



UNIVERSITATEA BABEȘ-BOLYAI  
TRADIȚIE ȘI EXCELENȚĂ

UBBFSEGA   
Universitatea Babeș-Bolyai | Facultatea de Științe Economice și Gestiunea Afacerilor

Facultatea de Științe Economice și Gestiunea Afacerilor

# TEZĂ DE DOCTORAT

## REZUMAT

INVESTIGAȚII STATISTICE PRIVIND  
COMPORTAMENTUL PREȚURILOR ACTIVELORE  
FINANCIARE- CAZUL PIEȚEI DE CAPITAL

**Conducător Științific**

**Prof. Univ. Dr. Lazăr Dorina**

**Doctorand**

**Baciu Olivia Andreea**

**CLUJ- NAPOCA**

**2016**

Investigații statistice privind comportamentul prețurilor activelor financiare- cazul pieței de capital

**Cuvinte cheie:** rentabilitate, eficiență informațională, distribuția rentabilităților, valoarea la risc, predictabilitate, memorie lungă, memorie scurtă, profitabilitate, analiză tehnică.

## **STRUCTURA TEZEI**

---

### **Introducere**

### **Capitolul I. Aspecte teoretice privind evoluția și proprietățile statistice ale prețurilor activelor financiare**

- 1.1 Teorii asupra evoluției prețurilor activelor financiare
  - 1.1.1 Ipoteza de piață eficientă informațional
  - 1.1.2. Modele teoretice de evoluție a prețurilor, în ipoteza de eficiență informațională
  - 1.1.3 Aspecte privind teoria finanțelor comportamentale
  - 1.1.4 Alte teorii privind comportamentul piețelor financiare
- 1.2 Caracteristici statistice ale rentabilității activelor financiare
  - 1.2.1 Tipologia seriilor de timp
  - 1.2.2 Dependențe în seria rentabilităților
  - 1.2.3 Modelarea volatilității

### **Capitolul II. Distribuția rentabilităților activelor financiare: aspecte teoretice și rezultate empirice**

- 2.1 Scurt istoric al investigațiilor empirice privind distribuția rentabilităților
- 2.2 Familia distribuțiilor hiperbolice generalizate
  - 2.2.1 Funcția densitate de probabilitate
  - 2.2.2 Momentele distribuției GHD
  - 2.2.3 Estimarea parametrilor distribuției GHD
- 2.3 Subclase ale familiei distribuțiilor hiperbolice generalizate
- 2.4 Studiu empiric asupra modelării distribuției rentabilităților. Aplicație pentru estimarea VaR
  - 2.4.1 Criterii de selecție a celei mai adecvate distribuții
  - 2.4.2 Studiu empiric: modelarea distribuției rentabilităților
  - 2.4.3 Investigarea cozii distribuțiilor. Estimarea Valorii la Risc
- 2.4 Concluzii

### **Capitolul III. Investigarea formei slabe de eficiență: cazul piețelor de capital europene**

- 3.1 Teste de predictabilitate

Investigații statistice privind comportamentul prețurilor activelor financiare- cazul pieței de capital

3.1.1 Teste pentru detectarea memoriei pe termen scurt

3.1.2 Teste pentru detectarea memoriei pe termen lung

3.2.3 Teste din domeniul analizei fractale

3.2 Metodologia statistică de investigare a formei slabe de eficiență

3.2.1 Aplicarea testelor pe ansamblul perioadei. Literatura de specialitate

3.2.2 Aplicarea testelor pe ferestre nesuprapuse. Literatura de specialitate

3.2.3 Aplicarea testelor pe ferestre suprapuse. Literatura de specialitate

3.2.4 Măsuri statistice ale eficienței relative

3.3 Testarea eficienței relative a piețelor de capital din Europa

3.3.1 Eșantionul de date

3.3.2 Rezultate empirice

3.4 Concluzii

## **Capitolul IV. Investigarea formei slabe de eficiență: metoda analizei tehnice**

4.1 Aspecte generale privind metoda analizei tehnice

4.2 Studii privind profitabilitatea strategiilor analizei tehnice pe piețele financiare

4.3 Teste de tip data- snooping

4.3.1 Necesitatea testelor de data- snooping

4.4.1 Testul White's Reality Check

4.4.2 Testul Hansen's Superior Predictive Ability

4.4 Investigarea profitabilității strategiilor analizei tehnice: cazul BVB

4.4.1. Studii efectuate asupra pieței de capital românești

4.4.2 Metodologia statistică utilizată

4.4.3 Eșantionul de date. Statistici preliminare

4.4.4 Rezultate empirice asupra profitabilității analizei tehnice

4.4.5 Relația dintre excesul de rentabilitate și eficiența informațională

4.5 Concluzii

## **Concluzii generale și direcții viitoare de cercetare**

## **Referințe bibliografice**

## INTRODUCERE

---

Piața financiară reprezintă unul dintre cele mai fascinante mecanisme ale unei economii de piață funcționale, constituind cadrul de armonizare al cererii și ofertei de resurse financiare. Aceasta este o piață în permanentă mișcare și schimbare, reglată în mod liber de cerere și ofertă. Ca și parte integrantă a pieței financiare, piața de capital reflectă, poate în cea mai bună măsură, proprietatea de armonizare a cererii și ofertei, oferind un cadru actualizat continuu cu informațiile existente. În acest context, apare interesul asupra modului în care informațiile noi sunt integrate în cursul titlurilor, în speță asupra mecanismului de formare al prețurilor.

Statistica și tehnicile cantitative de analiză vin în sprijinul investitorilor pe piața de capital, permițându-le să înțeleagă, să compare sau să anticipeze fenomenele de pe piață. Predicția lui H.G. Wells cum că „*gândirea statistică va fi într-o zi pentru cetățenii eficienți precum abilitatea de a scrie sau citi*” a ajuns să se adevărească. Analiza statistică a datelor specifice pieței de capital are drept scop identificarea, respectiv dezvoltarea de modele care surprind comportamentul acesteia. În general, un model este o prezentare simplificată a realității, iar în economie, un model identifică și sintetizează comportamente sugerate de teoria economică sau de datele empirice, respectiv explică un proces prin intermediul unui set de variabile și a relațiilor cantitative și calitative dintre acestea. Demersul empiric, din această lucrare, încearcă să identifice principalele trăsături statistice ale datelor financiare, utilizând o metodologie de cercetare adecvată și recomandată în studiile recente.

Conceptul care guvernează teoria piețelor de capital este cel de piață eficientă informațional, introdus de Fama (1970), în care prețurile reflectă imediat și în totalitate informațiile disponibile. O definiție pe cât de simplă, pe atât de abstractă și cuprinzătoare deoarece implică o piață perfectă, guvernată de un comportament rațional al investitorilor, în care cursurile istorice nu oferă informații utile pentru previzionarea celor viitoare, respectiv nu se pot obține profituri susținute. În literatura de specialitate întâlnim deopotrivă studii ce susțin eficiența piețelor dar și o serie de autori care aduc dovezi empirice privind ineficiența diverselor piețe din lume.

Primul obiectiv în înțelegerea fenomenelor ce au loc pe piața de capital constă în identificarea proprietăților statistice ale rentabilităților bursiere. Rentabilitatea titlurilor/indicilor bursieri reprezintă un barometru al performanței titlurilor tranzacționare respectiv a pieței de capital, motiv pentru care vom studia în principal caracteristicile rentabilităților. Engle (2004) evidențiază următoarele proprietăți statistice ale rentabilităților, aproape omniprezente: distribuția acestora este mai înaltă și are cozi mai late decât distribuția normală, respectiv un comportament de grupare (clusterizare) a volatilității (proces ARCH), ce determină o frecvență mai mare a valorilor extreme, întrucât în perioadele cu volatilitate ridicată valorile extreme sunt mai mari. Studiile din anii următori, privind caracteristicile rentabilităților bursiere, identifică un set de proprietăți statistice cu un caracter ridicat de generalitate. Dintre acestea, pe parcursul lucrării, sunt investigate aspecte ce țin de distribuția rentabilităților bursiere, risc și predictibilitate.

Al doilea obiectiv constă în înțelegerea proceselor ce descriu dinamica prețurilor/ rentabilităților. Ne vom concentra aici pe două direcții: studiul eficienței informaționale a pieței de capital respectiv studiul profitabilității analizei tehnice, pentru piața de capital din România. Cele două

direcții de studiu postulează principii de bază contradictorii, motiv pentru care studiile empirice realizate pe parcursul lucrării parcurg ca și pas premergător investigării profitabilității analizei tehnice, investigarea eficienței pieței de capital (din România). Am considerat important să investigăm eficiența în formă relativă; acest demers ne permite să poziționăm piața românească de capital, din punct de vedere al eficienței, în raport cu piețele de capital din Europa.

Analiza tehnică, ce are ca obiectiv anticiparea mișcărilor viitoare ale cursurilor pe baza evoluției istorice, devine inutilă în contextul de piață eficientă informațional, deoarece variațiile de curs sunt independente, și, în formă restrictivă, identic distribuite. De-a lungul timpului, performanța strategiilor analizei tehnice a fost deseori pusă sub semnul întrebării. Există însă și studii empirice consistente, conduse pentru piețe de capital importante, unde strategiile analizei tehnice s-au dovedit a fi eficiente, conducând la realizarea unui profit susținut. La baza analizei tehnice stă conceptul statistic de predictabilitate; studierea comportamentului istoric conduce la observarea anumitor tipare ce sunt de așteptat să se regăsească în cursurile viitoare.

Cerințele ce favorizează o piață eficientă sunt dificil de realizat în practică, întrucât presupun o piață cu o concurență perfectă, un cadru în care cursurile să încorporeze rapid și în totalitate informațiile, și să permită tuturor participanților acces nelimitat la informație. De-a lungul timpului au fost introduse teorii alternative ale ipotezei de piață eficientă, în care se pune accent pe factorii care determină modificările de preț sau comportamentul investitorilor. Renunțarea la forma restrictivă de eficiență absolută și propunerea de abordare a eficienței în formă relativă (Campbell et al. , 1997) reprezintă un pas important în teoria piețelor eficiente. Se acceptă, astfel, existența unor perioade cu grade diferite de eficiență, respectiv ierarhizarea piețelor de capital din perspectiva gradului de eficiență relativă.

Ipoteza de eficiență este dificil de invalidat atât timp cât nu există o metodologie statistică unanim recunoscută, care să infirme eficiența piețelor de capital; de regulă sunt aplicate teste statistice ce vizează forme particulare ale deviațiilor de la eficiență. Abordarea prin prisma eficienței relative ne permite, în plus, să observăm factorii ce conduc la modificarea gradului de eficiență în timp.

Analizele empirice efectuate în această lucrare nu au ca și scop clasificarea pieței românești de capital drept eficientă sau ineficientă, ci mai degrabă identificarea gradului de deviere de la eficiență relativ la alte piețe, respectiv analiza dinamicii gradului de deviere în timp. Acest obiectiv este realizat într-un cadru mai general, prin plasarea relativă a eficienței pieței de capital din România față de 20 de piețe de capital din Europa, atât piețe în curs de dezvoltare cât și piețe dezvoltate; pe baza a trei indicatori de eficiență se obține un clasament al deviațiilor acestor piețe de la ipoteza de eficiență.

În condițiile în care piața de capital prezintă deviații de la eficiență, devine important de investigat în ce măsură cauzele devierii reprezintă potențiale surse de profitabilitate. Aceste surse pot fi exploatate pe baza strategiilor de tranzacționare aferente analizei tehnice. Majoritatea strategiilor de tranzacționare se bazează pe conceptul de netezire statistică, și prin urmarea detectarea unor tendințe locale în seria prețului. Una dintre cele mai utilizate tehnici este media mobilă compusă, care sugerează semnale de vânzare sau cumpărare la intersecția unei medii mobile pe termen scurt cu o medie mobilă pe termen lung.

Particularitățile care asigură originalitatea acestui studiu constau în principal în utilizarea unor metodologii de cercetare adecvate, din perspectiva proprietăților statistice ale datelor, recomandate în studiile recente de specialitate. Pentru descrierea distribuției rentabilităților ne-am concentrat atenția asupra familiei de distribuții hiperbolice generalizate, ce au proprietăți statistice similare rentabilităților financiare. Prezența cozilor late în distribuții (a valorilor extreme) sugerează utilizarea unor teste și măsuri statistice, pentru detectarea dependențelor, ce țin seama de acest comportament. Sunt utilizate metode statistice și indicatori ai eficienței (precum Automatic Portmanteau Test, exponentul Hurst, dimensiunea fractală) ce facilitează detectarea principalelor tipuri de dependențe ce ar putea fi prezente în seriile rentabilităților, măsuri ce sunt robuste la comportamentul heteroscedastic al rentabilităților. Aceste măsuri statistice sunt aplicate atât pe ansamblul perioadei cât și pentru ferestre glisante.

În contextul analizei tehnice semnalăm necesitatea aplicării unor teste de tip „data snooping”, utile atunci când asupra aceluiași set de date sunt aplicate diferite strategii de tranzacționare, cu scopul de a identifica cea strategie care conduce la cele mai mari beneficii. Utilizarea unei metodologii necorespunzătoare conduce la obținerea de rezultate înșelătoare. Fama (1998) subliniază faptul că o mare parte dintre anomalii se datorează mai degrabă metodologiei utilizate și dispar odată cu utilizarea metodologiei potrivite.

Analizele empirice privind comportamentul rentabilităților, respectiv profitabilitatea analizei tehnice sunt realizate pe un set de date individuale tranzacționate la Bursa de Valori București, ceea ce aduce un plus de informație față de literatura existentă, care, în general, se concentrează asupra indicilor bursieri. Piața de capital din România este una tânără, Bursa de Valori București funcționând începând cu anul 1997, și evoluând într-o economie de tranziție. Prin urmare, istoricul prețurilor activelor nu este suficient de lung din perspectiva identificării unor tipare repetabile pe termen lung sau a studiului ciclicității fenomenelor bursiere.

Lucrarea este organizată în patru capitole, precedate de introducere, și se încheie cu o secțiune dedicată concluziilor și perspectivelor de continuare a cercetării.

**Primul capitol** cuprinde o prezentare a conceptelor vehiculate pe parcursul lucrării, respectiv o analiză a proceselor stochastice utile pentru descrierea evoluției prețurilor activelor financiare. În acest capitol este introdusă noțiunea de piață de capital eficientă și sunt prezentate principalele forme de eficiență, precum și studiile care marchează dezvoltarea teoretică sau evidențiază contribuțiile empirice în domeniu. Modelele teoretice clasice utilizate pentru descrierea mișcării prețurilor bursiere, în ipoteza de piață eficientă informațional, sunt cele de mers aleator respectiv de tip martingală, și sunt introduse în acest prim capitol. Deoarece rentabilitățile bursiere prezintă anumite trăsături tipice, sunt prezentate principalele caracteristici statistice și modele dinamice specifice, identificate în literatura de specialitate. Sunt punctate succint aspectele statistice aferente modelării și trăsăturilor rentabilităților ce se referă la: dependențe prezente în seria rentabilităților, forma distribuției, nestaționalitatea în varianță (volatilitate), respectiv memoria lungă în medie și în volatilitate.

