



Managementul riscului pentru fonduri de investitii

Iulie 2010



■ Riscul de piata

- ☐ Definitie, clasificare
- ☐ Riscul de rata de dobanda
- ☐ Modele Value at Risk (VaR)

■ Riscul de credit

- ☐ Definitie
- ☐ Cuantificare
- ☐ Modele de risc de credit
- ☐ Modelul Creditmetrics

1.1. Riscul de piata

Riscul de piață

- Riscul de piață se referă la modificările survenite în valoarea instrumentelor sau contractelor deținute de bancă, datorită fluctuațiilor prețurilor activelor sau mărfurilor tranzacționate, și de asemenea, și a fluctuațiilor ratelor de dobândă, cursurilor de schimb sau a altor indici de piață

Clase de active

- Actiuni (inclusiv indici bursieri)
- Rate de dobanda
- Curs de schimb
- Marfuri

Identificarea riscurilor - clasificare

- Riscurile primare sunt riscurile direcționale care rezultă din intrarea într-o poziție long sau short într-o anumită clasă de active financiare sau mărfuri.
- Riscurile secundare sunt celelalte riscuri, considerate a priori a fi mai puțin importante, de exemplu, riscul de volatilitate, riscul de *spread* dintre un activ și un contract *futures* având ca suport acel activ, riscul de dividend etc

Identificarea riscurilor - clasificare

- Riscurile **generale** de piață, cum ar fi expunerea pe un indice bursier, a priori, pot părea mult mai importante decât riscurile **specifice** datorită variațiilor inegale a prețurilor acțiunilor în acel indice.
- compoziția portofoliului de acțiuni poate fi semnificativ diferită față de ponderea acțiunilor deținute în indicele bursier, de exemplu, datorită lipsei diversificării sau a implementării unei anumite strategii de investiții

Identificarea riscurilor – Instrumente derivate

- Trebuie luată în considerare creșterea proporției opțiunilor sau a instrumentelor asimilate acestora în portofoliul de instrumente deținute în vederea tranzacționării de către instituțiile financiare
- Deoarece aceste instrumente au un *pay-off* neliniar funcție de evoluția anumitor parametri ai pieței, valoarea acestora depinde de toată distribuția de probabilitate a valorilor viitoare ale prețului activului suport și nu numai de valoarea curentă și cea așteptată a acestuia.

Evaluarea riscurilor

- Evaluarea riscurilor de piață se bazează pe selecția unui număr limitat de factori de risc de piață și a unor modele care să descrie volatilitatea valorii viitoare a acestor factori, impactul lor asupra valorii instrumentelor aflate în portofoliu și, în consecință, a valorii viitoare a portofoliului.

Evaluarea riscurilor - modele

- Modele probabilistice/statistice
- Modele de evaluare
- Modele de agregare

Modele probabilistice/statistice

- Modele probabilistice/statistice care să descrie incertitudinea în ceea ce privește valorile viitoare ale factorilor de risc de piață. În această categorie sunt incluse procesele stohastice folosite pentru descrierea evoluția factorilor de piață: mișcarea Browniană geometrică, modele de volatilitate stohastică, modele *GARCH* etc.

Modele de evaluare

- Modele de evaluare care să facă legătura dintre prețurile și sensibilitățile instrumentelor aflate în portofoliu și factorii de risc de piață cum este modelul Black-Scholes de evaluare a opțiunilor care, pentru o dinamică dată a activului suport, a hedging-ului aferent opțiunii și a unor ipoteze privind eficiența piețelor determină un preț risc neutral al opțiunii.

Modele de agregare

- Modele de agregare a riscului care să evalueze valorile viitoare ale portofoliului de instrumente financiare. În această categorie sunt incluse modelele *Value at Risk* (*VaR*) care produc distribuția de probabilitate (sau cel puțin anumiți indicatori statistici) asupra valorii viitoare a portofoliului static pentru un anumit orizont de timp.

Monitorizarea riscurilor

- Monitorizarea se referă la actualizarea și raportarea informațiilor relevante.
- Monitorizarea costă și în reevaluarea periodică a riscurilor. Firmele, strategiile, piețele, competiția, tehnologia și reglementările legale evoluează și, ca urmare, riscul de piață se modifică în timp.
- Monitorizarea este importantă în special când sunt folosite strategii de *hedging*, și astfel se poate verifica eficiența acestor strategii și se pot actualiza modelele de risc.

Controlul/reducerea riscurilor

- Controlul expunerilor asumate
- Utilizarea de instrumente financiare derivate pentru a realiza hedging-ul majoritatii riscurilor de piata

1.2. Riscul de rata de dobanda

Structura la termen a ratei dobânzii

- Curbele de rate de dobânda (structura la termen a ratei dobânzii) pot avea trei forme:
 - normală (crescătoare) – atunci când ratele pe termen lung sunt mai mari decât cele pe termen scurt; aceasta are o pantă pozitivă
 - aplatizată – pentru care dobânda pentru toate maturitățile este aceeași
 - inversată – atunci când ratele pe termen scurt sunt superioare celor pe termen lung, ceea ce îi conferă o pantă negativă

Teorii structura la termen (1)

- Teoria așteptărilor (*pure expectations theory*) – conform căreia randamentul pentru o anumită maturitate reprezintă o medie a ratelor pe termen scurt așteptate în viitor. Dacă ratele pe termen scurt sunt așteptate să crească în viitor, randamentele pentru maturitățile mai lungi vor fi mai mari decât cele pentru maturitățile mai scurte și ca urmare curba de randament va fi crescătoare.

Teorii structura la termen (2)

- Teoria preferinței pentru lichiditate (*liquidity preference theory*) – conform căreia în plus față de așteptările cu privire la evoluția ratelor de dobândă pe termen scurt în viitor, investitorii cer o primă de risc pentru plasamentele pe termen lung. Astfel, mărimea primei de lichiditate depinde de cât de mult investitorii cer să fie recompensați pentru a-și asuma un risc mai mare investind pe termen lung.

Teorii structura la termen (3)

- Teoria segmentării pieței – bazată pe ideea că investitorii și debitorii au preferințe pentru diferite intervale de maturitate. Astfel, conform acestei teorii, cererea și oferta de instrumente de credit pe diferite scadențe determină *yield*-ul de echilibru pentru aceste maturități.

Modificări ale curbei de randament

- Modificări paralele ale curbei de randament (*parallel yield curve shift*) – atunci când *yield*-urile pentru toate maturitățile se modifică în aceeași direcție și cu aceeași valoare. Panta curbei de randament rămâne neschimbată
- Modificări neparalele ale curbei de randament (*nonparallel shift*) – atunci când *yield*-urile pentru diverse maturități se modifică cu valori diferite. În acest caz, panta curbei de randament se modifică

Modificări neparalele ale curbei

- rotiri ale curbei de randament (*twists*) – atunci când prin modificările *yield*-urilor, curba de randament devine mai aplatizată (atunci când *spread*-ul dintre ratele pe termen lung și cele pe termen scurt se reduce) sau mai înaltă (atunci când *spread*-ul crește)
- modificări *butterfly* (*butterfly shifts*) – atunci când se modifică gradul de curbare al curbei de randament. O modificare *positive butterfly* apare atunci când curba de randament devine mai puțin curbată, de exemplu, atunci când ratele de dobânda cresc, dar cele pentru maturitățile pe termen scurt și lung cresc cu mai mult decât cele pentru maturitățile intermediare. O modificare *negative butterfly* apare atunci când crește gradul de curbura al structurii la termen a ratei dobânzii, de exemplu, dacă ratele de dobândă cresc, ratele pentru maturitățile intermediare cresc mai mult decât cele de la extremitățile curbei de randament.

Măsuri de sensibilitate

- Durata, care reprezintă media ponderată a maturității tuturor *cash-flow*-urilor generate de un instrument, utilizând valoarea prezentă a acestor *cash-flow*-uri ca factor de ponderare

$$D = \frac{\sum_{t=1}^n \left[\frac{CF_t}{(1+R)^t} \times t \right]}{\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t}} = \frac{\sum_{t=1}^n PV_t \times t}{PV}$$

Durata proprietăți

- Durata instrumentelor financiare crește odată cu maturitatea acestora, dar cu o viteză mai redusă
- Pe măsură ce rata dobânzii pe piață crește, durata instrumentelor financiare scade
- Pe măsură ce crește cuponul atașat unui instrument financiar, durata acestuia scade

Durata

$$P = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+R)^t} = \frac{CF_1}{(1+R)} + \frac{CF_2}{(1+R)^2} + \dots + \frac{CF_n}{(1+R)^n}$$

$$\frac{\partial P}{\partial R} = \frac{-CF_1}{(1+R)^2} + \frac{-2CF_2}{(1+R)^3} + \dots + \frac{-nCF_n}{(1+R)^{n+1}} = -\frac{1}{(1+R)} \left[\frac{CF_1}{(1+R)} + \frac{2CF_2}{(1+R)^2} + \dots + \frac{nCF_n}{(1+R)^n} \right]$$

$$\frac{\partial P}{\partial R} = -\frac{1}{(1+R)} \times \sum_{t=1}^n \left[\frac{CF_t}{(1+R)^t} \times t \right]$$

$$\frac{\frac{\partial P}{\partial R}}{\frac{P}{(1+R)}} = -D$$

Duarata modificată

$$MD = \frac{D}{(1 + R)}$$

$$\frac{\partial P}{P} = -MD \times \partial R$$

Durata efectivă

$$durata \text{ efectivă} = \frac{V_{-} - V_{+}}{2 \times V_0 \times (\Delta y)}$$

