

Aplicarea metodologiei VaR portofoliilor valutare deținute de bănci

■

Daniel Armeanu

Lector universitar doctor

Florentina-Olivia Bălu

Asistent universitar doctor

Academia de Studii Economice București

Abstract. *VaR has become the standard measure that financial analysts use to quantify market risk. VaR measures can have many applications, such as in risk management, to evaluate the performance of risk takers and for regulatory requirements, and hence it is very important to develop methodologies that provide accurate estimates. In particular, the Basel Committee on Banking Supervision at the Bank for International Settlements imposes to financial institutions such as banks and investment firms to meet capital requirements based on VaR estimates. In this paper we determine VaR for a banking currency portfolio and respect rules of National Bank of Romania regarding VaR report.*

Key words: Value at Risk (VaR); currency; bank; banking portfolio; foreign exchange risk.

■

1. Scurt istoric

Istoria VaR este legată de numele președintelui Băncii de Investiții J.P. Morgan, Dennis Weatherstone, care, în intenția de a evalua riscul total la care era expusă firma sa, le-a cerut angajaților ca, în fiecare zi la ora 16,30 să îi prezinte un raport despre riscul firmei împreună cu o măsură de risc corespunzătoare. În acest fel, în octombrie 1994, în cadrul J.P. Morgan, ia naștere Departamentul RiskMetrics, condus de Till Guldiman, specializat numai în studiul și analiza riscului. În urma cercetărilor acestui departament, a rezultat o măsură pentru risc care s-a popularizat prin denumirea de *Value at Risk (VaR)*.

Succesul VaR s-a datorat și importanței care i-a fost atribuită în *Raportul Grupului celor 30* din 1993 și în amendamentul din 1996 al *Acordului de la Basel*, în care se recomandă băncilor centrale să folosească VaR ca măsură de determinare a limitei minime de capital necesară unei bănci comerciale pentru a-și acoperi riscul de piață la care aceasta este expusă.

Un alt motiv pentru care această metodă s-a impus a fost și faptul că, dacă ar fi fost aplicată, mai devreme, multe falimente financiare ar fi putut fi evitate, cum ar fi:

- *Cazul LTCM – Long Term Capital Management* – un fond de investiții celebru, cu doi laureați ai premiului Nobel în conducere, pierde peste 4 miliarde dolari, din capitalul investit, doar în câteva luni (1997) (Roger LOWENSTEIN, *When Genius Failed: The Rise and Fall of Long-Term Capital Management* by Random House, 2000);
- *Cazul Metallgesellschaft* – pierde peste 1,5 miliarde dolari din tranzacții pe piața futures a petrolului (1993) (http://www.erisk.com/Learning/CaseStudies/ref_case_mg.asp);
- *Cazul Barings* – cea mai veche bancă britanică, la momentul respectiv, pierde peste 1,3 miliarde dolari (1995)

2. Definierea VaR

Valoarea la Risc ($VaR_{h,\alpha}$) măsoară *pierderea maximă probabilă* a se obține pe o anumită poziție sau pe un portofoliu de poziții, într-o anumită perioadă de timp (h) și pentru un anumit nivel de încredere ($1-\alpha$). Pierderea (sau profitul) înregistrate de un anumit portofoliu, într-o perioadă de „ h ” zile, se calculează ca diferență între valoarea inițială a portofoliului și valoarea portofoliului după cele „ h ” zile, așa cum reiese din formula de mai jos (Down, 2002):

$$\Delta W_h = W_0 - W_h,$$

unde:

W_0 = Valoarea inițială a portofoliului (cunoscută)

W_h = Valoarea portofoliului după h zile (variabila aleatoare)

ΔW_h = Pierderea (sau profitul) pe următoarele „ h ” zile

(Dacă $W_h < W_0$ înseamnă că portofoliul a înregistrat pierdere în cele „ h ” zile).

$$\alpha = P(\Delta W_h < -VaR_{h,\alpha})$$

$$1 - \alpha = P(\Delta W_h > -VaR_{h,\alpha})$$

$VaR_{h,\alpha}$ = pierderea maximă probabilă

Exemplu: Valoarea VaR pentru un anumit portofoliu este $VaR_{h,\alpha} = VaR_{1, 2.33} = 20$ milioane RON. Acest lucru poate fi interpretat astfel: pierderea maximă pe acel portofoliu într-o perioadă

de o zi este de 20 milioane RON cu o probabilitate de 99% (unei probabilități de 99% i se asociază un coeficient $\alpha = 2,33$). Asta înseamnă că, în medie, doar într-o zi din 100 zile pierderea poate depăși valoarea de 20 milioane RON.