Eficiența informațională a piețelor de capital reprezintă un subiect controversat în literatura de specialitate deoarece implică cerințe dificil de realizat în practică, respectiv un comportament rațional al investitorilor și o transparență totală a informațiilor. Astfel, de-a lungul timpului au

fost introduse teorii alternative celei de eficiență, precum ipoteza piețelor adaptive sau teoria piețelor fractale. Teoria piețelor adaptive reprezintă o abordare a pieței de capital din perspectivă evolutivă, în care punctul central îl ocupă comportamentul (financiar) și reacțiile investitorilor prezenți pe piață. Ipoteza piețelor fractale pune accent pe impactul lichidității pieței și a perioadei de investiție asupra comportamentului investitorilor.

**Capitolul II** este dedicat studiului principalelor proprietăți statistice ale rentabilităților bursiere din perspectiva distribuției statistice urmate; acestea prezintă de regulă o distribuție mai înaltă și cu cozi mai late decât distribuția normală. Literatura menționează mai multe distribuții care reușesc să modeleze adecvat distribuția rentabilităților financiare, însă nu desemnează o distribuție anume ca fiind cea mai potrivită. Sunt evidențiate principalele studii care dezvoltă acest subiect, precum și principalele studii care introduc și susțin utilitatea familiei distribuțiilor hiperbolice generalizate. Subclasele familiei de distribuții hiperbolice generalizate analizate sunt: distribuția Gauss inversă, distribuția asimetrică t-Student, distribuția Varianță-Gamma, distribuția hiperbolică și distribuția hiperbolică generalizată.

În studiul empiric din acest capitol sunt estimați parametrii distribuțiilor, utilizând metoda verosimilității maxime, și sunt utilizate măsuri de goodness-of-fit respectiv grafice specifice pentru a selecta distribuția care aproximează cel mai bine variațiile de curs. O atenție aparte este acordată modelării cozii stângi a distribuțiilor, unde se situează valoarea la risc. O primă utilitate a cunoașterii distribuției ce descrie comportamentul rentabilităților bursiere este estimarea valorii la risc, instrument statistic esențial în managementul riscului. Valoarea la risc este estimată atât prin metode parametrice bazate pe distribuția specifică a rentabilităților cât și prin metode neparametrice. Perioada observată este împărțită într-o perioadă de analiză și una de test, fiind apoi aplicată procedura de backtesting bazată pe ferestre glisante. Acest procedeu permite compararea valorilor estimate cu valorile înregistrate efectiv pe piață. Performanța metodelor de estimare a valorii la risc, și implicit a distribuțiilor statistice considerate, este verificată prin teste de backtesting; sunt testate aici ipoteze conform cărora numărul de cazuri în care pierderea depășește valoarea la risc estimată este cel așteptat conform probabilității (nivelului de încredere) fixate.

În **Capitolul III** sunt introduse principalele teste și metodologii statistice de analiză a gradului de eficiență informațională. Prezentarea metodologiei statistice pune accent pe testele de predictabilitate, pentru detectarea memoriei pe termen scurt respectiv lung în seria rentabilităților. Acest capitol cuprinde un studiu empiric privind eficiența pieței de capital din România în contextul a 20 de piețe dezvoltate sau în curs de dezvoltare din Europa. Abordarea eficienței piețelor de capital este realizată prin prisma deplasării de la ipoteza de eficiență și realizarea unui clasament al piețelor în funcție de deviațiile pe care le prezintă. Astfel, prin utilizarea contextului de eficiență în formă relativă se depășește bariera restrictivă de tip „totul sau nimic”, specifică ipotezei de eficiență absolută.

Sunt propuse aici, pentru a fi utilizate, ca și măsuri ale eficienței exponentul Hurst, dimensiunea fractală, respectiv indicele de eficiență care ia în considerare atât dependențele pe termen scurt cât și cele pe termen lung. În funcție de cele trei măsuri ale eficienței este realizată o ierarhizare a piețelor, pentru o perioadă de 15 ani dar și pe 3 subperioade delimitate în funcție de climatul economic. Rezultatele obținute plasează piața românească de capital în rândul piețelor cu cele



mai mari deviații de la conceptul de eficiență în formă slabă și identifică grade diferite de eficiență de-a lungul subperioadelor investigate.

În **Capitolul IV** este realizată o incursiune în literatura de specialitate ce studiază utilitatea analizei tehnice pe piețele de capital, și sunt prezentate succint principalele strategii de tranzacționare. Analiza tehnică înglobează o multitudine de strategii de tranzacționare, dar studiile efectuate de-a lungul timpului au concluzionat superioritatea și preferința investitorilor către anumite strategii ușor de interpretat și implementat, precum mediile mobile compuse.

Studiile importante ce investighează profitabilitatea strategiilor analizei tehnice sunt analizate din punct de vedere al metodologiei statistice utilizate. Una dintre principalele probleme care apar în studiile empirice privind profitabilitatea strategiilor analizei tehnice constă în lipsa testării statistice a profitabilității strategiilor utilizate. Pentru a preveni acest neajuns, s-a motivat necesitatea aplicării testelor de tip data-snooping respectiv s-a utilizat, în studiul empiric, testul Hansen Superior Predictive Ability (2005); se testează aici ipoteza nulă potrivit căreia cel mai bun model identificat, dintr-un set de modele de tranzacționare, nu are putere predictivă superioară față de strategia de referință.

Studiul empiric din acest capitol conchide demersurile empirice realizate pe parcursul capitolului anterior, prin investigarea profitabilității analizei tehnice, mai exact profitabilitatea regulilor de tranzacționare bazate pe media mobilă compusă, pentru piața de capital românească. În contextul devierii de la ipoteza de eficiență, urmare a identificării unor dependențe de tip memorie scurtă/lungă în seria rentabilităților, este analizat impactul acestor dependențe asupra obținerii unui exces de rentabilitate semnificativ atunci când este utilizată o strategie de tranzacționare de tip medie mobilă față de strategia pasivă de cumpărare-păstrare.

## SINTEZA CAPITOLULUI I

### Aspecte teoretice privind evoluția și proprietățile statistice ale prețurilor activelor financiare

---

Primul capitol dezvoltă principalele concepte teoretice care stau la baza teoriei piețelor de capital și a proceselor de evoluție a prețurilor bursiere, precum și teoriile alternative care s-au evidențiat. Fundamentele teoriei moderne s-au dezvoltat în jurul ipotezei de piață eficientă informațional, introdusă și definită de către Fama (1965, 1970) ca fiind: “*pieța în care prețul reflectă imediat și în totalitate informațiile disponibile*”. Faptul că prețul încorporează toate informațiile disponibile, în orice moment, determină modificările de preț să fie aleatoare, fiind influențate doar de noile informații, care sunt nepredictibile. Ipoteza de piață eficientă informațional implică o piață perfectă, care oferă transparență și acces egal la informație și este guvernată de un comportament rațional al investitorilor, dificil de realizat. Se observă caracterul abstract al definiției, fapt ce ridică serioase dificultăți în construirea unor teste statistice asociate.

Evoluția prețurilor bursiere, în ipoteza de eficiență informațională, este descrisă printr-un model de tip mers aleator, aplicat asupra logaritmului prețurilor,  $p_t = \mu + p_{t-1} + \varepsilon_t$  unde prin  $p_t$  notăm logaritmul prețului activului  $\ln Y_t \equiv p_t$ ,  $\mu$  variația așteptată a prețului, iar  $(\varepsilon_t) \sim \text{IID}(0, \sigma^2)$  este o succesiune de variabile aleatoare independente și identic distribuite (IID), cu medie zero și varianță finită  $\sigma^2$ . În terminologia propusă de Campbell et al. (1997), acest proces stochastic este un mers aleator de tipul I (RW1) și reprezintă un model destul de restrictiv, urmare a cerinței de IID (independență, identic distribuite) a rentabilităților. Astfel, succesiunile de variabile rezultate prin aplicarea oricărei funcții liniare sau neliniare asupra rentabilităților vor fi necorelate. Sunt observabile însă corelații pozitive semnificative în seriile de timp obținute prin transformări neliniare precum pătratul sau valoarea absolută a rentabilităților. Existența heteroscedasticității în majoritatea seriilor formate din rentabilități financiare sugerează faptul că validarea ipotezei RW1 în practică este puțin probabilă.

Ipoteza mers aleator II (RW2) este o formă mai puțin restrictivă, comparativ cu RW1, în care se păstrează condiția de independență a variațiilor prețului, însă se renunță la condiția ca acestea să urmeze aceeași lege de probabilitate (identic distribuite):  $p_t = \mu + p_{t-1} + \varepsilon_t$ , unde  $\varepsilon_t$  este o succesiune de variabile independente. Acest model se apropie mai bine de realitatea economică, în care variațiile prețului nu urmează aceeași distribuție în timp, depinzând de climatul economic al momentului, ce conduce la o volatilitate variabilă de-a lungul perioadei observate. Prezența unei varianțe variabile în timp, în seria rentabilităților, este de altfel o caracteristică a seriilor de rentabilități. Ipoteza Mers Aleator III (RW3) este cea mai puțin restrictivă variantă a proceselor de tip mers aleator, în care variațiile de preț pot fi dependente dar sunt necorelate liniar  $\text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t+k}) = 0, \forall k \neq 0$ . Această formă permite prezența heteroscedasticității, fiind testată în cele mai multe studii empirice.

Modelul de martingală se formulează în termeni de speranță matematică condiționată,  $E(p_{t+1} | p_t, p_{t-1}, \dots) = p_t$ , adică, speranța matematică a prețului din perioada următoare, condiționată de istoricul acestuia, este egală cu prețul din perioada curentă. Din perspectiva

predictabilității, rezultă că cea mai bună predicție pentru prețul zilei următoare este prețul din ziua curentă. Ipoteza de martingală pentru prețuri (logaritmice) este echivalentă cu ipoteza de mers aleator de tipul II (Escanciano & Lobato, 2009). Astfel, un model de tip mers aleator cu termenul eroare constând într-o succesiune de variabile independente (ce nu sunt obligatoriu identic distribuite) este echivalent cu un proces de martingală.

Ipoteza de eficiență informațională a reprezentat una dintre cele mai investigate ipoteze, din punct de vedere empiric, din economie, după cum spunea și Jensen (1978) „*cred că nu există altă propoziție în economie care să fie susținută de mai multe dovezi empirice decât aceea de ipoteză de piață eficientă*”. În contextul eficienței informaționale, piețele de capital sunt caracterizate drept eficiente sau ineficiente, caracteristică care se păstrează în timp.

Testele existente privind eficiența informațională abordează problematica prețurilor și măsura în care acestea reflectă informațiile disponibile, dar nu se adresează preferințelor și comportamentului investitorilor de pe piață. Pașii următori în evoluția teoriilor privind dezvoltarea piețelor de capital surprind caracterul evolutiv al acestora, concretizat prin introducerea ipotezei de piață adaptivă (Lo, 2004). La baza acestei teorii stă ipoteza de raționalitate limitată (Simon, 1955). Conform noii teorii, investitorii acționează aferent propriului interes, fac greșeli, învață și se adaptează, competiția duce la adaptare și inovare, selecția naturală modelează ecologia pieței iar evoluția determină dinamica pieței în timp (Lo, 2005). Pentru a rămâne pe piață, investitorii sunt obligați să se adapteze și să devină mai competitivi, altfel vor fi eliminați. Procesul evolutiv al pieței se oglindește în eficiența acesteia, care variază de-a lungul timpului. Rentabilitatea previzionată, respectiv prețurile sunt afectate de modificările ce au loc pe piață, astfel încât, ocazional, pot să apară oportunități de câștig pentru investitori.

Ipoteza piețelor fractale pune accent pe impactul lichidității pieței și a perioadei de investiție asupra echilibrului din piață. Spre deosebire de teoria piețelor eficiente, unde accentul cade pe eficiența pieței, în teoria piețelor fractale, accentul cade pe stabilitatea pieței. Într-o astfel de piață, investitorii își asumă același nivel de risc, ceea ce duce la similitudini în distribuția rentabilităților indiferent de orizontul de timp alocat investiției. Datorită acestor similitudini se face asocierea între piața de capital și noțiunea de fractal.

Majoritatea studiilor empirice privind piața de capital investighează comportamentul seriilor de timp formate din rentabilitățile bursiere, acestea fiind mai atractive decât seriile de prețuri, atât din perspectivă practică cât și statistică. Pe parcursul întregii lucrări, rentabilitățile sunt calculate în formă logaritmică,  $R_t = \ln\left(\frac{Y_t}{Y_{t-1}}\right) = \Delta \ln Y_t$ , unde  $Y_t$  reprezintă prețul iar  $R_t$  rentabilitatea, din perioada curentă  $t$ . Din perspectiva comportamentului statistic, literatura empirică a identificat un set de trăsături comune specifice seriilor de rentabilități, sintetizate, printre alți autori, de către Cont (2001):

- în general, în seria rentabilităților nu există autocorelații liniare semnificative. Această caracteristică este legată în mod direct de ipoteza de eficiență informațională;
- distribuția necondiționată a rentabilităților are cozile mai late decât în cazul unei distribuții normale;
- distribuția necondiționată a rentabilităților are deseori o asimetrie negativă, sugerând valori negative extreme mai frecvent decât valori pozitive extreme;

## Investigații statistice privind comportamentul prețurilor activelor financiare- cazul pieței de capital

- cu cât frecvența datelor pentru care se calculează rentabilitățile este mai mare, cu atât distribuția rentabilităților se îndepărtează mai mult de distribuția normală;
- volatilitatea rentabilităților prezintă autocorelații pozitive;
- volumul tranzacțiilor este corelat cu măsurile volatilității;
- efectul de levier (engl. *leverage*), măsurile volatilității unui activ financiar sunt corelate negativ cu rentabilitatea acestuia.

În această teză ne vom concentra în principal asupra primelor trei trăsături, ce se referă la ipoteza de eficiență informațională, respectiv la forma distribuției rentabilităților.