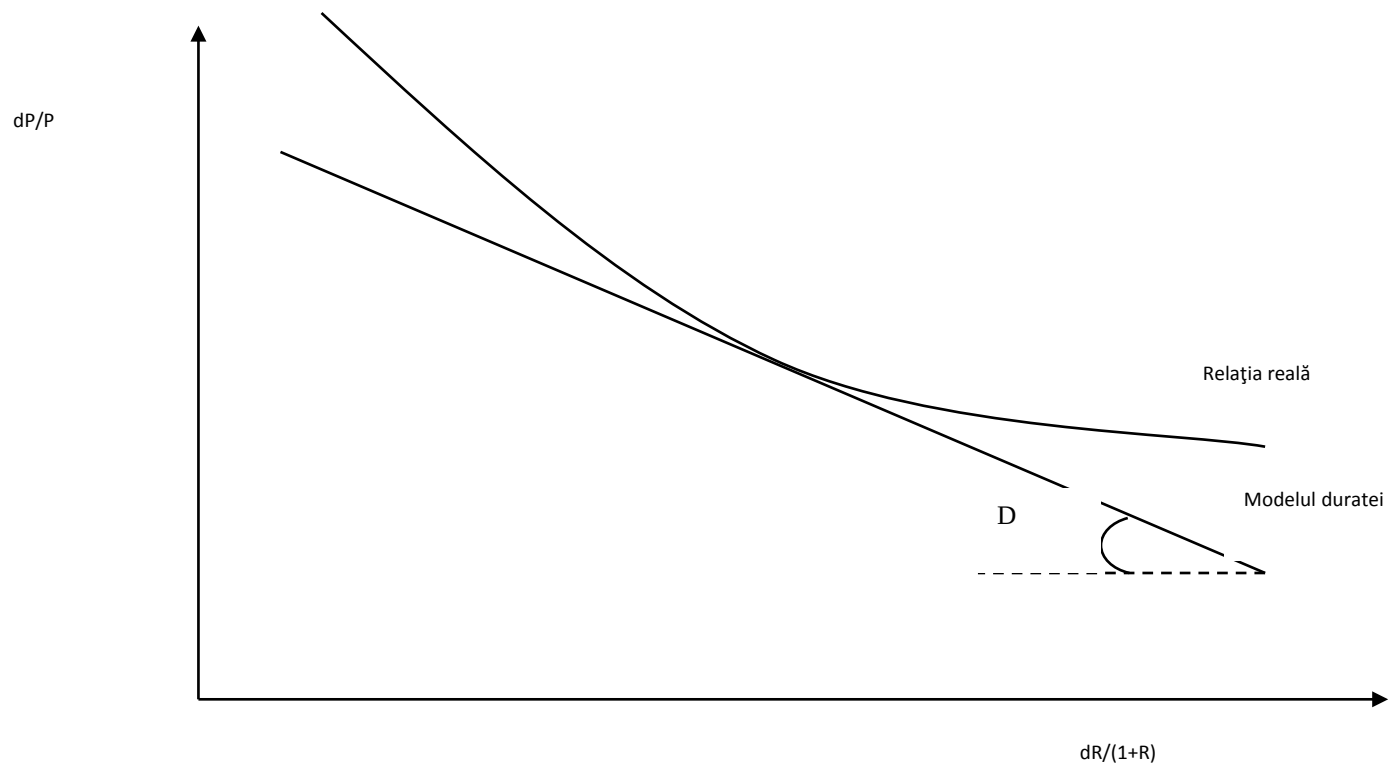
Indtrumente cu dobândă variabilă

- Instrumentele cu venit variabil pot fi tratate (din punct de vedere al prețului acestora) ca instrumente cu venit fix având maturitatea egală cu următoarea perioadă de reajustare a dobânzii. Așadar, durata instrumentelor cu dobândă variabilă va fi determinată ca pentru un instrument fix, al cărui principal are scadența la următoarea dată de resetare a dobânzii.

Durata portofoliului

$$\text{durata portofoliului} = w_1 D_1 + w_2 D_2 + \dots + w_N D_N$$

Modelul duratei



Convexitatea

- În cazul unor creșteri importante în rata dobânzii, durata supraestimează scăderea prețului unui instrument financiar și respectiv, în cazul unor scăderi ale ratelor de dobândă durata subestimează creșterea prețului respectivului instrument
- Efectul deviației respective (panta curbei preț – dobândă) poate fi exprimat prin intermediul convexității – **derivata de ordin 2 a prețului instrumentului financiar în funcție de dobândă**

Impactul duratei și convexității

$$\begin{aligned}\Delta\%P &= \text{efectul duratei} + \text{efectul convexității} = \\ &= \left\{ [-durata \times (\Delta y)] + [convexitatea \times (\Delta y)^2] \right\} \times 100\end{aligned}$$



1.3. Modele Value at Risk (VaR)

Măsurarea riscului de piață - VaR

- *VaR*-ul reprezintă pierderea estimată a unui portofoliu fix de instrumente financiare pe un orizont fix de timp
- Utilizarea acestui indicator implică alegerea arbitrară a doi parametri:
 - perioada de deținere a instrumentelor financiare (orizontul de timp),
 - nivelul de relevanță.
- Conform (Amendamentului) Acordului de la Basel privind Adecvarea Capitalului :
 - orizontul de timp este de două săptămâni (10 zile lucrătoare),
 - nivelul de relevanță este de 1 la sută.

Matodologii de calcul

- VaR analitic
- VaR calculat pe bază de simulare Monte Carlo
- VaR istoric
- VaR calculat pe baza mapării pozițiilor în active financiare la factorii de risc
- VaR cu volatilitate măsurată prin modele EWMA
- VaR cu volatilitate măsurată prin modele GARCH

VaR analitic

- Ipoteza pe care se bazează această metodă este că randamentele activelor din portofoliu (R) pe orizontul de deținere (h) sunt normal distribuite, având media μ și deviația standard σ : $R \sim N(\mu, \sigma)$
- Dacă valoarea prezentă a portofoliului este S , VaR -ul pentru orizontul de h zile, cu nivelul de relevanță α este : $VaR = -(Z_\alpha \sigma + \mu)S$
unde Z_α este cea mai mică percentilă α a distribuției normale standard (2.32625 pentru $\alpha = 0.005$)

VaR istoric

- Ipoteză: informațiile incluse în prețurile din trecutul apropiat sunt suficiente pentru cuantificarea riscului din viitorul apropiat
- Constă în calculul unei serii ipotetice de profit și pierdere (P/L) sau randamente zilnice pentru portofoliul curent, pentru o perioadă istorică specifică
- VaR -ul este estimat pe baza distribuției seriei P/L
- Alte metodologii pentru calculul VaR istoric ponderează valorile P/L folosite în construirea distribuției seriei P/L

Maparea pozițiilor la factorii de risc

- Descompunerea instrumentelor financiare într-un număr mic de instrumente de bază
- Tipuri de instrumente:
 - pozițiile spot pe curs de schimb,
 - pozițiile în acțiuni,
 - obligațiuni zero-cupon,
 - pozițiile *futures/forward*.

Maparea pozițiilor în acțiuni

- Utilizarea modelului CAPM sau a altor modele factoriale

Modelul CAPM

$$R_k = \alpha_k + \beta_k R_m + \varepsilon_k$$

$$\sigma_k^2 = \beta_k^2 \sigma_m^2 + \sigma_{k,S}^2$$

Pentru o acțiune $VaR = -Z_\alpha \sigma_k x_k$

Pentru un portofoliu diversificat

$$VaR = -Z_\alpha X \sigma_m \sum_{k=1}^n \left(\frac{\beta_k x_k}{X} \right)$$

Maparea pozițiilor în opțiuni

- Aproximări de ordinul unu sau doi ale seriei Taylor: metodologia delta și metodologia delta-gamma

Metodologia delta-gamma

$$\Delta c \approx \delta \Delta S + \frac{1}{2} \gamma (\Delta S)^2$$

$$VaR \approx \delta Z_{\alpha} \sigma S - \frac{1}{2} (Z_{\alpha} \sigma S)^2$$

VaR calculat utilizând EWMA

$$\hat{\sigma}_t^2 = (1 - \lambda)r_{t-1}^2 + \lambda\hat{\sigma}_{t-1}^2$$

λ reprezintă o constantă de ponderare (RiskMetrics, 0.94)

Volatilitatea calculată prin modele *EWMA* poate fi încorporată în modele *VaR* prin:

- Simulare istorică cu ponderarea datelor funcție de volatilitate. Randamentele istorice sunt standardizate pe baza volatilității condiționate.
- Simulare Monte Carlo utilizând *EWMA*. Randamentele pot fi simulate considerând că urmează o distribuție normală, dar matricea de covarianță este creată utilizând *EWMA*.
- VaR analitic utilizând *EWMA*.

VaR calculat utilizând modelele GARCH

Includerea modelelor *GARCH* în calculul *VaR*, ca și în cazul modelelor *EWMA*, poate fi realizată prin:

- *VaR* analitic, similar ca în cazul *EWMA*, prin utilizarea unei matrice de covarianță bazată pe modele *GARCH*.
- Simulare istorică în care datele sunt ponderate funcție de volatilitate – datele sunt standardizate funcție de volatilitatea lor estimată prin modele *GARCH*.
- Simulare Monte Carlo. Evoluția randamentelor poate fi simulată pe baza unei matrice de covarianță calculate pe bază de modele *GARCH*, ceea ce permite atât simularea evoluției volatilității cât și simularea evoluției randamentelor activelor.
- Utilizarea modelelor *GARCH* pentru modelarea directă P/L-ului portofoliului și calculul *VaR* funcție de volatilitatea condiționată a acestuia, în acest fel evitându-se calculul matricelor de covarianță



1.3.1. Calculul VaR pentru un portofoliu de instrumente cu venit fix

Mapare exemplu

- Presupunem că avem un *cash-flow* (fără risc de credit) de 1.000.000 cu scadența de 2,75 ani. Dorim să generăm două *cash-flow*-uri, unul cu maturitatea de 2 ani iar celălalt cu maturitatea de 3 ani, care, împreună, au aceleași caracteristici din punct de vedere al riscului de piață cu cel care expiră în 2,75 ani

Mapare exemplu

- Rata zero-cupon interpolată pentru 2,75 ani este

$$r_{2,75} = r_2 \times (3 - 2,75) + r_3 \times (2,75 - 2) = 0,06 \times 0,25 + 0,065 \times 0,75 = 0,06375$$

- O majorare cu un punct de bază a ratei cu scadență la 2 ani conduce la o creștere a ratei cu scadența la 2,75 ani la

$$0,0601 \times 0,25 + 0,0650 \times 0,75 = 0,063775$$

- Similar, o majorare a ratei cu scadența la 3 ani conduce la o majorare a ratei cu scadența la 2,75 ani la

$$0,0600 \times 0,25 + 0,0651 \times 0,75 = 0,063825$$

Mapare exemplu

- Valoarea prezentă a modificării ratei cu punct de bază, *PVBP*, (*PV01*) pentru obligațiunile zero-cupon scadente în 2 și 3 ani se calculează ca diferența în valoare prezentă a *cash-flow*-lui de 1.000.000 înainte și după modificare

$$PV01_2 = 1.000.000 \times (e^{-2,75 \times 0,063775} - e^{2,75 \times 0,063750}) = 839.137,04 - 839.194,73 = -57,69$$

$$PV01_3 = 1.000.000 \times (e^{-2,75 \times 0,063825} - e^{2,75 \times 0,063750}) = 839.021,67 - 839.194,73 = -173,06$$

Mapare exemplu

- Următorul pas constă descompunerea fluxului inițial în două fluxuri scadente în 2 și 3 ani care să aibă valori *PV01* egale. Ca urmare, trebuie rezolvat următorul sistem de două ecuații

$$\begin{cases} C_2 \times e^{-2 \times 0,0601} - C_2 \times e^{-2 \times 0,0600} = -57,69 \\ C_3 \times e^{-2 \times 0,0651} - C_2 \times e^{-2 \times 0,0650} = -173,06 \end{cases}$$

$$\begin{cases} C_2 = \frac{-57,69}{(e^{-2 \times 0,0601} - e^{-2 \times 0,0600})} = \frac{-57,69}{-0,000377366} = 325.258,99 \\ C_3 = \frac{-173,06}{(e^{-2 \times 0,0651} - e^{-2 \times 0,0650})} = \frac{-173,06}{-0,000246813} = 701.177,56 \end{cases}$$

Calcul VaR exemplu

- Presupunem că deținem în portofoliu o obligațiune zero-cupon cu valoare finală de 1.000.000, cu maturitatea de 10 luni și cele mai apropiate orizonturi fixe în sistemul de mapare sunt 3 luni și 12 luni.
- Ca urmare va trebui să mapăm *cash-flow*-ul cu scadența de 10 luni în două *cash-flow*-uri cu scadențele de 3 luni și respectiv 12 luni

Calcul VaR exemplu

- Pe baza ratelor zero-cupon de 3 luni și 12 luni de 4,5 și respectiv 5 la sută, rata interpolată pentru 10 luni este de aproximativ 4,9 la sută.
- Pa baza mapării *cash-flow*-lui inițial, *cash-flow*-urile echivalente pentru 3 și 12 luni sunt de 719.217 și respectiv 654,189

Calcul VaR exemplu

- Presupunând că din analiza istorică a datelor volatilitatea zilnică pentru orizontul de 3 luni este de 1,25 la sută iar pentru orizontul de 12 luni de 1 la sută
- Presupunem că coeficientul de corelație estimat dintre rata cu scadența la 3 luni și cea la 12 luni este de 0,85

Calcul VaR exemplu

- Pentru rata la 3 luni, această volatilitate se traduce într-o volatilitate absolută de
$$0,015 \times 4,5\% = 0,05625\%$$
- sau 5,625 puncte de bază corespunzătoare unui modificări zilnice de o deviație standard
- Pentru rata cu scadența la 12 luni se traduce într-o volatilitate absolută de
$$0,01 \times 5,0\% = 0,05\%$$
- sau 5 puncte de bază corespunzătoare unei modificări zilnice de o deviație standard.