3. Calcularea VaR

Calcularea efectivă a *Valorii la Risc* presupune stabilirea următorilor doi parametri:

- *orizontul de timp* (h) pentru care se estimează riscul
- *probabilitatea de încredere* (p) sau *procentul de toleranță la risc* ($1-p$) pentru care se calculează riscul.

Comitetul Basel *propune un orizont de 10 zile și o valoare de 1% (respectiv o probabilitate de încredere de 99%) în aprecierea VaR.*

Departamentul RiskMetrics *propune un orizont de timp de o zi și un procent de toleranță la risc de 5% (respectiv o probabilitate de încredere de 95%).*

Odată stabilite aceste două elemente putem calcula VaR în două variante:

- ca diferență între *valoarea curentă a portofoliului* ales și *cea mai mică valoare a portofoliului* (numită și *cuantilă*) la orizont de timp ales „ h ”, cu probabilitate stabilită „ p ”.
- ca diferență între *valoarea așteptată a portofoliului* la orizontul de risc ales „ h ” cu o probabilitate „ p ” și *cea mai mică valoare a portofoliului* (cuantila) la același orizont de timp „ h ” și cu aceeași probabilitate „ p ”.

Fie:

W_0 = valoarea de piață actuală a portofoliului;

W_h = valoarea așteptată medie a portofoliului la orizontul de timp ales „ h ”;

R_m = rentabilitatea medie a portofoliului la orizontul de timp ales „ h ”;

W^* = valoarea cea mai mică (cuantila) pe care o poate înregistra portofoliul la orizontul de timp, corespunzător nivelului de încredere ales;

R^* = randamentul corespunzător cuantilei.

Folosind notațiile de mai sus, putem scrie următoarele relații:

$$W_h = W_0 \times (1 + R_m),$$

$$W^* = W_0 \times (1 + R^*)$$

Utilizând aceste două relații putem calcula VaR (pierderea maximă așteptată) în cele două variante:

▪ *față de valoarea curentă a portofoliului la orizontul de timp „h”*

$$\text{VaR} = W_0 - W^* = W_0 - W_0 \times (1 + R^*) = -W_0 \times R^*$$

▪ *față de valoarea așteptată medie a portofoliului la orizontul de timp „h” este:*

$$\begin{aligned} \text{VaR} &= W_h - W^* = W_0 \times (1 + R_m) - W_0 \times (1 + R^*) = \\ &= W_0 \times (R_m - R^*) \end{aligned}$$

Cea mai mică valoare a rentabilității portofoliului la orizontul de risc, R^* , se determină plecând de la funcția (f) a distribuției de probabilitate urmată de R , astfel:

$$1 - p = P(x < R^*) = \int_{-\infty}^{R^*} f(x) dx$$

În cazul în care funcția cumulativă de distribuție este cunoscută, și mai ales când aceasta este funcția cumulativă a distribuției normale, calcularea VaR se simplifică considerabil.

Pentru recunoașterea unei legi normale sunt suficienți doi parametri, respectiv media μ și varianța σ^2 . O variabilă aleatoare X , de medie μ și varianța σ , urmează o lege normală $X \sim N(\mu; \sigma)$, dacă densitatea ei de repartiție este:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}},$$

$$x \in N(-\infty, \infty),$$

Iar funcția de repartiție este:

$$F(d) = \int_{-\infty}^d f(x) dx$$

Funcția de repartiție, numită și probabilitate cumulată cuantifică probabilitatea ca variabila aleatoare care descrie legea normală să aibă o mărime mai mică decât d , respectiv:

$$P(Z \leq d) = F(d)$$

Distribuția normală pentru care $\mu = 0$ și $\sigma = 1$ se numește distribuție standard și în acest caz variabila X este *normală sau standard* $X \in N(0;1)$. Pentru distribuția normală standard, densitatea de repartiție

este:

$$\varphi(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \times e^{-\frac{x^2}{2}}$$

Pentru distribuția normală standard, funcția de repartiție va fi notată cu N în loc de F , adică:

$$P(X < d) = N(d) = \int_{-\infty}^d \varphi(x) dx$$

Orice distribuție normală poate fi transformată într-o distribuție normală standard utilizând următoarea transformare:

$$X = \frac{Z - \mu}{\sigma},$$

unde:

$Z \sim N(\mu, \sigma)$ = variabila aleatoare ce urmează o lege normală de distribuție $X \sim N(0, 1)$ = variabila aleatoare ce urmează o lege normală standard de distribuție.

