

Mr. sc. Tajana Barbić

## TESTIRANJE SLABOG OBLIKA HIPOTEZE EFIKASNOG TRŽIŠTA NA HRVATSKOM TRŽIŠTU KAPITALA

### TESTING WEEK FORM OF EFFICIENT MARKET HYPOTHESIS IN CROATIA'S EQUITY MARKET

---

**SAŽETAK:** Ovaj rad ispituje slabi oblik efikasnosti na hrvatskom tržištu kapitala. Dakle, analizira se mogućnost ostvarivanja iznadprosječnih prinosa korištenjem saznanja o povijesnim cijenama. Testovima jediničnih korijena utvrđena je stacionarnost u prvim diferencijama, a rezultati testova autokorelacije i skupne hipoteze o nultim koeficijentima autokorelacije do određenog pomaka upućuju na odbacivanje hipoteze prema kojoj dnevni, tjedni i mjesečni prinosi na analizirane indekse slijede slučajan hod. Jednostavnim modeliranjem prinosa također su dobiveni rezultati koji ukazuju na postojanje serijske ovisnosti. Ipak, dobivene rezultate valja interpretirati s određenim oprezom. Naime, sudionici tržišta u razvoju nisu nužno u mogućnosti profitabilno iskoristiti uočene neefikasnosti jer se iste kompenziraju povećanim transakcijskim troškovima, nedostatnim informacijama, troškovima pribavljanja novih informacija i povećanom neizvjesnošću. Stoga, zaključci proistekli iz ovog rada u skladu su s brojnim istraživanjima iz relevantne literature iz kojih proizlazi predvidljivost promjena cijena dionica na tržištima, međutim, nije zaključeno kako je moguće oblikovati profitabilna pravila trgovanja temeljem tih spoznaja.

**KLJUČNE RIJEČI:** hipoteza efikasnog tržišta, hipoteza slučajnog hoda, tržišta kapitala, tranzicijska tržišta.

**ABSTRACT:** This paper examines the weak form of efficiency in Croatia's equity market. The possibility of generating above average returns based on the knowledge of past prices is tested. The results for the tests of serial correlation are in broad agreement; conclusively rejecting the presence of random walks in daily, weekly and monthly returns. Similarly, the unit root tests conclude that unit roots, as necessary conditions for a random walk, are absent from all of the return series. Additionally, simple autoregressive modeling of returns reveal serial dependence. Nevertheless, there is a great possibility that market participants are not in the position to use market inefficiencies profitably due to high transaction cost, trading and reporting delays, higher cost of new information as well as pronounced uncertainty that are usually inherent to emerging equity markets. Therefore, the results of the study are consistent with the findings in relevant literature which support the idea of return predictability but fail in attempt to shape any profitable trading rule.

**KEY WORDS:** Efficient Market Hypothesis, Random Walk Hypothesis, Equity markets, Emerging markets

---

## 1. UVOD

Tržište kapitala smatra se efikasnim ukoliko cijene dionica odražavaju sve dostupne informacije zbog čega sudionici efikasnih tržišta nemaju mogućnost ostvariti iznadprosječne prinose koristeći tehničku analizu. Ideja o efikasnim tržištima se odnosi na informacijsku efikasnost tržišta i počiva na hipotezi efikasnih tržišta koju je oblikovao Fama /12/. Prema Fami razlikuju se tri razine informacijske efikasnosti: slaba, polu-jaka i jaka /12, str. 383./. Testovi koji ispituju slabi oblik efikasnosti tržišta kapitala analiziraju povijesne cijene, dok testiranje jačih oblika efikasnosti podrazumijeva ispitivanje i svih javno dostupnih informacija (*polu-jaki oblik*), kao i informacija koje su dostupne isključivo odabranim pojedincima (*jaki oblik*).

U ovom radu ispituje se slabi oblik hipoteze efikasnog tržišta na hrvatskom tržištu kapitala. Dakle, testira se mogućnost ostvarivanja iznadprosječnih prinosa na hrvatskom tržištu kapitala na temelju analize kretanja povijesnih cijena. Drugim riječima, ispituje se mogućnost oblikovanja profitabilne strategije trgovanja na osnovi poznavanja povijesnih cijena ili prinosa. Ukoliko je tržište kapitala efikasno, te je tehnička analiza beskorisna u ostvarivanju iznadprosječnih prinosa, tada su promjene cijena dionica na takvom tržištu slučajne. Osim što onemogućuje ostvarivanje iznadprosječnih prinosa, slučajno kretanje cijena dionica na tržištima kapitala jamči ispravno određivanje cijena dionica u ravnotežnoj razini, dok predvidljivost cijena dovodi u pitanje ispravnost u određivanju cijene kapitala i rizika. Nevaljalo određivanje cijene dionice može utjecati nepovoljno na alokaciju kapitala u gospodarstvu i na ukupan ekonomski razvoj zemlje.

Koncept efikasnih tržišta kapitala rezultat je primjene šire teorije racionalnih očekivanja koja polazi od pretpostavke da su očekivanja racionalna ukoliko uz zadani ekonomski model formiraju stvarne vrijednosti varijabli koje će u prosjeku odgovarati modelu /32/. S druge strane, ispitivanje hipoteze efikasnih tržišta temelji se na modelu martingale i hipotezi slučajnog hoda koja implicira nemogućnost predviđanja kratkoročnih promjena cijena vrijednosnica na temelju cijena iz prethodnih razdoblja jer su sukcesivne promjene cijena vrijednosnica međusobno neovisne. Stoga se, u svrhu ispitivanja slabog oblika tržišne efikasnosti, u postojećim empirijskim istraživanjima testira slučajno kretanje cijena dionica. Slučajan hod na tržištu kapitala ispituje se testiranjem serijske korelacije promjene cijena dionica /11 i 21/. Noviji testovi obuhvaćaju testove jediničnih korijena i autokorelacije. Dok se testovima jediničnih korijena ispituje stacionarnost vremenskih serija, testovi autokorelacije analiziraju korelaciju među rezidualima. U ovom radu provode se testovi jediničnih korijena i autokorelacije kako bi se ispitala hipoteza slučajnog hoda na hrvatskom tržištu kapitala. Ukoliko se utvrde neefikasnosti, provodi se jednostavan pokušaj modeliranja kretanja serija u kojima je utvrđena predvidljivost.

Valja napomenuti da čak i kada se cijene dionica ne bi kretale slučajnim hodom, ulagači ne moraju nužno biti u poziciji ostvarivanja iznadprosječnih prinosa iz nekoliko razloga. Naime, empirijsko ispitivanje teorijske koncepcije efikasnih tržišta te sposobnosti istog da u potpunosti odražava sve dostupne informacije otežano je činjenicom da je svako testiranje efikasnosti zajednički test tržišne efikasnosti i određenog modela vrednovanja dionica. Ukoliko bi postojala korelacija ravnotežnih očekivanih prinosa, ista bi utjecala na pojavu autokorelacije stvarnih prinosa. Stoga, ako se zajednička hipoteza odbije, nemoguće je utvrditi je li tržište strogo neefikasno ili je odbran krivi model vrednovanja cijene dio-

nice. Nadalje, prilikom testiranja efikasnosti tranzicijskog tržišta kapitala, valja uzeti u obzir posebnosti vezane uz likvidnost, institucionalni i regulatorni okvir, veličinu tržišta te informacijske karakteristike. Drugim riječima, čak i ako se uoče neefikasnosti na hrvatskom tržištu kapitala, ne mora nužno značiti da ulagači ostvaruju iznadprosječne prinose obzirom na visoke transakcijske troškove, slabu likvidnost i upitne mogućnosti obavljanja transakcije po onoj cijeni koja u tom trenutku kotira na tržištu kapitala.

