FINANCE A ÚVĚR 5/1997
ročník 47

Vydává Ministerstvo financí České republiky ve spolupráci s Českou národní bankou ve vydavatelství Economia, a. s., Praha

© Ministerstvo financí ČR

Adresa redakce: Vinohradská 49
120 74 Praha 2
Tel.: (02) 22 25 00 36 nebo: (02) 215 93 171
Fax: (02) 21 59 32 03

Šéfredaktor: Ing. Ivan Kočárník, CSc.

FINANCE A ÚVĚR 5/1997
Volume 47

Publishers: Ministry of Finance of the Czech Republic in Cooperation with Czech National Bank in Publishing House Economia, Prague

© Ministry of Finance of the Czech Republic

Editor's Office: Vinohradská 49
120 74 Prague 2
Czech Republic

Editor in Chief: Ivan Kočárník

OBSAH

Petr ZAHRADNÍK: Měnový kurz a česká realita 257

Martin SOMMER: Modely oceňování kapitálových aktiv a český akciový trh 272

Petr KIELAR: Dynamický model stavební spořitelny 288

Recenze

Jan FRAIT: Měnové kurzy v teorii a realitě (P. Isard) 295

Přehled – Survey

Měnová politika a měnový vývoj v ČR v r. 1996 300

Monetary Policy and Monetary Development in the CR in 1996 309

Daňové judikáty

Výběr ze soudních rozhodnutí ve věcech daní č. 8/97 318

Uprostřed čísla:
Quarterly Economic and Fiscal Bulletin of the CR No 10

CONTENTS

Petr ZAHRADNÍK: Exchange Rate and Czech Reality 257

Martin SOMMER: Capital Assets Pricing Models and the Czech Equity Market 272

Petr KIELAR: Dynamic Model of the Bank in the Bausparkassen System 288

Book-Review

Jan Frait: Exchange Taxes in Theory and Reality (P. Isard) 295

Survey

Monetary Policy and Monetary Development in the CR in 1996
(in Czech) 300
(in English) 309

Tax Judicial Decisions

Abstract from Court Decisions Concerning Taxation No 8/97 318

In the middle of this issue:
Quarterly Economic and Fiscal Bulletin of the CR No 10

*Autorská práva vykonává vydavatel (viz § 4 zák. č. 35/1965 Sb. ve znění změn a doplňků). Užití části nebo celku publikovaných textů – vč. publikovaných zpracovaných znění judikátů –, rozmnožování a šíření jakýmkoli způsobem (zejména mechanickým nebo elektronickým) bez výslovného svolení vydavatele je **zakázáno**.*

Redakční rada: Dr. Ivan Angelis, CSc., Doc. Ing. Aleš Bulíř, MSc., CSc., Ing. Petr Dvořák, Ing. Miroslav Hrnčíř, DrSc., Doc. Ing. Kamil Janáček, CSc., Ing. Miroslav Kerouš, Ing. Ivan Kočárník, CSc., Ing. Václav Kupka, CSc., Ing. Tomáš Ježek, CSc., Ing. Jiří Pospíšil, CSc., Vladimír Rudlovčák, CSc., Ing. Pavel Štěpánek, CSc., Prof. Jan Švejnar, Ph.D., Prof. Dr. František Vencovský, Ing. Jan Vít, Prof. Ing. Karol Vlachynský, CSc.

DT: 519.86; 336.76; 336.763.2 (437)

Modely oceňování kapitálových aktiv a český akciový trh*

Martin SOMMER**

Rozvíjející se akciové trhy, mezi než ten český bezesporu patří, jsou charakterizovány mizivou vazbou mezi fundamentálními vlastnostmi firem a tržní cenou jejich akcií. Investor potřebuje pro své rozhodnutí o nákupu či prodeji svých cenných papírů odhad budoucích výnosů a standardně má k dispozici pouze dva nástroje: fundamentální nebo technickou analýzu.

Fundamentální analýza, která vychází z reálné situace na úrovni odvětví a podniku, může investorovi na nově vytvořených kapitálových trzích poskytnout pouze přibližný cenový interval, ke kterému by hodnota akcií měla za „normálních okolností" postupně konvergovat. Většina portfoliových investorů však není na tak rizikovém trhu ochotna čekat, až nastane dlouhé období, kdy se ceny cenných papírů konečně dostanou blízko své vnitřní hodnotě, a jejich skutečné investiční reakce na fundamentální doporučení (často ležící mimo současnou cenovou hladinu) jsou velmi smíšené.

Ani *technická analýza*, používající pro předpověď budoucího vývoje nejrůznější studie minulého vývoje cen a objemů, nemá na českém trhu příliš mnoho zastánců. Kromě obvyklých ataků proti samotné podstatě technické analýzy musí analytik čelit i krátkodobosti existujících časových řad a z toho vyplývající nepoužitelnosti některých technických přístupů.

Investoři a obchodníci jsou tedy zanecháni při svém rozhodování o investicích bez podpory obou analytických přístupů, jež by jinak byly schopny poskytnout alespoň přibližnou předpověď budoucí hodnoty cenných papírů, i když samozřejmě s rizikem, že se tato předpověď nevyplní.

Současná *situace na pražském trhu* s akciemi je sice poměrně tristní, ale za daných okolností je pochopitelná. Investoři se snaží obchodovat především na základě horkých informací, protože jinou možnost vlastně ani nemají. Trh procházel dlouhodobou sestupnou fází a naivní strategie nákupu a držby cenných papírů nemohla zajistit požadovaný výnos, který je na emerging markets velmi vysoký.

---

* Tato stať byla vypracována v polovině roku 1996 jako první část výzkumné práce „Fundamentální a technické aspekty rozvoje českého akciového trhu", později oceněné cenou České ekonomické společnosti „Mladý ekonom 1996". Druhá část této výzkumné práce (pod názvem „Pojetí bety jako ukazatele rizika na českém akciovém trhu") bude uveřejněna v některém z nejbližších čísel FaÚ.

Autor děkuje J. A. Víškovi za zapůjčení originálního softwaru na výpočet lineární regrese metodou Least Trimmed Squares, jakož i Investmentbank Austria Wien a IB Austria Securities Praha za poskytnutí databází o akciích obchodovaných na Burze cenných papírů Praha.

** Mgr. Martin Sommer, MBA – Institut ekonomických studií FSV UK Praha

Mimo to český akciový trh ovládá několik velkých brokerských firem, jež mají možnost podle potřeby cenu většiny cenných papírů manipulovat. Nemusejí se přitom obávat, že by protistrana obchodu (investiční fondy, drobní akcionáři z kuponové privatizace) za změněnou cenu nechtěla obchodovat. Tito vlastníci akcií jsou totiž vůči ceně do značné míry neelastičtí a jejich chování se řídí jinými než cenovými zákonitostmi.

Změnu v budoucnosti přinesou dlouhodobí institucionální investoři, kteří se při hodnocení investic zaštiťují fundamentálními charakteristikami, a jestliže se svými nákupy a prodeji vstoupí na burzovní trh (nikoli na trh přes přepážku – OTC), způsobí žádoucí stabilizaci cen na hladině reálné vnitřní hodnoty firem.

