System zarządzania ryzykiem. Cele. Czynniki. Ekspozycja

SYSTEM ZARZĄDZANIA RYZYKIEM

Cele działania	Czynniki ryzyka	Ekspozycja	Pomiar ryzyka	Zarządzanie
1. absolutne wartość zysk strumień pieniężny	1. ryzyko rynkowe - zmienność a. cen b. stopy procentowej c. kursu walutowego	1. metody wyceny wartości a. tradycyjne b. bezarbitrażowe c. dwumianowe d. symulacja	1. metody tradycyjne wariancja odchylenie standardowe	1. strategie zarządzania konserwatywne aktywne (optymalizacja) (alokacja kapitału)
2. względne prosta stopa zwrotu logarytmiczna stopa zwrotu	2. ryzyko kredytowe zmiany zdolności kredytowej a. zmiany strumieni metody credit scoringu prawd. niewypłacalności, δ stopy odzysku, δ b. zmiany stóp procentowych premie za ryzyko macierze migracji		2. mierniki koncentracji i dywersyfikacji	2. limity
	3. ryzyko operacyjne		3. mierniki wrażliwości luka walutowa luka procentowa (duration) opcje δ, γ, τ, ρ, κ	3. zapotrzebowanie na kapitał prognoza zmiany wartości ekonomicznej kapitału
			4. metody nowoczesne VaR EaR CFaR	4. ocena decyzji ΔV/VaR P&L/EaR ΔCFAT/CFaR
			5. Stress test	

System obejmuje:
1) cele działania w warunkach ryzyka w ujęciu absolutnym (wartość, zyski, strumienie pieniężne) oraz w ujęciu względnym (stopy zwrotu),
2) metody wyrażania i prognozowania czynników ryzyka tzn. kursu walutowego, stopy procentowej, zdolności kredytowej,
3) metody badania ekspozycji celu działania na zmiany czynników ryzyka,
4) mierniki ryzyka,
5) strategie zarządzania ryzykiem, limity i kontrola ekspozycji, adekwatność kapitałowa oraz ocena decyzji.

1.1.1 Cele absolutne

- Wartość
- Zysk
- Strumienie pieniężne
- EVA

Wartość

Przypomnijmy, że wartość (kapitału własnego, a także poszczególnych składników majątkowych) jest sumą przyszłych strumieni pieniężnych zaktualizowanych według stopy kosztu kapitału:

(1) $$PV = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+RRR)^t} + \frac{CV_n}{(1+RRR)^n}$$

gdzie:
PV - wartość dzisiejsza (ang. *present value*) na koniec okresu t=0,

CF_t - oczekiwany strumień pieniężny (ang. *cash flow*) w przyszłym okresie t w wyniku realizacji inwestycji,
CV_n - wartość końcowa (ang. *continuing value*) w okresie t=n,
RRR - wymagana przez inwestora stopa zwrotu (ang. *required rate of return*) - stopa dyskontowa równa stopie kosztu kapitału.

EVA

EVA dla właścicieli

(2) $EVA_E = NI - R_E \times E_P$
or
(3) $EVA_E = (ROE - R_E) \times E_P$
where
NI – zysk netto,
R_E – koszt kapitału własnego,
E_P – kapitał własny na początku okresu,
ROE - NI/E_P.

EVA dla właścicieli i wierzycieli

(4) $EVA_F = NOI\,(1-T) - R_A \times (E_P+D_P)$
or
(5) $EVA_F = (ROA - R_A) \times (E_P+D_P)$
where
NOI (1-T)– zysk operacyjny po opodatkowaniu,
R_A – średni ważony koszt kapitału,
(E_P+D_P) – kapitał własny + kapitał obcy,
ROA – $NOI(1-T)/ (E_P+D_P)$

1.1.2 Cele absolutne

Prosta stopa zwrotu

Stopa zmiany ceny (**prosta stopa zwrotu**), a więc względna zmiana ceny pomiędzy terminem t, a poprzednim terminem t-1 wynosi:

(6) $$R_t = \frac{P_t - P_{t-1} + D_t}{P_{t-1}} = \frac{P_t + D_t}{P_{t-1}} - 1 = \frac{\Delta P_{t\text{-}1} + D_t}{P_{t-1}}$$

gdzie:
R_t - stopa zwrotu pomiędzy terminem t-1 a terminem t.

