Teorie portfolia

APT – model arbitrážního oceňování

Téma přednášky

- charakteristika APT
- APT a CAPM

Charakteristika APT

- CAPM využívá analýzu střední hodnoty a rozptylu
- s testováním tohoto rovnovážného modelu a jeho variant je spojeno několik problémů
- APT je založen na zákonu jedné ceny (tj. dva stejné statky nemohou být prodávány při odlišných cenách)
- APT předpokládá, že výnosnost cenných papírů je dána „procesem generujícím výnosnost“

Charakteristika APT

- to znamená, že výnosnost každé akcie je v lineárním vztahu k množině faktorů (charakterizovaných faktorovým indexem)
- můžeme tedy psát

$$r_i = a_i + b_{i_1} \cdot I_1 + b_{i_2} \cdot I_2 + \dots + b_{i_j} \cdot I_j + e_i$$

- kde a_i je očekávaná výše výnosnosti akcie i, pokud všechny faktory (indexy faktorů) jsou rovny 0
- I_j je hodnota j-tého faktoru (indexu) ovlivňujícího výnosnost i-té akcie

Charakteristika APT

- b_{i_j} je citlivost výnosnosti i-té akcie na j-tý faktor (index)
- e_i je náhodná chyba s nulovou střední hodnotou a rozptylem $\sigma^2_{e_i}$
- dále předpokládáme, že náhodné chyby i-té a j-té akcie i náhodná chyba i-té akcie a j-tý faktor jsou nekorelovány
- dále je vhodné mít nekorelované faktory (dá se řešit i s korelovanými – musí dojít k převodu na nekorelované)

Charakteristika APT

- toto byly charakteristiky více-indexového (více-faktorového) modelu
- APT je popis očekávané výnosnosti za předpokladu, že výnosnosti akcií jsou dány (generovány) jedno- nebo více-indexovým modelem
- APT je rovnovážným modelem

Charakteristika APT

- odvodíme APT za předpokladu, že výnosnosti akcií jsou generovány pomocí dvou faktorů, tj. za předpokladu dvou-faktorového (-indexového) modelu
- pro i-tou akcii tedy platí

$$r_i = a_i + b_{i_1} \cdot I_1 + b_{i_2} \cdot I_2 + e_i$$

$$E\left(e_i e_j\right) \approx 0$$

Charakteristika APT

- pokud investor drží dobře diverzifikované portfolio (tj. má v portfoliu dostatečný počet cenných papírů), nesystematické riziko se blíží k nule a význam má pouze systematické riziko
- v předchozí rovnici nás tedy zajímají pouze hodnoty bet

Charakteristika APT

- protože předpokládáme, že investora zajímá očekávaná výnosnost a riziko, může se zaměřit pouze na tři hodnoty: $\bar{r}_p \quad b_{p_1} \quad b_{p_2}$
- budeme-li mít tři dobře diverzifikovaná portfolia, pak nám tyto určují rovinu, na které leží všechna portfolia, která jsou konstruována z těchto tří portfolií, za předpokladu, že součet vah jednotlivých portfolií, ze kterých konstruujeme nové portfolio, je roven jedné

Charakteristika APT

- pokud by nějaké portfolio neleželo v dané rovině, existovala by možnost arbitráže
- arbitráž v podstatě znamená, že je možno bez rizika získat výnos
- arbitráže by probíhaly do té doby, než by se portfolio původně neležící v dané rovině svými parametry nepřizpůsobilo parametrům dané roviny

Charakteristika APT

- díky předpokladu APT (zákon jedné ceny => neexistence arbitráže) není nutné najít všechna riziková aktiva nebo tržní portfolio, abychom mohli testovat APT
- APT je vhodné využít pro hledání modelu chování těch akcií, o které se investor zajímá (nikoliv všech dostupných akcií)

APT a CAPM

- dá se ukázat, že APT je ve shodě s CAPM
- nejjednodušeji se dá toto ukázat, pokud předpokládáme, že výnosnosti jsou generovány jedno-faktorovým modelem (kde oním jediným faktorem je tržní portfolio, tj. $r_i = a_i + b_i \cdot r_M + e_i$) a existuje bezriziková investice
- potom se dá ukázat, že platí (CAPM)

$$\bar{r}_i = r_f + (r_M - r_f) \cdot \beta_i$$

APT a CAPM

- platnost můžeme prokázat i v případě, že by se jednalo o více-faktorový model

$$r_i = a_i + b_{i_1} \cdot I_1 + b_{i_2} \cdot I_2 + e_i$$

- rovnovážný model APT pro takovýto proces generující výnosnosti a bezrizikovou investici je

$$\bar{r}_i = r_f + b_{i_1} \cdot \lambda_1 + b_{i_2} \cdot \lambda_2$$

- kde λ_j je nadměrná výnosnost portfolia s $b_{i_j} = 1$ pro jeden faktor a $b_{i_j} = 0$ pro ostatní faktory

APT a CAPM

- tedy rovnovážná výnosnost λ_j je dána modelem CAPM jako

$$\lambda_1 = \left(r_M - r_f\right) \cdot \beta_{\lambda_1}$$

$$\lambda_2 = \left(r_M - r_f\right) \cdot \beta_{\lambda_2}$$

- pokud dosadíme do původní rovnice, obdržíme

$$\bar{r}_i = r_f + \left(r_M - r_f\right) \cdot b_{i_1} \cdot \beta_{\lambda_1} + \left(r_M - r_f\right) \cdot b_{i_2} \cdot \beta_{\lambda_2}$$

- a po úpravě

$$\bar{r}_i = r_f + \left(b_{i_1} \cdot \beta_{\lambda_1} + b_{i_2} \cdot \beta_{\lambda_2}\right) \cdot \left(r_M - r_f\right)$$

APT a CAPM

- vrátíme-li se k modelu CAPM ($\bar{r}_i = r_f + (\bar{r}_M - r_f)\cdot\beta_i$), vidíme, že

$$\beta_i = (b_{i_1}\cdot\beta_{\lambda_1} + b_{i_2}\cdot\beta_{\lambda_2})$$

- β_{λ_j} se nazývá faktorové beta
- b_{i_j} jsou citlivosti cenného papíru na j-tý faktor

APT a CAPM

- výnosnost $$\bar{r}_p = \sum_{i=1}^{n} X_i \cdot a_i + \sum_{k=1}^{K} b_{p_k} \cdot \bar{F}_k$$
- riziko (rozptyl) $$\sigma_p^2 = \sum_{k=1}^{K} b_{p_k}^2 \cdot \sigma_{F_k}^2 + \sum_{i=1}^{n} X_i^2 \cdot \sigma_{\varepsilon_i}^2$$
- kovariance $$\sigma_{ij} = \sum_{k=1}^{K} b_{i_k} \cdot b_{j_k} \cdot \sigma_{F_k}^2$$