



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ  
ÚSTAV MANAGEMENTU

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT  
INSTITUTE OF MANAGEMENT

# PROGRAM PRO ANALÝZU EKONOMICKÝCH DAT UŽITÍM MATEMATICKÉHO MODELOVÁNÍ V MAPLE

PROGRAM FOR ANALYZING ECONOMICAL DATA VIA MATHEMATICAL MODELING IN MAPLE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. MARTIN ŽIGÁRDY

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

RNDr. ZUZANA CHVÁTALOVÁ, Ph.D.

BRNO 2010

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

**Žigárdy Martin, Bc.**

---

Řízení a ekonomika podniku (6208T097)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

**Program pro analýzu ekonomických dat užitím matematického modelování v Maple**

v anglickém jazyce:

**Program for Analyzing Economical Data via Mathematical Modeling in Maple**

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Vymezení problému a cíle práce

Teoretická východiska práce

Analýza problému a současné situace

Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení

Závěr

Seznam použité literatury

Přílohy

Seznam odborné literatury:

HINDLS, R., HRONOVÁ, S., SEGER, J. Statistika pro ekonomy. 5. vyd. Praha : Professional Publishing, 2004. 422 s. ISBN 80-86419-59-2.

HŘEBÍČEK, J., KOHOUT, J., MEZNÍK, I., CHVÁTALOVÁ, Z. Využití e-learningových nástrojů Maple při výuce matematického modelování. In 28. konference VŠTEP. Žilina : EDIS, 2004. 107-118 s. ISBN 80-8070-287-X.

LAUBER, J. Programy pro matematické modelování. 1. vyd. Praha : VŠE, 1993. 316 s. ISBN 80-7079-088-1.

MUSÍLEK, P. Trhy cenných papírů. 1. vyd. Praha : Ekopress, 2002. 459 s. ISBN 80-8611-955-6.

Akcie online. [online].c2009. [cit. 2009-02-03]. Dostupné z WWW : <<http://www.akcie.cz/>>.

CHVÁTALOVÁ, Z. Malý Maple manuál.[online].[cit. 2009-05-11]. Dostupné z WWW : <[http://www.maplesoft.cz/sites/default/files/img/manual\\_chvatalova.pdf](http://www.maplesoft.cz/sites/default/files/img/manual_chvatalova.pdf)>.

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Zuzana Chvátalová, Ph.D.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/2010.

L.S.

---

PhDr. Martina Rašticová, Ph.D.  
Ředitel ústavu

---

doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA

V Brně, dne 27.05.2010

## **ABSTRAKT**

V diplomové práci jsem zkonstruoval obecně využitelný program pro zpracování ekonomických dat formou matematického regresního modelování v systému Maple. Slouží k analýzám závislostí vývoje sledovaných veličin. Vícestupňovou algoritmizací a implementací informačních kritérií jsem vytvořil formulář s přehledným uživatelským rozhraním a možností přímo data importovat z kancelářských aplikací. Funkčnost programu je ověřena příkladem s konkrétní kolekcí dat.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Index PX, akcie společností ČEZ, a.s., Komerční banka, a.s., UNIPETROL, a.s., Těléfonica O2 Czech Republic, a.s. a Erste Group Bank AG, regresní model, informační kritéria, Maple, Maplet.

## **ABSTRACT**

In this diploma thesis I constructed generally usable program for processing economical data through mathematical methods of linear regression in Maple system. Program is used for trend dependency analysis of examined quantities. Via multi-stage algorithmization and implementation of information criterion I created interactive form with user-friendly interface with possibility of straight data import from office suite applications. Functionality of this program is verified on example with specific data collection.

## **KEYWORDS**

Index PX, company stocks of ČEZ, a.s., Komerční banka, a.s., UNIPETROL, a.s., Těléfonica O2 Czech Republic, a.s. a Erste Group Bank AG, regression model, information criterion, Maple, Maplet.

### **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE MÉ PRÁCE**

ŽIGÁRDY, M. *Program pro analýzu ekonomických dat užitím matematického modelování v Maple*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2010. 86 s.

Vedoucí diplomové práce RNDr. Zuzana Chvátalová, Ph.D.

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „*Program pro analýzu ekonomických dat užitím matematického modelování v Maple*“ jsem vypracoval samostatně, pod odborným vedením vedoucího diplomové práce. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským ve znění pozdějších předpisů).

V Brně dne 28. 5. 2010

.....  
Martin Žigárdy

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu bakalářské práce RNDr. Zuzaně Chvátalové, Ph.D. za cenné připomínky, rady a vysoce odborné vedení práce.

# OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>CÍLE PRÁCE</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Teoretická východiska pro ekonomickou interpretaci</b> .....	<b>12</b>
3.1.1	Index PX .....	12
3.1.2	ČEZ, a.s. ....	12
3.1.3	Komerční banka, a.s. ....	13
3.1.4	UNIPETROL, a.s. ....	13
3.1.5	Telefónica O2 Czech Republic, a.s. ....	13
3.1.6	Erste Group Bank AG.....	14
<b>3.2</b>	<b>Teoretická východiska pro matematickou aplikaci</b> .....	<b>14</b>
3.2.1	Regresní analýza .....	14
3.2.2	Metoda nejmenších čtverců .....	14
3.2.3	Lineární regrese .....	15
3.2.4	Polynomická regrese.....	15
3.2.5	Postup výpočtu parametrů .....	16
3.2.6	Informační kritéria .....	16
3.2.6.1	ANDELOVO INFORMAČNÍ KRITÉRIUM .....	16
3.2.6.2	AKAIKEOVO INFORMAČNÍ KRITÉRIUM .....	17
3.2.6.3	SCHWARZOVO INFORMAČNÍ KRITÉRIUM, RESPEKTIVE BAYESOVSKÉ INFORMAČNÍ KRITÉRIUM.....	18
3.2.6.4	HANNAN-QUINNOVO KRITÉRIUM .....	18
3.2.7	Systém Maple .....	19
<b>4</b>	<b>ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÉ SITUACE</b> .....	<b>20</b>
<b>4.1</b>	<b>Softwarová podpora pro analytiku</b> .....	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>Možnosti obchodování s cennými papíry v České republice</b> .....	<b>21</b>
4.2.1	Burza cenných papírů Praha a.s. ....	21
4.2.1.1	Systém pro podporu trhu akcií a dluhopisů.....	21
4.2.1.2	Kontinuální burzovní obchodní systém (KOBOS) .....	22
4.2.2	RM-SYSTÉM.....	22
<b>4.3</b>	<b>Současná stav</b> .....	<b>23</b>
<b>4.4</b>	<b>Vývoj světových kapitálových trhů v roce 2006</b> .....	<b>24</b>
4.4.1	Makroekonomické vlivy v roce 2006 .....	24
4.4.2	Vývoj sledovaných vybraných titulů v roce 2006 .....	25
4.4.2.1	VÝVOJ HODNOT INDEXU DAX, INDEXU DOW JONES, INDEXU PX A CENY ROPY V ROCE 2006.....	25
4.4.2.2	VÝVOJ HODNOT SMĚNNÝCH KURZŮ DOLARU A EURA V ROCE 2006 .....	26
4.4.3	Shrnutí vývoje světových kapitálových trhů v roce 2006.....	27
<b>4.5</b>	<b>Vývoj světových kapitálových trhů v roce 2007</b> .....	<b>27</b>

4.5.1	Makroekonomické vlivy v roce 2007 .....	27
4.5.2	Vývoj vybraných titulů v roce 2007 .....	28
4.5.2.1	VÝVOJ HODNOT INDEXU DAX, INDEXU DOW JONES, INDEXU PX A CENY ROPY V ROCE 2007.....	28
4.5.2.2	VÝVOJ HODNOT SMĚNNÝCH KURZŮ DOLARU A EURA V ROCE 2007 .....	29
4.5.3	Shrnutí vývoje světových kapitálových trhů v roce 2007.....	30
<b>4.6</b>	<b>Vývoj kapitálového trhu v ČR v roce 2006 a v roce 2007 .....</b>	<b>31</b>
4.6.1	Makroekonomické vlivy v roce 2006 a v roce 2007.....	31
4.6.2	Vývoj vybraných titulů v roce 2006 a v roce 2007.....	32
4.6.2.1	VÝVOJ HODNOT CEN AKCIÍ SPOLEČNOSTÍ ERSTE GROUP, UNIPETROL, ČEZ, KOMERČNÍ BANKA A TĚLÉFONICA O2 V ROCE 2006 .....	32
4.6.2.2	VÝVOJ HODNOT CEN AKCIÍ SPOLEČNOSTÍ ERSTE GROUP, UNIPETROL, ČEZ, KOMERČNÍ BANKA a TĚLÉFONICA O2 V ROCE 2007 .....	33
<b>5</b>	<b>VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ.....</b>	<b>35</b>
<b>5.1</b>	<b>Volba vhodného matematického, respektive statistického aparátu .....</b>	<b>36</b>
5.1.1	Modelování závislostí mezi vývojem indexu PX a vývojem jednotlivých titulů.	36
<b>5.2</b>	<b>Vytvoření vlastních algoritmů, které budou aplikovat tento aparát. ....</b>	<b>37</b>
5.2.1	Procedura Datum .....	38
5.2.2	Procedura Polynomy.....	39
5.2.3	Procedura Grafy.....	40
5.2.4	Procedura Formulář .....	41
5.2.5	Procedura Analyzuj .....	42
5.2.6	Procedura Detail .....	43
5.2.7	Procedura Prognóza .....	44
5.2.8	Procedura Export .....	44
<b>5.3</b>	<b>Konstrukce interaktivního uživatelského rozhraní pro tyto algoritmy. 45</b>	
5.3.1	Rozmístění formulářových prvků .....	45
5.3.2	Funkce jednotlivých formulářových prvků.....	46
5.3.2.1	SEKCE 1.....	46
5.3.2.2	SEKCE 2.....	48
5.3.2.3	SEKCE 3.....	48
5.3.2.4	SEKCE 4.....	49
5.3.3	Popis fungování jednotlivých procedur .....	50
5.3.3.1	ANALYZUJ ULOŽENÁ DATA.....	50
5.3.3.2	ANALYZUJ VLASTNÍ DATA.....	51
5.3.3.3	DETAIL .....	52
5.3.3.4	PROGNÓZA.....	53
<b>5.4</b>	<b>Získání denních hodnot sledovaných ukazatelů .....</b>	<b>55</b>
<b>5.5</b>	<b>Tvorba konkrétních matematických modelů finančních, jejich analýza a následná ekonomická interpretace.....</b>	<b>55</b>
5.5.1	Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti ČEZ, a.s. v roce 2006 .....	56

5.5.2	Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Komerční banka, a.s. v roce 2006 .....	57
5.5.3	Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Erste Group v roce 2006.....	58
5.5.4	Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Těléfonica O2 v roce 2006 ...	59
5.5.5	Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti UNIPETROL, a.s. v roce 2006 .....	60
5.5.6	Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti ČEZ, a.s. v roce 2007 .....	61
5.5.7	Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Komerční banka, a.s. v roce 2007 .....	62
5.5.8	Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Erste Group v roce 2007.....	63
5.5.9	Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Těléfonica O2 v roce 2007 ...	64
5.5.10	Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti UNIPETROL, a.s. v roce 2007 .....	65
5.5.11	Výsledná ekonomická interpretace vypočítaných modelů.....	66
5.5.11.1	DISKUZE .....	66
<b>5.6</b>	<b>Aplikace procedury Prognóza pro odhad budoucích hodnot.....</b>	<b>69</b>
5.6.1	Odhad budoucích hodnot pro interval 01.07.2006 – 31.12.2006 .....	70
5.6.2	Odhad budoucích hodnot pro interval 01.01.2007 – 30.06.2007 .....	71
5.6.3	Odhad budoucích hodnot pro interval 01.02.2007 – 01.03.2007 .....	72
5.6.4	Odhad budoucích hodnot pro interval 01.03.2007 – 01.04.2007 .....	73
5.6.5	Odhad budoucích hodnot pro interval 01.04.2007 – 01.05.2007 .....	74
5.6.6	Zhodnocení vhodnosti procedury Prognóza pro odhad budoucích hodnot.....	75
<b>6</b>	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>76</b>
<b>7</b>	<b>SEZNAM ZKRATEK.....</b>	<b>79</b>
<b>8</b>	<b>SEZNAM DIAGRAMŮ, GRAFŮ, TABULEK A VZORCŮ .....</b>	<b>80</b>
8.1	Diagramy .....	80
8.2	Grafy .....	80
8.3	Obrázky .....	81
8.4	Tabulky.....	82
8.5	Vzorce .....	83
<b>9</b>	<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY.....</b>	<b>84</b>
9.1	Tištěné zdroje.....	84
9.2	Elektronické zdroje .....	85
<b>10</b>	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>86</b>

# 1 ÚVOD

Současné trendy podporují využívat metody kvantitativních disciplín. Rychlý vývoj informačních a komunikačních technologií jsou pak toho neodmyslitelným prostředníkem. Zkoumání závislostí ekonomických, respektive finančních veličin (ukazatelů), vývoje jejich rychlostí změn tak přispívají k možnostem sledovat dynamiku ekonomických jevů, jejich souvislostí, k analýzám a interpretacím faktů. Tím se mohou podílet na zvýšení erudice rozhodování, resp. řízení.

Jako téma své diplomové práce jsem si zvolil „*Program pro analýzu ekonomických dat užitím matematického modelování v Maple*“. Tímto tématem totiž navazuji na svou bakalářskou práci „*Matematické modelování závislostí mezi ekonomickými veličinami*“ (Žigárdy 2009). Ve své bakalářské práci jsem se zaměřil na jedinou konkrétní ekonomickou problematiku, pro kterou jsem zkonstruoval program v prostředí Maple, který dokázal tuto konkrétní problematiku matematicky modelovat. I když se takovýto program jeví dostatečně funkční, je použitelný pro uživatele znalé programování, potažmo programování v Maple. Tato skutečnost a problém mě vybídly k dalšímu zobecnění problému a tím i inspirovala k výběru tématu pro diplomovou práci. Rozhodl jsem se, že zkonstruuji takový program, který budou moci používat i laičtí uživatelé pomocí jednoduchých formulářových prvků a do kterého bude možno lehce importovat data z dostupných kancelářských aplikací jako je například hojně rozšířený MS Excel.

Dále abych prezentoval a dokázal funkčnost svého programu, rozhodl jsem se jej aplikovat na přímo na určitý ekonomický příklad. Tímto příkladem je vytvoření matematických modelů vztahů mezi kontinuálním vývojem indexu PX (Český akciový index) a kontinuálními vývoji šesti nejvýznamnějších akciových titulů, se kterými se obchoduje na Burze cenných papírů Praha, a.s. Těmito tituly jsou akcie společností ČEZ, a.s., Telefónica O2 Czech Republic, a.s., UNIPETROL, a.s., Erste Group Bank AG a Komerční banka, a.s..

## 2 CÍLE PRÁCE

*Hlavním cílem* mé práce je zkonstruovat program v prostředí matematického softwaru Maple, programu kanadské společnosti Maplesoft, který bude pomocí regresní analýzy matematicky modelovat vztahy mezi ekonomickými veličinami, a především který budou schopni využívat i laičtí uživatelé (neznalí softwaru Maple) pomocí jednoduchých formulářových prvků a snadného importu dat z dostupných kancelářských aplikací.

*Vedlejším cílem* bude prověření funkčnosti programu na příkladu konkrétní kolekce ekonomických dat z finančního prostředí. Půjde o prověření této hypotézy:

Existuje nějaká závislost mezi kontinuálním vývojem indexu PX a vývoji šesti nejvýznamnějších akciových titulů, se kterými se obchoduje na Burze cenných papírů Praha, a.s.: ČEZ, a.s., Telefónica O2 Czech Republic, a.s., UNIPETROL, a.s., Erste Group Bank AG a Komerční banka, a.s..

Zároveň pokud taková závislost existuje, určím, jak ji vhodně matematicky modelovat a následně ekonomicky interpretovat.

Těchto cílů dosáhnu splněním následujících *dílčích cílů*:

- 1) Volba vhodného matematického, respektive statistického aparátu.
- 2) Vytvoření vlastních algoritmů, které budou aplikovat tento aparát.
- 3) Konstrukce interaktivního uživatelského rozhraní pro tyto algoritmy
- 4) Získání denních hodnot sledovaných ukazatelů.
- 5) Tvorba konkrétních matematických modelů finančních veličin, jejich analýza a následná ekonomická interpretace.
- 6) Aplikace procedury Prognóza pro odhad budoucích hodnot

## **3 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE**

### **3.1 Teoretická východiska pro ekonomickou interpretaci**

#### **3.1.1 Index PX**

Je oficiálním indexem Burzy cenných papírů Praha. Vznikl až 20.3.2006, ale přímo navázal na starší index PX 50. Do báze indexu PX 50 bylo zahrnuto padesát titulů nejvýznamnějších tuzemských společností, jejichž akcie byly volně obchodovatelné. Tento index se začal počítat od 5. 4. 1994, kdy mu byla nastavena hodnota tisíc bodů. V dnešní době není báze indexu PX fixní. Tato báze se každého čtvrt roku aktualizuje. V současnosti je v bázi dvanáct titulů, z nichž čtyři společnosti ČEZ, a.s., Erste Group Bank AG, Telefónica O2 Czech Republic, a.s. a Komerční banka, a.s. mají v tomto indexu dohromady váhu větší než 80%. (11)

#### **3.1.2 ČEZ, a.s.**

Společnost ČEZ, a.s. (dále jen ČEZ) je dominantním výrobcem elektřiny v České republice a zajišťuje také další podpůrné služby, jako je distribuce vyrobené energie a tepla. ČEZ, je také mateřskou společností Skupiny ČEZ, která sdružuje devadesát dva energetických podniků ve střední a východní Evropě a na Balkánském poloostrově. Tato skupina patří mezi deset největších energetických koncernů v Evropě. Společnost vznikla přeměnou státního podniku České energetické závody a Český stát je i v dnešní době majoritním vlastníkem společnosti se sedmdesáti procentním podílem na vlastnictví.

### **3.1.3 Komerční banka, a.s.**

Společnost Komerční banka, a.s. dále jen (Komerční banka) je součástí skupiny Komerční banky, kterou tvoří devět společností. Komerční banka je jednou z nejvýznamnějších bankovních institucí v ČR. Vznikla vyčleněním obchodních aktivit z bývalé Státní banky československé. Na počátku nového tisíciletí prodal stát většinový podíl Francouzské finanční skupině Société Générale, která patří mezi čtyři nejsilnější finanční skupiny v celé Evropě. Společnost Société Générale vlastní šedesátiprocentní podíl ve společnosti Komerční banka. Komerční banka je univerzální bankou se širokou nabídkou služeb v oblasti retailového, podnikového a investičního bankovníctví. Společnosti finanční skupiny Komerční banky nabízejí další specializované služby, mezi které patří penzijní připojištění, stavební spoření, faktoring, spotřebitelské úvěry a pojištění

### **3.1.4 UNIPETROL, a.s.**

Společnost UNIPETROL, a.s. (dále jen UNIPETROL) je mateřskou společností Skupiny Unipetrol, která je jedním z nejvýznamnějších hráčů v oblasti zpracování ropy a petrochemie nejen v České republice, ale i v celé střední a východní Evropě. Majoritním vlastníkem společnosti je polský petrochemický gigant PKN Orlen, který vlastní šedesát dva procent akcií společnosti UNIPETROL.

### **3.1.5 Telefónica O2 Czech Republic, a.s.**

Společnost Telefónica O2 Czech Republic, a.s. (dále jen Těléfonica O2) vznikla spojením společností ČESKÝ TELECOM, a.s. a Eurotel Praha, spol. s r.o.. Tato společnost je jedním z předních telekomunikačních operátorů v České republice. Provozuje síť jak mobilních tak pevných linek a vysokorychlostního připojení k internetu. Majoritním vlastníkem společnosti je Telefónica Europe plc.

### **3.1.6 Erste Group Bank AG**

Společnost Erste Group Bank AG (dále jen Erste) je rakouská finanční instituce se sídlem ve Vídni, která patří k předním poskytovatelům finančních služeb v Evropě a zároveň je největší retailovou bankou ve střední Evropě. Společnost Erste má pobočky např. v Chorvatsku, Maďarsku, Rakousku, Rumunsku. V České republice je její pobočkou společnost Česká spořitelna, a.s., která má v České republice největší počet klientů ze všech bankovních domů.

## **3.2 Teoretická východiska pro matematickou aplikaci**

### **3.2.1 Regresní analýza**

Je statistickou technikou pro modelování a analýzu vztahu jisté náhodné veličiny, nazývané vysvětlovaná proměnná, a jedné nebo více jiných veličin, které nazýváme vysvětlující proměnné. Vysvětlovaná proměnná je v regresní analýze modelována jako funkce vysvětlujících proměnných a příslušných parametrů. Regresní analýza se často používá pro predikci hodnot vysvětlované proměnné na základě hodnot vysvětlujících proměnných. (11)

### **3.2.2 Metoda nejmenších čtverců**

Metoda nejmenších čtverců je nejužívanější metoda používaná v regresní analýze. Tato metoda pomáhá hledat vhodnou aproximační funkci pro konkrétní empiricky zjištěné hodnoty. Snaží se najít takový model, ve kterém bude suma druhých mocnin (čtverců) odchylek empiricky zjištěných a teoretických hodnot co nejmenší. Přitom odchylkou rozumíme rozdíl mezi empiricky zjištěnou hodnotou a hodnotou zachycenou konstruovaným regresním modelem. (11)

Matematicky jde o minimalizaci výrazu daného touto soustavou tzv. normálních rovnic:

$$\sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n \left\{ y_i - \beta_0 - \beta_1 f_1(x_i) - \dots - \beta_p f_p(x_i) \right\}^2,$$

kde  $\beta_1, \dots, \beta_p$  jsou parametry regresní funkce,  
 $\varepsilon$  je odchylka,  
 $p$  je počet parametrů regresní funkce,  
 $n$  je počet měření,  
 $x$  je vysvětlující proměnná,  
 $y$  je vysvětlovaná proměnná.

**Vzorec č. 1** – Metoda nejmenších čtverců

### 3.2.3 Lineární regrese

Je taková regrese, kde všechny parametry vystupující v regresním modelu jsou lineární. Přitom výsledná funkce sama o sobě lineární být nemusí. Výsledná regresní funkce může být například i kvadratická (obecně polynomická), exponenciální, logaritmická aj. (11)

### 3.2.4 Polynomická regrese

Je to taková regrese, kde je vztah mezi vysvětlovanou a vysvětlujícími proměnnými modelován polynomem  $n$ -tého stupně(11):

$$y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \beta_3 x^3 + \dots + \beta_p x^p + \varepsilon,$$

kde  $\beta_1, \dots, \beta_p$  jsou parametry regresní funkce,  
 $p$  je počet parametrů,  
 $\varepsilon$  je odchylka,  
 $x$  je vysvětlující proměnná,  
 $y$  je vysvětlovaná proměnná.

**Vzorec č. 2** – Polynomická regrese

### 3.2.5 Postup výpočtu parametrů

Matematicky jej lze odvodit řešením tzv. normálních rovnic (další upřesňující vzorce neuvádím, jsou součástí výbavy software Maple, respektive je lze nalézt v řadě monografií (např. Anděl, 2003) (11):

$$\begin{aligned} \sum y_i &= n \cdot b_0 + b_1 \sum x_i + \dots + b_p \sum x_i^p \\ \sum y_i x_i &= b_0 \sum x_i + b_1 \sum x_i^2 + \dots + b_p \sum x_i^{p+1} \\ &\dots\dots\dots \\ \sum y_i x_i^p &= b_0 \sum x_i^p + b_1 \sum x_i^{p+1} + \dots + b_p \sum x_i^{2p} \end{aligned}$$

kde  $b_i$  jsou odhady pro  $\beta_i$  a  
 $p$  je počet parametrů,  
 $x$  je vysvětlující proměnná,  
 $y$  je vysvětlovaná proměnná.

**Vzorec č. 3** – Postup výpočtu parametrů

### 3.2.6 Informační kritéria

Pro odhad počtu parametrů pro regresní analýzu se využívá tzv. informačních kritérií. U výpočtu jsem narazil na menší problém. V literatuře jsem zjistil, že způsob výpočtu obvyklý v naší republice se neshoduje se způsobem, který využívají v zahraničí. Vzhledem k tomu, že program Maple je kanadský a aplikuje předdefinované funkce, které používají zahraniční způsoby výpočtů, jsem se rozhodl použít vzorců dostupných ze zahraniční literatury, neboť výpovědní síla má analogický smysl. (11)

#### 3.2.6.1 ANDĚLOVO INFORMAČNÍ KRITÉRIUM

Andělovo informační kritérium ( $A_k$ ) navrhl Jiří Anděl (Anděl, 2003). Při jeho výpočtu se přičítá k reziduálnímu rozptylu tzv. penalizační funkce  $w_n$ . . Toto kritérium je označeno  $A_k$  a počítáno vztahem (11):

$$A_k = \frac{RSS}{n} (1 + kw_n)$$

kde  $RSS$  je reziduální součet čtverců,  
 $k$  je počet parametrů,  
 $n$  je počet měření,  
výraz  $RSS/n$  je reziduální rozptyl.

**Vzorec č. 4** – Andělovo informační kritérium

Profesor Anděl ve své knize doporučuje dosazovat za  $w_n$  hodnotu  $n^{-1/4}$ . Když jsem toto doporučení aplikoval na svůj příklad, zjistil jsem, že hodnoty tohoto kritéria jsou výrazně odlišné od výsledků ostatních kritérií, proto jsem provedl sérii testů a nejspokojivější výsledky jsem dostal pro hodnotu  $n^{-11/20}$ . (11)

$$A_k = \frac{RSS}{n} \left( 1 + \frac{k}{\sqrt[20]{n^{11}}} \right)$$

**Vzorec č. 5** – Upravené Andělovo informační kritérium

### 3.2.6.2 AKAIKEOVO INFORMAČNÍ KRITÉRIUM

Akaikeovo informační kritérium ( $AIC$ ) vypracoval Hirotugu Akaike v roce 1971. Vliv penalizační složky u tohoto kritéria je nejmenší ze všech jmenovaných kritérií. (11)

$$AIC = n \cdot \ln \left( \frac{RSS}{n} \right) + 2k$$

kde  $RSS$  je reziduální součet čtverců,  
 $k$  je počet parametrů,  
 $n$  je počet měření,  
a výraz  $RSS/n$  je reziduální rozptyl.

**Vzorec č. 6** - Akaikeovo informační kritérium

### 3.2.6.3 SCHWARZOVO INFORMAČNÍ KRITÉRIUM, RESPEKTIVE BAYESOVSKÉ INFORMAČNÍ KRITÉRIUM

Už z názvu Schwarzova informačního kritéria (*BIC*) je patrné, že toto kritérium bylo navrženo Gideon E. Schwarzem v roce 1978. Toto kritérium je příbuzné Akaikovu kritériu, ale míra penalizace přidaného parametru je v něm větší než v *AIC*. Toto kritérium je označeno *BIC* a počítáno vztahem (11):

$$BIC = n \cdot \ln \left( \frac{RSS}{n} \right) + k \ln n$$

kde *RSS* je reziduální součet čtverců,  
*k* je počet parametrů,  
*n* je počet měření,  
a výraz *RSS/n* je reziduální rozptyl.

**Vzorec č. 7** – Schwarzovo informační kritérium

### 3.2.6.4 HANNAN-QUINNOVO KRITÉRIUM

Hannan-Quinnovo kritérium (*HQ*) navrhli E. J. Hannan a B. G. Quinn v roce 1979. Původně bylo určeno pro modely časových řad. V kritériu je přidána konstanta *c*. Ve své práci za tuto konstantu dosazují hodnotu *c* = 2, kterou doporučuje Jiří Anděl (Anděl 2003). Toto kritérium je označeno *HQ* a počítáno vztahem (11):

$$HQ = n \cdot \ln \left( \frac{RSS}{n} \right) + 2kc \ln \ln n$$

kde *RSS* je reziduální součet čtverců,  
*k* je počet parametrů,  
*n* je počet měření,  
*c* přidaná konstanta,  
*RSS/n* je reziduální rozptyl.

**Vzorec č. 8** - Hannan-Quinnovo kritérium (HQ)

### 3.2.7 Systém Maple

Je produktem kanadské společnosti Maplesoft, Inc. (<http://www.maplesoft.com/>). Tento program je systémem využívajícím metod matematiky v nejrůznějších oblastech jak ve výuce, tak v praxi akademické, inženýrské, komerční i ve správní sféře. Reaguje na potřeby svých uživatelů častými aktualizacemi současná verze byla vyhlášena na jaře 2010, verze Maple 14). V tomto programu lze provádět matematické vědecké jak symbolické, tak numerické výpočty, jejich následnou vizualizaci, prezentaci i dokumentaci. První verze tohoto produktu vznikla více než před třiceti lety, původně na několika vědeckých pracovištích v Evropě, později společností Waterloo Maple, Inc., která pak začala používat obchodní jméno Maplesoft Inc.

Jednou z hlavních výhod tohoto softwaru je propojení a interakce s různými formáty a programovacími jazyky (například C, Java, MATLAB, Microsoft Excel a Visual Basic). Dále vstřícnost pracovního prostředí („klikací kalkulus“) a přirozená obslužnost systému (podporující uživatelskou intuici a logiku), přesnost výpočtů (možnost volby libovolného počtu platných cifer) a interaktivní vizualizační možnosti systému (v 2D i 3D interpretaci), stejně jako uživatelská a servisní opora ve výstupech Českého klubu uživatelů Maple (CzMUG) s informačním portálem (<http://www.maplesoft.cz/>) a v posledních verzích i zavedení podproduktu MapleSim (současná aktuální verze 4.1, která úspěšně podporuje simulaci především inženýrských úloh). Komplexnost systému podporuje reálnou koexistenci teorie a praxe, a tím jeho zvyšující se oblibu použití jak na akademické půdě, tak ve vědě i výzkumu, ale i v praxi a komerční i státní sféře. (tamtéž)

Jeho rozšíření v České republice je stále expandující. Nasazování Maple které dokladují i rozvíjené aktivity **Českého klubu uživatelů systému Maple - CzMUG** (Czech Maple User Group) <http://www.maplesoft.cz>, který zajišťuje zázemí českým uživatelům. (tamtéž)

## 4 ANALÝZA PROBLÉMU A SOUČASNÉ SITUACE

### 4.1 Softwarová podpora pro analytiky

V dnešní době je podrobná analýza ekonomických dat nedílnou součástí chodu každého podniku, který chce být úspěšný, a chce dosáhnout zisku. Ať už se jedná o klasickou finanční analýzu podniku nebo například o porovnávání vlivů jednotlivých nákladů na celkové náklady.

Většinu těchto analýz lze snadno vypočítat pomocí kancelářského balíčku společnosti Microsoft jmenovitě pomocí programu MS Excel, pomocí kterého lze relativně jednoduše provést jednoduché analýzy. Tento program také bývá většinou první volbou analytiků, protože se jedná o relativně levný a jednoduše dostupný program, který většinou firmy už vlastní. Takže náklady jsou minimální. Pokud analytik potřebuje podrobnější a složitější statistické analýzy existuje na trhu velké množství produktů, pomocí kterých lze tyto analýzy zkonstruovat. Bohužel tyto programy bývají z pravidla velmi finančně nákladné a pro většinu uživatelů složité a nepřehledné. Proto velké množství analytiků zůstává jenom u používání softwaru MS Excel.

Právě na podporu pro tyto analytiky bych se chtěl svou prací zaměřit. Chci poskytnout, tedy navrhnout a zkonstruovat *vlastní program* v prostředí Maple, fungující jako dodatečný analytický nástroj s relevantním výstupem, který bude mít velmi jednoduché ovládání a do kterého bude možné importovat data přímo z programu MS Excel pomocí metody *copy-paste*. V mém případě tímto relevantním výstupem bude početní a grafické znázornění lineární regrese s automatickým určením optimálního počtu parametrů dvou souborů dat a zobrazením dosažených výsledků na časové ose s možností s detailního zobrazení časové osy pro požadovaný časový interval a predikcí hodnot pro blízký budoucí interval.

## 4.2 Možnosti obchodování s cennými papíry v České republice

V České republice (ČR) existují pouze dva organizátoři trhu s cennými papíry, a to Burza cenných papírů Praha a RM-SYSTÉM. (11)

### 4.2.1 Burza cenných papírů Praha a.s.

Burza cenných papírů Praha a.s. je nejvýznamnějším organizátorem trhu s cennými papíry v ČR a zároveň druhým největším v celém regionu střední a východní Evropy. Tato burza byla založena v roce 1993, a tím navázala na Pražskou burzu pro zboží a cenné papíry, která vznikla ještě za doby Rakouska-Uherska a která byla zrušena po roce 1948. (11)

BCPP je založena na systému členství, tedy právo na přístup do systému burzy a obchodování v něm mají pouze licencovaní obchodníci s cennými papíry, kteří jsou zároveň členy burzy. V současnosti je takových obchodníků dvacet jeden. Dále existují dvě státní organizace, které mají právo uzavírat burzovní obchody, a to *ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA* a *Ministerstvo financí ČR*. Pokud tedy někdo chce obchodovat, musí využít některého z těchto obchodníků jako zprostředkovatele. (11)

V rámci BCPP lze obchodovat ve dvou rozdílných systémech obchodování, a to:

#### 4.2.1.1 SYSTÉM PRO PODPORU TRHU AKCIÍ A DLUHOPISŮ

V tomto segmentu se obchoduje pouze s akciemi vybraných a významných podniků. Jedná se nejlikvidnější a nejobchodovatelnější tituly. V současné době je takových titulů pouze třináct. V tomto systému lze akcie nakupovat a prodávat pouze po tzv. lotech (lot = minimální objem akcií). Na příklad jeden lot akcií společnosti ČEZ je pět tisíc kusů, což představuje hodnotu více než čtyři milióny tři sta tisíc Kč. Z této kalkulace je patrné, že systém není vhodný pro drobné a střední investory. Hlavní výhodou tohoto systému je, že se nemusí čekat, až se najde kupec nebo prodejce akceptující aktuální cenu, protože zde existují tzv. tvůrci trhu, kteří garantují, že v jakémkoli okamžiku nakoupí nebo prodají jakékoli množství. (11)

**Poznámka:** Všechny akciové tituly, jejichž vliv na index PX hodlám analyzovat, jsou obchodovány převážně prostřednictvím tohoto systému obchodování. Jedná se o ty nejvýznamnější tituly systému SPAD.