Cilj ovog rada je ispitati efikasnost hrvatskog tržišta kapitala te istodobno prevladati nedostatak sličnih istraživanja. Iako je velik broj studija orijentiranih na empirijsko ispitivanje efikasnosti tržišta kapitala u nastajanju, relativno je malen obujam radova koji se bave temeljitim proučavanjem efikasnosti tržišta kapitala tranzicijskih zemalja srednje i istočne Europe. Stoga, rezultati ovog istraživanja pridonose boljem razumijevanju važnosti teorijskog i empirijskog pristupa shvaćanju razine efikasnosti tržišta kapitala tranzicijskih zemalja. Također, dobiveni rezultati nude bazu za operacionalizaciju mjera ekonomske politike te nude spoznaje o sposobnosti hrvatskog tržišta kapitala da obavljaju svoje temeljne zadaće. Izostanak slabog oblika efikasnosti nameće se kao jaki argument za provođenje regulacijskih ili organizacijskih reformi te institucionalno povezivanje u obliku partnerstva ili spajanja.

Rad je organiziran na sljedeći način. U drugom poglavlju dan je prikaz postojeće literature te su pojašnjeni dosadašnji naponi i uspjesi istraživača u dokazivanju valjanosti hipoteze efikasnog tržišta, kako na razvijenim, tako i na tržištima kapitala u razvoju. Podatci i korištena metodologija opisani su u poglavlju 3., dok se u 4. poglavlju detaljno iznose rezultati provedenog istraživanja. U konačnici se ističu osnovni zaključci rada.

## 2. PREGLED LITERATURE

Provedena empirijska istraživanja slabog oblika efikasnosti ponudila su različite rezultate ovisno o stupnju razvoja analiziranog tržišta i korištenim tehnikama analize. Rane studije provedene na razvijenim tržištima ukazuju na slabu efikasnost istih obzirom na nizak stupanj serijske korelacije i pripadajuće transakcijske troškove /11/. Što se tiče ranijih istraživanja efikasnosti razvijenih europskih tržišta, valja istaknuti da je Solnik /33/ na uzorku od 234 dionice s 8 najvećih europskih tržišta<sup>1</sup> potvrdio da su ista efikasna, ali manje od američkih tržišta. U skladu sa spomenutim argumentom, pojedina istraživanja naišla su na predvidljivost promjena cijena dionica na razvijenim tržištima, ali nisu došli do zaključka da je moguće oblikovati profitabilna pravila trgovanja na osnovi tih spoznaja /13 i 31/.

Hudson, Dempsey i Keasey /19/ su analizirali prinose na tržištu kapitala Velike Britanije u razdoblju od 1936. do 1994. godine te su otkrili da modelirano pravilo trgovanja ima moć predviđanja razvoja na tržištu kapitala, ali korištenje istog ne ostvaruje iznadprosječne prinose. Istraživanja provedena na velikim i razvijenim tržištima poput američkog, japanskog te razvijenim europskim tržištima ponudila su dokaze protiv hipoteze slučajnog hoda, implicirajući predvidljivost elemenata prinosa /13 i 31/. Rezultati provedenih studija

<sup>1</sup> Istraživanje je obuhvatilo francusko, njemačko, britansko, talijansko, nizozemsko, belgijsko, švicarsko i švedsko tržište kapitala.

upućuju na "vraćanje" dugoročnih prinosa na prosječnu razinu.<sup>2</sup> Točnije, autokorelacije su poprimile negativan predznak za prinose u prvim dvjema godinama, da bi dosegle minimalne vrijednosti u vremenskom horizontu od treće do pete godine, te da bi u konačnici pale na nulu. Takvi rezultati mogu se objasniti varijabilnošću očekivanih prinosa u vremenu ili pretjeranom reakcijom investitora zbog koje cijene dionica variraju oko njihove fundamentalne vrijednosti /20/. Spomenuti empirijski nalazi u skladu su s zaključkom koji je ponudio Summers /34/, a glasi da cijene dionica imaju privremene sastavnice koje sporo padaju prema nuli.

Analizom odnosa varijanci kratkoročnih prinosa na dionice Lo i MacKinley /24/ su odbacili pretpostavku da cijene dionica slijede slučajni hod u slučaju dnevnih i tjednih prinosa. Isto istraživanje mjesečnih prinosa nije ponudilo dokaze protiv hipoteze slučajnog hoda. Ispitivanjem prinosa na portfelj na njujorškoj i američkoj burzi u vremenskom razdoblju od 1962. do 1985., Lo i MacKinley su došli do saznanja da iste obilježava pozitivna autokorelacija prvog reda. U istom razdoblju prinose na dionice obilježava negativna autokorelacija prvog reda, s napomenom da je statistički i ekonomski neznčajna. Isti istraživači objavili su 1990. istraživanje /24/ u kojem pokazuju da se različit predznak autokorelacije u slučaju prinosa na portfelj i prinosa na dionice može objasniti, tzv. *lead-lag efektom*<sup>3</sup> između pozitivnih autokorelacija između dionica.

S druge strane, rezultati studije koju su proveli Campbell et al. /5/ ne odbacuju hipotezu slučajnog hoda u slučaju tjednih prinosa na portfelj ponderiran na osnovi vrijednosti. Richards /29/ je proučavao razvijena financijska tržišta i naišao na dokaze relativne predvidljivosti prinosa koji ukazuju na pojavu vraćanja na prosječnu vrijednost i sastavnice specifične za pojedinu zemlju. Vraćanje na prosječnu vrijednost predstavlja dugoročnu ovisnost te dovodi do pojave da tvrtke s lošim rezultatima u prošlosti, ostvaruju veće prinose u sadašnjosti. Predvidljivost prinosa potvrdili su Frennberg i Hansson /14/ na švedskom tržištu kapitala i Pesaran i Timmermann /30/ na američkom i britanskom tržištu kapitala.

Rezultati ispitivanja slabog oblika efikasnosti tržišta u razvoju su nešto kontroverzniji u usporedbi s razvijenim tržištima kapitala obzirom da su takva tržišta uglavnom atributirana slabim obujmom trgovanja, nedostatkom pravodobnih informacija, visokim transakcijskim troškovima i nelikvidnošću, te su objekt manipulacije velikih igrača na tržištu, što je opće shvaćanje da je neefikasnost inherentna takvim tržištima /37/. Radove istraživača koji se bave efikasnošću tržišta kapitala u razvoju moguće je izdvojiti u dvije grupe. S jedne strane, slaba efikasnost potvrđena je na burzi u Nairobi-ju /10/, na četiri južnoamerička tržišta (Argentine, Brazila, Čilea i Meksika) /36 i 28/ te na brazilskom tržištu /16/.

Istraživanje efikasnosti 5 razvijenih i 10 azijskih tržišta kapitala u razvoju potvrdilo je slabu efikasnost na osnovi koeficijenata serijske korelacije i provedenih runs testova. Testovi jediničnog korijena također prihvaćaju hipotezu efikasnog tržišta za većinu analiziranih tržišta. Ipak, odnosi varijanci odbacuju hipotezu slučajnog hoda na svim najrazvijenijim tržištima, osim Hong Konga, Novog Zelanda i Japana /38/.

<sup>2</sup> *Mean reversion (engl.)*: predstavlja sklonost stohastičnog procesa da ostane blizu ili da se s vremenom vrati na vrijednosti dugoročnog prosjeka. Ova teorija uglavnom se koristi u oblikovanju investicijskih strategija na tržištu kapitala.

<sup>3</sup> Lead-lag efekt opisuje situaciju u ekonomiji kada je vodeća varijabla korelirana s vrijednošću zaostale varijable. Lo i MacKinlay (1990.) su utvrdili da postoji takav efekt između cijena dioničkih portfelja s velikom kapitalizacijom i onih s malom kapitalizacijom.

Postojeća literatura koja se bavi efikasnošću tržišta kapitala u razvoju uglavnom je orijentirana na južnoamerička i azijska tržišta, dok su spoznaje o efikasnosti europskih tržišta oskudne. Nivet /27/ ispituje događanja na Varšavskoj burzi na temelju dnevnih i tjednih prinosa WIG indeksa za vremensko razdoblje od 1991. do 1994. godine, te na osnovi vrijednosti autokorelacijskih koeficijenata zaključuje da se hipoteza slučajnog hoda odbacuje.

Na temelju prinosa BUX indeksa u razdoblju od 1992. do 1997. godine, Chun /6/ zaključuje da mađarsko tržište kapitala udovoljava pretpostavkama slabog oblika hipoteze efikasnog tržišta. Pri tome provodi testove odnosa varijanci i prošireni Dickey-Fuller (ADF) test. Također, analizom prinosa PX i WIG indeksa, dokazuje da prinosi na češkom i poljskom tržištu ne slijede hipotezu slučajnog hoda u istom vremenskom razdoblju.

