

RSJ

# Tvorba trhu na elektronické burze

Anton Tyutin

13.3.2019



# Burza – pohled zvenku

---

## Zvláštnosti burzy jako místa setkání kupců a prodejců

- ❑ Obchod s **kontrakty** (vyměňují se papíry, ne zboží za peníze)
- ❑ **Symetrie** mezi kupujícími a prodávajícími,
  - ❑ symetrický burzovní mechanismus pro nákup a prodej
  - ❑ symetrie mezi "long" a "short" u futures kontraktů ...
- ❑ Transparentnost
  - ❑ **Sdílené informace** mezi všemi účastníky
    - ❑ o poptávce, nabídce, proběhnutých obchodech
  - ❑ Anonymita (omezení transparentnosti)
  - ❑ Jasná a jednotná, **veřejně známá pravidla** (zjednodušuje algoritmizaci)

# Burza – náhled do mechanismu

---

Limitní objednávka (*limit order*, typický pokyn burze)

- Strana obchodu: koupit nebo prodat?
- Kolik?
- Limitní přijatelná cena** (maximální pro nákup nebo minimální pro prodej)

Párování objednávek (*order matching*)

- Vyhledávání nejlepší ceny
- Rozdělení objemu obchodu mezi čekajícími objednávkami, varianty:
  - Price-time**
  - Pro-rata**
  - Time pro-rata**

# Burza – dvě role prostředníka

---

## Matching (sama burza)

- Sběr a párování objednávek
- Informace obchodníkům
  - o neuspokojených objednávkách (obchodech)
  - o uspokojených objednávkách (poptávce a nabídce)
- Standardizace a záruka kvality obchodovaných produktů

## Clearing house

- Zúčtování obchodů
- Záruka toho, že obě strany obchodu splní své závazky

# Informace od burzy

---

Žebříček cen a kotací jako souhrn poptávky a nabídky

*Viz na tabuli...*

# Tvorba trhu (*market making*)

---

## Market making jako činnost směnární

- ❑ S maličkou marží 0.005% ...
- ❑ ... a velkým potenciálním rizikem krachu

## Předpoklady pro úspěšný market making

- ❑ Přesný a spolehlivý **odhad férové ceny** (*fair price*)
  - ❑ když férová cena  $C$  je správně odhadnuta, obchodování je jednoduché: vždy kupuj za nižší cenu, než  $C$ , a prodávej za vyšší cenu, než  $C$  :-)
- ❑ Efektivní **řízení tržního rizika** (rizika spojeného s nepříznivým pohybem ceny)
  - ❑ je také třeba mít dostatek kapitálu

## Rozpor s hypotézou efektivního trhu?

# Obchodník – etapy vývoje systému a struktura týmu

Zjednodušené schéma

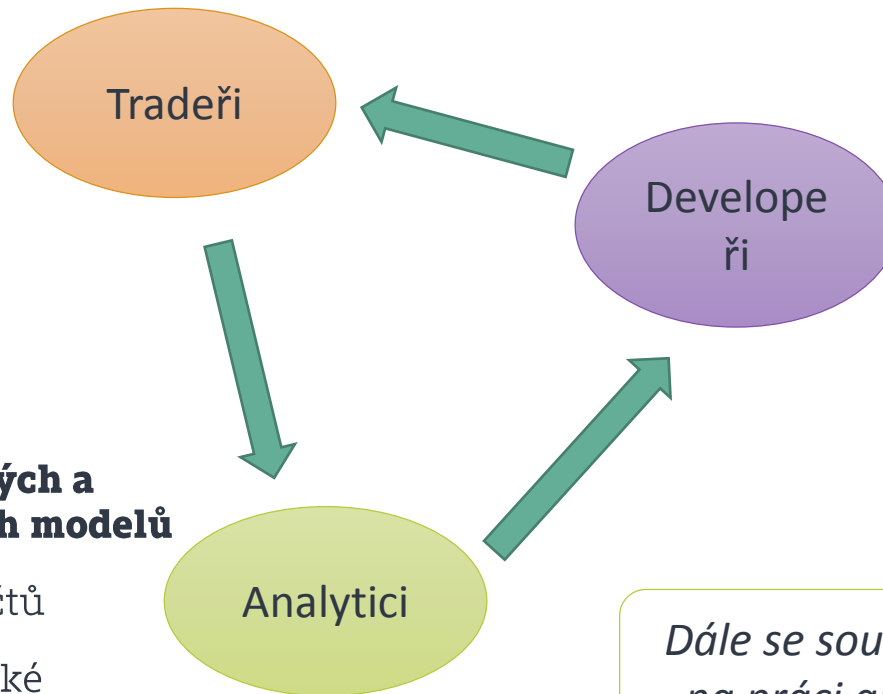
- ✓ **Monitoring, zásah při mimořádných událostech**