Wskaźnik zmiany ceny wynosi[1]:

(7) $$1 + R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$$

Logarytmiczna stopa zwrotu

Stopa zwrotu przy zastosowaniu kapitalizacji ciągłej (logarytmiczna stopa zwrotu) jest wyznaczana na podstawie wzoru:

(8) $$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t + D_t}{P_{t-1}}\right) = \ln(P_t + D_t) - \ln(P_{t-1})$$

gdzie:
r_t - logarytmiczna stopa zwrotu pomiędzy terminem t-1 a terminem t,

Stopa równoważna w skali rocznej

Równoważną stopę zwrotu w skali rocznej możemy wyznaczyć na podstawie wzoru:

(9) $$i = (1 + r_t(k))^{\frac{365}{t\text{-}k}} - 1$$

t-k - liczba dni.

[1] Stopa zmiany ceny jest czasami nazywana stopą w okresie posiadania inwestycji (HPY, ang. holding period yield), a wskaźnik zmiany ceny jest nazywany zwrotem w okresie posiadania (HPR, ang. holding period return). Por. F.K. Reilly, K.C. Brown, *Investment Analysis and Portfolio Management*, 5th Edition, The Dryden Press, Harcourt Brace College Publishers1997 s. 6-7.

Przykład 1. Stopa zwrotu w skali rocznej

W ciągu 73 dni cena wzrosła z 100 zł/akcję do 102 zł/akcję.

Polecenia:

1. Ile wynosi stopa zwrotu ?
2. Ile wynosi stopa zwrotu w skali rocznej ?
3. Ile wyniesie stopa zwrotu w skali rocznej, jeśli poziom ceny 102 zł /akcję zostanie osiągnięty po 4 latach ?

Rozwiązanie

Ad 1.

Stopa zwrotu wynosi: (102 : 100) -1 = 2%

Ad 2.

Stopa zwrotu w skali rocznej wynosi: (1 + 2,0%)^(365:73) -1 = 10,41%.

Ad 3.

Stopa zwrotu w skali rocznej wynosi: (1 + 2,0%)^(365:1460) -1 = 0,50%.

Przykład 2. Średnia arytmetyczna i średnia geometryczna stóp zwrotu

Ceny akcji kształtują się w sposób następujący:

Okres	*Cena*
1	100
2	120
3	96
4	105,6
5	95,04

Polecenia:

1. Wyznaczyć proste stopy zwrotu z okresu na okres.
2. Ile wynosi średnia arytmetyczna stóp zwrotu ?
3. Ile wynosi średnia geometryczna stóp zwrotu ?

Rozwiązanie

Ad 1.

Okres	Stopa	Wskaźnik
2	20%	120%
3	-20%	80%
4	10%	110%
5	-10%	90%

Ad 2.

Średnia arytmetyczna stóp zwrotu jest równa 0,0%.

Ad 3.

Średnia geometryczna wynosi:

(120,0% * 80,0% * 110,0% * 90,0%) ^(1/4) - 1 = -1,3%.

Przykład 3. Stopa zwrotu dla portfela inwestycyjnego

Dane są wartości początkowe (t=0) i końcowe (t=1) portfela złożonego z trzech pozycji:

	Wartość	
Inwestycja	t=0	t=1
1	100	110
2	400	350
3	500	680
	1000	1140

Polecenie:

1. Wyznaczyć proste stopy zwrotu dla każdej inwestycji i całego portfela.
2. Wyznaczyć logarytmiczne stopy zwrotu dla każdej inwestycji i portfela.

Rozwiązanie

Ad 1.

Stopa zwrotu dla portfela wynosi: (1140 : 1000) - 1 = 14,0%.

Stopa ta może być wyznaczona również jako średnia stóp zwrotu dla poszczególnych inwestycji ważonych udziałami inwestycji w portfelu w momencie t=0.

	Wartość				
Inwestycja	t=0	t=1	w	R	w * R
1	100	110	0,1	10%	1%
2	400	350	0,4	-12,5%	-5%
3	500	680	0,5	36%	18%
	1000	1140			14%

Ad 2.

Logarytmiczna stopa zwrotu dla portfela wynosi: ln(1140:1000) = 13,1%.

Stopa ta może być wyznaczona również na podstawie logarytmicznych stóp zwrotu dla każdej inwestycji wg wzoru:

$$r_P = \ln\left(\frac{P_1}{P_0}\right) = \ln\left(w_1 e^{r_1} + w_2 e^{r_2} + \cdots + w_n e^{r_n}\right)$$

Inwestycja	1+R	r	w	e^r =1+R	w * e^r
1	110,00%	9,5%	0,1	1,100	11%
2	87,50%	-13,4%	0,4	0,875	35%
3	136,00%	30,7%	0,5	1,360	68%
				Σ	114%
				r_p =	13,1%

1.2 Czynniki ryzyka

Zmiany wartości mogą być spowodowane wieloma czynnikami wewnętrznymi i zewnętrznymi wpływającymi na strumienie pieniężne i koszt kapitału. Przykładowo, wymienia się następujące rodzaje ryzyka:

