

Ekspozycja walutowa. VaR

Ekspozycja walutowa

Ekspozycja walutowa przedstawia zależność celu (wartość, zyski) od czynników ryzyka (zmian kursów walutowych, walut, instrumentów).

Mierniki ryzyka walutowego

Mierniki statystyczne

Do oceny ryzyka portfela złożonego z walut można wykorzystywać rozmaite mierniki: wariancje, odchylenia standardowe, percentyle, współczynniki zmienności, VaR. Rozkład logarytmicznych stóp zwrotu dla kursów walutowych jest rozkładem zbliżonym do symetrycznego rozkładu normalnego. Z tego względu odchylenie standardowe bądź wariancja są dobrymi miernikami ryzyka walutowego. Wariancja portfela powinna uwzględniać współczynniki korelacji stóp aprecjacji bądź stóp deprecjacji walut ze stopami zwrotu dla aktywów zagranicznych. Przy wykorzystaniu wariancji można mierzyć korzyści z dywersyfikacji portfela walutowego.

Var, EaR, CfaR - metoda wariancji - kowariancji

W podejściu tym wykorzystuje się logarytmiczne stopy zwrotu zarówno w przypadku agregacji czasowej, jak i agregacji rodzajowej. Przyjmuje się, że logarytmiczna stopa zwrotu dla instrumentu ma warunkowy rozkład normalny. W przypadku portfela oznacza to założenie wielowymiarowego rozkładu normalnego stóp zwrotu dla poszczególnych pozycji (założenia tego nie można stosować, gdy w portfelu są instrumenty o niesymetrycznym rozkładzie stóp zwrotu, np. opcje). Parametry rozkładu są ekstrapolowane na podstawie szeregów obserwacji historycznych.

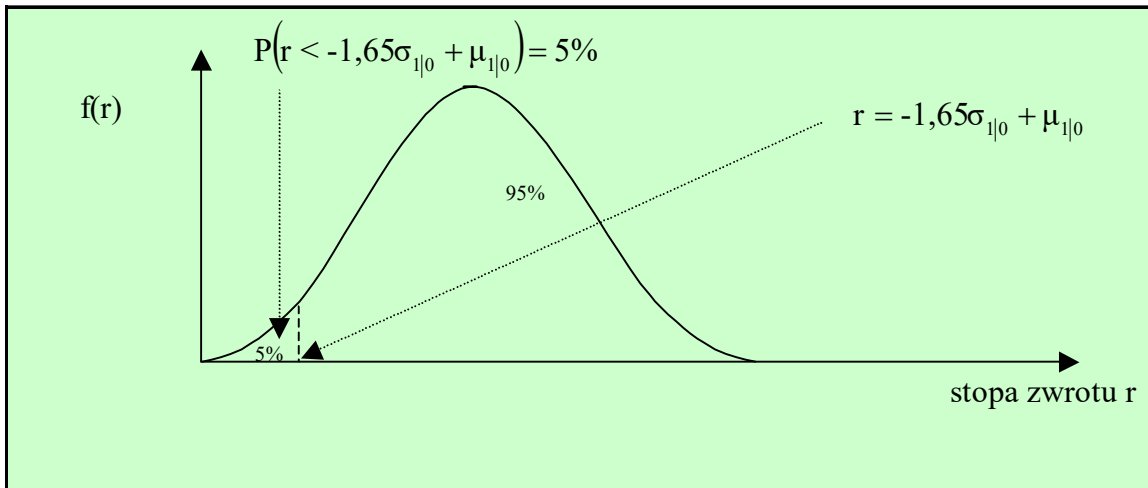
Jeśli logarytmiczna stopa zwrotu r_t jest zmienną losową z wartością oczekiwaną $\mu=0$ (prognoza na 1 dzień), to:

$$(1) \quad P\{r_t \leq -1,65\sigma_{t|t-1}\} = 5\%$$

gdzie:

1,65 - wartość standaryzowanej zmiennej rozkładu normalnego odpowiadająca prawdopodobieństwu 5%,

$\sigma_{t|t-1}$ - warunkowe odchylenie standardowe logarytmicznych stóp zwrotu.



Rys. 1. Rozkład stopy zwrotu
Źródło: Opracowanie własne.

