

Utilizarea metodologiei VaR pentru măsurarea și prevenirea riscului valutar

■

Ion Stancu

Profesor universitar doctor

Florentina Bălu

Asistent universitar doctorand

Academia de Studii Economice București

Abstract. *In this article we discuss one of the modern risk measuring techniques Value-at-Risk (VaR). Currently central banks in major money centers, under the auspices of the BIS Basle Committee, adopt the VaR system to evaluate the market risk of their supervised banks. Banks regulators ask all commercial banks to report VaRs with their internal models. Value at risk (VaR) is a powerful tool for assessing market risk, but it also imposes a challenge. Its power is its generality. Unlike market risk metrics such as the Greeks, duration and convexity, or beta, which are applicable to only certain asset categories or certain sources of market risk, VaR is general. It is based on the probability distribution for a portfolio's market value. Value at Risk (VAR) calculates the maximum loss expected (or worst case scenario) on an investment, over a given time period and given a specified degree of confidence. There are three methods by which VaR can be calculated: the historical simulation, the variance-covariance method and the Monte Carlo simulation. The variance-covariance method is easiest because you need to estimate only two factors: average return and standard deviation. However, it assumes returns are well-behaved according to the symmetrical normal curve and that historical patterns will repeat into the future. The historical simulation improves on the accuracy of the VAR calculation, but requires more computational data; it also assumes that "past is prologue". The Monte Carlo simulation is complex, but has the advantage of allowing users to tailor ideas about future patterns that depart from historical patterns.*

Key words: value at risk; foreign exchange risk; banks; currency; market risk.

■

„Norocul favorizează mințile strălucite”

PASTEUR⁽¹⁾

1. Manifestarea riscului valutar în activitatea financiară internațională

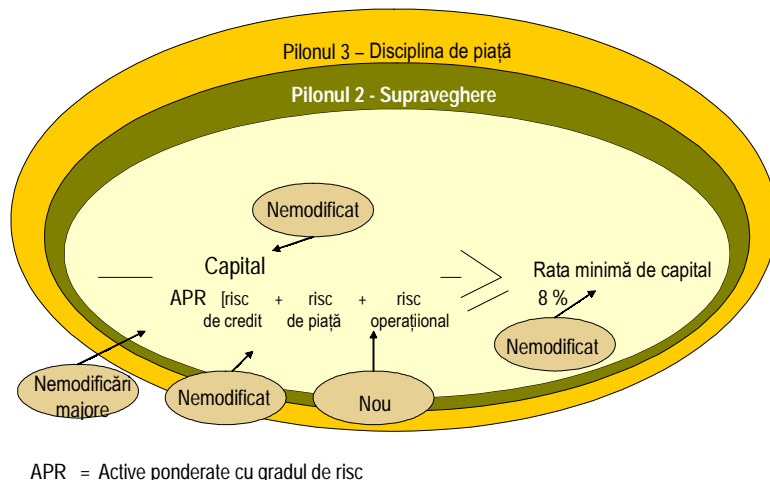
Căderea sistemului de la Bretton Woods (al ratelor fixe de schimb) în 1974, războaiele arabo-israeliene din 1974-1975 și șocurile petroliere care au urmat au condus la *dereglări severe pe piețele financiare internaționale*. Odată cu producerea acestor evenimente regulile jocului s-au schimbat, partenerii în tranzacțiile internaționale confruntându-se cu noi tipuri de riscuri precum cel al *volatilității cursurilor de schimb și al ratelor de dobânzi*. Relaxarea controalelor valutare și liberalizarea circulației transfrontaliere a capitalului au alimentat o creștere enormă

a tranzacțiilor valutare pe piețele financiare internaționale, ceea ce a contribuit la o volatilitate mai mare a cursurilor de schimb și, implicit, la un risc valutar sporit.

Există multe manifestări ale riscului, dar sunt puține acelea în care o bancă sau un agent economic poate suferi pierderi atât de rapide și de mari ca în cazul producerii riscului valutar. În acest context, dezvoltarea unor *metode moderne și performante de management al riscului valutar* devine o necesitate acută pentru participanții la activitatea financiară internațională.