În cazul nostru randamentele urmează o distribuție normală, astfel R și $R^* \sim N(R_m, \sigma)$.

$$1 - p = P(x \leq R^*) = \int_{-\infty}^{R^*} f(x) dx = \int_{-\infty}^{\alpha} \varphi(z) dz,$$

$$\alpha = \varphi^{-1} \times (1 - p)$$

$$\alpha = \frac{R^* - R_m}{\sigma} \rightarrow R^* = \alpha \times \sigma + R_m$$

Din tabelele privind probabilitatea cumulată la distribuția normală standard rezultă următoarele valori importante pentru parametrul d , corespunzătoare probabilităților, precum:

Probabilitatea (P)	99%	97,5%	95%	90%
Pragul $d(x ? d)$	2,33	1,96	1,65	1,29

Înlocuind R^* în formula VaR, obținem formula VaR în ipoteza distribuției normale:

▪ *Față de valoarea de piață curentă W_0 a portofoliului*

$$\begin{aligned} \text{VaR} &= W_0 - W^* = -W_0 \times R^* = -W_0 \times (\alpha \times \sigma + R_m) = \\ &= -W_0 \times \alpha \times \sigma, \quad R_m = 0 \end{aligned}$$

Rentabilitatea medie pe termen foarte scurt tinde la zero, astfel încât $R_m = 0$

■ *Față de valoarea așteptată medie a portofoliului la orizontul de timp ales, W_h*

$$\begin{aligned} VaR &= W_h - W^* = -W_0 \times (R^* - R_m) = \\ &= -W_0 \times (\alpha \times \sigma + R_m - R_m) = -W_0 \times \alpha \times \sigma \end{aligned}$$

Deci, pierderea maximă a portofoliului se calculează conform relației:

$$VaR = \text{Valoarea de piață curentă} \times \text{Nivelul de încredere} \times \text{Volatilitatea}$$

Din această formulă se observă că:

- o creștere a volatilității portofoliului va determina aplatizarea curbei (distribuția randamentelor), ceea ce înseamnă o creștere a VaR.
- modificarea rentabilității medii determină o glisare a curbei pe abscisă. Dacă perioada de deținere este scurtă, modificarea rentabilității medii nu va avea un impact semnificativ asupra calculului VaR. Dacă perioada de deținere este mare, modificarea rentabilității medii este semnificativă și va fi inclusă în formula VaR.
- Odată cu creșterea nivelului de încredere are loc o creștere în valoarea VaR și invers.

Având în vedere că rentabilitatea urmează o distribuție normală, există o relație de echivalare între o estimare VaR cu un anumit procent de toleranță la risc și o altă estimare la un alt procent, astfel: pornind de la formula:

$$VaR_{\alpha} = -W_0 \times \alpha \times \sigma$$

$$VaR_{\alpha_2} = \frac{VaR_{\alpha_1} \times \alpha_2}{\alpha_1},$$

unde:

$$VaR_{\alpha_1} = -W_0 \times \alpha_1 \times \sigma \text{ și}$$

$$VaR_{\alpha_2} = -W_0 \times \alpha_2 \times \sigma$$

În ultimii ani, numeroase bănci comerciale, bănci de investiții, societăți de asigurări, societăți de investiții financiare și-au elaborat propriile modele de evaluare a riscului de piață. Aceste modele interne de evaluare a riscului de piață pot fi împărțite în trei categorii în funcție de cele trei tipuri de abordări care stau la baza lor:

- *Metoda parametrică (Metoda Varianță – Covarianță sau Metoda RiskMetrics*
- *Metoda simulărilor istorice*
- *Metoda simulărilor Monte Carlo*

■ *Metoda parametrică (Metoda Varianță – Covarianță)*

Această metodă se fundamentează pe următoarele două ipoteze importante:

= *presupune asumarea unei distribuții normale a randamentelor*⁽¹⁾ *valorilor instrumentelor dintr-un portofoliu*

= *ponderile inițiale ale instrumentelor din portofoliu (din momentul t) se mențin constante până la orizontul de risc (momentul t+1), adică:* $(x_{it} = x_{i,t+1})$

= *ignoră complet prezența „fat tails” în distribuția probabilității, una dintre cele mai importante caracteristici ale datelor financiare. Din acest motiv ne așteptăm ca modelul să subestimeze în mod serios riscul.*

Totuși, analiștii au ajuns la concluzia că Risk Metrics are rezultate bune și prin urmare a devenit repede un standard de măsură a riscului. RiskMetrics a jucat și continuă să joace un rol extrem de folositor în diseminarea tehnicilor și ideilor de risc management, chiar dacă este foarte simplificat.