Abrosimova, Gishan i Linowski /1/ ispitivali su slabu efikasnost ruskog tržišta kapitala na osnovi dnevnih, tjednih i mjesečnih serija prinosa RTS indeksa, te došli do zaključka da se nulta hipoteza slučajnog hoda ne može odbaciti za mjesečne prinose, dok se ista odbacuje u slučaju dnevnih i tjednih prinosa. Na temelju dobivenih rezultata oblikovani su ARIMA i GARCH modeli kako bi se ispitala linearna i nelinearna ovisnost dnevnih i tjednih prinosa, te se u konačnici nisu uočile nikakve neefikasnosti.

S druge strane, Claessens, Dasgupta i Glen /7/ su pokazali značajnu serijsku korelaciju dioničkih prinosa na 19 tržišta u razvoju zaključujući da analizirana tržišta nisu slabo efikasna. Slične rezultate za većinu tržišta u razvoju objavio je i Harvey 1994. godine /17/. Njegova analiza obuhvatila je 20 novih tržišta kapitala, među kojima su i tri europska (grčko, portugalsko, tursko), koja su atribuirana visokim prosječnim prinosima i izraženom volatilnošću. Istražujući stupanj integriranosti analiziranih tržišta s razvijenim tržištima kapitala, utvrdio je predvidljivost prinosa veća na tržištima u razvoju te da uglavnom ovisi o lokalnim informacijama.

Gilmore i Mcmanus ispitali su ponašanje češkog, poljskog i mađarskog tržišta kapitala analizirajući tjedne vrijednosti indeksa u razdoblju od 1995. do 2000. godine /15/. Eliminacijom nekoliko početnih godina djelovanja spomenutih burzi, dali su razvidan prikaz evolucije istih prema tržištima kapitala razvijenih zemalja. Rezultati provedene analize upućuju na odbacivanje hipoteze slučajnog hoda. Također, prinose na spomenutim tržištima atributira određen stupanj ovisnosti, koji može biti obuhvaćen ARIMA i GARCH modelima.

Worthington i Higgs su ispitali hipotezu slučajnog hoda na dnevnim prinosima sa 16 razvijenih (Austrija, Belgija, Danska, Finska, Francuska, Njemačka, Grčka, Irska, Italija, Nizozemska, Norveška, Portugal, Španjolska, Švedska, Švicarska i Velika Britanija) te 4 tržišta u razvoju (Češka, Mađarska, Poljska i Rusija), koristeći kombinaciju koeficijenata serijske korelacije, runs testova, testova višestrukih odnosa varijanci i jediničnih korijena /39/. Slaba efikasnost potvrđena je na njemačkom, irskom, portugalskom, švedskom, britanskom i mađarskom tržištu. Sličan empirijski pristup upotrijebljen je na slovenskom tržištu u studiji Deželan, koja je odbacila slabi oblik hipoteze efikasnog tržišta uslijed uočene snažne autokorelacije u dnevnim prinosima.

Mateus je istraživao važnost globalnih faktora rizika i predvidljivost prinosa na tržištima kapitala 13 zemalja pristupnica Europskoj uniji /26/. Autor je dokazao predvidljivost prinosa na analiziranim tržištima koja se u razdoblju između 1997. i 2002. godine uglavnom može objasniti lokalnim informacijama, tržišnim neefikasnostima i neracionalnošću

ulagača. Valja napomenuti da literatura ukazuje na pozitivnu vezu između liberalizacije tržišta kapitala i njegove efikasnosti. Naime, na temelju izračuna odnosa varijanci i provedenih neparametarskih testova Kim i Singhal su zaključili da tržišta postaju efikasnija po odmaku liberalizacije /22/.

### 3. PODACI I METODOLOGIJA

#### 3.1. Opis podataka

Podaci se sastoje od dnevnih, tjednih i mjesečnih zadnjih vrijednosti indeksa CRO-BEX<sup>4</sup> u domaćoj valuti u razdoblju od 2. siječnja 1997. do 31. prosinca 2007. godine.<sup>5</sup> Izvor podataka je baza Bloomberg.

#### 3.2. Metodologija

Testovi slabog oblika efikasnosti temelje se na modelu slučajnog hoda<sup>6</sup> koji se u svojoj najjednostavnijoj varijanti može opisati sljedećom jednadžbom:

$$P_t = P_{t-1} + \varepsilon_t, \varepsilon_t \in IID, N(0, \sigma^2) \quad (2)$$

gdje je  $P_{t-1}$  cijena dionice u vremenu  $t-1$ ,  $\varepsilon_t$  slučajna pogreška koja je a IID  $(0, \mathcal{D})$ , tj. neovisna i identično distribuirana s očekivanom vrijednosti 0 i varijancom  $\mathcal{D}$ . Slučajan hod ima obilježja stohastičkog procesa.<sup>7</sup>

Serije financijskih podataka nerijetko imaju obilježja nestacionarnog procesa poput trenda i sezonskih oscilacija, te je od izuzetne važnosti analizu započeti upravo testiranjem stacionarnosti te određivanjem reda integriranosti serije. Stoga se prvo provodi test jediničnih korijenja, prošireni Dickey-Fuller test, kako bi se identificirala prisutnost i vrsta nestacionarnosti u logaritmima dnevnih, tjednih i mjesečnih podataka. Nadalje, ukoliko su serije stacionarne u razinama, potrebno je provesti dodatne analize obzirom da prisutnost

<sup>4</sup> Riječ je o cjenovnom indeksu, bazne vrijednosti od 1000 bodova, te varijabilnim brojem dionica u portfelju ponder kojih se određuje na osnovi free float tržišne kapitalizacije, pri čemu može iznositi do 15 posto. Indeks se računa kontinuirano tijekom trgovine koristeći zadnje cijene. Računa se prema sljedećoj formuli:

$$I_t^j = \frac{M^j(t)}{K_T * M(0)} * 1000 \text{ gdje je,}$$

$M_j(t)$ .....free float tržišna kapitalizacija dionica koje ulaze u indeks na dan  $t$  i u vrijeme  $j$

$M(0)$ .....free float tržišna kapitalizacija na bazni datum

$K_T$ .....faktor prilagođavanja baze indeksa na dan revizije

1000.....bazna vrijednost.

<sup>5</sup> Početak promatranog razdoblja određen je početkom trgovanja na hrvatskom tržištu kapitala. Razdoblje je ograničeno na kraj 2007. godine kako bi se izbjegao nepovoljan utjecaj nastupanja financijske krize na efikasnost tržišta.

<sup>6</sup> Valja imati u vidu da informacijska efikasnost nužno ne implicira slučajan hod.

<sup>7</sup> Označava se s  $X(t,s)$  te predstavlja beskonačnu porodicu slučajnih varijabli  $x(s)$ .

jediničnih korijena nije dovoljan uvjet slučajnog hoda /5/. Stoga se provode testovi autokorelacije kako bi se ispitala nasumičnost u podacima. Konačno, potencijalni rezultati koji bi upućivali na predvidljivost u kretanju analiziranih serija trebali bi biti popraćeni identifikacijom primjerenog modela vremenskih serija kako bi se donijeli zaključci o slabom obliku efikasnosti na tržištima kapitala.

### 3.2.1. Testovi jediničnih korijena

U ovom radu se za testiranje prisutnosti jediničnih korijena koristi prošireni Dickey-Fuller test (u nastavku rada ADF). Taj test koristi linearnu regresiju na način da nema nezavisne varijable već se analizira veza između razmaknutih prvih diferencija uz opcijsku konstantu i trend.

Točnije, ADF se može opisati sljedećom jednačinom:

$$\Delta y = \alpha + \beta t + \gamma y_{t-1} + \delta_1 \Delta y_{t-1} + \dots + \delta_p \Delta y_{t-p} + \varepsilon_t, \quad (7)$$

gdje je  $\Delta$  ...operator prvih razina;  $\alpha$ ...konstanta;  $\beta$  ...koeficijent uz vremenski trend;  $\varepsilon_t$  ...slučajna greška i  $p$ ...broj pomaknutih prvih razina. Ako je  $\alpha = 0$  i  $\beta = 0$  tada test odgovara modelu slučajnog hoda.