Datorită impactului și importanței manifestării riscului valutar, el a fost luat în considerare chiar de către Comitetul de la Basel pentru calcularea necesarului de capital de risc aferent unei bănci. Riscul valutar, văzut ca o componentă a riscului de piață,⁽²⁾ a fost luat în calcul prin amendamentul

adus în 1996 Acordului Basel I și, de asemenea, este luat în calcul de către Acordul Basel II, așa cum se observă din schema de mai jos privind structura Acordului Basel II (bazat pe cei trei piloni: cerințe de capital, supraveghere și disciplină de piață):



În economia românească, în prezent, *riscul valutar* dobândește o importanță din ce în ce mai mare. Liberalizarea contului de capital și intenția Băncii Naționale a României de a nu mai interveni frecvent în piața valutară determină un cadru de activitate ce amplifică fluctuațiile cursului de schimb, fluctuații ce afectează în primul rând agenții economici ce realizează activități de import-export, dar și băncile care desfășoară activități în diferite valute. Dacă până în noiembrie 2004 liberalizarea accesului nerezidenților la depozitele bancare în lei nu a fost decât temă de seminar specializat, după această dată efectele deciziei BNR de liberalizare sunt la vedere pentru toți românii. Lăsat liber, cursul leului s-a întărit considerabil, sub presiunea supraofertei de valută. Magnitudinea șocului valutar care a adus euro de la 41.000 lei și peste la 35.000 lei și sub, dar și evoluția în zigzag a cursului au surprins în egală măsură băncile, agenții economici și populația. La nivelul sistemului bancar românesc o alta cauză majoră care a alimentat riscul valutar a constituit-o *boom*-ul înregistrat de activitatea de creditare în valută a persoanelor fizice și juridice.

Managementul acestui risc este amplificat de volatilitatea ridicată a cotațiilor euro/dolar pe piețele internaționale și de disponibilitatea redusă a instrumentelor de *hedging* pe piața românească. Pentru o cât mai bună gestionare a acestui risc specialiștii români sunt interesați de preluarea și adaptarea la specificul pieței românești a unor instrumente, indicatori, metode și tehnici de management al riscului valutar.

Practica bancară internațională a consacrat instrumente, indicatori, metode și tehnici de *identificare, măsurare și gestiune*, aferente riscului valutar, foarte diversificate, de la cele mai simple și puțin costisitoare la cele mai sofisticate, cu performanțe sporite, dar scumpe.

Principalii indicatori utilizați în măsurarea riscului valutar sunt de două categorii:

- Clasici: Varianță, Semivarianță, Coeficient Beta etc.;
- Moderni: Valoare la Risc, Expected Tail Loss, Entropie Shannon, Indicator Fishburn etc.

2. Definirea termenului Value at Risk (VaR)

Value at Risk (VaR) este, în prezent, larg folosită în practica bancară internațională, în scopul măsurării și diminuării efectelor negative aferente riscurilor de piață.

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 urma cercetărilor Departamentului RiskMetrics, condus de Till Guldman, 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.⁽³⁾

Valoarea la Risc ($VAR_{h,\alpha}$) măsoară *pierderea maximă probabilă* a se obține pe o anumită poziție sau un portofoliu de poziții, într-o anumită perioadă de timp (h) și pentru un anumit nivel de încredere ($1-\alpha$). Profitul sau pierderea înregistrate de un anumit portofoliu, într-o perioadă de „ h ” zile, se calculează ca diferență între valoarea portofoliului după cele „ h ” zile și valoarea inițială a

portofoliului, după cum reiese din formula de mai jos:⁽⁴⁾

$$\Delta\Pi_h = \Pi_h - \Pi_0,$$

unde:

Π_0 = Valoarea inițială a portofoliului (cunoscută);

$$P(\Delta\Pi < -\text{VaR}) = \alpha$$

Π_1 = Valoarea portofoliului după h zile (variabilă aleatoare) $P(\Delta\Pi > -\text{VaR}) = 1 - \alpha$

$\Delta\Pi$ = Profitul sau pierderea pe următoarele „h” zile

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

- *orizontul de timp* pentru care se estimează riscul
- *procentul de toleranță la risc*.

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 1 zi și o toleranță la risc de 5% (respectiv o probabilitate de încredere de 95%).