- ✓ Prvotní výzkum trhů

- ✓ **Tvorba matematických a statistických modelů**

- ✓ Návrh výpočtů

- ✓ Hlídání logické konzistence systému



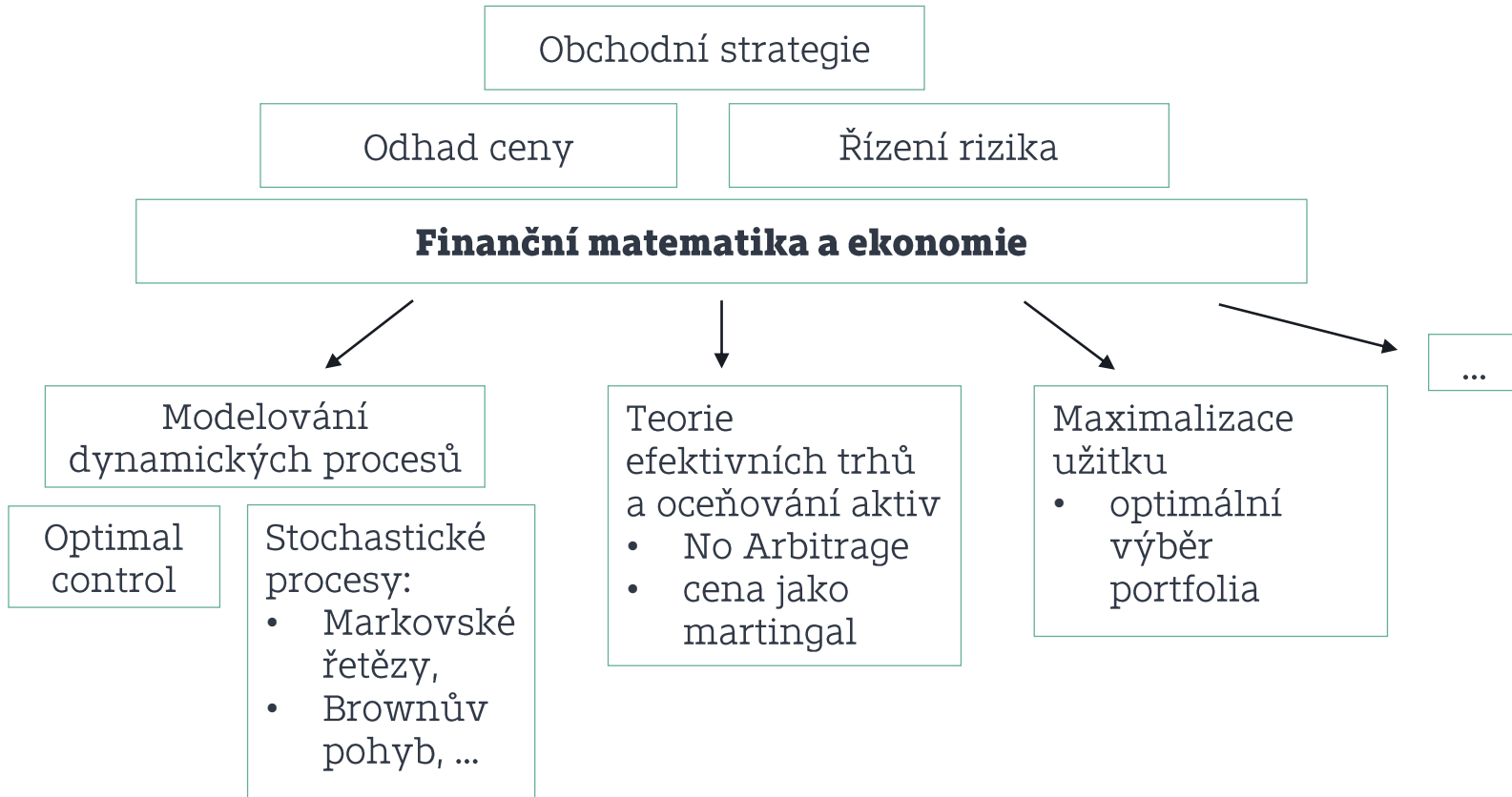
- ✓ **Softwarová implementace obchodního systému**

- ✓ Optimalizace rychlosti

- ✓ Příprava dat

*Dále se soustředíme na práci analytiků*

# Základy ve finanční matematice a ekonomii





# Základy ve finanční matematice a ekonomii

---

## Některé zkušenosti z použití teorie

- ❑ Sice hotové postupy, recepty nejsou, ale základní principy a konstrukce mohou být velice užitečné
- ❑ Pomáhá pochopení souvislostí
  - ❑ příklad: schopnost přejít od spojitého modelu k diskrétnímu a naopak
- ❑ Na nepřesnosti modelů se má dívat realisticky
  - ❑ V čem a v jaké situaci je model (ne)přesný? (Např. sice Black-Scholes-Mertonův model je obecně nedostatečně přesný pro odvození ceny opce z ceny futures kontraktu, ale může být užitečný pro porovnání cen opcí s různými "strikes".)
  - ❑ Ať se matematici nebojí nepřesných předpokladů ... upřesní se v další fázi.

