

TESTOVANIE LINEÁRNEJ ZÁVISLOSTI RIZIKA A MIERY VÝNOSNOSTI V ROVNOVÁŽNOM MODELY CAPM

Jozef Glova

Kľúčové slova:

Oceňovanie aktív, modely oceňovania kapitálových aktív, testovanie hypotéz.

Key words:

Asset pricing, capital asset pricing models, hypothesis testing.

Abstrakt

Článok sa zaoberá rovnovážnym modelom CAPM s cieľom formulovať a testovať hypotézu, ktorú by takýto rovnovážny model mal potvrdzovať s ohľadom na jeho použiteľnosť. Preskúmali sme hypotézu, či stratégie rozdelenia aktív s ohľadom na relatívnu mieru rizika (Beta) za dlhšie časové obdobie sú v súlade s modernou teóriou portfólia, a teda aj modelom CAPM. Vzhľadom k tomu sme formulovali hypotézu, že vyššie riziko, vyjadrené prostredníctvom Beta koeficientu, je asociované s vyššou mierou výnosnosti, a že táto výnosnosť je významne lineárne závislá na nezávislej premennej. Pre testovanie hypotézy sme na empirických údajoch aplikovali dvojicu testov modelu CAPM, a to Sharpeho a Cooperov test a test od Blacka, Jensena a Scholesa.

Abstract

This article explores CAPM equilibrium model with the objective to formulate and test hypotheses that should equilibrium model of capital asset pricing holds whether one believes in this model. We examined whether the strategies with respect to risk (Beta) over long period produce returns consistent with modern capital theory, as well as of CAPM model. Therefore we formulated an hypotheses whether higher risk, expressed by Beta, should be associated with a higher level of return and whether the return is linearly related to market portfolio through Beta coefficient significantly. To test this hypothesis on empirical data we used two tests of CAPM model, test of Sharpe and Cooper and test of Black, Jensen, and Scholes.

Úvod

Model CAPM, zvyčajne označovaný ako model oceňovania kapitálových aktív, je fundamentálnym základom na vyjadrenie spôsobu vyjadrenie ceny finančných nástrojov kapitálového trhu. Pri existencii všetkých predpokladov modelu CAPM (bližšie vid'. [7] alebo tiež [10]), jediné portfólio rizikových aktív, ktoré investor bude chcieť vlastniť je trhové portfólio, tiež nazývané aj ako takzvané tangenciálne portfólio.

Rozhodujúcimi parametrami, na základe ktorých sa investori rozhodujú pri investovaní, a to či už do jednotlivých akcií alebo ich kombinácií, teda portfólií je očakávaný výnos, ktorý im investícia prinesie, a riziko, ktoré budú musieť podstúpiť. Model CAPM slúži investorom práve na vyjadrenie vzťahu medzi rizikom a výnosom, avšak tu sa zároveň otvára priestor pre testovanie funkcionality tohto modelu s prihliadnutím na rôzne obmedzenia a jeho modifikácie.

Tento príspevok je rozdelený do dvoch hlavných častí. Prvá v stručnej forme objasňuje princíp fungovania modelu CAPM a jeho predpoklady. Druhá, analytická časť je zameraná na testovanie modelu CAPM pomocou testu Sharpeho a Coopera ako aj testu od Blacka, Jensena

a Scholesa. Vzhľadom na to, že hlavnou podstatou týchto testov je zisťovanie významnosti vzťahu medzi rizikom portfólia a jeho výnosom počas celého sledovaného obdobia, budeme sa aj my snažiť na zvolenej vzorke 100 akcií o potvrdiť, resp. zamietnuť hypotézu o existencii významnej lineárnej závislosti.

1. Model oceňovania kapitálových aktív - CAPM

V oblasti kapitálových aktív majú výrazný vplyv pre definovanie požadovanej miery výnosnosti rovnovážne modely, nazývané tiež ako jednofaktorové alebo viacfaktorové modely, ktoré prostredníctvom vysvetľujúcich premenných (faktora alebo indexu) determinujú vysvetľovanú premennú, prevažne požadovanú mieru výnosnosti alebo nadmernej výnosnosti kapitálového aktíva alebo skupiny takýchto aktív (portfólií).