#### 4.2.1.2 KONTINUÁLNÍ BURZOVNÍ OBCHODNÍ SYSTÉM (KOBOS)

Je systém zaměřený hlavně na drobné a střední investory, proto je zde možné nakupovat akcie i po jednotlivých kusech. V systému KOBOS je možné obchodovat s většinou volně obchodovatelných titulů v ČR. Systém je založený na průběžném obchodování s proměnlivým kurzem. Nevýhodou tohoto systému je nutnost čekání na kupce či prodejce, který je ochoten akceptovat nabídnout cenu. (11)

Systém KOBOS je sice určen pro drobné a střední investory, ale členové burzy preferují větší klienty a často více zpoplatňují malé obchody, proto asi není BCPP nejvýhodnější pro drobné akcionáře. (11)

#### 4.2.2 RM-SYSTÉM

Celým názvem RM-SYSTÉM, česká burza cenných papírů a.s. je organizátor trhu, na kterém lze obchodovat nejen s akciemi největších českých a zahraničních společností, ale i s některými investičními nepákovými certifikáty<sup>1</sup>. V rámci této burzy je možné obchodovat i s jednotlivými kusy akcií. RM-SYSTÉM je trhem primárně zaměřeným na drobné a střední investory, kterým vycházejí vstříc tím, že není nutné obchodovat přes zprostředkovatele a od roku 1999 je dokonce možné přímo obchodovat on-line pomocí sítě internet. RM-SYSTÉM je stejně jako systém KOBOS založen na průběžném obchodování s proměnlivým kurzem, proto se i tady musí čekat na kupce či prodejce, který je ochoten akceptovat nabízenou cenu. (11)

---

<sup>1</sup> Investiční certifikát kopíruje vývoj zvoleného titulu, ale sám není nositelem nároku na daný titul. Jsou vystavovány bankami, které za ně ručí. Nepákové znamená, že kopírují přesně vývoj titulu.

### 4.3 Současná stav

Aby mnou navržený program byl „životaschopný“ a v praxi obecně použitelný, bylo třeba nejprve analyzovat vstupní faktory, které budu považovat za rozhodné pro zařazení do komplexních úvah při procedurálním řešení vytyčeného problému. Proto jsem se snažil co nejobjektivněji vycházet z obecných poznatků z praxe a vymezit „prostor, v němž se budu pohybovat“. Protože při zpracovávání finančních údajů jde vesměs o velmi vysoký počet dat, bylo potřeba nastavit pomyslný vstupní časový parametr tak, aby zachoval výpovědní objektivitu, přitom bylo třeba eliminovat možné vstupující anomálie.

Tedy nejprve jsem stanovil časový interval, pro který budu svou analýzu provádět. Výběr vhodného časového intervalu ovlivnilo několik faktorů.

Prvním a nejdůležitějším faktorem byla skutečnost, že jsem na konci roku 2007 a na začátku roku 2008 pracoval pro společnost Cyrrus, a.s., která je registrovaným členem Burzy cenných papírů Praha, a.s. V této společnosti jsem měl možnost získat denní hodnoty všech českých akciových titulů od počátku fungování burzy až do konce roku 2007. Proto je mnou analyzovaný interval omezen shora koncem roku 2007.

Druhým, neméně důležitým faktorem, bylo eliminovat zásadní anomálie. Za zásadní anomálii považuji ovlivnění vývoje kapitálových trhů celosvětovou ekonomickou krizí, které pronikla na český kapitálový trh přibližně na začátku druhého pololetí roku 2007. Je třeba podotknout, že se jednalo o výjimečnou situaci, která by mohla výrazně zkreslit závěry mých analýz. Proto do analýz druhé pololetí roku 2007 nezařadím.

Dalším faktorem byla volba rozumného rozpětí časového intervalu tak, aby získané informace byly dostatečně objektivní a přitom aplikace matematických a statistických metod byly dobře využitelné. Nabízený časový interval obsahoval několik tisíc hodnot pro každý sledovaný titul. Přitom tak velké množství dat pro prostředky regresní analýzy není úplně vyhovující. Proto po testování mnoha různě dlouhých časových intervalů jsem dospěl k volbě, resp. lze říci, že se ustálila racionální volba délky časového intervalu, pro niž jsem se nakonec rozhodl. Budu analyzovat časové

intervaly o délce *jednoho pololetí*, které tomuto druhu mnou navrhovaných analýz lépe vyhovují.

Poslední krok, co jsem tedy musel udělat, bylo zvolit konkrétní pololetí, pro které budu svou analýzu zpracovávat. A tímto pololetím jsem zvolil první pololetí roku 2007, aby byla má analýza co nejaktuálnější. Zároveň mě napadlo, že by bylo záhodno ověřit výsledky této analýzy. Proto jsem se nakonec rozhodl provést svou analýzu pro druhé pololetí roku 2006 a první pololetí roku 2007 a výsledky těchto dvou analýz porovnat.

## 4.4 Vývoj světových kapitálových trhů v roce 2006

### 4.4.1 Makroekonomické vlivy v roce 2006

V tabulce na následující straně je zchycen přehled vývoje makroekonomických ukazatelů v roce 2006 ve Spojených státech amerických (USA) a v Evropské unii (EU).

		HDP	Inflace	Úroková míra
USA	I. 2006	3.7 %	3.64 %	4.6 %
	II. 2006	3.5 %	4.01 %	5.00 %
	III. 2006	2.4 %	3.33 %	5.25 %
	IV. 2006	2.6 %	1.93 %	5.25 %
	2006	2.8 %	3.20 %	5.24 %
EU	I. 2006	2.7 %	2.44 %	2.50 %
	II. 2006	2.6 %	2.73 %	2.70 %
	III. 2006	3.1 %	2.69 %	3.05 %
	IV. 2006	3.4 %	2.45 %	3.50 %
	2006	3.1 %	2.60 %	3.50 %

Tabulka č. 1 - Makroekonomická data v USA a EU v roce 2006<sup>1</sup>

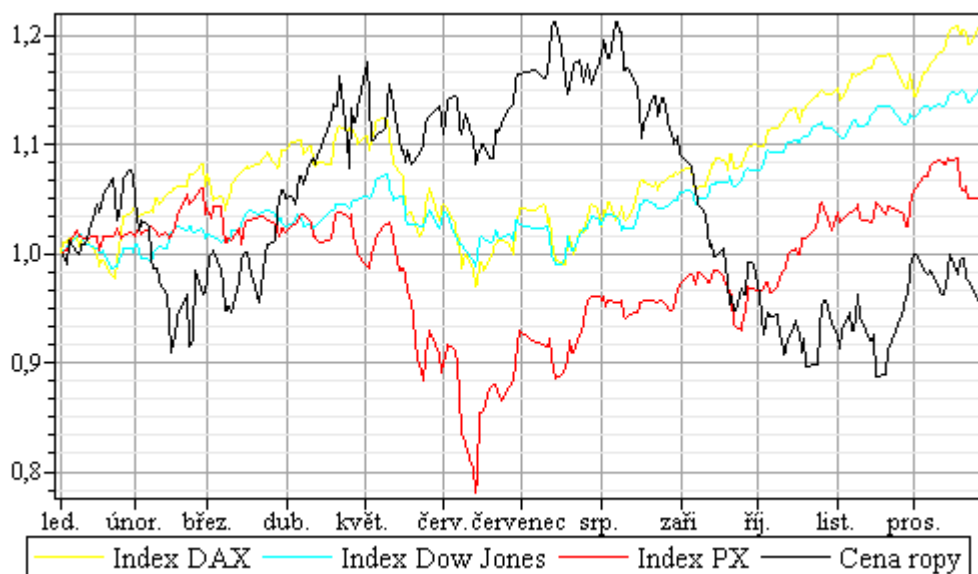
---

<sup>1</sup> Zdroj <http://www.oecd.org>.

Jak můžeme vidět z přiložených tabulek, makroekonomické údaje se ve všech regionech vyvíjely vcelku optimisticky. Výjimkou byl pouze hrubý domácí produkt (HDP) v USA, který mírně klesal. Na dlouhodobý vývoj kapitálových trhů měl ze všech ukazatelů bezesporu největší vliv vývoj úrokových měr, které z důvodů optimistického sentimentu konstantně rostly. A hlavně v USA se tyto hodnoty dostaly do vysokých čísel, což jak víme, bylo jedním z impulzů, který vyvolal hypotéční a následně globální finanční krizi. V roce 2006 se však následky růstu úrokových měr přímo nijak významně nepromítly. Ale když dvě čtvrtletí po sobě došlo v USA ke zvýšení inflace i přesto, že úrokové míry konstantně stoupaly, došlo k velké korekci amerického kapitálového trhu na začátku měsíce května, což se poté promítlo i na ostatních světových trzích. V druhém pololetí se vývoj inflace v USA „obrátil“ a dvě čtvrtletí po sobě klesla inflace až pod 2 %. Tento vývoj vrátil důvěru investorům, kteří začali věřit, že kapitálové trhy dosáhly svého lokálního dna, a investoři začali znovu nakupovat cenné papíry. (11)

#### 4.4.2 Vývoj sledovaných vybraných titulů v roce 2006

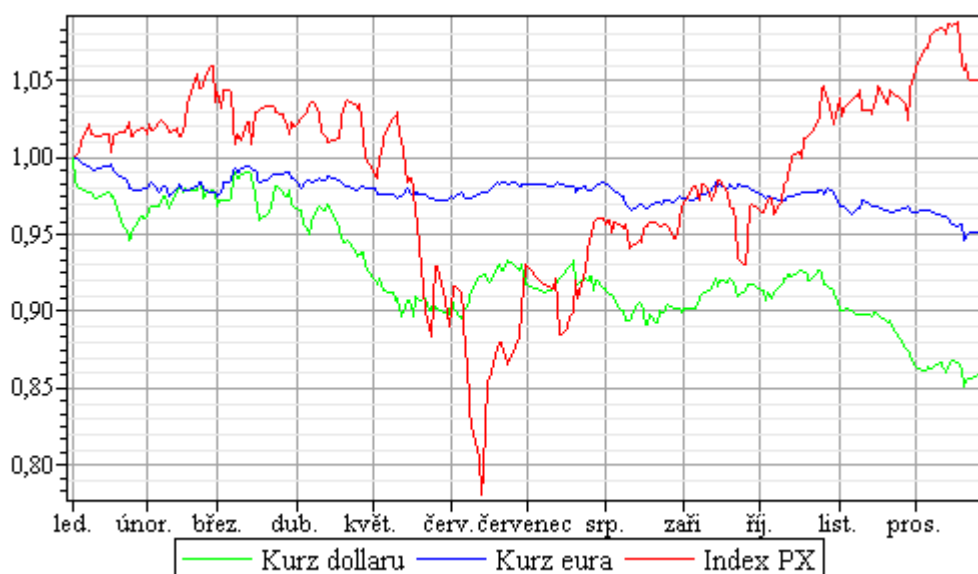
##### 4.4.2.1 VÝVOJ HODNOT INDEXU DAX, INDEXU DOW JONES, INDEXU PX A CENY ROPY V ROCE 2006



Graf č. 1 - Porovnání vývoje indexů pražské, frankfurtské a newyorské burzy v porovnání s vývojem ceny ropy v roce 2006

Z Grafu č. 1 můžeme vyčíst, že vývoj americké inflace nebyl jediným faktorem, který způsobil květnový výrazný pokles akciových trhů. Významným faktorem byla i cena ropy, která ve stejné době dosahovala svých lokálních maximálních hodnot, a až ve chvíli, kdy se vracela na vyrovnanější hodnoty, se začaly světové trhy vracet na své dřívější hodnoty. (11)

#### 4.4.2.2 VÝVOJ HODNOT SMĚNNÝCH KURZŮ DOLARU A EURA V ROCE 2006



**Graf č. 2** – Vývoj směnných kurzů eura a dolaru vůči české koruně v roce 2006

Co se týče měnových kurzů, tak u těch je možné sledovat patrný kontinuální trend poklesu hodnoty eura a dolaru vůči české koruně. Z grafu je možné vyčíst, že kurz dolaru klesá výrazněji než kurz eura. Jako důvod tohoto rozdílného ve vývoje můžeme identifikovat celkové oslabování amerického hrubého domácího produktu (HDP) a tedy celkového poklesu americké ekonomiky. (11)

Zajímavé je srovnání důvěry v českou korunu a důvěry v pražskou burzu. Je vidět, že v době tržní korekce a volebního patu, investoři ztratili důvěru v pražskou burzu, naproti tomu české měně důvěřovali stále. Důvěra v českou korunu byla ovlivněna výsledky české ekonomiky a vývojem jejího HDP. Z toho lze usuzovat, že vývoj HDP má větší vliv na měnový kurz než na kapitálové trhy. (11)

#### 4.4.3 Shrnutí vývoje světových kapitálových trhů v roce 2006

V celkovém pohledu můžeme říci, že v první polovině roku 2006 byl patrný vliv americké inflace, která spolu s růstem ceny ropy vyvolala významnou korekci kapitálových trhů. Na konci prvního pololetí se dostaly cenné papíry na pomyslné dno, od kterého se v druhé polovině roku odrazily, a postupně se vrátily do hodnot, které měly na počátku roku. (11)

### 4.5 Vývoj světových kapitálových trhů v roce 2007

#### 4.5.1 Makroekonomické vlivy v roce 2007

V následujících tabulkách je zchycen přehled vývoje makroekonomických ukazatelů v roce 2007. (11)

		HDP	Inflace	Úroková míra
USA	I. 2007	1.5 %	2.42 %	5.25 %
	II. 2007	1.9 %	2.65 %	5.25 %
	III. 2007	2.8 %	2.36 %	5.00 %
	IV. 2007	2.3 %	3.97 %	4.25 %
	2007	2.0 %	2.90 %	4.25 %
EU	I. 2007	3.5 %	2.62 %	3.70 %
	II. 2007	2.8 %	2.58 %	4.00 %
	III. 2007	2.8 %	2.31 %	4.00 %
	IV. 2007	2.5 %	3.19 %	3.90 %
	2007	2.9 %	2.70 %	3.90 %

Tabulka č. 2 - Makroekonomická data v USA a v EU v roce 2007

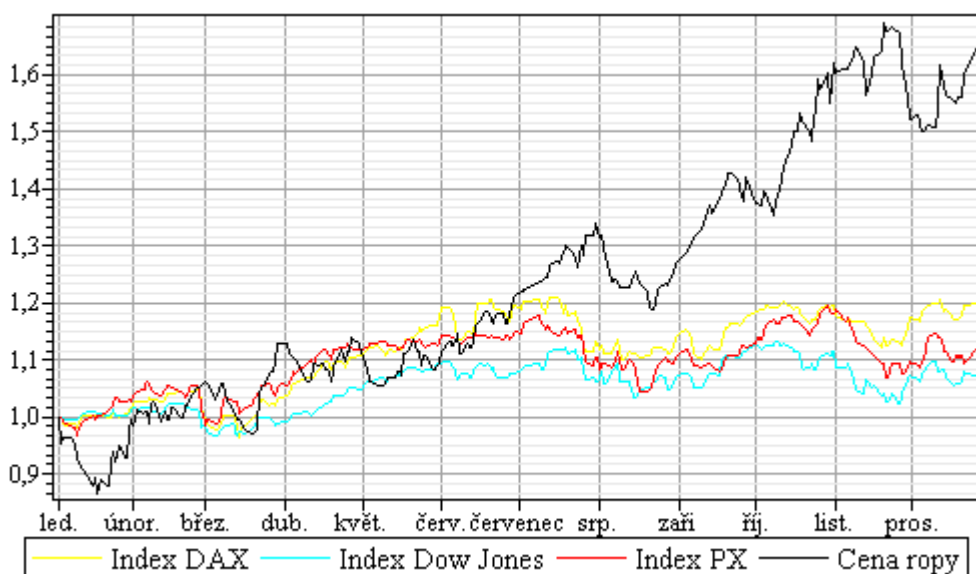
Rok 2007 začal optimisticky. Pokračoval totiž trend z konce roku 2006, kdy většina makroekonomických ukazatelů vykazovala příznivý vývoj, a všichni věřili, že tento trend bude i pokračovat. Avšak v průběhu měsíce února se začaly objevovat první zprávy s finančního sektoru o začínající krizi rizikových hypoték. Na problém s rizikovými hypotékami reagovala Americká federální banka dvojnásobným snížením úrokových měr v třetím a čtvrtém čtvrtletí, což vedlo k nárůstu inflace v USA. (11)

Ale inflace nerostla pouze v důsledku klesajících úrokových měr. Důležitým faktorem byla rostoucí cena ropy, což mělo za následek růst cen pohonných hmot, které jsou významnou částí indexu spotřebitelských cen, podle nichž se míra inflace počítá. Proto také došlo k nárůstu inflace i v EU. (11)

Je možné si všimnout, že počínající krize neměla významný vliv na výkonnost ekonomik, protože hladina HDP se držela relativně na vyrovnaných hodnotách, pouze v posledním čtvrtletí došlo k mírnému poklesu v USA a v EU. (11)

## 4.5.2 Vývoj vybraných titulů v roce 2007

### 4.5.2.1 VÝVOJ HODNOT INDEXU DAX, INDEXU DOW JONES, INDEXU PX A CENY ROPY V ROCE 2007



**Graf č. 3** - Porovnání vývoje indexů Pražské, Frankfurtské a New Yorkské burzy v porovnání s vývojem ceny ropy v roce 2007

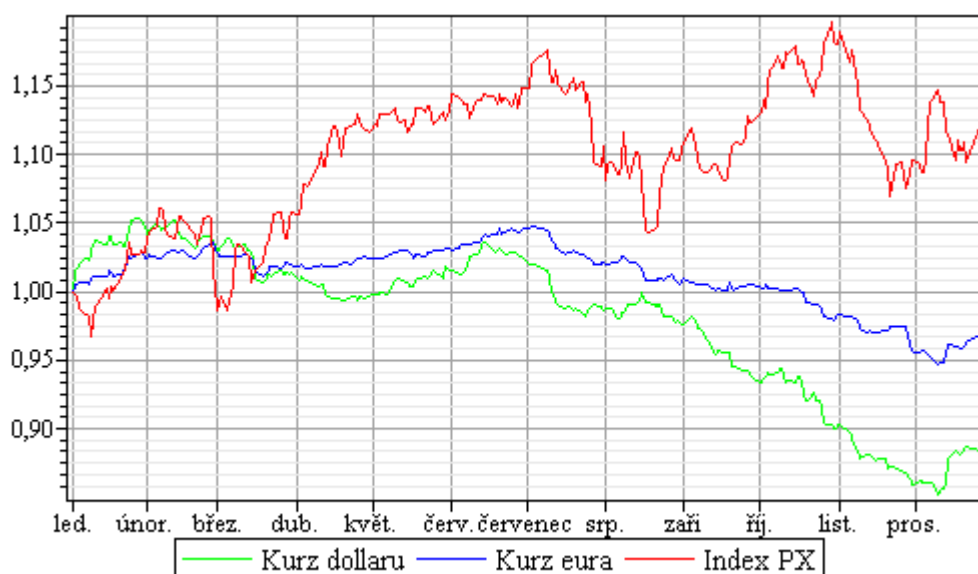
Vývoj kapitálových trhů byl v roce 2007 úzce spjat s vyvíjející se krizí finančního sektoru. Z grafu můžeme vyčíst, že po poměrně pozitivním začátku roku došlo na přelomu února a března k výraznějšímu poklesu na všech sledovaných trzích. Tento pokles byl způsoben výše zmiňovanými zprávami o problémech v sektoru

rizikových hypoték. Největší světová banka HSBC jako první ohlásila odpis více než deseti miliard amerických dolarů, o které přišla v sektoru rizikových hypoték. (11)

V druhém čtvrtletí se neobjevily žádné významné varovné signály z finančního sektoru, takže na trzích převládl znovu optimismus a trhy začaly růst. Zvrat nastal v létě, kdy se začaly zveřejňovat půlroční výsledky velkých bank. Většina velkých amerických bank utrpěla nějaké ztráty ve spojitosti s rizikovými hypotékami. Zatím tyto ztráty nebyly nijak extrémní, ale i tak vyústily v odliv investorů z finančního sektoru. Investoři přestali důvěřovat bankám. Nebyl to zatím žádný panický útěk. Spíše investoři přesunuli část svých prostředků z finančního sektoru do sektoru komodit, u kterých věřili, že nejsou nijak propojeny s bankovníctvím. V důsledku toho začala cena ropy stoupat k velmi vysokým hodnotám. (11)

Stejný scénář jako v létě se opakoval i na podzim po zveřejnění výsledků za třetí čtvrtletí. Před těmito výsledky se trhy pomalu vracely k jarním hodnotám, ale po zveřejnění výsledků zase spadly na stejnou úroveň, jakou měly během měsíce srpna. (11)

#### 4.5.2.2 VÝVOJ HODNOT SMĚNNÝCH KURZŮ DOLARU A EURA V ROCE 2007



Graf č. 4 – Vývoj směnných kurzů eura a dolaru vůči české koruně v roce 2007

Vývoj směnných kurzů byl v roce 2007 také výrazně ovlivněn začínající finanční krizí. Můžeme i zde sledovat cyklické poklesy, které korespondují s výsledkovými obdobími velkých bank. Avšak u kurzů nedochází mezi těmito obdobími k návratu na původní hodnoty. Kurzy totiž mírně klesají i v těchto relativně optimistických mezidobích. Důvodem je, že investoři v té době věřili, že česká ekonomika, a tedy měna, nejsou tolik závislé na finančním sektoru, proto jim přišla naše měna jistější investicí. (11)

Z grafu můžeme také vyčíst, že americký dolar klesá rychleji než euro. V tomto období tomu tak bylo, protože krize vychází z amerického trhu. A investoři přestali jak americkému trhu, tak měně věřit, proto začali prodávat dolary a nakupovat jiné měny např. české koruny. (11)

#### **4.5.3 Shrnutí vývoje světových kapitálových trhů v roce 2007**

Lze se říct, že hlavním hybatelem změn na kapitálových trzích byla v roce 2007 počínající krize, která se začala projevovat většími odpisy, které banky zveřejňovaly ve svých čtvrtletních výsledcích. Proto je zde možné sledovat čtvrtletní cyklus, kdy na začátku cyklu cenné papíry nabírají na ceně a na konci cyklu se vracejí téměř na hodnoty z úplného počátku cyklu. (11)

## 4.6 Vývoj kapitálového trhu v ČR v roce 2006 a v roce 2007

### 4.6.1 Makroekonomické vlivy v roce 2006 a v roce 2007

	HDP	Inflace	Úroková míra
I. 2006	6.4 %	2.82 %	2,00 %
II. 2006	6.8 %	2.90 %	2,00 %
III. 2006	6.7 %	2.94 %	2.25 %
IV. 2006	6.7 %	1.53 %	2.50 %
<b>2006</b>	<b>6.8 %</b>	<b>2.50 %</b>	<b>2.50 %</b>
I. 2007	6.2 %	1.66 %	2.50 %
II. 2007	5.9 %	2.50 %	2.75 %
III. 2007	5.8 %	2.75 %	3.25 %
IV. 2007	5.9 %	4.98 %	3.50 %
<b>2007</b>	<b>6.0 %</b>	<b>2.80 %</b>	<b>3.40 %</b>

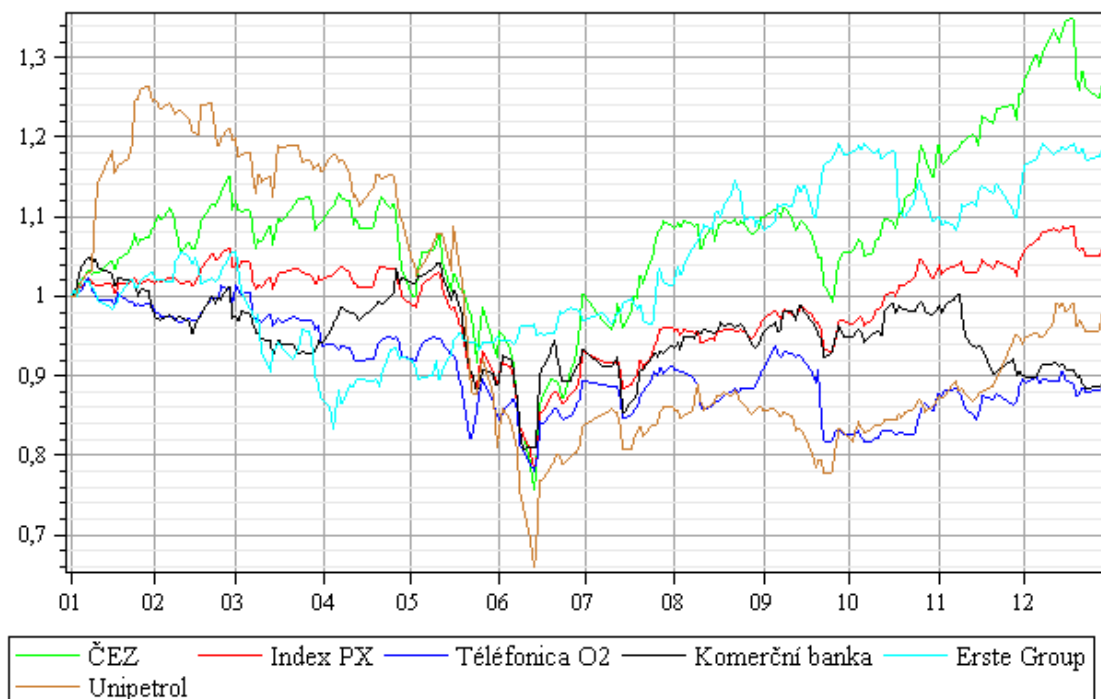
Tabulka č. 3 – Makroekonomické údaje pro Českou republiku

Z předešlé tabulky můžeme vyčíst, že v roce 2006 i 2007 se pohybovaly makroekonomické ukazatele v České republice (dále jen ČR) v relativně příznivých hodnotách. Pouze během roku 2007 došlo postupnému navyšování inflace. Důvodem tohoto nárůstu byl růst ceny ropy respektive pohonných hmot v ČR. Na tento růst reagovala ČNB mírným zvyšováním úrokových měr, avšak ani tento krok nevedl ke snížení inflace.

Zajímavostí je, že v ČR oproti USA a EU HDP výrazně rostlo. Tedy lze říci, že v roce 2007 se krize makroekonomických ukazatelů ČR ještě přímo nedotýkala, protože v tomto roce se krize projevovala ve světě převážně jen v bankovním sektoru, na kterém ČR není tolik závislá, navíc české banky jsou velice konzervativní a nijak výrazně neinvestovaly do rizikových produktů.

## 4.6.2 Vývoj vybraných titulů v roce 2006 a v roce 2007

### 4.6.2.1 VÝVOJ HODNOT CEN AKCIÍ SPOLEČNOSTÍ ERSTE GROUP, UNIPETROL, ČEZ, KOMERČNÍ BANKA A TÉLÉFONICA O2 V ROCE 2006



Graf č. 5 – Vývoj vybraných titulů pro rok 2006

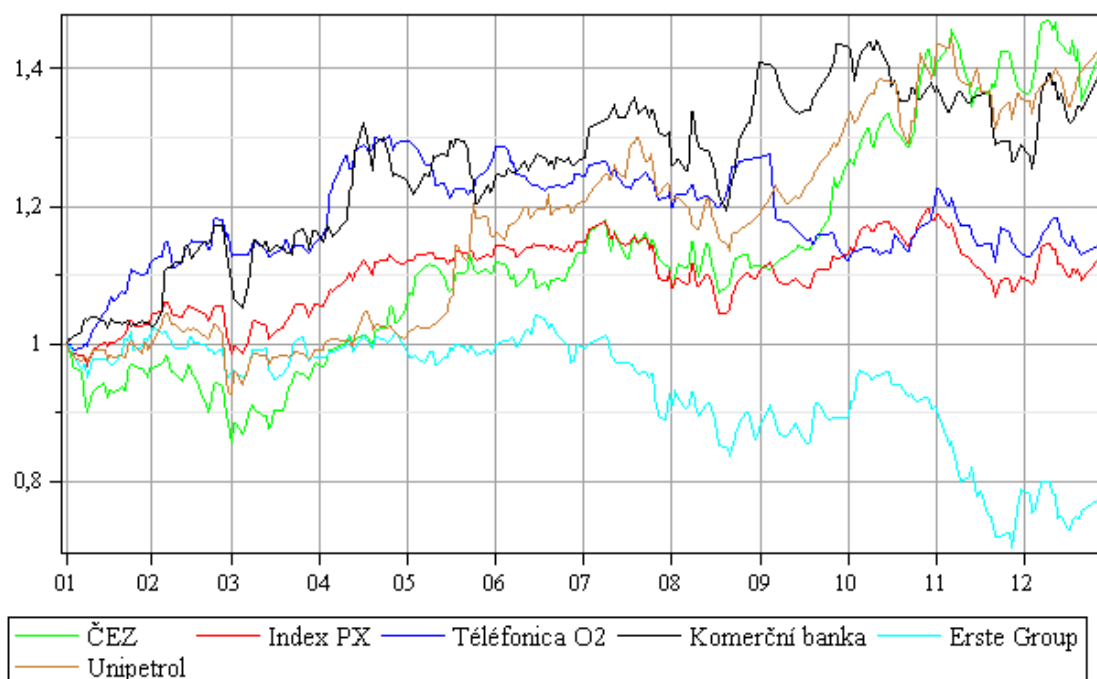
Z grafického znázornění vývoje těchto vybraných titulů je patrné, že můžeme rok 2006 rozdělit na dvě období s rozdílným trendem vývoje. Tato období se kryjí s kalendářními pololetími. V prvním pololetí se nejprve držely hodnoty těchto titulů blízko počátečních hodnot, avšak postupem času se začaly hodnoty propadat až na pomyslné dno, kterého dosáhly v měsíci červnu. Od tohoto dna se v druhém pololetí většině titulů podařilo odrazit a zvrátit klesající trend na trend mírně vzestupný. Ale i přes tento vzestupný trend se podařilo pouze akciím společností ČEZ a Erste překročit hodnoty z počátku roku.

Výše analyzovaný vývoj má jednoduché vysvětlení. Klesající tendence v prvním pololetí byla zapříčiněna převážně globální krizí na kapitálových trzích, která byla způsobena nečekaným nárůstem inflace v USA. Navíc tento klesající trend v ČR byl

prohlouben v měsíci červnu, kdy se konaly volby do poslanecké sněmovny, které skončily patovou situací, kdy nebylo možné sestavit dostatečně silnou vládu. V důsledku této patové situace v české politice nedošlo k návratu k hodnotám ze začátku roku 2006. Zahraniční investoři nevěřili, že český trh ustojí krizi kapitálových trhů s vládou s tak slabým mandátem.

Výjimkou byli akcie společností ČEZ a Erste. Akcie společnosti ČEZ takto výrazně stoupaly, protože ČEZ měl v tomto období výborné výsledky a navíc expandoval do dalších států. U Erste je situace trochu jiná, protože Erste je rakouská firma, která není tak výrazně závislá na ČR, takže investoři jí věřili více.

#### 4.6.2.2 VÝVOJ HODNOT CEN AKCIÍ SPOLEČNOSTÍ ERSTE GROUP, UNIPETROL, ČEZ, KOMERČNÍ BANKA A TÉLÉFONICA O2 V ROCE 2007



Graf č. 6 – Vývoj vybraných titulů pro rok 2007<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Graf je výstupem mnou zkonstruovaných programů.

V roce 2007 je patrný výrazný vzestupný trend, kdy vidíme, že většina titulů si polepšila o několik desítek procent. Výjimkou jsou pouze akcie společností Erste Group, ale u té se dá říci, že pouze přišla o těch několik desítek procent, které společnost získala na úkor ostatních titulů v roce 2006, kdy jí investoři projevili větší důvěru než ostatním titulům. Takže hodnota akcií se dostala na úroveň hodnot ze začátku roku 2006.

## 5 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

*Hlavním cílem* mé práce je zkonstruovat program v prostředí matematického softwaru Maple, programu kanadské společnosti Maplesoft, který bude pomocí regresní analýzy matematicky modelovat vztahy mezi ekonomickými veličinami, a především který budou schopni využívat i laičtí uživatelé (neznalí softwaru Maple) pomocí jednoduchých formulářových prvků a snadného importu dat z dostupných kancelářských aplikací.

*Vedlejším cílem* bude prověření funkčnosti programu na příkladu konkrétní kolekce ekonomických dat z finančního prostředí. Půjde o prověření této hypotézy:

Existuje nějaká závislost mezi kontinuálním vývojem indexu PX a vývoji šesti nejvýznamnějších akciových titulů, se kterými se obchoduje na Burze cenných papírů Praha, a.s.: ČEZ, a.s., Telefónica O2 Czech Republic, a.s., UNIPETROL, a.s., Erste Group Bank AG a Komerční banka, a.s..

Zároveň pokud taková závislost existuje, určím, jak ji vhodně matematicky modelovat a následně ekonomicky interpretovat.