Český kapitálový trh trpí mnohými nedostatky; to však ještě neznamená, že je nutné rezignovat na jeho jakoukoliv analýzu. Je například pravda, že ceny akcií neodrážejí „skutečnou" hodnotu firem, které je emitovaly, nebo že tyto ceny jsou uměle udržovány na určité úrovni účastníkem trhu, jenž je dostatečně silný a právě se mu tento postup hodí. Dlouhodobě vychýlená absolutní hladina cen totiž nepopírá existenci určité logiky v relativním pohybu cenových parametrů a nevylučuje stabilitu preferencí investorů vůči danému cennému papíru.

Pokud budou spolehlivě fungovat *relativní vazby mezi jednotlivými cennými papíry*, mohl by portfoliový investor, který nemá potřebné zázemí k rychlému získání důležitých informací nebo k ovlivnění ceny ve svůj prospěch, využít takových znalostí alespoň k částečnému vylepšení své investiční strategie. Nebude mít sice jistotu, že se jeho portfolio akciových investic zhodnotí o požadované výnosové procento, avšak pouhá přibližná znalost relativních změn v cenách mu může výrazným způsobem pomoci při zkvalitňování portfolia z hlediska očekávaného výnosu a rizika.

Model oceňování kapitálových aktiv a tržní model

Současná teorie trhu cenných papírů pracuje s několika *modely „oceňování kapitálových aktiv"*. Jsou to především: model oceňování kapitálových aktiv (CAPM), teorie arbitrážového oceňování (APT) a je mezi ně řazen i tržní model (market model). Všechny tyto modely mají ambici popsat vývoj v cenách cenných papírů jako výsledek obecných ekonomických jevů, které ovlivňují vývoj trhu nebo jeho segmentů a samotných podniků. Tyto teorie zkoumají především vazbu mezi výnosy akcií podniků, sektorů a celého trhu a ekonomickými událostmi, a tak v konečném důsledku poskytují představu o tom, jak se cena akcií vyvíjí v závislosti na vývoji celého akciového trhu (CAPM a tržní model) nebo dalších důležitých veličin (APT).

Práce s modely, které tyto teorie nadefinovaly, je navýsost „technickou" záležitostí. Důležité však je, že tyto modely překlenují rozdíl mezi technickou a fundamentální analýzou a pro naměřené vztahy se hledá „fundamentální" vysvětlení v ekonomických zákonitostech. Přestože CAPM, APT ani tržní model[1] přímo neposkytují investorovi doporučení, kolik by každá akcie měla stát, výsledky z nich slouží pro praktické výpočty vážení výnosů

[1] V další analýze se omezíme pouze na model oceňování kapitálových aktiv a tržní model. APT je vícefaktorový model a hledání jednotlivých faktorů a porovnávání APT s ostatními modely je problém obecný, který nemůže být vyřešen v rámci aplikované studie.

TABULKA 1 Předpoklady modelu oceňování kapitálových aktiv

1. předpoklady z teorie portfolia[a]
a) investoři jsou averzní k riziku a maximalizují očekávaný užitek z výnosu v horizontu jednoho roku b) investoři činí svá rozhodnutí pouze na základě průměrné hodnoty a standardní odchylky výnosů portfolií (průměr a standardní odchylka musejí existovat) c) všechna kapitálová aktiva jsou nekonečně dělitelná d) investoři akceptují cenu (price takers) a nemohou ji ovlivnit e) daně a transakční náklady neexistují
2. další předpoklady pro odvození CAPM
f) existuje bezriziková výpůjční a zápůjční sazba g) všechna aktiva lze obchodovat a mají stanovenou cenu (včetně lidského kapitálu) h) kapitálové trhy jsou dokonalé: – všechny informace jsou zdarma a volně dostupné každému účastníkovi trhu – investor má neomezenou možnost vypůjčit si za bezrizikovou sazbu a má možnost krátkého prodeje – výpůjční a zápůjční bezriziková sazba jsou shodné a platí pro všechny investory – investoři akceptují cenu (price takers) a nemohou ji ovlivnit – daně a transakční náklady neexistují i) horizont rozhodování všech investorů je jedno časové období a všichni investoři mají stejnou představu o očekávaných výnosech cenných papírů, jejich standardní odchylce a vzájemných kovariancích

[a] CAPM byl odvozen na základě analýzy portfolia, a proto se jeho předpoklady někdy prezentují ve dvou částech.

a rizika při konstrukci optimálního portfolia nebo jako data pro další, např. cash flow modely, které se už absolutní hladinu cen odhadnout snaží.

Jestliže se vztahy popisované těmito modely prokáží jako významné a stabilní, budou se někteří účastníci trhu moci pragmaticky vyhnout problému specifického fungování českého kapitálového trhu a spokojit se s tím, že mají k dispozici informaci užitečnou pro své investování. V prvé řadě je však nutné ověřit platnost předpokladů každého z modelů, protože použití nesprávně vypočtených koeficientů povede k chybným závěrům.

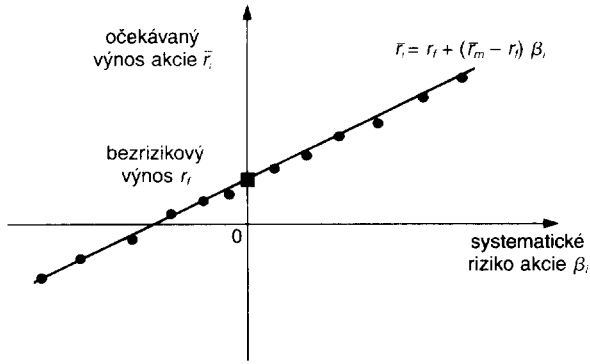
Model oceňování kapitálových aktiv (Capital Assets Pricing Model, CAPM) je prvním z modelů popisující chování akciového trhu. Jeho hlavní nevýhodou je množství předpokladů potřebných pro jeho odvození. Mnohé z nich sice nejsou splněny ani v realitě nejvyspělejších trhů, mohou však být opuštěny a nahrazeny modifikovanou verzí CAPM (typickým příkladem je existence rozdílné sazby na bezrizikovou půjčku a bezrizikovou investici nebo existence daní). Model oceňování kapitálových aktiv je však sám o sobě modelem, jenž předpokládá dokonalý trh s aktivy a rovnováhu na něm, tedy premisy, jež nelze na českém trhu akceptovat ani s výhradami. Předpoklady CAPM podle [Alexander – Francis 1986] jsou shrnuty v *tabulce 1*.

Z technického hlediska model tvrdí, že očekávaný výnos akcie[2] je stanoven jako výnos bezrizikové sazby navýšený o rizikovou přirážku:

$$\bar{r}_i = r_f + [(\bar{r}_m - r_f) / \sigma^2{}_m]\ \sigma_{im}$$

kde $\bar{r}_i$ je očekávaný výnos i-té akcie v průběhu dané časové periody, r_f je bezriziková zápůjční/výpůjční sazba, $\bar{r}_m$ je očekávaný „tržní" výnos, $\sigma_m{}^2$ je va-

GRAF 1 Mechanizmus CAPM: výnos akcie na trhu je spojen koeficientem beta (pro několik různě rizikových cenných papírů)



riance tržního výnosu a σ_{im} je kovariance mezi výnosem i-té akcie a výnosem tržního portfolia.