Fiecare bancă este, însă, liberă în a-și alege cele două coordonate inițiale în funcție de preferința mai mare sau mai mică a managerilor față risc și de natura portofoliilor administrate. Un aspect interesant, care merită luat în considerare, este alegerea de către Comitetul de la Basel a unui multiplicator al valorii VaR obținute (egal cu trei) pentru a preveni posibilitatea înregistrării unor pierderi de facto mai mari decât cea anticipată.

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 Varianță – Covarianță sau Metoda RiskMetrics*
- *Metoda Simulării istorice*
- *Metoda Simulării Monte Carlo*.

3. Exemplificarea utilizării metodologiei VaR de măsurare a riscului valutar

Metoda Varianță – Covarianță pentru estimarea VaR

Ipoteze:

- *presupune asumarea unei distribuții normale pentru factorii de risc*
- *ignoră complet prezența cozilor groase „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 RiskMetrics are rezultate bune și prin urmare a devenit repede un standard de măsurare a riscului. RiskMetrics a jucat și continuă

să joace un rol extrem de folositor în diseminarea tehnicilor de și ideilor de risc management, chiar dacă este foarte simplificat.

În calculul VaR pentru un portofoliu de valute, metodologia *RiskMetrics* ia în considerare următoarele elemente: valoarea de piață a poziției, volatilitatea zilnică a valutilor, perioada de deținere, nivelul de încredere.

Calculul VaR pentru o singură valută (Gross VaR)

Calculul valorii la risc pentru o singură valută deținută în portofoliu urmărește modelul:

$$\text{Gross VaR} = X \times \sigma_x \times \alpha \times \sqrt{T - t},$$

unde:

X = Valoarea de piață a poziției deschise

α = Nivelul de încredere

σ_x = Volatilitatea zilnică

$T - t$ = Perioada de deținere

Calculul VaR pentru un portofoliu de valute (Net VaR)

Nivelul VaR pentru un portofoliu de valute (Net VaR) va fi mai mic decât suma valorilor VaR (suma de Gross VaR) calculate pe fiecare valută, individual. Ca urmare a corelației existente între cursurile diferitelor valute din piață, suma de Gross VaR calculată pe fiecare poziție se va reduce proporțional.

$$\text{Net VaR} \leq \sum_{i=1}^n \text{Gross VaR}_i$$

unde:

n = numărul valutilor din portofoliu.

Cu alte cuvinte, diversificarea portofoliilor asigură diminuarea riscului asumat de managerul de risc, prin compensarea pierderilor înregistrate la unele poziții cu profiturile înregistrate la alte poziții. Dar, așa cum pierderea este limitată pe un portofoliu, la fel va fi limitat și profitul.

Tabelul următor arată cum corelațiile pozitive și negative dintre valute afectează calcularea Net VaR.

Poziția pe valuta „X”	Poziția pe valuta „Y”	Corelația (X,Y)	Valoarea Net VaR (Mărimea riscului asumat)
Short (-)	Short (-)	$-1 < \rho < 0$	Scade
Long (+)	Long (+)	$-1 < \rho < 0$	Scade
Short (-)	Long (+)	$0 < \rho < 0$	Scade
Long (+)	Short (-)	$0 < \rho < 0$	Scade
Short (-)	Short (-)	$0 < \rho < 0$	Crește
Long (+)	Long (+)	$0 < \rho < 0$	Crește
Short (-)	Long (+)	$-1 < \rho < 0$	Crește
Long (+)	Short (-)	$-1 < \rho < 0$	Crește

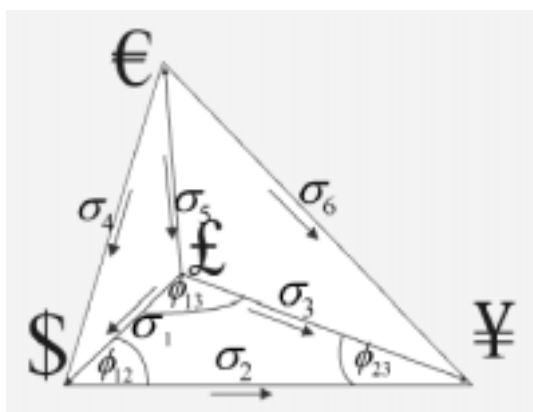
Efectele evoluției cursului asupra profitabilităților înregistrate

Poziție valutară	Aprecierea valutei	Deprecierea valutei
Long	Câștig	Pierdere
Short	Pierdere	Câștig

De reținut:

- *Net VaR este întotdeauna mai mică decât suma de Gross VaR, datorită luării în calcul a coeficienților de corelație dintre valutele din portofoliu.*
- *O corelație zero nu înseamnă că Net VaR va fi egală cu suma de Gross VaR pe fiecare valută.* Explicația este aceea că, și atunci când sunt mișcări aleatoare, se produc reduceri de risc (compensări de pierderi cu câștiguri) într-o anumită măsură.

