

# Teorie portfolia

Úvodní přednáška

# Stručný přehled témat předmětů

1. Úvod do teorie portfolia; Aktiva v teorii portfolia, výnosnost a riziko změny jeho výnosnosti
2. Kvantifikace očekávaného výnosu a změny výnosu portfolia
3. Markowitzův model
4. Kvantifikace množiny efektivních portfolií v Sharpeho a Markowitzově smyslu
5. Bezrizikové aktivum
6. Matematické modely pro určení podílů (vah) aktiv v portfoliu
7. Model oceňování kapitálových aktiv CAPM, přímka kapitálového trhu
8. Model kapitálových aktiv ve tvaru SML, využití přímky cenného papíru
9. Jednoindexový model a určení podílů cenných papírů v portfoliu
10. Faktorové modely, sloučení CAPM a APT
11. Vícefaktorové modely
12. Portfolio na českém kapitálovém trhu, tvorba, likvidita cenných papírů a portfolia

# Téma přednášky

- trocha historie teorie portfolia
- základní pojmy
- aktiva v teorii portfolia
- výnosnost aktiv
- riziko změny výnosnosti aktiv

# Trocha historie teorie portfolia

- J. Hicks: Application of Mathematical Methods to the Theory of Risk (1934) – investoři si všímají statistického rozdělení pravděpodobnosti dosažení výnosu
- Harry Markowitz: Portfolio Selection, Journal of Finance, březen 1952 – je považován za zakladatele moderní teorie portfolia

# Harry Markowitz

- jako první se zabývá vztahem mezi výnosností a rizikem
- konstruuje efektivní hranici portfolií, která znázorňuje body s maximálním výnosem pro danou úroveň rizika
- tím pokládá základy pro teorii portfolia

# Harry Markowitz

- Markowitz předpokládá, že investor má na počátku období k dispozici *určité množství kapitálu*, který bude investovat na *předem určené časové období*, na jehož konci pak investor nakoupené a držené cenné papíry prodá a zisk buď použije pro vlastní potřebu nebo jej opět reinvestuje
- na *investování* se Markowitz dívá jako na *periodickou aktivitu*, při které si investor vybírá mezi investicemi s různými očekávanými výnosy a s různou mírou jistoty, že očekávaného výnosu bude dosaženo
- podle Markowitze sleduje investor dva protichůdné cíle a to *maximalizaci výnosu* na jedné straně a *minimalizaci rizika* (že tohoto cíle nebude dosaženo) na straně druhé

# Další vývoj (1)

- model CAPM (model oceňování kapitálových aktiv) – základy položeny článkem W. F. Sharpe: Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk (1964) – dochází k rozšíření portfolia rizikových aktiv o bezrizikovou investici
- v návaznosti na možnost bezrizikového investování byla vytvořena přímka CML
- objevuje se také přímka SML

# Další vývoj (2)

- důležitou etapou vývoje teorie portfolia je APT (arbitrážní teorie oceňování)
- není založena na myšlence, že všichni investoři pohlížejí na portfolio ve smyslu očekávaného výnosu a rizika dosažení tohoto výnosu
- je postaven na myšlence, že investoři dávají přednost vyšší úrovni bohatství před nižší



# Základní pojmy (1)

- portfolio – soubor různých investic (peněžní hotovost, cenné papíry včetně derivátů, nemovitosti atd.), které investor vytváří se záměrem minimalizovat riziko spojené s investováním a současně maximalizovat výnos z těchto investic
- teorie portfolia – jedná se o mikro-ekonomickou disciplinu, která zkoumá, jaké kombinace aktiv je vhodné držet, aby takto vytvořené portfolio mělo předem určené vlastnosti.

# Základní pojmy (2), aneb co byste měli už znát

- aktivní správa portfolia versus pasivní správa portfolia
- aktiva – viz. dále
- order size – lot
- typy příkazů – market order, limit order, stop order
- short sale – prodej na krátko
- margin – záloha, marže
- blue chip
- (burzovní) index

# Aktiva v teorii portfolia

- portfolio je obvykle definováno jako skupina aktiv
- hmotná, nehmotná a finanční – dále budeme uvažovat pouze aktiva finanční, a to cenné papíry
- výnos(nost), riziko a likvidita – magický trojúhelník investování

# Finanční aktiva

- finanční aktiva dělíme na
  - hotovost a depozita
  - cenné papíry – majetkové, dluhové, nárokové
- existují i jiné pohledy na členění aktiv
- dále nás budou zajímat především akcie

# Výnosnost aktiv

- jedním z hlavních ukazatelů

$$r = r_c + r_d = \frac{P_t - P_{t-k}}{P_{t-k}} + \frac{D}{P_{t-k}} = \frac{P_t - P_{t-k} + D}{P_{t-k}}$$

- pro  $k = 1$  se jedná o jednodenní výnosnost
- protože budoucnost je nejistá, stává se z investice (resp. z její výnosnosti) náhodná veličina