Referitor la tipologia seriilor de timp, identificăm următoarele procese utile pentru a modela procesul de generare al datelor financiare:

- procese staționare (integrate de ordin zero,  $d=0$ ), caracterizate printr-o funcție de autocorelație ce descrește exponențial, corespunzătoare unei serii de timp cu memorie scurtă. Observațiile aflate la intervale mari de timp, una de cealaltă, sunt independente.
- procese integrate de ordinul unu ( $d=1$ ), caz în care funcția de autocorelație descrește liniar, iar observațiile aflate la intervale mari de timp nu sunt independente.
- procese integrate fracționat (Baillie, 1996), caracterizate prin corelații nenule între observații separate de distanțe mari de timp, respectiv funcția de autocorelație descrește încet spre zero, după o funcție hiperbolică. Pentru  $d \in (0, 0.5)$  procesul este staționar și are memoria lungă cu caracter persistent; autocorelațiile sunt pozitive și descesc hiperbolic. Dacă  $d \in (-0.5, 0)$  procesul este staționar, fiind generate serii cu un comportament antipersistent. Când  $d \in (0.5, 1)$  procesul este nestaționar, fiind puternic persistent pe termen lung. Dependențele de tip memorie lungă conduc la invalidarea modelului de mers aleator al cursurilor bursiere și oferă oportunități de arbitraj pe piața de capital (Mandelbrot, 1971).

O parte dintre seriile de timp staționare prezintă dependențe mici între observațiile aflate la distanțe mari de timp, fapt ce denotă un caracter persistent al fenomenului analizat, respectiv memorie lungă. Metodele statistice utilizate pentru modelarea acestui comportament se încadrează în două abordări: elaborarea unor modele pentru procese integrate fracționat, respectiv metode destinate estimării coeficientului Hurst (Hurst, 1951), care este legat de ordinul de diferențiere fracționată  $d$ , prin relația  $H = d + 0.5$ . În cazul proceselor auto-similare, memoria lungă, deși este o caracteristică globală a seriei de rentabilități, ea reprezintă o reflexie a gradului de netezire locală din serie, cuantificat prin dimensiunea fractală. Între dimensiunea fractală și exponentul Hurst există relația  $D+H=2$ .

Având în vedere specificul dependențelor din rentabilitățile financiare, principalele modele econometrice, dezvoltate în econometria seriilor de timp, utile pentru analiza și modelarea dinamicilor existente în seria rentabilităților sunt cele de tip ARMA (pentru procese staționare), ARFIMA (pentru procese integrate fracționat) sau modelul SETAR (utilizat pentru a captura dependențele neliniare). Dacă ne referim la modelarea varianței, utilizată ca și măsură a volatilității activelor financiare și implicit a riscului, modelele care surprind variabilitatea volatilității în timp sunt cele din clasa GARCH. Există în literatură o serie de extensii ale acestora, introduse cu scopul de a ține seama de diverse caracteristici specifice în principal seriilor financiare (precum IGARCH, TGARCH, GJR- GARCH, EGARCH și altele).

## SINTEZA CAPITOLULUI II

### Distribuția rentabilităților activelor financiare

---

De la o piață de capital la alta se observă particularități specific distribuției rentabilităților, dar în esență s-a conturat un set de proprietăți statistice comune. În principal pentru frecvențe zilnice sau săptămânale, aceasta prezintă cozi mai late decât conform legii normale, urmare a faptului că valorile extreme apar cu o frecvență mai mare. De asemenea, se observă deseori și o ușoară asimetrie de stânga.

De-a lungul timpului au fost propuse mai multe distribuții teoretice, ca posibile alternative pentru modelarea distribuției rentabilităților bursiere. Legile de probabilitate ce descriu funcții putere rămân, în general, bune aproximări ale distribuției rentabilităților, însă gradul de adecvare depinde de piața investigată (Haas & Pigorsch, 2011). Printre legile de probabilitate cu varianță finită, evidențiate de literatura recentă ca fiind bune candidate pentru modelarea distribuției rentabilităților financiare se numără familia distribuțiilor hiperbolice generalizate.

Distribuția hiperbolică generalizată este o distribuție mixtă, de tip distribuție normală mixtă medie- varianță, obținută utilizând distribuția generalizată Gauss inversă GIG (Barndorff-Nielsen & Blæsild, 1981):

$$X = \mu + \beta Z + \sqrt{Z}Y$$

unde  $Y$  urmează legea normală  $N(0,1)$ ,  $Z \sim GIG(\lambda, \delta, \gamma)$ ,  $\gamma = \sqrt{\alpha^2 - \beta^2}$  iar variabilele  $Y$  și  $Z$  sunt independente. În consecință, distribuția condiționată a variabilei  $X$  (de către  $Z$ ) este normală. O astfel de distribuție este adecvată atunci când eșantionul de date nu este omogen, existând însă mai multe sub-eșantioane în care variabila este distribuită după o lege normală de parametri specifici.

Funcția densitate de probabilitate pentru distribuția (univariată) generalizată hiperbolică, în parametrizarea din Prause (1999) este definită prin:

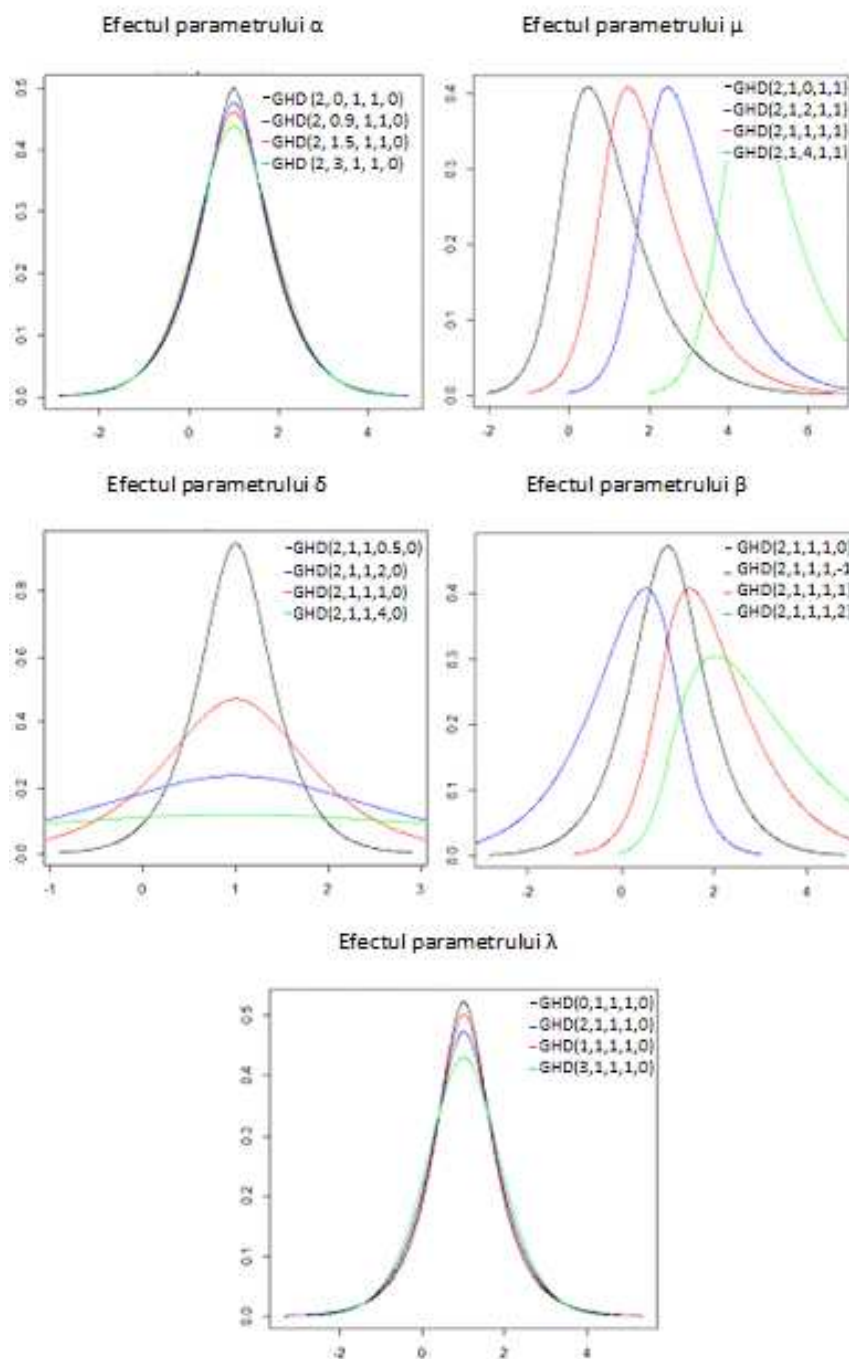
$$f_{GHD}(x; \alpha, \beta, \delta, \mu, \lambda) = a(\lambda, \alpha, \beta, \delta) (\delta^2 + (x - \mu)^2)^{\frac{\lambda-1}{2}} K(\lambda, \alpha, \beta, \delta, \mu),$$

unde,  $K(\lambda, \alpha, \beta, \delta, \mu) = K_{\lambda-\frac{1}{2}}(\alpha\sqrt{\delta^2 + (x - \mu)^2}) \exp(\beta(x - \mu))$  este funcția Bessel modificată și

$a(\lambda, \alpha, \beta, \delta) = \frac{(\alpha^2 - \beta^2)^{\frac{\lambda}{2}}}{\sqrt{2\pi} \alpha^{(\lambda-\frac{1}{2})} \delta^\lambda K_{\lambda}(\delta\sqrt{\alpha^2 - \beta^2})}$  reprezintă factorul de normare. Domeniul de variație al parametrilor este:  $\delta \geq 0, |\beta| < \alpha$  pentru  $\lambda > 0, \delta > 0, |\beta| < \alpha$  pentru  $\lambda = 0$  și  $\delta > 0, |\beta| \leq \alpha$  pentru  $\lambda < 0$ .

Figura 1 prezintă efectul unui parametru asupra formei distribuției, atunci când ceilalți parametri sunt menținuți constanți.

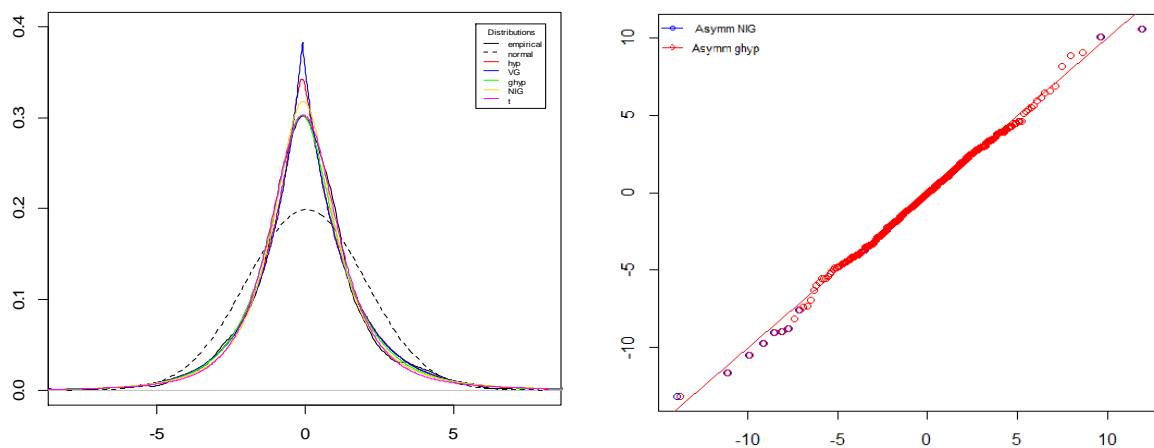
**Figura 1. Distribuția hiperbolică generalizată. Efectul parametrilor**



Sursa: prelucrări proprii

În studiul empiric realizat în cadrul acestui capitol este analizată performanța a cinci subclase de distribuții statistice din familia distribuțiilor hiperbolice generalizate, respectiv distribuția hiperbolică generalizată, distribuția Normală-Gauss Inversă, distribuția Varianță-Gamma, distribuția t-Student asimetrică și distribuția hiperbolică, pentru modelarea distribuției rentabilității unor active reprezentative de pe piața de capital din România, împreună cu indicele Bursei de Valori București, BET. Activele considerate sunt cele cinci Fonduri de Investiții, din perioada 2007-2012. Figura 2 prezintă comparativ graficul legilor investigate și al distribuției empirice pentru indicele BET, precum și graficul Q-Q pentru legile Normală Gauss-Inversă și hiperbolică generalizată.

**Figura 2. Distribuția rentabilităților BET. Graficul cuantilelor pentru legile Normală Gauss-Inversă și hiperbolică generalizată**



Sursa: prelucrări proprii

Criteriile de selecție a celei mai adecvate distribuții au fost considerate gradul de adecvare și abilitatea estimării valorii la risc (VaR). În practică prezintă importanță abilitatea distribuției teoretice în a modela coada stângă a distribuțiilor empirice, ce conține valori negative extreme.

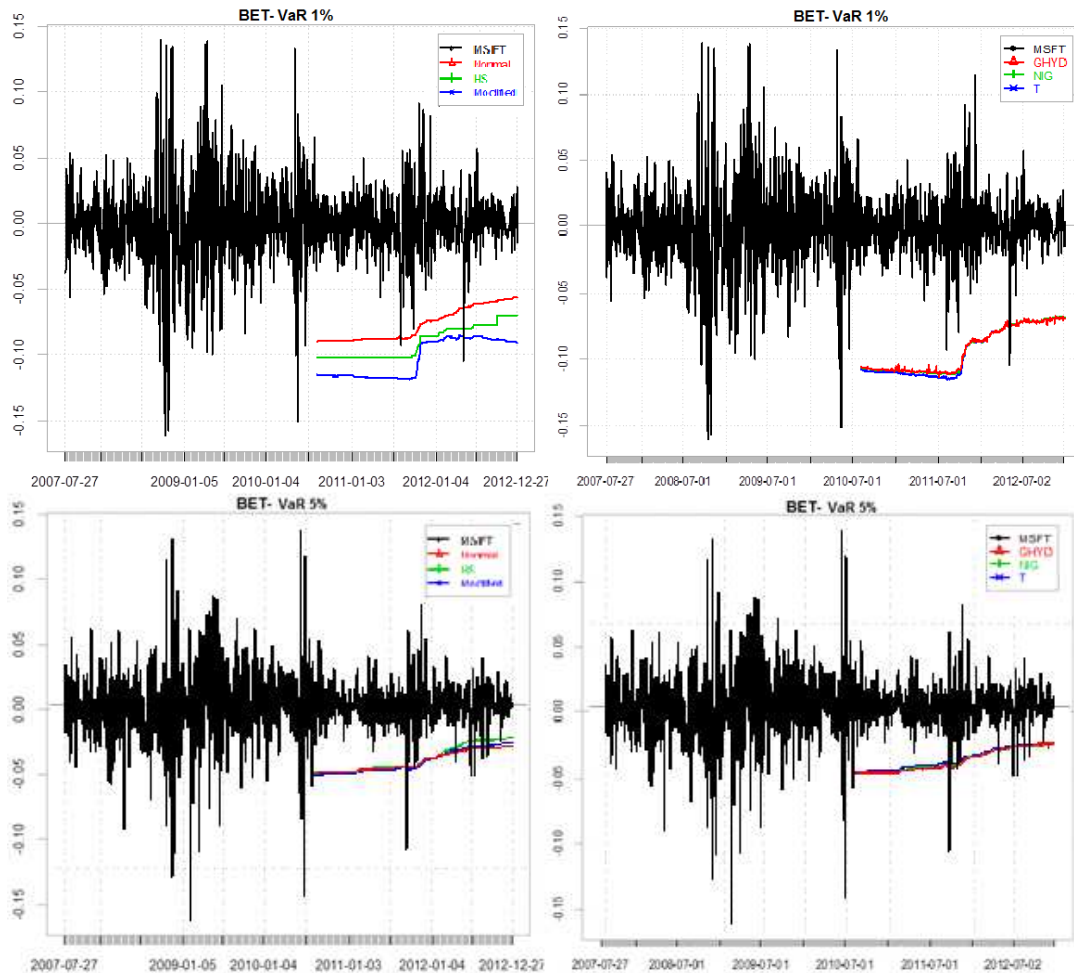
Valoarea la risc cuantifică riscul potențial de pierdere aferent unui activ sau portofoliu de active, pentru un orizont de investiție stabilit și pentru o probabilitate fixată. Atunci când se cunoaște legea de probabilitate a rentabilităților, pentru un nivel de probabilitate  $p$  prestabilit, VaR este definită prin valoarea cuantilă corespunzătoare probabilității  $p$ ,  $F_X(VaR_p) = p$ , unde  $F_X$  reprezintă funcția de repartiție aferentă legii de probabilitate urmată de către rentabilități.