Použijeme-li označení $\beta_i = \frac{\sigma_{im}}{\sigma_m^2}$, obdržíme vztah mezi očekávaným výnosem cenného papíru a očekávaným tržním výnosem jako:

$$\bar{r}_i = r_f + (\bar{r}_m - r_f)\,\beta_i$$

Klíčem k pochopení principu CAPM jsou právě koeficienty beta. Ty vyjadřují vztah výnosu každé akcie k výnosu trhu, a pokud má investor jejich hodnoty k dispozici, může předpovědět očekávaný výnos pro každý cenný papír.

Zároveň lze výnos každého cenného papíru chápat tak, že obsahuje jednak bezrizikový výnos r_f a jednak rizikovou prémii požadovanou investorem za to, že byl ochoten investici podstoupit. Její výše je odvozena jako výnos trhu nad výnos bezrizikové sazby, ovšem zvýšená nebo snížená podle rizikovosti každého cenného papíru, tedy na základě hodnoty β_i.

Beta v sobě nese dva spojené významy: vyjadřuje, jak se mění očekávaný výnos akcie v závislosti na očekávaném výnosu trhu, a dále slouží jako základní indikátor rizikovosti cenných papírů – viz *graf 1*.

Zdálo by se, že máme k dispozici vhodný analytický nástroj k deskripci trhu a předpovědi pohybu výnosů a cen akcií. V praxi jsou však s aplikací modelu oceňování kapitálových aktiv spojeny značné obtíže.

Předně není jisté, čím se má měřit tržní výnos neboli výnos tržního portfolia. CAPM je totiž obecný model, který slouží k oceňování všech existujících aktiv, nikoliv pouze akcií nebo cenných papírů. Zúžením na akciové trhy se z CAPM stane model parciální rovnováhy, což má vážné následky pro teoretickou platnost takto aplikovaného modelu. Nebylo by možné učinit žádné závěry ohledně platnosti či neplatnosti modelu oceňování kapi-

[2] Očekávaným výnosem akcie se myslí jak očekávaný kapitálový, tak dividendový přínos pro investora:

$$\bar{r}_i = \frac{\bar{P}_1 + D - P_0}{P_0}$$

kde P_0 je cena na počátku období, $\bar{P}_1$ je očekávaná cena na konci období a D je výše dividendy.

tálových aktiv na českém akciovém trhu, protože nesmějí být ignorovány investiční příležitosti na trzích jiných aktiv.

Dalším sporným prvkem je volba bezrizikové sazby r_f. Jestliže přijmeme nerealistický předpoklad existence bezrizikové zápůjční a výpůjční sazby, dosazuje se za r_f výnos krátkodobých státních cenných papírů. V případě odmítnutí tohoto předpokladu je třeba zavést pojem tzv. portfolia s nulovou beta, jehož výnos je sice odvoditelný z výnosu trhu a dalších parametrů, avšak tím se jen znovu objevuje překážka v podobě neměřitelnosti výnosu tržního portfolia.

CAPM není vhodným nástrojem pro hledání vazeb, které mohou existovat ve výnosech českých cenných papírů. Přirozené problémy s jeho aplikací na vyspělých trzích by byly znásobeny nedospělostí zdejšího kapitálového trhu s tím, že v případě neúspěšné aplikace by nemohly být učiněny žádné konkrétní závěry ani o podstatě trhu, ani o platnosti CAPM.

Vhodným východiskem z této situace se zdá být využití vlastností *tržního modelu* (market model). Jedná se o regresní model, který je orientován výhradně na změny výnosu cenného papíru v závislosti na změně výnosu ovlivňujícího faktoru; není tedy třeba přijímat složité výchozí předpoklady o charakteru trhu či investorů. Přitom tržní model zachovává silné vazby s modelem oceňování kapitálových aktiv.

Základem teorie tržního modelu je tvrzení, že výnosy různých cenných papírů jsou mezi sebou propojeny pouze prostřednictvím vztahu k nějakému základnímu faktoru, například jistému typu burzovního indexu. Výnos z investice do každého cenného papíru je určen výhradně vlivem tohoto jednoho tržního faktoru a dále už jen náhodnými vlivy. To je značné zjednodušení oproti CAPM, jenž potřebuje přijímat předpoklady o chování investorů na množině všech investičních příležitostí. Z toho pohledu se jeví tržní model jako pragmatický pokus o nalezení požadovaných vztahů, a pokud se prokáže jako dostatečně stabilní, může být používán pro předpovídání budoucích výnosů.

Matematicky je tržní model zapsán jako:

$$\bar{r}_i = \alpha_i + \beta_i \bar{r}_m$$

tedy očekávaný výnos každého cenného papíru je lineární funkcí očekávaného výnosu faktoru ovlivňujícího akciový trh.

Nutné podmínky pro aplikaci tržního modelu na akciové trhy jsou především statistické povahy a vyplývají zejména z předpokladů některých nástrojů analýzy portfolia, pro které byl původně vyvinut – viz *tabulka 2*.

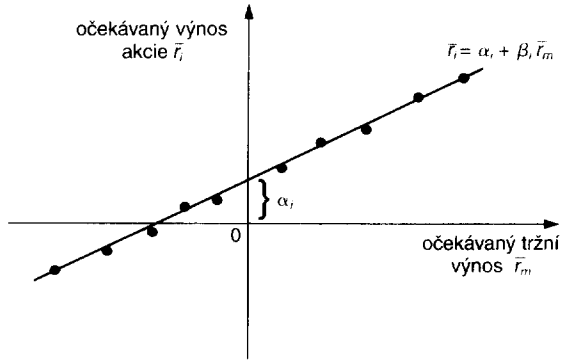
Předpoklady tržního modelu a jejich důsledky budou důkladně vysvětleny později. Důležité je, že předpoklady tržního modelu jsou měřitelné a v praxi snadno ex post ověřitelné. To je v porovnání s modelem oceňování kapitálových aktiv jedna ze zásadních výhod tržního modelu.

I když jsou *tržní model a model oceňování kapitálových aktiv* dva nezávislé a hluboce rozdílné přístupy, existují mezi nimi mnohé souvislosti.