Model CAPM vysvetľuje proces tvorby cien rizikových aktív na kapitálovom trhu. Objasňuje vzťah medzi očakávaným výnosom aktíva a jeho rizikom za podmienok rovnováhy na trhu, kde všetci investori volia optimálne portfólio. Očakávané výnosy cenných papierov alebo portfólia sa rovnajú miere výnosu z bezrizikového aktíva plus rizikovej prémie. Keď sa tento očakávaný výnos nevyrovná alebo neprevýši požadovaný výnos, investícia by nemala byť uskutočnená. Táto štandardná forma vzťahu všeobecnej rovnováhy pre výnosy aktív bola v 60. rokoch nezávislé na sebe navrhnutá a odvodená autormi Sharpe, Lintner a Mossin. Tento model, tiež nazývaný ako Sharpe-Lintner-Mossinov model, nadväzuje na teoretické práce Harryho Markowitza [4][5] a Jamesa Tobina [12] v oblasti diverzifikácie a modernej teórie portfólia, pričom bol nezávisle predstavený Jackom Treynorom [13], Williamom Sharpem [7], Johnom Lintnerom [3] a Janom Mossinom [6]. Model berie do úvahy citlivosť kapitálového aktíva na nediverzifikovateľnú zložku rizika (systematické riziko), reprezentované relatívnou mierou rizika v podobe beta (β) koeficientu, ako aj očakávanú výnosnosť trhu a očakávanú výnosnosť teoreticky definovaného bezrizikového aktíva, a to na základe definovaných predpokladov. Model CAPM sa zvyčajne vyjadruje v podobe procesu generujúceho výnosnosť alebo charakteristickej priamky cenného papiera, pričom je vhodne modifikovateľný na všeobecný jednofaktorový model.

V prípade tohto modelu boli predpoklady pre definovanie efektívnej množiny podľa Markowitza a Tobina doplnené a spolu tak tvoria základ pre model CAPM. Medzi jednotlivými predpokladmi sú uvedené tieto: Neexistujú transakčné náklady. Jednotlivé aktíva sú nekonečne deliteľné. Neexistencia daní z príjmu. Jednotlivec nemôže ovplyvniť cenu akcie svojim nákupným alebo predajným rozhodnutím. Od investorov sa očakáva uskutočniť rozhodnutia samostatne z hľadiska očakávaných výnosnosti a štandardných smerodajných odchýlok ich portfólií. Prípustnosť neobmedzeného predaja na krátko. Neobmedzené požičiavanie a vypožičanie si za bezrizikovú úrokovú sadzbu. Homogenita očakávania investorov ohľadom výnosnosti a ich variability. Informácie sú voľné a okamžite dostupné všetkým investorom. Všetky aktíva sú predajné (speňažiteľné). Podrobnejšie pre bližší popis predpokladov odporúčam použiť zdroj [10]

Ako je z prehľadu týchto predpokladov zrejmé, CAPM redukuje situáciu na hraničný prípad. To dovoľí presunúť pozornosť na to, čo sa stane s cennými papiermi, keď budú mať všetci investori rovnaké podmienky a všetci budú investovať podobným spôsobom. A na základe sledovania kolektívneho správania sa investorov môže byť odvodená podstata výsledného vzťahu medzi rizikom a výnosnosťou každého cenného papiera.[8]

2. Testovanie rovnovážnych modelov stanovenia cien kapitálových aktív

Ekonomické modely sa vo všeobecnosti snažia vystihnúť komplexnosť ekonomickej reality, s čím je samozrejme spojená nevyhnutnosť určitých prispôbení alebo zjednodušení. So zavedením takýchto zjednodušení však súvisí možná nepresnosť ekonomického modelu voči ekonomickej realite. Z tohto dôvodu je nevyhnutné poznať takúto nepresnosť, čo je možné vykonať použitím vhodne zvolených typov testov.

Testovanie ekonomických modelov, a v tomto prípade jednoduchého modelu CAPM nám umožňuje poznať nakoľko správne jednoduchý model CAPM popisuje správanie sa súčasných kapitálových trhov.

Mnoho testov zo všeobecných modelov rovnováhy sa zaoberá či už štandardným CAPM, alebo nulovou formou beta (Zero-beta) všeobecného rovnovážneho modelu. Základný model CAPM je možné vo všeobecnosti zapísať ako

$$E(R_i) = R_f + \beta_i \cdot [E(R_m) - R_f] \quad (1)$$

kde:

R_f - bezriziková sadzba,

β_i - beta faktor, ktorý vyjadruje citlivosť investície i na zmenu výnosovej miery trhového portfólia,

$E(R_m)$ - očakávaná výnosová miera trhového portfólia,

$E(R_i)$ - očakávaná výnosnosť miera aktíva i .