Těchto cílů dosáhnu splněním následujících *dílčích cílů*:

- 1) Volba vhodného matematického, respektive statistického aparátu.
- 2) Vytvoření vlastních algoritmů, které budou aplikovat tento aparát.
- 3) Konstrukce interaktivního uživatelského rozhraní pro tyto algoritmy
- 4) Získání denních hodnot sledovaných ukazatelů.
- 5) Tvorba konkrétních matematických modelů finančních veličin, jejich analýza a následná ekonomická interpretace.
- 6) Aplikace procedury Prognóza pro odhad budoucích hodnot

## 5.1 Volba vhodného matematického, respektive statistického aparátu

### 5.1.1 Modelování závislostí mezi vývojem indexu PX a vývojem jednotlivých titulů

Mapováním teoretických prostředků zejména z literatury (Anděl, 2003; Reif, 2002) jsem učinil závěr, že nejvhodnější pro hledání závislostí a vytvoření odpovídajících matematických modelů pro dvě (obecně více) veličiny (obecně veličin), z nichž jedna je závislá na druhé (obecně ostatních), je využití regresní analýzy a její metody nejmenších čtverců. (11)

V tomto okamžiku tedy znám metodu, kterou užiji k modelování závislosti. Je však ještě nutno nastavit typ *regresního modelu* (např. lineární, polynomický, exponenciální, logaritmický apod.), který by co nejvěrohodněji kopíroval hledanou závislost, a přitom byl v praxi použitelný (tj. nepřiliš komplikovaný, a tím byl vhodný pro další aplikace či vizualizace). V některých případech postačí závislosti modelovat regresní funkcí přímky a některé regresní polynomickou funkcí vyššího stupně. Oba typy funkcí jsou v programu Maple předdefinovány ve statistické podsekti PolynomialFit. Pro volbu konkrétního typu stačí pouze jednoduchou manipulací v příkazu nastavit žádaný počet parametrů, a tím i stupeň požadovaného polynomu. (11)

Volba vhodného počtu parametrů pro regresi (a tím i stupně regresního polynomu) rovněž není triviální záležitostí. K tomu je dobré využít tzv. *informačních kritérií*. Ve své práci jsem použil čtyři z těchto kritérií, a to Akaikeovo, Andělovo, Schwarz-Rissanenovo a Hannan-Quinnovo informační kritérium. Pro každou regresi jsem spočítal všechna čtyři kritéria s předpokladem zvolit takový počet parametrů, který mi doporučila většina z těchto kritérií. (11)

Po aplikaci tohoto postupu jsem však zjistil častou odlišnou výpověď kritérií, a tím turbulenci jejich doporučení. Zejména v případě užití Akaikeova a Andělova kritéria se tato skutečnost zejména prokazovala. Akaikeovo informační kritérium bylo ve většině případů výrazně vyšší než ostatní kritéria a Andělovo informační kritérium bylo naopak převážně nižší než ostatní kritéria. (11)

Proto jsem podrobně analyzoval vzorce pro výpočty těchto dvou kritérií. U Andělova informačního kritéria, které má tento předpis:

$$A_k = \frac{RSS}{n} (1 + kw_n),$$

kde  $A_k$  je andělovo kritérium,  
 $RSS$  je reziduální součet čtverců,  
 $n$  je počet měření,  
 $k$  je počet parametrů,  
 $w_n$  je penalizační funkce.

**Vzorec č 4.** – Andělovo kritérium

Namísto penalizační funkce  $kw_n$  doporučuje profesor Anděl dosadit výraz  $n^{-1/4}$ . Avšak v literatuře (Anděl, 2003) jsem také zjistil, že exponent:  $-1/4$  lze měnit v závislosti na množství parametrů. Protože čím vyšší je počet měření, tím příhodnější je použít polynomu vyššího stupně, tj. tím menší vliv by měla mít penalizační funkce. Po sérii experimentů jsem zjistil, že nejvyrovnanější výsledky jsem získal dosazením hodnoty:  $-11/20$  namísto uvažovaného exponentu. Při použití této konstanty jsem v převážné většině případů skutečně obdržel stejnou hodnotu, a tedy stejné doporučení Andělova kritéria jako u Schwarz-Rissanenova a Hannan-Quinnova kritéria. (11)

Bohužel u Akaikeova kritéria není nijak možné ovlivnit výpočet, takže zde nebylo možno provést žádné jeho upřesňující modifikace a ve většině případů počet parametrů, který mi doporučuje, neakceptuji, protože všechna ostatní kritéria doporučují, a shodují se na jiném počtu parametrů. (11)

## **5.2 Vytvoření vlastních algoritmů, které budou aplikovat tento aparát.**

Jak jsem dříve zmiňoval, chci vytvořit v prostředí Maple program, který bude modelovat vztahy dvou souborů hodnot a který bude mít přehledné uživatelské rozhraní. Jako první krok musím zkonstruovat algoritmy, které provedou samotné modelování. Tyto programy jsem zkonstruoval podle následujících vývojových diagramů:

### 5.2.1 Procedura Datum

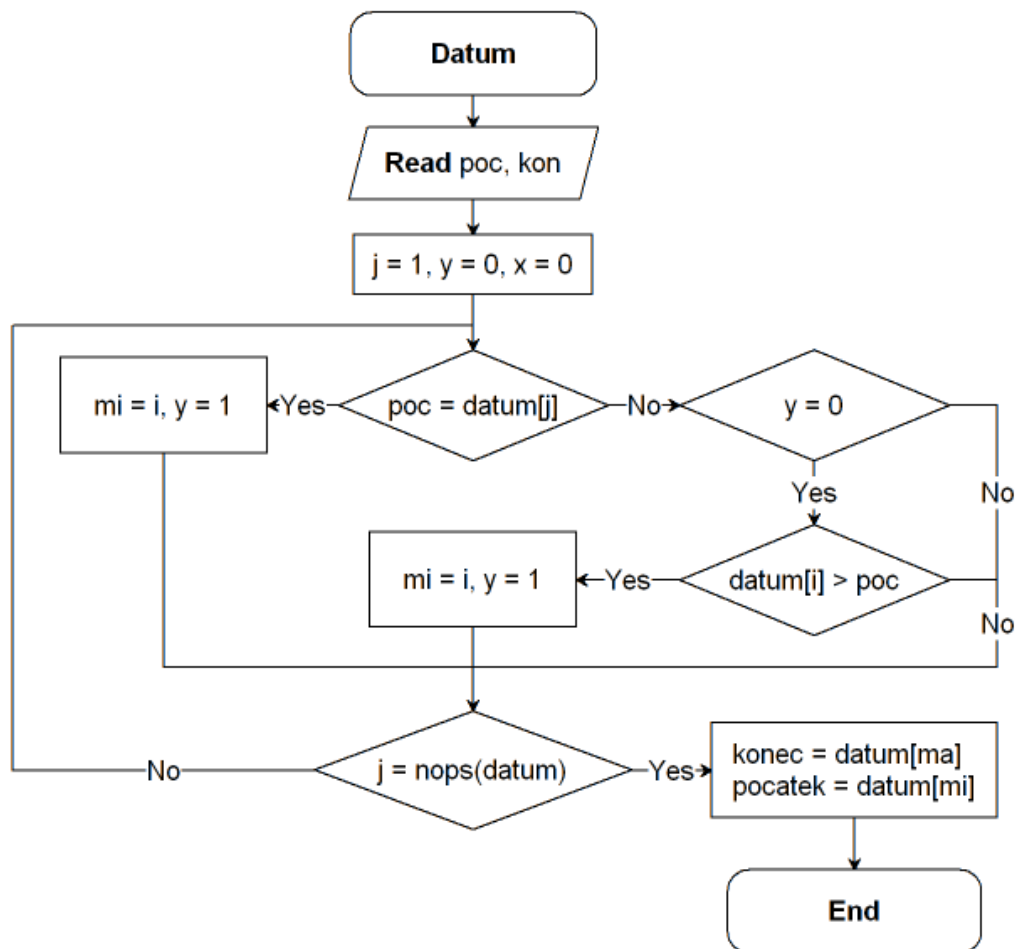


Diagram č.1 – Procedura Datum<sup>1</sup>

Volá se příkazem *Datum(poc, kon)* a pro nalezení počátečního a koncového data porovnává hodnoty počátečních (*poc*) a koncových (*kon*) dat s daty uloženými v seznamu *datum* (*datum[i]*). Nalezená data se ukládají do proměnných *pocatek*, *konec* a hodnoty indexu *i* se ukládají do *mi* pro počátek a *ma* pro konec. Diagram popisuje postup hledání počátečního data pro koncové je postup stejný.

<sup>1</sup> Zdroj Diagramů č. 1 – č. 7: vlastní zpracování

## 5.2.2 Procedura Polynomy

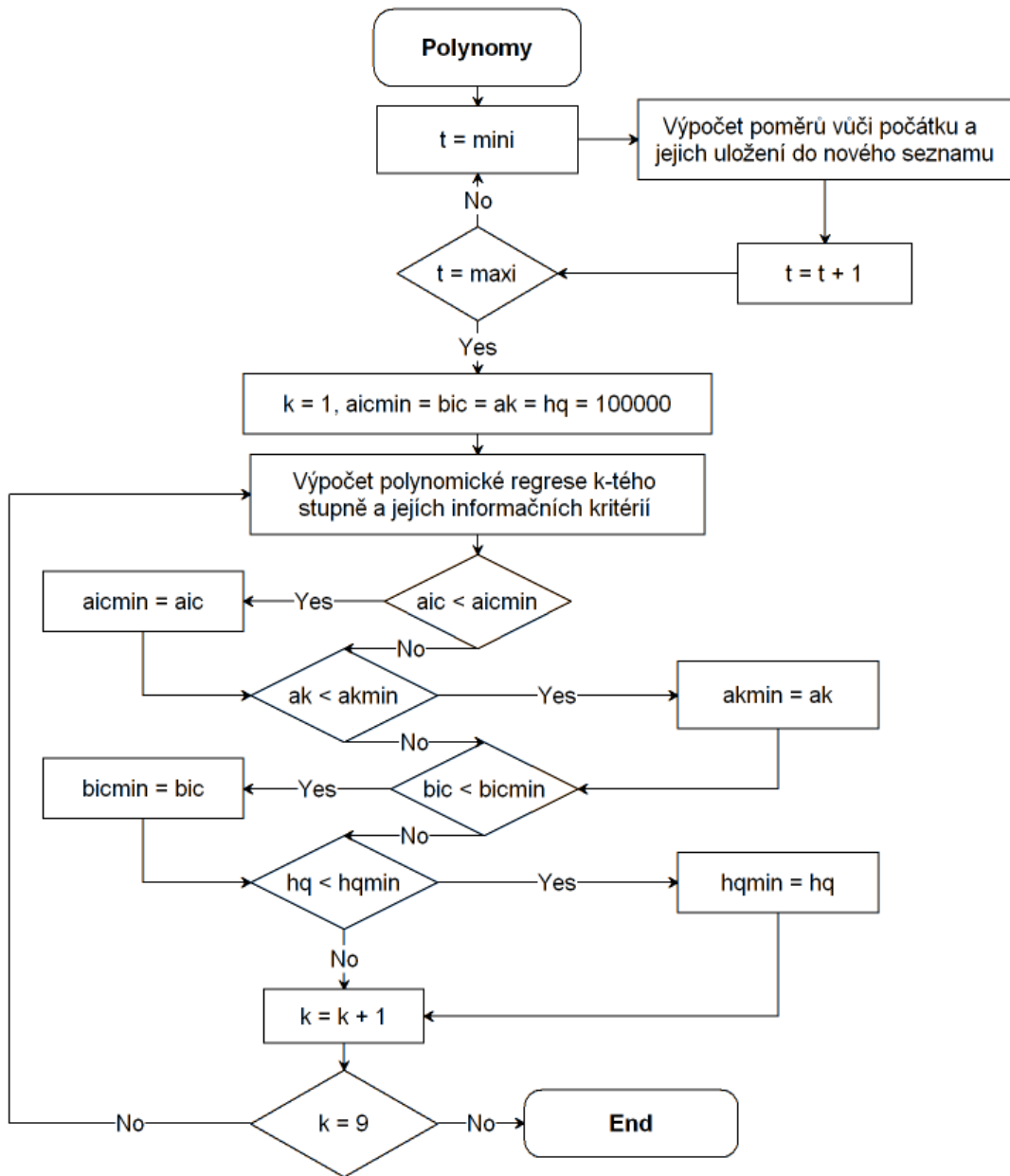


Diagram č.2 – Procedura Polynomy

Tato procedura se volá pomocí příkazu *Polynomy(vector1,vector2,mini,maxi,z)*, kde *vector1* a *vector2* jsou seznamy s hodnotami vysvětlující respektive vysvětlované proměnné, *mini* a *maxi* indexy počátečního respektive koncového data a hodnota *z* udává maximální množství parametrů. V této proceduře se provádí samotná polynomická regresní analýza prvního až devátého stupně. Poté se vypočítají informační kritéria pro každý stupeň.

### 5.2.3 Procedura Grafy

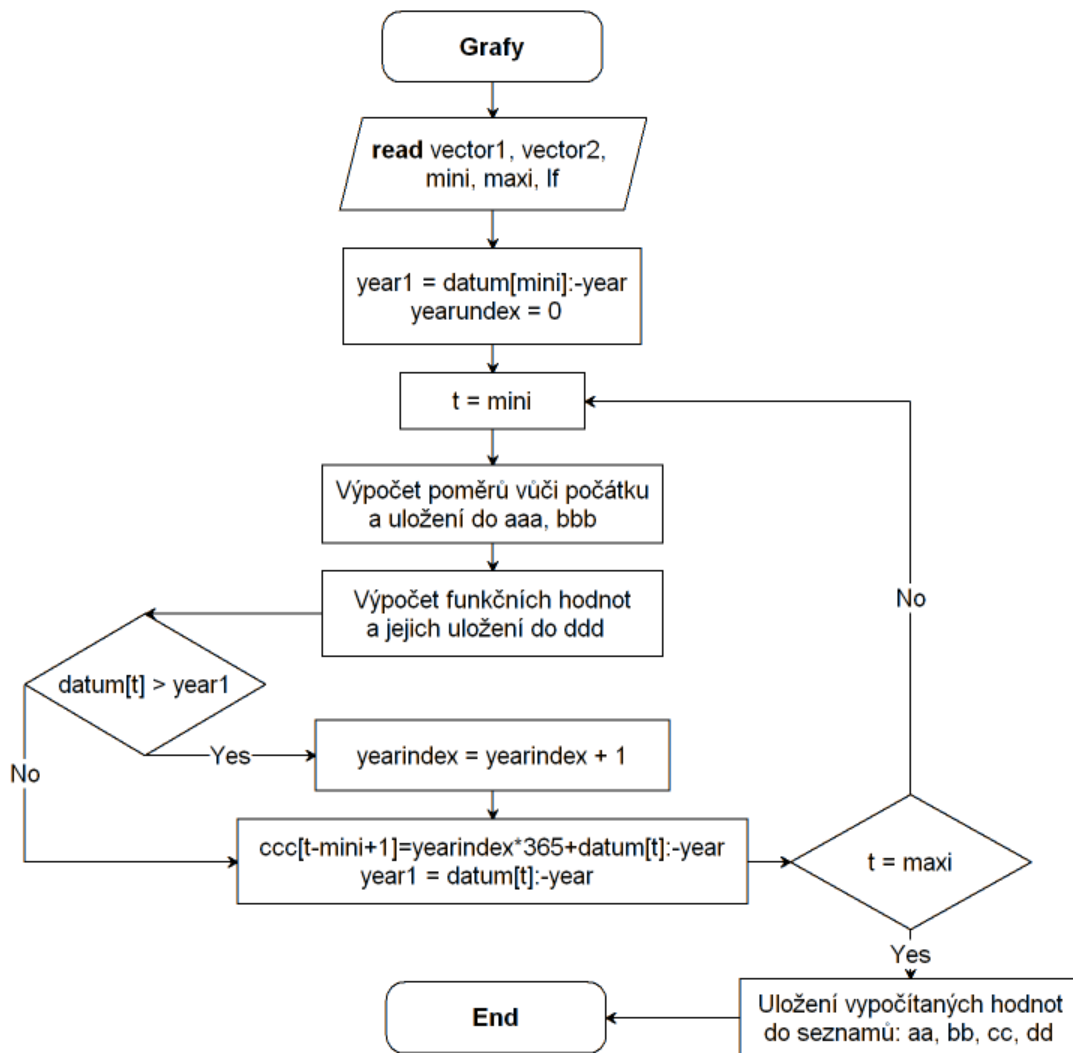


Diagram č.3 – Procedura Grafy

Proceduru Grafy voláme pomocí příkazu **Grafs(vector1,vector2,mini,maxi,lf)**, kde *lf* je nalezená regresní funkce. V této proceduře počítají poměry vůči počátku zadaných dat, funkční hodnoty regresní funkce a jako poslední se data převádějí na číselné hodnoty, aby bylo možné zkonstruovat graf, kde budou tyto data na ose *x*.

## 5.2.4 Procedura Formulář

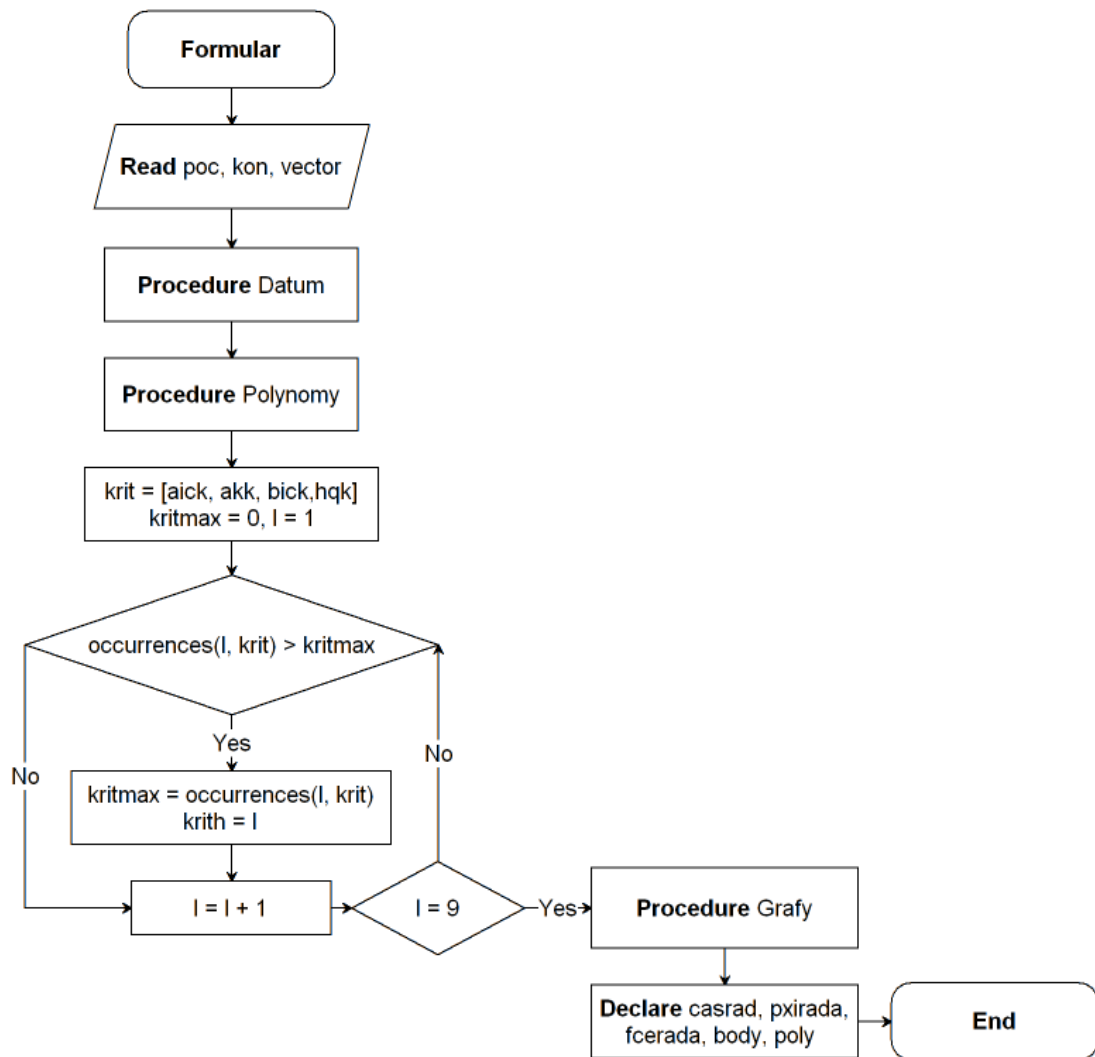


Diagram č.4 – Procedura Formulář

Procedura Formulář se volá příkazem *Formular(poc, kon, vector1, vector2)*. Po spuštění procedur Datum a Polynomy zjistí jaký počet parametrů doporučuje nejvíce informačních kritérií a pro tento počet parametrů provede proceduru Grafy. Nakonec se deklarují vstupní data pro grafické znázornění analýzy.

### 5.2.5 Procedura Analyzuj

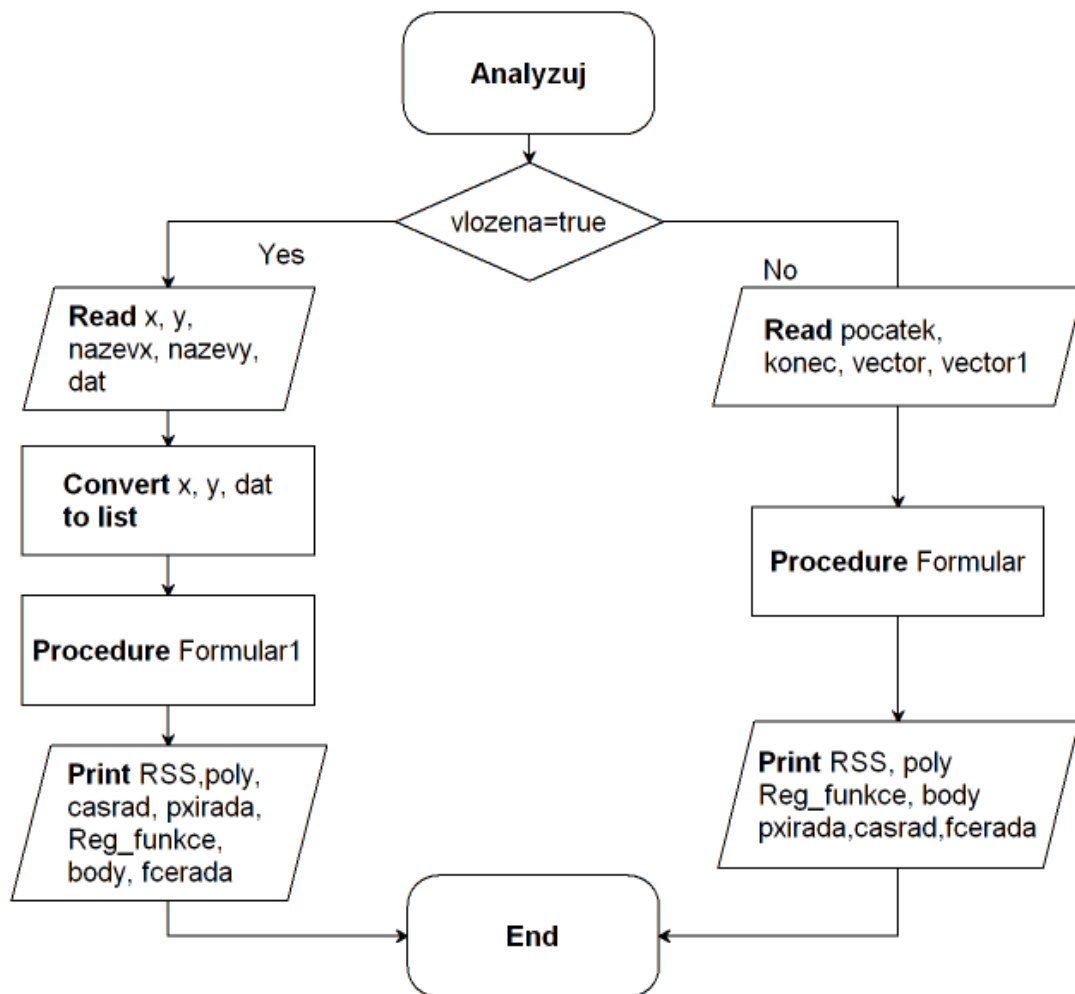


Diagram č.5 – Procedura Analyzuj

Tato procedura provádí základní funkci celého programu. Spouští se stisknutím tlačítka Analyzuj, po kterém se provede procedura Formular nebo Formular 1 podle toho, jestli se jedná o uložená nebo vložená data. Tyto procedury jsou téměř totožné. Liší se pouze prací se vstupními daty (obdobné je to s procedurami Grafy a Grafy1). Nakonec se zobrazí grafické výstupy.

## 5.2.6 Procedura Detail

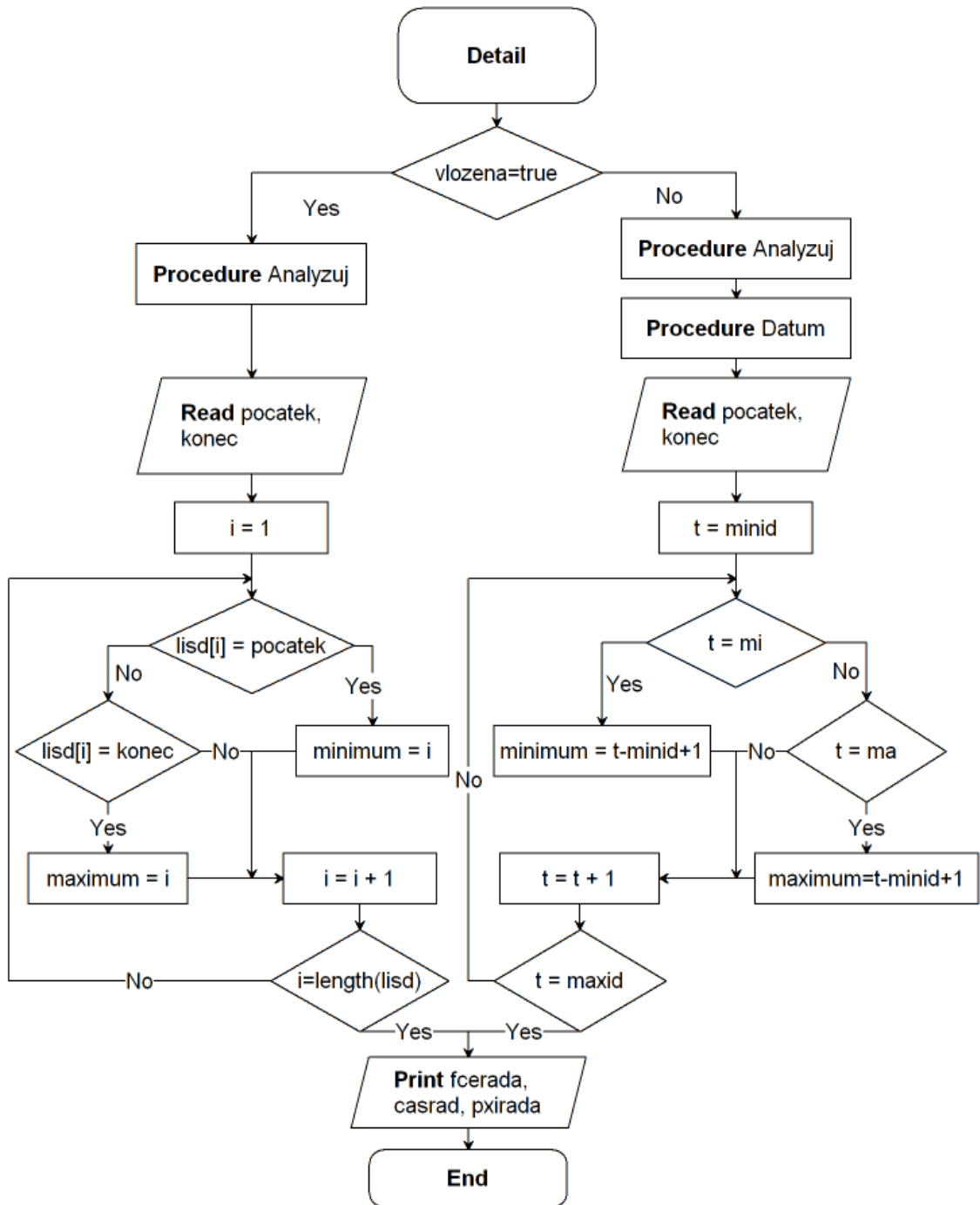


Diagram č.6 – Procedura Detail

Procedura Detail se spustí stiskem tlačítka detail, po kterém se načte nové počáteční a nové koncové datum. Podle těchto dat se najdou indexy odpovídajících dat z původního zobrazení. Poté se zobrazí graf v detailu od nově nalezeného indexu počátečního data do koncového indexu.

### 5.2.7 Procedura Prognóza

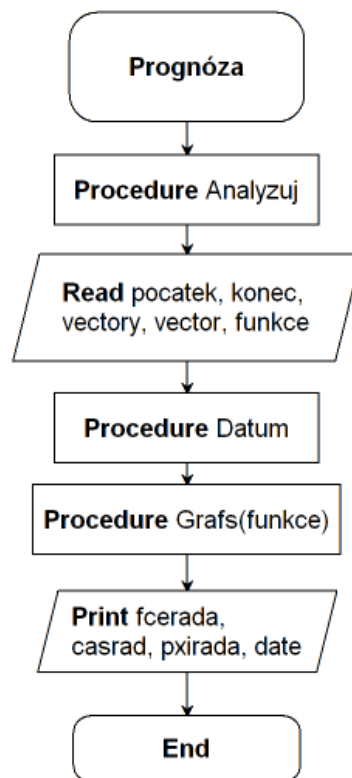


Diagram č.7 – Procedura Prognóza

Ke spuštění této procedury dojde po stisknutí tlačítka Prognóza. Během této procedury se získá funkční předpis regresní funkce pomocí procedury Analyzuj a následně se spustí procedura Grafy pro rozšířený časový interval a nalezený funkční předpis. Nakonec se výsledek graficky znázorní.

### 5.2.8 Procedura Export

Jedná se o velmi jednoduchou proceduru, která následuje stisknutí tlačítka Export. Po stisknutí dojde k uložení zobrazených grafů do externího grafického souboru. (použitý formát je .gif)

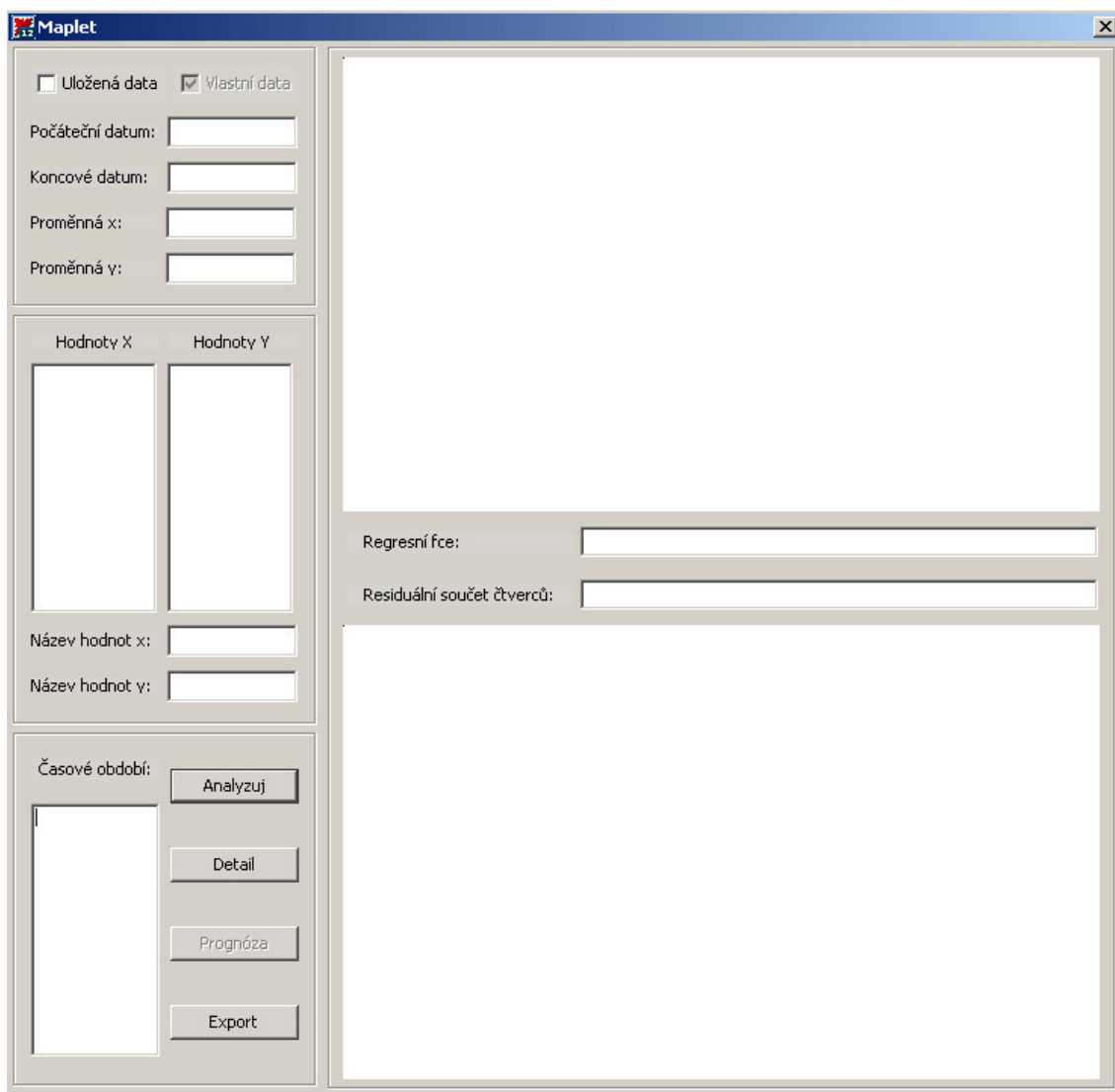
## 5.3 Konstrukce interaktivního uživatelského rozhraní pro tyto algoritmy

Mým záměrem je vytvořit v prostředí matematického softwaru Maple program, který bude provádět matematické modelování pomocí metod regresní analýzy, a který hlavně bude mít přehledné uživatelské rozhraní s formulářovými prvky. K tomu je určen v prostředí maple prvek zvaný maplet. V rámci tohoto prvku lze deklarovat klasické formulářové prvky, jako jsou například tlačítka, textová pole atd. Maplet lze spouštět nezávisle na samotném programu Maple tzn. Maplety lze spustit, aniž bychom museli předtím spouštět systém Maple. Otevírají se velmi rychlým a jednoduchým programem nazvaným MapletViewer. Tedy pomocí tohoto prvku poskytnutého zabudovanou předdefinovanou výbavou systému Maple jsem vytvořil samotné uživatelské rozhraní a zároveň jsem pomocí něj samostatně naprogramoval výše zmíněné procedury, jejichž obsluha je i pro laika jednoduchá. Procedury se spouští stiskem jednotlivých tlačítek.