Intuicija testa polazi od sljedeće pretpostavke: kod integriranih serija nije moguće da pomaknuta vrijednost  $y_{t-1}$  pruži relevantne informacije za predviđanje  $y_t$ . ADF se provodi s testom značajnosti pomaka na način da je konačan broj pomaka u ADF testu određen prvim značajnim pomakom, počevši od maksimalnoga.

Test jediničnih korijena ima nultu hipotezu da je  $\gamma = 0$ . Alternativna hipoteza je  $\gamma < 0$ . Testiranje se provodi usporedbom testovne veličine s kritičnom vrijednošću testa. Ako je apsolutna vrijednost test veličine veća od apsolutne vrijednosti kritične vrijednosti, zaključuje se da se odbacuje  $H_0$ , nema jediničnih korijena i varijabla je stacionarna /9/. S druge strane, ako se prihvaća nul hipoteza za serije u razinama, valja provesti diferenciranje, te testirati prve diferencije na prisutnost jediničnog korijena.

Odbacivanje nul-hipoteze nužan je, a ne dovoljan uvjet slučajnog hoda. Iako procesi jediničnih korijena imaju predvidljive elemente, hipoteza slučajnog hoda cijena dionica podrazumijeva nekolerirane prinose na dionice. Stoga se prinosi na dionice testiraju na autokorelaciju.

### 3.2.2. Autokorelacija

Autokorelacija mjeri (ne)ovisnost slučajnih varijabli u seriji. Drugim riječima, koeficijent serijske korelacije mjeri povezanost između vrijednosti slučajne varijable u vremenu  $t$  i njene vrijednosti u prethodnom razdoblju  $t-1$ . Koeficijenti autokorelacije mjere stupanj i smjer linearne statističke povezanosti članova procesa razmaknutih  $k$  razdoblja, a njihove vrijednosti se kreću u zatvorenom intervalu  $[-1,1]$  /35/.

Funkcija autokorelacije definirana je kao:

$$\tau_k = \frac{\sum_{i=1}^{N-k} (Y_i - \bar{Y})(Y_{i+k} - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^N (Y_i - \bar{Y})^2} \quad (3)$$

za vrijednosti  $Y_1, Y_2, \dots, Y_N$  u vremenu  $t = 1, 2, \dots, N$  uz pomak  $k$ .

Uz autokorelaciju, u analizi procesa važnu ulogu ima funkcija parcijalne autokorelacije. Koeficijent parcijalne autokorelacije reda  $k$  je pokazatelj statističke ovisnosti procesa  $Y_t$  i procesa  $Y_{t-k}$  uz neutraliziran utjecaj autokorelacije člana procesa u vremenu  $t$  i pomakom u vremenu manjim od  $k$ . Njegove vrijednosti se također kreću u zatvorenom intervalu  $[-1, 1]$ .

Testovi autokorelacije ispituju jesu li koeficijenti korelacije signifikantno različiti od 0. Ako je proces koji se ispituje čisto stacionaran, tada su vrijednosti teorijske autokorelacijske funkcije jednake nuli za svaki pomak. S druge strane, nulta hipoteza se prihvaća ako se sve vrijednosti empirijske autokorelacijske funkcije nalaze u intervalu prihvatanja nulte hipoteze  $0 \pm z_{\alpha/2} \frac{1}{\sqrt{n}}$ .

Osim pojedinačnih testova, u ispitivanju autokorelacijske funkcije koriste se i skupni testovi o značajnosti  $h$  koeficijenata autokorelacije (tzv. *portmanteau testovi*) poput testova Box-Pierce i Ljung-Box. Test veličina kod Box-Pierce testa je  $Q = n \sum_{k=1}^h \rho^2(k)$ , gdje je  $n$  broj članova vremenske serije, a  $h$  najveći red koeficijenata korelacije  $/4/$ . Odluka o prisutnosti autokorelacije u promatranoj vremenskoj seriji se donosi na temelju usporedbe test-veličine  $Q$  i teorijske vrijednosti hi kvadrata za dani broj stupnjeva slobode i uz razinu signifikantnosti  $\alpha$ .

Ljung i Box test  $/23/$  polazi od test-veličine  $Q_{LB} = n(n+2) \sum_{k=1}^h \frac{\rho^2(k)}{n-k}$  koja je raspoređena prema hi-kvadrat distribuciji s  $h$ , odnosno  $(h-m)$  stupnjeva slobode  $/35/$ . Nadalje,  $Q$ -statistika na pomaku je test statistika za nul-hipotezu da nema autokorelacije do promatranog pomaka.

U ovom radu prisutnost autokorelacije u dnevnim, tjednim i mjesečnim podacima analizira se korištenjem korelograma i Ljung i Box ( $Q$ ) statistike. Korelogram prikazuje funkcije autokorelacije i parcijalne autokorelacije do određenog broja pomaka ocrtavajući gornju i donju granicu uz razinu signifikantnosti od dvije standardne greške.

### 3.2.3. Autoregresijski model reda $p$ , $AR(p)$

Nakon provođenja testova jediničnih korijena i autokorelacije moguće je donijeti zaključke o prihvatanju ili odbacivanju nul hipoteze o slučajnom hodu cijena dionica na odabranim tržištima kapitala. U slučaju odbacivanja nul hipoteze, valja ponuditi model koji najbolje opisuje kretanje cijena dionica na tržištu na kojem takvo kretanje nije slučajno. Valja primijetiti da će modeliranje u ovom radu biti simplificirano. Točnije, u radu se koristi autoregresijski model koji ispituje postojanje značajne veze (različite od 0) između



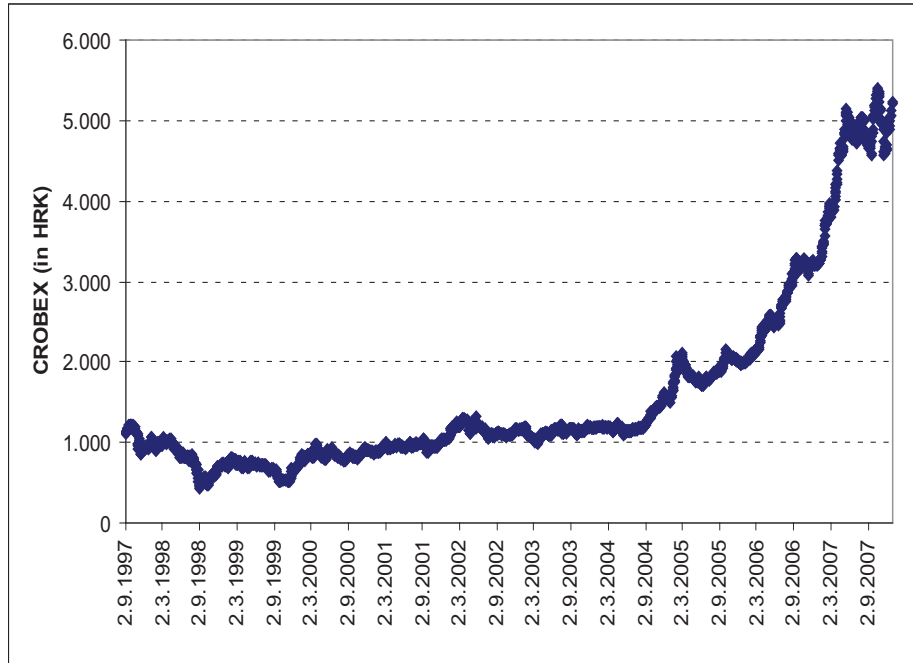
vrijednosti procesa i vrijednosti iste varijable s pomakom u vremenu. To je linearni model stacionarnog stohastičnog procesa koji je objašnjen izrazom:

$$Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + e_t \quad (4)$$

gdje je  $Y_t$  član procesa u vremenu  $t$ ,  $\phi_j$  su parametri,  $e_t$  je član čistog slučajnog procesa u vremenu  $t$ . Vrijednosti čistog stacionarnog procesa nisu međusobno korelirane za svaki pomak, imaju konstantnu varijancu i jednako distribuirane slučajne greške.