■ *Metoda simulării istorice*

O critică majoră a metodei varianță-covarianță este legată de presupunerea unei distribuții normale pentru rentabilitate, astfel încât se poate subestima riscul unor pierderi extreme. Abordarea bazată pe simulări istorice are meritul de a contribui la contracararea acestui inconvenient.

Un avantaj al acestei metode este că nu face nicio presupunere în ceea ce privește distribuția rentabilității, în acest caz folosindu-se distribuția empirică obținută din analiza datelor din trecut analizate. De asemenea, simularea istorică are avantajul că este o metodă relativ simplă și că nu necesită calculul matricii de varianță-covarianță.

Dezavantajul metodei constă în faptul că prezice evoluția din viitor pe baza trecutului, contrazicând astfel modelele teoretice, care consideră că prețurile activelor sunt procese de tip Markow (valorile viitoare ale prețurilor depind numai de prețul de azi, nu și de cele din trecut).

- *Metoda simulării Monte Carlo*

În acest caz distribuția rentabilității portofoliului pe următoarele h zile se obține generând diferite scenarii pentru factorii de risc considerați și calcularea valorii portofoliului în aceste condiții. Metoda este flexibilă, putând fi aplicată pentru toate tipurile de portofolii, însă necesită o putere mare de calcul și alegerea cu grijă a modelelor de evaluare pentru activele financiare din componența portofoliului.

4. Cerințele Băncii Naționale a României privind raportarea VaR

Ca parte a evaluării expunerii la riscul de piață, băncile vor raporta măsuri proprii ale expunerii la riscul de piață sub forma informațiilor furnizate de sistemele VaR la nivelul portofoliului de tranzacționare (*Trading Book*). Raportarea va cuprinde atât informații *calitative*, cât și *cantitative*.

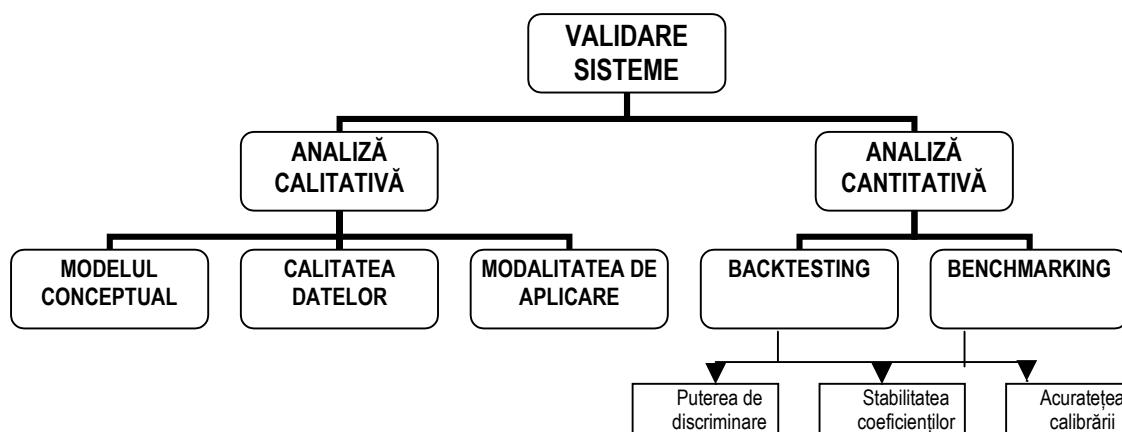


Figura 1. Aspecte calitative și cantitative ale procesului de validare

Setul de informații calitative cuprinde o scurtă descriere a sistemului VaR după cum urmează:

- Tipuri de modele VaR folosite (varianță/covarianța, simulare istorică, simulare Monte Carlo etc.)
- Tehnica de estimare a varianței/covarianței (medie mobilă simplă, medie mobilă ponderată, Garch etc.)
- Descrierea procedurilor de agregare a măsurilor VaR între diferiți factori de risc
- Descrierea procedurilor de alocare și monitorizare a limitelor VaR
- Descrierea tehnicilor de validare și testare (backtesting) a modelului
- Alte precizări.

Setul de informații cantitative cuprinde:

- Valorile VaR din momentul raportării, precum și valorile minim/mediu/maxim înregistrate în trimestrul precedent;
- Limitele VaR la nivelul Trading Book (limita agregată, limite pe factori de risc – rata dobânzii/curs de schimb);
- Rezultatele ultimei testări (back testing) a sistemului VaR.