Bez uvažovaných možnosti požičania alebo zapožičania dodatočných peňažných fondov je možné uvažovať aj tzv. dvojfaktorový (Zero-beta) model, ktorý je definovaný ako

$$E(R_i) = E(R_Z) + \beta_i \cdot [E(R_m) - E(R_Z)] \quad (2)$$

kde:

$E(R_i)$ - očakávaná výnosová miera aktíva i ,

$E(R_Z)$ - očakávaná výnosová miera portfólia s nulovým beta faktorom, ktorá má najnižšiu smerodajnú odchýlku,

β_i - beta faktor, ktorý vyjadruje citlivosť investície i na zmenu výnosovej miery trhového portfólia,

$E(R_m)$ - očakávaná výnosová miera trhového portfólia,

Tieto modely sú formulované v zmysle očakávaní a všetky premenné sú vyjadrované v zmysle budúcich hodnôt. Relevantné beta je budúce beta cenných papierov. Okrem toho, aj výnos trhu, aj výnos portfólia pri minimálnej odchýlke nulového beta sú očakávanými budúcimi výnosmi.

Vzhľadom na absenciu dostupných systematických dát týkajúcich sa očakávaní investorov, takmer všetky testy rovnovážnych modelov (teda aj modelu CAPM) sú realizované s použitím pozorovaných hodnôt premenných (ex-post hodnotami).

Tu sa otvára logická otázka, ako nastaviť testovanie rovnovážneho modelu. Na základe ex-post analýzy súhrnných a parciálnych výsledkov je možné získať informácie pre ex-ante analýzy, a teda zistiť očakávané budúce výnosy investorov. [1]

Obhajoba takéto postupu stojí na dvoch úvahách. Tá jednoduchšia obhajoba znamená dokazovať, že očakávania sú v priemere, ale aj ako celok správne. Preto počas veľmi dlhého časového obdobia sa aktuálne udalosti môžu považovať za očakávania. Komplexnejšia obhajoba sa začína predpokladom, že výnosy cenných papierov lineárne súvisia s výnosom v trhovom portfóliu. Tento model, nazývaný trhovým modelom, je daný ako:

$$\tilde{R}_{it} = \alpha_i + \beta_i \cdot \tilde{R}_{mt} + \tilde{\epsilon}_{it} \quad (3)$$

kde

\tilde{R}_{it} – výnosnosť kapitálového aktíva (napr. akcie),

α_i – predstavuje očakávanú hodnotu časti výnosnosti cenného papiera i , ktorá je nezávislá od výkonnosti trhu,

β_i – konštanta určujúca očakávanú zmenu v \tilde{R}_{it} , danú zmenou v \tilde{R}_{mt} ,

\tilde{R}_{mt} – predstavuje mieru výnosnosti trhového indexu, pričom opätovne ide o náhodnú premennú,

$\tilde{\epsilon}_{it}$ – náhodná časť výnosnosti cenného papiera i , ktorá je nezávislá od výkonnosti trhu.

Očakávaná hodnota výnosu cenného papiera i je:

$$E(R_i) = \alpha_i + \beta_i \cdot E(R_m) \quad (4)$$

teda

$$E(R_i) - \alpha_i - \beta_i \cdot E(R_m) = 0 \quad (5)$$

Pridaním tejto rovnice na pravú stranu rovnice (3) a jej upravením získame:

$$\tilde{R}_{it} = E(R_i) + \beta_i \cdot [\tilde{R}_{mt} - E(R_m)] + \tilde{\epsilon}_{it} \quad (6)$$

Jednoduchá forma modelu CAPM je:

$$E(R_i) = R_f + \beta_i \cdot [E(R_m) - R_f] \quad (7)$$

Substitúciou výrazu $E(R_i)$ v predchádzajúcej rovnici a jej zjednodušením dostaneme:

$$\tilde{R}_{it} = R_f + \beta_i \cdot (R_{mt} - R_f) + \tilde{\epsilon}_{it} \quad (8)$$

Testovanie modelu tejto formy s ex-post dátami sa zdá byť vhodné. Avšak, existujú tri predpoklady súvisiace s týmto modelom:

- Trhový model platí počas celej doby.
- Model CAPM platí počas celej doby.
- Beta je stabilné v čase t , kde $t = 1, 2, 3, \dots, N$.

Test tohto modelu s použitím ex-post dát je skutočne simultánný test všetkých týchto troch hypotéz. Ak by sme použili dvojfaktorový model namiesto Sharpe-Lintner-Mossinovej formy, dospeli by sme k rovnici:

$$\tilde{R}_{it} = \tilde{R}_{zt} + \beta_i \cdot (\tilde{R}_{mt} - \tilde{R}_{zt}) + \tilde{\epsilon}_{it} \quad (9)$$

a nie k rovnici (8).

