

# Praktické aspekty měření a řízení finančních rizik

Přednáška č. 2

Václav Novotný, Tomáš Němeček  
MFF UK

# Fungování přednášky

- ◆ Ptejte se hned, když něčemu nerozumíte
- ◆ Neexistují hloupé otázky!
- ◆ Pokud máte nějaké zkušenosti nebo názor na daný problém, podělte se o ně

# Podstata a definice rizika

## ◆ „Definice“:

Riziko je měřitelná možnost, že **budoucnost** může být jiná, než předpokládáme.

# PROCES řízení rizik

Uvědomění si rizik

**ZMĚNA PŘÍSTUPU**

Popis (identifikace) rizik

**ANALÝZA**

Měření (kvantifikace) rizik

Řízení rizik

**AKCE a MONITORING**

Nezávislá kontrola

**KONTROLA**

**PLATÍ PRO KAŽDÉ RIZIKO**

# Měření rizik – z čeho vycházet I

- ◆ Co je to riziko?
- ◆ Co je to velikost rizika?
- ◆ V jaké jednotce měříme velikost rizika?

# Měření rizik – z čeho vycházet II

**Riziko je měřitelná možnost, že budoucnost může být jiná, než předpokládáme.**



**Velikost rizika:  
„rozdíl“ budoucnosti a předpokladu**



**Jednotka rizika závisí na přístupu k vyjádření jeho velikosti**

# Přehled přístupů používaných pro vyjádření velikosti rizika

## ◆ Pomocí pravděpodobnosti

- riziko je vyjádřeno jako pravděpodobnost nějaké odchylky (události) od předpokladu

## ◆ Pomocí vzdálenosti

- „vzdálenost nejhorší varianty“
- „průměrná vzdálenost“
- „vzdálenost události s relativně malou pravděpodobností“ (např. Value at Risk)

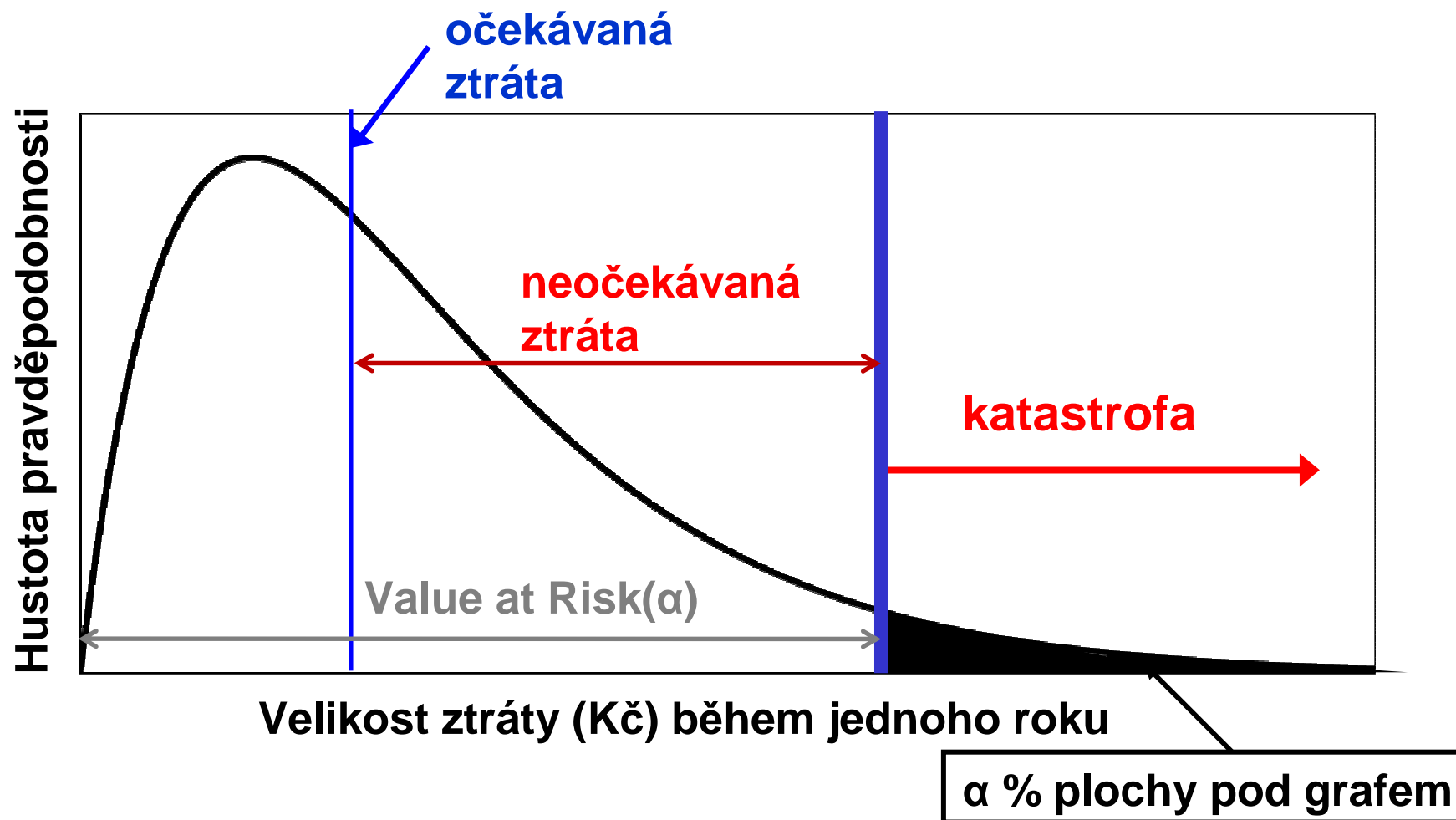
## ◆ „What-if“ metody (citlivostní analýza, stress testing)

