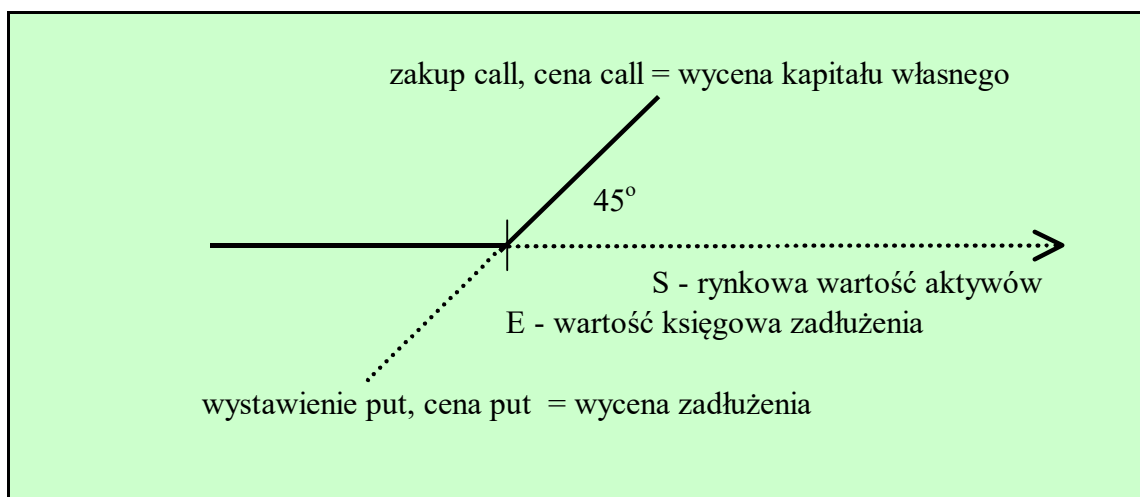
W tej sytuacji premia za ryzyko jest równa:

$$(8) \quad q = R_O - R_B = \frac{(1 + R_B)}{p_{wsT} + u - p_{wsT}u} - (1 + R_B)$$

Wzór pozwala ustalić, jaką premię powinien zastosować bank dla kredytobiorcy przy danym typie zabezpieczenia zapewniającym odzyskanie $u\%$ kapitału.

Premia za ryzyko na podstawie modelu opcji

Model Blacka-Scholesa-Mertona (BMS) wyceny opcji jest równocześnie pierwszym modelem wyceny wartości kapitału własnego oraz wyceny kapitału obcego (zadłużenia), uwzględniającym ryzyko kredytowe². Model umożliwia wyznaczenie teoretycznej premii za ryzyko kredytowe oraz prawdopodobieństwo wypłacalności. W modelu przyjmuje się założenie, że wartość aktywów (netto) przedsiębiorstwa jest finansowana kapitałem własnym i kapitałem obcym (zadłużenie długoterminowe). Zadłużenie ma uproszczoną formę zerokuponowej obligacji. Właściciele obligacji mają pierwszeństwo zaspokojenia roszczeń z aktywów przedsiębiorstwa w stosunku do właścicieli przedsiębiorstwa (akcjonariuszy).



Rys. 1. Wycena kapitału i zadłużenia na podstawie modelu opcji

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 4. Model wyceny opcji a model wyceny kapitału

	Model wyceny opcji	Model wyceny kapitału
S	cena rynkowa instrumentu pierwotnego (cena spot)	aktualna, rynkowa wartość aktywów przedsiębiorstwa
E	cena bazowa	wartość księgowa zadłużenia (przyszła wartość zobowiązań wobec wierzycieli)
C	premia opcji call	dzisiejsza wartość kapitału własnego
S-C		wycena wartości zadłużenia
T	okres do wygaśnięcia opcji	okres kredytu
R_B^*	stopa procentowa wolna od ryzyka	stopa oprocentowania kredytu wolna od ryzyka kredytowego
σ_s^2	oczekiwana wariancja stóp zwrotu dla instrumentu pierwotnego	oczekiwana wariancja stóp zwrotu dla aktywów przedsiębiorstwa
N(x)	skumulowane prawdopodobieństwo dla zmiennej standaryzowanej o rozkładzie normalnym przyjmującej wartość x.	

Źródło: Opracowanie własne.