Exemplul nostru pornește de la evoluția pe piață a patru valute (USD, EUR, GBP, JPY). Pentru cele patru valute sunt disponibile șase cursuri valutare, adică pentru fiecare pereche ce se poate obține (GBP/EUR, GBP/USD, GBP/JPY, EUR/USD, EUR/JPY, USD/JPY). Între fiecare dintre cele șase cotații disponibile există o anumită corelație. Deci, pot fi calculați 15 coeficienți de corelație. Prin construirea unor portofolii din valute invers corelate, valoarea riscului asumat este diminuată. Graficul corelațiilor dintre cele patru valute existente în piața valutară este reprezentat prin tetraedul de mai jos:



Corelațiile într-o piață valutară formată din patru valute

Calcularea Net VaR pentru un portofoliu de „n” valute:

$$\text{Net VaR} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (\text{VaR}_{i,a}^2 + \text{VaR}_{i,b}^2) + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n 2\rho_{i,j} \begin{bmatrix} (\text{VaR}_{i,a} \times \text{VaR}_{j,a}) + \\ (\text{VaR}_{i,a} \times \text{VaR}_{j,b}) + \\ (\text{VaR}_{i,b} \times \text{VaR}_{j,a}) + \\ (\text{VaR}_{i,b} \times \text{VaR}_{j,b}) \end{bmatrix}}, i \neq j$$

unde:

$\text{VaR}_{i,a}$ = Gross VaR al valutei i pentru o poziție scurtă

$\text{VaR}_{i,b}$ = Gross VaR al valutei i pentru o poziție lungă

$\text{VaR}_{j,a}$ = Gross VaR al valutei j pentru o poziție scurtă

$\text{VaR}_{j,b}$ = Gross VaR al valutei j pentru o poziție lungă

$\rho_{i,j}$ = Coeficientul de corelație între evoluția cursurilor valutelelor i și j .

Pentru a evidenția modul de aplicare a valorii la risc, am ales un portofoliu format din expuneri în patru valute, deținut de către BETA BANK, structura portofoliului fiind următoarea:

Structura portofoliului de valute

U.M.	EUR	GBP	JPY	USD	VALOARE PORTOFOLIU
Valută	25.750.000	10.550.000	12.255.000	27.500.000	
RON	95.038.100	56.554.330	323.789	85.690.000	237.606.219

Astfel am calculat valoarea la risc cu o probabilitate de 95%, la un orizont de timp de o zi. Ziua curentă am considerat-o a fi în data de 30 decembrie 2005 (ultima zi lucrătoare din 2005). Seriile de date utilizate sunt reale, ele fiind luate de pe site-ul Băncii Naționale a României. În mod concret, am utilizat serii de date privind cursul valutar al celor patru valute din portofoliu în raport cu moneda națională, pe perioada 1 septembrie – 29 decembrie 2005.

În acest studiu de caz, practic, am prognozat cu o probabilitate de 95% care va fi pierderea maximă a valorii portofoliului, datorată unei eventuale aprecieri a monedei naționale, la data de 30 decembrie 2005. Am calculat Gross VaR pentru fiecare valută deținută în portofoliu și apoi matricea coeficienților de varianță-covarianță dintre rentabilitățile zilnice ale valutelelor deținute în portofoliu. Ținând cont de valorile coeficienților de varianță-covarianță și de valorile Gross VaR, am calculat, în final, valoarea Net VaR aferentă portofoliului.