- ptám se, co se stane, jestliže nastane nějaká událost
- zřejmý problém – definice události

# Rozdělení ztrát

- ◆ Ztráty z každého typu rizika jsou jinak rozděleny.
- ◆ U operačního a kreditního rizika je typické, že rozdělení ztrát je zešikmené a vyznačuje se navíc tzv. „těžkými konci“ (fat tails), protože malé ztráty jsou mnohem pravděpodobnější než ztráty velké. Dochází však i ke ztrátám, které jsou obrovské.
- ◆ V praxi to znamená, že pravděpodobnost nastání větších škod je vyšší, než by tomu bylo u ztrát s normálním rozdělením.

# VaR, EL a UL



# Očekávaná ztráta

- ◆ **Očekávaná ztráta** (Expected Loss – **EL**) je taková hodnota ztrát, kterou lze ve střední hodnotě očekávat, že nastane.
- ◆ Jinak řečeno je očekávaná ztráta rovna střední hodnotě rozdělení ztrát.

# Value at Risk

## Definice

**Value at Risk je míra rizika vyjadřující maximální možnou finanční ztrátu za určité časové období, která může nastat s danou pravděpodobností**

# Value at Risk

- ◆ Value at Risk (VaR)

$$\text{VaR}(T, \alpha) = X \text{ (Kč)}$$

vyjadřuje, že s pravděpodobností  $(1 - \alpha)\%$  nebude ztráta z portfolia v čase  $T$  větší než  $X$ .