- cenowe (ang. *price risk*), wynikające ze zmian cen towarów,
- stopy procentowej (ang. *interest rate risk*), wynikające ze zmian stóp procentowych,
- kursu walutowego (ang. *foreign exchange rate risk*), wynikające ze zmian kursów walutowych,
- rynkowe (ang. *market risk*), wynikające ze zmian cen, stóp procentowych, kursów walutowych,
- kredytowe (ang. *credit risk*), wynikające ze zmian zdolności kredytowej dłużników,
- płynności (ang. *liquidity risk*), wynikające z braku środków pieniężnych,
- kapitałowe (ang. *capital risk*), wynikające ze zbyt niskiego kapitału własnego,
- polityczne (ang. *country/sovereign risk*), wynikające z posunięć rządów obcych państw,
- pozabilansowe (ang. *off-balance-sheet risk*), wynikające z oddziaływania czynników ryzyka na pozycje pozabilansowe,
- działalności (ang. *business risk*), wynikające z czynników wewnętrznych,
- operacyjne (ang. *operational risk*), związane m.in. z błędami w procedurach zarządzania, a także, w węższym znaczeniu, przy rozliczeniach transakcji oraz dokonywaniu płatności,
- technologiczne (ang. *technology risk*), wynikające z zawodności np. sprzętu komputerowego, maszyn i urządzeń,
- upłynnienia (ang. *marketability risk*), związane z koniecznością szybkiego upłynnienia pozycji, np. posiadanych papierów wartościowych przed terminem wykupu,
- otoczenia, związane ze zmianami sytuacji gospodarczej, polityki gospodarczej (np. podatkowej), działalnością konkurentów,
- ryzyko zmian siły nabywczej, wynikające ze zmian siły nabywczej pieniądza,
- wojny, rewolucji i innych zdarzeń losowych.

1.3 Badanie ekspozycji

Ekspozycja oznacza zależność celu działania (wartości, zysku w ujęciu absolutnym bądź stopy zwrotu w ujęciu względnym) przedsiębiorstwa lub banku od czynników ryzyka. Często jest to równanie bądź funkcja przedstawiająca wartość, zyski, bądź stopy zwrotu w zależności od stóp procentowych, kursów walutowych bądź innych parametrów.

Podejście F. Fabozziego

1. Metody tradycyjne
2. Metody bezarbitrażowe
3. Modele dwumianowe
4. Symulacja

Podejście ZM

1. Modele dyskretne
   a. Modele DC
      i. Tradycyjne
      ii. Bezarbitrażowe
   b. Modele analityczne
   c. Metody scenariuszowe i analizy wrażliwości
   d. Modele symulacyjne
   e. Modele dwumianowe i drzewa decyzyjne
2. Modele ciągłe

W badaniach ryzyka coraz bardziej popularne są metody symulacyjne oraz metody analityczne. Ta druga grupa metod staje się konkurencyjna w stosunku do metod symulacyjnych. Główną zaletą metod analitycznych jest szybsze otrzymanie wyników.

1.3.1 Ekspozycja tradycyjna i bezarbitrażowa

W badaniu ekspozycji wartości na zmiany stóp procentowych mogą być wykorzystane dwa podstawowe podejścia: tradycyjne i wykluczające arbitraż (ang. *arbitrage free valuation approach*). W pierwszym przypadku wartość jest sumą strumieni pieniężnych aktualizowanych według stóp zwrotu (np. YTM w przypadku obligacji). W drugim przypadku wartość jest sumą strumieni pieniężnych aktualizowanych według stóp spot[2]. Bez względu na podejście otrzymujemy tę samą wartość wyceny.

W celu wyeksponowania znaczenia stóp zwrotu, stóp spot oraz stóp forward w modelach wyceny przedstawmy równania ekspozycji na przykładzie obligacji. (równania te można łatwo uogólnić dla innych instrumentów finansowych, a także dowolnego kredytu). Stopami dyskontowymi są stopy YTM w podejściu tradycyjnym bądź stopy spot w przypadku wyceny wykluczającej arbitraż. Stopy forward służą do wyznaczenia strumieni pieniężnych o zmiennym oprocentowaniu (pierwszy strumień jest liczony przy wykorzystaniu znanej stopy spot).