TABULKA 2 Předpoklady tržního modelu

Předpoklady tržního modelu
a) sdružená pravděpodobnostní hustota mezi výnosy akcie r_i a výnosy trhu r_m je stacionární a má dvojrozměrné normální rozdělení
b) konvariance mezi rezidui i-té a j-té akcie v čase je nulová: $cov(e_{it}, e_{jt}) = 0$

GRAF 2 Mechanizmus tržního modelu: koeficienty alfa a beta
(pro jeden cenný papír, různé hladiny očekávaného tržního výnosu)



Tržní model je systém generující výnosy a je postaven na jednoduchém předpokladu, že výnosy cenných papírů mají mnohorozměrné normální rozdělení – viz *graf 2*. Jeho algebraický zápis má podobu rovnice lineární regrese výnosů faktoru na výnosy cenného papíru:

$$r_i = \alpha_i + \beta_i r_m + e_i$$

kde e_i je náhodná výchylka ve výnosu akcie a koeficient beta je odhadnut jako:

$$\beta_i = \frac{cov(r_i, r_m)}{\sigma_m^2}$$

kde r_i je výnos cenného papíru, r_m je výnos faktoru a σ_m^2 představuje varianci ve výnosu faktoru.

Naproti tomu CAPM je rovnovážný, jednoperiodový model, který vysvětluje očekávané výnosy na základě složitých předpokladů (tabulka 1) jako součet bezrizikové sazby a rizikové prémie:

$$\bar{r}_i = r_f + [(\bar{r}_m - r_f) / \sigma_m^2]\, \sigma_{im}$$

kde $\bar{r}_i$ je očekávaný výnos i-té akcie v průběhu dané časové periody, r_f je bezriziková zápůjční/výpůjční sazba, $\bar{r}_m$ je očekávaný tržní výnos, σ_m^2 je variance tržního výnosu a σ_{im} je kovariance mezi výnosem i-té akcie a výnosem tržního portfolia.

Oba modely jsou si velmi podobné, neboť po přepsání tržního modelu do formy s očekávanými hodnotami dostáváme[3]:

$$\bar{r}_i = \alpha_i + \beta_i \bar{r}_m$$

oproti

$$\bar{r}_i = r_f + (\bar{r}_m - r_f)\, \beta_i$$

z modelu oceňování kapitálových aktiv.

Oba modely jsou tedy ekvivalentní, pokud je splněna rovnost:

$$\alpha_i = r_f (1 - \beta_i)$$

[3] Předpokládejme nyní, že základní faktor z tržního modelu odpovídá tržnímu portfoliu z CAPM.

a empirické testy prováděné na vyspělých kapitálových trzích naznačují, že ekvivalence (současná platnost) obou modelů nemůže být běžnými statistickými postupy zamítnuta (shrnutí v [Alexander – Francis 1986]). Výhodný je zejména shodný postup při výpočtu koeficientu β jako jednoho z ukazatelů rizika.

Nejvýhodnější formou ověření možných zákonitostí mezi výnosy jednotlivých cenných papírů na českém kapitálovém trhu je testování relevance tržního modelu. Proto se jeho důslednou aplikací na zdejší akciový trh budeme zabývat v další části textu.

Tržní model na českém akciovém trhu

Tržní model dává do lineární souvislosti výnos cenného papíru s výnosem relevantního faktoru:

$$r_i = \alpha_i + \beta_i r_m + e_i$$

Podobně jako u CAPM není přímo určeno, co konkrétně tento „určující" faktor představuje; většinou je však za něj dosazován příslušný burzovní index. Tento krok, který u modelu oceňování kapitálových aktiv způsobuje nepřekonatelné obtíže s teoretickou validitou modelu – je u tržního modelu přípustný. Hledáme totiž „pouze" vztah mezi výnosem akcie a výnosem základního faktoru a máme dostatek nástrojů k tomu, abychom ověřili, zda je model správně specifikován a zda byl jako faktor zvolen vhodný burzovní index.

Koeficient beta β_i vyjadřuje tzv. systematické riziko cenného papíru, tedy jakým způsobem reaguje výnos akcie na výnos trhu (burzovního indexu). *Koeficient alfa* α_i potom říká, jak vysoký existuje v dané akcii autonomní výnos, tedy o kolik procent vzroste nebo poklesne cena akcie, jestliže trh jako celek zaznamenává stagnaci. Člen e_i, náhodná odchylka ve výnosu akcie nevysvětlitelná pohybem indexu, je nositelem dalšího typu rizika, tzv. nesystematického rizika akcie. Toto riziko je sice velmi důležité při hodnocení individuální investice do cenného papíru, avšak při kombinování akcií v portfoliu ztrácí postupně na významu a při dokonalé diverzifikaci (rozložení rizika) portfolia je každá akcie charakterizována pouze systematickou částí rizika, koeficientem beta.

Celkové riziko akcie měřené variancí ve výnosu[4] σ_i^2 je tedy možné rozdělit na dvě složky: *systematické a nesystematické riziko*. Systematické riziko je dáno vztahem výnosů akcie k výnosu burzovního indexu a nedá se rozložit sdružováním akcií do portfolia. Naproti tomu nesystematické riziko vyplývá z náhodného výkyvu v akciovém výnosu a může být zcela potlačeno v rámci maximálně diverzifikovaného portfolia. Riziko akcie lze zapsat:

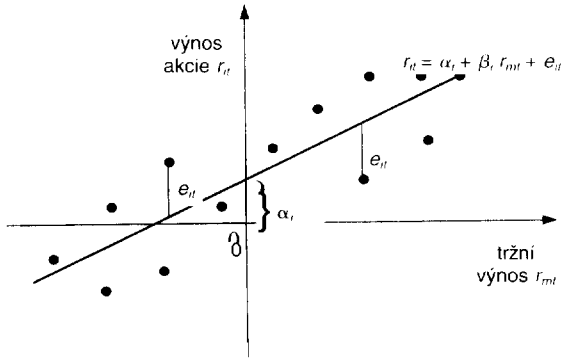
$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_m^2 + \sigma_{e_i}^2$$

kde β_i je konstanta, σ_m^2 je variance ve výnosu burzovního indexu a $\sigma_{e_i}^2$ je variance náhodné odchylky ve výnosu akcie.

Jestliže je dodržen předpoklad stacionarity mnoharozměrného normálního rozdělení výnosů, je možné k rovnici tržního modelu připsat časové indexy:

[4] Teorie portfolia říká, že akcie a portfolia mohou být hodnocena na základě pouze dvou veličin – očekávaného výnosu a standardní odchylky – tehdy, když výnosy akcií jsou normálně rozdělené nebo investoři mají kvadratickou užitkovou funkci.

GRAF 3 Tržní model jako regrese historických dat výnosů akcie a burzovního indexu



$$r_{it} = \alpha_i + \beta_i r_{mt} + e_{it}$$

a prezentovat ho jako regresní model časových řad výnosů akcie a indexu.

Jak je patrné i z *grafu 3*, konstanta beta vyjadřuje, o kolik se změní výnos akcie, změní-li se výnos burzovního indexu o 1 %. Hodnota koeficientu není teoreticky nijak ohraničena, ale hodnoty pod 0,5 a nad 2,0 jsou považovány za neobvyklé a dlouhodobě neudržitelné. Pokud akcie reaguje svým výnosem na výkyv trhu více, než činil počáteční tržní impulz, je označována za agresivní a má β vyšší než jedna. V opačném případě má betu nižší než jedna a představuje defenzivní investiční příležitost.