3. Testovanie modelu CAPM

Vzorka dát

Testovanie realizujeme na údajoch 100 náhodne vybraných akcií z indexu S&P 500, obchodovaných na NYSE, AMEX a NASDAQ v období januára 1999 až decembra 2009 (11 rokov). Pre analýzu použijeme priemer denných uzatváracích cien za dané obdobie. Z pohľadu vybranej formy testu výplatu dividend budeme, resp. nebudeme uvažovať. Rovnako budeme postupovať aj pri spracovaní údajov za trhové portfólio, ktoré bude zastúpené indexom S&P 500. Ako hodnoty bezrizikových sadzieb sú vybrané údaje o výnosnosti cenných papierov štátnej pokladne vlády USA s 1 mesačnou splatnosťou. Hodnoty všetkých výnosnosti sú prepočítané na mesačnú bázu (per month – p.m.).

Hypotézy

H_0 : Existuje lineárna závislosť medzi rizikom vyjadreným koeficientom beta a výnosom portfólií cenných papierov;

H_1 : Hypotézu zamietame.

Pre overenie stanovenej nultej a alternatívnej hypotézy použijeme dvojicu testov. Prvý od Sharpeho a Coopera a druhý od Blacka, Jensena a Scholesa.

Test Sharpeho a Coopera

Sharpeho a Cooperov test [9] overuje v hypotéze uvedenú lineárnu závislosť medzi rizikom (vyjadreným koeficientom beta) a výnosom pre jednotlivé portfólia cenných papierov. Z nášho pohľadu budeme sledovať ako sa tento vzťah mení v závislosti so zmenou štruktúry jednotlivých portfólií v subperiódach v dôsledku zmien hodnôt beta pre jednotlivé akcie v každej subperióde. Vychádzať budeme z rovnice (3):

$$\tilde{R}_{it} = \alpha_i + \beta_i \cdot \tilde{R}_{mt} + \tilde{e}_{it},$$

kde \tilde{R}_{it} je priemerný výnos portfólia; \tilde{R}_{mt} je priemerný výnos trhu za danú subperiódu, α_i je intercept portfólia, β_i je riziko portfólia a \tilde{e}_{it} je chyba modelu.

Pre potreby tohto typu testu vypočítame priemerné mesačné výnosnosti z cien akcií aj indexu S&P 500. Ďalej z týchto hodnôt výnosnosti definujeme nadmerné mesačné výnosnosti daných akcií za vybrané obdobie ($R_i - R_f$), rovnako ako aj nadmerné mesačné výnosnosti indexu za dané obdobie ($R_m - R_f$). Parameter ($R_i - R_f$) predstavuje rozdiel medzi očakávanými mesačnými výnosmi jednotlivých akcií a mesačnými úrokovými sadzbami vyššie zmienenej bezrizikovej investície. Parameter ($R_m - R_f$) je rozdiel medzi očakávanými mesačnými výnosmi indexu S&P a mesačnými úrokovými sadzbami bezrizikovej investície za dané obdobie.

Pre ďalšie výpočty sme definovali subperiódy, kedy každá subperióda predstavuje obdobie zložené z piatich rokov (spolu 60 mesiacov). Interval prvej subperiódy možno zapísať aj nasledovne: (t; t+5), kde t = 1, 2, ..., 11, t.j. počet rokov pozorovania. Každá ďalšia subperióda je posunutá o jeden rok (t+1; t+6). Celková vzorka bola rozdelená na 7 subperiód, teda 1. subperióda je v rozpätí rokov 1999 až 2003, 2. subperióda od 2000 do 2004, atď.

Nadmerná výnosnosť ($R_i - R_f$), inak nazývaná aj riziková prémie pre i-té aktívum, a nadmerná výnosnosť ($R_m - R_f$), nazývaná tiež celková trhová riziková prémie, boli použité pre výpočet parametrov beta (slope), alfa (intercept), priemerný výnos (average return), riskless rate (bezriziková úroková miera) a priemerná hodnota výnosnosti trhu ($E(R_{mt})$) pre každé portfólio všetkých subperiód.

Pre každú zo siedmich subperiód platí, že vzorka 100 akcií je zotriedená podľa výšky hodnôt beta od najväčšej po najmenšiu. Celková vzorka teda tvorí 10 portfólií, kde každé portfólio pozostáva z 10 akcií. V prvom portfóliu sa nachádza 10 akcií, ktoré majú najvyššie hodnoty beta zo všetkých 100 akcií a v poslednom portfóliu zase 10 akcií s najnižšími hodnotami beta zo všetkých akcií. Zloženie portfólia sa každou subperiódou mení z dôvodu rôznych hodnôt beta v čase.