- ◆ VaR je tedy roven  $\alpha\%$  kvantilu rozdělení ztrát z portfolia v čase  $T$ .
- ◆ VaR ( $T, \alpha$ ) závisí na dvou parametrech:
  - **času  $T$**
  - **hladině pravděpodobnosti  $\alpha$**
- ◆ VaR ( $T, \alpha$ ) se udává v jednotkách dané měny

# Value at Risk – interpretace

- ◆  $\text{VaR}(1 \text{ rok}, 1\%) = 106.680.000,- \text{ Kč}$ 
  - říká, že s pravděpodobností 99% nebudou ztráty z daného rizika během jednoho roku větší než 106.680.000,- Kč.
- ◆ VaR neříká nic o tom, jak velká bude ztráta v případě, když k ní dojde!
- ◆ Byla vytvořena jako metoda pro měření tržního rizika.

# Neočekávaná ztráta

- ◆ **Neočekávaná ztráta** (Unexpected Loss – **UL**) je hodnota ztráty nad očekávanou ztrátou.
- ◆ Neočekávaná ztráta je daná rozdílem hodnoty VaR a EL.

# Value at Risk – poznámky k tržnímu riziku

- ◆ Zápis

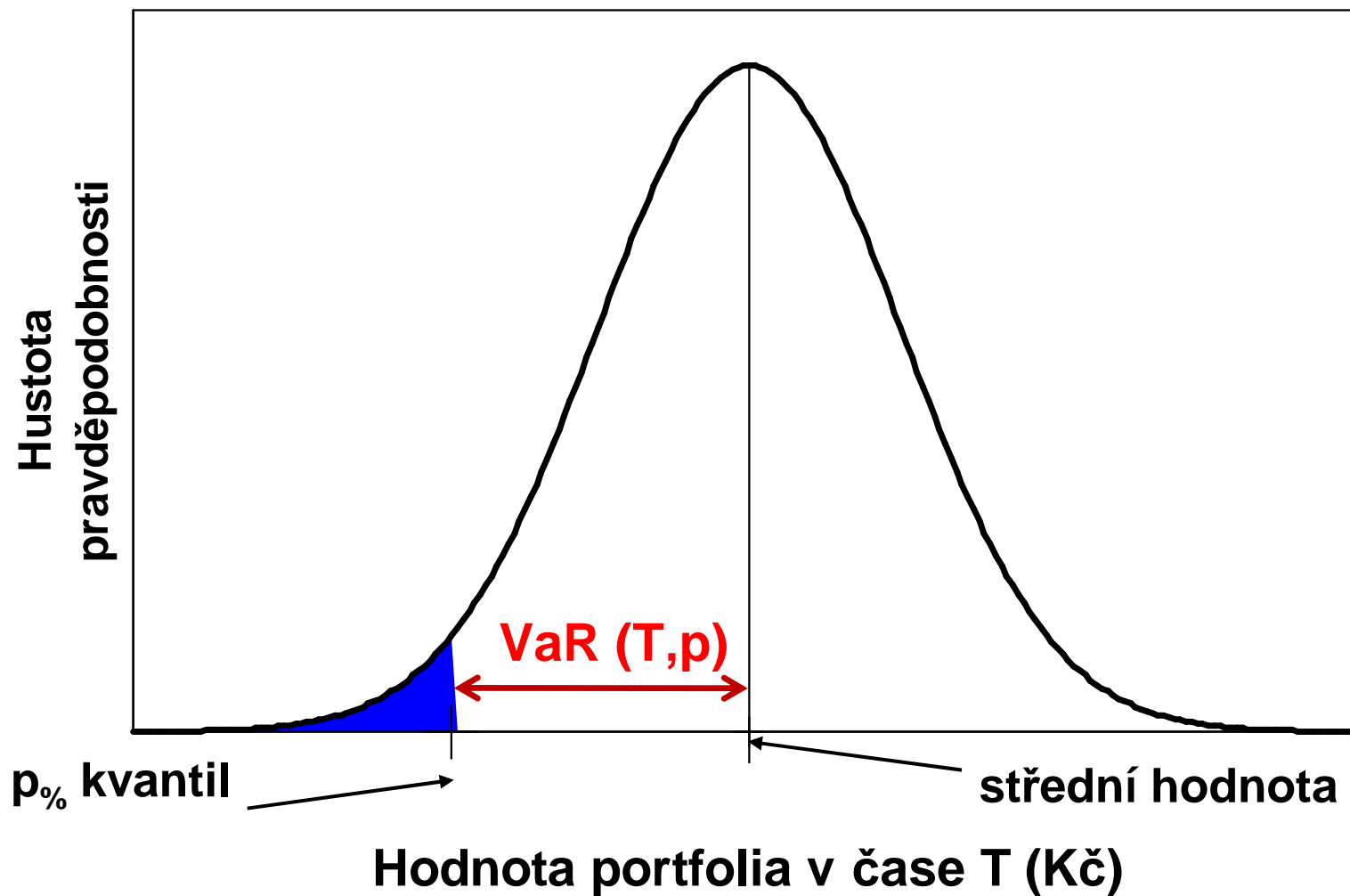
$$\text{VaR}(T,p) = X \text{ (Kč)}$$

- ◆ vyjadřuje, že s pravděpodobností  $(1-p)\%$  neklesne hodnota portfolia pod svoji očekávanou hodnotu v čase  $T$  o více než  $X$ .
- ◆ VaR je tedy rozdíl střední (očekávané) hodnoty portfolia a  $p\%$  kvantilu rozdělení hodnoty portfolia v čase  $T$ .
- ◆ Standardně jsou uvažovány kvantily 1%, 2,5% a 5% a časová období 1 den, 10 (obchodních) dní a 1 rok.

# Value at Risk – interpretace u tržního rizika

- ◆  $\text{VaR}(1 \text{ den}, 2,5\%) = 2.680.000,- \text{ Kč}$ 