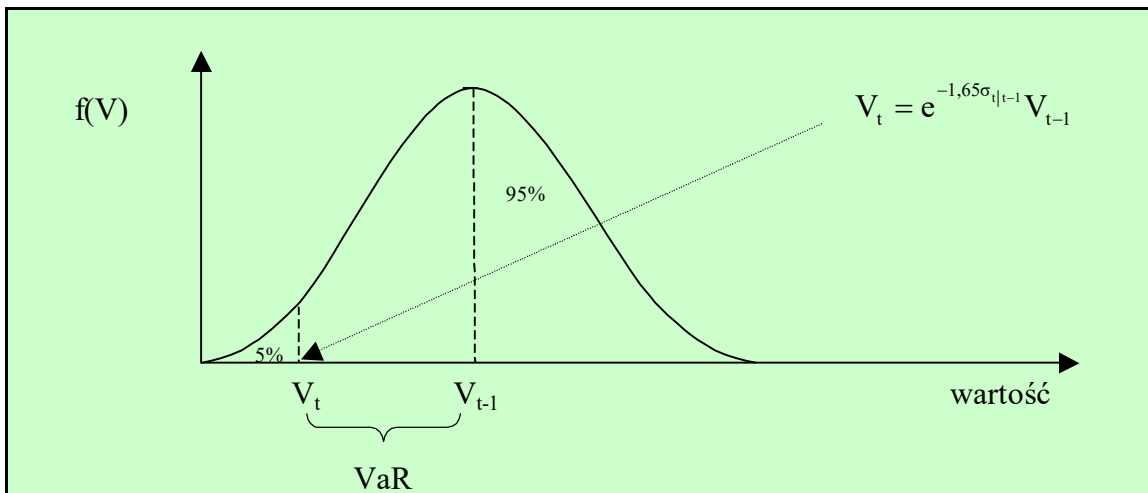
W przypadku portfela złożonego z jednego instrumentu finansowego zmiana wartości portfela może być ustalona na podstawie wzoru:

$$(2) \quad \text{VaR} = \left[1 - e^{-1,65\sigma_{1|t-1}} \right] V_{t-1}$$

gdzie:

e - stała Eulera (e=2,7183),

V_{t-1} - wartość portfela w momencie t-1.



Rys. 2. Value at Risk
Źródło: Opracowanie własne.

Dokonując zwykłej aproksymacji, VaR można zapisać jako:

$$(3) \quad \text{VaR} \cong 1,65\sigma_{1|t-1} V_{t-1}$$

Luka walutowa

Mierniki statystyczne (łącznie z VaR) nie są wystarczającymi miernikami ryzyka kursu walutowego. Ważnym miernikiem ryzyka kursu walutowego jest luka walutowa. Luka walutowa musi uwzględniać nie tylko stan posiadanych aktywów i pasywów walut obcych oraz pozycje w instrumentach pochodnych.

Pozycja długa i krótka

Inwestor posiada pozycję długą w aktywach zagranicznych, gdy aktywa wyrażone w walucie zagranicznej są większe niż pasywa w tej samej walucie. Gdy pasywa zagraniczne są większe od aktywów zagranicznych, inwestor zajmuje pozycję krótką.

Pozycja długa		Pozycja krótka	
Aktywa zagraniczne	Pasywa zagraniczne	Aktywa zagraniczne	Pasywa zagraniczne
92 mln USD	60 mln USD	61 mln USD	91 mln USD

Rys. 3. Pozycja walutowa długa i krótka
Źródło: Opracowanie własne.

Na rysunku 3 a, **pozycja długa netto** wynosi 32 mln USD. Jeśli waluta USD zyskuje na wartości więcej niż PLN, lub inaczej - kurs dolara wyrażony w PLN rośnie (aprecjacja dolara, deprecjacja PLN), to posiadający taką pozycję zyskuje na wartości tej pozycji wyrażonej w złotych. Jeśli waluta USD traci na wartości więcej niż PLN, lub inaczej - kurs dolara wyrażony w PLN spada (deprecjacja dolara, aprecjacja PLN), to posiadający taką pozycję traci na wartości tej pozycji wyrażonej w złotych.

Na rysunku 3 b, **pozycja krótka netto** wynosi 30 mln USD. Jeśli waluta USD traci na wartości więcej niż PLN, lub inaczej - kurs dolara wyrażony w PLN spada (deprecjacja dolara, aprecjacja PLN), to posiadający taką pozycję zyskuje na wartości tej pozycji wyrażonej w złotych. Jeśli waluta USD zyskuje na wartości więcej niż PLN, lub inaczej - kurs dolara wyrażony w PLN rośnie (aprecjacja dolara, deprecjacja PLN), to posiadający taką pozycję traci na wartości tej pozycji wyrażonej w złotych.