Pre každé portfólio všetkých subperiód boli vypočítané potrebné hodnoty parametrov, a to také, ako pre jednotlivé akcie subperiód. Teda hodnoty beta, alfa, priemerný výnos, a priemerná úroková sadzba za dané portfólio, ktorých výsledky sú prezentované v ďalších podkapitolách. Navyše sme určili korelačný koeficient, ktorý predstavuje vzájomnú závislosť medzi hodnotami beta a výnosmi jednotlivých portfólií. Týmto spôsobom vzniklo 7 súhrnných tabuliek pre každú subperiódu pozostávajúcich z 10 portfólií za sledované obdobie 11 rokov.

Vzhľadom však na rozsah príspevku prezentujeme len súhrnný prehľad spriemerovaných hodnôt všetkých subperiód. To znamená, že prvé portfólio v súhrnnej tabuľke je vlastne priemerná hodnota všetkých prvých portfólií zo všetkých siedmich subperiód, atď.

Súhrnný prehľad výsledkov testu Sharpeho a Coopera

Súhrnná tabuľka predstavuje spriemerované hodnoty počas všetkých siedmich subperiód. Na základe výsledkov možno zhodnotiť, že riziko beta sa v priemere pre všetky portfólia všetkých subperiód rovná hodnote 0,95743 pri priemernej výnosnosti 0,50% a 0,43% odchýlke. Priemerný korelačný koeficient pre všetky portfólia všetkých subperiód je 6,31% a spoľahlivosť tohto modelu je $R=0,8769$.

Krivka na Obrázok 1 má rastúcu tendenciu, čiže aj vzťah medzi rizikom a výnosom je v sumáre silne lineárny. Avšak tvrdenie, že s rastúcim beta rastie aj priemerný výnos neplatil vždy pre všetky subperiódy za sledované obdobie (pozri Tabuľka 1).

Tabuľka 1: Súhrnný prehľad hodnôt skúmaných parametrov

	Risk-free rate	0,01783	E(Rmt)	0,00742
Summary	SLOPE (Beta)	Intercept	Average return	Correlation coef.
1	2,74589	0,00805	0,0114836	0,34585
2	1,82956	0,00461	0,0065989	-0,07540
3	1,47238	0,00478	0,0063631	-0,16770
4	1,26648	0,00453	0,0060114	0,10643
5	1,06589	0,00225	0,0035879	0,17107
6	0,84897	0,00201	0,0031662	0,11654
7	0,70334	0,00154	0,0025163	0,21189
8	0,57391	0,00419	0,0050357	0,01970
9	0,44089	0,00436	0,0049824	-0,02217
10	0,16159	0,00277	0,0031084	-0,00232
medián	0,95743	0,00428	0,0050090	0,06307

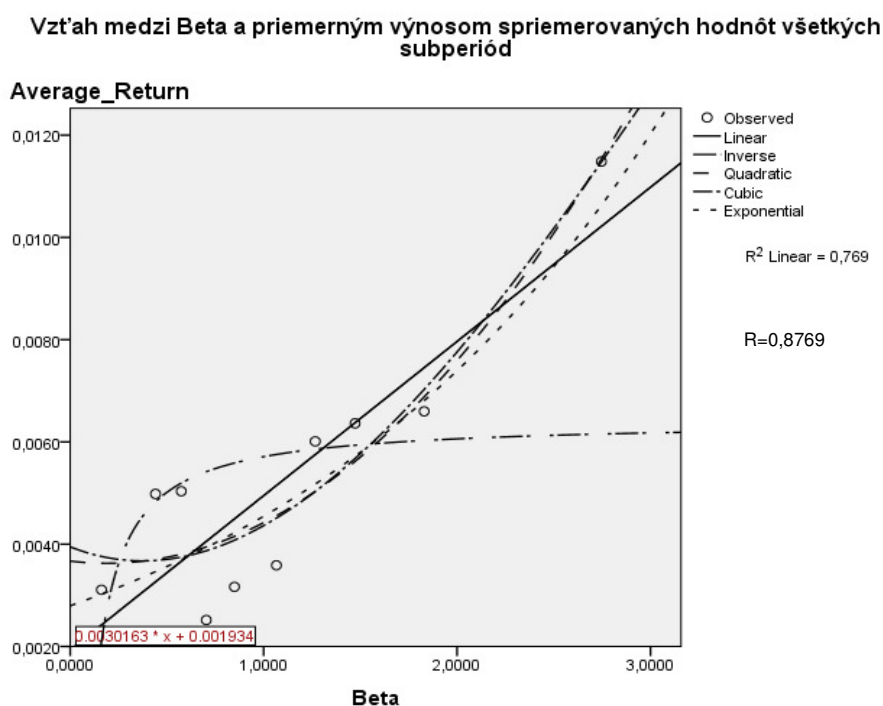
Prameň: autor, na základe vlastných výpočtov

Zároveň aj napriek tomu, že dané testovanie bolo uskutočnené na siedmych subperiódach, nemožno jednoznačne potvrdiť, že platí vzťah medzi beta a interceptom, že ak je hodnota beta väčšia ako 1, tak intercept (teda alfa) bude negatívny.