  - říká, že s pravděpodobností 97,5% nebude zítřejší hodnota portfolia nižší o více než 2.680.000,- Kč oproti očekávané zítřejší hodnotě portfolia.

# Value at Risk – graficky pro tržní riziko



# Back testing I

## Způsob testování

- ◆ Pro kontrolu spolehlivosti odhadu VaR se používají metody zpětného testování
- ◆ Jestliže počítáme  $VaR_{\alpha}(T)$ , je třeba, aby skutečná ztráta za období délky  $T$  překročila tuto hodnotu přibližně v  $\alpha\%$  případů.
- ◆ OTÁZKA:  
Odhadovali jsme  $VaR_{1\%}(1)$  z mezidenních změn v průběhu posledních 1000 dní. V kolika případech by měla ztráta překročit hodnotu  $VaR_{1\%}(1)$ ?

# Back testing II

## Způsob testování

- ◆ Uvedený příklad je zjednodušen tím, že předpokládal neměnnou hodnotu  $\text{VaR}_{1\%}(1)$  pro všechny dny.
- ◆ Ve skutečnosti však faktory, z nichž se hodnota VaR odhaduje, mění v čase svou hodnotu a v důsledku toho mohou být hodnoty odhadu  $\text{VaR}_{1\%}(1)$  pro různé dny různé.
- ◆ Proto je potřeba při testování vzít v úvahu změnu hodnoty VaR pro různé dny.

# Back testing III

## Způsob testování

- ◆ Uvažujme pozorování vývoje hodnoty portfolia za  $T$  dní a označme  $n_T$  počet dní, kdy ztráta přesáhla hodnotu  $\text{VaR}_\alpha(1 \text{ den})$  odhadnutou pro daný den
- ◆ Požadujeme, aby ztráty překračovaly hodnotu  $\text{VaR}_\alpha(1 \text{ den})$  **přibližně v  $\alpha\%$  případů**
- ◆ Metodu výpočtu odhadu  $\text{VaR}_\alpha(1)$  můžeme označit za spolehlivou, jestliže