Koeficienty alfa a beta tržního modelu lze snadno získat regresí historických tržních výnosů na výnosy každého cenného papíru. Je však nutné pečlivě zvážit charakter obou řad dosazovaných do modelu.

Pojem výnos představuje procentuální přínos pro investora ve formě změny (růstu nebo poklesu) ceny plus příjmy z dividendy:

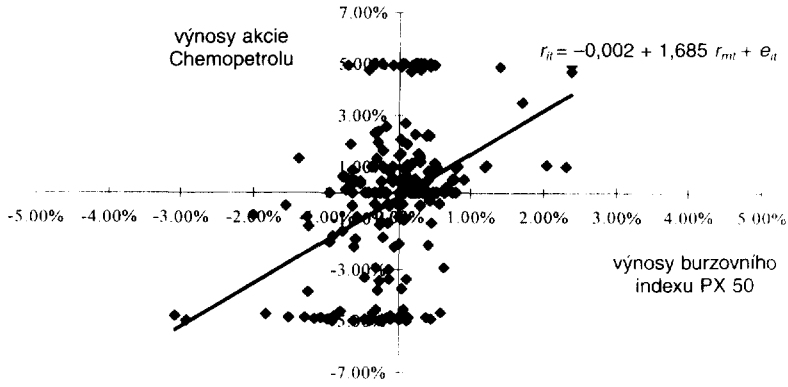
$$r_{it} = \frac{P_{it+1} + D_{it} - P_{it}}{P_{it}}$$

Avšak krátkodobost časových řad výnosů akcií na BCPP neumožňuje použít ani roční, ani měsíční data, protože bychom měli k dispozici maximálně 3, resp. 30 pozorování. Navíc se s mnohými akciemi začalo obchodovat až mnohem později (zvláště s akciemi z druhé vlny kuponové privatizace) a skutečný počet pozorování by byl v těchto případech ještě mnohem nižší.

Nejvyšší množství dat nabízí použití denních akciových výnosů, ale i s touto časovou frekvencí se vyskytly velké potíže. Maximální povolená denní cenová změna byla pro většinu akcií na Pražské burze ±5 % nebo ±10 %, a protože se trh stále vyvíjí bouřlivě, tato bariéra by manipulovala výsledky regrese. Na *grafu 4* jsou zachyceny denní výnosy Chemopetrolu proti výnosům indexu PX 50 na denní bázi. Horizontální čáry odpovídají maximální povolené cenové změně akcie a silně ovlivňují přímku proloženou tržním modelem.

Jako nejvýhodnější se proto jeví použití týdenních změn v cenách akcií a hodnotě burzovního indexu jako výnosů v tržním modelu. Na úrovni týdenních dat lze rovněž abstrahovat od dividend, protože jejich vyplácení jed-

GRAF 4 Výnosy Chemopetrolu v porovnání s výnosy indexu PX 50
(2. 3. 1995 – 15. 12. 1995)



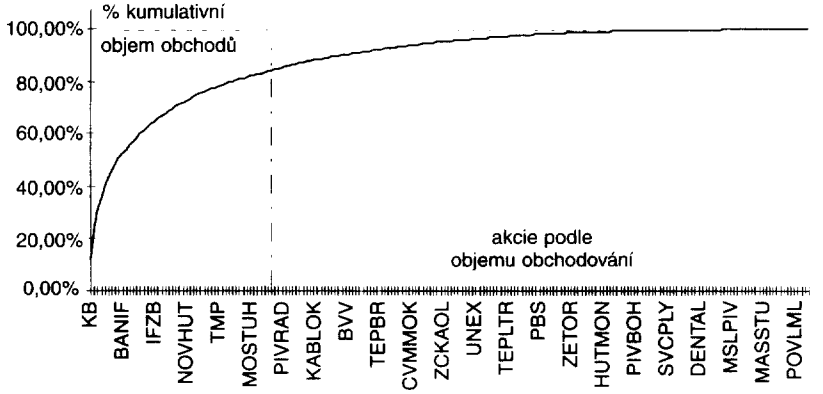
nou ročně ovlivňuje pouze jedno pozorování z ročních 52. Díky tomu také odpadá sporný výpočet průměrné tržní dividendy.

Výnos trhu („základního faktoru") může být vhodně aproximován burzovním indexem PX 50. Koncept tržního portfolia z modelu CAPM sice např. vyžaduje hledání co nejširšího indexu, avšak domnívám se, že dosazení PX 50 do tržního modelu namísto obecnějších CNB 120 nebo Index DNES je plně ospravedlnitelné. Výběr PX 50 jako určujícího faktoru souvisí s charakterem nově se rozvíjejících trhů: většina emisí je nelikvidní a z pohledu investora proto představují množinu všech investičních příležitostí pouze likvidní investice, do kterých lze peníze rychle vložit a v případě potřeby z nich zase stáhnout. Zbytek emisí se mezitím může pohybovat jiným směrem než PX 50, ale nepředstavuje reálnou investiční alternativu a jeho pohyby jsou z hlediska vlivu na náladu trhu irelevantní. *Graf 5* dokazuje, že padesát nejobchodovanějších akcií ovládá 85 % celkových obchodů na Burze cenných papírů Praha. Akcie obsažené v PX 50 tvoří 65 % objemu obchodování.

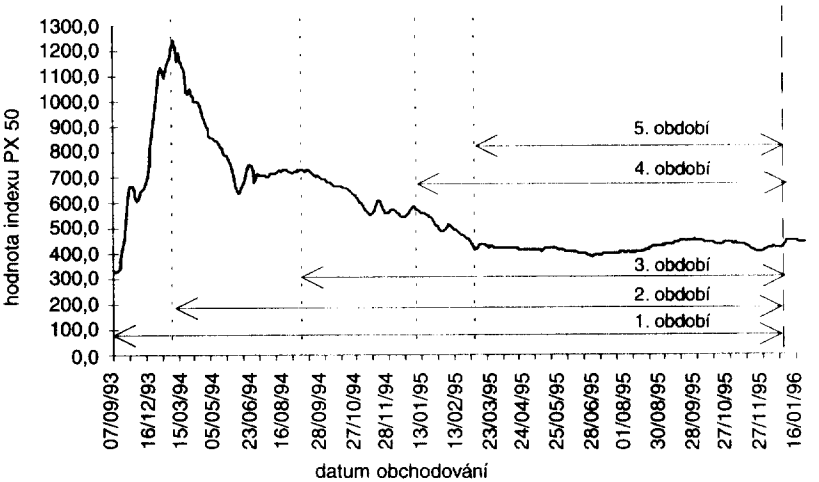
Klíčovou otázkou je volba délky časového období, na jehož základě jsou koeficienty alfa a beta odhadovány. Časový úsek by měl být dostatečně dlouhý na to, aby se prokázala případná signifikance a spolehlivost vztahu mezi výnosy akcií a indexu. Počet pozorování rovněž ovlivňuje závěry ohledně stability či nestability koeficientu beta. Beta totiž musí vykazovat značnou stabilitu v čase, pokud má mít tržní model smysl pro vytváření skutečných investičních rozhodnutí. Výpočet bet je založen na minulých datech, zatímco události determinující úspěch investice se odehrávají v budoucnosti; investor musí mít jistotu, že jeho odhad budoucího výnosu cenného papíru závisí pouze na kvalitě jeho odhadu výnosu indexu a není znejistěn nestabilní hodnotou bety.