#### 4. REZULTATI TESTIRANJA SLABOG OBLIKA HIPOTEZE EFIKASNOG TRŽIŠTA NA HRVATSKOM TRŽIŠTU KAPITALA

U nastavku se korištenjem opisane metodologije i nastavno na radove istaknutih autora testira slabi oblik hipoteze efikasnog tržišta na hrvatskom tržištu kapitala, pritom uvažavajući tranzicijska obilježja istog poput relativno malog obujma trgovanja, oskudnosti pravodobnih informacija, visokih transakcijskih troškova i nelikvidnosti. Prije provođenja empirijskih testova ponašanja cijena dionica na hrvatskom tržištu kapitala, valja grafički analizirati kretanje vrijednosti CROBEXA (slika 1.).



Slika 1. Kretanje CROBEX-a u razdoblju 1997. - 2007. u HRK

Izvor: Bloomberg.

Analizom grafičkog prikaza kretanja vrijednosti svih indeksa moguće je donijeti zaključke o visokim stopama rasta, ali i prisutnosti trenda. Stoga se računaju dnevni, tjedni i mjesečni prinosi ( $R_t$ ) iz dnevnih, tjednih i mjesečnih vrijednosti indeksa na sljedeći način:

$$R_t = \log\left(\frac{P_{it}}{P_{it-1}}\right) \quad (1)$$

gdje je  $R_t$  = prinos u razdoblju  $t$ ;  $P_{it}$  = vrijednost indeksa na dan  $t$ ;  $P_{it-1}$  = vrijednost indeksa na dan  $t-1$ ;  $\log$  = logaritam.<sup>8</sup>

Zadnje cijene indeksa i logaritmi prinosa testirani su na dnevnoj, tjednoj i mjesečnoj razini što je u konačnici iznosilo redom 2655, 534 i 122 opservacije za cijene te 2654, 533 i 21 opservaciju za prinose.

Rezultati ADF testa primijenjenog na dnevnim cijenama<sup>9</sup> i prinosima indeksa CROBEX u razdoblju između rujna 1997. i prosinca 2007. godine prikazani su u tablici 1. Također, prikazani su rezultati testova o postojanju jediničnog korijena u serijama. Broj pomaka određen je primjenom Akaikeovog informacijskog kriterija. CROBEX sadrži jedinične korijene u razinama, dok su prve diferencije stacionarne na razini značajnosti od 1%.

**Tablica 1:** Rezultati ADF testa jediničnih korijena u razinama i prvim diferencijama CROBEX-a

Varijabla	Vremenski obuhvat	ADF-razine		ADF-prve diferencije	
		t-vrijednost (uključen trend)	t-vrijednost (bez trenda)	t-vrijednost (uključen trend)	t-vrijednost (bez trenda)
CROBEX	1997:9-2007:12	0.6668 (23) [0,9996]	3.1095 (23) [0,9998]	-11.1099 (22)* [0,0000]	-10.5323 (22)* [0,0000]

Napomena: ADF - Augmented Dickey-Fuller test; optimalan broj pomaka je određen Akaikeovim informacijskim kriterijem i naveden je u okruglim zagradama; P - vrijednost je navedena u zagradama, \* nul hipoteza o prisutnosti jediničnih korijena odbijena uz razinu značajnosti od 1%.

Autokorelacija je analizirana uz 30 pomaka na dnevnim i tjednim podacima, te 12 pomaka na mjesečnim podacima.<sup>10</sup> Rezultati testa autokorelacije provedenog na dnevnim podacima prikazani su u tablici 2. Prinosi na CROBEX imaju statistički značajne<sup>11</sup> pozi-

<sup>8</sup> Logaritmi prinosa se koriste zbog teorijskih i tehničkih razloga. Empirijski gledano, veća je vjerojatnost da će logaritmirane vrijednosti biti normalno distribuirane što je jedan od preduvjeta većine standardnih statističkih tehnika. Istodobno, logaritmirane vrijednosti je analitički jednostavnije pratiti u različitim razdobljima.

<sup>9</sup> Tjedni i mjesečni podaci su također testirani na prisutstvo jediničnih korijena. Zaključci su istovjetni onim povezanim s dnevnim podacima, dakle utvrđena je stacionarnost u prvim diferencijama. Radi preglednosti dodatne tablice nisu prezentirane u radu, ali su dostupne na uvid.

<sup>10</sup> Spomenuti broj pomaka odabran je kako bi se izbjegle pogreške vezane uz odabir premalog ili prevelikog broja pomaka. Naime, odabiranjem malog broja pomaka, moguće je zanemarivanje serijske korelacije u pomacima višeg odmak. Prevelik broj pomaka bi, pak, smanjio snagu samog testa.

<sup>11</sup> Statistički značajnim koeficijentima smatraju se oni koji upadaju unutar granice od dvije standardne devijacije koja se izračunava kao  $\pm 2/\sqrt{T}$ .

tivne koeficijente autokorelacije na 3., 10., 14., 15. i 18. pomaku, dok su negativni koeficijenti autokorelacije pronađeni na 1., 4., 7., 9., 13., 17. i 19. pomaku. Dobivene rezultate potvrđuje i Ljung-Box Q statistika koja testira zajedničku hipotezu da su svi koeficijenti autokorelacije 0 do određenog pomaka.

Rezultati testiranja tjednih prinosa na CROBEX ukazuju na pozitivan koeficijent autokorelacije na prvom pomaku od 0,222. Prema literaturi većina indeksa razvijenih zemalja imaju autokorelacijski koeficijent na prvom pomaku manji od 0,2, dok je statistički značajan koeficijent autokorelacije na prvom pomaku veći od 0,2 pronađen kod indeksa tržišta u razvoju (Čile, Kolumbija, Meksiko, Pakistan, Filipini, Portugal, Turska i Venezuela), s tim da najviši autokorelacijski koeficijent na prvom pomaku od 0,489 ima kolumbijski indeks /7/. Valja naglasiti da Q statistika tjednih prinosa većinom upućuje na postojanje serijske korelacije među rezidualima. Rezultati autokorelacijskog testa provedenog na mjesečnoj razini također upućuju na postojanje statistički značajnog autokorelacijskog koeficijenta na prvom pomaku, koji je ujedno i jedini statistički značajan koeficijent autokorelacije pronađen kod mjesečnih prinosa na CROBEX.

**Tablica 2:** Rezultati autokorelacije na dnevnim, tjednim i mjesečnim prinosima na CROBEX

pomak	Dnevni prinosi		Tjedni prinosi		Mjesečni prinosi	
	$\tau_k$	Q	$\tau_k$	Q	$\tau_k$	Q
1	-0,076*	15,42 [0,000]	0,222*	26,47 [0,000]	0,355*	15,74 [0,000]
2	0,029	17,59 [0,000]	0,057	28,21 [0,000]	0,012	15,79 [0,000]
3	0,052*	24,67 [0,000]	0,098*	33,33 [0,000]	-0,047	16,07 [0,001]
4	-0,044*	29,81 [0,000]	0,033	33,91 [0,000]	-0,161	19,37 [0,001]
5	0,018	30,71 [0,000]	0,034	34,53 [0,000]	-0,116	21,11 [0,001]
6	-0,040*	34,90 [0,000]	0,064	36,73 [0,000]	-0,021	21,17 [0,002]
7	-0,063*	45,44 [0,000]	0,020	36,95 [0,000]	0,017	21,21 [0,003]
8	0,051*	52,46 [0,000]	-0,016	37,10 [0,000]	-0,025	21,29 [0,006]
9	-0,008	52,64 [0,000]	-0,015	37,22 [0,000]	0,073	22,01 [0,009]
10	0,032*	55,43 [0,000]	-0,015	37,35 [0,000]	0,123	24,04 [0,007]
11	0,013	55,89 [0,000]	0,033	37,96 [0,000]	0,095	25,27 [0,008]

pomak	Dnevni prinosi		Tjedni prinosi		Mjesečni prinosi	
	$\tau_k$	Q	$\tau_k$	Q	$\tau_k$	Q
12	0,003	55,91 [0,000]	-0,026	38,33 [0,000]	0,063	25,82 [0,011]
13	-0,004	55,94 [0,000]	-0,002	38,33 [0,000]		
14	0,037*	59,68 [0,000]	0,035	39,01 [0,000]		
15	0,034*	62,76 [0,000]	-0,071*	41,82 [0,000]		
16	0,011	63,07 [0,000]	-0,065	44,16 [0,000]		
17	-0,047*	69,09 [0,000]	-0,068	46,72 [0,000]		
18	0,081*	86,57 [0,000]	-0,036	47,43 [0,000]		
19	-0,039*	90,61 [0,000]	-0,034	48,07 [0,000]		
20	0,018	91,47 [0,000]	-0,056	49,80 [0,000]		

Napomena:  $\tau_k$  je koeficijent autokorelacije; Q je Q statistika; P - vrijednost je navedena u zagradama \*značajna autokorelacija na razini 2 standardne devijacije.