Calcul VaR exemplu

- Valoarea prezentă a modificării cu un punct de bază (*PVBP*) pentru cele două maturități este de 17,779 pentru scadența de 3 luni și de 62,2253 pentru scadența de 12 luni
- Pe baza informațiilor referitoare la sensibilitatea la modificarea ratei dobânzii, volatilitatea ratelor și corelația dintre rate, deviația standard a portofoliului construit din cele două *cash-flow-uri* mapate este 399,62:

$$(17,779 \times 5,625)^2 + (62,253 \times 5)^2 + 2 \times 0,85 \times 17,779 \times 5,625 \times 62,2253 \times 5 = 159,696 = 399,62^2$$

Calcul VaR exemplu

- Ca urmare, valoarea *VaR*, la un grad de relevanță de 95 la sută

$$Z_{0,05} = -1,645$$

$$1,645 \times 399,62 = 657,31$$

Calcul VaR exemplu

- Acest rezultat poate fi confirmat prin calcularea directă a valorii *VaR* din deviația standard a ratei zero cupon cu scadența la 10 luni derivată din deviațiile standard ale ratelor cu scadența la 3 și 12 luni, corelațiile dintre acestea și relația lor cu rata cu scadența la 10 luni. Astfel, deviația standard calculată pentru rata zero cupon cu scadența la 10 luni este de 4,995 puncte de bază. Cum impactul asupra valorii obligațiunii a unei modificări cu un punct de bază este de 80,003, valoarea *VaR* la 95 la sută nivel de relevanță este

$$1,645 \times 4,995 \times 80,003 = 657,31$$



1.3.2. Calculul VaR pentru un portofoliu de valute

Portofoliu

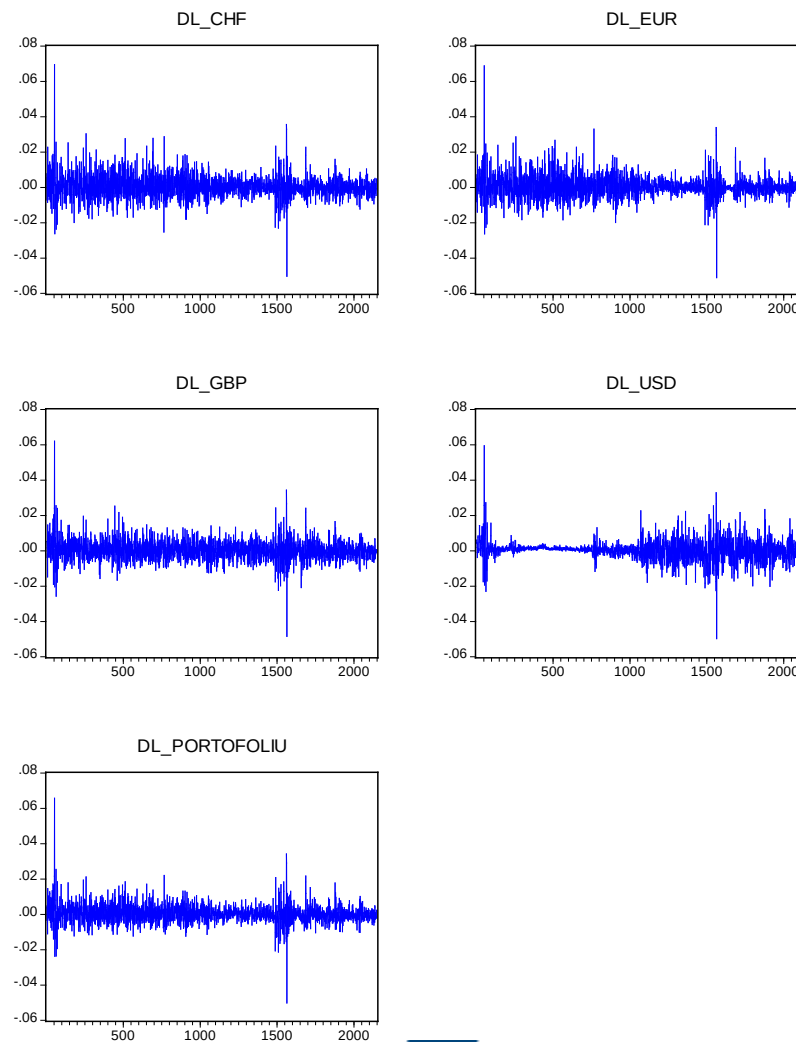
- 40 la sută EUR, 20 la sută GBP, 20 la sută CHF și 20 la sută USD versus RON
- Calculul VaR este realizat pe date zilnice, perioada analizată fiind ianuarie 1999 – mai 2007
- Măsurile *VaR* calculate:
 - *VaR* analitic,
 - *VaR* istoric,
 - *VaR* pe baza de volatilitate *EWMA*
 - *VaR* pe bază de volatilitate estimată prin modele *GARCH*.

Momentele distribuției seriilor și coeficienții de corelație

	Medie	Deviatie standard	Asimetrie	Kurtotica
CHF	0.0004	0.0065	0.7743	12.4616
EUR	0.0004	0.0062	0.8571	14.1099
GBP	0.0004	0.0058	0.5610	12.8327
USD	0.0004	0.0054	0.3496	15.9521
Portofoliu	0.0004	0.0053	0.9496	20.5195

	CHF	EUR	GBP	USD
CHF	1	0.94	0.70	0.40
EUR	0.94	1	0.72	0.42
GBP	0.70	0.72	1	0.58
USD	0.40	0.42	0.58	1

Evoluția randamentelor zilnice ale seriilor



VaR analitic

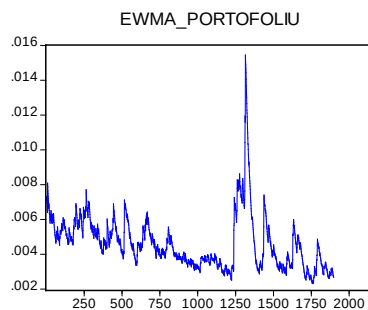
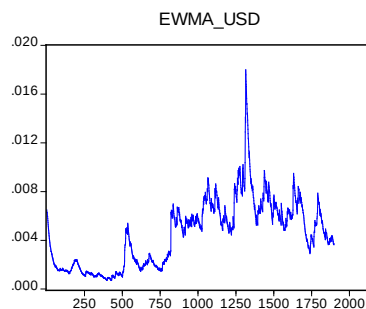
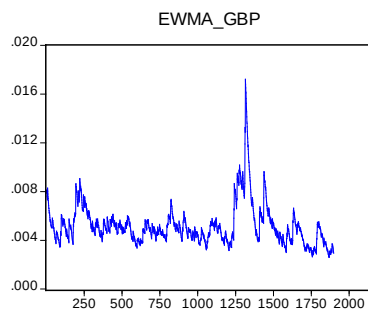
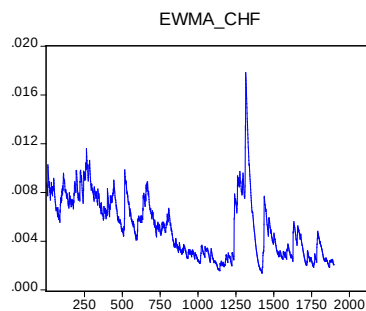
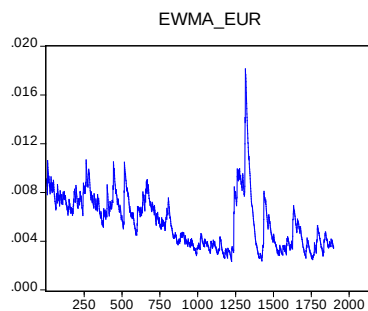
A fost calculată deviația standard a P/L -ului portofoliului de monede pe ultimele 250 de zile, , și pe baza acestei serii, considerând o valoare a portofoliului de o unitate monetară (1 RON), un nivel de relevanță de 1 la sută și un orizont de prognoză de 10 zile a fost generată măsura VaR pe baza relației

$$VaR = 2.32635 \cdot \sigma_p \cdot \sqrt{10}$$

VaR istoric

- Măsura *VaR* pentru un orizont de 10 zile a fost considerată percentila 1 la sută pentru seria de randamente zilnice ale portofoliului înmulțită cu $\sqrt{10}$

VaR cu EWMA - volatilități



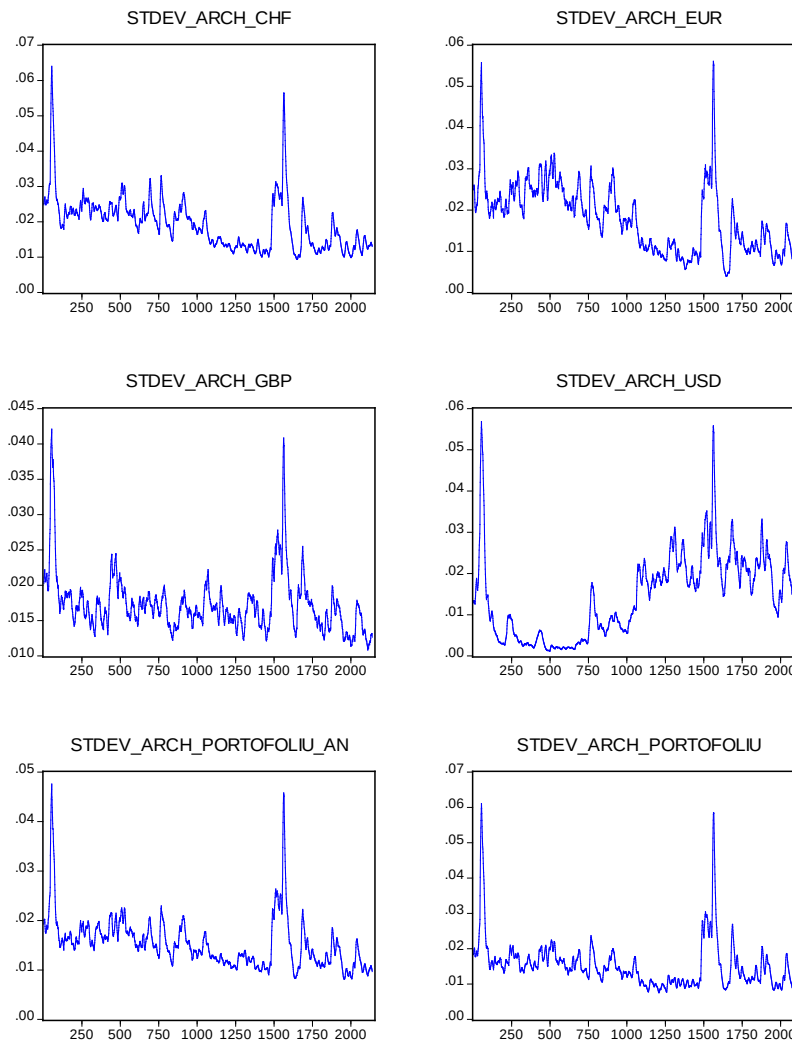
VaR cu EWMA - metodologie

- Măsura *VaR* care încorporează volatilitățile calculate pe baza metodologiei *EWMA* a fost generată prin metoda analitică, orizontul de timp fiind de 10 zile, iar nivelul de relevanță de 1 la sută.

$$VaR_{EWMA} = 2.32635 \cdot \sigma_{p_EWMA} \cdot \sqrt{10}$$

- unde σ_{p_EWMA} reprezintă volatilitatea portofoliului, calculată pe baza volatilității *EWMA* a celor patru monede și a coeficienților de corelație dintre acestea, considerați constanți.