Conform reglementărilor Băncii Naționale a României, raportările VaR vor fi rezultatul unor sisteme care se vor conforma unui set minim de standarde cantitative, cuprinzând:

- Perioada minimă de deținere (holding period) va fi de 10 zile.
- Frecvența evaluărilor VaR va fi zilnică.
- Marja de încredere pentru măsurile VaR va fi de 99%.
- Estimatorii VaR se vor baza pe un eșantion istoric de minimum 1 an.
- Reestimarea parametrilor se va face cu o frecvență nu mai mică de 1 trimestru.
- Backtesting-ul se va realiza pe un orizont de minim 250 de zile.

5. Studiu de caz

Studiul nostru de caz are în vedere aplicarea metodologiei VaR pentru măsurarea riscului aferent unui portofoliu de valute deținut de o bancă comercială. În acest scop am parcurs următorii pași:

- *Pasul 1:* Identificarea pozițiilor lungi și scurte pe fiecare valută deținută în portofoliul băncii. Pozițiile deținute de bancă pe fiecare valută le-am luat din documentul „*Supravegherea pozițiilor valutare*”. Conform reglementărilor BNR, băncile din România sunt obligate să întocmească zilnic acest formular și să îl raporteze la BNR.

La data de 29.12.2006 din documentul „Supravegherea pozițiilor valutare” s-a desprins următoarea situație a portofoliului de valute deținute de banca TETHA:

Portofoliul de valute deținut de bancă

Tabelul 1

Currency	FX Positions	Rates 29.12.2006
AUD	121.771	2,0289
CAD	235.687	2,2146
CHF	46.424	2,1044
CZK	0	0,1230
DKK	89.855	0,4536
EGP	0	0,4495
EUR	-3.965.565	3,3817
GBP	59.733	5,0390
HUF	8.826.908	0,013437
JPY	5.729.736	0,021599
MDL	0	0,1999
NOK	773.914	0,4096
PLN	0	0,8820
SEK	148.333	0,3736
TRY	0	1,8158
USD	18.245	2,5676

■ *Pasul 2:* Construirea bazei de date, care în acest caz presupune identificarea cursurilor de schimb zilnice înregistrate de fiecare valută deținută în portofoliul băncii. Pentru băncile din România BNR solicită cursurile pentru determinarea VaR pentru o perioadă de minimum 250 zile.

În exemplul nostru am luat în considerare cursurile pe o perioadă de doi ani: 3 ianuarie 2005 - 29 decembrie 2006 (o perioadă de 510 zile).

■ *Pasul 3:* Calculul rentabilităților zilnice pentru fiecare valută din portofoliu. În acest scop putem recurge la calculul rentabilității zilnice:

■ În timp discret: $R_{it} = \frac{P_{i,t} - P_{i,t-1}}{P_{i,t-1}} \times 100$ sau

■ În timp continuu: $R_{it} = \ln \frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}}$

Pe baza cursurilor zilnice, am calculat rentabilitățile zilnice în timp continuu. Pentru fiecare valută din portofoliu vom avea un număr de rentabilități mai mic cu 1 decât numărul de cursuri luate în calcul (adică vom avea 509 rentabilități calculate, pentru fiecare din cele 16 valute deținute în portofoliul bancar).

■ *Pasul 4:* Identificarea cursurilor de schimb aferente zilei în care îl calculăm pe VaR (cursurile de schimb pentru data de 29.12.2006 sunt prezentate în tabelul 1)

■ *Pasul 5:* Transformarea fiecărei poziții exprimată în valuta în echivalentul lei la cursul BNR al zilei în care calculăm VaR (cursul identificat la etapa anterioară). În această etapă trebuie să avem în vedere că transformarea unei anumite poziții valutare în echivalent lei va fi de natură opusă. Exemplu: o poziție lungă pe euro de 2.000.000 la cursul de 35.000 RON/euro este echivalentul unei poziții scurte pe RON de 70.000.000.000.

Pozițiile valutare în RON

Tabelul 2

Currency	Currency position	Actual rate	Long position in RON	Short position in RON
AUD	121.771	2,0289	0	247.060
CAD	235.687	2,2146	0	521.952
CHF	46.424	2,1044	0	97.694
CZK	0	0,1230	0	0
DKK	89.855	0,4536	0	40.758
EGP	0	0,4495	0	0
EUR	-3.965.565	3,3817	13.410.350	0
GBP	59.733	5,0390	0	300.994
HUF	8.826.908	0,0134	0	118.607
JPY	5.729.736	0,0216	0	123.757
MDL	0	0,1999	0	0
NOK	773.914	0,4096	0	316.995
PLN	0	0,8820	0	0
SEK	148.333	0,3736	0	55.417
TRY	0	1,8158	0	0
USD	18.245	2,5676	0	46.846

■ *Pasul 6:* Calcularea poziției nete în RON pe total portofoliu ca diferența între poziția totală lungă și poziția totală scurtă (exemplu: o poziția totală lungă se calculează ca fiind suma tuturor pozițiilor individuale lungi din acea zi).