Avšak samotný maplet nestačí, protože v něm nejsou z důvodu přehlednosti a jednoduchosti nadeklarovány všechny procedury. Většina složitějších procedur je nadeklarována pomocí jiného programu, který tyto procedury zároveň ukládá do knihovny, takže je lze vyvolat z jakéhokoli jiného programu. K tomu jsem naprogramoval ještě další program, který ukládá do těchto knihoven seznamy s hodnotami pro jednotlivé tituly. Tyto dva programy se musejí spustit před prvním použitím mapletu, jinak by maplet nefungoval. Avšak při každém dalším spuštění tohoto mapletu už není třeba tyto programy spouštět.

### 5.3.1 Rozmístění formulářových prvků

Po spuštění mapletu se zobrazí okno s rozměry 740 x 723 obrazových bodů (pixelů). Toto okno je rozděleno do čtyř sekcí, které jsou graficky ohraničeny jemnou linkou. Ve třech z těchto sekcí jsou ovládací prvky a v poslední a největší sekci se zobrazují výsledky analýzy. Rozmístění těchto sekcí a prvků si můžete prohlédnout na obrázku na následující straně.



Obrázek č. 1 – Uživatelské rozhraní<sup>1</sup>

### 5.3.2 Funkce jednotlivých formulářových prvků

#### 5.3.2.1 SEKCE 1

Sekce 1 se nachází v levém horním rohu a obsahuje šest ovládacích prvků. Jsou to dvě „zaškrťovací políčka“ (Uložená data, Vložená data) a čtyři textová pole ( Počáteční datum, Koncové datum, Proměnná X a Proměnná Y).

<sup>1</sup> Zdroj Obrázků č. 1 – č. 5: Vlastní zpracování

- Uložená data:* Zaškrtnutí tohoto políčka ukazuje, že program bude provádět analýzu dat předem uložených v knihovnách programu Maple. Zároveň se stisknutím tohoto tlačítka deaktivují prvky potřebné pro analýzu vložených dat a to: Hodnoty X, Hodnoty Y, Název hodnot x, Název hodnot y a Časové období.
- Vložená data:* Tento prvek určuje, že program bude zpracovávat data vložená uživatelem. Navíc zaškrtnutím tohoto políčka se deaktivují prvky, které jsou nutné pouze pro analýzu dat uložených v knihovnách programu Maple. (Prognóza, Proměnná X a Proměnná Y)
- Počáteční datum:* Zde se určuje počáteční datum pro vybrané analýzy (datum se vkládá ve formátu dd.mm.yy). Využívá se pro analýzu jak vložených, tak uložených dat. Při analýze uložených dat se využívá při procedurách Analyzuj a Detail. Při analýze vložených dat se používá pouze při proceduře Detail.
- Koncové datum:* Toto textové pole stanovuje koncové datum časového intervalu pro vybranou analýzu (datum se vkládá ve formátu dd.mm.yy). Použití je stejné jako u předešlého prvku pouze s tím rozdílem, že při analýze uložených dat se využívá i při proceduře Prognóza.
- Proměnná X:* Do tohoto políčka se zadávají názvy seznamů s hodnotami uloženými v knihovně programu Maple. (např. cez, dax atd.). Seznam vybraný tímto políčkem bude v analýze představovat vysvětlující proměnnou.
- Proměnná Y:* Seznam vybraný tímto polem bude v analýze představovat závislou proměnnou.

### 5.3.2.2 SEKCE 2

Sekce 2 je na levé straně uprostřed a nachází se zde tyto prvky: dva textové sloupce (Hodnota X, Hodnota Y) a dvě textová pole (Název hodnoty X, Název hodnoty Y).

*Hodnoty X:* Do tohoto textového sloupce se zadávají hodnoty vysvětlující proměnné (Je možné vkládat hodnoty přímo z programu MS Excel).

*Hodnoty Y:* V tomto sloupci se nacházejí hodnoty závislé proměnné.

*Název hodnot X:* Do tohoto textového pole se vkládá název vysvětlující proměnné, který se zobrazuje v popisku výsledných grafů.

*Název hodnoty X:* Tento textový sloupec obsahuje název závislé proměnné.

### 5.3.2.3 SEKCE 3

Sekce 3 se nachází v levém spodním rohu a obsahuje tyto ovládací prvky: jeden textový sloupec (Časový interval) a čtyři tlačítka (Analyzuj, Detail, Prognóza a Export).

*Časový interval:* Do tohoto textového sloupce se vkládají data pro, která máme hodnoty ve sloupcích Hodnota X a Hodnota Y. Data se vkládají ve formátu dd.mm.yy.

*Analyzuj:* Tímto tlačítkem se spouští procedura Analyzuj, která provádí regresní analýzu a zobrazuje její regresní funkci, residuální součet čtverců, bodový graf a graf s časovými řadami.

*Detail:* Toto tlačítko lze použít pouze po stisknutí tlačítka Analyzuj, protože na grafu s časovými řadami zobrazí detailní náhled na požadované časové období, které leží na časovém intervalu pro proceduru Analyzuj.

*Prognóza:* Stiskem tohoto tlačítka se spouští procedura Prognóza, která na grafu s časovými řadami promítne odhad budoucích hodnot regresní funkce.

*Export:* Po stisknutí se spustí procedura Export, která uloží zobrazené grafy do externích grafických souborů ve formátu .gif.

#### 5.3.2.4 SEKCE 4

Sekce 4 se nachází na pravé straně zobrazeného okna a obsahuje čtyři formulářové prvky, a to: dvě pole pro zobrazení grafů (Bodový graf a Časové řady) a dvě textová pole (Regresní funkce a Residuální součet čtverců).

*Bodový graf:* Na tomto poli pro zobrazení grafů se po stisknutí tlačítka Analyzuj zobrazí bodový graf s křivkou regresní funkce. Při stisknutí ostatních tlačítek se graf nijak nemění.

*Časové řady:* V tomto poli se po stisknutí tlačítka Analyzuj objeví graf s časovými řadami. Pokud se poté zmáčkne tlačítko Detail, tak se zde zobrazí detail časových řad pro zvolený časový interval. A po stisknutí tlačítka prognóza se zde zobrazí časové řady s odhadem hodnot regresní funkce.

*Regresní funkce:* Stisknutím tlačítka Analyzuj se vypočítá regresní funkce, která se v tomto políčku zobrazí.

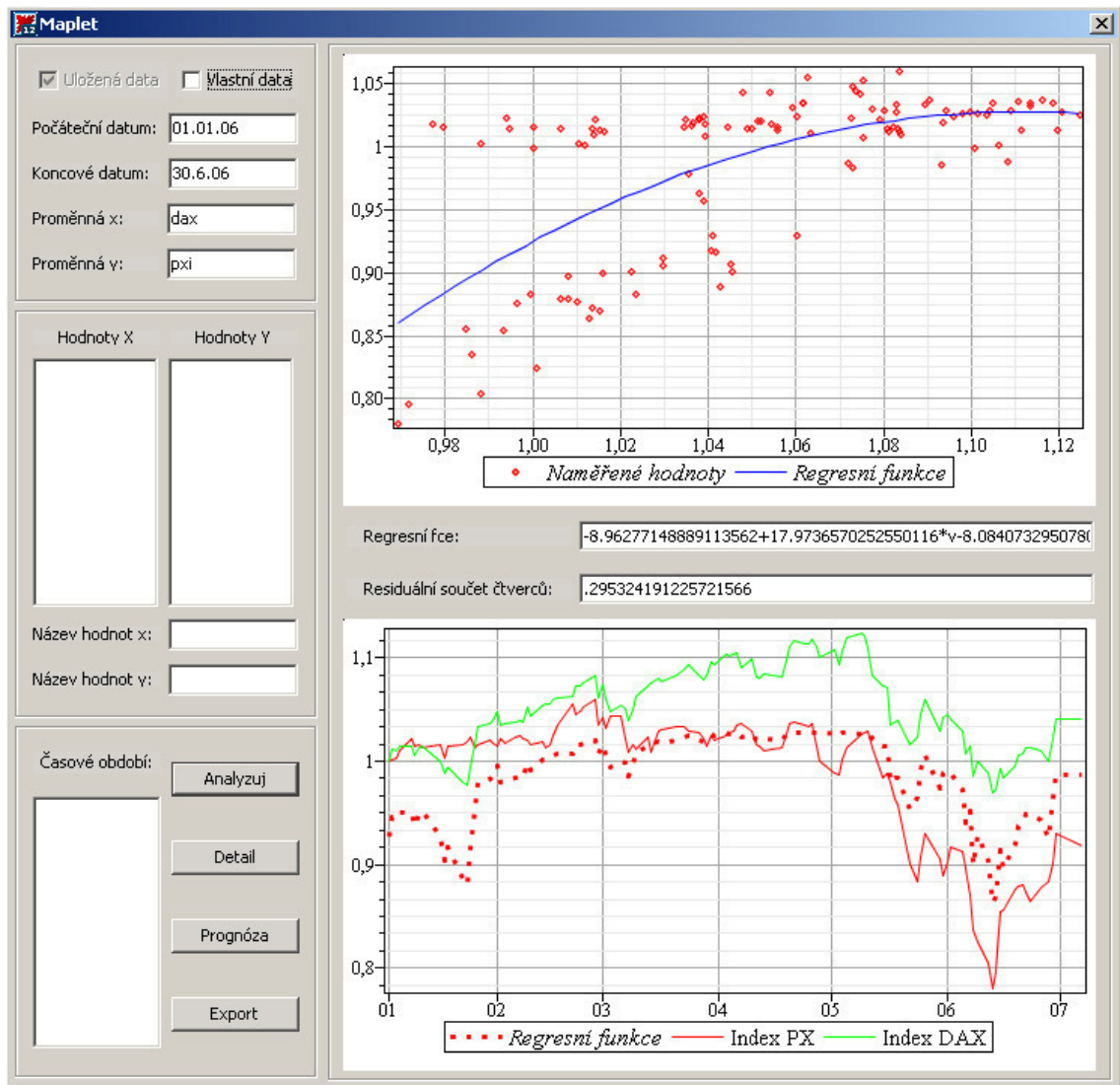
#### *Residuální součet*

*čtverců:* Po stisknutí tlačítka Analyzuj zobrazí residuální součet čtverců pro nalezenou regresní funkci.

### 5.3.3 Popis fungování jednotlivých procedur

#### 5.3.3.1 ANALYZUJ ULOŽENÁ DATA

Pro spuštění analýzy pro vlastní data je nutné vyplnit tato políčka: Počáteční datum, Koncové datum, Proměnná X, Proměnná Y. Poté stačí zmáčknout tlačítko Analyzuj a objeví se následující výstup:



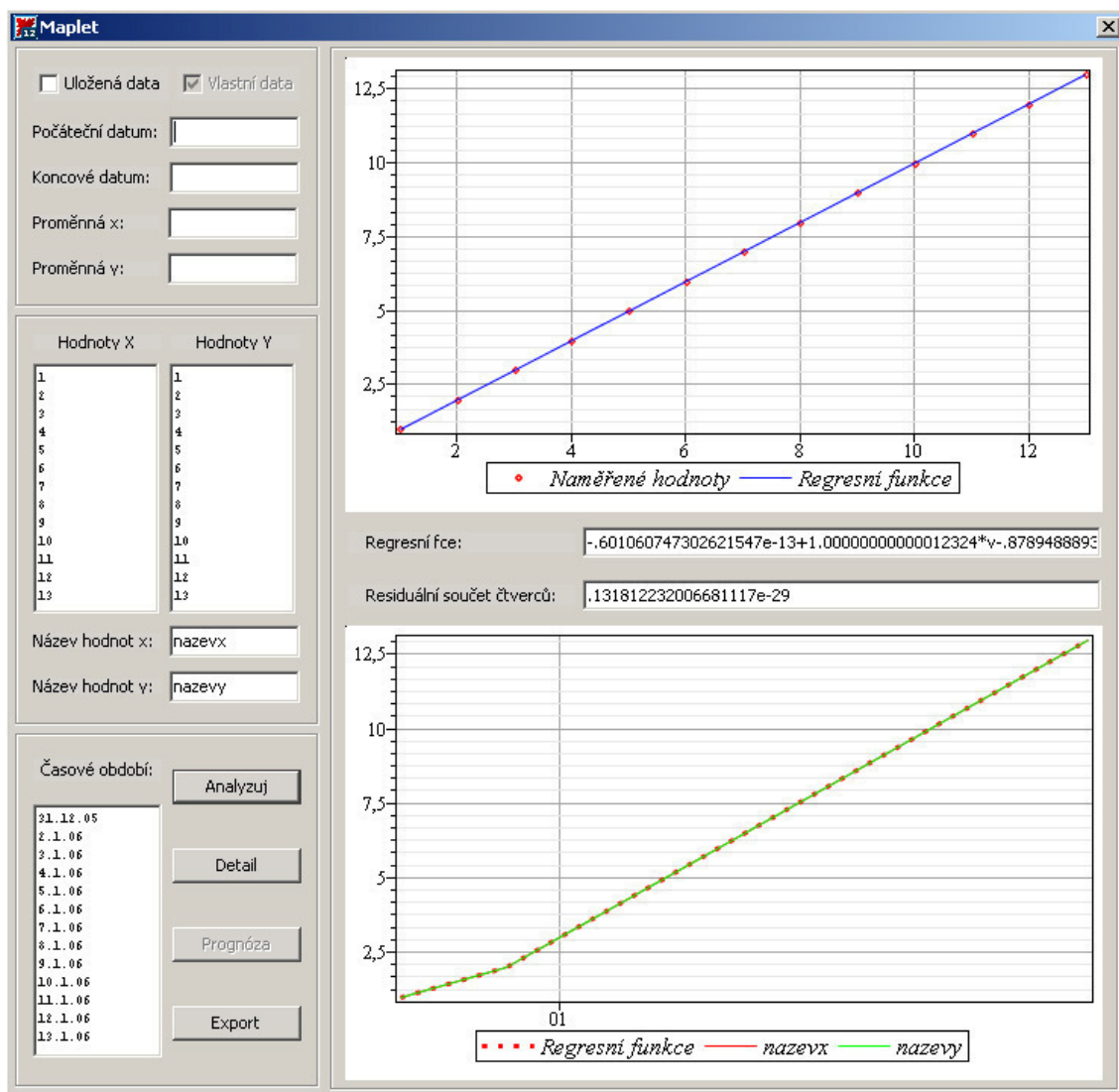
Obrázek č. 2 – Uživatelské rozhraní procedura Analyzuj pro uložená data

Na grafickém výstupu Bodový graf je zobrazen graf, kde na ose  $x$  jsou vyneseny poměry vůči počátku vysvětlující proměnné (Proměnná X) a na ose  $y$  jsou poměry vůči počátku závislé proměnné (Proměnná Y). Modrá křivka na tomto grafu představuje nalezenou regresní funkci, jejíž funkční předpis a hodnota residuálního součtu čtverců se zobrazí v textových polích Regresní funkce a Residuální součet čtverců. Červené body ukazují hodnoty  $x$  a hodnoty  $y$  pro dané datum.

Grafický výstup Časové řady má na ose  $x$  jsou vyneseny data pomocí indexu YearDay (pořadové číslo dne v daném roce s přičtenou hodnotou počtu dnů v minulém roce za každý nově načatý rok) na ose  $y$  jsou vyneseny hodnoty poměrů vůči počátku. V tomto grafu se vykreslují tři křivky: zelená křivka ukazuje vývoj hodnot vysvětlující proměnné, červené ukazuje vývoj závislé proměnné a tečkovaná červená křivka ukazuje hodnoty získané pomocí regresní funkce. Do popisku grafu se načítají hodnoty ze seznamu např. `nazev[dax]`.

### 5.3.3.2 ANALYZUJ VLASTNÍ DATA

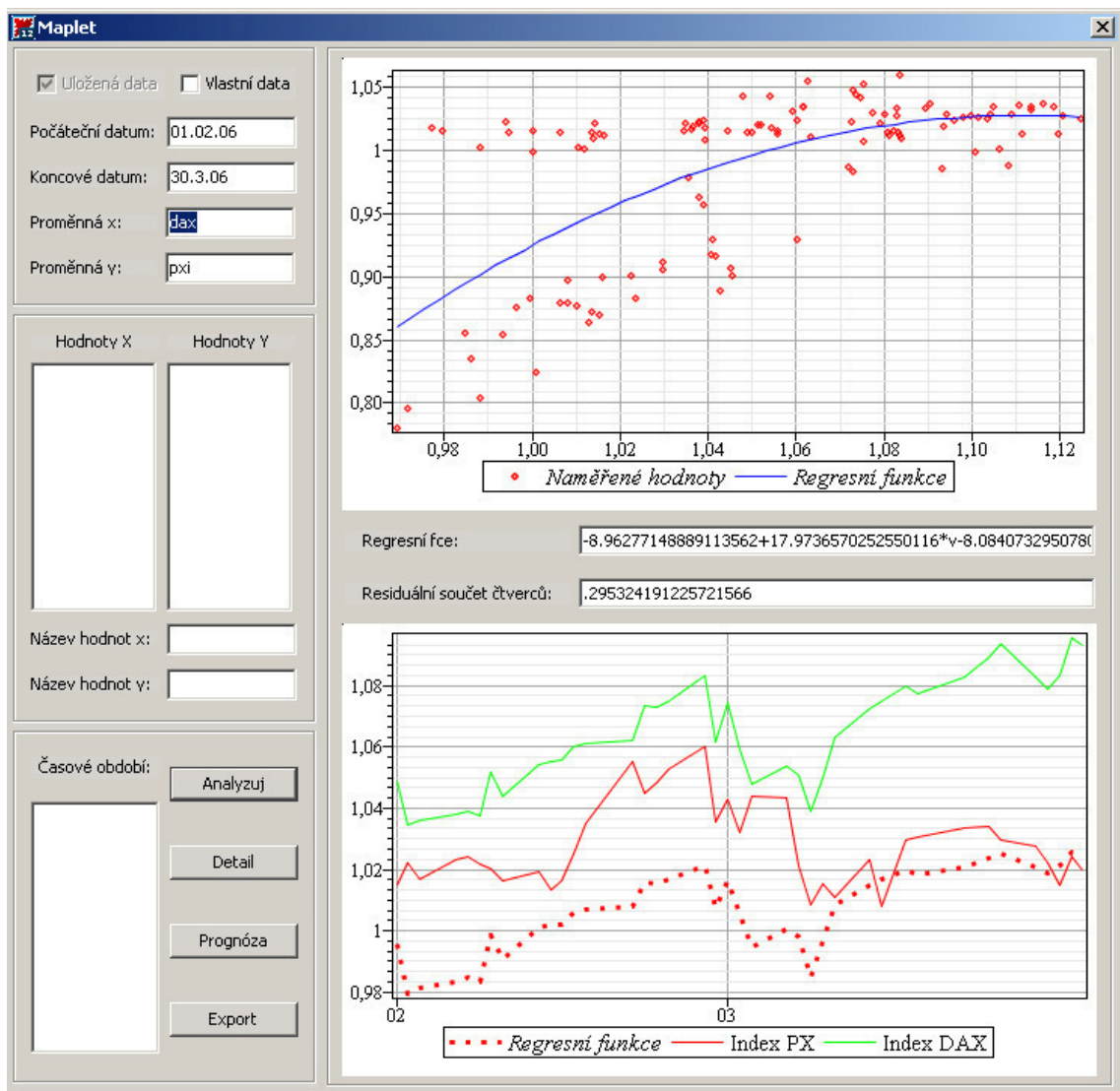
Pro spuštění analýzy pro vlastní data je nutné vyplnit tyto políčka: Hodnoty X, Hodnoty Y, Název hodnot X, Název hodnot Y a Časové období. (je nutné, aby Hodnoty X, Hodnoty Y a Časové období měly stejný celkový počet řádků). Poté stačí zmáčknout tlačítko Analyzuj, které vykreslí stejné grafy jako u uložených dat. Pouze do popisku grafu Časové řady se načítají hodnoty z textových polí Název hodnot X a Název hodnot Y. Náhled, jak vypadá výsledek, si můžete prohlédnout na obrázku č. 3 - Uživatelské rozhraní procedura Analyzuj pro Vlastní data, který je následující straně.



Obrázek č. 3 – Uživatelské rozhraní procedura Analyzuj pro vlastní data

### 5.3.3.3 DETAIL

Před stisknutím tlačítka Detail je nutné provést proceduru Analyzuj, abychom získali regresní funkci a původní časový interval. Poté je nutné vyplnit nové počáteční a koncové datum, které určí pro jaký časový interval chceme vidět detailní zobrazení. Detailní zobrazení pro tento interval se zobrazí na grafickém výstupu Časové řady, jak můžete vidět na obrázku č. 4 - Uživatelské rozhraní procedura Detail pro uložená data na následující straně.

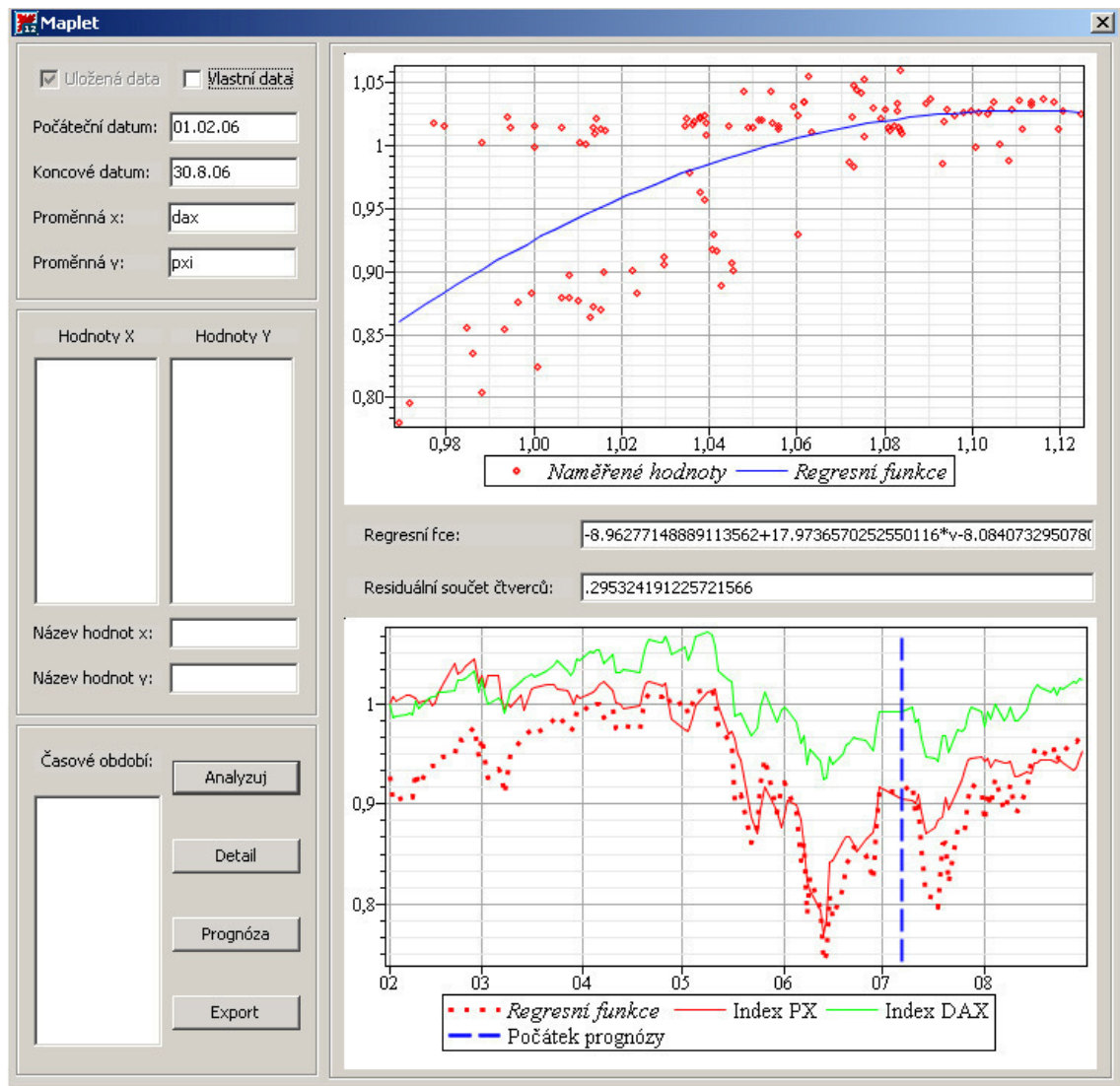


Obrázek č. 4 – Uživatelské rozhraní procedura Detail pro uložená data

### 5.3.3.4 PROGNÓZA

Tato procedura také musí následovat, až po provedení procedury Analyzuj. A pro její spuštění musíme vyplnit nové koncové datum, které leží v nevelké vzdálenosti za koncovým datem využitým v proceduře Analyzuj. Po stisknutí tlačítka Prognóza se na grafickém výstupu Časové řady zobrazí graf se stejnými křivkami, jako u procedury Analyzuj, avšak časový interval se prodlouží. Hodnoty pro červenou a zelenou křivku (závislá, respektive vysvětlující proměnná) se načtou ze seznamů uložených v knihovně programu Maple a hodnoty regresní funkce získáme výpočtem. Tudíž můžeme porovnat, jak moc se hodnoty odhadnuté pomocí regresní funkce přibližují

reálným hodnotám závislé proměnné. Na tomto grafu je navíc modrá čárkovaná přímka, která zobrazuje koncové datum procedury Analyzuj. Hodnoty za touto linkou jsou hodnoty odhadované (nebyly uvažovány mezi vstupy při konstrukci regresního modelu). Viz obrázek č.5 - Uživatelské rozhraní procedura Prognóza.



Obrázek č. 5 – Uživatelské rozhraní procedura Prognóza

## 5.4 Získání denních hodnot sledovaných ukazatelů

Obvykle je získání denních hodnot akciových titulů složitou a finančně nákladnou procedurou. Proto pro mne bylo velkou devizou, že jsem v roce 2008 pracoval pro společnost Cyrrus, a.s., která je registrovaným členem Burzy cenných papírů Praha, a.s. Protože analytik společnosti mi tyto data extrahoval z placených online aplikací společnosti Bloomberg ve formě tabulky v systému MS Excel.

## 5.5 Tvorba konkrétních matematických modelů finančních, jejich analýza a následná ekonomická interpretace.

V této kapitole jsou zobrazeny a následně matematicky i ekonomicky interpretovány jednotlivé výsledné regresní modely, které byly zkonstruovány užitím mnou zkonstruovaného programu. Pro lepší přehlednost je tato kapitola rozdělena na několik podkapitol.

Pro každý akciový titul jsou zde dvě kapitoly. Jedna pro druhé pololetí roku 2006 a druhá pro první pololetí roku 2007. Tedy celkem dvanáct kapitol s vykreslenými grafy matematických modelů a časových řad, ve třinácté kapitole je výsledná ekonomická interpretace vypočítaných modelů.

U každé matematické interpretace v této kapitole jsou dvě grafické vizualizace:

- V prvním grafu jsou zobrazeny naměřené hodnoty a vykreslen graf regresní funkce.
- V následujícím grafu jsou v korespondenci s časovou osou vyneseny naměřené hodnoty jednotlivých titulů a proložen bodový graf izolovaných hodnot získaných z příslušné regresní funkce pro dané datum.

**Poznámka:** V zápisu jednotlivých regresních funkcí a residuálních součtů čtverců jsou všechny hodnoty nezaokrouhlené, aby nedošlo ke ztrátě vypovídací schopnosti. Symbol \*značí součin a symbol ^ je znakovou mocninou.

### 5.5.1 Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti ČEZ, a.s. v roce 2006

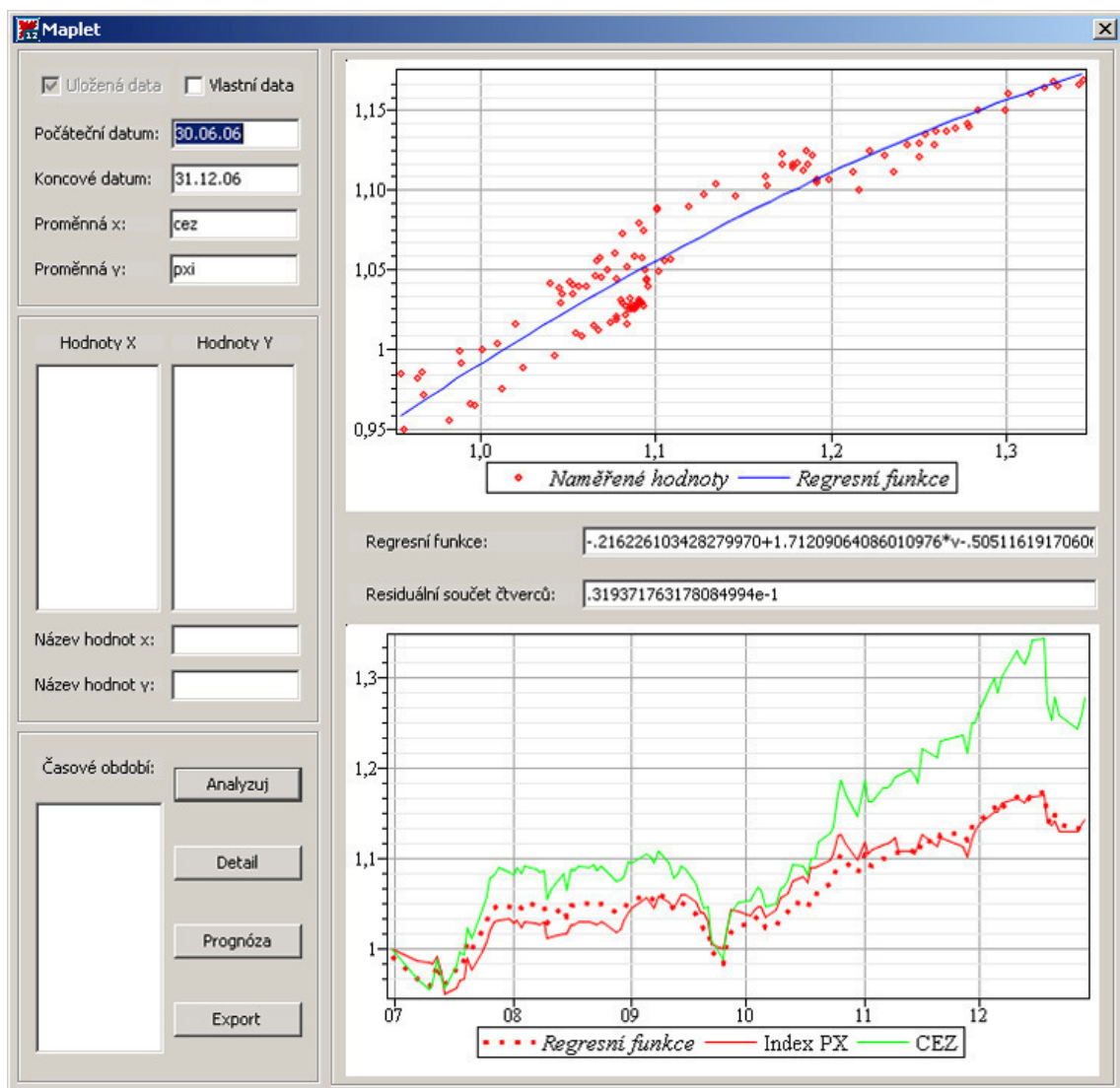
MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**

$$y = -0.216226103428279970 + 1.71209064086010976 \cdot v - 0.505116191706060480 \cdot v^2$$

**Reziduální součet čtverců:**

$$RSS = 0.319371763178084994e-1$$



Obrázek č. 6 – Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti ČEZ, a.s. v roce 2006<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zdroj Obrázků č. 6 – č. 17: Vlastní zpracování

## 5.5.2 Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Komerční banka, a.s. v roce 2006

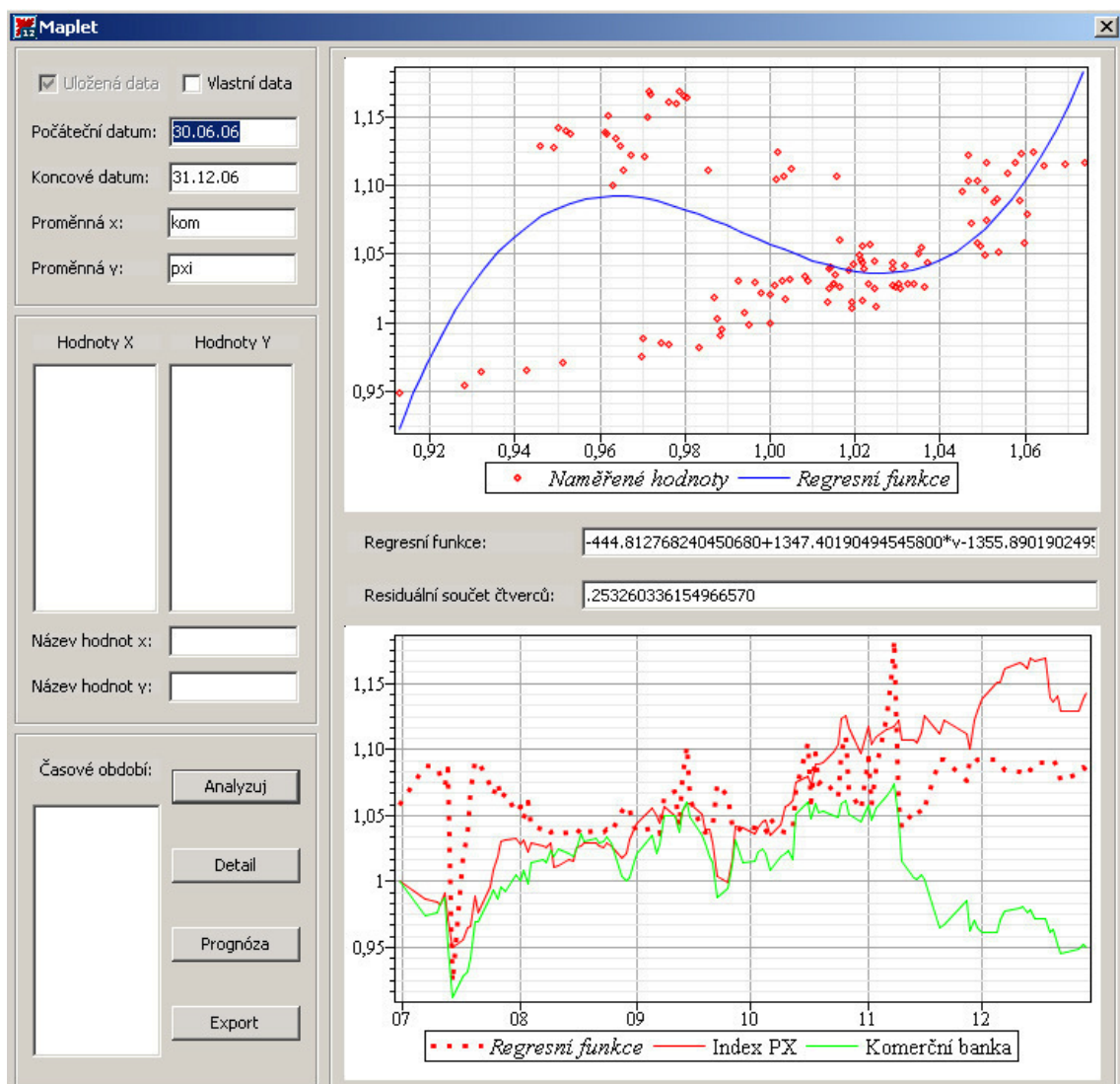
MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**

$$y = -444.812768240450680 + 1347.401904945458*v - 1355.89019024951790*v^2 + 454.358434730777048*v^3$$