VaR cu GARCH - volatilități



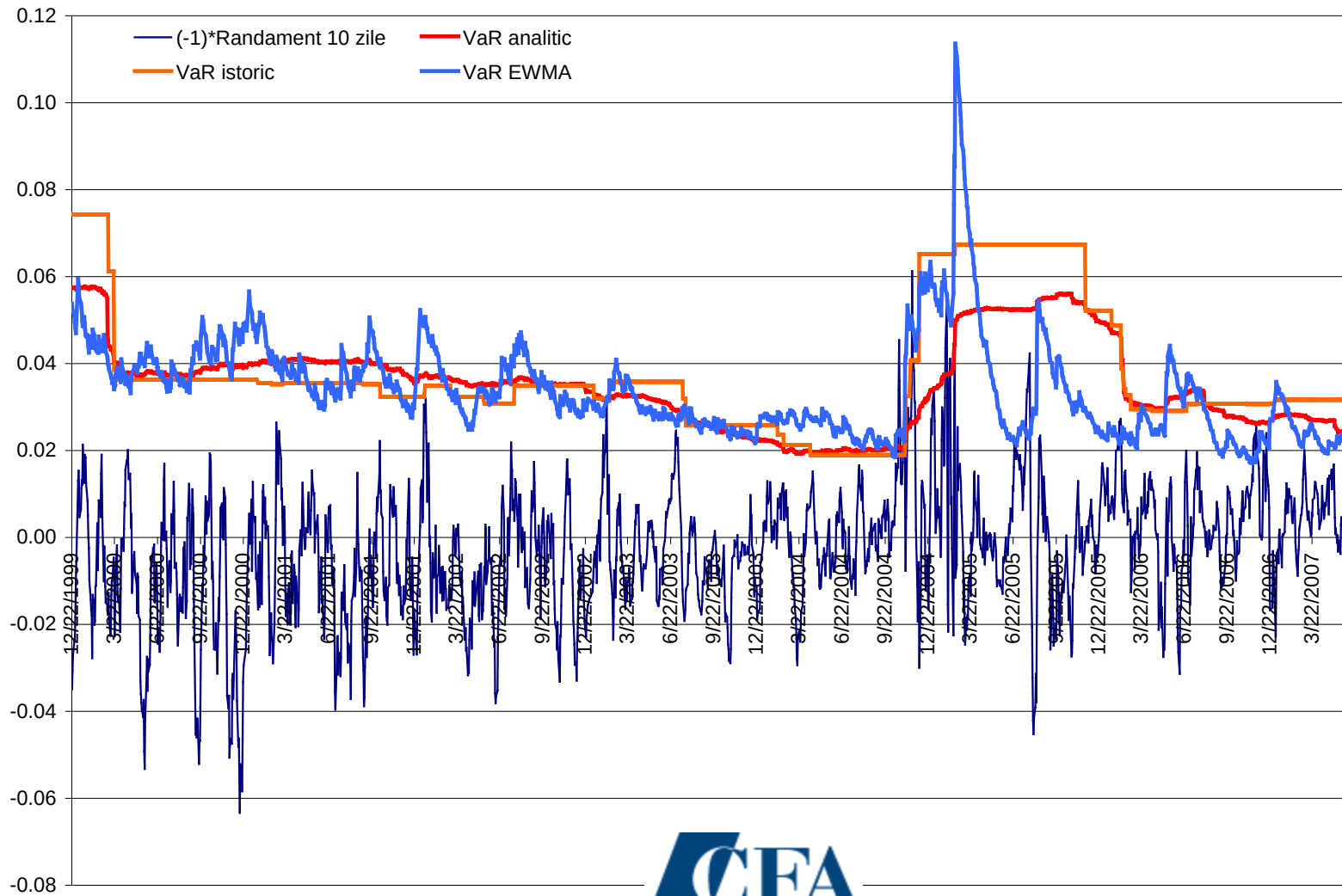
VaR cu GARCH - metodologie

- Măsura *VaR* pentru un nivel de relevanță de 1 la sută și un orizont de 10 zile conform relației:

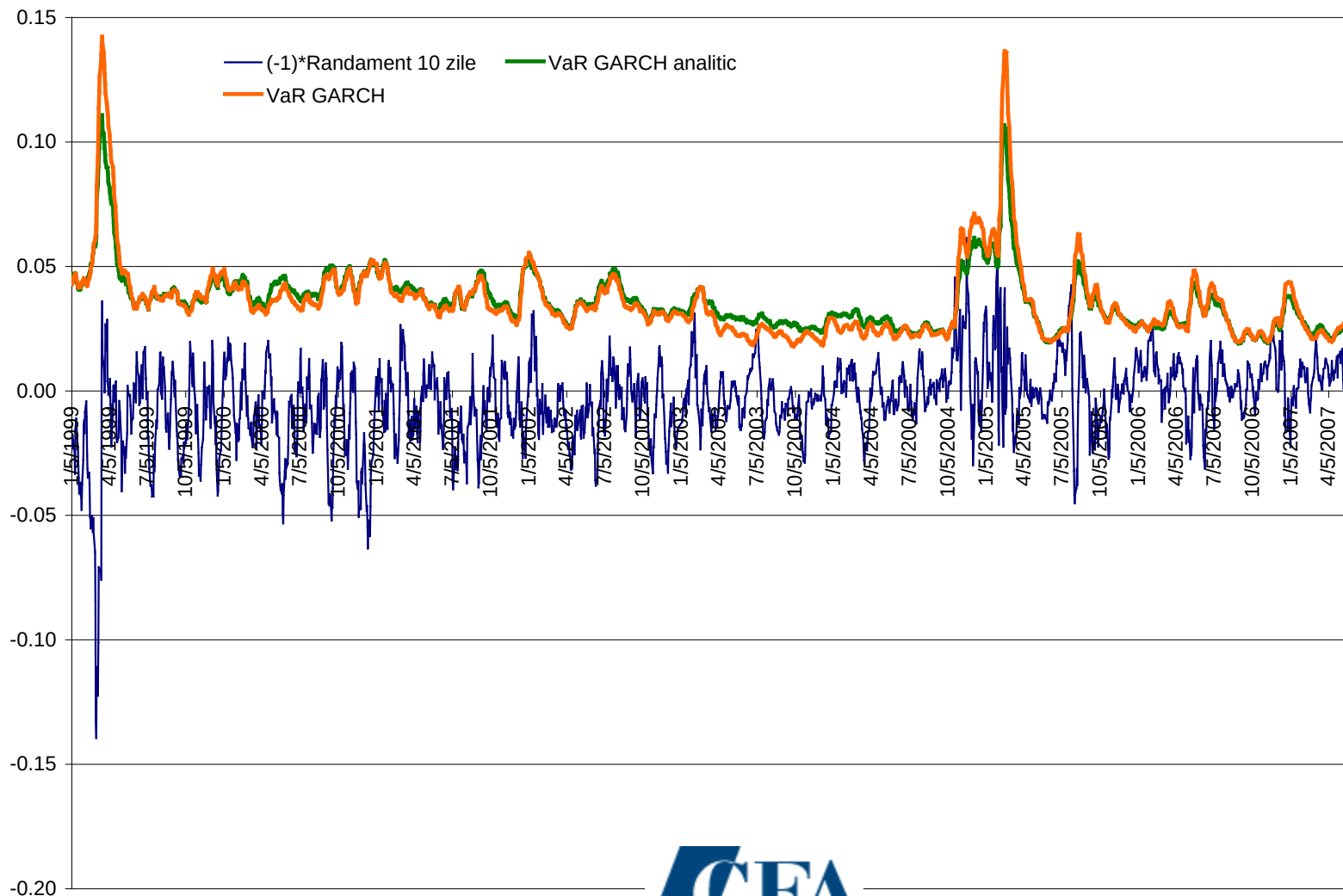
$$VaR = 2.32535 \cdot \sigma_{ARCH}$$

- Ipoteză: coeficienții de corelație sunt constanți în perioada analizată

VaR istoric, analitic și EWMA



VaR prin modele GARCH



Concluzii

Metodologie	Erori (la sută)
<i>VaR</i> analitic	1.059
<i>VaR</i> istoric	0.371
<i>VaR EWMA</i>	1.271
<i>VaR GARCH</i> analitic	0.842
<i>VaR GARCH</i>	0.936

1.3.3. Calculul VaR pentru un portofoliu de actiuni

Portofoliu

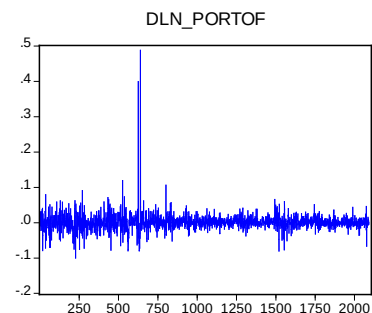
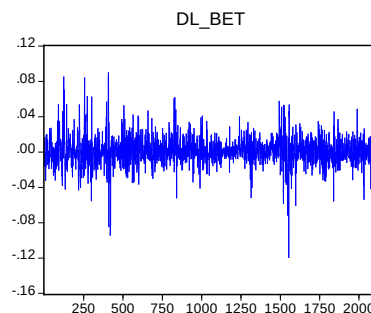
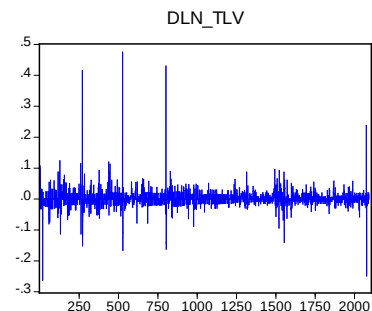
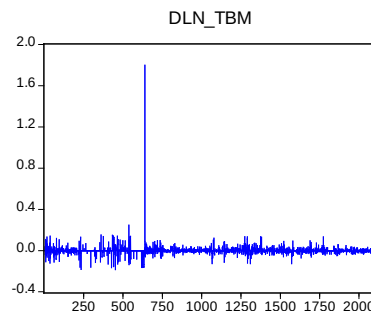
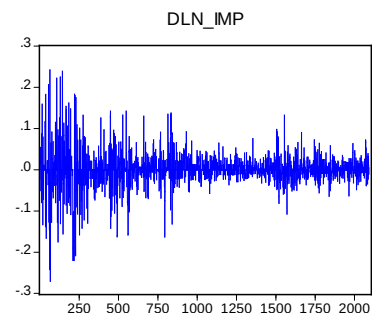
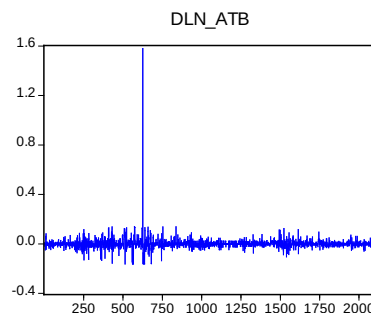
- Antibiotice Iași (ATB), Impact București (IMP), Turbomecanica (TBM) și Banca Transilvania (TLV) având ponderi egale
- Calculul VaR realizat pe date zilnice, perioada analizată fiind ianuarie 1999 – mai 2007
- Măsuri *VaR* sunt:
 - *VaR* analitic,
 - *VaR* istoric,
 - *VaR* prin maparea pozițiilor pe baza modelului *CAPM*,
 - *VaR* pe baza de volatilitate *EWMA* și
 - *VaR* pe bază de volatilitate estimată prin modele *GARCH*