Intuitivně by *hodnota bety* mohla být *v čase* ovlivněna momentálním burzovním trendem, neboť akcie může reagovat jinak při prudkém poklesu hodnoty indexu a jinak se může chovat v období stabilizace. Existuje mnoho statistických testů stability regresních koeficientů; jejich paradoxní nevýhodou však je, že přihlížejí ke standardní odchylce této náhodné veličiny. Investor však v praxi potřebuje pro odhad očekávaného výnosu pouze

GRAF 5 Relativní objem obchodů na BCPP podle emisí, kumulativně



GRAF 6 Fáze ve vývoji českého akciového trhu (PX 50)
(denní data, 22. 6. 1993 –15. 12. 1995)



střední hodnotu odhadnuté bety a může nesprávně interpretovat případný závěr testu, že dvě bety se středními hodnotami 0,7 a 1,5 se od sebe statisticky neliší.

Proto je výhodné rozdělit dosavadní historická data z Pražské burzy do několika úseků a vedle statistických testů se na problém stability bety podívat i z čistě praktického hlediska.

Od počátku obchodování na BCPP (22. červen 1993) prošel akciový trh několika naprosto odlišnými fázemi – viz *graf 6*. Po počáteční růstové vlně následovalo několik korekcí, které vrátily ceny akcií mírně nad počáteční úroveň. V mezidobí rovněž proběhlo několik technických změn, kdy byla frekvence obchodování zvyšována až na pětkrát týdně.

Pro účely testování stability koeficientu beta bylo dosavadní burzovní obchodování rozděleno do pěti fází. Počátky každého časového úseku se pojí s významnou změnou v chování akciového trhu; z výpočtů tak získáme pět

TABULKA 3 Pět období cenového vývoje na BCPP pro analýzu bet

číslo období	časový úsek	význam
1	22. 6. 93–15. 12. 95	počátek obchodování s akciemi z KP
2	1. 3. 94–15. 12. 95	cenový vrchol na BCPP, zahájení sestupu
3	13. 9. 94–15. 12. 95	start druhé fáze poklesu
4	10. 1. 95–15. 12. 95	poslední výrazná poklesová vlna
5	14. 3. 95–15. 12. 95	fluktuace kolem cenového dna a oživení

různých, co nejvíce „destabilizovaných" hodnot koeficientu beta. Nedostatek pozorování v rámci jednotlivých fází trhu si vyžádal provádění výpočtů bet vždy od počátku fáze až do konce období analýzy (15. prosinec 1995), protože není možné počítat bety v rámci každé tržní vlny s 15 až 25 pozorováními. Jednotlivá období jsou graficky dána do souvislosti s indexem PX 50 v grafu 6 a jejich význam je vysvětlen v *tabulce 3*.

Tržní model byl odhadnut pro 200 nejobchodovanějších akcií na BCPP[5] metodou nejmenších čtverců, která zaznamenala na použitých datech překvapivě dobré výsledky. Kvalita regresních rovnic byla ověřována v několika směrech: autokorelace reziduí byla zkoumána DW-testem a Ljungovou-Boxovou Q-statistikou. Homoskedasticita náhodných odchylek byla podrobena analýze Breuchovým-Paganovým testem a jejich normalita Jarqueovým-Beraovým testem. Dále byl ekonometricky proveden test na strukturální změnu modelu v čase (Chowův test) a jako pomocné kritérium byla zkoumána specifikace tržního modelu testem CUSUM. Kvalitativní parametry rovnic byly za každé časové období agregovány a porovnávány mezi sebou.

Autokorelace reziduí nehrála v odhadech velkou roli a podíl rovnic s detekovanou autokorelací byl minimální. To je pozitivní změna oproti předcházejícím zkušenostem s aplikací tržního modelu na česká data; nebylo potřeba použít složitějších metod odhadů[6]. Podobně příznivé byly i výsledky testů na homoskedasticitu disturbancí. Poněkud větší problémy byly s mírnou nenormalitou odchylek v některých rovnicích, ovšem t-test na signifikanci koeficientů je citlivý především na autokorelaci a heteroskedasticitu a je poměrně robustní vůči nenormalitě, takže rozhodnutí o statistické významnosti koeficientů jsou platná. Navíc odhad metodou nejmenších čtverců zůstává i v těchto specifických případech nejlepším lineárním nestranným odhadem bety.

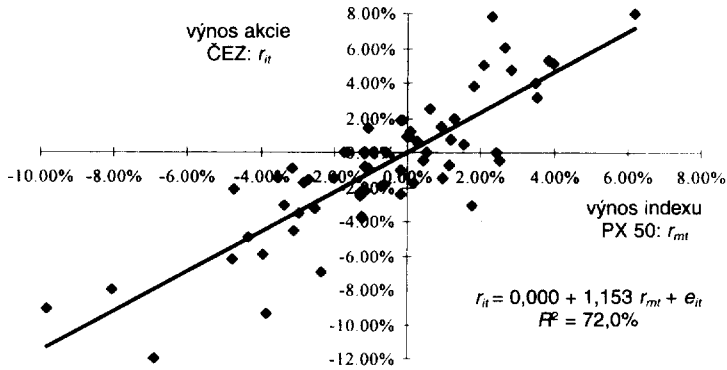
Cenným příspěvkem byly výsledky testu CUSUM, který se dá použít jako test na správnost specifikace tržního modelu. V některých případech se dal posun v CUSUM-plotu interpretovat jako strukturální posun nebo špatná specifikace modelu, avšak hladina 5 % byla dosažena pouze v jednom případě.

Testy stability koeficientu beta v rámci každého období pomocí Chowova testu dopadly podle očekávání a hypotézu stability bety zamítly pouze v mi-

[5] Podle průměrného denního obratu na centrálním trhu BCPP v roce 1995. Kvůli akciím z druhé vlny kuponové privatizace byly při řazení akcií podle objemu brány v úvahu pouze obchodní dny, kdy se s danou akcií obchodoval nenulový počet kusů.

[6] Sommer [1995] používal při odhadu koeficientů alfa a beta Cochraneovy-Orcuttovy techniky a techniky maximální věrohodnosti k odstranění autokorelace reziduí 1. řádu.

GRAF 7 Výnosy akcie ČEZ a výnosy PX 50
(týdenní data, 13. 9. 1994 –15. 12. 1995)



nimálním počtu případů. Lze to však přičítat slabosti Chowova F-testu a stabilita bet nemůže být na jeho základě považována za prokázanou.

Zhruba tři čtvrtiny koeficientů beta u zkoumaných 200 akcií jsou statisticky významné od nuly, naproti tomu počet signifikantních alf stěží dosahuje patnácti v rámci každého období. Kromě testu na signifikantní rozdíl bety od nuly byla beta srovnávána i s jedničkou kvůli přesnému rozlišení mezi investicemi agresivními, defenzivními a neutrálními.