■ *Pasul 7:* Calculul volatilității exprimate ca abatere medie pătratică (Standard Deviation) pentru fiecare valută din portofoliu, după formula:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^T (R_{i,t} - \bar{R}_i)^2}{T-1}}, \quad \bar{R}_i = \frac{\sum_{t=1}^T R_{i,t}}{T}$$

Volatilități zilnice

Tabelul 3

AUD	CAD	CHF	CZK	DKK	EGP	EUR	GBP
0,638%	0,724%	0,567%	0,557%	0,523%	0,730%	0,522%	0,599%
HUF	JPY	MDL	NOK	PLN	SEK	TRY	USD
0,626%	0,672%	0,673%	0,630%	0,672%	0,585%	0,917%	0,726%

■ *Pasul 8:* Calcularea coeficienților de corelație pentru fiecare două valute din portofoliu și apoi construirea matricei coeficienților de corelație aferentă tuturor valutilor din portofoliu.

Calculul unui coeficient de corelație se face după următoarea formulă:

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \times \sigma_j}, \quad \sigma_{ij} = \frac{\sum_{t=1}^T (R_{it} - \bar{R}_i) \times (R_{jt} - \bar{R}_j)}{T-1}$$

În construirea matricei coeficienților de corelație a valutilor din portofoliu, vom presupune un coeficient de corelație egal cu 1 între valutele din portofoliu pentru care în ziua de calcul nu avem poziție.

Matricea coeficienților de corelație

Tabelul 4

	AUD	CAD	CHF	CZK	DKK	EGP	EUR	GBP	HUF	JPY	MDL	NOK	PLN	SEK	TRY	USD
AUD	1,00	0,75	0,70	1,00	0,74	1,00	0,74	0,75	0,60	0,71	1,00	0,60	1,00	0,67	1,00	0,69
CAD	0,75	1,00	0,67	1,00	0,71	1,00	0,71	0,70	0,47	0,67	1,00	0,61	1,00	0,64	1,00	0,77
CHF	0,70	0,67	1,00	1,00	0,95	1,00	0,95	0,85	0,62	0,74	1,00	0,81	1,00	0,86	1,00	0,63
CZK	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DKK	0,74	0,71	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,67	0,76	1,00	0,82	1,00	0,89	1,00	0,70
EGP	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
EUR	0,74	0,71	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	0,86	0,67	0,76	1,00	0,82	1,00	0,89	1,00	0,70
GBP	0,75	0,70	0,85	1,00	0,86	1,00	0,86	1,00	0,56	0,77	1,00	0,71	1,00	0,77	1,00	0,73
HUF	0,60	0,47	0,62	1,00	0,67	1,00	0,67	0,56	1,00	0,52	1,00	0,54	1,00	0,63	1,00	0,45
JPY	0,71	0,67	0,74	1,00	0,76	1,00	0,76	0,77	0,52	1,00	1,00	0,59	1,00	0,67	1,00	0,71
MDL	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
NOK	0,60	0,61	0,81	1,00	0,82	1,00	0,82	0,71	0,54	0,59	1,00	1,00	1,00	0,78	1,00	0,54
PLN	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
SEK	0,67	0,64	0,86	1,00	0,89	1,00	0,89	0,77	0,63	0,67	1,00	0,78	1,00	1,00	1,00	0,58
TRY	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
USD	0,69	0,77	0,63	1,00	0,70	1,00	0,70	0,73	0,45	0,71	1,00	0,54	1,00	0,58	1,00	1,00

■ *Pasul 9:* Stabilirea probabilității cu care vrem să calculăm pierderea maximă aferentă portofoliului bancar de valute (adică a probabilității cu care vrem să-l calculăm pe VaR). Identificarea apoi a coeficientului de încredere (α) aferent probabilității

stabilite. Pentru băncile din România, BNR recomandă calculul VaR cu o probabilitate de 99%, iar în acest caz coeficientul de încredere este $\alpha = 2,33$.