Momentele distribuției seriilor și coeficienții de corelație

	Medie	Deviație standard	Asimetrie	Kurtotica
ATB	0.0022	0.0468	18.1778	619.4992
IMP	0.0012	0.0402	-0.3704	12.4466
TBM	0.0019	0.0511	20.7436	732.6264
TLV	0.0024	0.0301	3.7545	77.5376
BET	0.0015	0.0158	-0.0568	9.0518
PORTOFOLIU	0.0019	0.0234	6.5188	132.5431

	ATB	IMP	TBM	TLV
ATB	1	0.08	0.09	0.07
IMP	0.08	1	0.05	0.06
TBM	0.09	0.05	1	0.05
TLV	0.07	0.06	0.05	1

Evoluția randamentelor zilnice ale seriilor



VaR analitic

A fost calculată deviația standard a P/L -ului portofoliului de acțiuni pe ultimele 250 de zile, σ_p , și pe baza acestei serii, considerând o valoare a portofoliului de o unitate monetară (1 RON), un nivel de relevanță de 1 la sută și un orizont de prognoză de 10 zile a fost generată măsura VaR pe baza relației

$$VaR = 2.32635 \cdot \sigma_p \cdot \sqrt{10}$$

VaR istoric

- Măsura *VaR* pentru un orizont de 10 zile a fost considerată percentila 1 la sută pentru seria de randamente zilnice ale portofoliului înmulțită cu $\sqrt{10}$

VaR prin maparea pozițiilor estimare beta

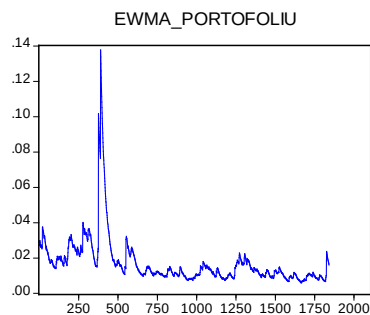
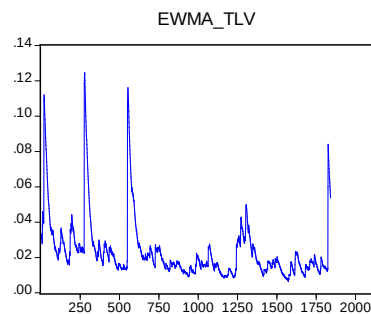
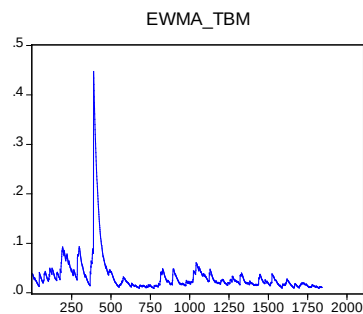
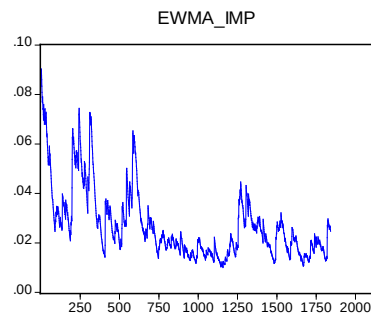
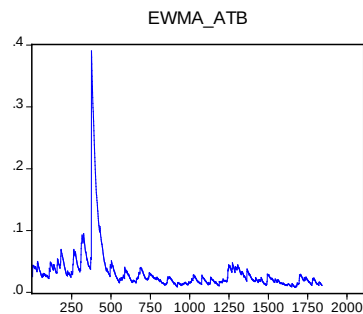
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.001284	0.000443	2.895438	0.0038
_ATB--DL_BET	0.553463	0.063874	8.66492	0
_IMP--DL_BET	0.421958	0.055117	7.655735	0
_TLV--DL_BET	0.521952	0.04014	13.00313	0
_TBM--DL_BET	0.224905	0.070823	3.175588	0.0015
Fixed Effects (Cross)				
_ATB--C	0.000112			
_IMP--C	-0.000701			
_TLV--C	0.000318			
_TBM--C	0.000272			
Effects Specification				
Cross-section fixed (dummy variables)				
Weighted Statistics				
R-squared	0.03432	Mean dependent var	0.046771	
Adjusted R-squared	0.033511	S.D. dependent var	1.017676	
S.E. of regression	1.000479	Sum squared resid	8360	
F-statistic	42.40384	Durbin-Watson stat	2.018084	
Prob(F-statistic)	0			
Unweighted Statistics				
R-squared	0.027444	Mean dependent var	0.001923	
Sum squared resid	14.88846	Durbin-Watson stat	1.996602	

VaR prin maparea pozițiilor metodologie

- Măsura *VaR*, cu un nivel de relevanță de 1 la sută și orizont de 10 zile a fost generată pe baza relației:

$$VaR = 2.32635 \cdot \sigma_m \cdot \sqrt{10} \cdot \sum_{k=1}^4 \beta_k x_k$$

VaR cu EWMA - volatilități



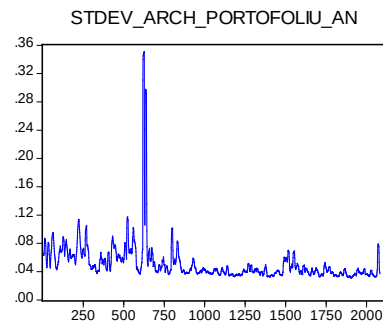
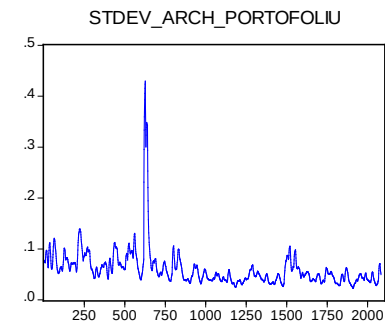
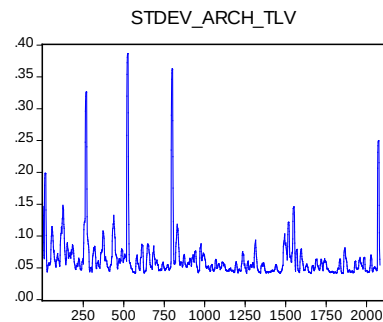
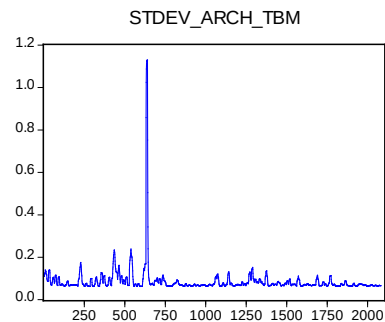
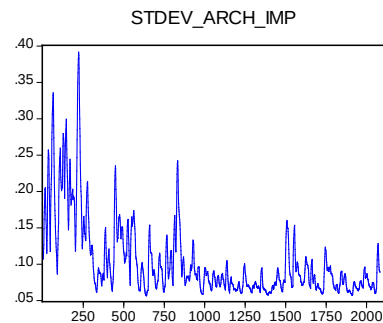
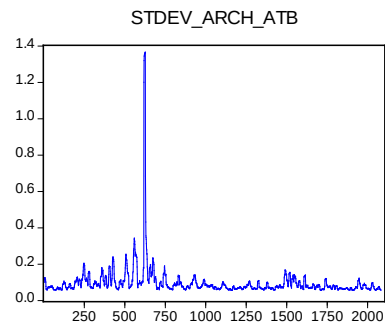
VaR cu EWMA - metodologie

- Măsura *VaR* care încorporează volatilitățile calculate pe baza metodologiei *EWMA* a fost generată prin metoda analitică, orizontul de timp fiind de 10 zile, iar nivelul de relevanță de 1 la sută.

$$VaR_{EWMA} = 2.32635 \cdot \sigma_{p_EWMA} \cdot \sqrt{10}$$

- unde σ_{p_EWMA} reprezintă volatilitatea portofoliului, calculată pe baza volatilității *EWMA* a celor patru acțiuni și a coeficienților de corelație dintre acestea, considerați constanți.

VaR cu GARCH - volatilități



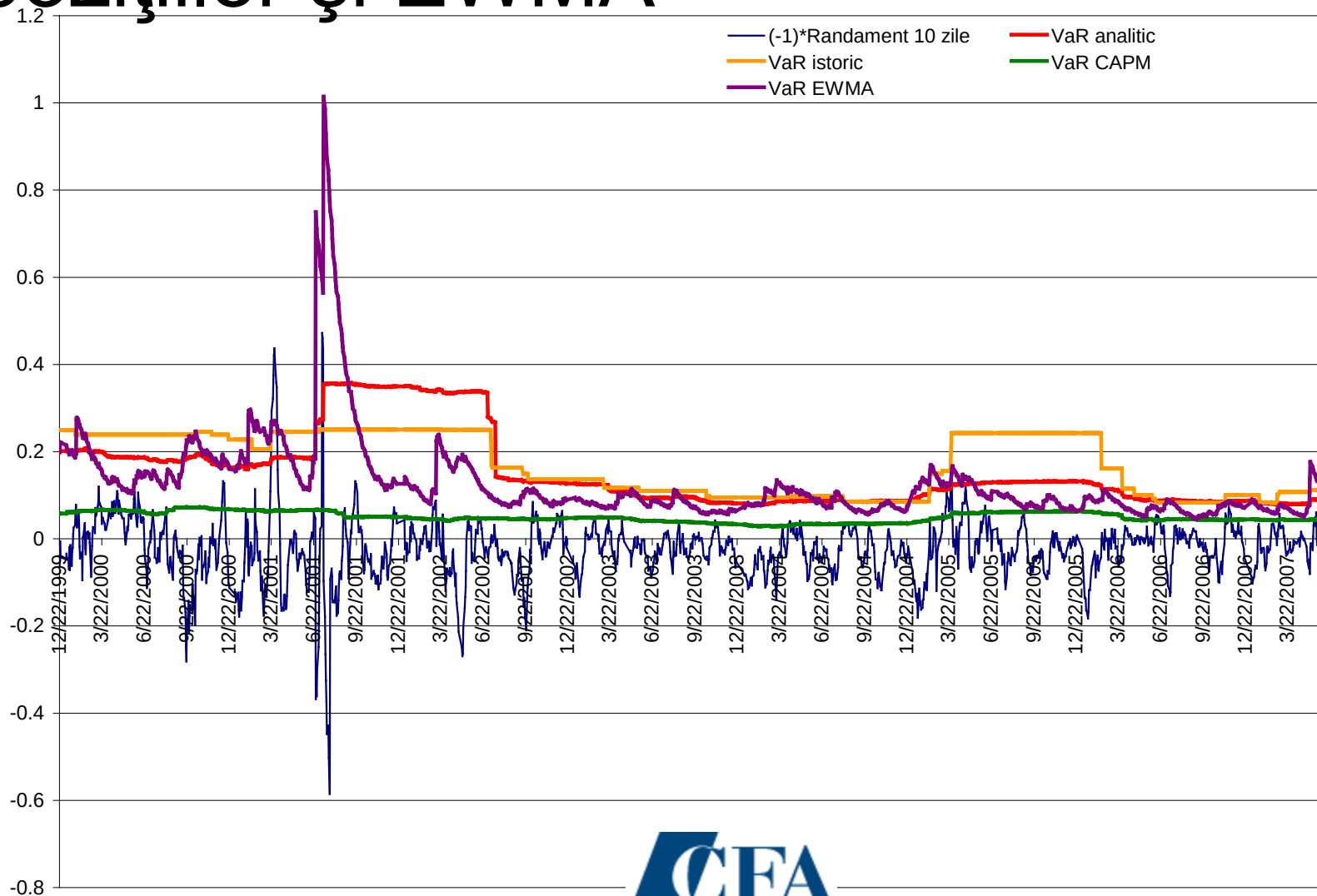
VaR cu GARCH - metodologie

- Măsura *VaR* pentru un nivel de relevanță de 1 la sută și un orizont de 10 zile conform relației:

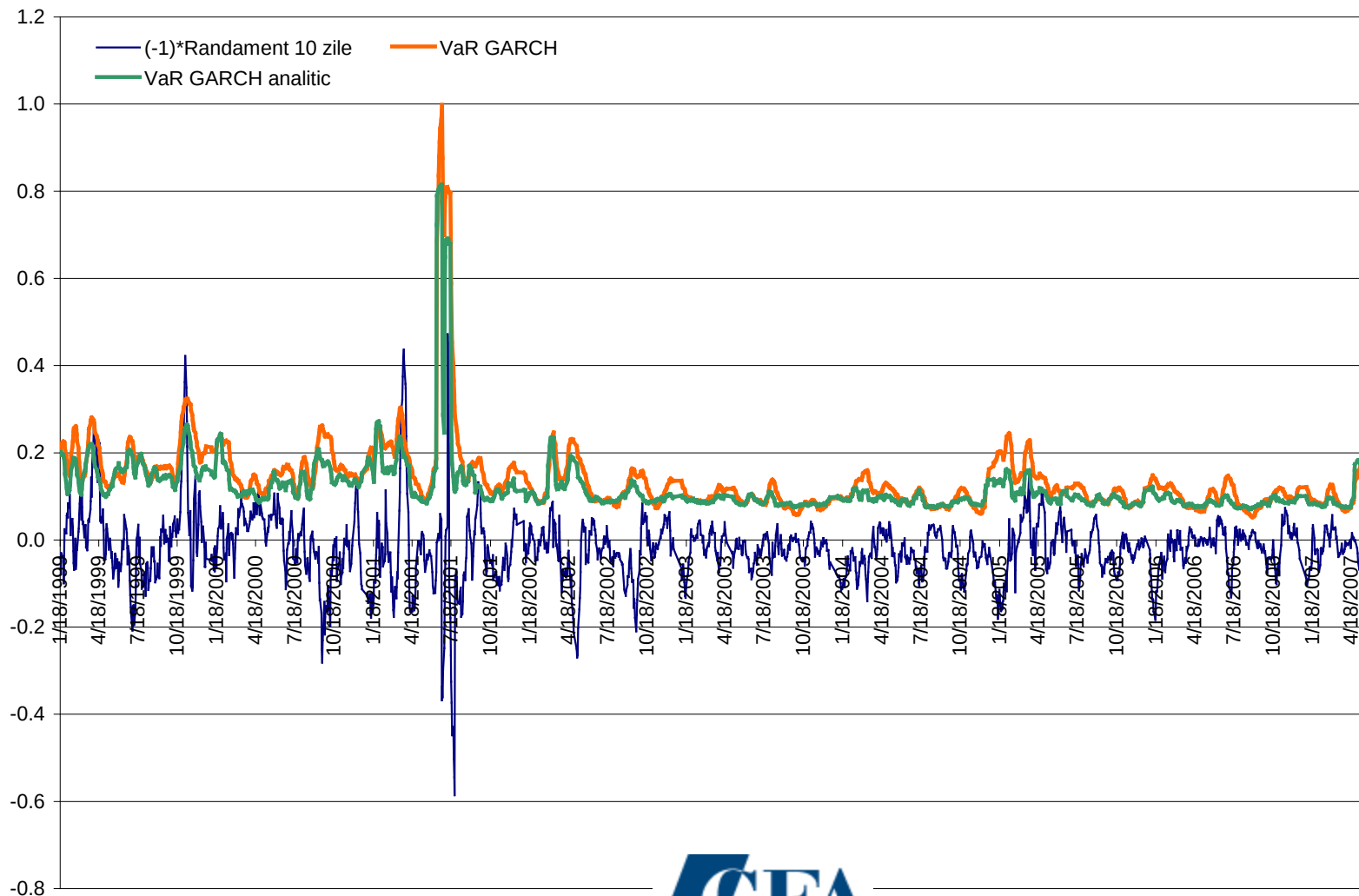
$$VaR = 2.32535 \cdot \sigma_{ARCH}$$

- Ipoteză: coeficienții de corelație sunt constanți în perioada analizată

VaR istoric, analitic, prin maparea pozițiilor și EWMA



VaR prin modele GARCH



Concluzii

Metodologie	Rata de eroare (la suta)
<i>VaR analitic</i>	0.760
<i>VaR istoric</i>	0.598
<i>VaR CAPM</i>	7.442
<i>VaR EWMA</i>	0.489
<i>VaR GARCH</i>	0.724
<i>VaR GARCH analitic</i>	1.689



1.3.4. Calculul VaR pentru un portofoliu de optiuni

Portofoliu

Opțiune	Call/Put:	Preț de exercițiu	Barieră 1	Barieră 2	Scadență	Volatilitate	Poziție	Notional (mil. EUR)	Primă (EUR)		
Double No Touch	Payout în EUR		3.1900	Out	3.4000	Out	Tue, 11 Dec 2007	5.128	Short	1,000,000	217,500
Vanilla	EUR Put	3.25					Tue, 11 Sep 2007	5.816	Long	10,000,000	22,040
Vanilla	EUR Call	3.27					Tue, 11 Sep 2007	5.816	Long	10,000,000	
Vanilla	EUR Put	3.2725					Wed, 11 Jul 2007	5.888	Long	10,000,000	38,171
Double Knock Out	EUR Call	3.3534	3.1900	Out	3.4050	Out	Tue, 11 Dec 2007	5.128	Long	10,000,000	20,202
Vanilla	EUR Call	3.3532					Thu, 6 Sep 2007	5.936	Long	10,000,000	109,119
Vanilla	EUR Put	3.2205					Thu, 6 Sep 2007	5.936	Long	10,000,000	
Vanilla	EUR Call	3.5064					Thu, 5 Jun 2008	5.691	Long	10,000,000	8,409
Vanilla	EUR Put	3.242					Thu, 5 Jun 2008	5.691	Short	10,000,000	
Forward		3.325869					Tue, 11 Dec 2007		Long	6,000,000	

Valoare portofoliu	233,146
Delta	-13,090,257
Vega	56,626
Gamma	7,523,093
Theta	-1,806
Rho	-66,025

VaR prin simulare - metodologie

- Funcție de volatilitatea cursului *EUR/RON* și a volatilității volatilității cursului *EUR/RON* s-au calculat intervalele de variație, cu un orizont de o zi, cu o probabilitate de 99 la sută, a cursului de schimb și a volatilității cursului de schimb aferentă scadenței medii a portofoliului
- Pe baza celor două intervale de variație au fost generate scenarii de evoluție a cursului de schimb și a volatilității acestuia
- Pentru fiecare scenariu a fost calculat *P/L*-ul portofoliului de opțiuni.
- Măsura *VaR* pentru portofoliu, pentru un orizont de o zi, cu nivel de relevanță de 1 la sută a fost considerată ca fiind cea mai mare pierdere înregistrată de portofoliu.

VaR prin simulare

	Spot	2.9651	3.0452	3.1254	3.2055	3.2856	3.3658	3.4459
Volatilitate	Evolutie spot	-7.50%	-5.00%	-2.50%	0.00%	2.50%	5.00%	7.50%
1	P/L portofoliu	-163,961	-47,630	46,837	30,829	-46,393	378,435	801,353
0.5		-158,439	-40,251	54,270	16,993	-111,380	361,741	787,315
0		-150,314	-32,585	62,634	0	-189,498	345,194	770,568
-0.5		-141,721	-24,785	71,964	-18,944	-280,177	316,657	754,729
-1		-148,734	-31,030	64,428	-4,330	-206,018	339,831	767,126

VaR utilizând metodologia delta-gamma și considerând portofoliul delta-hedge-uit este – 423 213 EUR



2.1. Managementul riscului de credit

Riscul de credit

- Riscul ca debitorul să nu dorească sau să fie în imposibilitate de a-și îndeplini obligațiile contractuale (plata dobânzii și a principalului) parțial sau total (default risk)
- Riscul ca valoarea de piață a instrumentului de credit să se reducă datorită modificărilor intervenite în bonitatea debitorului (spread risk)

Riscul de credit

- International Swaps and Derivatives Association (1999):
 - Faliment
 - Înrăutățire a rating-ului firmei
 - Achiziție/fuziune
 - Restructurarea datoriei
 - Accelerare a obligației
 - Falimentul unei entități cu care entitatea de referință este în relații strânse
 - Neplata cuponului/dobânzii la scadență
 - Repudiere a datoriei



2.1.1. Cuantificarea riscului de credit

Modelul de risc de credit

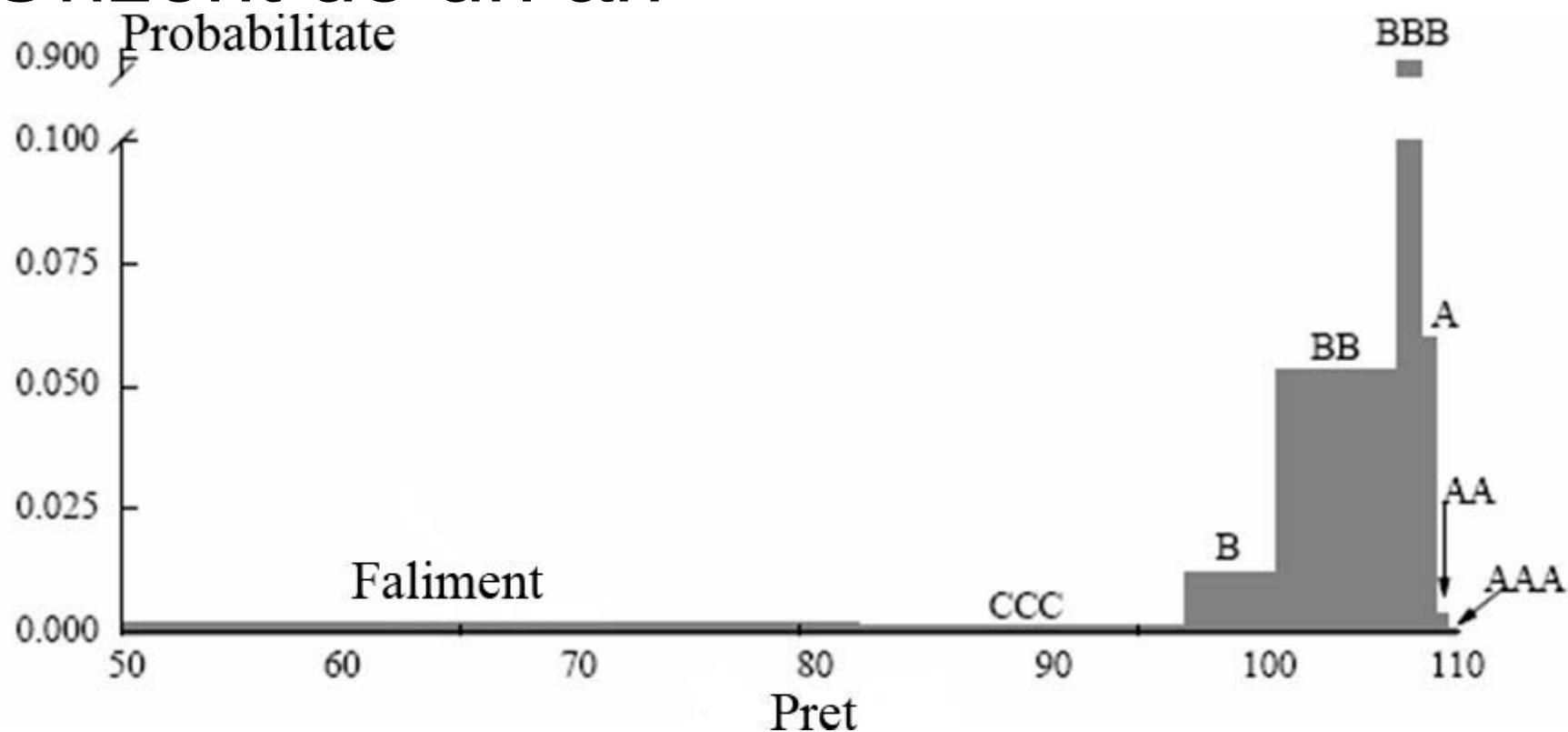
- Totalitatea politicilor, procedurilor și practicilor folosite de o institutie financiara pentru estimarea funcției de densitate de probabilitate a portofoliului său de credite (obligatiuni) (Basle Committee on Banking Supervision, 1999)