Tabela 1. Korzyści i straty w wyniku zmian kursu walutowego

	Pozycja długa	Pozycja krótka
Wzrost kursu	Zysk	Strata
Spadek kursu	Strata	Zysk

Źródło: Opracowanie własne.

Luki walutowe dla poszczególnych walut

Luka walutowa dla waluty j wyrażona w walucie krajowej może być wyznaczona według wzoru:

$$(4) \quad L_j = [AN_j + ZN_j]S_{t-1,j}$$

AN_j - aktywa netto (aktywa - pasywa) w walucie j ,

ZN_j - zakup netto (zakup - sprzedaż) waluty obcej j ,

$S_{t-1,j}$ - kurs spot waluty obcej w momencie $t-1$.

Luka całkowita

Luka walutowa jest liczona dla każdej waluty odrębnie. Lukę walutową dla wszystkich walut możemy wyznaczyć na podstawie wzoru:

$$(5) \quad L_w = \sum_{j=1}^n [AN_j + ZN_j]S_{t-1,j}$$

Zmiany kursu waluty obcej powodują korzyści bądź straty w zależności od luki walutowej oraz stopy zmian kursu waluty. Zmiana wartości pod wpływem zmiany kursu waluty j wynosi:

$$(6) \quad \Delta W_j = L_j r_{dj}$$

gdzie:

r_{dj} - stopa zmiany wartości waluty obcej j ,

Całkowitą ekspozycję na ryzyko zmian kursów walut można zatem zapisać w postaci równania:

$$(7) \quad \Delta W = \sum_{j=1}^n \Delta W_j = \sum_{j=1}^n L_j r_{dj}$$

Przykład 1. Pozycja pozycji walutowa krótka zabezpieczona przy wykorzystaniu forward

Kurs bieżący w dniu 1 marca wynosi 4,00 zł/USD. Przedsiębiorstwo ma dokonać płatności 100000 USD na rzecz zagranicznego dostawcy za 60 dni. Kurs na 60 dni naprzód (forward) wynosi 4,05 zł/USD.

Polecenia:

1. Jaką pozycję przedsiębiorstwo zajmuje na rynku walutowym ?
2. Jakie będą korzyści/straty wyrażone w złotych, jeśli prognozowany na 60 dni naprzód kurs wynosi:
 - (a) 4,20 zł/USD ?
 - (b) 3,80 zł/USD ?
3. Jaką pozycję przedsiębiorstwo musi zająć na rynku terminowym, aby zabezpieczyć się przed ryzykiem walutowym ?
4. Omówić pozycję na rynku walutowym, na rynku terminowym oraz pozycję netto, jeśli po 60 dniach rzeczywisty kurs bieżący wynosi:
 - (a) 4,30 zł/USD ?
 - (b) 3,90 zł/USD ?

Rozwiązanie

Ad 1.

Przedsiębiorstwo zajmuje pozycję **krótką** na rynku walutowym.

Ad 2.

(a) Jeśli kurs dolara wzrośnie z 4,00 zł/USD do 4,20 zł/USD to strumień pieniężny wyrażony w zł będzie mniejszy o 20000. Przedsiębiorstwo zrealizuje ujemną różnicę kursową.

(b) Jeśli kurs dolara spadnie z 4,00 zł/USD do 3,80 zł/USD to strumień pieniężny wyrażony w zł będzie większy o 20000. Przedsiębiorstwo zrealizuje dodatnią różnicę kursową.

Ad 3.

Przedsiębiorstwo musi zająć pozycję **długą** na rynku terminowym, a więc **kupić** dolary po kursie forward. Inaczej mówiąc pozycja krótka na rynku walutowym musi być zrównoważona pozycją długą na rynku terminowym.

Aby zabezpieczyć się przed ryzykiem zmiany kursu walutowego, przedsiębiorstwo kupuje 100000 USD po kursie forward 4,05 zł/USD z dostawą po upływie 60 dni. Kwota zostanie dostarczona np. przez bank ABC w dniu 29 kwietnia.

Ad 4.

29 kwietnia (po 60 dniach)

(a) Kurs bieżący wynosi 4,30 zł/USD

Pozycja na rynku walutowym

Przedsiębiorstwo uiszcza płatność zagranicznemu dostawcy

$$100000 \quad * \quad 4,30 \quad = \quad 430000 \text{ zł}$$

Ujemna różnica kursowa wynosi -30000 zł. Jeśli transakcja terminowa nie została zawarta, ujemna różnica kursowa jest dodatkową stratą (przed opodatkowaniem).