■ *Pasul 10:* Calcularea VaR zilnic pentru fiecare valută din portofoliu după formula:

$$VaR_i = -W_{i,0} \times \alpha \times \sigma_i,$$

unde:

$W_{i,0}$ = poziția valutară netă pentru valuta luată în considerare în echivalent RON

α = coeficientul de încredere ($\alpha = 2,33$)

σ_i = volatilitatea zilnică a valutei „i”

Pierderi maxime individuale

Tabelul 5

Currency	Net open position (RONequivalent)	Standard Deviation	VaR zilnic 99%
AUD	-247.060	0,638%	-3.671
CAD	-521.952	0,724%	-8.803
CHF	-97.694	0,567%	-1.291
CZK	0	0,557%	0
DKK	-40.758	0,523%	-497
EGP	0	0,730%	0
EUR	13.410.350	0,522%	163.241
GBP	-300.994	0,599%	-4.204
HUF	-118.607	0,626%	-1.730
JPY	-123.757	0,672%	-1.936
MDL	0	0,673%	0
NOK	-316.995	0,630%	-4.656
PLN	0	0,672%	0
SEK	-55.417	0,585%	-756
TRY	0	0,917%	0
USD	-46.846	0,726%	-793

■ *Pasul 11:* Calculul VaR zilnic pentru întregul portofoliu de valute, utilizând formula riscului pentru un anumit portofoliu, diferența constând în faptul că de această dată riscul se calculează prin indicatorul VaR în loc de indicatorul de varianță. Formula de calcul a riscului unui portofoliu utilizând indicatorul de varianța este:

$$\begin{aligned} \sigma_p^2 &= \sum_i \sum_j x_i \times x_j \times \sigma_{ij} = \\ &= \sum_i \sum_j x_i \times x_j \times \sigma_i \times \sigma_j \times \rho_{ij} \text{ sau} \end{aligned}$$

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=j} x_i^2 \times \sigma_i^2 + \sum_{i \neq j} x_i \times x_j \times \sigma_i \times \sigma_j \times \rho_{ij}$$

Dar, în cazul nostru indicatorul de măsurare a riscului este VaR în loc de σ . În această situație formula VaR pentru un portofoliu devine (ponderile sunt luate în considerare în calcul VaR individual aferent fiecărei poziții valutare):

$$VaR_p^2 = \sum_i \sum_j VaR_i \times VaR_j \times \rho_{ij} \text{ sau}$$

$$VaR_p^2 = \sum_{i=j} VaR_i^2 + \sum_i \sum_{j, j \neq i} VaR_i \times VaR_j \times \rho_{ij}$$

Același lucru poate fi scris matriceal astfel:

$$VaR_p^2 = (VaR_1 \quad VaR_2 \quad \dots \quad VaR_n) \times \begin{pmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{21} & \rho_{22} & \dots & \rho_{23} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{n1} & \rho_{n2} & \dots & \rho_{nn} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} VaR_1 \\ VaR_2 \\ \dots \\ VaR_n \end{pmatrix}$$

Adică: $VaR_p = V^t \times \Psi \times V$,

unde:

V = vectorul valorilor VaR individuale ale valutei din portofoliu;

Ψ = matricea coeficienților de corelație dintre rentabilitățile zilnice ale valutei din portofoliu.

Exemplu: pentru un portofoliu format din două valute, calcul VaR se reduce la următoarea formulă:

$$VaR_p^2 = (VaR_1 \quad VaR_2) \times \begin{pmatrix} \rho_{11} & \rho_{12} \\ \rho_{21} & \rho_{22} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} VaR_1 \\ VaR_2 \end{pmatrix}$$

sau

$$VaR_p = \sqrt{VaR_1^2 + VaR_2^2 + 2 \times VaR_1 \times VaR_2 \times \rho_{12}}$$

$$VaR_p = 141.595$$

■ *Pasul 12:* Calculul VaR pentru portofoliul ales la orizontul de timp stabilit h:

$VaR_{p,h} = VaR_p \times \sqrt{h}$, VaR_p = este VaR calculat pentru un orizont de timp de 1 zi

$$VaR_{p,10} = 447.763, h = 10 \text{ zile}$$

În exemplul nostru am calculat valoarea la risc cu o probabilitate de 99%, la un orizont de timp de o zi și apoi de 10 zile. Valoarea curentă a portofoliului am considerat-o a fi în data de 29 decembrie 2006.

Tabelul 6

Value-at-Risk (RON)	
Value-at-Risk for 1 day	141.595
Days	10
Probability	99%
Confidence Level	2,33
Final Value-at-Risk	447.763

Seriile de date utilizate sunt reale, ele fiind luate de pe site-ul Băncii Naționale a României, pentru valutele din portofoliu cotate de BNR. Pentru valutele din portofoliu băncii pentru care BNR nu oferă cotații, am utilizat cursul valutar în raport cu

euro, publicat BCE și printr-o operație cross am calculat cursul valutar în raport cu RON, utilizând cursul RON/EUR oferit de BNR.