Acuratețea estimării VaR este analizată, în studiul empiric, printr-un test de tip „backtest”. Metodologia de testare presupune împărțirea datelor într-o perioadă de analiză și una de test, având la bază principiul ferestrelor glisante. Deoarece nu există un consens privind lungimea ferestrelor în cazul acestui tip de test, am considerat ferestre cu o lungime de 750 de observații, echivalentul a aproximativ 3 ani de tranzacționare zilnică pe piața de capital. Pe baza rentabilităților din fiecare fereastră este estimată valoarea VaR aferentă zilei următoare perioadei de analiză. Valorile VaR estimate aferente perioadei de test sunt comparate statistic cu valorile înregistrate, pe baza testului Kupiec (1995).

Ipoteza nulă a testului postulează faptul că procentul cazurilor în care pierderea efectiv înregistrată este mai mare decât valoarea VaR estimată este egală cu procentul așteptat corespunzător nivelului de probabilitate fixat (pentru estimarea VaR)  $H_0: \hat{p} = p$ , unde,  $\hat{p} = x/n$  iar  $x$  reprezintă numărul cazurilor în care pierderea este mai mare decât VaR estimată și  $n$  numărul total de observații, iar  $p$  este procentul așteptat corespunzător probabilității utilizate în estimarea VaR. Statistica testului este construită sub forma unui raport de verosimilitate LR,  $LR = -2\ln \left( \frac{p^x(1-p)^{n-x}}{\binom{n-x}{n}n^{-x}\binom{x}{n}^x} \right)$ . Sub ipoteza nulă această statistică urmează legea  $LR \sim \chi^2_{(1)}$ .

Figura 3 prezintă estimațiile obținute pentru valoarea la risc, în cazul indicele BET, respectiv prin metoda normală, istorică și Cornish-Fisher, dar și prin metode parametriche în care se consideră că rentabilitățile urmează o altă distribuție decât cea normală, respectiv distribuția generalizată hiperbolică, Normală Gauss inversă și t- Student asimetrică. Sunt evidențiate, în fiecare caz, valorile VaR estimate pentru perioada de test.

Figura 3. Valoarea la risc pentru BET



Sursa: prelucrări proprii



Studiul empiric dezvoltat pentru piața românească de capital, furnizează rezultate suplimentare, comparativ cu literatura existentă, astfel: a) introduce în analiză legi de probabilitate ce nu au fost studiate, precum distribuția Normală-Gauss Inversă, distribuția Varianță-Gamma, distribuția t-Student asimetrică, distribuția hiperbolică, b) investighează abilitatea legilor investigate în a modela coada stângă a distribuțiilor, prin estimarea și investigarea VaR utilizând teste de backtesting, c) introduce în analiză active de pe piața românească de capital.

Referitor la măsura în care legile de probabilitate din familia considerată reușesc să modeleze distribuția rentabilităților, pentru întreg domeniul de definiție, sintetizăm următoarele concluzii:

- testul KS conduce la respingerea ipotezei conform căreia rentabilitățile urmează legea normală de probabilitate, respectiv legea Varianță-Gamma, rezultat confirmat și prin inspectarea graficelor;
- testul KS respectiv graficele distribuțiilor, sugerează distribuția hiperbolică generalizată, Normală Gauss inversă, și t-Student asimetrică ca fiind bune aproximări pentru legea de probabilitate a rentabilității. Testul KS nu respinge ipoteza nulă aferentă acestor distribuții, la un nivel de semnificativitate de 1%. Distanțele KS sunt relativ apropiate între ele, iar graficele legilor teoretice sunt similare și apropiate de distribuția empirică;
- prin prisma majorității criteriilor, distribuția hiperbolică generalizată pare a fi ușor mai adecvată pentru modelarea distribuției rentabilităților.

Referitor la estimarea Valorii la Risc, respectiv la abilitatea celor cinci clase de distribuții teoretice în a modela coada stângă a distribuțiilor empirice, menționăm următoarele aspecte:

- VaR estimat la 5% nivel de probabilitate (95% nivel de încredere), prin metoda normală, istorică, Cornish- Fisher, are valori apropiate.
- există diferențe semnificative între valorile VaR la 1%, atunci când se compară rezultatele indicate de metoda bazată pe legea normală, metoda istorică respectiv metoda modificată Cornish- Fisher. Cele mai mici pierderi sunt obținute sub ipoteza de lege normală, iar cele mai mari în cazul metodei modificate Cornish- Fisher;
- pe baza distribuțiilor hiperbolică generalizată, Normală Gauss-inversă și t- Student sunt estimate valori apropiate ale cuantilei VaR.

Testul Kupiek conduce la respingerea ipotezei nule, conform căreia procentul cazurilor în care pierderea înregistrată este mai mare decât VaR estimată este egal cu procentul așteptat, atunci când VaR este estimată la 5%. Pentru VaR estimat la 1%, testul Kupiek nu respinge însă ipoteza nulă. În toate cazurile observate, în principal pentru VaR la 5%, în perioada de test s-au înregistrat mai puține cazuri în care rentabilitățile au fost mai mici decât VaR estimat, comparativ cu numărul așteptat. Perioada de test (august 2010-decembrie 2012) a fost caracterizată de o oarecare stabilitate a pieței de capital, nefiind înregistrate un număr mare de rentabilități extreme negative, comparativ cu perioada de analiză (2007-august 2010). Prin urmare, este importantă perioada de analiză considerată, atunci când se realizează predicții privind valoarea VaR, și măsura în care comportamentul rentabilităților din perioada de analiză (în principal prezența valorilor extreme) se poate extrapola și pentru orizontul de timp aferent căruia se anticipează VaR.

## SINTEZA CAPITOLULUI III

### Investigarea formei slabe de eficiență: cazul piețelor de capital europene

---

Fama (1970) admite faptul că eficiența în formă absolută rămâne un ideal greu de atins în practică, iar studiile empirice pot doar să constate cât de tare o piață se apropie de acest ideal. Pornind de la dovezile empirice care susțin această afirmație, un pas înainte în teoria piețelor eficiente îl reprezintă abordarea evolutivă a eficienței informaționale, prin investigarea gradului de eficiență al piețelor din perspectiva dinamicii în timp.

Principala contribuție empirică a acestui capitol constă în analiza gradului de eficiență relativă a 20 de piețe de capital europene, atât din perspectiva dinamicii în timp cât și prin utilizarea mai multor măsuri de cuantificare a deviațiilor de la ipoteza de eficiență. O parte dintre măsurile utilizate pentru a cuantifica gradul de eficiență au fost calculate pentru ansamblul perioadei, dar și pe ferestre glisante, pentru a asigura o mai mare robustețe a valorii estimate.

Dintre măsurile utilizate face parte și o măsură generalizată, propusă relativ recent în literatură, care încorporează atât deviațiile ce apar urmare a existenței, în seria rentabilităților, a unor dependențe pe termen scurt cât și a unora pe termen lung. Ierarhizările au fost realizate pe baza a trei măsuri, respectiv exponentul Hurst, dimensiunea fractală și măsura generalizată. Exponentul Hurst identifică prezența memoriei lungi, dimensiunea fractală este un indicator al memoriei locale, iar măsura generalizată include pe lângă cei doi indicatori și coeficientul de autocorelație de ordinul unu (măsoară memoria de scurtă durată).

Analizăm predictabilitatea rentabilităților bursiere pe baza deviațiilor de la modelul de mers aleator, generate de existența unor dependențe pe termen scurt, liniare sau neliniare, respectiv a dependențelor pe termen lung. Includem aici și teste dezvoltate în teoria piețelor fractale, deoarece odată cu introducerea de către Peters (1994) a acestei teorii s-a conturat o nouă abordare a deviațiilor de la eficiență. În principal, memoria lungă poate fi descrisă, pe baza proprietății de auto-similaritate, prin dimensiunea fractală; aceasta reprezintă o caracteristică locală a seriei de timp. Multifractalitatea a devenit un cadru științific adecvat pentru studiul eficienței.

Beran et al. (2013) realizează o clasificare a testelor destinate investigării memoriei lungi în trei categorii: euristice, parametrice și neparametrice. Din categoria metodelor euristice fac parte: analiza R/S introdusă în Hurst (1951), statistica KPSS (Kwiatkowski et al., 1992), analiza V/S (Giraitis et al., 2003), analiza DFA (Peng et al., 1994) sau metoda de estimare a parametrului  $d$  pe baza agregării temporale (Beran et al., 1995). În cadrul metodelor parametrice de estimare menționăm estimatorul Whittle (Fox & Taqqu, 1986). Metodele de estimare semiparametrice pot fi încadrate la metode de estimare din domeniul analizei spectrale, estimatorul GPH (Geweke & Porter-Hudak, 1983), estimatorul Whittle (Kunsch, 1987), respectiv metode de estimare din domeniul analizei Wavelet (Abry & Veitch, 1998,1999). În acest capitol a fost utilizată pentru estimarea exponentului Hurst metoda domeniului rescalat, R/S. Statistica R/S se calculează ca

diferență între deviația maximă de la medie și deviația minimă, raportată la abaterea standard, ce poate fi descrisă printr-o relație empirică de forma unei funcții putere  $(R/S)_\tau = c\tau^H$ .

În contextul pieței de capital, dimensiunea fractală cuantifică gradul de netezire din graficul seriilor financiare, fiind o măsură a memoriei locale, care se reflectă, pe baza proprietății de auto-similaritate, în cea globală. Metodele de estimare utilizate în acest capitol sunt estimatorii Hall-Wood (1993) și Genton (1998). Metoda Hall-Wood presupune împărțirea seriei de rentabilități în serii de dimensiuni foarte mici, similar unui proces de mărire/ micșorare (zooming), în scopul de a se observa dacă există un tipar în graficul seriei. Graficul seriei se acoperă cu pătrate de dimensiune din ce în ce mai mică. Metoda Genton utilizează estimatorul  $\hat{D}_G = 2 - \frac{\log \hat{V}(\frac{2}{n}) - \log \hat{V}(\frac{1}{n})}{2 \log 2}$ , care are la bază media pătratului diferențelor rentabilităților aflate la  $\frac{l}{n}$  momente de timp distanță.

Din punct de vedere metodologic, pentru a identifica dacă piețele europene considerate prezintă deviații de la forma slabă de eficiență sunt utilizate ca și mărimi ale eficienței exponentul Hurst, dimensiunea fractală și măsura generalizată a gradului de eficiență introdusă de către Kristoufek & Vosvrda (2013). Dependențele pe termen lung sunt estimate pe baza exponentului Hurst, calculat atât pe ansamblul perioadei cât și pe ferestre suprapuse. Metodologia de estimare pe ferestre suprapuse presupune utilizarea, la fiecare pas, a unui număr fix de observații, respectiv 300, și estimarea exponentului Hurst pentru fereastra respectivă. La fiecare pas se formează o nouă fereastră prin introducerea în serie a rentabilității următoare și renunțarea la cea mai veche observație. În acest mod sunt obținute mai multe valori ale exponentului Hurst, respectiv numărul total de rentabilități minus lungimea ferestrei. Exponentul Hurst utilizat în comparații este dat de media între exponentul estimat pe ansamblul perioadei și valoarea mediană a setului de estimări obținut din procedura ferestrelor suprapuse. Dimensiunea fractală este calculată ca și medie a valorii estimate prin metoda Hall-Wood și cea estimată prin metoda Genton.

Măsura generalizată, introdusă de către Kristoufek & Vosvrda (2013), are la bază mărimi ale dependențelor pe termen lung, termen scurt și mărimi ale fractalității, respectiv, exponentului Hurst, coeficientul de autocorelație de ordin unu, și dimensiunea fractală. În calculul măsurii generalizate sunt considerate: media estimatorilor exponentului Hurst pe ansamblul perioadei și pe ferestre suprapuse, media estimatorilor dimensiunii fractale prin metodele Genton și Hall-Wood și coeficientul de autocorelație de ordin unu.

Măsura generalizată de eficiență are forma:

$$EI = \sqrt{\sum_{i=1}^n \left( \frac{\hat{M}_i - M_i^*}{R_i} \right)^2},$$

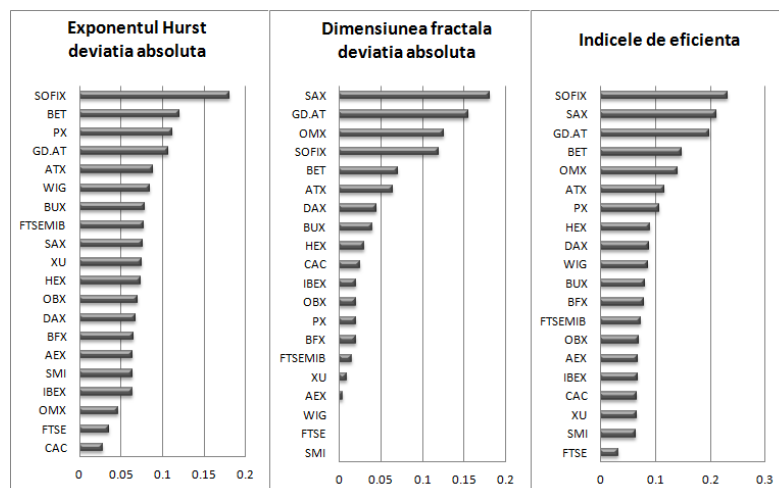
unde,  $\hat{M}_i$  este valoarea estimată a măsurii de eficiență de ordin  $i$ ,  $M_i^*$  este valoarea așteptată a măsurii  $i$  în cazul unei piețe eficiente și  $R_i$  este intervalul în care poate lua valori măsura  $i$ . Această măsură înregistrează valori între 0 și  $\frac{\sqrt{n}}{2}$ , unde  $n$  reprezintă numărul de măsuri luate în

considerare. Atunci când piața este eficientă  $EI = 0$ , iar valoarea  $EI = \frac{\sqrt{n}}{2}$  este aferentă celui mai ridicat grad de ineficiență.