Funcția densității de probabilitate

- *CreditMetricsTM* (J.P. Morgan)
 - *PortfolioManagerTM* (Moody's KMV)
 - *CreditRisk+TM* (Credit Suisse First Boston)
 - *CreditPortfolioViewTM* (McKinsey)
-
- Distribuție non-normală, asimetrică și leptokurtotică

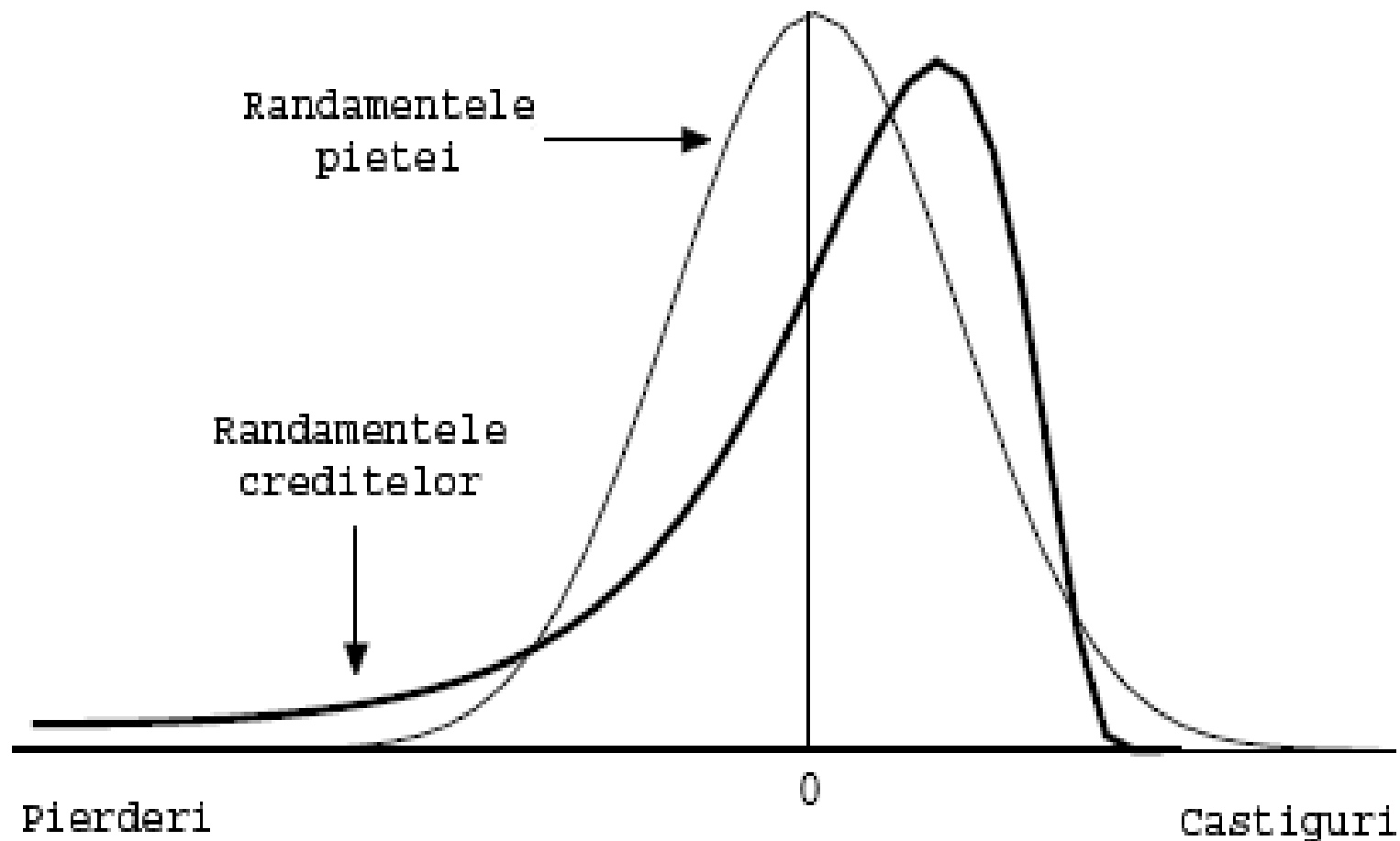
Obligațiune BBB

Orizont de un an



Sursa: CreditMetrics, 1997, RiskMetrics

Distribuție



Sursa: CreditMetrics, 1997, RiskMetrics

Modele de risc de credit - clasificare

- Modele necondiționate – iau în considerare numai informații despre debitor/instrumentul de credit (CreditMetrics, CreditRisk+)
- Modele condiționate – țin cont de informații referitoare la starea economiei, de exemplu nivele și trenduri ale inflației, șomajului, ratele de dobândă, cursurile acțiunilor, situația financiară a sectoarelor economice (CreditPortfolioView, PortfolioManager)

Elementele de risc

- **Expunerea** în momentul intrării în incapacitate de plată a debitorului (*exposure at default, EAD*);
- **Scadența** efectivă a expunerii (*M*);
- **Probabilitățile** de intrare în incapacitate de plată (PD) și sau probabilitățile de tranziție – probabilitatea ca bonitatea debitorului să se deterioreze sau să se îmbunătățească. Procesul prin care bonitatea se modifică se numește migrare (*credit migration*);
- **Corelațiile** dintre probabilitățile de intrare în incapacitate de plată/de tranziție pentru debitori diferiți;
- **Rata de recuperare/pierdere** a creditului după intrarea în incapacitate de plată a debitorului (*loss given default, LGD*).

Măsurarea pierderilor

- Pierdere datorată riscului de credit - diferența dintre valoarea curentă a portofoliului și valoarea sa viitoare la sfârșitul unui anumit orizont de timp
- Estimarea funcției densității de probabilitate a pierderilor portofoliului curent implică:
 - valoarea curentă a portofoliului
 - distribuția de probabilitate a valorii viitoare la sfârșitul orizontului de timp
- Definiția evenimentului de credit
 - paradigma “default mode”
 - paradigma marcare la piață

Evenimentul de credit

■ Paradigma “default mode”

- ☐ entitatea este în faliment vs. nu este în faliment
- ☐ variabile aleatoare: expunere, indicator 0/1 care indică dacă entitatea intră sau nu în faliment în orizontul de timp avut în vedere, rata de recuperare (sau LGD-ul)

■ Paradigma “marcare la piață”

- ☐ pierderi și datorită modificării bonității debitorului
- ☐ modelul trebuie să încorporeze și probabilitățile de migrare

Orizontul de timp

- Abordarea bazată pe perioada de lichidare
 - fiecare instrument are un orizont unic ce coincide cu maturitatea acestuia
- Orizont de timp comun pentru toate activele (de regulă un an)

Specificarea si estimarea parametrilor

- Expunerea în momentul intrării în incapacitate de plată a debitorului (*exposure at default, EAD*);
- Scadența efectivă a expunerii (*M*);
- Probabilitățile de intrare în incapacitate de plată (*PD*);
- Probabilitățile de tranziție – probabilitatea ca bonitatea debitorului să se deterioreze sau să se îmbunătățească.
- Corelațiile dintre probabilitățile de intrare în incapacitate de plată/de tranziție;
- Rata de recuperare/pierdere a creditului după intrarea în incapacitate de plată a debitorului (*LGD*)

Probabilități de tranziție (S&P)

procente

Rating inițial	Rating la sfârșitul anului								Rating retras
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	D	
AAA	89.37	6.04	0.44	0.14	0.05	0.00	0.00	0.00	3.97
AA	0.57	87.76	7.30	0.59	0.06	0.11	0.02	0.01	3.58
A	0.05	2.01	87.62	5.37	0.45	0.18	0.04	0.05	4.22
BBB	0.03	0.21	4.15	84.44	4.39	0.89	0.26	0.37	5.26
BB	0.03	0.08	0.40	5.50	76.44	7.14	1.11	1.38	7.92
B	0.00	0.07	0.26	0.36	4.74	74.12	4.37	6.20	9.87
CCC	0.09	0.00	0.28	0.56	1.39	8.80	49.72	27.87	11.30

Sursa: Standard & Poor's (Special Report: Ratings Performance 2002, 2003)

Probabilități de tranziție (Moody's)

procente*

Rating inițial	Rating la sfârșitul anului								Rating retras
	Aaa	Aa	A	Baa	Ba	B	Caa-C	Faliment	
Aaa	86.34	8.21	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.26
	87.69	6.13	0.42	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	5.68
Aa	0.76	86.71	9.13	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	3.30
	0.72	85.21	8.75	0.45	0.12	0.02	0.00	0.00	4.74
A	0.00	5.05	84.80	3.63	0.10	0.02	0.00	0.02	6.39
	0.08	2.32	87.15	5.34	0.64	0.24	0.03	0.02	4.18
Baa	0.74	0.25	4.82	78.83	2.86	1.16	0.04	0.00	11.31
	0.07	0.30	5.55	83.01	4.54	0.99	0.08	0.18	5.28
Ba	0.00	0.00	0.64	10.52	71.40	9.29	0.68	0.25	7.22
	0.03	0.04	0.65	5.18	73.90	8.57	0.47	1.45	9.71
B	0.00	0.00	0.33	1.03	9.40	65.52	8.28	3.29	12.17
	0.01	0.06	0.23	0.64	5.06	73.94	3.84	7.18	9.04
Caa-C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.41	48.58	14.53	14.47
	0.00	0.00	0.00	1.18	1.66	5.18	59.51	21.75	10.72

probabilitățile aferente primei linii corespunzătoare unei categorii de rating sunt calculate pentru companiile europene iar cele aferente celei de a doua linii sunt calculate pentru companiile din SUA

Sursa: Moody's 2002 (Default and Recovery Rates of European Corporate bond Issuers, 1985-2001)

Probabilitățile de tranziție/intrare în incapacitate de plată

- Metoda istorică
 - Exclusiv pe baza datelor istorice
 - Estimare pe baza modelelor logit/probit
 - variabile explicative: indicatori de lichiditate, solvabilitate, variabile macroeconomice, șocuri externe
 - Estimare bayesiană (de exemplu se poate combina o matrice de tranziție S&P cu o matrice de tranziție estimată printr-un model logit)
 - Modelare utilizând procese Markov
- Metoda bazată pe valoarea firmei (Merton)

Corelațiile dintre probabilitățile de intrare în incapacitate de plată/de tranziție