Treba pripomenúť, že daný jednoduchý model pri výnosoch nezohľadňuje možné dividendy, čiže prémie pre investora za investované peňažné prostriedky. Preto je možné, že výsledky testu sú skreslené práve o tento predpoklad.

Rovnica modelu CAPM podľa jednoduchého testu Sharpeho a Coopera za celú sledovanú periódu má tvar:

$$\tilde{R}_{it} = \tilde{R}_{zt} + \beta_i \cdot (\tilde{R}_{mt} - \tilde{R}_{zt}) + \tilde{\epsilon}_{it} \quad (10)$$



Obrázok 1: Vzťah medzi Beta a priemerným výnosom spriemerovaných hodnôt všetkých subperiód

Testovanie modelu CAPM pomocou testu Blacka, Jensena a Scholesa

Podobne ako Sharpe a Coope (ďalej tiež SC), tak aj Black, Jensen a Scholes (ďalej tiež BJS) testovali, či existuje lineárna závislosť medzi rizikom beta a výnosom [11]. Avšak Sharpe a Cooper pozorovali vzťah beta a priemerného výnosu (average return) za dané portfólio (subperiódu), kým BJS pozorovali vzťah beta a diferenčného výnosu (excess return) za dané portfólio (subperiódu). Diferenčný výnos portfólia (a teda aj subperiódy) je upravený o bezrizikovú úrokovú mieru, teda od priemerného výnosu portfólia je odpočítaná priemerná mesačná bezriziková úroková miera danej subperiódy.

Testovanie modelu CAPM podľa testu BJS je založené na podobnom princípe ako test SC. Líši sa vo vstupných údajoch akcií aj indexu S&P 500, vo výpočtoch výnosu a korelačného koeficientu. Keďže test BJS na rozdiel od testu SC predpokladá existenciu dividend a jej zahrnutie do modelu, bolo potrebné použiť uzatváracie ceny akcií a indexu S&P upravené

o tieto dividendy, čiže AdjClose. Korelačný koeficient v tomto prípade vyjadruje silu vzájomného vzťahu medzi nadmernou výnosnosťou akcií ($R_i - R_f$) a nadmernou výnosnosťou trhu ($R_i - R_m$) danej subperiódy.¹ Black, Jensen a Scholes taktiež skúmajú lineárnu závislosť medzi korelačným koeficientom a rizikom.

Postup zisťovania a výpočtov koeficientov beta a intercept je zhodný, ako pri predchádzajúcom teste. Aj tu každá subperióda prislúcha určitému obdobiu a ich rozdelenie na 7 subperiód je rovnaké ako pri teste SC. Budeme vychádzať z tejto rovnice:

$$R_{it} - R_{ft} = \alpha_i + \beta_i \cdot (R_{mt} - R_{ft}) + e_{it}$$

Súhrnný prehľad výsledkov testu Blacka, Jensena a Scholesa

Súhrnný prehľad rovnako ako pri teste SC, tak aj v tomto prípade predstavuje spriemerované hodnoty počas všetkých siedmich subperiód za celé sledované obdobie (11 rokov). Ako je opätovne z Tabuľka 2 vidieť, odhadné hodnoty beta sa pohybovali od 0,18366 do 2,64733, čo v je priemere 0,95938.

Tabuľka 2: Súhrnný prehľad hodnôt skúmaných parametrov

Summary	SLOPE (Beta)	Intercept	Excess return	Correlation coef.
1	2,64733	0,01071	0,0045543	0,60326
2	1,86460	0,01208	0,0067473	0,57832
3	1,49118	0,01274	0,0080156	0,54757
4	1,26982	0,00876	0,0044298	0,56933
5	1,06493	0,00708	0,0031038	0,51230
6	0,85382	0,00610	0,0024854	0,44579
7	0,69645	0,00496	0,0015990	0,40081
8	0,56553	0,00711	0,0039700	0,36677
9	0,44547	0,00751	0,0044900	0,31237
10	0,18366	0,00754	0,0049157	0,13645
medián	0,95938	0,00752	0,0044599	0,47904