În realizarea clasamentelor indicilor după gradul de deviere de la conceptul de eficiență au fost utilizate deviațiile în valoare absolută ale exponentului Hurst respectiv ale dimensiunii fractale de la valoarea aferentă unei piețe eficiente (0.5 pentru exponentul Hurst, și 1.5 pentru dimensiunea fractală), respectiv măsura generalizată.

Analiza este realizată pentru un set de 20 de indici bursieri aferenți piețelor de capital din Europa, atât indici ai piețelor din țări dezvoltate, cât și din țări cu piețe de capital mai puțin mature. Datele sunt zilnice, și acoperă perioada Ianuarie 1999-Decembrie 2013. Întreaga perioadă a fost împărțită în trei subperioade, astfel: perioada premergătoare crizei economico-financiare (1999-2006), anii 2007-2008 ce marchează debutul și manifestarea crizei financiare, respectiv perioada 2009-2013 în care piețele intră într-o perioadă de stabilitate deși continuă să se resimtă efectele crizei. Figura 4 prezintă clasamentele realizate pe baza celor trei măsuri, folosite pentru a clasifica piețele în funcție de gradul de eficiență, pe ansamblul perioadei.

**Figura 4. Clasamentul indicilor conform exponentului Hurst, Dimensiunea Fractală și Măsura Generalizată a eficienței pentru perioada 1999- 2013**



Sursa: Baciu (2014a)

Pentru întreaga perioadă, 1999-2013, delimităm următoarele concluzii:

- utilizând măsura generalizată, cele mai eficiente piețe sunt piețele de capital mature, din țările dezvoltate, precum Marea Britanie, Franța sau Elveția. Un grad de ineficiență ridicat apare pentru piețele de capital din Bulgaria, Slovacia, Grecia sau România;
- pentru majoritatea indicilor se constată deviații mari în cazul exponentului Hurst, indicând prezența memoriei lungi în rentabilități, mai degrabă decât a memoriei locale;
- în raport cu mărimea generalizată, piața de capital din România ocupă a patra poziție, ca și grad de ineficiență. Exponentul Hurst indică prezența unei memoriei lungi în seria rentabilităților de intensitate ridicată (poziția a doua în clasament).

În Europa, perioada 1999-2013 este marcată de evenimente ce ar putea determina un comportament diferit al pieței pe subperioade de timp: o perioadă de stabilitate (2003-2007), debutul crizei financiare (2007-2008), respectiv o perioadă ce succede crizei financiare (2009-2013). Pentru a analiza acest aspect s-au realizat studii empirice distincte pentru cele trei subperioade, din care punctăm câteva concluzii:

- în perioada 1999-2006 comportamentul relativ al piețelor este similar perioadei de ansamblu, prin prisma celor trei măsuri;
- pentru perioada aferentă debutului crizei financiare (2007-2008) clasamentul nu se modifică semnificativ, fața de perioada anterioară, remarcăm însă o deviație mult mai mare în cazul dimensiunii fractale pentru indicele SAX (Slovacia), comparativ cu celelalte piețe;
- în perioada 2009-2013, piețele prezintă deviații de la ipoteza de eficiență informațională, cele mai mari deviații înregistrându-se însă pe piețele din Finlanda și Polonia, și sunt cauzate mai degrabă de prezența unei memorii locale; apar deviații semnificative ale dimensiunii fractale de la valoarea așteptată. Menționăm faptul că în perioadele anterioare, gradul de eficiență pe cele două piețe era unul mediu.

Per ansamblu, piețele din Bulgaria, Slovacia, Grecia, România prezintă deviații ridicate de la eficiență, în timp ce piețele mature precum cele din Marea Britanie, Franța, Suedia sau Elveția au un ridicat nivel de eficiență.

Rezultatele studiului empiric, asupra eficienței pieței de capital românești, identifică un nivel scăzut de eficiență, respectiv o evoluție pozitivă în timp din punct de vedere al gradului de eficiență informațională. Spre deosebire de studiile existente referitoare la piața românească de capital, acest studiu realizează o abordare mai complexă prin prisma metodologiei utilizate, astfel: a) sunt utilizați indicatori ai eficienței recomandați recent în literatură, pentru identificarea principalelor tipuri de dependențe (dimensiunea fractală, măsura generalizată), b) s-a luat în considerare dinamica în timp prin aplicarea procedurii ferestrelor glisante (în estimarea exponentului Hurst), c) gradul devierii de la eficiență este investigat relativ la principalele piețe mature europene, dar și comparativ cu piețe similar. Piața de capital din România, analizată prin intermediul indicelui BET, se poate încadra în grupul piețelor cu un grad scăzut de eficiență informațională, prezentând potențial de predictabilitate. Acest aspect constituie un prim indiciu că metodele statistice de previziune sau strategiile din analiza tehnică ar putea fi utilizate pentru obținerea de profit.

## SINTEZA CAPITOLULUI IV

### Investigarea formei slabe de eficiență: cazul analizei tehnice

---

Într-o piață eficientă informațional, în care evoluțiile prețului activelor financiare sunt de tip mers aleator sau martingală, analiza tehnică nu conduce la obținerea unui profit susținut (acesta poate exista ocazional); prețurile înglobează imediat și în totalitate informațiile nou sosite pe piață, astfel încât nu există oportunități de arbitraj. Existența unor dependențe în datele istorice și extrapolarea acestora în perspectivă contrazice teoria de piață eficientă și lasă loc, cu rezultate diferite de la o piață la alta și de-a lungul perioadelor de timp, aplicării strategiilor analizei tehnice. Cu toate că teoria financiară a piețelor de capital susține ipoteza de eficiență, existența burselor se datorează interesului investitorilor, interes ce nu ar exista fără o posibilă recompensă financiară. Astfel, practica înclină să susțină potențialul de predictabilitate al mișcărilor de preț în detrimentul eficienței piețelor. De-a lungul timpului au fost dezvoltate o serie de strategii de tranzacționare, dintre care amintim ca fiind cele mai utilizate strategiile de tip medie mobilă, strategia filtrelor, suport și rezistență sau canalele de trend.

Studiile privind profitabilitatea strategiilor analizei tehnice au fost realizate în principal pe piața de capital din Statele Unite ale Americii, dar în timp au început să prezinte interes și alte piețe, atât piețe dezvoltate cât și în curs de dezvoltare. Clasificarea realizată în Irwin & Park (2007) grupează studiile ce se adresează investigării profitabilității analizei tehnice în studii timpurii (1960-1987) și studii moderne (1988-2004). Comparativ cu studiile timpurii, studiile moderne testează un număr mult mai mare de strategii de tranzacționare, încorporează în calculul profitabilității costurile de tranzacționare și/sau riscul asumat, dar utilizează și instrumente mai complexe precum metode de simulare de tip bootstrap, selectează strategiile optime pe baza algoritmilor genetici, testează acuratețea rezultatelor pe baza testelor de data-snooping.

Studiul empiric din acest capitol urmărește două direcții: în prima parte este evaluată performanța analizei tehnice pe piața de capital din România, în contextul existenței dependențelor de tip memorie scurtă respectiv lungă în seriile de rentabilități, iar cea de-a doua parte este dedicată analizei relației dintre excesul de rentabilitate și eficiența informațională. Utilitatea unei astfel de analize se justifică în condițiile în care piața românească de capital deviază de la conceptul de eficiență informațională.

Prin prisma metodologiei utilizate, menționăm următoarele contribuții. În primul rând, au fost utilizate teste recente și adecvate pentru estimarea dependențelor din seriile de rentabilități. Dependențele pe termen scurt sunt măsurate folosind testul Automatic de portmanteau Escanciano & Velasco (2009). Acest test este o versiune îmbunătățită a testului Box-Pierce, și a fost selectat, pentru a fi aplicat, deoarece este robust în prezența heteroscedasticității de formă necunoscută. Testul are la bază ipoteza nulă  $H_0: \rho_j = 0, \forall j \geq 1$ , unde  $\rho_j$  reprezintă autocorelația de ordin  $j$ , și păstrează forma statisticii portmanteau  $AQ = Q_p^*$ , dar permite selecția automată a numărului de întârzieri  $p$ . Acesta se determină pe baza criteriilor informaționale Akaike Information Criterion (AIC) sau Bayesian Information Criterion, iar selecția între cele două criterii se realizează în funcție de autocorelațiile existente în seria rentabilităților. Testul este

aplicat pe ferestre suprapuse în scopul de a surprinde caracterul persistent în timp al memoriei. În fiecare fereastră este calculată statistica testului și se ia o decizie privind acceptarea sau nu a ipotezei nule de mers aleator. În final, se cuantifică numărul de ferestre în care ipoteza nulă este respinsă. Procentul ferestrelor în care ipoteza nulă de mers aleator nu este respinsă reprezintă un indicator al eficienței (Todea & Rusu, 2014); cu cât acest indicator este mai mare cu atât gradul de eficiență al pieței este mai ridicat.

Dependențele pe termen lung sunt cuantificate cu ajutorul exponentului Hurst. Un neajuns al metodei R/S de estimare a exponentului Hurst este faptul că este sensibilă la prezența dependențelor pe termen scurt (Lo, 1991). Pentru a preveni acest neajuns, am estimat exponentul Hurst și pe date obținute din blocuri de rentabilități permutate aleator (Cajueiro & Tabak, 2005a). Blocurile sunt alcătuite dintr-un număr fix de observații, fără a se suprapune. În acest fel sunt eliminate structurile existente în interiorul blocului, însă dependențele pe termen lung rămân neafectate.

A doua contribuție constă în utilizarea unui test de robustețe pentru a verifica performanța strategiei de tranzacționare. Testul de tip data-snooping Hansen's Superior Predictive Ability (Hansen, 2004) s-a aplicat relativ recent în contextul profitabilității strategiilor analizei tehnice, iar pentru piața românească de capital, studiul nostru este, după cunoștințele noastre, printre primele studii ce propune aplicarea acestui test. Ipoteza nulă, aferentă testului Hansen, postulează faptul că cea mai bună regulă de tranzacționare, dintre cele incluse în setul de reguli de tranzacționare, nu este superioară strategiei de referință,  $H_0: \mu \leq 0$ , unde  $\mu$  reprezintă, în contextul analizei tehnice, vectorul format cu valorile așteptate (speranța matematică) ale excesului de rentabilitate al regulilor de tranzacționare față de regula considerată de referință. Ca și strategie de referință este considerată strategia pasivă de cumpărare și păstrare, care constă în a achiziționa active și a le păstra pe întreaga perioadă, indiferent de evoluția acestora. Statistica testului este  $T_n^{SPA} = \max(\max_{k=1, \dots, m} \frac{\sqrt{n} \bar{d}_k}{\hat{\omega}_k}, 0)$ , unde  $\hat{\omega}_k^2 = \text{var}(n^{\frac{1}{2}} \bar{d}_k)$  reprezintă estimatorul varianței excesului de performanță al modelului  $k$ . Pentru a obține valori asimptotice pentru  $p$ -value, sunt utilizate metode de simulare, respectiv metoda propusă de Politis & Romano (1994).

În al treilea rând, este utilizat un mecanism de selecție a celei mai performante reguli de tranzacționare din întreg setul de reguli generate pe baza strategiei de tip medie mobilă compusă (Brock et al, 1992). Media mobilă compusă este alcătuită dintr-o medie mobilă pe termen scurt calculată pentru o perioadă ce variază între 1 și 10 zile, o medie mobilă pe termen lung calculată pentru un număr de zile ce variază între 50 și 200 zile, respectiv o bandă ce variază între 0 și 1% cu un pas de 0.1%, utilizată pentru a evita diferențele nesemnificative între cele două medii mobile. Atunci când diferențele sunt mai mici decât mărimea benzii nu se consideră că a fost generat un semnal de vânzare sau cumpărare. Totalitatea combinațiilor între mediile mobile pe termen scurt, cele pe termen lung și dimensiunea benzii determină întregul set de reguli de tranzacționare, respectiv 16500 de reguli.

Studiul empiric din prima parte a acestui capitol urmărește să evalueze performanța analizei tehnice pe piața de capital din România, în contextul existenței dependențelor de tip memorie scurtă respectiv lungă în seriile de rentabilități. Strategia de tip medie mobilă compusă, care exploatează atât dependențele pe termen scurt cât și cele pe termen lung, a fost investigată pentru

21 dintre activele financiare importante tranzacționate la Bursa de Valori București, în perioada 2003-2012. Perioada analizată permite împărțirea eșantionului în subperioade suficient de lungi, astfel încât testele utilizate să nu fie afectate de lungimea redusă a seriilor de timp. Perioada 2003-2012 este împărțită în două subperioade, definite, pentru fiecare activ, de prețul maxim de închidere atins în cursul anului 2007; acesta a fost considerat ca punct de ruptură în evoluția prețului, datorat impactului crizei.

Tabelul 1 prezintă, pentru fiecare activ, regulile de tranzacționare de tip medie mobilă care returnează cea mai mare rentabilitate în perioada 2007-2012 și valoarea *p-value* a testului de data-snooping privind semnificativitatea excesului de rentabilitate față de strategia pasivă.

**Tabel 1. Cea mai profitabilă strategie de tranzacționare pentru perioada 2007-2012**

Activ	VMA	Rentabilitatea	Rentabilitatea	Data-snooping
		VMA (%)	Buy&Hold (%)	p-value
ALR	MA(8,51,0.1)	2.7052	-1.1985	0.08
ATB	MA(1,88,0.4)	2.3359	-0.9512	0.1
BRK	MA(6,62,0.3)	1.9661	-0.0026	0.12
OIL	MA(9,52,0.1)	3.015	-1.2528	0.09
PREH	MA(5,50,0.5)	1.9384	-0.9557	0.16
SIF1	MA(5,51,0.9)	2.9679	-0.7269	0.31
SIF2	MA(2,51,1)	4.3103	-0.4394	0.41
SIF3	MA(3,50,0.1)	3.8919	-0.6839	0.3
SIF4	MA(1,99,0.8)	1.4652	-0.7253	0.23
SIF5	MA(10,50,0.7)	4.3319	-0.7648	0.28
SNP	MA(5,66,0.5)	1.9907	-0.1759	0.55
DAFR	MA(2,50,0.3)	4.448	-2.2484	0.03
SCD	MA(7,91,0.7)	2.3132	-0.0495	0.21
UAM	MA(10,145,0.2)	0.7707	-0.7946	0.15
SPCU	MA(8,78,0.7)	2.4725	-0.6522	0.13
BRD	MA(8,68,0.6)	2.8881	-1.0473	0.11
EFO	MA(8,57,0.5)	2.503	-1.255	0.17
STZ	MA(9,103,0.1)	0.164	-0.2853	0.31
ELMA	MA(4,62,0.2)	1.3759	0.2493	0.23
ART	MA(8,184,0.9)	1.1143	-1.0592	0.05
IMP	MA(3,68,0.4)	4.3192	-2.7053	0.05

Sursa: prelucrări proprii

Prima parte a studiului identifică, pentru cele două subperioade, mediile mobile compuse cu cea mai mare rentabilitate, din întreg setul de strategii. Superioritatea statistică a acestor strategii față de strategia pasivă de cumpărare și păstrare este verificată pe baza testului de data-snooping. Pentru perioada 2003-2007 excedentul de rentabilitate nu este semnificativ statistic. În perioada 2007-2012, deși rentabilitatea celei mai profitabile reguli de tranzacționare depășește rentabilitatea strategiei de cumpărare și păstrare, pentru toate activele, ipoteza nulă se respinge doar pentru 6 (din cele 21) active, la un nivel de semnificativitate de 10%.