Pozycja na rynku terminowym

Przedsiębiorstwo kupuje 100000 USD po kursie forward od banku ABC. Kwota ta wyrażona w zł wynosi:

$$100000 \quad * \quad 4,05 \quad = \quad 405000 \text{ zł}$$

bank ABC wypłaca różnicę pomiędzy kursem spot a kursem forward (ponosi stratę)

$$100000 \quad * \quad 0,25 \quad = \quad 25000 \text{ zł}$$

Na rynku terminowym korzyść dla przedsiębiorstwa (strata ze znakiem minus) wynosi:

$$K = (\text{cena spot} - \text{cena forward}) * \text{ilość}$$

Jeśli cena spot jest wyższa niż cena forward, to przedsiębiorstwo odnosi korzyść na rynku terminowym. W naszym przykładzie mamy:

$$K = (4,30\text{zł/USD} - 4,05\text{zł/USD}) * 100000 \text{ USD} = 25000\text{zł}.$$

Pozycja netto

Sytuacja, w której przedsiębiorstwo zajmowało obie pozycje tj. długą na rynku walutowym i krótką na rynku terminowym jest typową sytuacją zabezpieczenia (hedging). Bez względu na to, jaki będzie poziom kursu spot w dniu 29 kwietnia, przedsiębiorstwo ponosi łącznie stratę równą -5000 zł.

(b) Kurs bieżący wynosi 3,90 zł/USD

Pozycja na rynku walutowym

Przedsiębiorstwo uiszcza płatność zagranicznemu dostawcy

$$100000 \quad * \quad 3,90 \quad = \quad 390000 \text{ zł}$$

Dodatnia różnica kursowa wynosi 10000 zł. Jeśli transakcja terminowa nie została zawarta, dodatnia różnica kursowa jest dodatkowym zyskiem (przed opodatkowaniem).

Pozycja na rynku terminowym

Przedsiębiorstwo jest zobowiązane kupić 100000 USD po kursie forward od banku ABC. Kwota ta wyrażona w zł wynosi:

$$100000 \quad * \quad 4,05 \quad = \quad 405000 \text{ zł}$$

Bank ABC otrzymuje różnicę pomiędzy kursem forward a kursem spot (korzyść)

$$100000 \quad * \quad 0,15 \quad = \quad 15000 \text{ zł}$$

Na rynku terminowym strata dla przedsiębiorstwa (strata ze znakiem minus) wynosi:

$$K = (\text{cena spot} - \text{cena forward}) * \text{ilość}$$

Jeśli cena forward jest wyższa niż cena spot, to przedsiębiorstwo ponosi stratę na rynku terminowym. W naszym przykładzie mamy:

$$K = (3,90\text{zł/USD} - 4,05\text{zł/USD}) * 100000 \text{ USD} = -15000\text{zł}.$$

Pozycja netto

Bez względu na to, jaki będzie poziom kursu spot w dniu 29 kwietnia, przedsiębiorstwo osiągnie łącznie stratę równą -5000 zł.

Kupując kontrakt forward przedsiębiorstwo **stabilizuje** cenę waluty obcej.

W momencie zawierania transakcji wiadomo, jakie będą straty (korzyści). Kupując kontrakt forward przedsiębiorstwo nie zrealizuje korzyści pozycji niezabezpieczonej, gdy kurs znacznie spadnie (deprecjacja dolara), ale również nie poniesie strat w przypadku znacznej aprecjacji dolara. Jeśli kurs znacznie spadnie, korzyści przedsiębiorstwa bez transakcji na rynku terminowym byłyby znacznie większe.

Przykład 2. VaR dla jednego instrumentu

Wartość rynkowa portfela wynosi 100 mln zł.

Oczekiwana stopa zwrotu dla 1-dniowego horyzontu prognozy wynosi 0.

Odchylenie standardowe stopy zwrotu wynosi 1%.

Polecenia:

1. Podaj wzór na wartość portfela przy założeniu kapitalizacji ciągłej.
2. Ile wynosi prognozowana stopa zwrotu przy założeniu, że prawdopodobieństwo otrzymania niższej niż prognozowana stopy zwrotu wynosi 5%.
3. Wyznaczyć wartość portfela odpowiadającą prognozowanej stopie zwrotu.
4. Wyznaczyć potencjalną stratę (VaR).
5. Wyznaczyć potencjalną stratę (VaR) przy zastosowaniu zwykłej aproksymacji.

Rozwiązanie

Ad 1.

Aktualna rynkowa wartość portfela wynosi 100 mln zł.

Przyszła prognozowana wartość portfela V_1 wynosi: $V_1 = V_0 e^r$

Ad 2.