**Reziduální součet čtverců:**

$$RSS = 0.253260336154966570$$



Obrázek č. 7 – Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Komerční banka, a.s. v roce 2006

### 5.5.3 Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Erste Group v roce 2006

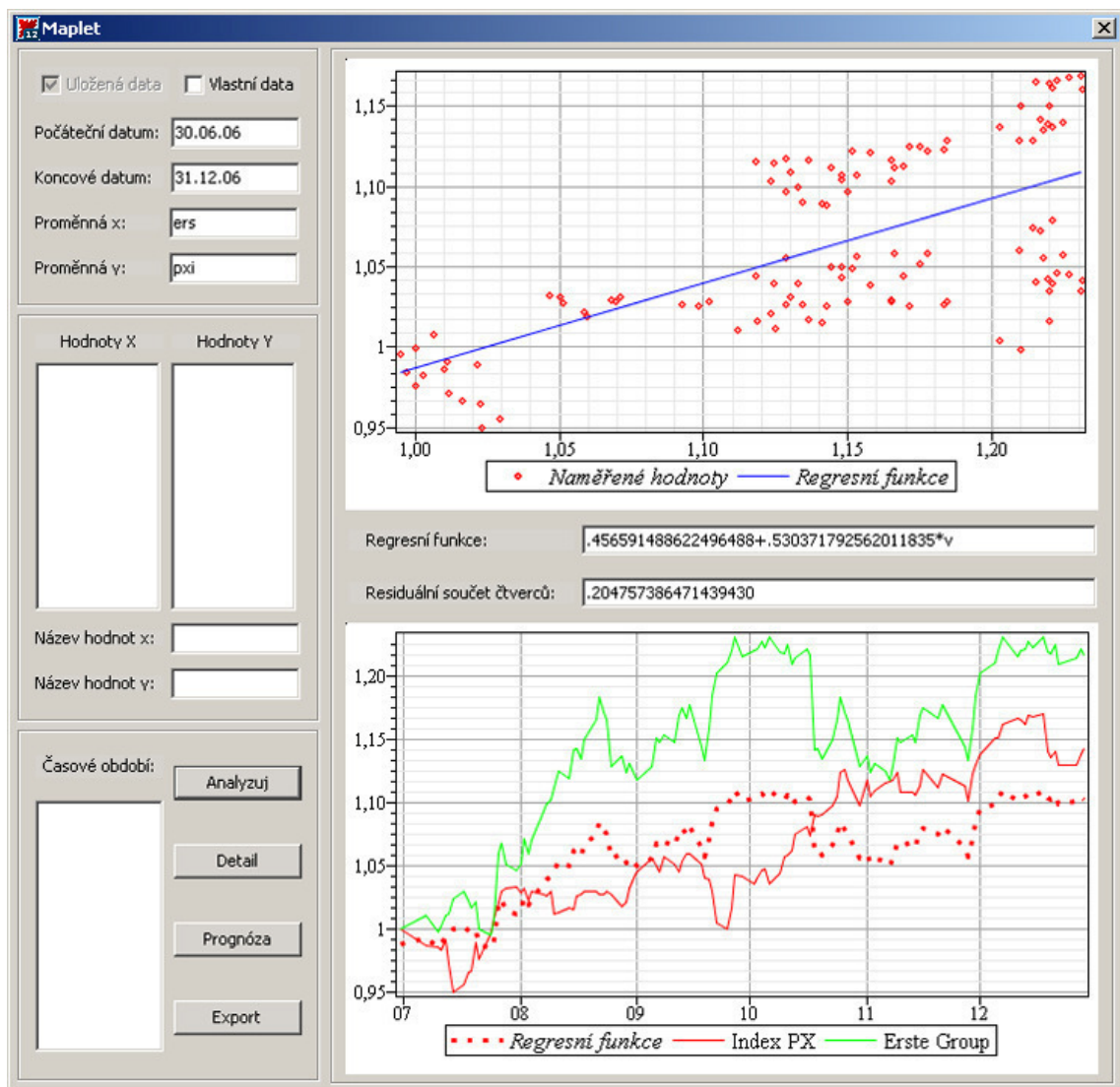
MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**

$$y = 0.456591488622496488 + 0.530371792562011835 \cdot v$$

**Reziduální součet čtverců:**

$$RSS = 0.204757386471439430$$



Obrázek č. 8 – Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Erste Group v roce 2006

## 5.5.4 Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Těléfonica O2 v roce 2006

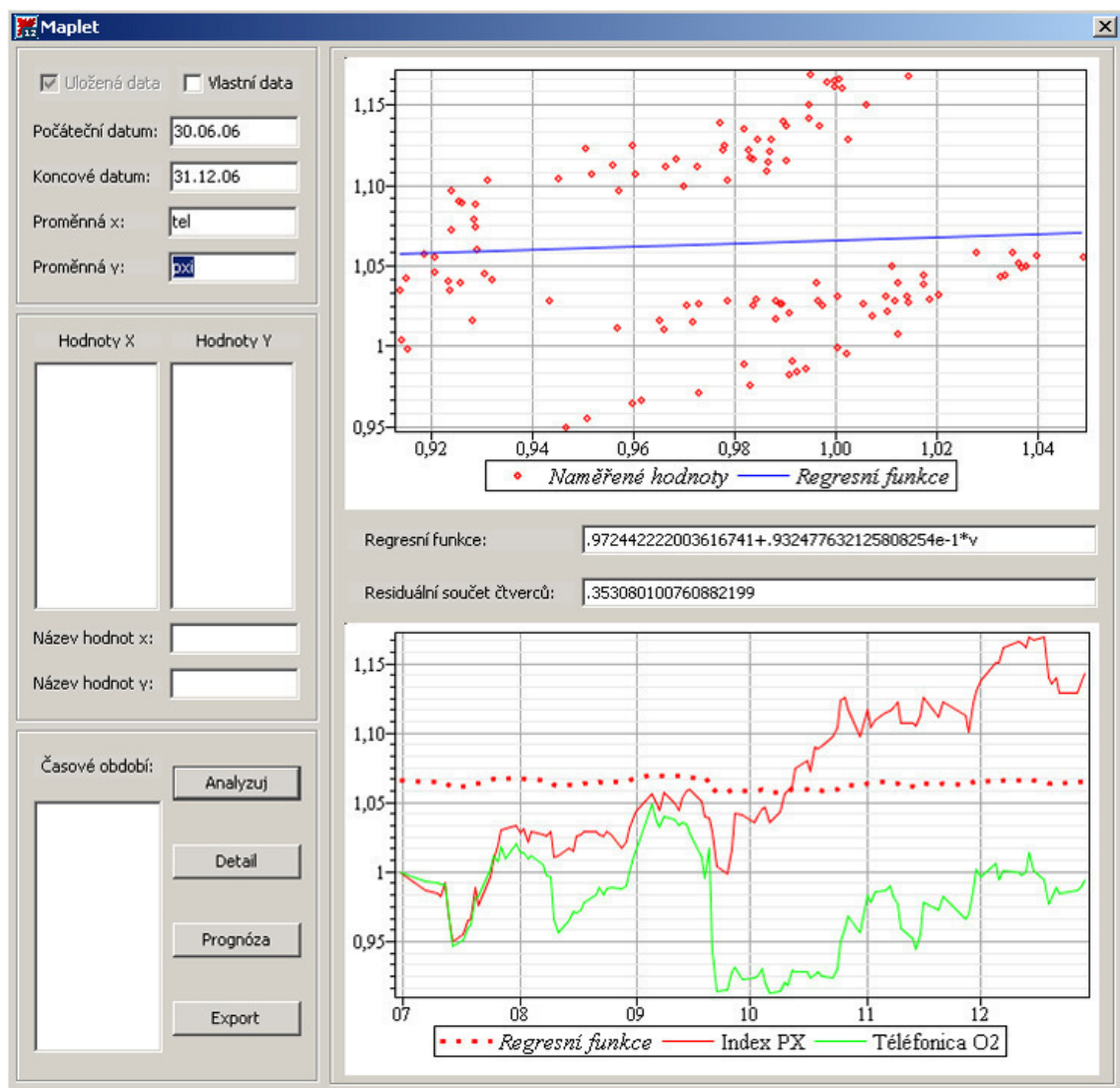
MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**

$$y = 0.972442222003616741 + 0.932477632125808254e-1 * v$$

**Reziduální součet čtverců:**

$$RSS = 0.353080100760882199$$



**Obrázek č. 9** – Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Těléfonica O2 v roce 2006

### 5.5.5 Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti UNIPETROL, a.s. v roce 2006

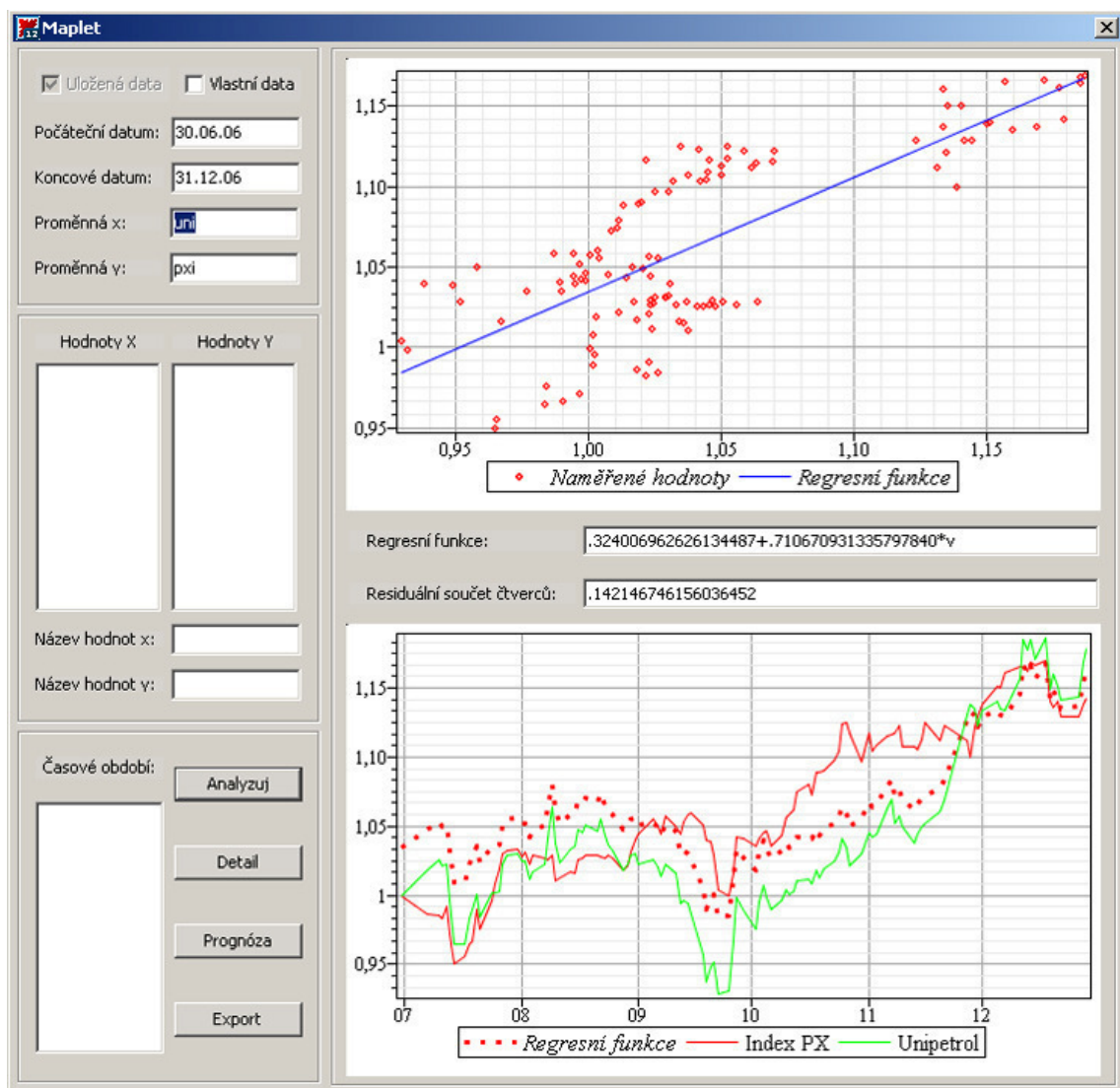
MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**

$$y = 0.324006962626134487 + 0.710670931335797840 \cdot v$$

**Reziduální součet čtverců:**

$$RSS = 0.142146746156036452$$



Obrázek č. 10 – Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Unipetrol, a.s. v roce 2006

## 5.5.6 Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti ČEZ, a.s. v roce 2007

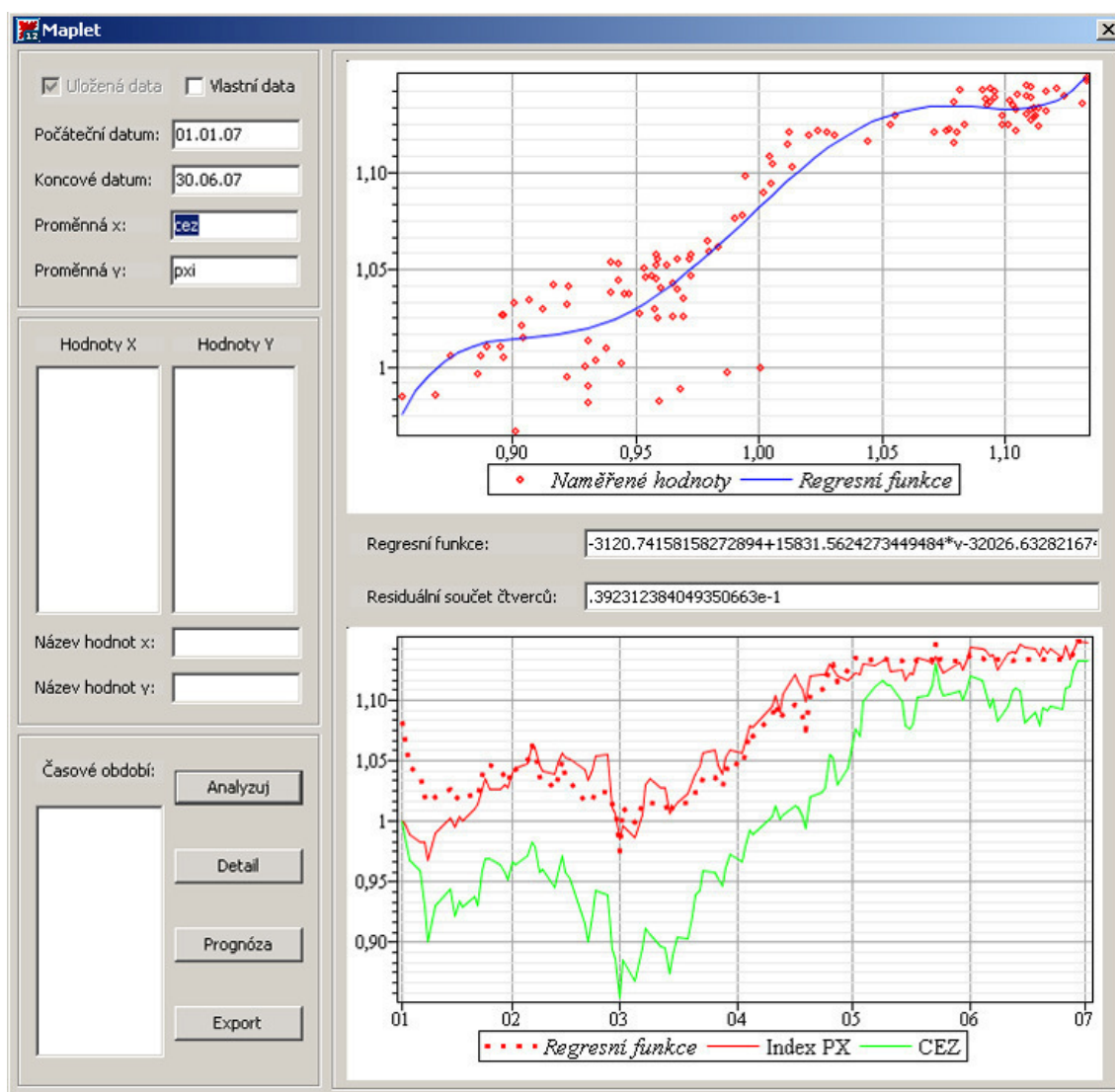
MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**

$$y = -3120.741581582728 + 15831.5624273449484*v - 32026.6328216744951*v^2 + 32302.6835960870667*v^3 - 16243.789177170371*v^4 + 3257.999742296322*v^5$$

**Reziduální součet čtverců:**

$$RSS = 0.0392312384049350663$$



Obrázek č. 11 – Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti ČEZ, a.s. v roce 2007

### 5.5.7 Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Komerční banka, a.s. v roce 2007

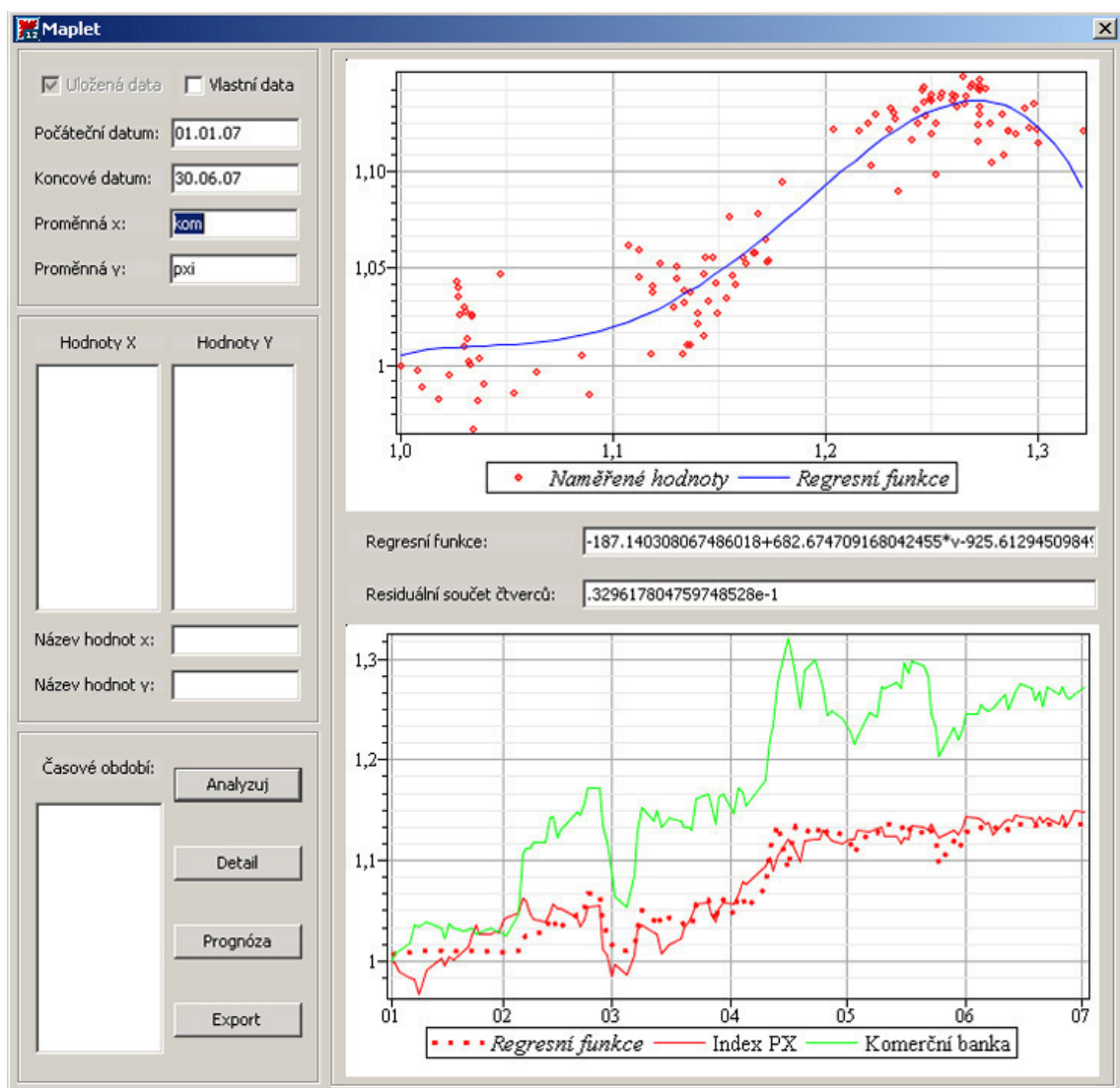
MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

#### Regresní funkce:

$$y = -187.140308067486018 + 682.674709168042455*v - 925.6129450984979*v^2 + 555.525413509979330*v^3 - 124.441563317219575*v^4$$

#### Reziduální součet čtverců:

$$RSS = 0.0329617804759748528$$



Obrázek č. 12 – Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Komerční banka, a.s. v roce 2007

## 5.5.8 Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Erste Group v roce 2007

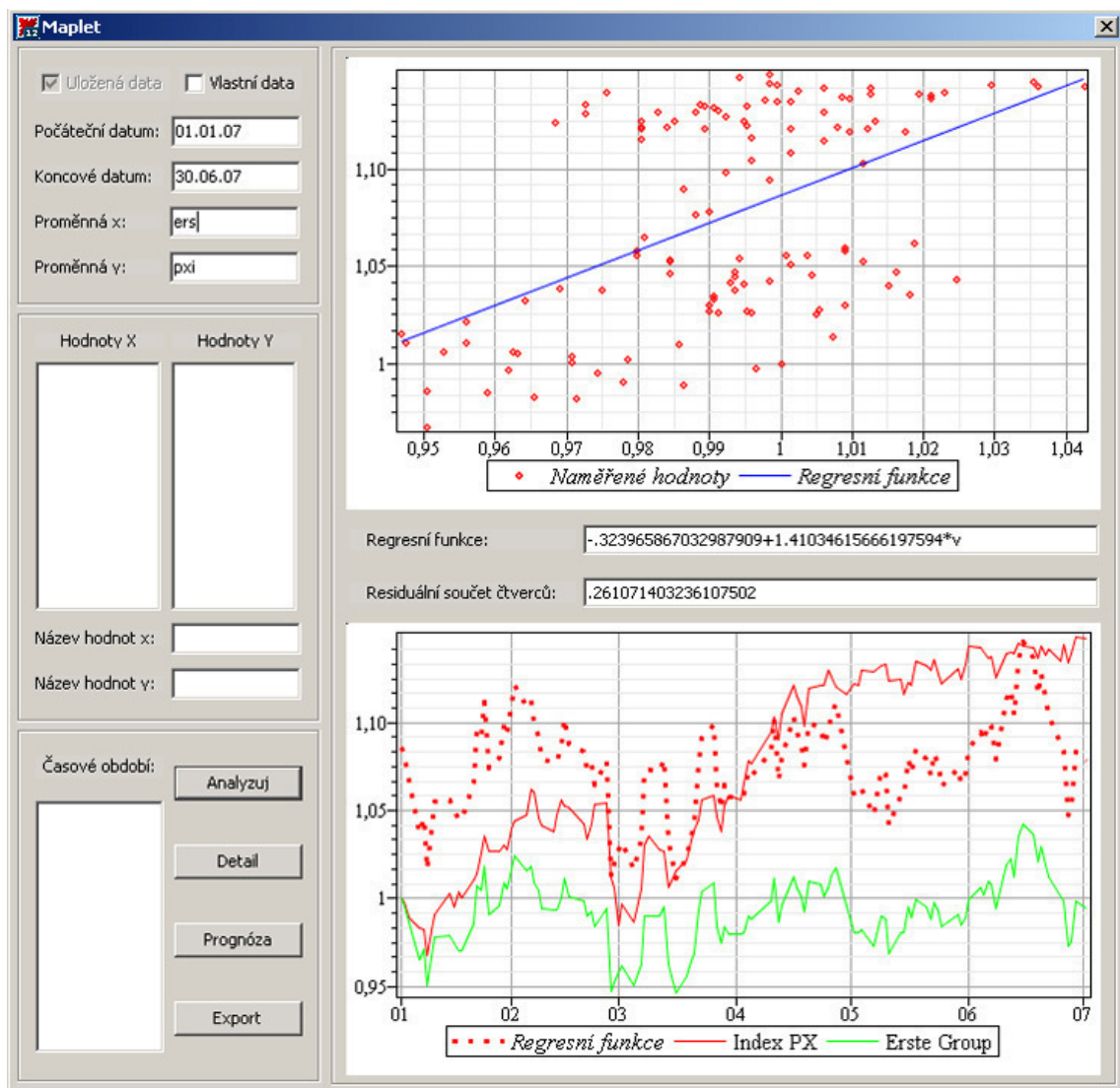
MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**

$$y = -0.323965867032987909 + 1.41034615666197594 \cdot v$$

**Reziduální součet čtverců:**

$$RSS = 0.261071403236107502$$



Obrázek č. 13 – Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Erste Group v roce 2007

## 5.5.9 Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Těléfonica O2 v roce 2007

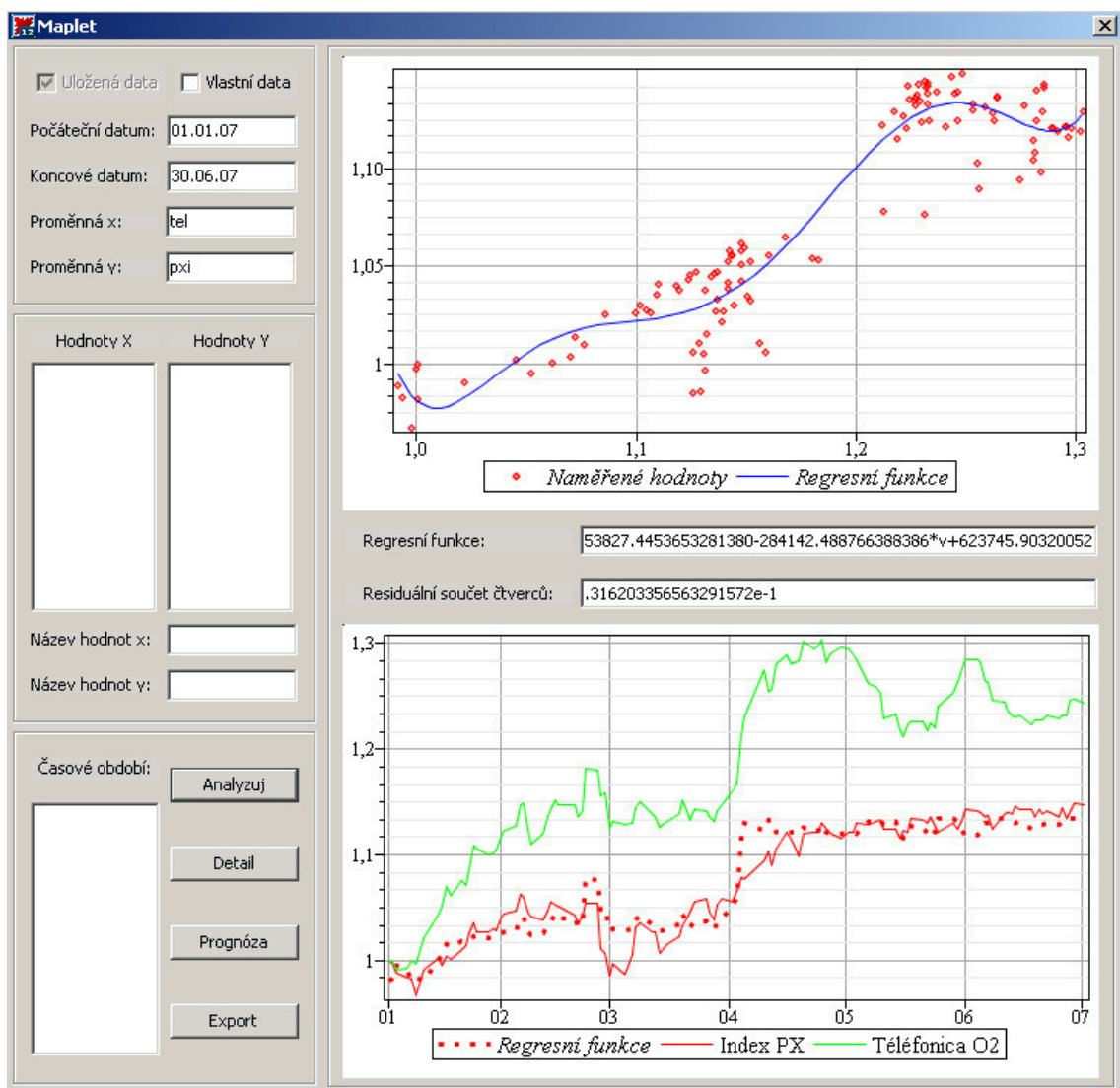
MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**

$$y = 53827.4453653281380 - 284142.488766388386*v + 623745.903200520086*v^2 - 728809.330748663284*v^3 + 478049.092956245878*v^4 - 166899.213143706294*v^5 + 24229.5724645763148*v^6$$

**Reziduální součet čtverců:**

$$RSS = 0.0316203356563291572$$



Obrázek č. 14 – Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Těléfonica O2 v roce 2007

### 5.5.10 Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti UNIPETROL, a.s. v roce 2007

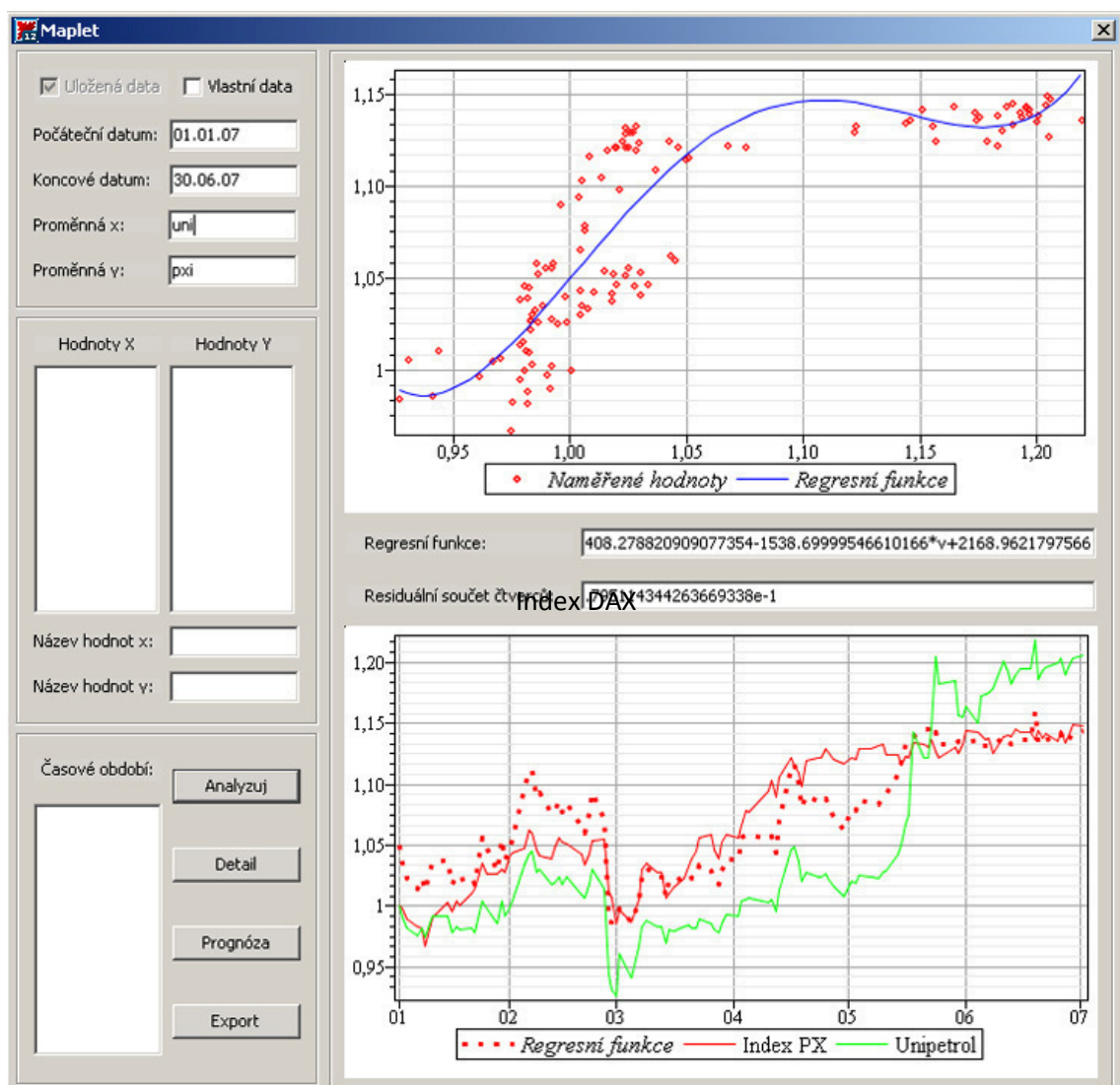
MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

#### Regresní funkce:

$$y = 408.278820909077354 - 1538.69999546610166*v + 2168.96217975663604*v^2 - 1352.24730630436262*v^3 + 314.75599461274788*v^4$$

#### Reziduální součet čtverců:

$$RSS = 0.0795114344263669338$$



Obrázek č. 15 – Závislost indexu PX na hodnotě akcií společnosti Unipetrol, a.s. v roce 2007

### 5.5.11 Výsledná ekonomická interpretace vypočítaných modelů

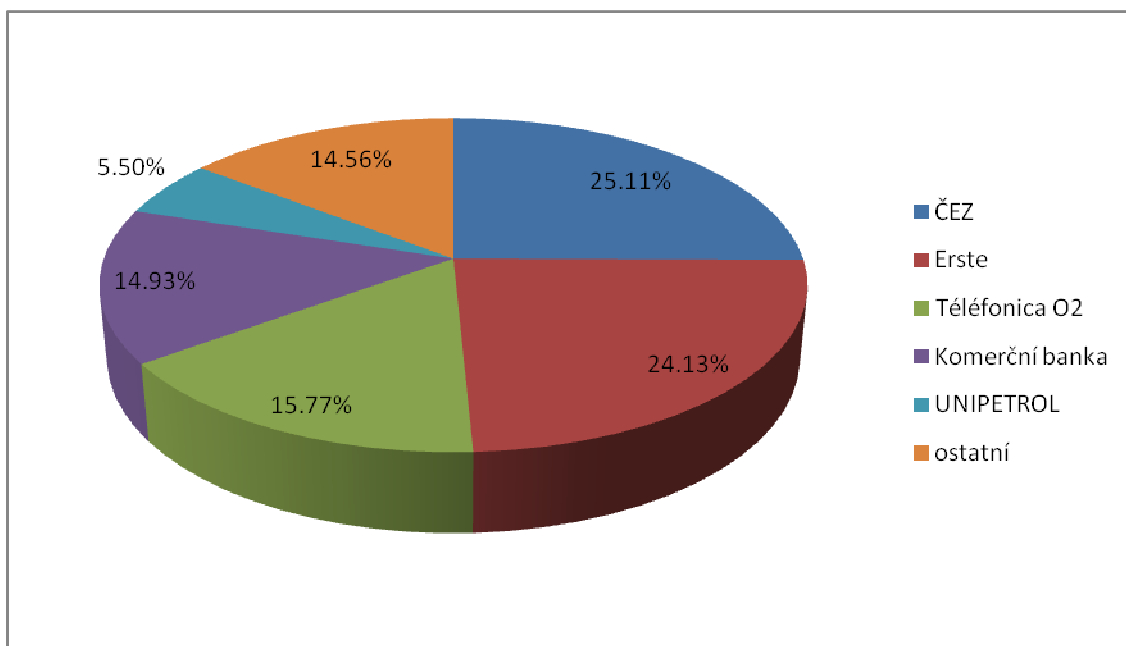
Z výše zkonstruovaných a vizualizovaných modelů je zřejmé, že:

1. Ve druhém pololetí roku 2006 závisel index PX velmi výrazně pouze na hodnotě akcií společnosti ČEZ, a.s. Na ostatních titulech není závislost indexu PX nijak výrazná.
2. V prvním pololetí roku 2007 můžeme identifikovat významnou závislost indexu PX nejen na hodnotě akcií společnosti ČEZ, a.s., ale i na hodnotě akcií společností Komerční banka, a.s., Telefónica O2 Czech Republic, a.s. a UNIPETROL, a.s..