În mod concret, am utilizat serii de date privind cursul de schimb valutar al tuturor celor 16 valute pe care banca le deține de obicei în portofoliu (la data de 29.12.2006, banca avea poziții deschise doar pe 11 valute), în raport cu moneda națională, pe o perioadă de doi ani, adică 3 ianuarie 2005-29 decembrie 2006.

Prelucrările statistice le-am realizat în Microsoft Office Excel.

Concluzie: În studiul nostru de caz am prognozat cu o probabilitate de 99% care va fi pierderea maximă a valorii portofoliului, datorată unei eventuale aprecieri a monedei naționale, la data de 3 ianuarie 2007. Am calculat VaR pentru fiecare

valută deținută în portofoliu și apoi matricea coeficienților de corelație dintre rentabilitățile zilnice ale valutilor deținute în portofoliu. Ținând cont de valorile coeficienților de corelație și de valorile VaR individuale valutare, am calculat, în final, valoarea VaR aferentă portofoliului.

Tabelul 7

Final Value-at-Risk (RON)	Gross VaR (RON)
447,763	517,569

Din rezultatele obținute se observă că nivelul VaR pentru portofoliul nostru (*Final Value-at-Risk*) este mai mic decât suma valorilor VaR individuale, aferente fiecărei valute (*Gross VaR*), datorită luării în calcul a coeficienților de corelație dintre valutele din portofoliu.

Notă

⁽¹⁾ Randamentul valorii portofoliului se determină ca o medie a randamentelor valorilor instrumentelor ponderată cu valoarea inițială a instrumentelor. Astfel,

din moment ce randamentul portofoliului este o combinație liniară de variabile normale rezultă că și acesta urmează tot o distribuție normală.

Bibliografie

Basak, S., Shapiro, A., „Value-at-Risk Based Risk Management: Optimal Policies and Asset Prices”, *Review of Financial Studies*, 2000

Berkowitz, J., Brien, J. (2001). *How Accurate are Value-at-Risk Models at Commercial Banks?*, Graduate School of Management Division of Research and Statistics University of California, Irvine Federal Reserve Board

Butler, C. (1999). *Mastering value at risk: a step-by-step guide to understanding and applying VaR*, Pitman

Collier, C., Forbush, S., Nuxoll, D.A., „Evaluating the Vulnerability of Banks and Thrifts to a Real Estate Crisis”, *FDIC Banking Review*, 2003 <http://www.fdic.gov/bank/analytical/banking/2003dec/>

Committee on Global Financial System, „Stress Testing at Major Financial Institutions: Survey Results and Practice”, *Working group report*, Bank for International Settlements, 2005 <http://www.bis.org/publ/cgfspubl.htm>

Down, K. (2002). *Measuring Market Risk*, John Wiley of Sons, Chichester

Greuning, H., Bratanovic, J. (2004). *Analyzing and Managing Banking Risk, A Framework for Assessing Corporate Governance and Financial Risk*, Editura Irecson, București

Hoggarth, G., Logan, A., Zicchino, L., „Macro Stress Tests of UK Banks”, *Manuscript*, Bank of England, 2004, <http://www.bis.org/publ/bppdf/bispap22t.pdf>

Holton, G.A. (2003). *Value-at-risk: theory and practice*, Academic Press

- Hull, J. (2006). *Risk Management and Financial Institutions*, John Wiley & Sons
- Jorion, P. (2001). *Value-at-Risk: the New Benchmark for Controlling Market Risk*, McGraw-Hill
- Penza, P., Bansal, V. (2000). *Measuring Market Risk with Value at Risk*, John Wiley & Sons
- Roșoagă, A., *Utilizarea metodologiei Value-at-Risk în gestiunea riscului și optimizarea portofoliilor*, http://www.sorec.ro/pdf/OEcoN3/12_A.Rosoaga.pdf
- Saunders, A. (1999). *Credit risk measurement: New approaches to value at risk and other paradigms*, John Wiley & Sons
- Sorge, M., „*Stress-Testing Financial Systems: An Overview of Current Methodologie*”, Working paper no. 165, Monetary and Economic Department, Bank for International Settlements, 2004 <http://www.bis.org/publ/work165.htm>
- Tomiță, T., „Valoarea la Risc Value at Risk (VaR)”, *BRM Business Consulting*, <http://www.riskmanagement.ro>