Razlike između rezultata dobivenih za dnevne, tjedne i mjesečne podatke moguće je objasniti postojanjem, tzv. lažne autokorelacije (engl. *spurious autocorrelation*) u dnevnim podacima /15/. Jedno od mogućih objašnjenja izražene serijske korelacije dnevnih prinosa je slaba likvidnost tržišta koja je prisutna na hrvatskom tržištu kapitala, poglavito početkom promatranog razdoblja. Kao jedan od mogućih koraka nameće se izbacivanje izrazito nelikvidnih prvih godina trgovanja iz uzorka. Skraćeni rezultati provedenih autokorelacijskih testova na dnevnim, tjednim i mjesečnim prinosisima u razdoblju od 2000. do 2007. godine prikazani su u tablici 3.

**Tablica 3:** Autokorelacija prinosa na CROBEX u razdoblju 01. 01. 2000. - 31. 12. 2007.

Index	Pomak sa statistički signifikantnim koeficijentom autokorelacije		
	Dnevni prinosi	Tjedni prinosi	Mjesečni prinosi
CROBEX	20., 23.	1. ( $\tau_1=0,140$ )	Nema

Napomena:  $\tau_k$  je koeficijent autokorelacije.

Izbacivanjem 1997., 1998. i 1999. godine iz uzorka autokorelacija nije poništena. Štoviše, statistički značajni koeficijenti autokorelacije pronađeni su na dnevnim i tjednim

prinosima. Valja primijetiti kako skraćivanjem razdoblja analize nije uklonjena dnevna autokorelacija, što je u skladu s dokazima koje je ponudio Chun /6/, a protive se ključnom utjecaju nelikvidnosti na pozitivnu autokorelaciju. Ipak, u razdoblju između 2000. i 2007. godine pronađena je serijska ovisnost dnevnih prinosa samo na dva pomaka (20. i 23.) kod prinosa na CROBEX.<sup>12</sup> Izraženije razlike se primjećuju kod tjednih i mjesečnih podataka. Na tjednoj razini manji statistički značajan autokorelacijski koeficijent pronađen je samo na prvom pomaku, dok je autokorelacija u potpunosti iščezla u slučaju mjesečnih prinosa na CROBEX. Dakle, uklanjanjem izrazito nelikvidnih razdoblja iz uzorka nije eliminirana dnevna serijska ovisnost među prinosima na indeks, ali je zabilježena znatno viša razina neovisnosti tjednih i mjesečnih prinosa. Osim povećane likvidnosti, uzroci porasta neovisnosti prinosa na tjednoj i mjesečnoj razini mogu se djelomično pripisati napretku regulatorne i institucionalne strukture i modela vrednovanja cijena dionica te višem stupnju financijske integracije koji prati hrvatsko tržište kapitala.

Konačno, na temelju dobivenih rezultata može se utvrditi da prinosi na hrvatskom tržištu ne slijede slučajan hod. Dakle, nul-hipoteza slučajnog hoda odbacuje se za dnevne, tjedne i mjesečne prinose na indekse iz uzorka u razdoblju od 1997. do 2007. godine. Obzirom da je hipoteza slučajnog hoda odbačena, u nastavku je prezentiran jednostavan pokušaj oblikovanja modela koji najbolje opisuje kretanje cijena dionica.

Autoregresijske tehnike se koriste u analizi vremenskih serija kako bi se ispitalo postojanje statistički značajne veze između trenutnog prinosa i onog iz prethodnog razdoblja koja bi ukazala na predvidljivost kretanja prinosa na dionice. Drugim riječima, ispituje se mogućnost ostvarivanja iznadprosječnih prinosa korištenjem informacija o povijesnim prinosima, obzirom na utvrđeno ne slučajno kretanje cijena dionica. Kako bi se odabrao najbolji model koji opisuje kretanje prinosa na indekse iz uzorka na dnevnoj, tjednoj i mjesečnoj razini, koristi se Akaikeov informacijski kriterij. AIC je odredio AR(1) kao najbolji model za dnevne i tjedne prinose, te AR(2) kao model koji najbolje opisuje kretanje mjesečnih prinosa. Dakle, ispituje se statistička značajnost parametara sljedećeg modela:

$$R_t = \alpha + \beta_1 R_{t-1} + \beta_2 R_{t-2} \text{ (mjesečni prinosi)} + \varepsilon_t \quad (5)$$

gdje je  $R_t$  = prinos na indeks,  $\alpha$  = konstanta,  $\beta_1 \dots \beta_n$  = koeficijenti regresije te  $\varepsilon_t$  = slučajna greška.

Rezultati AR(1) AR(2) modela kretanja prinosa na indekse su prikazani u tablici 4. Na razini dnevnih prinosa nađeni su statistički značajni koeficijenti autoregresije kod prinosa na CROBEX. Kod tjednih prinosa se nul hipoteza o neznačajnosti prinosa iz razdoblja  $t-1$  odbacuje na razini signifikantnosti od 1 posto, dok AR(2) model objašnjava većinu varijabilnosti mjesečnih prinosa s varijabilnošću prinosa iz dva prethodna mjeseca na hrvatskom tržištu kapitala.

<sup>12</sup> Ukoliko se dnevni prinosi na CROBEX analiziraju u tri pod-razdoblja unutar promatranog desetogodišnjeg razdoblja, najizraženija autokorelacija pronalazi se u razdoblju između 1997. i 2000. godine. U razdoblju između 2000. i 2003. godine statistički značajni autokorelacijski koeficijenti su pronađeni samo na prvom pomaku. Konačno, između 2003. i 2007. godine autokorelacija je pronađena na 1. i 3. pomaku.

**Tablica 4:** Rezultati modela AR(1) i AR(2) modela kretanja dnevnih, tjednih i mjesečnih log prinosa na CROBEX u razdoblju 01. 01. 2000. - 31. 12. 2007.

Indeks	Dnevni prinosi AR(1)		Tjedni prinosi AR(1)		Mjesečni prinosi AR(2)		
	$R_{t-1}$	$R^2$	$R_{t-1}$	$R^2$	$R_{t-1}$	$R_{t-2}$	$R^2$
CROBEX	-0,0762* [0,000]	0,00581	0,2224* [0,000]	0,04940	0,4551* [0,000]	-0,1218 [0,548]	0,16573

Napomena: \* i \*\* ukazuje na statističku značajnost na razini od 1% i 5%.

Dobiveni rezultati su konzistentni s rezultatima autokorelacije.<sup>13</sup> Dakle, ukoliko bi se ograničili na rezultate ispitivanja provedene u ovom radu, valjalo bi zaključiti da hrvatsko tržište kapitala ne udovoljava slabom obliku hipoteze efikasnog tržišta. Ipak, dobivene rezultate valja interpretirati s određenim oprezom iz nekoliko razloga. Naime, modeliranje prinosa provedeno je na izuzetno jednostavan način, pri čemu nije oblikovana ozbiljna strategija trgovanja koja bi uzela u obzir pravila tehničke analize, transakcijske troškove, nelikvidnost tržišta, i sl. Nadalje, saznanja o prisutnosti autokorelacije u dnevnim, tjednim i mjesečnim prinosima koja narušavaju pretpostavke hipoteze slučajnog hoda, ne impliciraju nužno neefikasnosti /34/. Štoviše, literatura podržava ideju o nemogućnosti ostvarivanja iznadprosječnih prinosa na tranzicijskim tržištima kapitala, čak i ako su cijene dionica predvidljive zbog blagih pravila izvještavanja, slabog i nekontinuiranog trgovanja, nelikvidnosti i fragmentaciji tržišta, visokim transakcijskim troškovima, kašnjenjima u trgovanju, izvještavanju i provođenju operacija, te nepostojanju službenih market maker-a.<sup>14</sup> Dodatne otežavajuće okolnosti za testiranje efikasnosti tržišta u razvoju odnose se i na više očekivane prinose /3/, veću volatilitnost /2/, nisku korelaciju s prinosima na razvijenim tržištima i veću razinu predvidljivosti u odnosu na razvijena tržišta kapitala /18/.