Prameň: autor, na základe vlastných výpočtov

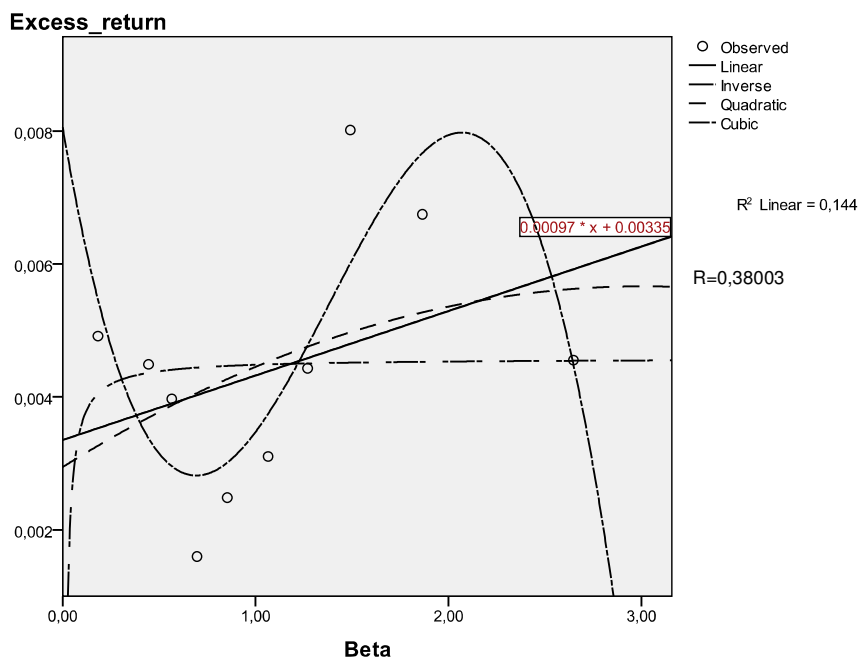
Diferenčný výnos sa síce nepohyboval priamo úmerne počas celej subperiódy, ale z Obrázok 2 je pomocou rastúcej trendovej krivky zrejmé, že vzťah medzi výnosom a rizikom je koniec koncom lineárny. Daná krivka má rovnicu s kladnou smernicou rovnú: $y = 0,00097 \cdot x + 0,00335$. Priemerná hodnota interceptu (teda odchýlky modelu) je cca 0,0075 a priemerná korelácia medzi nadmernou výnosnosťou trhu a nadmernou výnosnosťou portfólia je 0,479. Tento lineárny model má však hodnotu determinácie len 0,144.

Rovnica modelu CAPM podľa testu Blacka, Jensena a Scholesa za celú sledovanú periódu má tvar:

$$E(R_i) = 0,00752 - 0,00240 \cdot \beta_i \quad (11)$$

¹ Pri teste SC je to korelácia medzi samotným koeficientom beta a priemerným výnosom.

Vzťah medzi Beta a diferenčným výnosom spriemerovaných hodnôt všetkých subperiód



Obrázok 2: Vzťah medzi Beta a diferenčným výnosom spriemerovaných hodnôt všetkých subperiód

Porovnanie výsledkov oboch testov

Najprv by bolo vhodné pripomenúť hlavné rozdiely medzi testom Sharpeho a Coopera a testom Blacka, Jensena a Scholesa, ktoré podľa všetkého sú hlavnými dôvodmi odlišností, či už vo vývoji trendových kriviek alebo jednotlivých výnosnosti, rizík a odchýlok v portfóliách v rámci subperiód. Konkrétne ide o rozdiely vo vstupných dátach (len uzatváracie ceny akcií a indexu pre výpočty v teste SC; uzatváracie ceny upravené o dividendy v teste BJS), vo výpočtoch výnosnosti (len priemerná pre test SC; diferenčná pre test BJS) a určovanie vzájomnej závislosti dvoch premenných (vzťah medzi rizikom beta a priemerným výnosom pre test SC; vzťah medzi nadmernou výnosnosťou trhu a nadmernou výnosnosťou portfólia pre test BJS).

Z porovnania vypočítaných hodnôt v rovnakých subperiódach zistíme, že rozdiely v hodnotách nie sú významne veľké, líšia sa ale hlavne v odchýlkach modelu od rovnovážneho a v spoľahlivosti daných modelov.

Vzťah rizika beta a výnosu je v sumáre podľa oboch testov lineárny, aj keď sa v jednotlivých subperiódach výrazne mení. Trendová krivka v teste SC je klesajúca len počas druhej a šiestej subperiódy, zatiaľ čo v teste BJS je okrem iného klesajúca aj počas štvrtej a siedmej subperiódy. Zjavne aj to je príčinou strmšej lineárnej krivky súhrnného modelu, a teda aj silnejšieho vzťahu medzi rizikom a výnosom, v teste SC.