A doua parte a acestui capitol este dedicată analizei relației dintre excesul de rentabilitate și eficiența informațională, pentru piața de capital din România; analiza este realizată pentru cele două subperioade, 2003-2007 respectiv 2007-2012. Pentru explicarea excesului de rentabilitate, printr-un model de regresie liniară, au fost utilizate mărimi ce cuantifică devierea de la ipoteza de eficiență informațională a pieței de capital dar și factori de natură micro-economică, respectiv riscul asociat titlului și rentabilitatea capitalurilor proprii. Devierea de la ipoteza de eficiență este cuantificată prin Exponentul Hurst, respectiv prin procentul ferestrelor în care testul Escanciano & Lobato (2009) respinge ipoteza conform căreia nu există autocorelații (memoria scurtă) în seria rentabilităților. Abaterea standard a rentabilităților este folosită ca și proxy pentru riscul asociat activului (Nelson, 1991; Glonsten et al., 1993), iar ROE (*return on equity*) este indicatorul micro-economic de rentabilitate al capitalului propriu. Rata ROE este unul dintre cei mai importanți indicatori de măsurare ai performanței companiei (Cajueiro & Tabak, 2004).

Tabelul 2 cuprinde, pentru perioada 2007-2012, valorile estimate aferente variabilelor, respectiv exponentul Hurst estimat pe ansamblul perioadei, exponentul Hurst estimat pe date permutate în bloc, procentul ferestrelor în care este respinsă ipoteza de mers aleator și excesul de rentabilitate al strategiei medie mobilă față de strategia de cumpărare păstrare.

**Tabel 2. Valorile înregistrate de variabile pentru perioada 2007-2012**

Activ	Exponentul Hurst	Memoria lungă	Memoria scurtă (%)	Exces de rentabilitate
ALR	0.6413	0.6552	0.23	3.9037
ATB	0.5964	0.596	0.21	3.2871
BRK	0.6421	0.6393	0.28	1.9687
OIL	0.6021	0.5984	0.02	4.2678
PREH	0.59	0.5541	0.15	2.8941
SIF1	0.6172	0.6243	0.45	3.6948
SIF2	0.6549	0.6624	0.35	4.7497
SIF3	0.6258	0.6376	0.3	4.5758
SIF4	0.5821	0.5864	0.1	2.1905
SIF5	0.6465	0.6578	0.3	5.0967
SNP	0.609	0.6118	0.16	2.1666
DAFR	0.6765	0.6778	0.18	6.6964
SCD	0.6519	0.6397	0.25	2.3627
UAM	0.4541	0.4641	1	1.5653
SBCU	0.5944	0.5802	0.25	3.1247
BRD	0.653	0.6338	0.03	3.9354
EFO	0.5474	0.5136	0.86	3.7580
STZ	0.5149	0.5098	1	0.4493
ELMA	0.5969	0.5948	1	1.1266
ART	0.573	0.55	0.51	2.1735
IMP	0.6237	0.6085	0.48	7.0245

Sursa: prelucrări proprii

Prezența dependențelor în seriile de rentabilități este un prim indiciu că strategiile analizei tehnice ar putea fi profitabile. Apare întrebarea în ce măsură prezența dependențelor pe termen lung sau scurt, duce la obținerea de beneficii financiare. Rezultatele empirice arată că prezența

memoriei lungi influențează în mod pozitiv și semnificativ statistic excesul de rentabilitate. Prezența memoriei scurte în seria rentabilităților nu are însă influență semnificativă asupra excesului de rentabilitate. Excesul de rentabilitate se asociază pozitiv cu variabilele specifice firmei, riscul având coeficient semnificativ statistic în ambele perioade, în timp ce rentabilitatea capitalurilor proprii contribuie semnificativ la explicarea varianței variabilei dependente doar în a doua perioadă. Sunt obținute rezultate similare și atunci când se ia în considerare costul de tranzacționare (de 0.3%). Prin urmare, relativ la relația între excesul de rentabilitate și prezența dependențelor în seria rentabilităților, rezultatele empirice susțin faptul că excesul de rentabilitate al strategiei de tip medie mobilă se datorează mai degrabă dependențelor de tip memorie lungă, și nu celor de tip memorie scurtă.

## CONCLUZII GENERALE ȘI DIRECȚII VIITOARE DE CERCETARE

---

Prin această lucrare ne-am propus să aducem un plus de cunoaștere în contextul metodelor statistice adecvate pentru modelarea comportamentului prețurilor activelor financiare, tranzacționate pe piața de capital. Realizarea acestui obiectiv necesită înțelegerea teoriilor economice ce guvernează piețele de capital, precum și identificarea, din spectrul larg al statisticii aplicate, a instrumentelor statistice adecvate pentru delimitarea proprietăților statistice specifice rentabilităților respectiv pentru analiza dinamicii prețului activelor financiare. Rezultatele demersului nostru, condus din perspectivă teoretică respectiv empirică, sunt utile investitorilor participanți la bursă, precum și cercetătorilor din mediul academic.

Conceptul fundamental al teoriei financiare a piețelor de capital este cel de eficiență, construit pe ipoteza unei piețe în care participanții au un comportament rațional, respectiv au acces imediat și nelimitat la orice informație de interes. Studiile mai recente atrag însă atenția asupra unui posibil comportament irațional și neașteptat al participanților, ca reacție la informațiile de pe piață, respectiv asupra existenței unor limitări privind accesul egal la informație și încorporarea imediată a informațiilor în preț, aspecte ce conduc la devieri de la eficiență. Cele mai cunoscute teorii alternative/ complementare teoriei eficienței informaționale a piețelor, sunt teoria finanțelor comportamentale, teoria piețelor adaptive, respectiv ipoteza piețelor fractale.

Prin utilizarea unei metodologii de studiu adecvate și totodată actuale, ne-am îndreptat atenția către identificarea proprietăților statistice ale prețurilor/ rentabilităților bursiere, mai exact către aspecte ce țin de distribuția rentabilităților bursiere, risc și predictabilitate. Am pornit de la premiza, susținută prin rezultatele empirice din studii precedente, că rentabilitățile bursiere urmează o lege de distribuție mai înaltă și cu cozi mai late decât legea normală. Deși studiile existente nu identifică cea mai adecvată distribuție, familia distribuțiilor hiperbolice generalizate conține distribuții ce pot fi, în opinia noastră, potențiale candidate, datorită proprietăților teoretice ale acestora.

Studiul empiric condus asupra unui set de active de pe piața românească de capital, identifică în principal distribuția hiperbolică generalizată, dar și distribuția Normală Gauss inversă respectiv t-Student asimetrică ca fiind bune aproximări (semnificativ superioare legii normale) pentru legea de probabilitate a ratei rentabilității activelor. O atenție aparte a fost acordată modelării cozii stângi a distribuției empirice, unde apar rentabilitățile negative extreme. O primă utilitate practică ce rezultă din cunoașterea legii de probabilitate ce descrie comportamentul rentabilităților bursiere este estimarea valorii la risc, instrument principal în managementul riscului. Valoarea la risc este estimată prin metode parametrice și neparametrice clasice, însă am considerat important de analizat și capacitatea metodelor de anticipare a valorii VaR. Abilitatea metodelor de estimare de a anticipa corect pierderea potențială maximă, la un anumit nivel de încredere, este investigată statistic prin aplicarea unui test de tip backtesting, fundamentat pe procedura ferestrelor glisante. Referitor la familia de distribuții recomandată prin studiul nostru, cele trei distribuții, respectiv distribuția hiperbolică generalizată, normala Gauss inversă și t-Student conduc la rezultate similare pentru valorile cuantile VaR.

Analiza empirică, din această lucrare, privind predictabilitatea prețurilor activelor, se înscrie în tendințele recente, care consideră eficiența din perspectivă evolutivă și acceptă existența unor perioade cu grade diferite de eficiență. O astfel de abordare permite identificarea unor factori cu contribuție semnificativă la modificarea gradului de eficiență și implicit, care devin potențiale surse de predictabilitate pe piață. S-a urmărit aici, din perspectivă statistică, utilizarea unor măsuri statistice adecvate pentru detectarea mai multor tipuri de dependențe (memorie scurtă, memorie lungă, memorie locală), ce ar putea fi prezente în seria rentabilităților. Pentru selecția măsurilor statistice s-au avut în vedere și proprietățile tipice ale rentabilităților financiare (în principal heteroscedasticitatea, distribuția non-normală).

Conform recomandărilor recente, rezultatele empirice au fost rafinate prin utilizarea ferestrelor glisante respectiv prin estimarea mărimilor statistice pe date permutate în bloc. Utilizarea unei astfel de metodologii permite construirea unor mărimi care să caracterizeze gradul de deviere de la eficiența informațională și să plaseze comparativ diverse piețe de capital în funcție de gradul de eficiență. Analiza empirică este condusă în contextul conceptului de eficiență relativă. Aceste mărimi ce măsoară intensitatea dependențelor, de tip dependențe pe termen scurt respectiv pe termen lung, din seria rentabilităților au fost utilizate pentru a ierarhiza cele mai importante piețe de capital europene din perspectiva gradului de eficiență. Totodată, aceste mărimi au fost utilizate ca și variabile explicative în modelele ce explică excesul de rentabilitate al strategiilor de tip medie mobilă. Rezultatele empirice obținute, cu privire la gradul de eficiență, plasează piața de capital din România între piețele cu cele mai mari deviații de la eficiență (alături de piețele de capital din Bulgaria, Slovacia sau Grecia), în ierarhia piețelor de capital din Europa.

În contextul rezultatelor precedente privind deviațiile de la eficiență, constatate pe piața de capital din România, am considerat oportun să analizăm profitabilitatea strategiei de tranzacționare de tip medie mobilă compusă pe piața de capital din România, și măsura în care această strategie poate conduce la un exces de rentabilitate semnificativ (față de strategia pasivă cumpără și păstrează). S-a identificat, pentru fiecare activ, media mobilă ce returnează cel mai mare exces de rentabilitate, față de strategia pasivă de tip cumpără și păstrează.

Studiul a fost realizat pentru două subperioade de timp, respectiv înainte și după începerea crizei financiare globale. Am considerat important să asigurăm credibilitate statistică rezultatelor obținute, prin aplicarea unui test de tip data-snooping (Hansen' Superior Predictive Ability test), rar utilizat în studiile de specialitate, care testează ipoteza nulă conform căreia cea mai profitabilă regulă de tranzacționare (de tip medie mobilă compusă, în cazul nostru) nu este superioară strategiei de referință. Pentru perioada 2003-2007 excesul de rentabilitate față de strategia cumpără și păstrează nu este semnificativ statistic, iar în perioada 2007-2012, deși rentabilitatea celei mai profitabile reguli de tranzacționare depășește rentabilitatea strategiei de referință, pentru toate activele, ipoteza nulă se respinge doar pentru 6 (din cele 21) active.

Prezența dependențelor în seriile de rentabilități, măsurate prin exponentul Hurst respectiv pe baza testului Escanciano & Lobato (2009), este un prim indiciu că strategiile analizei tehnice ar putea fi profitabile. A doua parte a demersului empiric privind profitabilitatea strategiei medie mobilă compusă, sugerează faptul că excesul de rentabilitate se asociază pozitiv cu intensitatea dependențelor de tip memorie lungă din seria rentabilităților, precum și cu variabilele specifice firmei, precum nivelul de risc. Prin urmare, dependențele pe termen lung din seria rentabilităților pot fi exploatate de către investitori în scopul obținerii de beneficii.

Suplimentar studiilor empirice realizate pe parcursul celor trei capitole ale lucrării, conduse în principal pentru piața de capital din România, am acordat o atenție aparte definirii conceptelor teoretice, teoriilor financiare ce motivează demersurile empirice, respectiv selecției, motivării, și prezentării tehnicilor statistice aplicate. Fiecare studiu empiric este încadrat în literatura de specialitate recentă, prin evidențierea rezultatelor obținute în studiile precedente, respectiv prin indicarea contribuțiilor aduse.

Cuvintele cheie în jurul cărora se concentrează tehnicile statistice utilizate sunt cele de rentabilitate respectiv profitabilitate, noțiuni simple ce se materializează într-un câștig financiar, dar care sunt efectul unei combinații ample de factori microeconomici, macroeconomici și chiar psihologici. La succesul transformării informațiilor în profit contribuie și utilizarea unei metodologii statistice adecvate proprietăților datelor, metodologie aplicată pentru a prelucra, a înțelege și modela, iar mai apoi a aplica informațiile desprinse.

Studiile empirice din această lucrare au ca și scop analiza caracteristicilor statistice și a dinamicii rentabilităților/ prețurilor activelor de pe piața românească de capital. Deși rezultatele obținute pe parcursul demersului nostru științific aduc un plus de informație literaturii existente, în principal literaturii empirice privind piața de capital românească, se pot identifica limite ale prezentei cercetări, de natură să sugereze câteva direcții viitoare de cercetare.

O primă direcție viitoare de studiu, referitoare la legile de probabilitate identificate ca fiind adecvate pentru rentabilitățile zilnice aferente celor 5 active considerate, respectiv distribuția hiperbolică generalizată, normală Gauss inversă și t- Student, constă în extinderea analizei asupra unui set mai amplu de active, de pe piața românească respectiv străină. De asemenea, testul Anderson-Darling poate fi o alternativă la testul KS, întrucât acordă o importanță mai mare abaterilor funcției de repartiție empirice de la cea teoretică pentru cozile distribuției. Studiul privind estimarea valorii la risc a relevat importanța pe care o are alegerea perioadei de analiză respectiv a perioadei de test, atunci când se testează abilitatea de predicție a metodei de estimare, aspect ce poate fi aprofundat, în scopul delimitării unor posibile repere în alegerea celor două perioade.