Nadalje, empirijsko ispitivanje teorijske koncepcije efikasnih tržišta te sposobnosti istog da u potpunosti odražava sve dostupne informacije otežano je činjenicom da je svako testiranje efikasnosti zajednički test tržišne efikasnosti i određenog modela vrednovanja dionica. Ukoliko bi postojala korelacija u ravnotežnim očekivanim prinosima, ista bi utjecala na pojavu autokorelacije u stvarnim prinosima. Stoga, ako se zajednička hipoteza odbije, nemoguće je utvrditi je li tržište strogo neefikasno ili je odabran krivi model vrednovanja cijene dionice.

Dakle, na temelju dobivenih rezultata može se odbaciti hipoteza o slučajnom hodu prinosa na indekse iz uzorka. S druge strane, uvažavajući spomenuta ograničenja metodologije i specifičnosti tranzicijskih tržišta kapitala, bilo bi ishitreno odbaciti hipotezu o nemogućnosti predviđanja promjene cijene dionice u kratkom roku na osnovi povijesnih promjena i ostvarivanja iznadprosječnih profita trgujući na hrvatskom tržištu kapitala. Naime, čak ukoliko promjene cijena dionica nisu slučajne, sudionici tržišta u razvoju nisu nužno u mogućnosti profitabilno iskoristiti uočene neefikasnosti jer se iste kompenziraju

<sup>13</sup> Naime, niske vrijednosti  $R^2$  su također u uskoj vezi s koeficijentima autokorelacije. Točnije,  $R^2$  regresije prinosa na konstantu i prvi pomak je kvadrat koeficijenta autokorelacije prvog reda.

<sup>14</sup> Banka, broker ili druga financijska institucija koja je uvijek spremna kupiti po kupovnoj cijeni (bid) i prodati po prodajnoj cijeni (ask).

povećanim transakcijskim troškovima (brokerska provizija, cijena kapitala, pravila trgovanja), nedostatnim pravovremenim informacijama, troškom pribavljanja novih informacija i povećanom neizvjesnošću /37/.

## 5. ZAKLJUČNA RAZMATRANJA

Hipoteza efikasnog tržišta na hrvatskom tržištu kapitala ispitana je u svom najslabijem obliku, što je uobičajena praksa za tranzicijska tržišta uslijed nedostatka podataka potrebitih za testiranje jačih oblika efikasnosti. Takva tržišta su uglavnom atribuirana slabim obujmom trgovanja, nedostatkom pravodobnih informacija, visokim transakcijskim troškovima, nelikvidnošću te su objekt manipulacije velikih igrača na tržištu. Stoga je opće shvaćanje da je neefikasnost svojstvena takvim tržištima. Rezultati recentnih istraživanja slabog oblika efikasnosti na tranzicijskim tržištima su u skladu sa spomenutim nesavršenostima. Dok rezultati provedenih istraživanja na razvijenim tržištima kapitala uglavnom upućuju na prihvaćanja slabog oblika hipoteze efikasnog tržišta, dokazujući da su sukcesivni prinosi međusobno neovisni i da slijede slučajan hod, istraživanja provedena na tržištima u razvoju dovode do dvosmislenih rezultata. S jedne strane, literatura nudi potvrdu slabe efikasnosti na nekim južnoameričkim i azijskim tržištima, dok su spoznaje o efikasnosti europskih tržišta oskudne i uglavnom idu u prilog odbacivanja hipoteze efikasnog tržišta.

Kako bi se ispitala efikasnost hrvatskog tržišta kapitala, proveden je ADF test jediničnih korijena te test autokorelacije na dnevnim, tjednim i mjesečnim prinosima na CROBEX koji predstavljaju aproksimaciju kretanja cijena dionica na tržištima iz uzorka. Točnije, hipoteza slučajnog hoda ispitana je na dnevnim, tjednim i mjesečnim prinosima. Testovima jediničnih korijena utvrđena je stacionarnost u prvim diferencijama, što znači da jedinični korijeni ne postoje u prinosima na indekse. Nadalje, rezultati korelograma i skupne hipoteze o nultim koeficijentima autokorelacije do određenog pomaka uputili su na odbacivanje hipoteze da dnevni, tjedni i mjesečni prinosi na analizirane indekse slijede slučajan hod u razdoblju 1997. - 2007. Dobiveni rezultati su konzistentni s općim stajalištem literature o maloj vjerojatnosti da tržišta kapitala u razvoju slijede hipotezu slučajnog hoda koja je pretpostavka slabog oblika efikasnosti. Oblikovanjem jednostavnih modela, AR(1) za dnevne i tjedne, i AR(2) za mjesečne prinose, su također dobiveni rezultati koji ukazuju na postojanje serijske ovisnosti.

Ipak, važno je naglasiti da zaključak o mogućnosti ostvarivanja iznadprosječnih prinosa na temelju poznavanja povijesnih cijena nije moguće izvesti iz same činjenice o odbacivanju hipoteze slučajnog hoda i utvrđene ovisnosti serija prinosa. Iako rezultati provedenih testova upućuju na ne-slučajno kretanje cijena i predvidljivost prinosa na CROBEX, postoji velika mogućnost da sudionici na tržištu nisu u mogućnosti pobijediti tržište. Jedan od razloga može se pronaći u testiranju zajedničke hipoteze o tržišnoj efikasnosti i stalnim očekivanim prinosima. Stoga bi bilo kakva korelacija između ravnotežnih očekivanih prinosa vodila do nekog oblika autokorelacije u stvarnim prinosima. Kada se ispituje tržišna efikasnost na dnevnim podacima, pretpostavke o očekivanim ravnotežnim prinosima nisu nužno kritične zato što su promjene ravnotežnih prinosa na dnevnoj razini tek mali dio stvarne promjene cijena dionice. Veliki dio promjene cijene dionice propisuje se pristizanju nove informacije na tržište. Nadalje, prilikom odlučivanja o efikasnosti tranzicijskih

tržišta kapitala valja imati u vidu da su za takva tržišta nerijetko karakteristični visoki transakcijski troškovi i neredovito trgovanje. Stoga bi u prinose valjalo uračunati premiju likvidnosti.

Uvažavajući spomenute argumente, slabi oblik hipoteze efikasnog tržišta, koja kaže da nije moguće predvidjeti promjenu cijene dionice u kratkom roku na osnovi povijesnih promjena i ostvariti iznadprosječne profite trgujući na hrvatskom tržištu kapitala, nije moguće ni prihvatiti ni odbaciti. Stoga bi u budućim istraživanjima valjalo razviti i ispitati sofisticiranije modele predviđanja koji bi uzeli u obzir sve nabrojane specifičnosti tranzicijskih tržišta. Nadalje, takav model trebao bi se usporediti sa slučajnim hodom. Ukoliko bi odabrani model nadmašio rezultate koji se ostvaruju slijedeći slučajan hod, takav model predstavljao bi profitabilnu strategiju trgovanja, a takvo tržište bi bilo nedvojbeno neefikasno s naslova slabog oblika hipoteze efikasnog tržišta.