Koeficient determinace R^2 vyjadřuje schopnost tržního modelu vysvětlit pohyby ve výnosech individuálních akcií v závislosti na trhu. Ve třetině až čtvrtině případů podle časového období tento koeficient převyšoval 25 %, což lze považovat za velmi dobrý výsledek. Akcie obsažené v PX 50 mají koeficient determinace (podíl systematického rizika na celkovém riziku akcie) okolo 35 % – viz *graf 7* a tabulka 7.

Dostáváme se k problematice *časové stability bety.* Letmý pohled do *tabulky 4* naznačuje, že některé akcie stabilní betu mají (ČEZ 1,15–1,17 s vý-

TABULKA 4 Koeficienty beta u 10 nejobchodovanějších akcií na BCPP
(týdenní data, časová období 1 až 5)

akcie/časové období	beta					R^2				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Bankovní IF	1,102*	0,972*	1,297*	0,974*	0,816*	28%	24%	36%	25%	11%
Česká spořitelna	0,997*	1,040*	0,904*	1,131*	1,138*	50%	47%	35%	44%	27%
ČEZ	1,164*	1,151*	1,153*	1,169*	1,245*	74%	75%	72%	67%	55%
ČEZ 2	1,047*	1,047*	1,047*	1,047*	1,160*	44%	44%	44%	44%	37%
HIF dividendový	1,127*	1,127*	1,108*	0,894*	1,308*	21%	21%	28%	23%	28%
HIF růstový	1,098*	1,098*	1,030*	0,732*	1,004*	22%	22%	29%	21%	24%
Komerční banka	0,838*	1,083*	1,161*	0,946*	0,866*	40%	44%	48%	41%	33%
Komerční banka IF	0,630*	0,641*	1,268*	1,306*	1,410*	9%	11%	26%	23%	14%
P.I.F.	0,495*	0,495*	0,385	0,208	–0,145	6%	6%	5%	2%	0%
SPT Telecom	1,173*	1,173*	1,173*	1,173*	1,188*	49%	49%	49%	49%	37%

poznámka: Bety označené hvězdičkou jsou signifikantní na 5% hladině významnosti.

TABULKA 5 Korelační koeficienty mezi betami akcií pro pět zkoumaných časových období (140 akcií z 1. vlny kuponové privatizace)

období	1	2	3	4	5
1	100,0%				
2	79,0%	100,0%			
3	57,3%	74,5%	100,0%		
4	50,6%	67,2%	88,8%	100,0%	
5	50,0%	59,6%	74,1%	81,1%	100,0%

TABULKA 6 Korelační koeficienty mezi betami akcií obsažených v indexu PX 50 pro pět zkoumaných časových období (31 akcií z 1. vlny kuponové privatizace)

období	1	2	3	4	5
1	100,0%				
2	60,0%	100,0%			
3	39,6%	84,6%	100,0%		
4	28,9%	78,7%	92,3%	100,0%	
5	33,1%	67,2%	75,4%	86,2%	100,0%

jimkou období 5, Česká spořitelna 1,00–1,13), zatímco akcie jiných podniků zaznamenávaly značné výkyvy v hodnotě bety (IF Komerční banky 0,64–1,41). Podniky z druhé vlny kuponové privatizace mají shodné bety v období 1 až 4, protože začaly být obchodovány až 1. března 1994.

Vývoj bety v čase u všech analyzovaných akcií lépe popisují korelační *tabulky 5 a 6*. Akcie podniků z 2. vlny byly z testování odstraněny, aby uměle nevylepšovaly hodnoty korelačních koeficientů.

Z koleračních koeficientů jasně vyplývá vysoká podobnost bet obchodovaných akcií ve dvou sousedních časových úsecích, kde korelace činila až 92 %. V čase však korelace postupně klesá až k 50–60 % mezi betami z období 1 a 5. Beta je proto vhodná pro odvozování očekávaného výnosu akcie a portfolia zejména v kratším období. Její stabilita v čase slábne, avšak obecně nezaznamenává dramatické skoky, takže po provedení nového odhadu bety je možné koeficienty použít pro odhad výnosů v dalším období. Korelační koeficienty svědčí ještě lépe o stabilitě bet, jestliže nebereme v úvahu první období, které zahrnuje fázi neopakovatelných růstů cen na podzim roku 1993.

Lze uzavřít, že tržní model poskytuje minimálně v kratším časovém horizontu (jeden až jeden a půl roku) významné a stabilní vazby mezi výnosy akcií a výnosy burzovního indexu. Proto je možné používat koeficienty alfa a beta k předpovědi budoucích výnosů a k popisu vztahů mezi jednotlivými cennými papíry.

Nejvýhodnějším časovým úsekem pro odhad současné hodnoty koeficientu β se zdá být období 3, které začíná 13. září 1994. Bety z tohoto období jsou vysoce korelovány s následnými obdobími 4 a 5, model vykazuje v tomto časovém úseku nejvyšší počet akcií s koeficientem determinace vyšším než 25 %, z ekonometrického pohledu model obsahuje nejméně rovnic postiže-

TABULKA 7 Alfy, bety se svou signifikancí a nesystematické riziko akcií obsažených v PX 50 (týdenní data, 13. září 1994–15. prosinec 1995)