Studiul privind eficiența relativă a piețelor de capital utilizează deviațiile exponentului Hurst respectiv ale dimensiunii fractale de la valoarea aferentă unei piețe eficiente. Din perspectivă statistică ne întrebăm în ce măsură aceste diferențe diferă semnificativ de zero, pentru a putea identifica piețele cu deviații semnificative, din punct de vedere statistic, de la ipoteza de eficiență. Răspunsul la această întrebare poate constitui o direcție viitoare de cercetare.

Profitabilitatea strategiilor mediei mobile este studiată relativ la strategia de cumpărare păstrare. Ori, după cum s-a observat în studiul empiric, strategia pasivă de cumpărare și păstrare conduce la rentabilități ridicate atunci când în perioada de analiză cursurile înregistrează o tendință de creștere. Alegerea adecvată a strategiei de referință, utilizarea și a altor criterii de profitabilitate, aplicarea unor teste statistice de semnificativitate a profitabilității, respectiv luarea în considerare a riscului asumat de către investitor, atunci când se analizează profitabilitatea unei strategii de tranzacționare, sunt demersuri științifice ce pot conduce la rezultate utile participanților pe piața de capital.

## REFERINȚE BIBLIOGRAFICE- SELECȚIE

---

1. Aas, K.. & Haff, D.H., (2005), NIG and skew Student's t: Two special cases of the generalized hyperbolic distribution, SAMBA Norwegian Computing Center, disponibil la <http://www.nr.no/files/samba/bff/SAMBA0105.pdf>, accesat la 24.06.2014
2. Aas, K.. & Haff, D.H., (2006), The Generalized Hyperbolic Skew t-Distribution, *Journal of Financial Econometrics*, 4 (2), p. 275-309
3. Achelis, S., (2001), Technical analysis from A to Z, 2nd edition, *McGraw Hill Professional*
4. Akaike, H., (1974), A new look at the statistical model identification, *IEEE Transactions on Automatic Control*, 19 (6), p. 716- 723
5. Alexander, S., (1961), Price movements in speculative markets: Trends or random Walks, *Industrial Management Review*, 2( 2), p. 7-26
6. Alexander, S., (1964), Price movements in speculative markets: Trends of random walks, 2 în Cootner, ed., *The random character of stock market prices*, MIT-Cambridge, p. 338- 372
7. Anderson, R.M., Eom, K.S., Hahn, S.B. & Park, J.H., (2008), Stock return autocorrelation is not spurious, *Quantitative Finance*, 8(4), p. 341-349
8. Anderson, R.M., Eom, K.S., Hahn, S.B. & Park, J.H., (2013), Autocorrelation and partial price adjustment, *Journal of Empirical Finance*, 24, p. 78-93
9. Anghel, D., (2013), How reliable is the moving average crossover rule for an investor on the Romanian stock market?, *The Review of Finance and Banking*, 5, 89-115
10. Anghel, D., (2015), Market efficiency and technical analysis in Romania, *International Journal of Finance Research*, 6(2), p.164-167
11. Bachelier, L., (1900), Theorie de la speculation, *Annales Scientifiques de l'Ecole Normale Supérieure*, 3<sup>eme</sup> serie, Tome, 17, p. 21-86
12. Baciu, O.A., (2013), Investigation of the profitability of moving average strategies on the Romanian stock market, *Theoretical and Applied Economics*, p. 290- 298
13. Baciu, O.A., (2014a), Ranking capital markets efficiency: The case of twenty European stock markets, *Journal of Applied Quantitative Methods*, 9(3), p. 24-33
14. Baciu, O.A., (2014b), Value-at-Risk estimation on Bucharest Stock Exchange, *Journal of Applied Quantitative Methods*, 9(4), p. 40-50
15. Baciu, O.A., (2015), Generalized hyperbolic distributions: empirical evidence on Bucharest Stock Exchange, *The Review of Finance and Banking*, 7(1), p. 7-18
16. Baillie, R.T., (1996), Long memory processes and fractional integration in econometrics, *Journal of Econometrics*, 73, p. 5-59
17. Baillie, O.A., Bollerslev, T. & Mikkelsen, H.O., (1996), Fractionally integrated generalized autoregressive conditional heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, 74, p. 3-30
18. Barndorff-Nielsen, O.E., (1977), Exponentially decreasing distributions for the logarithm of particle size, *Proceedings Royal Society London, Series A*, 353, p. 401- 419
19. Barndorff-Nielsen, O.E., (1997), Normal Inverse Gaussian distributions and the modeling of stock returns, *Scandinavian Journal of Statistics*, 24, p. 1-13
20. Barndorff- Nielsen, O.E. & Blaesild, P., (1981), Hyperbolic distributions and ramifications: Contributions to theory and applications, în Taillie, C., Patil, G.P. & Baldessari, B.A., editors of *Statistical distributions in scientific work*, 4, p. 19-44
21. Barndorff- Nielsen, O.E. & Shephard, N., (2001), Normal modified stable processes, *Economics Papers W6*, Economics Group, Nuffield College, University of Oxford
22. Beran, J., Feng, Y., Ghosh, S. & Kulik, R., (2013), *Long memory processes: probabilistic properties and statistical methods*, Springer
23. Bernstein, P., (1998), Why the efficient market offers hope to active management, *Economics and Portfolio Strategy*, New York: Peter Bernstein, Inc
24. Blattberg, R. & Gonedes, N., (1974), A comparison of Stable and Student distributions as statistical models for stock prices, *Journal of Business*, 47, p. 244-280
25. Bollerslev, T., (1986), Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity, *J Econom*, 31, p. 307-327
26. Box, G. & Pierce, D.A., (1970), Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models, *Journal of the American Statistical Association*, 65, p. 1509-1526

## Investigații statistice privind comportamentul prețurilor activelor financiare- cazul pieței de capital

27. Brock, W., Lakonishok, J. & LeBaron, B., (1992), Simple technical trading rules and the stochastic properties of the returns, *The Journal of Finance*, 47 (5), p. 1731-176
28. Brown, A., (2008), Counterpoint: Capital inadequacy, *Global Association of Risk Professionals*, 42, p. 19-26
29. Cajueiro, D. O. & Tabak, B. M., (2004), Evidence of long range dependence in Asian equity markets: the role of liquidity and market restrictions, *Physica A*, 342, p. 656-664
30. Cajueiro, D. O. & Tabak, B. M., (2005a), Possible causes of long-range dependence in the Brazilian stock market, *Physica A*, 345, p. 635-645
31. Cajueiro, D.O. & Tabak, B.M., (2005b), Ranking efficiency for emerging equity markets II. *Chaos, Solitons and Fractals*, 22, p. 349-352
32. Cajueiro, D.O. & Tabak, B.M., (2005c), The rescaled variance statistic and the determination of the Hurst exponent, *Mathematics and Computers in Simulation*, 70, p. 172- 179
33. Cajueiro, D.O. & Tabak, B.M., (2005d), Testing for long range dependence in banking equity indices, *Chaos, Solitons and Fractals*, 26, p. 1423-1428
34. Cajueiro, D. O. & Tabak, B. M., (2007), Long-range dependence and market structure, *Chaos, Solitons and Fractals*, 31, p. 995-1000
35. Cajueiro, D.O. & Tabak, B.M., (2008), Testing for time-varying long-range dependence in real state equity returns, *Chaos, Solitons and Fractals*, 38, p.293-307
36. Cajueiro, D.O., Gogas, P. & Tabak, B.M., (2009), Does financial market liberalization increase the degree of market efficiency? The case of the Athens stock exchange, *International Review of Financial Analysis*, 18, p. 50-57
37. Campbell, J. Y., Lo, A., & MacKinlay, C., (1997), *The econometrics of financial markets*, Princeton University Press
38. Campbell, J. Y., Grossman, S. J. & Wang, J., (1993), Trading volume and serial correlation in stock returns trading volume and serial correlation in stock returns. *The Quarterly Journal of Economics*, 108 (4), p. 905-939
39. Cheng, C.W., Huang, C.S. & Lai, H.W., (2009), The impact of data snooping on the testing of technical analysis an empirical study on Asian stock markets, *Journal of Asian Economics*, 20(5), p. 580-591
40. Cheong, C.W., Nor, A.H.S.M. & Isa, Z., (2007), Asymmetry and long-memory volatility: some empirical evidence using GARCH. *Physica A*, 373, p. 651-664
41. Chordia, T., Roll, R., & Subrahmanyam, A., (2008), Liquidity and market efficiency, *Journal of Financial Economics*, 87, p. 249-268
42. Christoffersen, P. F., (1998), Evaluating interval forecasts, *International Economic Review*, 39, p. 841- 862
43. Chung, D., & Hrazdil, K., (2010), Liquidity and market efficiency: A large sample study, *Journal of Banking and Finance*, 34, p. 2346-2357
44. Cootner, P. H., (1962), Stock prices: Random vs. Systematic changes, *Industrial Management Review*, 3(2), p. 24-45
45. Cont, R., (2001), Empirical properties of asset returns: stylized facts and statistical issues. *Quantitative Finance*, 1, p. 223-236
46. Cont, R., (2005), Long range dependence in financial markets, *Fractals in Engineering*, p. 159-179
47. De Bondt, W. F. M. & Thaler, R., (1985), Does the market overreact?, *The Journal of Finance*, 40 (3), p. 793- 805
48. Di Matteo, T., Aste, T. & Dacoragna, M. (2003), Scaling behaviors in differently developed markets, *Physica A*, 324, p. 183- 188
49. Di Matteo, T., Aste, T. & Dacoragna, M., (2005), Long-term memories of developed and emerging markets; Using the scaling analysis to characterize their stage of development, *Journal of Banking & Finance*, 29, p. 827- 851
50. Dickey, D.A. & Fuller, W.A., (1979), Distribution of the estimators for autoregressive time series with a Unit Root, *Journal of the American Association*, 74(366), p. 427- 431
51. Diebold, F.X., (1986), Testing for serial correlation in the presence of heterokedasticity, *Proceedings of the American Statistical Association*, p. 323- 328
52. Diebold, F.X., & Inoue, A., (2001), Long memory and regime switching, *Journal of Econometrics*, 105, p. 131-159
53. Dima, B., Pirtea, M. & Murgea, A., (2006), Testarea eficienței informaționale a pieței financiare din Romania, *Economie teoretică și aplicată*, 1(426)
54. Dragotă, V. & Mitrică, E., (2004), Emergent capital markets' efficiency: The case of Romania, *European Journal of Operational Research*, Elsevier, 155(2), p. 353-360
55. Eberlein, E. & Keller, U., (1995), Hyperbolic distributions in finance, *Bernoulli*, 1, p. 281-299

## Investigații statistice privind comportamentul prețurilor activelor financiare- cazul pieței de capital

56. Einstein, A., (1905), Über die von der molekularkinetischen Theorie der Wärme geforderte Bewegung von in ruhenden Flüssigkeiten suspendierten Teilchen, *Annals of Physics*, p. 322
57. Engle, R., (1982), Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of Variance of United Kingdom Inflation, *Econometrica*, 50(40), p. 987-1007
58. Engle, R. (2004). Risk and Volatility: Econometric Models and Financial Practice, *American Economic Review*, 94(3)
59. Eom, C.G. & Jung, W.S., (2008), Relationship between efficiency and predictability in stock price change, *Physica A*, 287, p. 5511- 5517
60. Escanciano, J.C. & Velasco, C., (2006), Generalized spectral tests for the martingale difference hypothesis. *Journal of Econometrics* ,134, p. 151-185
61. Escanciano, J.C & Lobato, I.N., (2007), *Testing the martingale hypothesis*. In: Patterson, K., Mills, T.C. (Eds.), *Palgrave Handbook of Econometrics*, MacMillan, Palgrave (in press)
62. Escanciano, J.C. & Lobato, I.N., (2009), An automatic portmanteau test for serial correlation, *Journal of Econometrics*, 151 (2), p. 140- 149
63. Falconer, K., (1990), *Fractal geometry. Mathematical foundations and applications*, John Wiley & Sons, England
64. Fama, E., (1965), The behavior of stock market prices, *Journal of Business*, 38, p. 34-105
65. Fama, E., (1965a), Portfolio analysis in a Stable Paretian market, *Management Science*, 11
66. Fama, E. & Blume, M., (1966), Filter rules and stock market trading, *Journal of Business*, 39, p. 226-241
67. Fama, E. (1970), Efficient capital markets: A review of theory and empirical work, *Journal of Finance*, 25 (3), *Papers and Proceedings of the Twenty-Eighth Annual Meeting of the American Finance Association New York*, N.Y. December, 28-30, 1969, p. 383-417
68. Fama, E., (1991), Efficient capital markets: II, *Journal of Finance*, 46 ( 5), p. 1575- 1617
69. Fama, E., (1998), Market efficiency, long-term returns and behavioral finance, *Journal of Financial Economics*, 49(3), p. 283-306
70. Farmer, D. & Lo, A. (1999), Frontiers of finance: Evolution and efficient markets, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 96, p. 9991-9992
71. Favre, L. & Galeano, J.A., (2002), Mean-modified Value-at-Risk optimization with hedge funds, *Journal of Alternative Investments*, 6, p. 21-25
72. Gneiting, T., Sevcikova, H. & Percival, D., (2012), Estimators of fractal dimension: Assessing the roughness of time series and spatial data, *Statistical Science*, 47 (2), p. 247-277
73. Greene, M.T. & Fielitz, B.D., (1977), Long-term dependence in common stock returns, *Journal of Financial Economics* 4, p.339–349
74. Grossmann, S.J. & Stiglitz, J.E., (1980), On the impossibility of informationally efficient markets, *American Economic Review*, 70, p. 393- 408
75. Gu, A.Y. & Finnerty, J., (2002), The evolution of market efficiency: 103 years daily data of the Dow, *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 18, p. 219-237
76. Gu, R., Shao, Y. & Wang, Q., (2013), Is the efficiency of stock market correlated with multifractality? An evidence from the Shanghai stock market, *Physica A*, 392, p. 361-370
77. Haas, M. & Pigorsch, M., (2011), *Financial economics, fat-tailed distributions, Complex systems in finance and econometrics*, Springer, New York, p. 308- 339
78. Hall, P. & Wood, A., (1993), On the performance of box-counting estimators of fractal dimension, *Biometrika*, 80(1), p. 246-252
79. Hamilton, W.P., (1922), *The stock market barometer*, Harper & Brothers Publishers, New York & London
80. Hansen, B., (1994), Autoregressive conditional density estimation, *International Economic Review*, 35, p. 705-730
81. Hansen, B.E., (1999), Testing for linearity, *Journal of Economic Surveys*, 13, p. 551-576
82. Hansen, P. R., (2005), A test for superior predictive ability, *Journal of Business & Economic Statistics*, 23, p. 365-380
83. Hinich, M.J., (1996), Testing for dependence in the input to a linear time series model, *Journal of Nonparametric Statistics*, 6, p. 205-221
84. Hsu, P. H. & Kuan, C. M., (2005), Reexamining the profitability of technical analysis with data snooping checks, *Journal of Financial Econometrics*, Society for Financial Econometrics, 3(4), p. 606-628
85. Huang, B., (1995), Do Asian stock market prices follow random walk? Evidence from the variance ratio test, *Applied Financial Economics*, 5(4), p. 251-256