Model Blacka-Scholesa:

² Propozycja wykorzystania modelu opcji do wyceny kapitału i zadłużenia zajmuje znaczną część oryginalnego artykułu Blacka i Scholesa. Por. F.Black , M.Scholes, *The Pricing of Options and Corporate Liabilities*, „Journal of Political Economy”, 1973, vol. 81, no.3, s. 637-659. Model wyceny premii za ryzyko na podstawie zmodyfikowanego przy wykorzystaniu dźwigni kapitałowej modelu Blacka i Scholesa przedstawił R.C.Merton. Por. R.C. Merton, *On the Pricing of Corporate Debt ...* s. 449-470.

$$(9) \quad C = SN(d_1) - Ee^{-R_B^*T}N(d_2)$$

Dźwignia kapitałowa (d) jest definiowana jako relacja zaktualizowanej wartości księgowej zadłużenia do wartości aktualnej rynkowej wartości aktywów (netto). Wartość aktywów netto jest z założenia równa wartości kapitału (kapitału własnego i kapitału obcego):

$$(10) \quad d = \frac{Ee^{-R_B^*T}}{S}$$

Wycena wartości zadłużenia jest równa wartości aktywów (S) pomniejszonej o wartość kapitału własnego (C). Wykorzystując model Blacka-Scholesa oraz prostą zależność $1-N(d_1) = N(-d_1)$, otrzymujemy:

$$\begin{aligned} S - C &= S[1 - N(d_1)] + Ee^{-R_B^*T}N(d_2) \\ &= SN(-d_1) + Ee^{-R_B^*T}N(d_2) \\ (11) \quad &= Ee^{-R_B^*T} \left[\frac{S}{Ee^{-R_B^*T}} N(-d_1) + N(d_2) \right] \\ &= Ee^{-R_B^*T} \left[\frac{1}{d} N(-d_1) + N(d_2) \right] \end{aligned}$$

Zmienne pomocnicze można zapisać również w wygodny sposób:

$$\begin{aligned} d_1 &= \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(R_B^* + \frac{1}{2}\sigma_s^2\right)T}{\sigma_s\sqrt{T}} = \frac{\ln\left(\frac{e^{-R_B^*T}}{d}\right) + \left(R_B^* + \frac{1}{2}\sigma_s^2\right)T}{\sigma_s\sqrt{T}} = -\frac{\ln(d) - \frac{1}{2}\sigma_s^2T}{\sigma_s\sqrt{T}}, \\ d_2 &= -\frac{\ln(d) - \frac{1}{2}\sigma_s^2T}{\sigma_s\sqrt{T}} - \sigma_s\sqrt{T} = -\frac{\ln(d) + \frac{1}{2}\sigma_s^2T}{\sigma_s\sqrt{T}} \end{aligned}$$

Premia za ryzyko kapitalizowana w sposób ciągły q^* zależy od stóp procentowych kapitalizowanych w sposób ciągły:

$$(12) \quad q^* = \ln(1 + q) = \ln(1 + R_K) - \ln(1 + R_B) = R_K^* - R_B^*$$

gdzie:

R_B^* - ciągła stopa spot (w skali roku) dla bonów skarbowych bądź obligacji rządowych z okresem wykupu T (stopa wolna od ryzyka),

R_K^* - ciągła stopa spot (w skali roku) dla papieru wartościowego z okresem wykupu T emitowanego przez badane przedsiębiorstwo (stopa uwzględniająca ryzyko kredytowe).

Premia za ryzyko zależy od okresu kredytu (T) oraz zmiennych pomocniczych d_1 i d_2 . Metoda umożliwia wyznaczenie premii za ryzyko dla kredytów o dowolnym okresie T .

$$(13) \quad q^* = -\frac{1}{T} \ln \left[\frac{1}{d} N(-d_1) + N(d_2) \right]$$

Przykład 1. Prawdopodobieństwa wypłacalności

Dane są stopy procentowe spot w skali rocznej dla obligacji rządowych oraz obligacji emitowanych przez przedsiębiorstwo z terminami wykupu po roku, dwóch i trzech latach:

Termin wykupu	Obligacje rządowe	Obligacje przeds.
1	9,00%	11,50%
2	10,00%	12,78%
3	11,00%	14,06%

Polecenia:

1. Wyznaczyć implikowane stopy forward dla drugiego i trzeciego roku.
2. Wyznaczyć prawdopodobieństwo wypłacalności oraz niewypłacalności przedsiębiorstwa po pierwszym, drugim i trzecim roku.

Rozwiązanie

Ad 1.

Implikowane stopy forward wynoszą:

	Obligacje rządowe	Obligacje przeds.
${}_1f_0 =$	9,00%	11,50%
${}_2f_1 =$	11,01%	14,07%
${}_3f_2 =$	13,03%	16,65%

Ad 2.