Iako provedeno istraživanje ne daje jednoznačan odgovor na mogućnost pobjeđivanja hrvatskog tržišta kapitala korištenjem tehničke analize, empirijski opisano ponašanje prinosa na spomenutom tržištu može imati važne implikacije za ulagače, akademsku zajednicu i nadzorne institucije. Naime, investitori obilnije trguju na tržištu koje jamči valjano vrednovanje dionica, kako u trenutku kupnje, tako i kod prodaje istih. Nadalje, pronađene neefikasnosti dovode u pitanje alokativnu ulogu tržišta kapitala koja je prije svega omogućena ispravno utvrđenim tržišnim cijenama. Također, činjenica da prinosi ne slijede slučajni hod predstavlja valjan motiv za nadzorne i regulatorne institucije da implementiraju regulatorne promjene kako bi unaprijedili ukupne uvjete na tržištu te potakli štednju i investicije. Također, rezultati ovog rada su valjan doprinos inače nedostatnim akademskim saznanjima o događanjima na hrvatskom tržištu kapitala. Rezultati ovog istraživanja pridonose boljem razumijevanju važnosti teorijskog i empirijskog pristupa shvaćanju razine efikasnosti tržišta kapitala tranzicijskih zemalja. Osim što nude bazu za operacionalizaciju mjera ekonomske politike, rezultati ovog istraživanja predstavljaju motivaciju za daljnja ispitivanja i oblikovanja profitabilnih strategija trgovanja za predviđanje budućih prinosa na temelju prinosa iz prethodnih razdoblja, te utvrđivanja da li su razine devijacija od tržišnih kretanja dovoljno velike da bi strategija bila profitabilna, uzimajući u obzir transakcijske troškove i nelikvidnost.

## LITERATURA:

1. Abrosimova, N., Gishan D., Linowski, D. (2002) Testing Weak-Form Efficiency of the Russian Stock Market, EFA 2002 Berlin Meetings Presented Paper. Dostupno na SSRN: <http://ssrn.com/abstract=302287> ili DOI: 10.2139/ssrn.302287
2. Bekaert, G., Harvey, C. R. (1997) Emerging Equity Market Volatility, *Journal of Financial Economics*, 43, str. 29. - 77.
3. Bekaert, G., Harvey, C. R. (2000) Foreign Speculators and Emerging Equity Markets, *Journal of Finance*, 55(2), str. 565. - 613.
4. Box, G., Pierce, D. (1970) Distribution of Residual Autocorrelations in Autoregressive-Integrated Moving Average Time Series Models, *Journal of the American Statistical Association*, 65, str. 1509. - 1526.



5. Campbell, J. Y., Lo, A. W., MacKinlay, A. C. (1997) *The Econometrics of Financial Markets*. Princeton New Jersey: Princeton University Press.
6. Chun, R. M. (2000) Compensation Vouchers and Equity Markets: Evidence from Hungary, *Journal of Banking and Finance*, 24, str. 1155. - 78.
7. Claessens S., Dasgupta S., Glen J. (1995) Return behaviour in emerging Stock Market, *The World Bank Economic Review*, 9(1), str. 131. - 151.
8. Dezelan, S. (2000) Efficiency of the Slovenian equity market, *Economic and Business Review*, 2(1), str. 61. - 83.
9. Dickey, D. A., Fuller, W. A. (1979) Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit root, *Journal of the American Statistical Association*, 74, str. 427. - 431.
10. Dickinson J. P., Muragu, K. (1994) Market Efficiency in Developing Countries: A case study of the Nairobi Stock Exchange, *Journal of Business Finance & Accounting*, 21(1), str. 133. - 150.
11. Fama, E. F. (1965) The Behavior of Stock Market Prices, *Journal of Business*, 38, str. 34. - 105.
12. Fama, E. F. (1970) Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work, *Journal of Finance*, 25, str. 383. - 417.
13. Fama, E. F., i French K. R. (1988) Permanent and Temporary Components of Stock Prices, *The Journal of Political Economy*, 96( 2), str. 246. - 273.
14. Frennberg, P., Hansson, B. (1993) Testing the random walk hypothesis on Swedish stock prices: 1919. - 1990., *Journal of Banking and Finance*, 17, str. 175. - 191.
15. Gilmore, G. C, Lucey, M. B, MacManus, M. G. (2005), The dynamics of Central European equity market integration., IIS Discussion Paper, no. 68.
16. Grieb, T., Reyes, M. G. (1999) Random Walk Tests for Latin American Equity Indices and Individual Firms, *Journal of Financial Research*, 4, str. 371. - 83.
17. Harvey C. R. (1994) Conditional Asset allocation in Emerging Markets, *Working Paper*, No. 4623, Cambridge, MA.
18. Harvey, C. R. (1995) Predictable Risk and Returns in Emerging Markets, *The Review of Financial Studies*, 8(3), str. 773. - 816.
19. Hudson, R., Dempsey, M., Keasey, K. (1996) A note on the weak-form efficiency of capital markets: The application of simple technical trading rules to UK Stock prices-1935 to 1994, *Journal of Banking & Finance*, 20, str. 1121. - 1132.
20. Jegadeesh, N., Titman, S. (1993) Returns to Buying Winners and Selling Losers: Implications for Stock Market Efficiency, *Journal of Finance*, 48 (1), str. 65. - 91.
21. Kendall, M. (1953) The Analysis of Economic Time Series, *Journal of the Royal Statistical Society, Series A*, 96, str. 11. - 25.
22. Kim, E. H., Singal, V. (2000) Stock Market Openings: Experience of Emerging Economies, *Journal of Business* 73, str. 25. - 66.
23. Ljung, G., Box, G. (1978) On a Measure of Lack of Fit in Time Series Models, *Biometrika*, 66, str. 67. - 72.

24. Lo, A., MacKinlay, A. C. (1988) Stock Prices Do Not Follow Random Walks: Evidence from a Simple Specification Test, *Review of Financial Studies*, 1, str. 41. - 66.
25. Lo, A. W., A. C. MacKinlay (1990) When are contrarian profits due to stock market overreaction?, *Review of Financial Studies* 3, str. 175. - 205.
26. Mateus, T. (2004) The risk and predictability of equity returns of the EU accession countries, *Emerging Markets Review*, 5, str. 241. – 266.
27. Nivet, J. F. (1997) Stock Markets in Transition: The Warsaw Experiment, *Economics of Transition*, 5, str. 171. - 83.
28. Ojah K., Karemera, D. (1999) Random walks and Market efficiency Tests of Latin American Emerging Equity Markets: A Revisit, *The Financial Review*, 34, str. 57. - 72.
29. Richards, A. (1995) Comovements in national stock market returns: evidence of predictability, but not cointegration, *Journal of Monetary Economics* 36, str. 631. – 654.
30. Pesaran, M. H., Timmermann, A. (1995) The robustness and economic significance of predictability of stock returns, *Journal of Finance*, 50, str. 1201. – 1228.
31. Poterba, J. M., Summers, L. H. (1988) Mean Reversion in Stock Prices: Evidence and Implications, *Journal of Financial Economics*, 22, str. 27. - 59.
32. Sheffrin S. M. (1983) *Rational Expectations*. Cambridge: Cambridge University Press.
33. Solnik, H. B. (1973) Note on the Validity of the Random Walk for European Stock Prices, *Journal of Finance*, 28(5), str. 1151. - 1159.
34. Summers, L. H. (1986) Does the Stock Market Rationally Reflect Fundamental Values?, *The Journal of Finance*, 41(3), str. 591. - 601.
35. Šošić, I. (2004.) *Primjenjena statistika*. Zagreb: Školska knjiga, str. 664.
36. Urrutia, J. L. (1995) Tests of Random Walk and Market Efficiency for Latin American Emerging Markets, *Journal of Financial Research*, 18, str. 299. - 309.
37. Wai, U. T., Patrick, H. T. (1973) Stock and Bond issues and Capital Markets in Less Developed Countries, *International Monetary Fund Staff papers*, 302.
38. Worthington, A. C., Higgs, H. (2005) Weak-Form Market Efficiency in Asian Emerging and Developed Equity Markets: Comparative Tests of Random Walk Behaviour, University of Wollongong, School of Accounting and Finance Working Paper Series, No. 05/03, 2005.
39. Worthington, A. C., Higgs, H. (2004) Random walks and market efficiency in European equity markets, *Global Journal of Finance and Economics*, 1, str. 59. – 78.
40. [www.bloomberg.com](http://www.bloomberg.com)