Din rezultatele obținute (prezentate mai jos) se observă că nivelul VaR pentru un portofoliul format din cele patru valute (Net VaR) este mai mic decât suma valorilor VaR (suma de Gross VaR) calculate pe fiecare valută, individual, datorită corelațiilor existente între evoluțiile cursurilor diferitelor valute.

$$\text{Net VaR} \leq \sum_{i=1}^4 \text{Gros VaR}_i,$$

adică 1.666.134 RON < 1.912.960 RON

Metoda Variantă - Covarianță sau RiskMetrics

Indicators	EUR	GBP	JPY	USD
Abateră standard	0,3642%	0,4671%	0,6015%	0,6385%
Nr. abateri std. pt. $\alpha = 5\%$	1,65	1,65	1,65	1,65
Gross VaR (RON)	571.055 ^{*)}	435.877	3.214	902.814
Sumă de Gross VaR (RON)	1.912.960			
Net VaR (RON)	1.666.134			

^{*)} = 95.038.100 × 0,3642% × 1,65

Acest lucru poate fi interpretat astfel: pentru portofoliul de valute cu o valoare curentă de piață de 237.606.219 RON, la data de 29 decembrie 2005, există o probabilitate de 5% ca pe 30 decembrie 2005 aceasta să scadă sub valoarea de 235.940.086 RON (adică diferența dintre valoarea actuală a portofoliului și mărimea Net VaR care este de 1.666.134 RON).

Cu alte cuvinte, pierderea maximă pe care o poate înregistra portofoliul în data de 30 decembrie 2005 este Net VaR = 1.666.134 RON, cu o probabilitate de 95%.

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. Metoda 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).

Pentru a evidenția modul de aplicare a valorii la risc, prin metoda simulărilor istorice, am luat în considerare același portofoliu de valute utilizat pentru calculul VaR în varianta RiskMetrics sau varianță-covarianță. Și în acest caz, am prognozat, cu o probabilitate de 95%, care va fi pierderea maximă a valorii portofoliului, pierdere datorată unei eventuale aprecieri a monedei naționale la data de 30 decembrie 2005. Utilizând randamente discrete, am ajuns la concluzia că VaR, cu o probabilitate de 95%, este de 2.103.418 RON. Acest lucru poate fi interpretat astfel: pentru portofoliul de patru valute (EUR, USD, GBP, JPY) cu o valoare curentă de piață, la data de 29 decembrie 2005, de 237.606.219 RON, există o probabilitate de 5% ca, pe data de 30 decembrie 2005, aceasta să scadă sub valoarea de 235.502.802 RON (adică diferența dintre valoarea actuală a portofoliului și mărirea VaR, care este de 2.103.418 RON).

Calculul VaR - Metoda Simulării istorice

Valoarea portofoliului (RON)	237.606.219
Speranța matematică a randamentului portofoliului (randamentul mediu)	0,009%
Număr randamente	85
Număr intervale	84
Numărul corespunzător pragului de semnificație de 5%: $84 \times 5\% + 1$	5,2
Limita inferioară necesară interpolării	-0,900%
Limita superioară necesară interpolării	-0,779%
Lungimea intervalului: 0,900 - 0,779	0,121%
Nivelul sub care randamentul va scădea cu o probabilitate = 5%: $0,900 - 0,121 \times (5,2 - 5)$	-0,876%
VaR (%): 0,009 - (-0,876)	0,885%
VaR (RON): 237.606.219 \times 0,885%	2.103.418

Cu alte cuvinte, pierderea maximă pe care o poate înregistra portofoliul în data de 30 decembrie 2005 cu aceeași probabilitate de 95% este de 2.103.418 RON. Cum era și firesc, ca urmare a replicării distribuției empirice, pierderea așteptată este mai mare decât în cazul metodei varianță-covarianță.

Metoda pe bază de simulări 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. Concluzii și aspecte critice

Value at Risk (VaR) este una dintre metodele cele mai apreciate și utilizate pentru măsurarea și prevenirea manifestării riscurilor de piață (risc valutar, de rată a dobânzii, de fluctuație a cursului bursier). VaR ajută managerii de risc să evalueze cât mai corect activitatea lor pe piață, contribuie la alocarea eficientă a resurselor, astfel încât să fie eliminată supraexpunerea la o singură sursă de risc. De asemenea, VaR vine în sprijinul instituțiilor de reglementare privind decizia de stabilire a capitalului necesar acoperirii expunerii unei instituții financiare în fața riscului de piață. 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. Deși este una dintre cele mai apreciate metode de evaluare a riscului, datorită limitelor sale, se recomandă ca această metodă să nu fie utilizată exclusiv, ci împreună cu alte măsuri (ex. Expected Tail Loss, Entropia Shanon etc.) pentru o evaluare cât mai corectă a riscului. Această recomandare se face pentru corectarea limitelor metodei VaR, și anume:

- *se bazează foarte mult pe curba distribuției normale*, deci nu încorporează caracteristicile unei piețe aflate într-un moment critic extrem;
- *nu poate lua în calcul riscul operațional*. Când o bancă folosește un model matematic pentru calcularea valorii de piață a contractelor futures pe cursul de schimb, datorită unei posibile erori de calcul, modelul matematic poate duce la pierderi. Această expunere nu este luată în calcul;
- *nu poate lua în calcul riscul de lichiditate* care poate duce la imposibilități de plată (cazul LTCM) și la neonorarea apelului în marjă pentru pozițiile futures (cazul Metallgesellschaft);
- nu indică maximul pe care o companie îl poate pierde, ci *indică doar maximul pe care îl poate pierde în condiții normale ale pieței*;

- nu este o măsură suficientă pentru a măsura performanța unor tranzacții, ci *numai în cazul în care anumite toleranțe de risc au fost stabilite*;
- *nu oferă indicii asupra profitabilității și randamentului unei investiții.*

În ciuda limitelor sale, VaR este larg acceptată de mediul academic, de practicieni și autoritățile de reglementare ca o componentă cheie a unui management de risc performant. În România, datorită complexității și costurilor destul de ridicate, produsele VaR disponibile pe piață sunt utilizate doar de către instituții financiar-bancare și organizații mari.

Note

- (1) Louis Pasteur (1822-1895), Chimist și bacteriologist francez.
- (2) Cele trei componente ale riscului de piață sunt: riscul valutar, riscul de rată a dobânzii și riscul de preț al titlurilor financiare.
- (3) 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
 - (1997), un fond de investiții celebru, cu doi laureați ai premiului Nobel în conducere, pierde peste 4 miliarde de dolari, din capitalul investit, doar în câteva luni (Roger Lowenstein, 2000, *When Genius Failed: The Rise and Fall of Long-Term Capital Management* by Random House); Cazul Metallgesellschaft (1993)
 - pierde peste 1,5 miliarde de dolari din tranzacții pe piața futures a petrolului (http://www.erisk.com/Learning/CaseStudies/ref_case_mg.asp); Cazul Barings (1995)
 - cea mai veche bancă britanică, la momentul respectiv, pierde peste 1,3 miliarde de dolari.
- (4) Kevin Down, 2002, *Measuring Market Risk*, John Wiley & Sons, Chichester”

Bibliografie

- Alexander, C. (1998). *Risk Management and Analysis, Measuring and Modelling Financial Risk* (Volume 1), John Wiley & Sons, 1st edition
- Basak, S., Shapiro, A. (2000). „Value-at-Risk Based Risk Management: Optimal Policies and Asset Prices”, *Review of Financial Studies*
- 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, July
- Buck, G. (1999). *Risk management - New Challenges and New Solutions*, Reuters Business Insight
- Dowd, K. (2005). *Measuring Market Risk*, John Wiley & Sons, 2nd Edition
- Greuning, H., Bratanovic, J. (2004). *Analyzing and Managing Banking Risk, A Framework for Assessing Corporate Governance and Financial Risk*, Editura Irecson, București
- Holton, G. (2003). *Value-at-Risk Theory and Practice*, Academic Press
- Hull, J. (2002). *Options, Futures and Other Derivatives*, 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
- Roman, S. (2005). *Introduction to the Mathematics of Finance*, Springer-Verlag
- Roșoagă, A., „Utilizarea metodologiei Value-at-Risk în gestiunea riscului și optimizarea portofoliilor”, http://www.sorec.ro/pdf/OEcoN3/12_A.Rosoaga.pdf
- Tomită, T., *Valoarea la Risc, Value at Risk (VaR)*, BRM Business Consulting, <http://www.riskmanagement.ro>
- Sinkey, J. (2004). *Commercial Bank Financial Management*, Irwin
- Basel Committee on Banking Supervision (2005). *Amendment to the Capital Accord to incorporate market risks*, noiembrie, www.bis.org
- <http://www.riskmetrics.reuters.com/>—Reuters materials on riskmetrics.
- <http://www.jpmorgan.com/RiskManagement/RiskMetrics/RiskMetrics.html>