# Co tvůrce trhu NEmusí dělat (a co se často o něm myslí)

---

## Příklady

- ❑ Neustále vylepšovat vzorce pro výpočet ceny kontraktů z cen jiných (např. výpočet ceny opce z ceny futures), pokud kontrakt zájmu je obchodován na likvidním trhu a tím pádem už má svoji cenu odhadnutou trhem
- ❑ Analyzovat patterny v časové řadě minulých cen pro odhad budoucí ceny (technická analýza)
- ❑ Odhadovat okamžik, kde cena půjde nahoru nebo dolů

# Statistické odhady

---

Typ úloh které řešíme nejčastěji a nejvíce:  
odhad funkcionálních závislosti ze statistických dat

Viz úvod na tabuli ...

# Statistické odhady

---

Nejběžnější u nás je úloha **regrese**:

Odhadnout  $f(x) := E[Y | X]$  ze vzorce dat  $\{(Y_i, X_i)\}$ ,  
kde náhodná veličina  $Y$  je spojitá.

často předpokládáme, že  $f(x)$  je hladká funkce.

# Statistické odhady

---

## Vlastnosti dat

- ❑ Silný šum neznámého typu
  - ❑ "Přefit" je vážný problém, nutnost regularizace
  - ❑ Použití metod robustních vůči předpokladům o rozdělení šumu
- ❑ Slabá apriorní informace o tvaru odhadované funkce
  - ❑ Motivuje k použití *neparametrických* metod
  - ❑ Vhodným omezením modelu je jeho „hladkost“
- ❑ Nestacionární a zároveň dlouhá data
  - ❑ Kterou informaci čerpat z dlouhých a kterou z krátkých dat (zvláště pro neparametrické metody)?

# Statistické odhady

---

## Vlastnosti dat

- ❑ Silný šum neznámého typu
  - ❑ "Přefit" je vážný problém, nutnost regularizace
  - ❑ Použití metod robustních vůči předpokladům o rozdělení sumu
- ❑ Slabá apriorní informace o funkčním tvaru a vícedimenzionální data
  - ❑ Motivuje k použití *neparametrických* metod
  - ❑ Vhodným omezením modelu je jeho „hladkost“
- ❑ Nestacionární a zároveň dlouhá data
  - ❑ Kterou informaci čerpat z dlouhých a kterou z krátkých dat (zvláště pro neparametrické metody)?

# Statistické odhady

---

Více o neparametrických statistických modelech

Ústně a na tabuli...

# Úlohy z numerické matematiky

---

## Příklad

- ❑ Tvorba rychlé metody řešení specifického Hamiltonova systému diferenciálních rovnic
- ❑ Vhodný prototyp metody, která využívá specifika úlohy, se nakonec našel v podobě přístupu "Hamiltonian Boundary Value Methods" (viz např. Brugnano, Iavernaro, Caccia (2013) "Efficient implementation of geometric integrators for separable Hamiltonian problems").
- ❑ Prototyp byl upraven, aby mimo jiné byl vhodný pro úlohu s okrajovými podmínkami (název metody má v sobě slovo "boundary" v jiném smyslu).
- ❑ Byl to složitý výzkum... A zase poučení: bez proniknutí do principů by to nevyšlo...



# Úlohy matematické optimalizace

---

## Kontexty

- ❑ Optimalizace parametrů regresní funkce
- ❑ úlohy optimálního řízení

## Některá fakta z praxe

- ❑ Právě optimalizace regresních parametrů je často úzkým hrdlem ve výpočtech
- ❑ Pro volbu optimalizační metody zatím zpravidla stačil empirický přístup: vyzkouší se několik hotových algoritmů pro konkrétní úlohy a z nich se vybere nejlepší
- ❑ Nicméně pomáhala např. orientace v klasifikaci optimalizačních úloh

RSJ

**Děkuji za pozornost.**

**Jaké máte otázky?**

[www.rsj.com](http://www.rsj.com)

# Contact

---

**RSJ**

Florentinum

Na Florenci 2116/15

CZ 110 00 Praha 1