akcie	alfa	beta	$\sigma^2_{\epsilon_i}$	R^2	počet pozorování	sektor
Biocel Paskov	0,018*	0,218+	0,003159	1,2 %	66	Dřevařský a papírenský pr.
BVV Brno	–0,002	0,469*+	0,001189	10,9 %	53	Ostatní
Česká pojišťovna	– 0,003	0,814*	0,003496	13,4 %	66	Peněžnictví
ČEZ	0,000	1,153*	0,000423	72,0 %	66	Energetika
Chemopetrol Group	– 0,005	2,413*+	0,004577	41,1%	45	Chemický a farm. prům.
Chlumčan. ker. záv.	0,003	0,139+	0,001707	0,9 %	66	Bižuterie, sklo, keramika
Čokoládovny	–0,001	0,709*	0,002654	13,4 %	66	Výroba potravin
Česká spořitelna	–0,007	0,904*	0,001241	35,0 %	66	Peněžnictví
Čs. námořní plavba	0,002	0,252+	0,001115	4,5 %	66	Doprava, spoje
CVM Mokrá	0,003	1,154*	0,002913	27,2 %	66	Stavebnictví, stav. hmoty
Deza	0,003	0,763*	0,001138	29,5%	66	Chemický a farm. prům.
Elmont. záv. Praha	0,004	0,149+	0,001157	1,5 %	66	Stavebnictví, stav. hmoty
Elektrárny Opatov.	0,000	1,046*	0,000915	49,5 %	66	Energetika
Elektro-Praga	–0,009	1,283*	0,002200	38,0 %	66	Ostatní
Galena	–0,013	1,195*	0,004867	13,9 %	45	Chemický a farm. prům.
IPB	0,002	0,998*	0,001137	41,8 %	66	Peněžnictví
IPS Praha	0,005	0,397*+	0,000618	17,3 %	66	Stavebnictví, stav. hmoty
Jihomor. energetika	0,006	1,739*	0,006336	20,7 %	45	Energetika
Kaučuk Group	–0,011	2,003*	0,007863	21,9 %	45	Chemický a farm. prům.
Komerční banka	0,003	1,161*	0,001182	48,3 %	66	Peněžnictví
Léčiva Praha	–0,002	0,841*	0,001667	18,9 %	45	Chemický a farm. prům.
MSA	–0,005	0,519*+	0,001496	12,9 %	66	Strojírenství
Nová huť	0,000	2,094*+	0,006804	26,1 %	45	Hutnictví, zpracování kovů
OKD	–0,017	1,996*+	0,004307	33,7 %	45	Těžba nerostů a rud
Pivov. Radegast	0,002	0,484*+	0,002814	6,4 %	66	Výroba nápojů a tabáku
Pražská energetika	0,003	1,728*	0,003936	29,4 %	45	Energetika
Pražské pivovary	–0,006	0,898*	0,003977	14,3 %	66	Výroba nápojů a tabáku
PVT	0,007	1,174*	0,003482	24,5 %	66	Služby
Sepap	0,013*	0,637*	0,002013	14,2 %	66	Dřevařský a papírenský pr.
Setuza	–0,007	0,682*	0,001962	16,3 %	66	Výroba potravin
Sklárny Kavalier	–0,005	0,197+	0,003597	0,9 %	66	Bižuterie, sklo, keramika
Škoda Plzeň	0,005	0,675*	0,001547	19,4 %	66	Strojírenství
Semor, energetika	0,001	1,396*	0,002639	28,8 %	45	Energetika
Sokolovská uhelná	–0,012	1,374*	0,006106	14,5 %	45	Těžba nerostů a rud
Spolana	0,009	1,18*	0,005144	18,1 %	66	Chemický a farm. prům.
SPT Telecom	0,002	1,173*	0,000794	48,7 %	45	Doprava, spoje
Sklo Union Teplice	–0,003	1,726*+	0,005941	29,1 %	66	Bižuterie, sklo, keramika
Severoč. doly	–0,004	1,574*+	0,001892	41,8 %	45	Těžba nerostů a rud
Severoč. energetika	0,002	1,688*	0,004501	25,8 %	45	Energetika
Synthesia	–0,009	1,314*	0,001964	32,5 %	45	Chemický a farm. prům.
Tabák	0,006	0,608*+	0,001772	14,6 %	66	Výroba nápojů a tabáku
Třinecké železárny	0,000	1,622*	0,006021	26,4 %	66	Hutnictví, zpracování kovů
Vojen. stavby Pha	–0,018	0,407	0,007004	1,3 %	45	Stavebnictví, stav. hmoty
Vodní stavby Praha	0,003	0,482*+	0,000816	18,9 %	66	Stavebnictví, stav. hmoty
Zápč. energetika	0,002	1,739*	0,003952	29,6 %	45	Energetika
Živnostenská banka	–0,003	0,475*+	0,000763	19,5 %	66	Peněžnictví
ZČ kaolin. závody	0,003	1,209*	0,003005	28,5 %	66	Bižuterie, sklo, keramika
ŽĎAS	–0,009	0,785*	0,001813	21,8 %	66	Strojírenství
ZPS Zlín	0,002	0,934*	0,001267	36,1 %	66	Strojírenství

poznámky: Alfy a bety označené hvězdičkou jsou signifikantní na 5% hladině významnosti. Bety označené křížkem jsou statisticky významné od jedné na 5% hladině.

ných autokorelací a konečně volba tohoto období má i své „technické" výhody, protože obsahuje fázi rychlého sestupu, stagnace i oživení v druhé polovině roku 1995. Navíc se časové období 3 přibližně kryje se zahájením každodenního obchodování na BCPP 19. září 1994. Takové „spekulování" s výběrem vhodného časového období si přitom můžeme dovolit, protože tržní model je čistě empirický přístup, který si klade za cíl nalezení stabilních vazeb ve vývoji výnosů cenných papírů.

Tabulka 7 přináší hodnoty koeficientů alfa a beta vypočtené metodou nejmenších čtverců na týdenních datech v období 13. září 1994 až 15. prosinec 1995 pro akcie obsažené v oficiálním burzovním indexu PX 50. Alfy a bety označené hvězdičkou jsou signifikantní na hladině významnosti 5 % a bety označené křížkem se na stejné hladině významnosti liší od jedné. Variance náhodné odchylky $\sigma^2_{e_i}$ vyjadřuje nesystematické riziko investice do daného cenného papíru a je důležitá pro optimalizaci investorova portfolia.

LITERATURA

ALEXANDER, G. J.–FRANCIS, J. C.: Portfolio Analysis. New Jersey, Prentice Hall 1986.

BLUME, M. E.: On the Assessment of Risk. Journal of Finance, 1971, č. 26.

COPELAND, T.–KOLLER, T.–MURRIN, J.: Valuation: Measuring and Managing The Value of Companies. New York, John Wiley & Sons 1987.

ELTON, E. J.–GRUBER, M. J.: Modern Portfolio Theory and Investment Analysis. New York, John Wiley Sons 1984.

FISCHER, D. E.–JORDAN, R. J.: Security Analysis and Portfolio Management. New Jersey, Prentice Hall 1991.

JOHNSTON, J.: Econometric Methods. New York, McGraw-Hill 1984.

JUDGE, G. G. et al: The Theory and Practice of Econometrics. New York, John Wiley & Sons 1985.

MARKOWITZ, H. M.: Portfolio Selection. Journal of Finance, 1952, č. 7.

ROSENBERG, B.–MARATHE, V.: The Prediction of Investment Risk: Systematic and Residual Risk. Proceedings: Seminar on the Analysis of Security Prices, University of Chicago 1975.

ROUSSEEUW, P. J.–LEROY, A. M.: Robust Regression and Outlier Detection. New York, John Wiley & Sons 1987.

RUBINSTEIN, M. E.: A Mean-Variance Synthesis of Corporate Financial Theory. Journal of Finance, 1973, č. 28.

SHARPE, W. F.: Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. Journal of Finance, 1964, č. 19.

SOMMER, M.: Market Model on the Czech Equity Market. Prague Economic Papers, 1996, č. 3.

SUMMARY

Capital Assets Pricing Models and the Czech Equity Market

Martin SOMMER – Institute for Economic Studies of the Faculty of Social Sciences, Charles University, Prague

The paper discusses differences between the classical Capital Asset Pricing Model and the Sharpe's market model in the context of the Czech equity market. The author argues that the nature of emerging markets intensifies problems with an applicability of CAPM on the equity market, and therefore focuses on a consistent analysis of the market model on the Czech data. It was shown that betas as a measurement of equity risk are relatively stable with time and can be used for portfolio optimization. The second part of the article will be published in Finance a Úvěr 7–8/97.