

# Počítačová optimalizace investic na světovém trhu

Josef Pavelec<sup>1</sup>

## 1 Úvod

Tato práce se zabývá problematikou volby optimálního portfolia na světovém kapitálovém trhu s cílem maximalizovat investorův zisk.

Je zde využito poznatků klasického Markowitzova modelu, který rozšiřuje o adaptivní odhad parametrů vzhledem k nestacionárnímu chování vstupního procesu - vývoj kurzů na kapitálových trzích. Součástí této práce bylo zkoumání, zda finanční časové řady vykazují stacionární chování či nikoliv a následně bylo vše testováno pomocí implementace do SW.

## 2 Optimalizace investičního portfolia

Tak abychom měli nástroj, který lze skutečně v praxi použít a investor se může pomocí něj rozhodovat a investovat své prostředky, musíme jednak navrhnout dobrý matematický model, který nám bude dávat výsledky vedoucí k zisku a zároveň tento model nemůže být pouze na papíře, ale musí být implementován nějakým SW.

### 2.1 Matematický model

Model, pomocí něhož optimalizujeme portfolio vychází z teorie moderního portfolia, konkrétně z Markowitzova optimálního portfolia. Tato teorie vychází z toho, že vhodným kombinováním několika aktiv s danými výnosnostmi a rizikovostmi lze vytvořit složené portfolio obsahující více jednotlivých titulů, které ve výsledku má lepší poměr výnosnosti a rizikovosti než jakékoliv samotné aktivum.

Tím, že se nám podařilo potvrdit nestacionární chování finančních časových řad, ve své podstatě jsme zdůvodnili lepší výsledky adaptivního přístupu.

Tento tradiční přístup byl upraven adaptivním přístupem k odhadu parametrů, jelikož finanční časové řady jen zřídka vykazují stacionární chování. Parametry riziko, výnos a kovariance mezi aktivy odhadujeme s užitím exponenciálního vážení dat do historie, kdy datově starší hodnoty postupně ztrácejí na důležitosti.

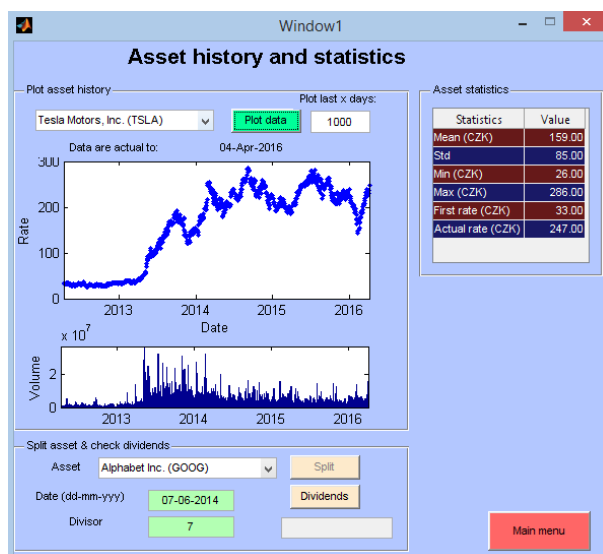
### 2.2 Realizace v SW

Jelikož matematický model není úplně triviální a objem dat vstupujících do modelu je nemalý, musel být zvolen vhodný programovací jazyk, který je jak na vysoké úrovni z pohledu programovacích schopností, tak za sebou musí mít dostatečný matematický a statistický aparát. Za tímto účelem byl zvolen SW MATLAB<sup>®</sup> navíc s GUI rozhraním tak, aby ho uživatel mohl jednoduše ovládat pomocí tlačítek a číselných polí. Tento pro-

---

<sup>1</sup> student navazujícího studijního programu Matematika, obor Matematika a management, e-mail: jpavelec@students.zcu.cz

gram dostal název StockMaTT a ukázkou lze vidět na obrázku 1. Tak aby byl prakticky použitelný, podlehla jeho druhá verze významné rychlostní optimalizaci.



Obrázek 1: Ukázka prostředí StockMaTT

## Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí této práce RNDr. Blance Šedivé, Ph.D. za její čas a připomínky a také Fakultě aplikovaných věd, která mi umožnila vyjet na rok do USA studovat, kde jsem načerpal mnoho inspirace a zkušeností.

## Literatura

- Dupačová, J., 2016. *Markowitzuv model optimální volby portfolia - předpoklady, data, alternativy* [online]. [cit. 2016-04-12]. Dostupné z: <http://msekcce.karlin.mff.cuni.cz/dupacova/downloads/Markowitz.pdf>
- Friesel, M., Šedivá B., 2013. *Finanční matematika hypertextově* [online]. 2003 [cit. 2013-05-12]. Dostupné z: <http://home.zcu.cz/friesel/hfim/>
- Geurard, J. B., 2010. *Handbook of Portfolio Construction: Contemporary Applications of Markowitz*. New York: Springer, 2010. ISBN 978-0-387-77438-1.
- Ježková, M., 2010. *Indikátory technické analýzy akcií*. Brno, 2010. Bakalářská práce. Masarykova univerzita. Přírodovědecká fakulta.
- Lunde, A., Shephard N., 2011. *Econometric analysis of vast covariance matrices using composite realized kernels*. New York: Springer, 2011. ISBN 978-1-483-01428-3.
- Pavelec, J., 2013. *Programový nástroj pro volbu optimálního portfolia*. Plzeň, 2013. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta aplikovaných věd.
- Pavelec, J., Šedivá B., 2016. *Adaptive parameter estimations of Markowitz model*. *Konference MME 2016*, příspěvek. 34., 6.