# Náhodná veličina

- náhodná veličina je definována jako veličina, jejíž hodnota je určena výsledkem náhodného pokusu
- nejdůležitějším rysem náhodné veličiny je proměnlivost hodnot v průběhu opakování pokusu vlivem náhodných činitelů
- není možné předem jednoznačně určit hodnotu této náhodné veličiny
- výnosnost aktiva je považována za diskrétní náhodnou veličinu

# Charakteristiky náhodné veličiny

- k poznání zákonitostí, jimiž se řídí náhodná veličina, je třeba určit hodnoty, které tato náhodná veličina může nabývat a popsat pravděpodobnostní chování této veličiny, tj. určit pravděpodobnosti, se kterými náhodná veličina  $X$  nabývá daných hodnot  $x$
- v mnoha případech je určení zákona rozdělení náhodné veličiny značně obtížné a proto je výhodné i účelné určit rozložení náhodné veličiny  $X$  přibližně, pomocí číselných charakteristik
- nejběžnější charakteristiky rozdělení pravděpodobnosti jsou *střední hodnota* (mean) náhodné veličiny a její *rozptyl* (variance) – odtud plyne označení Mean Variance Portfolio Theory

# Střední hodnota (diskrétní případ)

- $E(X)$  – označení – charakteristika úrovně (polohy)

$$E(X) = \sum_{i=1}^n x_i \cdot p(x_i)$$

- některé vlastnosti střední hodnoty
  - $E(k) = k$ , kde  $k$  je konstanta
  - $E(k \cdot X) = k \cdot E(X)$
  - $E(X + Y) = E(X) + E(Y)$
  - $E(X \cdot Y) = E(X) \cdot E(Y)$



# Rozptyl (diskrétní případ)

- je charakteristikou (mírou) variability náhodné veličiny
- označení  $D(X)$

$$D(X) = E[X - E(X)]^2 = E(X^2) - [E(X)]^2$$

$$D(X) = \sum_{i=1}^n [x_i - E(X)]^2 \cdot p(x_i)$$

- některé vlastnosti rozptylu
  - $D(c+X) = D(X)$ , speciálně  $D(c) = 0$
  - $D(c \cdot X) = c^2 \cdot D(X)$
  - $D(X+Y) = D(X) + D(Y)$ , pro nezávislé náh. veličiny

# Riziko změny výnosnosti aktiv

- riziko změny výnosnosti aktiv je dáno směrodatnou odchylkou

$$\text{směrodatná odchylka} = \sqrt{D(X)}$$

# Statistický soubor

- budeme vycházet z historických dat
- provedeme analýzu statistického souboru
- charakteristika polohy pro statistický soubor – (prostý) aritmetický průměr – označení  $\bar{x}$
- míra variability pro statistický soubor – rozptyl (resp. směrodatná odchylka) - označení

$$\sigma^2 \text{ nebo } s^2 \text{ (resp. } \sigma \text{ nebo } s)$$

# Rozptyl versus výběrový rozptyl

- pohlíží-li se na daný soubor jako na populaci (tj. vše je zahrnuto), jedná se o rozptyl (resp. směrodatnou odchylku)
- pohlíží-li se na daný soubor jako na výběr (tj. vzorek ze základního souboru), jedná se o výběrový rozptyl (resp. výběrovou směrodatnou odchylku)
- **POZOR!** Excel rozlišuje tyto dvě varianty

# Jak se liší rozptyl a výběrový rozptyl?

$$\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \qquad s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

je zřejmé, že rozdíl mezi rozptylem a výběrovým rozptylem je při velkém rozsahu souboru ( $n > 30$ ) prakticky zanedbatelný

# Vzájemná závislost dvou aktiv

- všechny dříve uvedené charakteristiky popisují pouze rozdělení náhodných veličin
- neříkají nic o tom, zda se tyto náhodné veličiny vzájemně ovlivňují
- prostředkem pro měření těsnosti vztahů mezi dvěma náhodnými veličinami  $X$ ,  $Y$  je kovariance
- označení  $\text{cov}(X, Y)$  nebo  $\sigma_{XY}$ , resp.  $s_{XY}$  pro výběr
- kovarianci dvou náhodných veličin definujeme jako střední hodnotu součinu odchylek obou veličin od jejich středních hodnot
- $D(X+Y) = D(X) + D(Y) + 2\text{cov}(X, Y)$ , pro náh. veličiny

# Kovariance

- charakterizuje vzájemnou závislost dvou proměnných
- pokud hodnota kovariance nabývá kladných hodnot, tak se jedná o aktiva, jejichž výnosnost se pohybuje stejným směrem

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$$

- kovariance nabývá hodnot v intervalu od  $-\infty$  do  $+\infty$

# Korelace

- u některých typů aktiv může kovariance nabývat hodnot například v desetínách u jiných v tisícinách atd.
- zavedeme korelaci, která se pohybuje v rozmezí -1 až +1 (včetně, tj.  $\langle -1; 1 \rangle$ )

$$\rho_{XY} = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \cdot \sigma_Y}$$