Przyjmujemy prawdopodobieństwo 5%, że stopa zwrotu r dla portfela będzie mniejsza niż stopa prognozowana

$$P(r < r) = 5\%$$

$$P(r < -1,65\sigma_{|0} + \mu_{|0}) = 5\%$$

Wartość oczekiwana prognozowanej na 1 dzień stopy zwrotu jest równa zero:

$$\mu_{|0} = 0$$

Prognozowana na 1 dzień stopa zwrotu dla portfela wynosi zatem:

$$r = -1,65\sigma_{|0} = -1,645\%$$

Ad 3.

Wartość portfela zmniejszona o potencjalną stratę wynosi:

$$V_1 = V_0 e^r = 98,369 \text{ mln zł}$$

Ad 4.

Potencjalna strata wynosi:

$$\text{VaR} = V_0 - V_1 = V_0(1 - e^r) = 1,631 \text{ mln zł}$$

Ad 5.

Potencjalna strata przy zastosowaniu zwykłej aproksymacji wynosi:

$\alpha/2$	t	$t \sigma$	V_0	$\text{VaR} = t \sigma V_0$
5,00%	1,645	0,01645	100	1,645 mln zł

Przykład 3. VaR dla pozycji walutowej

Pozycja walutowa długa wynosi 25 mln USD. Kurs wynosi 4,00 zł/USD.
 Stopa zmiany kursu jest zmienną losową o warunkowym rozkładzie normalnym.
 Parametry tego rozkładu: średnia = 0; odchylenie standardowe 1,0%.

Polecenia:

1. Podaj wartość pozycji w walucie krajowej.
2. Wyznaczyc potencjalną stratę (VAR) w ciągu najbliższego dnia dla poziomu istotności 5%, 2,5%, 0,5%.
3. Wyznaczyc potencjalną stratę (VAR), jeśli odchylenie standardowe stóp zwrotu dla lokaty za granicą wynosi 0,5%, a współczynnik korelacji pomiędzy stopą zwrotu dla lokaty za granicą a stopą zmian kursu waluty zagranicznej wynosi: -0,5.

Rozwiązanie

Ad 1.

Ekspozycja na ryzyko zmiany kursu walutowego jest równa 100 mln zł.

Ad 2.

Ryzyko walutowe jest mierzone odchyleniem standardowym stopy zmian kursu. Odchylenie to informuje, o ile przeciętnie stopa zmian kursu walutowego odchyła się od wartości średniej. stopa zmian kursu walutowego odchyła się od wartości średniej równej 0.

VaR jest wyznaczana jako iloczyn: $VaR \cong t_{\frac{\alpha}{2}} \sigma_{t|t-1} V_{t-1}$

$\alpha/2$	$t_{\frac{\alpha}{2}}$	$\sigma_{t t-1}$	V_{t-1}	VaR
5,00%	1,645	1,0%	100	1,645 mln zł.
2,50%	1,960	1,0%	100	1,960 mln zł.
0,50%	2,576	1,0%	100	2,576 mln zł.

Ad 3.

Dane są:

1. odchylenie standardowe stopy zmian kursu waluty zagranicznej $\sigma_{r_d} = 1,0\%$
2. odchylenie standardowe stóp dla aktywów zagranicznych $\sigma_{r_z} = 0,5\%$
3. współczynnik korelacji $\rho_{r_z, r_d} = -0,5$

Wariancja stopy zwrotu w walucie krajowej jest więc równa

$$\sigma_{r_H}^2 = \sigma_{r_z}^2 + \sigma_{r_d}^2 + 2\rho_{r_z, r_d} \sigma_{r_z} \sigma_{r_d} = 0,008\%$$

Odchylenie standardowe wynosi

$$\sigma_{r_H} = 0,866\%$$

Przykład 4. Luka walutowa

Aktywa dewizowe na koniec grudnia ubiegłego roku wynoszą 10 mln USD, natomiast pasywa 11 mln USD. Zakupy netto od początku roku do dziś wyniosły 3 mln USD. Kurs walutowy wynosi 4,00 zł/USD.

Polecenia:

1. Wyznaczyć pozycję walutową netto.
2. Przedstawić analizę wrażliwości wartości na zmiany kursu w przedziale +/-10%.

Rozwiązanie

Ad 1.

Pozycja netto

2 000 000 USD

8 000 000 zł

Ad 2.

kurs	stopa zmiany	ΔW	W
3,6	-10%	-800 000	7 200 000
3,8	-5%	-400 000	7 600 000
4,0	0%	0	8 000 000
4,2	5%	400 000	8 400 000
4,4	10%	800 000	8 800 000