#### 5.5.11.1 DISKUZE

*Proč je vliv hodnoty akcií společnosti ČEZ, a.s. na index PX tak výrazný?*

Na otázku nám částečně odpoví následující Graf č. 7, na kterém je zobrazena procentuální váha jednotlivých titulů na výpočet indexu PX pro konec roku 2007. Na tomto grafu je názorně vidět, že akcie společnosti ČEZ, a.s. tvoří 25.11 % z celkové hodnoty akcií všech těchto společností. Už z tohoto samotného faktu lze usuzovat, že index PX je nejvíce závislý na hodnotě akcií společnosti ČEZ, a.s. Ale nejen tento fakt zapříčiňuje takovou míru závislosti. Další důležitou skutečností je to, že společnost ČEZ, a.s. je dlouhodobě prosperující společnost, která je pravděpodobně největší a nejziskovější česká společnost, proto ji investoři dlouhodobě věří a obchodují s jejími akciemi. Tedy nejenže hodnota jejích akcií tvoří výraznou částí indexu PX, ale její akcie jsou zároveň nejvíce obchodované, co se týče objemu prodeje.

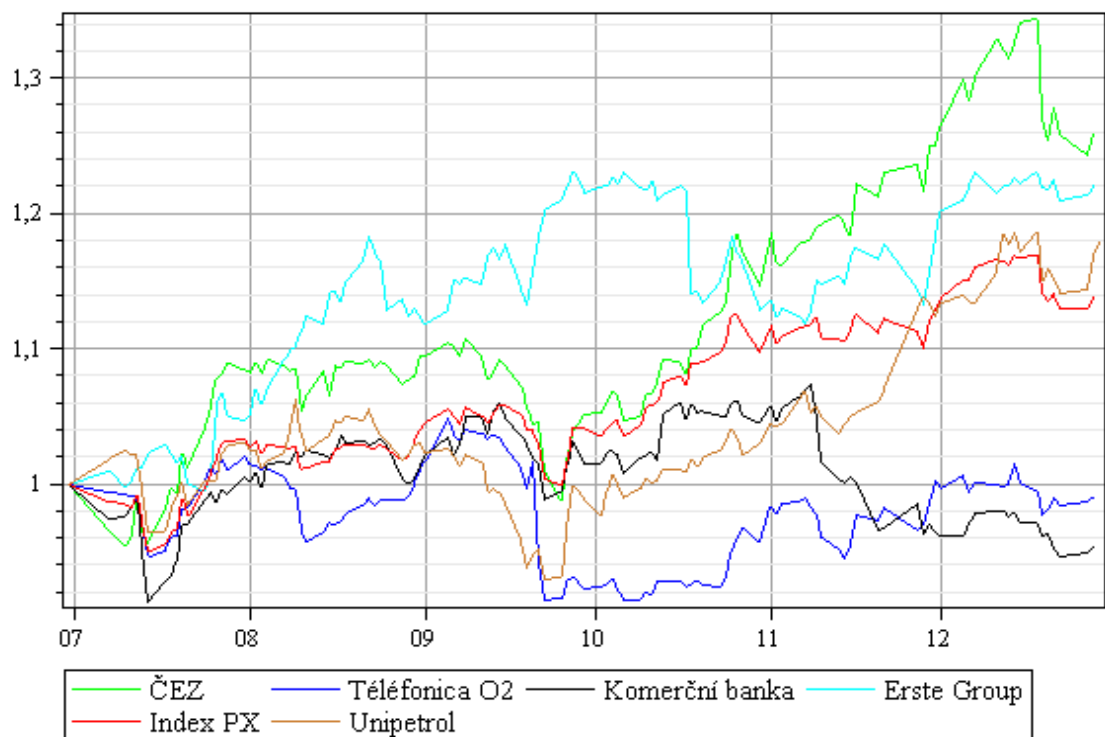


**Graf č. 7** – Procentuální váha jednotlivých titulů na výpočet indexu PX na konci roku 2007<sup>1</sup>

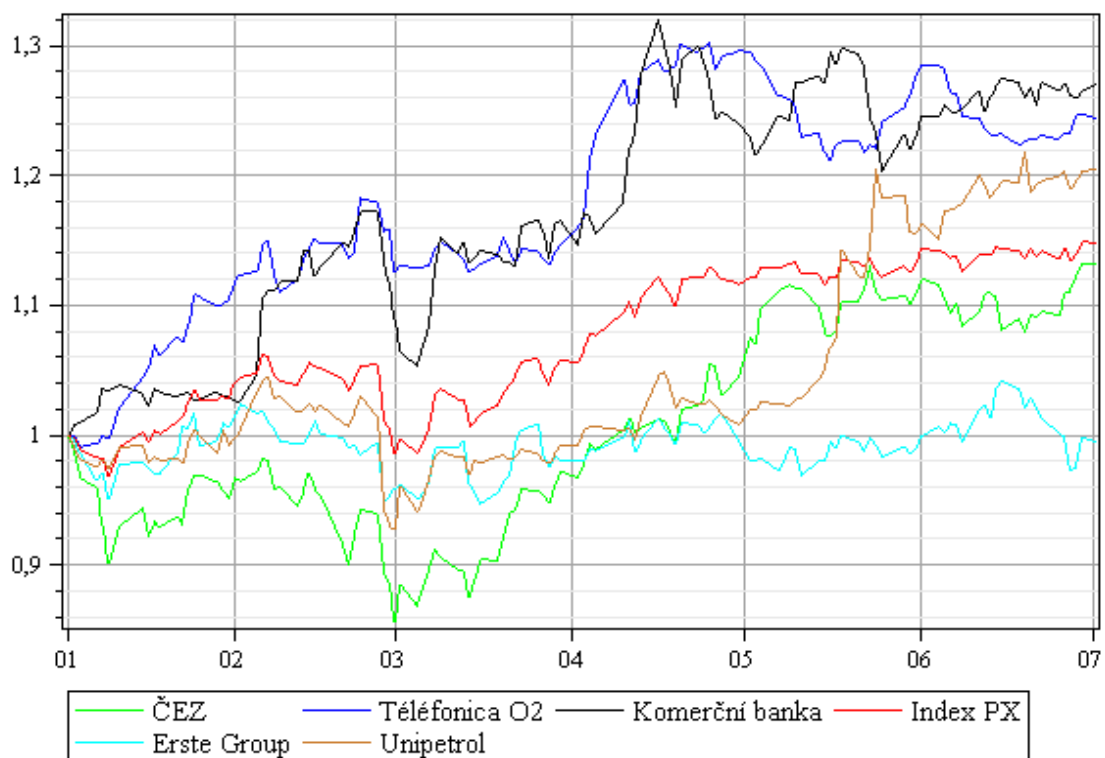
*Z jakého důvodu nebyl index PX v roce nijak výrazně závislý na hodnotách akcií společností UNIPETROL, a.s., Komerční banka, a.s. a Tělefonica O2 Czech Republic, a.s., když v roce 2007 taková závislost existovala?*

K zodpovězení této otázky lze využít Grafů č. 8 a č. 9 uvedených níže, které ukazují vývoj hodnot těchto titulů ve sledovaných obdobích, a poznatky z předchozího bodu diskuze, kde je řečeno, že index PX je nejvíce závislý na hodnotách akcií společnosti ČEZ, a.s. Porovnáme-li vývoj hodnot akcií těchto společností s vývojem hodnot akcií ČEZ, a.s. ve sledovaných časových intervalech, zjistíme následující fakta.

<sup>1</sup> **Zdroj:** www.bcpcp.cz + vlastně zpracované grafické znázornění.



**Graf č. 8** – Vývoj sledovaných titulů a indexu PX v druhé polovině roku 2006<sup>1</sup>



**Graf č. 9** – Vývoj sledovaných titulů a indexu PX v první polovině roku 2007<sup>1</sup>

<sup>1</sup> **Zdroj:** Vlastní zpracování

V roce 2006 jsou trendy vývoju těchto společností a společnosti ČEZ, a.s. výrazně odlišné. Pouze společnost UNIPETROL, a.s. vykazuje mírnou podobnost vývoje jako má společnost ČEZ, a.s. Proto je na něm podle mých výsledků ze všech uvažovaných titulů index PX nejvíce závislý.

Naproti tomu je vidět, že v roce 2007 jsou trendy většiny sledovaných titulů velmi podobné. Výjimkou je opět UNIPETROL, a.s., u kterého není podobnost tak výrazná. Proto je na něm podle mých výsledků ze všech uvažovaných titulů index PX nejméně závislý.

Lze tedy říci, že hodnoty akcií společnosti ČEZ, a.s. mají největší vliv na index PX. Proto, aby bylo možné odhalit závislost indexu PX na těchto titulech, musejí mít podobný vývoj hodnot jako tato společnost.

*Proč je závislost indexu PX na hodnotách akcií společnosti Erste Group Bank AG tak malá, když její procentuální váha na výpočet indexu PX je téměř 25%?*

Tady je vysvětlení jednoduché vývoj hodnot akcií společnosti Erste Group Bank AG byl v letech 2006 a 2007 významně odlišný od vývoju hodnot akcií všech ostatních titulů.

## **5.6 Aplikace procedury Prognóza pro odhad budoucích hodnot**

Proceduru Prognóza jsem aplikoval na pět časových intervalů, abych si ověřil, zda je vhodná pro odhad budoucích hodnot. Použil jsem dvě různé délky intervalů, a to půl roku a jeden měsíc. A to tak, že odhad jsem dělal na jeden měsíc, respektive na deset dnů.

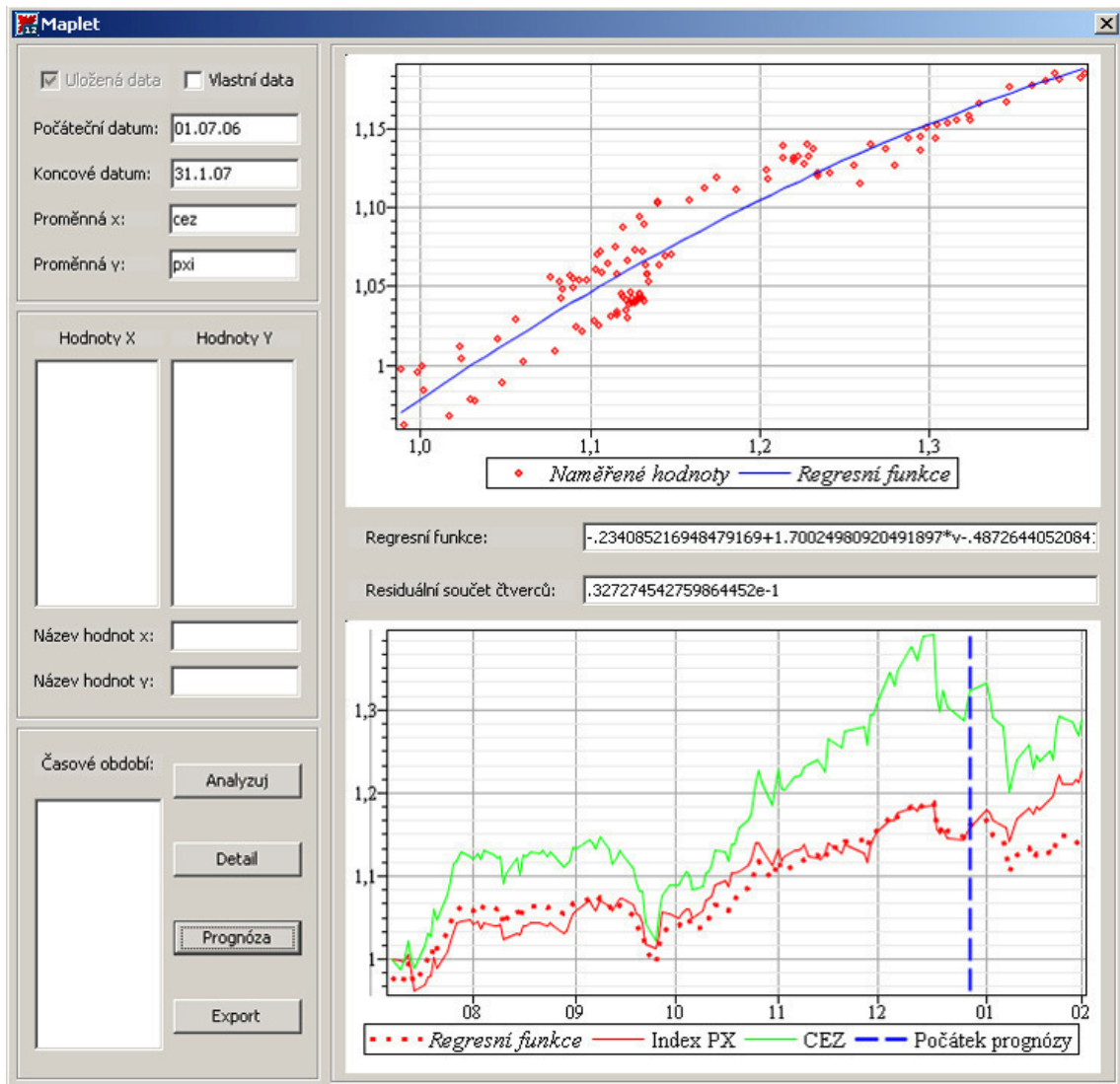
Využil jsem uložených hodnot, které z předešlé analýzy. Vybral jsem hodnoty akcií společnosti ČEZ, a.s., protože na tomto titulu jsem identifikoval největší závislost indexu PX.

### 5.6.1 Odhad budoucích hodnot pro interval 01.07.2006 – 31.12.2006

MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**  $y = -0.234085216948479169 + 1.70024980920491897 * v - 0.487264405208414132 * v^2$

**Reziduální součet čtverců:**  $RSS = 0.0327274542759864452$



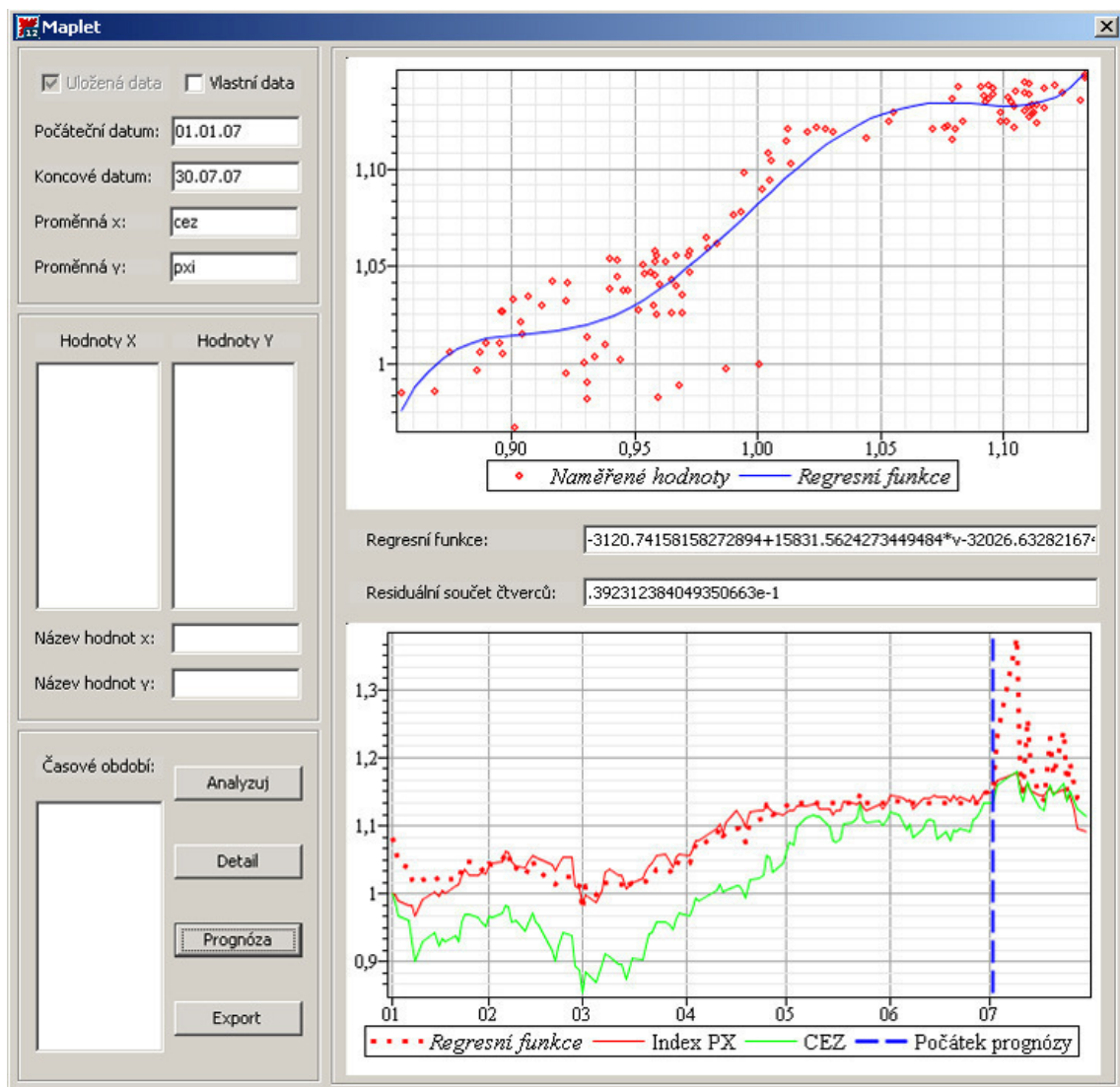
Obrázek č. 16 – Odhad budoucích hodnot pro interval 01.07.2006 – 31.12.2006

## 5.6.2 Odhad budoucích hodnot pro interval 01.01.2007 – 30.06.2007

MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**  $y = -3120.74158158272894 + 15831.5624273449484*v - 32026.6328216744951*v^2 + 32302.6835960870667*v^3 - 16243.7891771703708*v^4 + 3257.99974229632244*v^5$

**Reziduální součet čtverců:**  $RSS = 0.0392312384049350663$



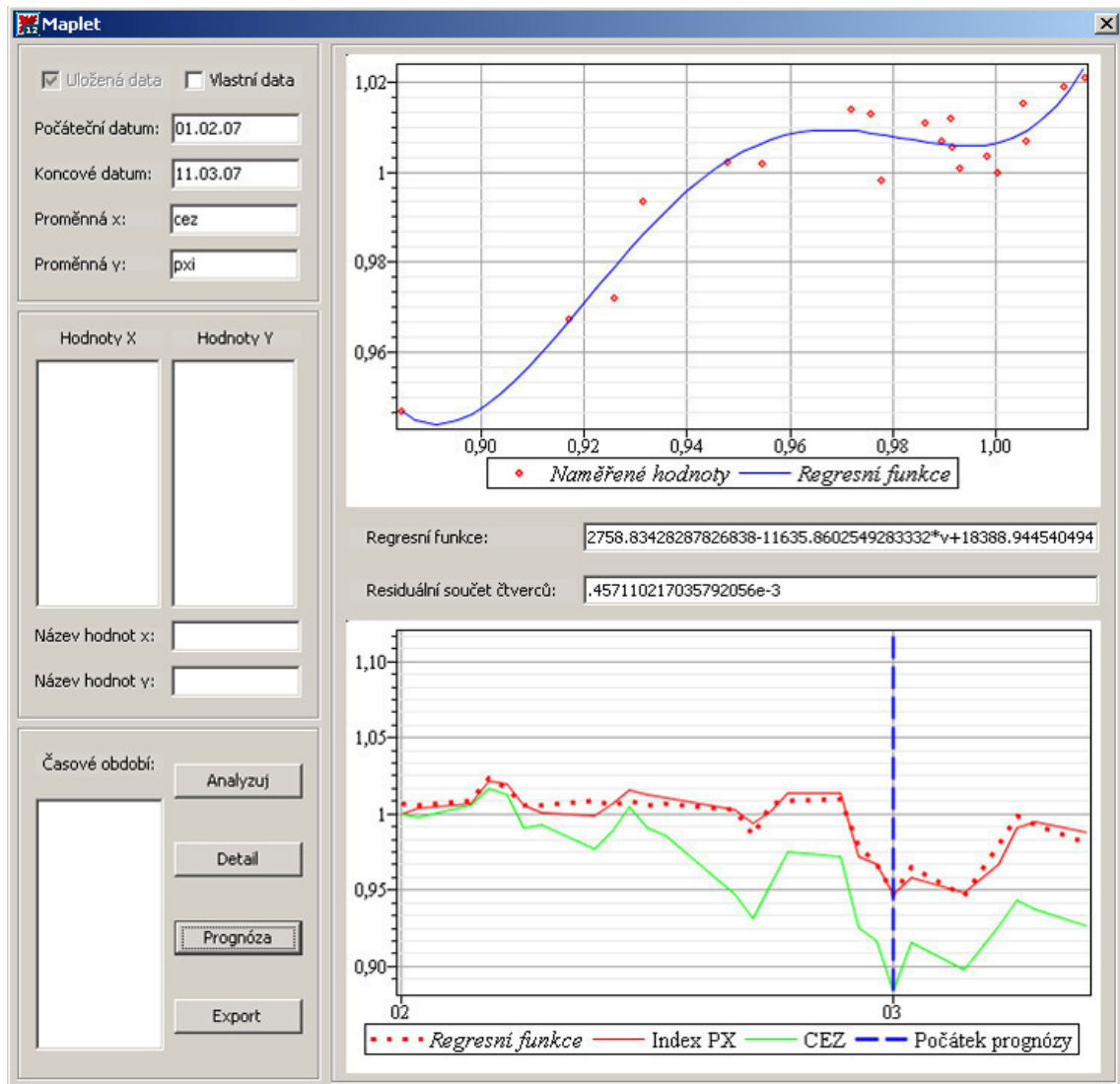
Obrázek č. 17 – Odhad budoucích hodnot pro interval 01.01.2007 – 30.06.2007

### 5.6.3 Odhad budoucích hodnot pro interval 01.02.2007 – 01.03.2007

MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**  $y = 2758.83428287826838 - 11635.8602549283332*v + 18388.9445404941616*v^2 - 12901.8957312876810*v^3 + 3390.9836377566152*v^4$

**Reziduální součet čtverců:**  $RSS = 0.000457110217035792056$



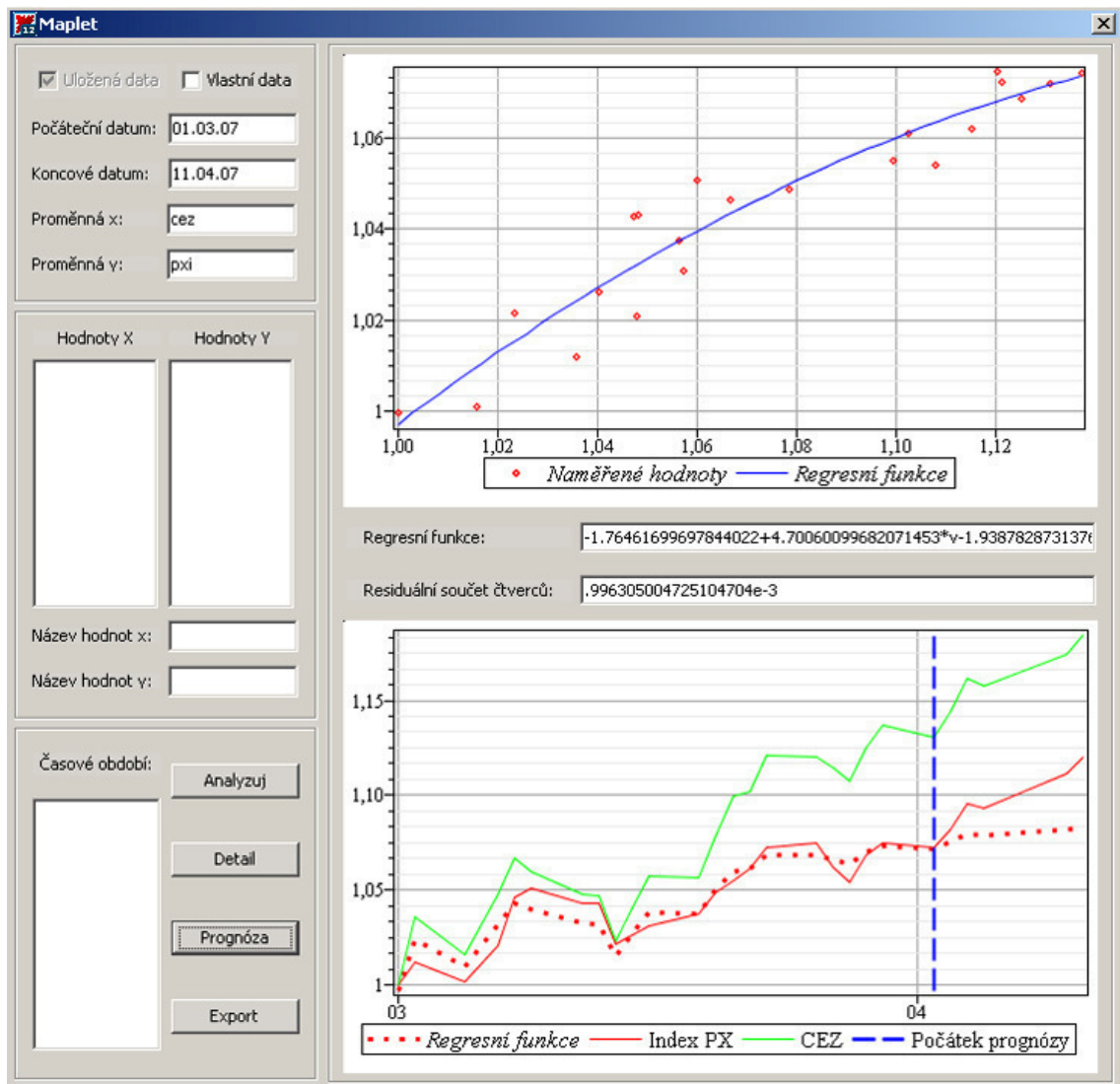
Obrázek č. 18 – Odhad budoucích hodnot pro interval 01.02.2007 – 01.03.2007

## 5.6.4 Odhad budoucích hodnot pro interval 01.03.2007 – 01.04.2007

MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**  $y = 1.76461699697844022 + 4.70060099682071453*v - 1.93878287313761777*v^2$

**Reziduální součet čtverců:**  $RSS = 0.000996305004725104704$



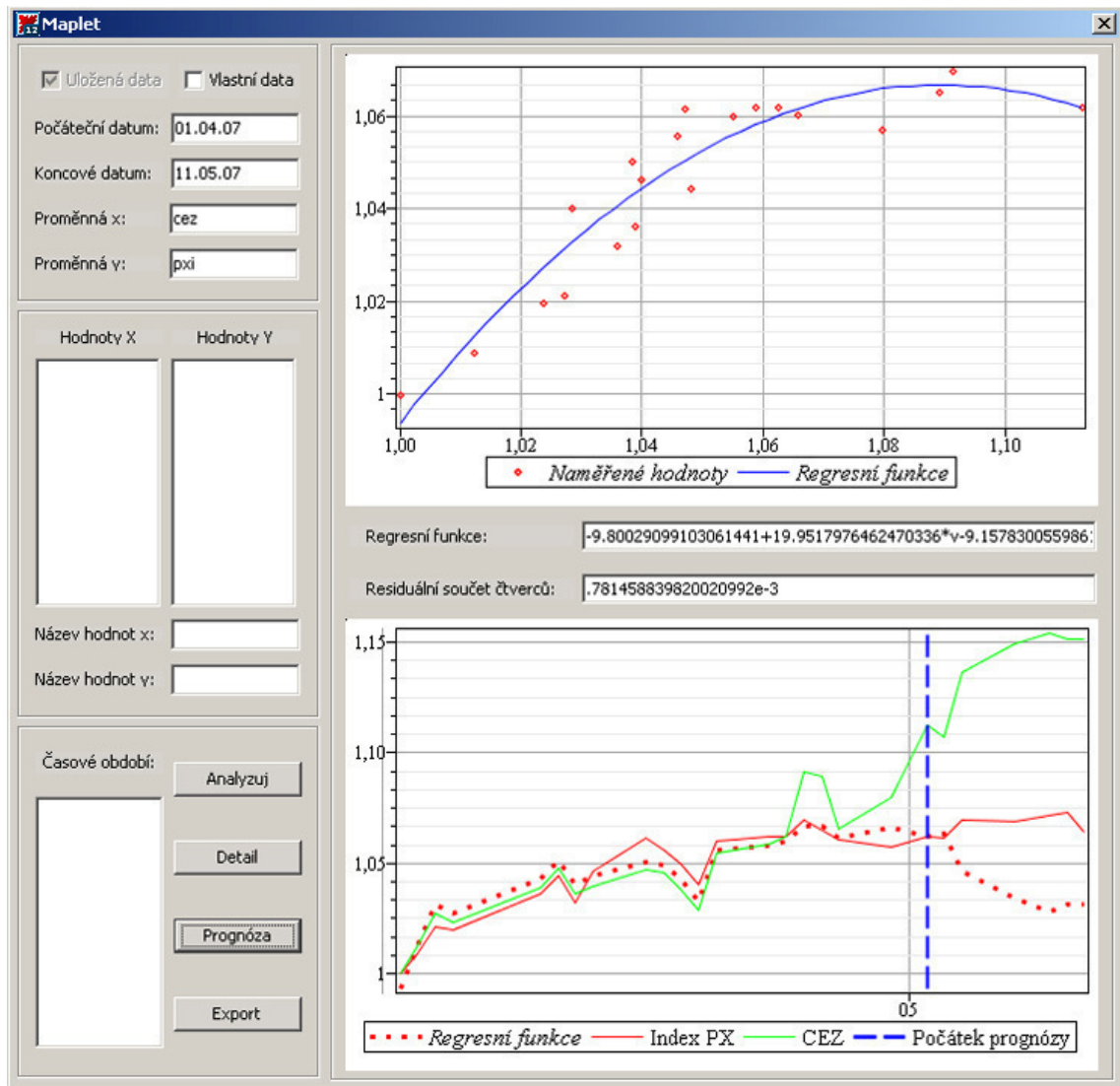
Obrázek č. 19 – Odhad budoucích hodnot pro interval 01.03.2007 – 01.04.2007

### 5.6.5 Odhad budoucích hodnot pro interval 01.04.2007 – 01.05.2007

MATEMATICKÝ MODEL DANÉ ZÁVISLOSTI:

**Regresní funkce:**  $y = -9.80029099103061441 + 19.9517976462470336*v - 9.15783005598612298*v^2$

**Reziduální součet čtverců:**  $RSS = 0.000781458839820020992$



Obrázek č. 20 – Odhad budoucích hodnot pro interval 01.04.2007 – 01.05.2007

### **5.6.6 Zhodnocení vhodnosti procedury Prognóza pro odhad budoucích hodnot**

Jak je vidět, pro zdrojová data v časovém intervalu o délce půl roku, je odhad budoucích hodnot získaný pomocí procedury Prognóza velmi nepřesný. Lze říci, že není vhodný ani pro odhad hodnot z nejbližší budoucnosti.