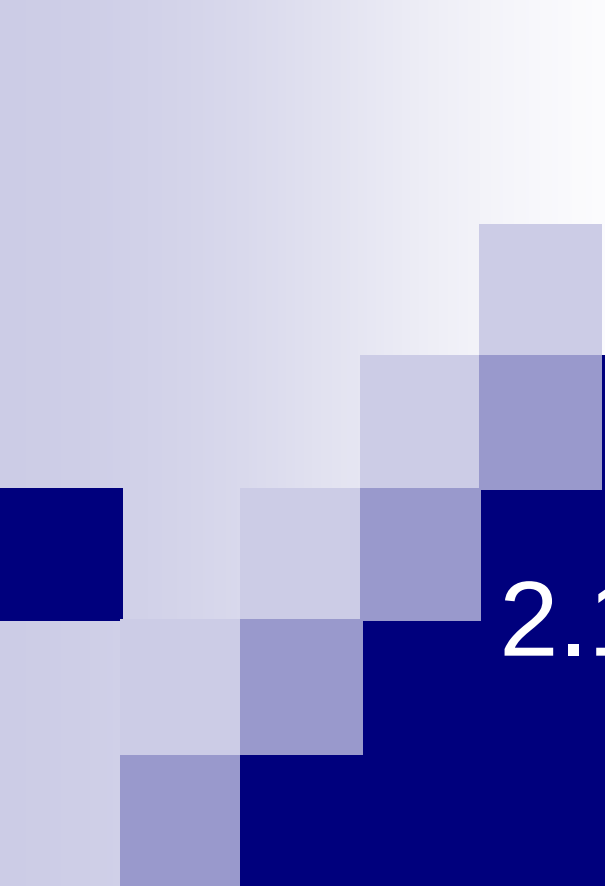
- Metoda istorică
 - segmentarea debitorilor funcție de caracteristici observabile
 - calculare exclusiv pe baza datelor istorice
- Metoda bazată pe spread-uri (yield-urile relative)
 - percepția pieței cu privire la gradul de risc al instrumentelor
- Metoda bazată pe valoarea firmei (modelul dezvoltat de Merton) – corelațiile sunt determinate pe baza valorilor istorice ale prețurilor acțiunilor firmelor

LGD - estimare

- Gradul de prioritate al instrumentului de credit
- Industria în care își desfășoară activitatea debitorul
- Poziția în cadrul ciclului economic
- Modele econometrice ce folosesc ca variabile explicative date referitoare la instrumentul de credit, sector de activitate, activitatea economică, compania debitoare (LossCalc dezvoltat de Moody's)

Expunere

- Cunoscută cu certitudine – obligațiuni
- Dependentă de evoluția pieței (contractele derivate tranzacționate pe piața OTC)



2.1.2. Modelul Creditmetrics

Creditmetrics

- Model utilizat pentru evaluarea riscului portofoliului cauzat de modificări ale valorii (de piață a) creditelor datorate modificărilor intervenite la nivelul situației financiare a debitorilor (faliment, îmbunătățire sau înrăutățire a rating-ului)
- Măsoară gradul de volatilitate al valorii viitoare (la finalul orizontului avut în vedere), generând distribuția de probabilitate a acestei valori

Avantaje

- Permite evaluarea în mod sistematic a riscului de concentrare (riscul adițional al portofoliului ce rezultă prin creșterea expunerii către un anumit debitor sau către un grup de debitori ale căror activități sunt corelate – de exemplu activează în aceeași zonă geografică sau aceeași industrie)
- Permite evaluarea efectelor datorate diversificării portofoliului
- Permite captarea anumitor componente de risc de piață pentru instrumente (cum ar fi contractele swap și forward) pentru care volatilitatea indusă de modificarea bonității clientului este accentuată de volatilitatea expunerii față de debitor

Date de intrare

- Probabilitățile de migrare și de faliment în cadrul orizontului de risc – care sunt obținute din matricea de tranziție
- Probabilitățile de migrare comună (coeficienții de corelație) a debitorilor. Acestea pot fi calculate fie pe baza datelor istorice fie prin construirea unor modele care să estimeze aceste probabilități
- Date pe baza cărora să fie calculate valorile finale ale instrumentelor cu risc de credit (valorile nominale, ratele nominale de dobândă, structurile la termen ale ratelor dobânzilor pentru fiecare categorie de rating, cursuri de piață)

Factorii generatori de risc de credit luați în considerare

- Rating-ul de credit
- Gradul de preferință al creditorului față de ceilalți creditori în cazul intrării în incapacitate de plată a debitorului. Acesta determină rata de recuperare aplicabilă instrumentului de credit.
- Spread-ul de credit (și implicit o rata fără risc de credit), pe baza căruia se reevaluează valoarea prezentă a instrumentului de credit.
- Corelațiile dintre migrări/falimente (în cazul portofoliilor de instrumente de credit) – determinate din date istorice (rating-uiri, cursuri bursiere) sau estimate pe bază de modele.

Măsuri de risc utilizate

- Media și deviația standard – a căror interpretare este dificilă datorită asimetriei distribuției;
- Un anumit nivel de percentile a distribuției (de exemplu percentila 1 este valoarea minimă a portofoliului care poate fi atinsă în 1 la sută din cazuri), măsură mai adecvată pentru estimarea riscului pentru portofoliile mari.

Riscul pentru un singur instrument

- Credit/obligațiune cu rating BBB
- Valoare nominală: 100
- Rata nominală a dobânzii/cupon 6%
- Scadența: 5 ani
- Rată de recuperare a creditului/valorii nominale în caz de faliment al debitorului: 51,13%
- Orizont (de risc): 1 an
- Curbele de randament forward 12M

Probabilități de tranziție (S&P) procente

Rating inițial	Rating la sfârșitul anului								Rating retras
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	D	
AAA	89.37	6.04	0.44	0.14	0.05	0.00	0.00	0.00	3.97
AA	0.57	87.76	7.30	0.59	0.06	0.11	0.02	0.01	3.58
A	0.05	2.01	87.62	5.37	0.45	0.18	0.04	0.05	4.22
BBB	0.03	0.21	4.15	84.44	4.39	0.89	0.26	0.37	5.26
BB	0.03	0.08	0.40	5.50	76.44	7.14	1.11	1.38	7.92
B	0.00	0.07	0.26	0.36	4.74	74.12	4.37	6.20	9.87
CCC	0.09	0.00	0.28	0.56	1.39	8.80	49.72	27.87	11.30

Sursa: Standard & Poor's (Special Report: Ratings Performance 2002, 2003)

Probabilități de tranziție pentru un credit/obligațiune BBB

Rating-ul la sfârșitul orizontului	Probabilitate (%)
AAA	0.03
AA	0.22
A	4.38
BBB	89.13
BB	4.63
B	0.94
CCC	0.27
faliment	0.39

Curbele forward ale ratelor dobânzii

Rating	An 1	An 2	An 3	An 4
AAA	3.60	4.17	4.73	5.12
AA	3.65	4.22	4.78	5.17
A	3.72	4.32	4.93	5.32
BBB	4.10	4.67	5.25	5.63
BB	5.55	6.02	6.78	7.27
B	6.05	7.02	8.03	8.52
CCC	15.05	15.02	14.03	13.52

Sursa: JP Morgan (1997) CreditMetrics Technical Document

Valoarea la finalul orizontului de risc

Rating	Cupon	Valoare viitoare	Valoare totală
AAA	6.00	103.37	109.37
AA	6.00	103.10	109.10
A	6.00	102.66	108.66
BBB	6.00	101.55	107.55
BB	6.00	96.02	102.02
B	6.00	92.10	98.10
CCC	6.00	77.64	83.64
faliment	-	51.13	51.13

Sursa: JP Morgan (1997) CreditMetrics Technical Document

$$V_f = C + \frac{C}{1+r_{y1}} + \frac{C}{(1+r_{y2})^2} + \frac{C}{(1+r_{y3})^3} + \frac{C+100}{(1+r_{y4})^4}$$

Distribuția de probabilitate a valorii viitoare

Rating	Valoare (USD)	Probabilitate (%)
AAA	109.37	0.03
AA	109.10	0.22
A	108.66	4.38
BBB	107.55	89.13
BB	102.02	4.63
B	98.10	0.94
CCC	83.64	0.27
faliment	51.13	0.39

Măsuri de risc

- Medie $\mu = \sum_i V_i \cdot p_i = 106,96$
- Varianță $\sigma^2 = \sum_i (V_i - \mu)^2 \cdot p_i = 15,94$
- Abatere medie pătratică $\sigma = \sqrt{\sigma^2} = 3,99$
- Percentila de 1%: 98,1 (8,86 mai mică decât media valorii așteptate)

Portofoliu de două credite/obligațiuni

- Credit/obligațiune cu rating A
- Valoare nominală: 100
- Rata nominală a dobânzii/cupon 5%
- Scadența: 3 ani
- Rată de recuperare a creditului/valorii nominale în caz de faliment al debitorului: 51,13%
- Orizont (de risc): 1 an

Distribuția de probabilitate pentru noul instrument

Rating	Cupon	Valoare viitoare	Valoare viitoare totală	Probabilitate (%)
AAA	5.00	101.59	106.59	0.05
AA	5.00	101.49	106.49	2.10
A	5.00	101.30	106.3	91.49
BBB	5.00	100.64	105.64	5.61
BB	5.00	98.15	103.15	0.47
B	5.00	96.39	101.39	0.19
CCC	5.00	73.71	78.71	0.04
faliment	-	51.13	51.13	0.05

Medie de 106,2 și abatere medie pătratică de 1,42

Valorile posibile ale portofoliului

Obligațiune BBB		Obligațiune A							
		AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	faliment
		106.59	106.49	106.30	105.64	103.15	101.39	78.71	51.13
AAA	109.37	215.96	215.86	215.67	215.01	212.52	210.76	188.08	160.50
AA	109.10	215.69	215.59	215.40	214.74	212.25	210.49	187.81	160.23
A	108.66	215.25	215.15	214.96	214.30	211.81	210.05	187.37	159.79
BBB	107.55	214.14	214.04	213.85	213.19	210.70	208.94	186.26	158.68
BB	102.02	208.61	208.51	208.32	207.66	205.17	203.41	180.73	153.15
B	98.10	204.69	204.59	204.40	203.74	201.25	199.49	176.81	149.23
CCC	83.64	190.23	190.13	189.94	189.28	186.79	185.03	162.35	134.77
faliment	51.13	157.72	157.62	157.43	156.77	154.28	152.52	129.84	102.26

Probabilitățile asociate

Obligațiune BBB		Obligațiune A							
		AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	faliment
		0.05	2.10	91.49	5.61	0.47	0.19	0.04	0.05
AAA	0.03	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
AA	0.22	0.00	0.00	0.20	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
A	4.38	0.00	0.09	4.01	0.25	0.02	0.01	0.00	0.00
BBB	89.13	0.05	1.87	81.55	5.00	0.42	0.17	0.04	0.05
BB	4.63	0.00	0.10	4.24	0.26	0.02	0.01	0.00	0.00
B	0.94	0.00	0.02	0.86	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00
CCC	0.27	0.00	0.01	0.25	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
faliment	0.39	0.00	0.01	0.36	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00

Măsuri de risc

- Media și deviația standard de 213,15 și respectiv 4,24 (a căror interpretare este dificilă datorită asimetriei distribuției)
- Percentila de 1%: 204,4
- Utilizând prima măsură de risc, datorită asimetriei distribuției valorii portofoliului, riscul este subevaluat (o abatere standard față de medie de 4,24) comparativ cu utilizarea celei de a doua măsuri de risc (prima percentilă are o abatere față de medie de 8,75).