$$n_T \approx \alpha \cdot T$$

# Back testing IV

## Počet překročení

- ◆ Otázkou je, jak testovat  $n_T \approx \alpha \cdot T$
- ◆ Předpokládejme náhodnou veličinu  $N_T$  vyjadřující počet překročení příslušné hodnoty  $VaR_\alpha(1)$  za  $T$  dní
- ◆ Pokud metoda odhaduje hodnotu  $VaR_\alpha(1)$  správně (na zvolené hladině spolehlivosti  $p$ ), má veličina  $N_T$  binomické rozdělení s parametry  $(T, \alpha)$
- ◆ Střední hodnota  $E(N_T)$  je  $T \cdot \alpha$ , rozptyl  $Var(N_T)$  je  $T \cdot \alpha \cdot (1 - \alpha)$

# Back testing V

## Počet překročení

- ◆ Jestliže má  $N_T$  binomické rozdělení, pak platí, že

$$U = \frac{N_T - T \cdot \alpha}{\sqrt{T \cdot \alpha \cdot (1 - \alpha)}}$$

má asymptoticky normované normální rozdělení

- ◆ Hypotézu  $n_T \approx \alpha \cdot T$  tedy zamítneme (na hladině spolehlivosti  $p$ ), jestliže po dosazení realizace  $n_T$  za  $N_T$  bude hodnota

$$|U| > u(1-p/2),$$

kde  $u(1-p/2)$  je  $(1-p/2)$ -kvantil normovaného normálního rozdělení

# Výhody VaR

- ◆ Jak již bylo zmíněno výše, míra VaR poskytuje informaci o výši rizika pomocí jediného čísla, takže je snadno interpretovatelná a relativně pochopitelná
- ◆ Míra VaR je použitelná pro všechny typy instrumentů
- ◆ Jednotka VaR je stejná jako jednotka, v níž jsou vyjádřeny hodnoty těchto instrumentů (tj. daná měna)

# Nevýhody VaR I

- ◆ VaR je zpravidla odhadováno na základě velkého množství dat z minulosti, proto nedokáže předpovědět budoucí extrémní ztráty
- ◆ VaR portfolia je nutno počítat jako celek, protože hodnotu VaR pro portfolio nelze vyjádřit ani jako součet VaR jednotlivých instrumentů v portfoliu
- ◆ Jelikož je VaR obvykle odhadováno na malé hladině pravděpodobnosti a protože je počet pozorovaných hodnot z konce rozdělení změn hodnot portfolia malý, může být odhad VaR zatížen velkou statistickou chybou

# Nevýhody VaR II

- ◆ VaR udává pouze hodnotu, kterou ztráta s danou pravděpodobností nepřesáhne. Potřebná je ale také informace, jaké budou ztráty v případě, že bude tato hodnota překročena

# Nevýhody VaR III

- ◆ Uvedené nevýhody lze řešit, např.:
  - Kromě VaR použít i jinou míru rizika (ES – Expected Shortfall)
  - Doplnit VaR o výsledky stresového testování (dnes asi nejčastěji používaný přístup)

# What-if metody

stress testing, citlivostní analýza, ...

## ◆ Jak se změní

- zisk, počet zaměstnanců, spotřeba plynu, atd...

## ◆ jestliže:

- kurs CZK/EUR vzroste o 1 CZK za EUR
- firma získá (nezíská) významnou zakázku
- průměrná roční teplota na území ČR bude o 0,1°C vyšší oproti normálu, ...

**Problém: definice události ...**

# Možnosti řízení rizik

## ◆ Technicko-organizační řešení

- preventivní opatření (včetně nastavení procesů)
- krizové plány

## ◆ Finanční řešení

- prodej aktiva
- přenos rizika (záruky, pojištění, finanční deriváty, ...)
- nákup jiného aktiva
- vytváření rezerv

## ◆ Riziko nesu

- vždy, když náklady na řízení rizika jsou větší než potenciální ztráta
- v ostatních případech ... pokud se tak rozhodnu!

**Některá rizika lze jenom nést ...**