## Investigații statistice privind comportamentul prețurilor activelor financiare- cazul pieței de capital

86. Hurst, H. E., (1951), Long-term storage capacity of reservoirs, *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 116, p. 770-799
87. Jagadeesh, N., (1990), Evidence of predictable behavior of security returns, *Journal of Finance*, 45 (3), p. 881-898
88. Jarque, C.M. & Bera, A.K., (1980), Efficient tests for normality, homoscedasticity and serial independence of regression residuals, *Economic Letters*, 6 (3), p. 255- 259
89. Jensen, M. C. (1967), Random walks: Reality or myth- Comment, *Financial Analysts Journal*, 23, p. 77-85
90. Jensen, M.C. & Benington, G.A., (1970), Random Walks and Technical Theories: Some additional evidence, *Journal of Finance*, 25, p. 469- 482
91. Jondeau, E. & Rockinger, M., (2003), Testing for differences in the tails of stock-market returns, *Journal of Empirical Finance*, 10, p. 559–581
92. Kahneman, D. & Tversky, A., (1979), Prospect theory: An analysis of decision under risk, *Econometrica*, 47(2), p. 263-292
93. Kahneman, D. & Tversky, A., (1981), The framing of decisions and the psychology of choice, *Science*, 211(4481), p. 453-458
94. Kendall, M. G., (1953), The analysis of economic time-series- Part I: Prices, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 116 ( 1), p. 11-25
95. Kim, J.H., (2009), Automatic variance ratio test under conditional heteroskedasticity, *Finance Research Economics Letters*, 6, p. 179-185
96. Koedijk, K.G., Schafgans, M.M.A. & de Vries, C.G., (1990), The tail index of exchange rate returns, *J Int Econ*, 29, p. 93–108
97. Kristoufek, L. & Vosvrda, M., (2013), Measuring capital market efficiency: Global and local correlations structure, *Physica A*, 392, p. 184-193
98. Kristoufek, L. & Vosvrda, M., (2014), Measuring capital market efficiency: Long-term memory, fractal dimension and approximate entropy, *Physica A*, 392
99. Kupiec, P., (1995), Techniques for Verifying the Accuracy of Risk Management Models, *Journal of Derivatives*, 3, p. 73-84
100. Lazar, D., Filip, A. & Naghi, A., (2009), Statistical tests for linear and nonlinear dependence and longmemory in Romanian stock market, *Carpathian Journal of Mathematics*, 25(1), p. 92-103
101. Lehman, B., (1990), Fads, martingales and market efficiency, *Quarterly Journal of Economics*, 105, p. 1-28
102. LeRoy, S.F. , (1973), Risk aversion and the martingale property of stock prices, *International Economic Review*, 14(2), p. 436-446.
103. Lillo, F., Farmer, J.D., (2004), The long memory of the efficient market, *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 8(3)
104. Lim, K.P., (2007), Ranking market efficiency for for stock markets: A nonlinear perspective, *Physica A*, 376, p. 445- 454
105. Lim, K.P. & Brooks, R., (2011), The evolution of stock market efficiency over time: A survey of the empirical literature, *Journal of Economic Surveys*, 25(1), p. 69-108
106. Limam, I., (2003), Is long memory a property of thin stock markets? International evidence using Arab countries, *Review of Middle East Economics and Finance*, 1(3), p. 4
107. Ljung, G.M. & Box, G.E.P., (1978), On a measure of lack of fit in time series models, *Biometrika*, 65 (2), p. 297-303
108. Lo, A. W., (1991), Long-term memory in stock market prices, *Econometrica*, 59, p. 1279-1313
109. Lo, A., (2004), The adaptive markets hypothesis: Market efficiency from an evolutionary perspective, *Journal of Portfolio Management*, 30, p. 15-29
110. Lo, A., (2005), Reconciling efficient markets with behavioral finance: The adaptive markets hypothesis, *Journal of Investment Consulting*, 7, p. 21-44
111. Lo, A.W., (2008), Efficient markets hypothesis, In S.N. Durlauf and L.E. Blume(eds), *The New Palgrave Dictionary of Economics Online*, 2nd edn (doi:10.1057/9780230226203.0454), New York: Palgrave Macmillan
112. Lo, A.W. & MacKinlay, A.C., (1988), Stock market prices do not follow random walks: evidence from a simple specification test, *Review of Financial Studies*, 1(1), p. 41-66
113. Lo, A.W. & Mackinlay, A.C., (1989), The size and power of the variance ration test in finite samples: A Monte Carlo investigation, *Journal of Econometrics*, 40, p. 203- 238
114. Lo, A. W. & MacKinlay, A. C., (1990), An econometric analysis of nonsynchronous trading, *Journal of Econometrics*, 45(1-2), p. 181–211

## Investigații statistice privind comportamentul prețurilor activelor financiare- cazul pieței de capital

115. Lo, A.W. & MacKinlay, A.C., (1999), *A Non-random Walk down Wall Street*, Princeton, NJ: Princeton University Press
116. Lobato, I.N. & Savin, N.E., (1998), Real and spurious long-memory properties of stock-market data, *Journal of Business & Economic Statistics*, 16(3), p. 261–268
117. Lobato, I.N., Nankervis, J.C. & Savin, N.E., (2001), Testing for autocorrelation using a modified Box- Pierce Q test, *International Economic Review*, 42, p. 187-205
118. Madan, D. & Seneta, E., (1990), The Variance Gamma model for the share market returns, *Journal of Business*, 63, p. 511-524
119. Malkiel, B., (1992), Efficient market hypothesis în Newman P., Milgate M. and Eatwell J. (eds.), *New Palgrave Dictionary of Money and Finance*, MacMillan, London
120. Mandelbrot, B., (1963), The variation of certain speculative prices, *Journal of Business*, 36, p. 394-419
121. Mandelbrot, B., (1967), How long is the coast of Britain? Statistical self- similarity and fractional dimension, *Science*, 156, p. 636- 638
122. Mandelbrot, B.B., (1971), When can price be arbitrated efficiently? A limit to the validity of the random walk and martingale models, *Review of Economics and Statistics* 53, p. 225–236.
123. Mandelbrot, B., (1977), *Fractals: form, chance and dimension*, W. H. Freeman & Company, San Francisco
124. Marshall, B. R., Cahan, R. H. & Cahan, J. M., (2008), Does intraday technical analysis in the U.S. equity market have value?, *Journal of Empirical Finance*, 15, p. 199-210
125. Mitra, S.K., (2012), Is Hurst exponent value useful in forecasting financial time series?, *Asian Social Science*, 8 (8), p. 111- 120
126. Necula, C., (2009), Modeling heavy-tailed stock index, *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 6(2), p. 118-131
127. Necula, C. & Radu, A., (2012), Long memory property in Eastern European financial market returns, *Economic Research*, 25 ( 2), p. 361-378
128. Neely, C., Weller, P. & Dittmar, R., (1997), Is technical analysis in the foreign exchange market profitable? A genetic programming approach, *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 32, p. 405-426
129. Officer, R.R, (1972), The distribution of stock returns, *Journal of the American Statistical Association*, 67 (340), p. 807- 812
130. Olivier, M., (1926), *Les nombres indices de la variation de prix*, Paris doctoral dissertation 1926
131. Osbourne, M. F. M., (1959), Brownian motion in the stock market, *Operations Research*, 7 (2), p. 145-173
132. Paoletta, M., (2007), *Intermediate probability: A computational approach*, Wiley, Chichester
133. Park, C. H., & Irwin, S. H. (2010), A reality check on technical trading rule profits in the US futures markets, *Journal of Futures Markets*, 30(7), p. 633-659
134. Pearson, K., (1905), The problem of random walk, *Nature*, 72
135. Peters, E. E., (1994), *Fractal markets analysis: applying chaos theory to investments and economics*, John Wiley & Sons, New York
136. Perignon, C. & Smith, D., (2010), The level and quality of Value-at-Risk disclosure by commercial banks, *Journal of Banking and Finance*, 34 (2), p. 362- 377
137. Politis, D. N. & Romano, J. P., (1994), The stationary bootstrap, *Journal of American Statistical Association*, 89, p. 1303–1313
138. Praetz, P.D., (1972), The distribution of share price changes. *Journal of Business*, 45, p. 49–55
139. Prause, K., (1999) , *The Generalized Hyperbolic Model: estimation, financial derivatives and risk measures*, PhD dissertation, University of Freiburg
140. Pring, M. J., (2002), *Technical analysis explained: The successful investor's guide of spotting investent trends and turning points*, McGraw Hill
141. Rachev, S.T., Stoyanov, S.V., Biglova, A. & Fabozzi, F.J., (2005), An empirical examination of daily stock return distributions for U.S. stocks, *Data Analysis and Decision Support Studies în Classifications, Data Analysis and Knowledge Organization*, p. 269-281
142. Regnault, J., (1863), *Calcul des chances et philosophie de la bourse*, Paris, Mallet- Bachelier and Castel
143. Rhea, R., (1932), *The Dow Theory*, Barron's, New York
144. Rockinger, M. & Urga, G., (2000), The Evolution of Stock Markets in Transition Economies, *Journal of Comparative Economics*, 3, p. 456-472
145. Samuelson, P. A., (1965), Proof that properly anticipated prices fluctuate randomly, *Industrial Management Review*, 6, p. 41-49
146. Samuelson, P.A., (1973), Mathematics of speculative price, *SIAM Review*, 15(1), p. 1-42

## Investigații statistice privind comportamentul prețurilor activelor financiare- cazul pieței de capital

147. Scott, D.J., Wurtz, D., Dong, C. & Tran, T.T. (2011), Moments of the Generalized Hyperbolic Distribution, MPRA paper nr. 19081, disponibil la <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/19081>, accesat la 03.03.2014
148. Sewell, M., (2011), History of the Efficient Market Hypothesis, research note RN/11/04, UCL Department of computer science
149. Sias, R.W. & Starks, L., (1997), Return autocorrelation and institutional investors, *Journal of Financial Economics*, 46, p. 103-131.
150. Shynkevich, A., (2012), Performance of technical analysis in growth and small cap segments of the US equity market, *Journal of Banking & Finance*, 36, p. 193-208
151. Simon, H., (1955), A behavioral model of rational choice, *Quarterly Journal of Economics*, 69, p. 99-118
152. Sognia, V.K. & Wilcox, D., (2014), A comparison of Generalized Hyperbolic Distribution models for equity returns, *Journal of Applied Mathematics*, 2014, p. 1-26
153. Sullivan, R., Timmermann, A. & White, H., (1999), Data snooping, technical trading rule performance and the bootstrap, *Journal of Finance*, 54, p. 1647-1692
154. Sullivan, R., Timmermann, A. & White, H., (2003), Forecast evaluation with shared data sets, *International Journal of Forecasting*, 19, p. 217-227
155. Tabak, B.M., (2003), The random walk hypothesis and the behaviour of foreign capital portfolio flows: the Brazilian stock market case, *Applied Financial Economics*, 13, p. 369-378
156. Taylor, S., (1986), *Modelling Financial Time Series*, World Scientific, Second Edition.
157. Taqqu, M.S., Teverovsky, V. & Willinger, W., (1995), Estimators for long range dependence: An empirical study, *Fractals*, 3 (4), p. 785- 788
158. Thaler, R., (1980), Toward a positive theory of consumer choice, *Journal of Economic Behavior & Organization*, 1(1), p. 39-60
159. Thaler, R., (1985), Mental accounting and consumer choice, *Marketing Science*, 4(3), p. 199-214
160. Thaler, R., (1990), Mental accounting matters, *Journal of Behavioral Decision Making*, 12(3), p. 183-206
161. Thaler, R., (2005), *Advances in behavioral finance (The roundtable series in behavioral finance)*, Vol. 2, Princeton University Press
162. Timmermann, A., (2008), Elusive return predictability, *Int J Forecasting*, 24, p. 1-18
163. Todea, A., Ulici, M. & Silaghi, S., (2009), Adaptive Markets Hypothesis: Evidence from Asia-Pacific Financial Markets, *The Review of Finance and Banking*, 1 (1), p.7-14
164. Todea, A. & Zoicas-Ienciu, A., (2011), Technical analysis and stochastic properties of exchange rate movements: Empirical evidence from the Romanian Currency Market, *Romanian Journal of Economic Forecasting*, 14(1), p. 175-192
165. Todea, A. & Pleșoianu, A., (2011), Testing the hypothesis of martingale on intraday data: the case of BET index. *Theoretical and Applied Economics*, 5 (558) (supliment), p. 344-351
166. Todea, A., Pleșoianu, A. & Capusan, R., (2012), The informational efficiency of the Romanian stock market: evidence from fractal analysis, *Procedia Economics and Finance*, 3, p. 111-118
167. Todea, A. & Pleșoianu, A., (2013), The influence of foreign portfolio investment on informational efficiency: Empirical evidence from Central and Eastern European stock markets, *Economic Modelling*, 3, p. 34-41
168. Trenca, I., Pleșoianu, A. & Căpușan, R., (2012), Multifractal structure of Central and Eastern European foreign exchange markets, *The Annals of the University of Oradea. Economic Science*, 1, p. 777-782
169. Tsay, R.S., (1986), Nonlinearity Tests for Time Series, *Biometrika* 73, p. 461-466
170. Tsay, R.S., (1989), Testing and modeling threshold autoregressive processes, *Journal of the American Statistical Association*, 84(405), p. 231- 240
171. Tsay, R.S., (2010), *Analysis of financial time series*, Third Edition, Wiley, New Jersey
172. Zivot, E. & Andrews, D., (1992), Further evidence of great crash, the oil price shock and unit root hypothesis, *Journal of Business and Economic Statistics*, 10, p. 251-255
173. Zivot, E. & Wang, J., (2006), *Modelling financial time series with S-PLUS*
174. Weron, A. & Weron, R., (2000), Fractal market hypothesis and two power-laws, *Chaos, Solitons and Fractals*, 11, p. 289-296
175. White, M., (1980), A heteroscedasticity Consistent Covariance Matrix Estimator and a Direct Test of Heteroscedasticity, *Econometrica*, 48, p. 817-838
176. White, H., (2000), A reality check for data snooping, *Econometrica*, 68, p. 1097-1126
177. Willinger, W., Taqqu, M.S. & Teverovsky, V., (1999), Stock market prices and long- range dependence, *Finance Stochastics*, 3, p. 1-13
178. Worthington, A.C., Higgs, H., (2004), Random walks and market efficiency in European equity markets, *Global Journal of Finance and Economics*, 1(1), p. 59-78