Naproti tomu pro zdrojová data v časovém intervalu o délce jednoho měsíce jsou výsledky viditelně uspokojivější, než v časovém intervalu o délce půl roku. Jeden odhad ze tří velmi přesně odhaduje budoucí hodnoty a jeden alespoň vykresluje správný trend (růst nebo pokles).

Z uvedených výsledků lze usoudit, že tato procedura není příliš vhodná pro odhady budoucích hodnot, pokud nebudou zařazeny další upřesňující podmínky při výpočtu regresních funkcí, protože ne všechny regresní funkce se hodí pro odhad budoucích hodnot.

## 6 ZÁVĚR

Hlavním cílem mé práce bylo zkonstruovat program v prostředí matematického softwaru Maple, produktu kanadské společnosti Maplesoft, Inc., který bude pomocí regresní analýzy matematicky modelovat vztahy mezi ekonomickými veličinami a především který budou schopni využívat i laičtí uživatelé (neznalí softwaru Maple) pomocí jednoduchých formulářových prvků a snadného importu dat z dostupných kancelářských aplikací.

Hlavního cíle jsem dosáhl splněním těchto dílčích cílů:

- a) Volba vhodného matematického, respektive statistického aparátu.
- b) Vytvoření vlastních algoritmů, které budou aplikovat tento aparát.
- c) Konstrukce interaktivního uživatelského rozhraní pro vytvořené algoritmy.

ad a) Volba vhodného matematického a statistického aparátu byla ponejvíce ovlivněna zkušenostmi a poznatky, které jsem získal při zpracování své bakalářské práce, proto jsem čerpal z týchž zdrojů.

ad b) Při plnění tohoto cíle jsem primárně vycházel z algoritmů vytvořených pro svou bakalářskou práci. Avšak tyto algoritmy musely být výrazně pozměněny, aby byly použitelné pro zpracování s interaktivním uživatelským rozhraním a tedy naplnily cíl diplomové práce. Navíc jsem vytvořil další dva algoritmy, jeden pro detailní zobrazení časových řad a druhý pro odhad budoucích hodnot.

ad c) Pomocí prvku `maplet` v systému Maple se mi podařilo navrhnout a zkonstruovat přehledné interaktivní uživatelské rozhraní, do kterého je možné importovat data z tradičních kancelářských aplikací. Toto rozhraní využívá formulářových prvků, jako jsou například textová pole, tlačítka nebo grafická pole, čímž je uživatelsky široce dostupné a snadno ovladatelné.

Vedlejším cílem bylo prověřit funkčnost programu na příkladu konkrétní kolekce ekonomických dat z finančního prostředí. Půjde o prověření hypotézy:

Existuje nějaká závislost mezi kontinuálním vývojem indexu PX a vývoji šesti nejvýznamnějších akciových titulů, se kterými se obchoduje na Burze cenných papírů Praha, a.s.: ČEZ, a.s., Telefónica O2 Czech Republic, a.s., UNIPETROL, a.s., Erste Group Bank AG a Komerční banka, a.s.

V průběhu mé práce se mi podařilo zjistit, že mnou formulovanou hypotézu lze potvrdit. Lze prokázat jisté závislosti několika výše uvedených titulů.

Takové závislosti existují v těchto případech:

- 1) Vývoj indexu PX je relativně velmi těsně závislý na vývoji hodnot akcií společnosti ČEZ. Důvodem je váha hodnoty jejích akcií na výpočet indexu PX, dlouhodobý pozitivní sentiment a důvěra v tento titul.
- 2) Lze identifikovat také závislost indexu PX na vývoji hodnot akcií společností Tělefonice O2, Komerční banka a UNIPETROL, ale to pouze v případě, že mají podobný trend vývoje hodnot, jako má společnost ČEZ.

Zjištění v bodech 1 a 2 jsem dosáhl splněním těchto dílčích cílů:

- d) Získání denních hodnot sledovaných ukazatelů.
- e) Tvorba konkrétních matematických modelů finančních veličin, jejich analýza a následná ekonomická interpretace.
- f) Aplikace procedury Prognóza pro odhad budoucích hodnot.

ad d) Denní hodnoty jednotlivých sledovaných ukazatelů jsem získal od svého bývalého zaměstnavatele společnosti Cyrrus, a.s.

ad e) Pro každou ze závislostí mezi sledovanými tituly jsem užitím mnou zkonstruovaného mapletu získal předpisy regresních funkcí pro tyto závislosti a jejich residuální součet čtverců. (jde o polynomicou lineární regresi<sup>1</sup>, přitom jeden z mnou vytvořených algoritmů doporučuje a vybírá i optimální stupeň polynomu). Dále se v tomto mapletu zobrazují dva grafické výstupy, které popisované závislosti vizualizují. Na jednom z nich jsou zachyceny naměřené hodnoty a jim odpovídající vypočtená regresní funkce. Na druhém jsou v korespondenci s časovou osou vyneseny naměřené hodnoty jednotlivých titulů a je proložen bodový graf izolovaných hodnot získaných z příslušné regresní funkce pro dané datum, jak je podrobně zachyceno v odstavci 5.5 (*Vytvoření matematických modelů a jejich matematická a ekonomická interpretace*). Pomocí těchto finálních výstupů a poznatků z kapitoly 4 (*Analýza problému a současné situace*) nebylo složité provést ekonomickou interpretaci dosažených výsledků viz. odstavec 5.5.13 (*Výsledná ekonomická interpretace vypočítaných modelů*).

ad f) Po aplikaci mnou zkonstruovaného algoritmu Prognóza jsem se pokusil vytvořit odhady budoucích hodnot indexu PX podle hodnot akcií společnosti ČEZ. Provedl jsem několik pokusů, ze kterých jsem zjistil, že takto vypočtené odhady nejsou významně přesné.

---

<sup>1</sup> Závislosti jsou modelovány polynomicou funkcí při lineárních parametrech funkce (v Maple předefinována funkce PolynomialFit).

## 7 SEZNAM ZKRATEK

<b>AIC</b>	<b>A</b> aiké's information criterion (Akaikeho informační kritérium)
<b>A<sub>k</sub></b>	Andělovo informační kritérium
<b>BIC</b>	<b>B</b> ayesian information criterion (Schwarzovo informační kritérium)
<b>ČR</b>	Česká republika
<b>EU</b>	Evropská únie
<b>HDP</b>	<b>H</b> rubý domácí produkt
<b>HQ</b>	<b>H</b> annan- <b>Q</b> uinn information criterion (Hannan-Quinovo informační kritérium)
<b>Index DAX</b>	<b>D</b> eutscher Aktienindex (Německý akciový index)
<b>KB</b>	<b>K</b> omerční banka, a.s.
<b>SPAD</b>	<b>S</b> ystém pro podporu trhu akcií a dluhopisů
<b>USA</b>	<b>U</b> nited States of America (Spojené státy americké)

## 8 SEZNAM DIAGRAMŮ, GRAFŮ, TABULEK A VZORCŮ

### 8.1 Diagramy

<b>Diagram č.1</b> – Procedura Datum. ....	48
<b>Diagram č.2</b> – Procedura Polynomy.....	49
<b>Diagram č.3</b> – Procedura Grafy.....	50
<b>Diagram č.4</b> – Procedura Formulář. ....	51
<b>Diagram č.5</b> – Procedura Analyzuj.....	52
<b>Diagram č.6</b> – Procedura Detail.....	53
<b>Diagram č.7</b> – Procedura Prognóza. ....	54

### 8.2 Grafy

<b>Graf č. 1</b> - Porovnání vývoje indexů pražské, frankfurtské a newyorské burzy v porovnání s vývojem ceny ropy v roce 2006.....	35
<b>Graf č. 2</b> – Vývoj směnných kurzů eura a dolaru vůči české koruně v roce 2006 .....	36
<b>Graf č. 3</b> - Porovnání vývoje indexů Pražské, Frankfurtské a New Yorské burzy v porovnání s vývojem ceny ropy v roce 2007 .....	38
<b>Graf č. 4</b> – Vývoj směnných kurzů eura a dolaru vůči české koruně v roce 2007 .....	40
<b>Graf č. 5</b> – Vývoj vybraných titulů pro rok 2006 .....	42
<b>Graf č. 6</b> – Vývoj vybraných titulů pro rok 2007. ....	44

<b>Graf č. 7</b> – Procentuální váha jednotlivých titulů na výpočet indexu PX na konci roku 2007. ....	79
<b>Graf č. 8</b> – Vývoj sledovaných titulů a indexu PX v druhé polovině roku 2006.....	80
<b>Graf č. 9</b> – Vývoj sledovaných titulů a indexu PX v první polovině roku 2007. ....	81

### **8.3 Obrázky**

<b>Obrázek č. 1</b> – Uživatelské rozhraní.....	56
<b>Obrázek č. 2</b> – Uživatelské rozhraní procedura Analyzuj pro uložená data .....	60
<b>Obrázek č. 3</b> – Uživatelské rozhraní procedura Analyzuj pro vlastní data .....	62
<b>Obrázek č. 4</b> – Uživatelské rozhraní procedura Detail pro uložená data .....	63
<b>Obrázek č. 5</b> – Uživatelské rozhraní procedura Prognóza .....	64
<b>Obrázek č. 6</b> – Závislost index PX na hodnotě akcií společnosti ČEZ,a.s. v roce 200667	
<b>Obrázek č. 7</b> – Závislost index PX na hodnotě akcií společnosti Komerční banka,a.s. v roce 2006.....	68
<b>Obrázek č. 8</b> – Závislost index PX na hodnotě akcií společnosti Erste Group v roce 2006 .....	69
<b>Obrázek č. 9</b> – Závislost index PX na hodnotě akcií společnosti Těléfonica 02 v roce 2006 .....	70
<b>Obrázek č. 10</b> – Závislost index PX na hodnotě akcií společnosti Unipetrol, a.s. v roce 2006 .....	71
<b>Obrázek č. 11</b> – Závislost index PX na hodnotě akcií společnosti ČEZ,a.s. v roce 2007 .....	73

<b>Obrázek č. 12</b> – Závislost index PX na hodnotě akcií společnosti Komerční banka,a.s. v roce 2007.....	74
<b>Obrázek č. 13</b> – Závislost index PX na hodnotě akcií společnosti Erste Group v roce 2007 .....	75
<b>Obrázek č. 14</b> – Závislost index PX na hodnotě akcií společnosti Těléfonica 02 v roce 2007 .....	76
<b>Obrázek č. 15</b> – Závislost index PX na hodnotě akcií společnosti Unipetrol, a.s. v roce 2007 .....	77
<b>Obrázek č. 16</b> – Odhad budoucích hodnot pro interval 01.07.2006 – 31.12.2006 .....	83
<b>Obrázek č. 17</b> – Odhad budoucích hodnot pro interval 01.01.2007 – 30.06.2007 .....	84
<b>Obrázek č. 18</b> – Odhad budoucích hodnot pro interval 01.02.2007 – 01.03.2007.....	85
<b>Obrázek č. 19</b> – Odhad budoucích hodnot pro interval 01.03.2007 – 01.04.2007.....	86
<b>Obrázek č. 20</b> – Odhad budoucích hodnot pro interval 01.04.2007 – 01.05.2007.....	87

## **8.4 Tabulky**

<b>Tabulka č. 1</b> Makroekonomická data v USA a EU v roce 2006 .....	34
<b>Tabulka č. 2</b> - Makroekonomická data v USA a v EU v roce 2007 .....	37
<b>Tabulka č. 3</b> – Makroekonomické údaje pro Českou republiku.....	41

## 8.5 Vzorce

Vzorec č. 1 – Metoda nejmenších čtverců .....	24
Vzorec č. 2 – Polynomická regrese .....	24
Vzorec č. 3 – Postup výpočtu parametrů.....	25
Vzorec č. 4 – Andělovo informační kritérium .....	26
Vzorec č. 5 – Upravené Andělovo informační kritérium.....	26
Vzorec č. 6 - Akaikeovo informační kritérium .....	26
Vzorec č. 7 – Schwarzovo informační kritérium .....	27
Vzorec č. 8 - Hannan-Quinnovo kritérium (HQ) .....	27

## 9 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ A LITERATURY

### 9.1 Tištěné zdroje

- 1) ANDĚL, Jiří. *Statistické metody*. 3. vyd. Praha : MATFYZPRESS, 2003. 299 s. ISBN 80-86732-08-8.
- 2) HINDLS, Richard, HRONOVÁ , Stanislava, SEGER, Jan. *Statistika pro ekonomy*. 5. vyd. Praha : Professional Publishing, 2004. 422 s. ISBN 80-86419-59-2.
- 3) HŘEBÍČEK, Jiří, KOHOUT, Jan, MEZNÍK, Ivan, Zuzana, CHVÁTALOVÁ. *Využití e-learningových nástrojů Maple při výuce matematického modelování*. In Zborník 28. konference VŠTEP. Žilina : EDIS, 2004. od s. 107-118. ISBN 80-8070-287-X.
- 4) HUŠEK, Roman. *Ekonometrická analýza*. 1. vyd. Praha : EKOPRESS, s.r.o., 1999. 306 s. ISBN 80-86119-19-X.
- 5) KAŇOK, Miloslav. *Statistické metody v managementu*. 1. vyd. Praha : Vydavatelství ČVUT, 2002. 242 s. ISBN 80-01-02539-X.
- 6) KROPÁČ, Jiří. *Statistika B : Jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, Regresní analýza, Časové řady*. 1. vyd. Brno : RNDr. Jiří Kropáč, 2007. 155 s. ISBN 80-214-3295-0.
- 7) LAUBER , Josef. *Programy pro matematické modelování*. 1. vyd. Praha : Vys. škola ekonom., 1993. 316 s. ISBN 80-7079-088-1.
- 8) MINAŘÍK, Bohumil. *Statistika III - pro ekonomy a manažery : Statistické srovnávání, Časové řady, Dodatek*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 1998. 156 s. ISBN 80-7157-189-X.
- 9) MUSÍLEK, Petr. *Trhy cenných papírů*. 1. vyd. Praha : Ekopress, 2002. 459 s. ISBN 80-861-1955-6.

- 10) REIF, Jiří. *Metody matematické statistiky*. 1. vyd. Plzeň : Západočeská univerzita v Plzni, 2002. 286 s. ISBN 80-7082-593-6.
- 11) ŽIGÁRDY, M. *Matematické modelování závislostí mezi ekonomickými veličinami*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2009. 66 s.

## 9.2 Elektronické zdroje

- 1) *Akcie online*:[online].c2010. [cit. 2010-02-03]. dostupné z: <<http://www.akcie.cz/>>
- 2) *Bloomberg.com*:[online].c2010. [cit. 2010-01-15].  
dostupné z: < <http://www.bloomberg.com/index.html?Intro=intro3>>
- 3) *Business News, Top Stories, International Business, Financial News & More | Reuters.com*:[online].c2010. [cit. 2010-01-04]. dostupné z:  
<<http://www.reuters.com/business>>
- 4) CHVÁTALOVÁ, Zuzana. *Malý Maple manuál*.[online]. [cit. 2010-01-11]. dostupné z: < [http://www.maplesoft.cz/sites/default/files/img/manual\\_chvatalova.pdf](http://www.maplesoft.cz/sites/default/files/img/manual_chvatalova.pdf) >
- 5) ŽÁK, Vladimír. *Matematické výpočty v systému Maple*.[online]. [cit. 2010-02-13].  
dostupné z: <<http://www.stud.fme.vutbr.cz/~yzakv100/maple/index.html>>

## 10 SEZNAM PŘÍLOH

- 1) **Program č. 1** - Knihovna se seznamy hodnot
- 2) **Program č. 2** - Knihovna s procedurami
- 3) **Program č. 3** - Maplet

## > Příloha č. 1 – Knihovna se seznamy hodnot

*# Tento sesit uklada denni hodnoty kurzu a mnozinu dat do knihovny 2007.mla v adresari lib. Cesta na mem pocitaci je "C:\Program Files\Maple 12\lib\2007.mla". Tutp cestu je treba zmenit # na konci dokumentu pokud se lisi od Vasi.*

*with(plots) : with(plottools) : with(stats) : with(Statistics) :*

> *march('open', "C:\Program Files\Maple 12\lib\2007.mla") :*

*vectors := proc( )*

*global pxi, datum, colour, nazev, po, ko, ers, kom, uni, cez, mor, tel, cet, zen;*

*nazev[pxi] := "Index PX";*

*nazev[kom] := "Komerční banka";*

*nazev[tel] := "Téléfonica O2";*

*nazev[ers] := "Erste Group";*

*nazev[uni] := "Unipetrol";*

*nazev[cez] := "CEZ";*

*nazev[mor] := "Philip Morris";*

*nazev[zen] := "Zentiva";*

*nazev[cet] := "CETV";*

*datum := ["29.12.05", "30.12.05", "03.01.06", "04.01.06", "05.01.06", "06.01.06", "09.01.06",  
"10.01.06", "11.01.06", "12.01.06", "17.01.06", "18.01.06", "19.01.06", "23.01.06", "24.01.06",  
"25.01.06", "26.01.06", "27.01.06", "30.01.06", "31.01.06", "01.02.06", "02.02.06", "03.02.06",  
"06.02.06", "07.02.06", "08.02.06", "09.02.06", "10.02.06", "13.02.06", "14.02.06", "15.02.06",  
"16.02.06", "17.02.06", "21.02.06", "22.02.06", "23.02.06", "24.02.06", "27.02.06", "28.02.06",  
"01.03.06", "02.03.06", "03.03.06", "06.03.06", "07.03.06", "08.03.06", "09.03.06", "10.03.06",  
"13.03.06", "14.03.06", "16.03.06", "17.03.06", "21.03.06", "23.03.06", "24.03.06", "27.03.06",  
"28.03.06", "29.03.06", "30.03.06", "31.03.06", "03.04.06", "04.04.06", "05.04.06", "06.04.06",  
"07.04.06", "10.04.06", "11.04.06", "12.04.06", "13.04.06", "18.04.06", "19.04.06", "20.04.06",  
"21.04.06", "24.04.06", "25.04.06", "26.04.06", "27.04.06", "28.04.06", "02.05.06", "03.05.06",  
"04.05.06", "05.05.06", "09.05.06", "10.05.06", "11.05.06", "12.05.06", "15.05.06", "16.05.06",  
"17.05.06", "18.05.06", "19.05.06", "22.05.06", "24.05.06", "25.05.06", "26.05.06", "30.05.06",  
"31.05.06", "01.06.06", "02.06.06", "05.06.06", "06.06.06", "07.06.06", "08.06.06", "09.06.06",  
"12.06.06", "13.06.06", "14.06.06", "15.06.06", "16.06.06", "19.06.06", "20.06.06", "21.06.06",  
"22.06.06", "23.06.06", "26.06.06", "28.06.06", "29.06.06", "30.06.06", "07.07.06", "10.07.06",  
"11.07.06", "12.07.06", "13.07.06", "14.07.06", "17.07.06", "18.07.06", "19.07.06", "20.07.06",  
"21.07.06", "24.07.06", "25.07.06", "26.07.06", "27.07.06", "28.07.06", "31.07.06", "01.08.06",  
"02.08.06", "03.08.06", "04.08.06", "07.08.06", "08.08.06", "09.08.06", "10.08.06", "11.08.06",  
"14.08.06", "15.08.06", "16.08.06", "17.08.06", "18.08.06", "21.08.06", "22.08.06", "23.08.06",  
"24.08.06", "25.08.06", "28.08.06", "29.08.06", "30.08.06", "31.08.06", "01.09.06", "05.09.06",  
"06.09.06", "07.09.06", "08.09.06", "11.09.06", "12.09.06", "13.09.06", "14.09.06", "15.09.06",  
"18.09.06", "19.09.06", "20.09.06", "21.09.06", "22.09.06", "25.09.06", "26.09.06", "27.09.06",  
"29.09.06", "02.10.06", "03.10.06", "04.10.06", "05.10.06", "06.10.06", "09.10.06", "10.10.06",*

"11.10.06", "12.10.06", "13.10.06", "16.10.06", "17.10.06", "18.10.06", "19.10.06", "20.10.06",  
"23.10.06", "24.10.06", "25.10.06", "26.10.06", "27.10.06", "30.10.06", "01.11.06", "02.11.06",  
"03.11.06", "06.11.06", "07.11.06", "08.11.06", "09.11.06", "10.11.06", "13.11.06", "14.11.06",  
"15.11.06", "16.11.06", "20.11.06", "21.11.06", "27.11.06", "28.11.06", "29.11.06", "30.11.06",  
"01.12.06", "05.12.06", "06.12.06", "07.12.06", "11.12.06", "12.12.06", "13.12.06", "14.12.06",  
"15.12.06", "18.12.06", "19.12.06", "20.12.06", "21.12.06", "22.12.06", "27.12.06", "28.12.06",  
"29.12.06", "03.01.07", "04.01.07", "05.01.07", "08.01.07", "09.01.07", "10.01.07", "12.01.07",  
"16.01.07", "17.01.07", "18.01.07", "19.01.07", "22.01.07", "23.01.07", "24.01.07", "25.01.07",  
"26.01.07", "29.01.07", "30.01.07", "31.01.07", "01.02.07", "02.02.07", "05.02.07", "06.02.07",  
"07.02.07", "08.02.07", "09.02.07", "12.02.07", "13.02.07", "14.02.07", "15.02.07", "16.02.07",  
"20.02.07", "21.02.07", "22.02.07", "23.02.07", "26.02.07", "27.02.07", "28.02.07", "01.03.07",  
"02.03.07", "05.03.07", "07.03.07", "08.03.07", "09.03.07", "12.03.07", "13.03.07", "14.03.07",  
"15.03.07", "16.03.07", "19.03.07", "20.03.07", "21.03.07", "22.03.07", "23.03.07", "26.03.07",  
"27.03.07", "28.03.07", "29.03.07", "30.03.07", "02.04.07", "03.04.07", "04.04.07", "05.04.07",  
"10.04.07", "11.04.07", "12.04.07", "13.04.07", "16.04.07", "17.04.07", "18.04.07", "19.04.07",  
"20.04.07", "23.04.07", "24.04.07", "25.04.07", "26.04.07", "27.04.07", "30.04.07", "02.05.07",  
"03.05.07", "04.05.07", "07.05.07", "09.05.07", "10.05.07", "11.05.07", "14.05.07", "15.05.07",  
"16.05.07", "17.05.07", "18.05.07", "21.05.07", "22.05.07", "23.05.07", "24.05.07", "25.05.07",  
"29.05.07", "30.05.07", "31.05.07", "01.06.07", "04.06.07", "05.06.07", "06.06.07", "07.06.07",  
"08.06.07", "11.06.07", "12.06.07", "13.06.07", "14.06.07", "15.06.07", "18.06.07", "19.06.07",  
"20.06.07", "21.06.07", "22.06.07", "25.06.07", "26.06.07", "27.06.07", "28.06.07", "29.06.07",  
"02.07.07", "03.07.07", "09.07.07", "10.07.07", "11.07.07", "12.07.07", "13.07.07", "16.07.07",  
"17.07.07", "18.07.07", "19.07.07", "20.07.07", "23.07.07", "24.07.07", "25.07.07", "26.07.07",  
"27.07.07", "30.07.07", "31.07.07", "01.08.07", "02.08.07", "03.08.07", "06.08.07", "07.08.07",  
"08.08.07", "09.08.07", "10.08.07", "13.08.07", "14.08.07", "15.08.07", "17.08.07", "20.08.07",  
"21.08.07", "22.08.07", "23.08.07", "24.08.07", "27.08.07", "28.08.07", "30.08.07", "31.08.07",  
"04.09.07", "06.09.07", "07.09.07", "10.09.07", "13.09.07", "14.09.07", "17.09.07", "18.09.07",  
"19.09.07", "20.09.07", "21.09.07", "24.09.07", "25.09.07", "26.09.07", "27.09.07", "01.10.07",  
"02.10.07", "03.10.07", "04.10.07", "05.10.07", "08.10.07", "09.10.07", "10.10.07", "11.10.07",  
"12.10.07", "15.10.07", "16.10.07", "17.10.07", "18.10.07", "19.10.07", "22.10.07", "23.10.07",  
"24.10.07", "25.10.07", "26.10.07", "29.10.07", "30.10.07", "31.10.07", "01.11.07", "05.11.07",  
"06.11.07", "08.11.07", "09.11.07", "12.11.07", "13.11.07", "15.11.07", "16.11.07", "19.11.07",  
"20.11.07", "21.11.07", "23.11.07", "26.11.07", "27.11.07", "29.11.07", "30.11.07", "03.12.07",  
"04.12.07", "05.12.07", "07.12.07", "10.12.07", "11.12.07", "12.12.07", "13.12.07", "14.12.07",  
"17.12.07", "18.12.07", "19.12.07", "20.12.07", "21.12.07", "27.12.07", "28.12.07"] :

$p_{xi} := [1476, 1473, 1494.2, 1496.1, 1498.6, 1509.4, 1527.2, 1516.5, 1517.3, 1513.9, 1517.5, 1498.4,$   
1516.6, 1518.4, 1522.2, 1529.2, 1513.8, 1517.6, 1524.1, 1521.2, 1516.5, 1527.6, 1519.4, 1529.1,  
1530.4, 1526.8, 1524.6, 1518.5, 1522.8, 1514.5, 1518.9, 1531.5, 1546.2, 1576.4, 1561.5, 1566.2,  
1573.4, 1584.4, 1547.5, 1558.2, 1541.8, 1559.8, 1558.9, 1525.9, 1506.8, 1517.1, 1510.8, 1529.1,  
1506.2, 1538.4, 1539.7, 1544.3, 1544.9, 1538.5, 1535.7, 1527.1, 1516.4, 1530.5, 1523.9, 1532.2,  
1534.5, 1538.7, 1546.4, 1549.6, 1536.8, 1518.1, 1516.6, 1509.6, 1513, 1533.8, 1547.9, 1550.9,  
1546.1, 1543.3, 1547.7, 1514.9, 1493.7, 1477, 1473.7, 1496.2, 1513.9, 1532.9, 1535.4, 1538.2,  
1513.5, 1469.9, 1475.7, 1463.1, 1440, 1430.7, 1345.7, 1319.9, 1355.3, 1390.3, 1353.6, 1328.7,  
1347.7, 1370.4, 1363.6, 1340.7, 1300.8, 1249.5, 1233.2, 1203.1, 1166.6, 1190, 1276.9, 1278.3,  
1309.4, 1314.4, 1315, 1304.6, 1291.4, 1311, 1321, 1346.3, 1390.4, 1371.6, 1369.3, 1366.2, 1378.8,  
1351.4, 1320.9, 1328.4, 1341.4, 1343.8, 1375.4, 1356.9, 1385, 1402, 1417, 1431.8, 1434.5, 1436.1,  
1428.9, 1434.4, 1420.9, 1431, 1427.9, 1426.2, 1430.2, 1405.5, 1407.3, 1413.5, 1411.8, 1426.6,  
1427.4, 1431, 1431.3, 1428.5, 1426.9, 1431.1, 1427.7, 1414.8, 1419.5, 1434.3, 1445.5, 1452.4,  
1467.8, 1459.3, 1451.8, 1469.4, 1460.1, 1452.4, 1463.7, 1471.7, 1472.4, 1460.9, 1445.9, 1445,

1431.1, 1396.1, 1389.3, 1412.9, 1448.7, 1447.5, 1439.9, 1446.6, 1453.4, 1455.2, 1439.1, 1450.5, 1468.6, 1471, 1475.4, 1494.5, 1501.4, 1491.8, 1514.6, 1513.6, 1516.1, 1526, 1535.2, 1562.4, 1564.5, 1552.8, 1525.1, 1553.3, 1534.7, 1542.1, 1550.1, 1552.1, 1554.2, 1561, 1540.1, 1539.7, 1536.3, 1547.2, 1564.5, 1545.9, 1560.6, 1546.4, 1530, 1559.5, 1570.6, 1582.2, 1600.4, 1599.8, 1614.1, 1620.9, 1619.6, 1615.1, 1625.3, 1622.5, 1626.1, 1584.8, 1578.6, 1585.3, 1569.8, 1569.6, 1582, 1588.9, 1617.9, 1614.2, 1599.9, 1590.9, 1589.3, 1565.3, 1602.6, 1621.9, 1609.9, 1624.2, 1618.9, 1634.5, 1640.7, 1659.8, 1675.4, 1660.9, 1661.3, 1667.1, 1663.4, 1682.7, 1688.7, 1694.4, 1718.4, 1714.9, 1692.1, 1684.7, 1679.9, 1694.3, 1708.9, 1703.2, 1701.3, 1686.6, 1672.2, 1686, 1704.8, 1706.2, 1635.8, 1628, 1593.6, 1613, 1595.7, 1626.9, 1667.6, 1674.7, 1662.6, 1661.8, 1628.4, 1635.8, 1643.2, 1653.7, 1671.3, 1681.4, 1691, 1708.9, 1712.7, 1692.8, 1680.1, 1703.2, 1712.2, 1708.7, 1723.8, 1745.2, 1742.2, 1770.9, 1784.8, 1763.6, 1788.1, 1814.1, 1804, 1794.4, 1777.2, 1811.5, 1814.6, 1814.4, 1828, 1820, 1812, 1806.3, 1814.9, 1813.9, 1827.4, 1826.3, 1831.6, 1833.6, 1818.5, 1819.6, 1805.4, 1816.2, 1814.4, 1836, 1832.6, 1828.3, 1838.2, 1823.9, 1815.4, 1829, 1820.2, 1833.2, 1850.5, 1848.1, 1845.2, 1838.5, 1840.7, 1820.3, 1842.6, 1844.6, 1842.6, 1853.1, 1849.6, 1848.7, 1838.5, 1850.5, 1841.3, 1847.6, 1836.9, 1851.4, 1834.5, 1843.6, 1859.1, 1857, 1886.9, 1903.8, 1879.7, 1863.2, 1880.4, 1863.4, 1850.3, 1852.8, 1864, 1870.3, 1854.9, 1866.1, 1841.6, 1851.6, 1815.4, 1771.4, 1764.7, 1789.8, 1747.8, 1768.4, 1772.3, 1755.2, 1770.4, 1808.2, 1774.6, 1750.6, 1783.6, 1775.1, 1749.7, 1688.1, 1691, 1697.5, 1734, 1750, 1767.1, 1787.7, 1773.9, 1771.3, 1789.3, 1812.1, 1776.2, 1762.4, 1757.5, 1770.2, 1761.9, 1747.8, 1750.8, 1780.7, 1790.9, 1793.8, 1792.1, 1802.9, 1825.3, 1816.3, 1828.8, 1845.5, 1835.1, 1862.7, 1881.5, 1896.1, 1883.4, 1881, 1900.7, 1898.8, 1908.3, 1886.3, 1892.2, 1886, 1876.1, 1848.4, 1867.6, 1872.6, 1884.6, 1910.1, 1936.1, 1913.4, 1908.3, 1925.5, 1888.6, 1903.3, 1860.9, 1832.1, 1820.5, 1811.1, 1797.4, 1793.8, 1770.6, 1767.1, 1728.2, 1767.9, 1771.1, 1737.7, 1757.6, 1774.1, 1766.9, 1756.6, 1778.8, 1842.7, 1855.8, 1839.4, 1842.6, 1805.8, 1804.3, 1771.8, 1796.7, 1782.8, 1794.6, 1769, 1818.2, 1815.1]

;

*ers* := [1348, 1361, 1358, 1370, 1357, 1385, 1384, 1374, 1365, 1352, 1336, 1344, 1353, 1383, 1389, 1374, 1374, 1383, 1396, 1401, 1387, 1385, 1386, 1384, 1381, 1416, 1423, 1434, 1426, 1412, 1425, 1409, 1377, 1389, 1381, 1388, 1400, 1428, 1435, 1434, 1412, 1366, 1338, 1331, 1313, 1328, 1266, 1229, 1264, 1280, 1272, 1250, 1266, 1300, 1299, 1262, 1217, 1205, 1183, 1170, 1130, 1157, 1200, 1173, 1208, 1203, 1215, 1216, 1213, 1217, 1203, 1222, 1268, 1269, 1270, 1251, 1256, 1248, 1232, 1214, 1219, 1224, 1248, 1214, 1232, 1257, 1283, 1289, 1298, 1286, 1278, 1279, 1265, 1279, 1280, 1288, 1285, 1281, 1281, 1276, 1283, 1307, 1308, 1307, 1311, 1290, 1295, 1293, 1296, 1295, 1306, 1333, 1328, 1338, 1334, 1333, 1316, 1329, 1312, 1319, 1330, 1331, 1346, 1354, 1345, 1337, 1344, 1316, 1309, 1324, 1394, 1405, 1382, 1377, 1383, 1409, 1393, 1407, 1437, 1445, 1450, 1463, 1480, 1472, 1501, 1503, 1492, 1513, 1533, 1557, 1541, 1533, 1485, 1495, 1478, 1487, 1479, 1471, 1485, 1515, 1510, 1517, 1510, 1538, 1546, 1534, 1549, 1505, 1490, 1523, 1558, 1582, 1592, 1605, 1620, 1599, 1605, 1606, 1614, 1608, 1619, 1604, 1602, 1611, 1591, 1597, 1606, 1601, 1501, 1503, 1492, 1513, 1533, 1557, 1541, 1533, 1485, 1495, 1478, 1487, 1479, 1471, 1485, 1515, 1510, 1517, 1510, 1538, 1546, 1534, 1549, 1505, 1490, 1523, 1558, 1582, 1592, 1605, 1620, 1599, 1605, 1606, 1614, 1608, 1619, 1604, 1602, 1611, 1591, 1597, 1606, 1601, 1670, 1664, 1647, 1612, 1622, 1587, 1633, 1634, 1627, 1621, 1621, 1646, 1682, 1678, 1700, 1655, 1663, 1685, 1679, 1695, 1711, 1697, 1701, 1685, 1677, 1661, 1659, 1659, 1671, 1689, 1672, 1667, 1654, 1658, 1644, 1660, 1582, 1591, 1601, 1606, 1587, 1608, 1653, 1654, 1653, 1662, 1607, 1596, 1581, 1596, 1610, 1618, 1659, 1676, 1685, 1644, 1628, 1644, 1636, 1636, 1638, 1653, 1650, 1667, 1689, 1647, 1663, 1690, 1680, 1672, 1657, 1686, 1683, 1672, 1680, 1692, 1699, 1663, 1637, 1637, 1641, 1624, 1654, 1651, 1617, 1637, 1637, 1662, 1652, 1669, 1662, 1650, 1666, 1657, 1643, 1655, 1645, 1652, 1669, 1680, 1674, 1686, 1684, 1661, 1702, 1708, 1691, 1729, 1741, 1730, 1705, 1719, 1705, 1691, 1672, 1667, 1624, 1629, 1667, 1660, 1669, 1692, 1673, 1640, 1628, 1622, 1622, 1622, 1620, 1608, 1597, 1600, 1590, 1601, 1542, 1498, 1486, 1552, 1520, 1557, 1539, 1512, 1523, 1554, 1525, 1494, 1525, 1528, 1507, 1425, 1419, 1398, 1423, 1455, 1474, 1506, 1485, 1433, 1463, 1521, 1479, 1449, 1447, 1477, 1457, 1428, 1432,