Prawdopodobieństwa wypłacalności odrębnie dla każdego roku możemy policzyć na podstawie stóp forward, a następnie policzyć iloczyny prawdopodobieństw:

Termin	P_w	P_{wsT}
1	0,978	0,978
2	0,973	0,951
3	0,969	0,922

Przykład 2. Premia za ryzyko w skali rocznej

Dane są premie oraz stopy procentowe odpowiadające poszczególnym grupom emitentów rocznych obligacji przedsiębiorstw:

Ocena (rating)	Premia (spread)	Stopa proc.	Ocena (rating)	Premia (spread)	Stopa proc.
AAA	0,30%	9,30%	B+	3,00%	12,00%
AA	0,70%	9,70%	B	4,00%	13,00%
A+	1,00%	10,00%	B-	5,00%	14,00%
A	1,25%	10,25%	CCC	6,00%	15,00%
A-	1,50%	10,50%	CC	7,50%	16,50%
BBB	2,00%	11,00%	C	9,00%	18,00%
BB	2,50%	11,50%	D	12,00%	21,00%

Stopa procentowa dla rocznych bonów skarbowych wynosi 9,0%.

Polecenie:

Wyznaczyć prawdopodobieństwa wypłacalności dla poszczególnych grup emitentów.

Wyznaczyć premie ze ryzyko, gdy stopa odzyskania należności wynosi 0,0%, 50,0%, 90,0%.

Rozwiązanie

Ocena	P _{wsł}	Premie za ryzyko (q)		
		u=0%	u=50%	u=90%
AAA	0,997	0,30%	0,15%	0,03%
AA	0,994	0,70%	0,35%	0,07%
A+	0,991	1,00%	0,50%	0,10%
A	0,989	1,25%	0,62%	0,12%
A-	0,986	1,50%	0,74%	0,15%
BBB	0,982	2,00%	0,99%	0,20%
BB	0,978	2,50%	1,24%	0,24%
B+	0,973	3,00%	1,48%	0,29%
B	0,965	4,00%	1,96%	0,39%
B-	0,956	5,00%	2,44%	0,48%
CCC	0,948	6,00%	2,92%	0,57%
CC	0,936	7,50%	3,63%	0,71%
C	0,924	9,00%	4,32%	0,84%
D	0,901	12,00%	5,69%	1,09%

Przykład 3. Premia za ryzyko - model wielookresowy

Dane są stopy procentowe w skali rocznej dla obligacji rządowych oraz obligacji emitowanych przez przedsiębiorstwo z terminami wykupu po roku, dwóch i trzech latach:

Termin wykupu	Obligacje rządowe	Obligacje przeds.
1	9,00%	11,50%
2	10,00%	12,78%
3	11,00%	14,06%

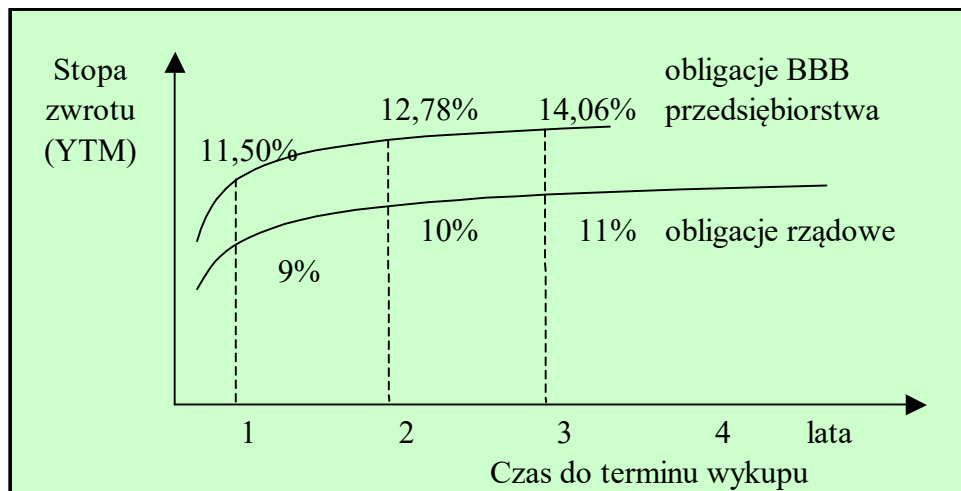
Polecenie:

Wyznaczyć prawdopodobieństwa wypłacalności oraz premie za ryzyko dla stóp odzysku należności 0%, 50%, 90%.

Rozwiązanie

Prawdopodobieństwa wypłacalności oraz premie za ryzyko wynoszą:

Termin	p_{wsT}	Premie za ryzyko		
		$u=0\%$	$u=50\%$	$u=90\%$
1	0,978	2,50%	1,24%	0,24%
2	0,951	5,63%	2,74%	0,54%
3	0,922	9,42%	4,52%	0,88%



Rys. 2. Krzywe stóp zwrotu dla obligacji

Źródło: Opracowanie własne.