Najvýznamnejšia lineárna závislosť (podľa koeficientu determinácie lineárneho regresného modelu) medzi rizikom a výnosom je počas prvej subperiódy, kde trendová krivka je najšikmejšia, a to aj podľa testu Sharpeho a Coopera, aj podľa testu Blacka, Jensena a Scholesa.

To, aké vstupné údaje budú použité, aké parametre budú skúmané a čo sa týmto sleduje, závisí od rozhodnutia samotného investora. Ten aj vďaka týmto testom môže sledovať rozdielnosť vo výsledkoch pri nezahrnutí určitých predpokladov do testovania.

Záver

Hlavným prínosom tohto príspevku bolo poukázať na spôsoby a postupy overovania lineárneho závislosti medzi rizikom a výnosom v rovnovážnom modeli pre stanovenie cien kapitálových aktív CAPM, a to tak na základe testu Sharpeho a Coopera ako aj na základe testu od Blacka, Jensena a Scholesa.

Model sme testovali na skúmanej vzorke 100 náhodne vybraných akcií obsiahnutých v indexe S&P 500 za obdobie 11 rokov a na základe výsledkov možno v sumáre potvrdiť existenciu lineárneho vzťahu, a teda tak potvrdiť stanovenú testovaciu hypotézu. Táto lineárna väzba medzi rizikom (Beta) a výnosom však neplatila počas všetkých subperiód za sledované obdobie, jej vyššia spoľahlivosť však bola tiež výraznejšie potvrdená v prípade prvého z dvojice aplikovaných testov.

Príspevok vznikol ako čiastočný výsledok riešenia projektu VEGA č. 1/0897/10.

Literatúra:

- [1] ELTON E.J., GRUBER M. J. Modern Portfolio Theory and Investment Analysis. 7. vyd. New York: Wiley, 2006, 330-339 s. ISBN 04-79950-82-9
- [2] LINTNER, J. The Market Price of Risk, Size of Market and Investor's Risk Aversion. In: Review of Economics and Statistics, ročník 52, č. 1, 1970, 87-99 s. ISSN 0034-6535
- [3] LINTNER, J. The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets. In: Review of Economics and Statistics, ročník 47, č. 1, 1965, 13-37 s. ISSN 0034-6535
- [4] MARKOWITZ, H. M. Portfolio Selection. In: The Journal of Finance, ročník 7, č. 1, 1952, 77-91 s. ISSN 0022-1082
- [5] MARKOWITZ, H. M. Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments. 1. vyd. New York: John Wiley & Sons., 1959. Dostupné na <http://cowles.econ.yale.edu/P/cm/m16/m16-all.pdf>.
- [6] MOSSIN, J. Equilibrium in a Capital Asset Market. In: Econometrica, ročník 34, č. 4, 1966, 768-783 s. ISSN 0012-9682
- [7] SHARPE, W. F. Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. In: Journal of Finance, ročník 19, č. 3, 1964, 425-442 s. ISSN 0022-1082
- [8] SHARPE, W. F. Risk Market Sensitivity and Diversification. In: Financial Analysts Journal, ročník 28, č. 1, 1972, 74-79 s. ISSN: 0015-1984
- [9] SHARPE, W.F.; COOPER G.M. „Risk-Return Class of New York Stock Exchange Common Stocks, 1931-1967. In: Financial Analysts Journal, ročník 28, č. 2, 1972, 46-52 s. ISSN: 0015-1984
- [10] SHARPE, W. F.; GORDON, A. J. Investice. 1. vyd. Praha: Victoria Publishing, 1994, 1162 s. ISBN 80-85605-47-3
- [11] SCHOLES, M., BLACK, F. JENSEN, M. C.: Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests. In: Studies in the Theory of Capital Markets, Praeger Publishers Inc., 1972.
- [12] TOBIN, J. Liquidity Preference as Behavior Towards Risk. In: Review of Economic Studies, ročník 25, č. 1, 1958, 65-86 s. ISSN 0034-6527

- [13] TREYNOR, J. Toward a Theory of Market Value of Risky Assets. In: Asset Pricing and Portfolio Performance: Models, Strategy and Performance Metrics. London: Risk Books, 1999, 15–22 s. ISBN 1899332367

Klasifikace JEL: C12, C58, G12

Ing. Jozef Glova, PhD.

Odborný asistent Katedra bankovníctva a investovania

Ekonomická fakulta

Technická univerzita

Němcovej 32, 042 00 Košice

Slovenská republika

jozef.glova@tuke.sk