Tabela 1. Ekspozycja wartości na zmiany stóp procentowych

	Obligacja o stałym oprocentowaniu	Obligacja o zmiennym oprocentowaniu
Tradycyjny model wyceny	$P=\frac{cB}{(1+YTM)^1}+\frac{cB}{(1+YTM)^2}+\ldots+\frac{cB+B}{(1+YTM)^T}$	$P=\frac{z_1B}{(1+YTM)^1}+\frac{{}_2f_1B}{(1+YTM)^2}+\ldots+\frac{{}_Tf_{T\text{-}1}B+B}{(1+YTM)^T}$
Wycena wykluczająca arbitraż	$P=\frac{cB}{(1+z_1)^1}+\frac{cB}{(1+z_2)^2}+\ldots+\frac{cB+B}{(1+z_T)^T}$	$P=\frac{z_1B}{(1+z_1)^1}+\frac{{}_2f_1B}{(1+z_2)^2}+\ldots+\frac{{}_Tf_{T\text{-}1}B+B}{(1+z_T)^T}$

[2] W przypadku wyceny obligacji poziom stóp spot wyklucza możliwość osiągania korzyści arbitrażowych wynikających z oderwania kuponów od obligacji (ang. *coupon stripping*). Słowo strip jest w tym zestawieniu oznacza odrębny handel zarejestrowanymi odcinkami obligacji na odsetki i kapitał (ang. **s**eparate **t**rading of **r**egistered **i**nterest and **p**rincipal).

gdzie:
P - wartość wyceny obligacji, nazywana także wewnętrzną wartością obligacji,
c - stopa kuponowa, stała stopa oprocentowania obligacji,
${}_{t}f_{t-1}$ - stopa forward,
z_t - stopa spot.
B - cena nominalna obligacji, kapitał,
cB - kwota oprocentowania na kuponie płatna w końcu każdego okresu,
t =1,2,...,T - okres.
Źródło: Opracowanie własne.

1.3.2 Metody analityczne

Zależność zmian wartości pozycji od czynników ryzyka może być przedstawiana w sposób dokładny bądź w sposób przybliżony. W pierwszym przypadku mamy do czynienia z funkcją bądź równaniem określającym dokładnie wpływ czynników ryzyka na wartość. Przykładowo, zależność pomiędzy ceną konkretnej obligacji a stopą procentową jest dokładnie określona wzorem na cenę obligacji. Czasami jednak trzeba zbadać zależność portfela obligacji od zmian stóp procentowych. Wówczas zdecydowanie mniej pracochłonne jest wykorzystanie wzoru uwzględniającego duration.

Przybliżone zależności pomiędzy wartością a czynnikami ryzyka mogą być wzorami wyprowadzonymi z rozwinięcia funkcji w szereg Taylora. Ten sposób powiązania wartości pozycji z przyczyną ryzyka jest stosowany przy badaniu wpływu zmian stóp procentowych na wartość pozycji o stałym oprocentowaniu (duration jest pierwszą pochodną, współczynnik wypukłości jest drugą pochodną) oraz przy badaniu wpływu zmian cen instrumentu pierwotnego na wartość pozycji w opcjach (delta jest pierwszą pochodną, gamma jest drugą pochodną). Użyteczność metod analitycznych jest duża, gdyż w przeciwieństwie np. do metody Monte Carlo są mniej pracochłonne i czasochłonne, a wyniki są często zbliżone.

Zgodnie z twierdzeniem Taylora, funkcję f(x) różniczkowalną w punkcie x_0, można rozwinąć wokół punktu x_0 w następujący sposób:

(10) $$f(x)=\frac{f(x_0)}{0!}+\frac{f'(x_0)}{1!}(x-x_0)+\frac{f''(x_0)}{2!}(x-x_0)^2+...+\frac{f^n(x_0)}{n!}(x-x_0)^n+R_n$$

gdzie:
$f'(x)$, $f''(x)$, ..., $f^n(x)$ - wartości pochodnych w punkcie x_0,
R_n - reszta.

Jeśli funkcja f(x) oznacza wartość pozycji, a argument x oznacza czynnik ryzyka, a więc np. stopę procentową w przypadku obligacji bądź cenę instrumentu pierwotnego w przypadku opcji, to oznaczając zmianę wartości pozycji przez $\Delta W=f(x)- f(x_0)$, zmianę argumentu przez $\Delta x=x- x_0$, pierwszą pochodną symbolem δ, a drugą pochodną symbolem γ, wzór Taylora rozwinięty do pierwszej pochodnej można zapisać w postaci:

(11) $$\Delta W \cong +\delta\,\Delta x$$

Wzór Taylora rozwinięty do drugiej pochodnej ma postać:

(12) $$\Delta W \cong +\delta\,\Delta x+\frac{1}{2}\gamma\,\Delta x^2$$

Przy małych zmianach argumentu x otrzymujemy na ogół dość dobre przybliżenie zmiany wartości pozycji na podstawie pierwszego wzoru. W praktyce coraz częściej stosowane jest rozwinięcie w szereg Taylora do drugiej pochodnej, co przy nieliniowej zależności wartości pozycji od zmiany argumentu powoduje zdecydowanie mniejsze błędy.