Przykład 4. Premia za ryzyko na podstawie modelu Blacka-Scholesa

Dane są następujące informacje o przedsiębiorstwie:

S - rynkowa wartość aktywów	4 756 tys. zł
E - księgową wartość zadłużenia	5 000 tys. zł
t - okres kredytu (liczba dni)	360 dni
R_B^* - stopa procentowa bez ryzyka	5,0%
σ^2 - wariancja stopy zwrotu aktywów (ROA)	20%

Polecenia

1. Wycenić wartość zadłużenia. Wyznaczyć wartość kapitału i wartość kapitału własnego.
2. Wyznaczyć premię za ryzyko. Przedstawić analizę wrażliwości premii w zależności od okresu (90, 180, 360 dni) oraz dźwigni kapitałowej (0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1).
3. Przedstawić analizę wrażliwości na zmienność (5%,10%,15%,20%,25%,30%) oraz dźwignię kapitałową (0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1).

Rozwiązanie

Ad 1.

Wycena wartości zadłużenia na podstawie wzoru: $S - C = Ee^{-R_B^*T} \left[\frac{1}{d} N(-d_1) + N(d_2) \right]$

Liczymy:

zmienną T (liczba dni dzielona przez 360)	$T =$	1,00
współczynnik aktualizacji ciągłej	$e^{-R_B^*T} =$	0,9512
dzisiejszą wartość księgową zadłużenia przy aktualizacji ciągłej	$Ee^{-R_B^*T} =$	4 756,1
udział zaktualizowanej wartości księgowej zadłużenia w wartości aktywów	$=$	1,00

wartości zmiennych pomocniczych d_1 i d_2 :

$$d_1 = -\frac{\ln(d) - \frac{1}{2}\sigma_s^2 T}{\sigma_s \sqrt{T}} = 0,1000 \quad d_2 = -\frac{\ln(d) + \frac{1}{2}\sigma_s^2 T}{\sigma_s \sqrt{T}} = -0,1000$$

Skumulowane prawdopodobieństwa dla zmiennej standaryzowanej o rozkładzie normalnym przyjmującej wartości $-d_1$ i d_2 wynoszą: $N(-d_1) = 0,4602$ $N(d_2) = 0,4602$

Skumulowane prawdopodobieństwo wypłacalności jest równe:

$$\left(\frac{1}{d} N(-d_1) + N(d_2) \right) = 0,9203$$

Wycena wartości zadłużenia wynosi: $S - C = Ee^{-R_B^*T} \left[\frac{1}{d} N(-d_1) + N(d_2) \right] = 4377,3$ Wycena kapitału własnego: $C = 378,9$

Ad 2.

Premia za ryzyko wynosi: $q^* = -\frac{1}{T} \ln \left[\frac{1}{d} N(-d_1) + N(d_2) \right] = q^* = 8,30\%$

Wrażliwość premii na dźwignię i okres kredytu jest podana w tablicy:

8,30%	Premie			Prawd. wypłacalności		
	90	180	360	90	180	360
0,6	0,00%	0,00%	0,04%	1,0000	1,0000	0,9996
0,7	0,00%	0,06%	0,36%	1,0000	0,9997	0,9965
0,8	0,20%	0,77%	1,49%	0,9995	0,9961	0,9852
0,9	3,18%	3,98%	4,07%	0,9921	0,9803	0,9601
1	16,28%	11,60%	8,30%	0,9601	0,9436	0,9203

Ad 3.

Wrażliwość premii na dźwignię i oczekiwaną zmienność jest podana w tablicy:

Premie						
8,30%	5%	10,00%	15,00%	20,00%	25,00%	30,00%
0,6	0,00%	0,00%	0,00%	0,04%	0,24%	0,70%
0,7	0,00%	0,00%	0,05%	0,36%	1,03%	2,06%
0,8	0,00%	0,05%	0,51%	1,49%	2,87%	4,52%
0,9	0,03%	0,79%	2,27%	4,07%	6,04%	8,11%
1	2,01%	4,07%	6,16%	8,30%	10,48%	12,70%

Prawd. wypłacalności						
0,6	1,0000	1,0000	1,0000	0,9996	0,9976	0,9930
0,7	1,0000	1,0000	0,9995	0,9965	0,9897	0,9796
0,8	1,0000	0,9995	0,9950	0,9852	0,9717	0,9558
0,9	0,9997	0,9921	0,9775	0,9601	0,9414	0,9221
1	0,9801	0,9601	0,9402	0,9203	0,9005	0,8808