1512, 1529, 1522, 1488, 1486, 1491, 1490, 1492, 1530, 1533, 1583, 1609, 1597, 1581, 1586, 1593, 1592, 1602, 1571, 1573, 1569, 1574, 1542, 1551, 1536, 1528, 1533, 1539, 1512, 1517, 1510, 1423, 1433, 1372, 1336, 1345, 1373, 1299, 1312, 1252, 1250, 1202, 1203, 1212, 1175, 1266, 1317, 1307, 1258, 1269, 1333, 1333, 1304, 1305, 1246, 1253, 1217, 1245, 1249, 1245, 1264, 1293, 1301 ] :

*kom* := [3450, 3441, 3490, 3512, 3548, 3618, 3663, 3629, 3655, 3617, 3590, 3531, 3569, 3561, 3568, 3530, 3490, 3519, 3513, 3433, 3396, 3390, 3386, 3407, 3396, 3381, 3398, 3397, 3380, 3326, 3366, 3388, 3408, 3491, 3454, 3486, 3477, 3534, 3392, 3406, 3378, 3426, 3412, 3369, 3332, 3330, 3300, 3298, 3219, 3303, 3281, 3277, 3238, 3245, 3242, 3237, 3257, 3296, 3285, 3334, 3374, 3385, 3421, 3446, 3413, 3423, 3410, 3386, 3441, 3452, 3470, 3454, 3492, 3499, 3616, 3544, 3577, 3540, 3557, 3583, 3578, 3613, 3631, 3642, 3594, 3472, 3521, 3486, 3447, 3391, 3161, 3057, 3112, 3167, 3147, 3095, 3126, 3232, 3210, 3150, 3056, 2909, 2815, 2829, 2832, 2825, 3138, 3177, 3255, 3297, 3242, 3164, 3118, 3122, 3188, 3192, 3262, 3178, 3184, 3207, 3223, 3102, 2977, 3027, 3040, 3074, 3164, 3163, 3224, 3242, 3218, 3250, 3237, 3277, 3265, 3290, 3255, 3310, 3315, 3307, 3337, 3324, 3343, 3332, 3324, 3341, 3380, 3360, 3367, 3356, 3361, 3372, 3358, 3273, 3262, 3271, 3307, 3332, 3377, 3330, 3355, 3423, 3426, 3382, 3437, 3457, 3420, 3375, 3356, 3322, 3310, 3221, 3245, 3306, 3365, 3308, 3311, 3334, 3342, 3331, 3288, 3325, 3332, 3338, 3315, 3428, 3459, 3416, 3453, 3433, 3436, 3426, 3421, 3454, 3463, 3428, 3409, 3450, 3414, 3444, 3472, 3488, 3503, 3413, 3312, 3272, 3266, 3278, 3267, 3149, 3154, 3214, 3141, 3165, 3147, 3136, 3137, 3167, 3190, 3195, 3198, 3184, 3192, 3170, 3168, 3135, 3143, 3105, 3085, 3095, 3108, 3099, 3127, 3151, 3157, 3183, 3240, 3233, 3248, 3227, 3198, 3241, 3229, 3219, 3224, 3230, 3210, 3213, 3231, 3220, 3221, 3210, 3208, 3272, 3461, 3478, 3478, 3497, 3498, 3572, 3574, 3509, 3532, 3591, 3580, 3619, 3665, 3667, 3548, 3495, 3404, 3327, 3294, 3392, 3529, 3606, 3563, 3593, 3541, 3553, 3572, 3564, 3544, 3543, 3532, 3630, 3647, 3614, 3552, 3635, 3645, 3586, 3664, 3653, 3610, 3688, 3818, 3858, 3995, 4131, 4064, 4013, 3914, 4032, 4063, 4021, 3979, 3888, 3906, 3879, 3845, 3801, 3825, 3898, 3885, 3979, 3976, 3993, 3976, 4052, 4021, 4058, 4044, 4012, 3895, 3854, 3764, 3852, 3814, 3848, 3896, 3893, 3922, 3908, 3905, 3913, 3957, 3907, 3942, 3967, 3988, 3976, 3938, 3964, 3920, 3977, 3956, 3977, 3945, 3939, 3954, 3977, 4105, 4151, 4152, 4184, 4212, 4154, 4155, 4193, 4231, 4249, 4173, 4210, 4152, 4197, 4157, 4088, 4072, 4096, 3933, 3950, 3973, 3907, 3980, 4187, 4098, 4020, 4010, 3998, 3952, 3801, 3729, 3811, 3878, 3938, 4052, 4131, 4133, 4298, 4408, 4396, 4373, 4303, 4216, 4184, 4173, 4195, 4188, 4248, 4261, 4288, 4344, 4382, 4401, 4496, 4478, 4458, 4319, 4369, 4441, 4498, 4495, 4459, 4509, 4465, 4396, 4293, 4326, 4292, 4230, 4236, 4295, 4280, 4242, 4239, 4294, 4316, 4273, 4300, 4175, 4208, 4266, 4274, 4216, 4239, 4261, 4257, 4271, 4133, 4030, 4047, 4052, 3953, 3986, 4035, 3987, 3921, 4008, 4266, 4360, 4301, 4322, 4235, 4267, 4133, 4142, 4177, 4212, 4186, 4343, 4390 ] :

*mor* := [18201, 18251, 18103, 17986, 18046, 18266, 18463, 18450, 18425, 17961, 18302, 18210, 18260, 18275, 18215, 18230, 18186, 18120, 18170, 18285, 18290, 18255, 18345, 18353, 18275, 18250, 18161, 18115, 18041, 17863, 18376, 18366, 18470, 18583, 18275, 18388, 17996, 17996, 18065, 17951, 17688, 17723, 17611, 17059, 16840, 17129, 17031, 17250, 16981, 17512, 17821, 17240, 16977, 16515, 16656, 16403, 16036, 16078, 16072, 16088, 16366, 16459, 16586, 16720, 16211, 15880, 15000, 14960, 14745, 14925, 15251, 14862, 14556, 14531, 14525, 14393, 14075, 13695, 13171, 13611, 14176, 14216, 13505, 12928, 12725, 12576, 12751, 12576, 12301, 11691, 10276, 10845, 11545, 11976, 12176, 12251, 12475, 12625, 12603, 12449, 12421, 12416, 12426, 12290, 12326, 12458, 12351, 12385, 12351, 12415, 12426, 12444, 11671, 11821, 11903, 11968, 12285, 11925, 11855, 11739, 11786, 11708, 11576, 11618, 11751, 11812, 12021, 12050, 12050, 12080, 11965, 12065, 12070, 12445, 12378, 12416, 12410, 12216, 12151, 12140, 12201, 12038, 11476, 10870, 10915, 10690, 10850, 10945, 10811, 10840, 10863, 10913, 9981, 9374, 8873, 9051, 9245, 9350, 9290, 9295, 9201, 9351, 9355, 9666, 9510, 9535, 9555, 9533, 9470, 9480, 9551, 9525, 9513, 9586, 9786, 9828, 9725, 9825, 9865, 9981, 10211, 10435, 10525, 10576, 10751, 11030, 11060, 10715, 10924, 11045, 11001, 11105, 11349, 11743, 11868, 11781, 11701, 11581, 11330, 11326, 11447, 11501, 11525, 11766, 11693, 11601, 11833, 11748, 11543, 10944, 10755, 10761, 10825, 10850, 10862, 10885, 11265, 11250, 11451, 11375, 11324, 11063, 11090, 11292, 11242,

10923, 10915, 10853, 10726, 10741, 10591, 10840, 11528, 11500, 11816, 11900, 11976, 11720, 11396, 11475, 11463, 11408, 11273, 11251, 11216, 11221, 10854, 10855, 11142, 11100, 11095, 11270, 11411, 11538, 11524, 11411, 11100, 11111, 11076, 10931, 11016, 11050, 11110, 11040, 10955, 11090, 11225, 11180, 10945, 11126, 10971, 10937, 10806, 10971, 10986, 10905, 10845, 10601, 10447, 10513, 10531, 10556, 10556, 10591, 10428, 9713, 9908, 9796, 9467, 9455, 9640, 9725, 9801, 9803, 9880, 9825, 9772, 9863, 9425, 9676, 9675, 9907, 9500, 9650, 9716, 10145, 10010, 10013, 10015, 10035, 10110, 10361, 10470, 10431, 10485, 10705, 10638, 10836, 11186, 11251, 11025, 10996, 10976, 11001, 10875, 10855, 10810, 10815, 10685, 10513, 10618, 10653, 10525, 10500, 10515, 10446, 10488, 10438, 10621, 10540, 10801, 10855, 10801, 10850, 10813, 10761, 10828, 10866, 11001, 11026, 11050, 11026, 11050, 10946, 10612, 10626, 10593, 10583, 10518, 10520, 10437, 10450, 10450, 10375, 10050, 10088, 10130, 10025, 10050, 10086, 10001, 10090, 10099, 9860, 9860, 9690, 9326, 9275, 9280, 9315, 9131, 8991, 9055, 8851, 9241, 9176, 9305, 9788, 9915, 9777, 9756, 9720, 9576, 9768, 9875, 10226, 10008, 9812, 9826, 9926, 9976, 9946, 9803, 9910, 9920, 9875, 9735, 9781, 9776, 9751, 9738, 9786, 9586, 9791, 9846, 9777, 9666, 9576, 9850, 9934, 9880, 9720, 9840, 9750, 9777, 9827, 9681, 9633, 9711, 9721, 9110, 9203, 9221, 9130, 9275, 9151, 8841, 8996, 8803, 8826, 8678, 8731, 8616, 8526, 8071, 8100, 8085, 8075, 8178, 8220, 8181, 8090, 7820, 7696, 7601, 7505, 7710, 7690, 7601, 7740, 7865, 7815 ] :

*tel* := [ 526, 524.5, 535.2, 537.1, 537.4, 537.7, 547.6, 539, 536.9, 532, 533.3, 527.5, 537.6, 531.3, 532.6, 528.8, 530, 528.8, 529.8, 528.9, 524.8, 523.8, 521.6, 521.3, 521.5, 520, 518.5, 518, 520.3, 519.1, 518.8, 519.8, 523.8, 534.2, 534, 534.5, 542.5, 539.6, 528.5, 542.5, 539.9, 536.6, 538.4, 523.5, 519.6, 520.1, 517.6, 523, 515.5, 520.5, 518.1, 521, 520.5, 518.5, 519.5, 518.4, 512.8, 515, 501.3, 502.7, 503.4, 501.7, 498.6, 502.5, 499.8, 493.6, 492, 492.4, 492.9, 497, 504.1, 506.1, 507.6, 506, 507.9, 502.5, 495.2, 492.5, 491.8, 498.8, 503.8, 508.3, 506.3, 506.7, 505, 495.5, 495.5, 490.2, 479.2, 471.6, 438.7, 459.1, 468.8, 479.5, 463.5, 456.1, 451.3, 458.2, 464.3, 466.5, 460.4, 435.2, 432.8, 421, 417.2, 425.3, 451.5, 448.5, 456.1, 459.5, 458.9, 454.2, 452.5, 455, 463, 466.1, 478.7, 475.7, 474.8, 474.2, 474.5, 465.6, 453, 455, 459.3, 460.2, 469.8, 470.4, 479.6, 484.4, 482, 487.4, 483.3, 488.3, 485.5, 485.3, 483.5, 484.2, 481.2, 477.3, 476.8, 462.3, 457.8, 461.8, 465, 464.5, 465.6, 468.3, 471, 473.4, 470.7, 472.8, 473.3, 472.8, 474.1, 478.7, 484.4, 486.9, 502, 496.1, 494.2, 497.6, 496.6, 494.6, 495.8, 495.3, 491.9, 483.8, 476.7, 486.8, 451.5, 437.5, 438, 444.2, 446, 441.8, 442, 443, 445.3, 440.6, 437.3, 437.8, 440.6, 439.6, 444.6, 444.4, 444.3, 442.2, 443.2, 444.4, 442.8, 442.2, 445.6, 454.9, 459.3, 463.5, 458, 470.7, 468.3, 472, 472.1, 473.8, 470.4, 467.9, 459.6, 455.5, 452.3, 457.4, 468, 465.5, 470.3, 462.4, 464.2, 472.3, 479.7, 477, 481.5, 476, 479.2, 478.5, 477.7, 478.5, 485.5, 478.9, 476.2, 467.6, 469.8, 473.6, 471.1, 472.5, 473.8, 476, 477.9, 477.6, 473.7, 474.6, 478.1, 476.5, 488.3, 499.3, 502.5, 511.1, 507.1, 514, 512.2, 518.8, 529.8, 528.7, 525.5, 526.2, 527.8, 534.2, 537, 538.5, 548.3, 549.2, 537.2, 530.4, 535, 543, 546.4, 550.3, 548.3, 548.3, 543, 545.3, 565.1, 563.8, 552.5, 553.8, 537.9, 540.6, 539.6, 540.1, 546.7, 549.7, 544.5, 542.7, 538, 539.1, 540.9, 544, 550.5, 545.3, 541.7, 546.2, 545.8, 542.5, 540.5, 545.3, 548.3, 554.3, 558.1, 579.5, 588.1, 609.1, 599.6, 600.1, 611.8, 616.1, 612.1, 612.4, 613.5, 622.2, 619.1, 620.3, 622.8, 612.5, 617.1, 619.4, 619, 616, 614, 602.9, 601.5, 598.7, 587.5, 589.3, 582.2, 579, 584.3, 586, 586.1, 581.7, 585, 583.5, 593, 598.8, 603.5, 610.1, 614.3, 614.3, 612.5, 604.2, 603.9, 595.4, 594.7, 590.9, 588.8, 588.2, 589, 584.5, 586.4, 587, 586.5, 588.6, 587.2, 589, 589, 595.5, 596.3, 594.3, 602.5, 605, 599.1, 595.6, 600.5, 593.7, 585.9, 587.6, 585.5, 591.9, 591.3, 597.6, 591.8, 591.4, 586.6, 577.5, 579.5, 584, 572.5, 580, 582.2, 582, 585.5, 588.5, 581, 577.4, 581.1, 579.3, 576.8, 572.1, 581.1, 592.7, 601.8, 597.8, 605.3, 605.6, 605.7, 607.7, 606.6, 609.8, 564.8, 563.5, 562.8, 558.1, 554.9, 550.1, 551.1, 546.3, 552.3, 554.1, 553.5, 554.6, 554.7, 545.5, 535.2, 540.4, 542.5, 542, 543.1, 545.3, 544.6, 541.5, 543.9, 539.8, 542.2, 540.4, 554, 552, 549.2, 541.1, 550, 552.3, 557, 558.8, 562.2, 565.8, 576.5, 586.4, 574, 580.3, 565.5, 559.6, 560.4, 554, 545.5, 545.8, 548.1, 546.8, 534.3, 559.1, 555.8, 548.7, 543.6, 541.3, 537.6, 541.9, 543.7, 551.8, 561.8, 563.8, 565.3, 565.5, 553, 545.3, 552.8, 545.5, 543, 540, 546.2, 544.8 ] :

*cez* := [ 737, 736.3, 748.7, 749, 755.1, 761.7, 774.5, 769.6, 772.2, 770.2, 782.5, 773.5, 783.3, 789.6,

796.4, 807.5, 796.2, 803, 803.3, 812.5, 815.4, 825.4, 819.6, 831, 827.7, 815.2, 800.4, 788.3, 800, 792.2, 794.4, 802.8, 820.3, 836.5, 832.6, 839.8, 845.8, 862.2, 829, 839, 830, 828.9, 829.8, 814, 792.8, 802.5, 799.5, 815.5, 796.3, 822, 818.6, 832.6, 841.5, 839.6, 842.8, 831, 810.9, 815.8, 819.2, 830.3, 833.5, 838.3, 845.6, 840.8, 838.2, 815.3, 821.8, 813.2, 813.3, 825.5, 838.1, 842.5, 831.8, 835.5, 825.6, 791.6, 772.6, 747.8, 749.6, 777.6, 790.8, 791.5, 797.4, 807, 782.5, 753.2, 770.5, 766.9, 756, 756.9, 732, 685.5, 709, 739.8, 702.8, 691.4, 716, 712.4, 696.9, 683.9, 653.5, 616.1, 618.8, 590.5, 565.5, 582.5, 646.2, 654.5, 671, 669.1, 668.8, 661, 652.8, 681.1, 695, 723.7, 751.7, 726, 717.1, 723.9, 742.6, 726.5, 718.1, 737.5, 749, 746.5, 769.1, 760.4, 783.1, 794.5, 809.8, 812.2, 819.4, 815.2, 813.1, 818.9, 813.3, 820.4, 817.1, 814.6, 816.3, 792, 801.6, 814.3, 800, 817.1, 815.8, 819.7, 818.3, 820.9, 815.9, 819.5, 817.7, 807, 809.4, 811.5, 823.3, 822.5, 830.4, 827.6, 822.5, 832.8, 822, 809.6, 814, 820.5, 817.4, 805.5, 793.1, 784.8, 785.8, 758.3, 742.2, 766, 781, 790.5, 790.8, 796.5, 803, 800.3, 786.5, 789.3, 801.1, 802.3, 808.8, 821, 819.5, 812.4, 826.8, 826.7, 840.3, 847.1, 852.5, 880.8, 891, 880.5, 860.9, 891.8, 874.5, 873.5, 885.3, 885.5, 887.3, 893.5, 895.6, 900.5, 895.7, 889.4, 918.3, 910.8, 924.7, 928.6, 913.7, 939.5, 939.4, 950.9, 976.5, 964.5, 977.8, 999.3, 993, 987.6, 997.2, 1008, 1010, 954.9, 942.1, 961.1, 945.8, 934.4, 946.8, 960, 967.8, 955, 936.6, 928.5, 900.4, 872, 900.1, 913.3, 892, 903.5, 899, 907.5, 900.3, 927.9, 937.8, 937.5, 933.5, 926.5, 920.5, 935.6, 933.6, 940.8, 951.5, 947.8, 927.3, 928.8, 914.5, 925.4, 940.3, 927.2, 922.4, 886.5, 871.2, 892.8, 912.5, 909, 866, 858, 827.5, 857, 840.4, 867, 882.5, 877.1, 867.3, 866.5, 846.7, 860.8, 874.8, 874, 892.3, 909.5, 912.1, 927.6, 926.8, 922.6, 916.5, 931, 940.9, 935.6, 946.9, 961, 957.6, 971.9, 980.6, 969.2, 972.7, 979.5, 978.4, 971.3, 962.2, 987, 990.5, 994, 1021, 1019, 997.1, 1010, 1041, 1036, 1063, 1075, 1080, 1077, 1077, 1063, 1044, 1042, 1045, 1067, 1068, 1076, 1094, 1074, 1068, 1072, 1065, 1074, 1084, 1080, 1069, 1058, 1066, 1048, 1060, 1072, 1074, 1072, 1046, 1055, 1044, 1058, 1056, 1060, 1057, 1074, 1075, 1087, 1096, 1096, 1123, 1142, 1111, 1098, 1127, 1113, 1091, 1087, 1111, 1122, 1108, 1124, 1099, 1114, 1101, 1088, 1078, 1076, 1045, 1062, 1081, 1074, 1083, 1113, 1085, 1062, 1110, 1098, 1076, 1038, 1047, 1055, 1081, 1088, 1089, 1095, 1074, 1077, 1077, 1072, 1082, 1086, 1092, 1102, 1107, 1099, 1102, 1109, 1114, 1123, 1140, 1159, 1203, 1186, 1224, 1226, 1219, 1238, 1246, 1273, 1255, 1243, 1265, 1277, 1293, 1279, 1268, 1266, 1261, 1245, 1257, 1270, 1301, 1343, 1384, 1360, 1344, 1365, 1385, 1411, 1392, 1372, 1337, 1300, 1330, 1325, 1318, 1335, 1328, 1380, 1379, 1356, 1330, 1325, 1320, 1334, 1358, 1418, 1423, 1410, 1421, 1395, 1389, 1376, 1397, 1366, 1384, 1310, 1370, 1362 ] :

*uni* := [233, 232.5, 237.6, 237.5, 239.5, 242, 244.7, 245.2, 256.7, 271, 281, 274.3, 276.5, 278.7, 283.9, 295.8, 296.5, 299.3, 300, 295.8, 296.3, 294.5, 293.2, 295.3, 294, 291.9, 293.1, 292.8, 290.5, 286.5, 286.4, 285.6, 294.8, 295.1, 286.7, 282.4, 284.6, 287.8, 283.8, 284.9, 279.2, 280, 280.5, 274.7, 268.2, 274.3, 271.8, 273.4, 267, 282.8, 281.8, 282.7, 282.7, 277.5, 278.3, 275.5, 276.5, 277.3, 274.7, 279.1, 280, 279.6, 277.5, 278.3, 273.5, 267.1, 267.8, 264.5, 269.8, 273.7, 273.7, 272.4, 274, 273.5, 269.3, 261.5, 260.7, 247.7, 243.8, 245.8, 247, 252.8, 256, 256.4, 256.4, 245.2, 258.6, 251.5, 248.4, 241.5, 209.4, 207.9, 213.1, 219, 207.6, 192.1, 197.55, 204.3, 200.3, 195.75, 191.87, 179.75, 175.2, 164.85, 156.8, 160.9, 182.69, 182.75, 186.79, 188.25, 190.85, 190.05, 187.55, 190, 191.13, 194, 198.8, 202.3, 203.9, 203, 203.2, 198, 191.72, 191.85, 195.44, 196.79, 199, 195.55, 199.15, 199.1, 199.25, 203.3, 204.5, 204.7, 203.6, 203.7, 201, 202.1, 203.3, 206.9, 211.4, 206.2, 203.5, 205.5, 205.8, 208.2, 207.8, 208.8, 208, 209.8, 207.3, 206, 205.3, 202.3, 203.2, 204.5, 204.8, 203.3, 203.9, 202.8, 201.5, 203.2, 202, 197.57, 198, 197.55, 196.14, 190.34, 186.35, 188.54, 189.14, 184.7, 185.09, 192.17, 198.5, 196.59, 194.02, 197.74, 200.2, 198.49, 196.69, 198.1, 199.55, 198.85, 199.4, 200.9, 201, 200.4, 202.4, 201.3, 202.7, 203.7, 205, 207, 205.6, 203, 204.7, 207.8, 207.1, 207.6, 211.3, 212.5, 209.1, 210.3, 208.6, 206.2, 207.5, 208.7, 209.1, 210.9, 212.6, 224.8, 226.3, 225.5, 223.2, 225.3, 226.6, 225.6, 225.3, 229.9, 235.6, 234, 235.6, 232.8, 235.9, 228.5, 230.5, 228.8, 226.8, 227.4, 232.3, 234.3, 237.4, 235, 233, 231.5, 233, 231.3, 235.3, 235.5, 232.2, 233.5, 232.7, 233.2, 232.2, 236.1, 238.5, 237, 234.1, 238.3, 235.4, 236.8, 238.3, 245.3, 247.5, 248, 243.9, 244.5, 241.6, 242, 243.2, 241.7, 243, 239.7, 239.1, 241.6, 244.5, 240.8, 224, 220.9, 220, 228.1, 223.4, 229.5, 233.5, 234.5, 233.3, 233.3, 230.2, 232.9, 232.5, 233.3, 233.7, 233, 233.2, 234.9, 234, 232.7, 232.2, 234.1, 235.6, 235.5, 238.4, 238.8, 238.9, 238.2, 238.6, 236.4, 240.5, 248.3, 249.1,

246, 242.3, 244.1, 243.2, 243, 243.7, 242.6, 241.2, 239.3, 242.1, 241.9, 243.5, 243, 242.9, 244, 244.3, 247.4, 249.4, 253.4, 255.2, 271.4, 266.4, 266.3, 271.9, 286, 280.8, 281.3, 274.6, 274.3, 276.3, 273.2, 278.5, 278.6, 279, 279.8, 285, 283.1, 280.8, 282.4, 283.8, 283.7, 289.4, 281.7, 283.3, 284, 284.8, 285.7, 282.4, 284, 285.8, 286.2, 288.6, 296.5, 294.4, 294, 299.2, 296.7, 294.9, 303.8, 306.3, 307, 309, 300, 301.3, 303, 294.3, 288.5, 292.5, 292.6, 286.9, 287.8, 288, 285.3, 284.3, 278.8, 277.3, 277, 287.4, 287.5, 280.9, 274.3, 271.5, 269.4, 275.5, 275.6, 275.9, 278.8, 279.1, 280.7, 281.9, 287.8, 292.5, 289.9, 285.8, 288.2, 287.3, 292.6, 293.4, 296, 297.3, 299.8, 302.9, 304.6, 306.8, 305.6, 315.2, 317.5, 313.3, 314.4, 317.1, 322.7, 324.1, 323.3, 327.9, 329, 328.2, 327.2, 328.1, 326.9, 313.2, 306.2, 314.5, 314.3, 323.8, 337.9, 331.5, 328.5, 332.5, 341, 339.3, 343.8, 330, 328.4, 326.5, 326.5, 332.8, 324.6, 324.7, 321.5, 311.2, 318.1, 321.1, 314.5, 324.1, 321.8, 321.4, 316.8, 323.3, 326.5, 328.5, 329, 332.7, 330.6, 329, 318.8, 323.3, 325.9, 330, 331.2, 338.5, 337.6] :

*cet* := [1389, 1409, 1415, 1431, 1415, 1407, 1428, 1435, 1437, 1420, 1422, 1404, 1395, 1356, 1353, 1340, 1329, 1327, 1368, 1435, 1417, 1432, 1417, 1394, 1441, 1455, 1444, 1403, 1446, 1468, 1465, 1457, 1412, 1423, 1366, 1382, 1427, 1426, 1401, 1410, 1437, 1518, 1538, 1552, 1573, 1554, 1573, 1644, 1665, 1622, 1650, 1692, 1692, 1708, 1678, 1668, 1680, 1638, 1614, 1639, 1579, 1560, 1590, 1586, 1577, 1571, 1546, 1543, 1511, 1509, 1513, 1503, 1487, 1494, 1486, 1475, 1463, 1448, 1454, 1478, 1524, 1564, 1561, 1541, 1508, 1521, 1484, 1469, 1444, 1393, 1294, 1294, 1321, 1348, 1310, 1314, 1328, 1334, 1325, 1287, 1285, 1273, 1231, 1228, 1158, 1180, 1232, 1309, 1344, 1360, 1342, 1349, 1359, 1389, 1372, 1396, 1394, 1384, 1395, 1372, 1379, 1352, 1285, 1263, 1272, 1256, 1273, 1206, 1251, 1256, 1282, 1322, 1330, 1337, 1333, 1347, 1322, 1288, 1276, 1268, 1275, 1269, 1286, 1287, 1298, 1289, 1259, 1262, 1254, 1253, 1273, 1291, 1284, 1275, 1281, 1340, 1352, 1362, 1377, 1371, 1367, 1366, 1394, 1379, 1421, 1463, 1499, 1503, 1498, 1488, 1515, 1503, 1505, 1493, 1543, 1516, 1504, 1546, 1532, 1512, 1502, 1526, 1553, 1552, 1518, 1543, 1567, 1597, 1667, 1670, 1664, 1695, 1690, 1693, 1685, 1662, 1651, 1625, 1599, 1634, 1660, 1679, 1685, 1713, 1577, 1594, 1641, 1663, 1637, 1633, 1645, 1586, 1549, 1570, 1563, 1559, 1561, 1568, 1557, 1585, 1570, 1553, 1538, 1522, 1534, 1476, 1460, 1452, 1451, 1453, 1455, 1462, 1492, 1526, 1514, 1507, 1529, 1534, 1609, 1733, 1738, 1769, 1766, 1809, 1809, 1844, 1868, 1845, 1824, 1841, 1873, 1930, 1926, 1904, 1897, 1896, 1893, 1865, 1868, 1844, 1841, 1803, 1851, 1848, 1862, 1843, 1836, 1859, 1781, 1732, 1645, 1686, 1656, 1740, 1773, 1763, 1730, 1731, 1721, 1714, 1720, 1745, 1767, 1781, 1794, 1803, 1821, 1787, 1797, 1832, 1888, 1859, 1866, 1878, 1852, 1870, 1905, 1859, 1870, 1875, 1866, 1854, 1839, 1864, 1890, 1884, 1862, 1868, 1864, 1874, 1871, 1999, 1983, 1965, 1950, 1945, 1936, 1916, 1906, 1922, 1899, 1881, 1884, 1835, 1841, 1835, 1826, 1834, 1833, 1825, 1851, 1846, 1877, 1878, 1878, 1851, 1872, 1908, 1930, 1914, 1958, 1969, 1995, 2035, 2018, 2089, 2071, 2163, 2127, 2087, 2063, 2060, 2115, 2094, 2087, 2049, 2072, 2040, 2066, 2049, 2049, 2054, 2038, 2053, 2003, 1980, 1900, 1908, 1903, 1918, 1897, 1812, 1783, 1758, 1770, 1805, 1808, 1844, 1827, 1800, 1765, 1669, 1697, 1687, 1755, 1783, 1768, 1789, 1799, 1834, 1831, 1913, 1868, 1860, 1865, 1871, 1853, 1854, 1862, 1870, 1864, 1834, 1808, 1814, 1836, 1807, 1812, 1843, 1834, 1831, 1860, 1878, 1872, 1938, 1975, 1954, 2010, 2054, 2063, 2053, 2047, 2010, 2015, 2072, 2036, 2064, 2161, 2213, 2175, 2213, 2183, 2059, 1996, 1909, 1945, 1928, 1966, 1929, 1916, 1900, 1870, 1913, 1911, 1880, 1898, 1910, 1968, 2034, 2032, 2021, 2035, 2052, 2034, 1988, 2042, 2057, 2072, 2020, 2074, 2100, 2148, 2138] :

*zen* := [1135, 1136, 1158, 1164, 1159, 1166, 1177, 1175, 1185, 1164, 1186, 1164, 1185, 1189, 1186, 1182, 1182, 1187, 1184, 1172, 1172, 1171, 1168, 1186, 1177, 1167, 1176, 1167, 1171, 1149, 1135, 1151, 1161, 1175, 1144, 1149, 1167, 1183, 1171, 1186, 1200, 1224, 1234, 1209, 1191, 1211, 1205, 1217, 1212, 1235, 1273, 1263, 1295, 1307, 1318, 1277, 1242, 1266, 1271, 1288, 1285, 1291, 1273, 1276, 1254, 1232, 1234, 1230, 1228, 1232, 1237, 1231, 1227, 1224, 1220, 1176, 1171, 1180, 1174, 1165, 1200, 1244, 1230, 1236, 1222, 1199, 1208, 1196, 1174, 1179, 1078, 1065, 1088, 1127, 1079, 1046, 1058, 1102, 1114, 1102, 1062, 999.1, 977.5, 911, 843, 870.4, 939.1, 929, 954, 986, 1005, 996.6, 960.5, 972, 961.1, 994.5, 1068, 1057, 1068, 1064, 1080, 1049, 1014, 1017, 1036, 1038, 1062, 1056, 1067, 1086, 1113, 1174, 1144, 1154, 1133, 1133, 1107, 1135, 1137, 1125, 1130, 1110, 1107, 1122, 1137, 1134, 1127, 1143, 1133, 1138, 1137, 1143, 1151, 1162, 1182, 1174, 1173, 1183,

1216, 1208, 1218, 1253, 1248, 1264, 1263, 1288, 1294, 1298, 1291, 1316, 1304, 1296, 1297, 1305, 1307, 1301, 1302, 1289, 1289, 1287, 1284, 1300, 1311, 1315, 1315, 1328, 1318, 1307, 1317, 1299, 1300, 1297, 1284, 1279, 1270, 1249, 1230, 1285, 1278, 1275, 1280, 1285, 1266, 1259, 1237, 1237, 1225, 1243, 1242, 1219, 1221, 1193, 1187, 1222, 1224, 1247, 1220, 1241, 1270, 1270, 1264, 1266, 1267, 1266, 1265, 1258, 1240, 1222, 1219, 1232, 1263, 1268, 1273, 1268, 1247, 1264, 1267, 1253, 1270, 1279, 1254, 1274, 1273, 1271, 1274, 1287, 1279, 1267, 1289, 1316, 1300, 1315, 1315, 1308, 1303, 1294, 1282, 1286, 1287, 1313, 1319, 1314, 1311, 1293, 1293, 1284, 1279, 1266, 1188, 1203, 1167, 1217, 1246, 1265, 1339, 1364, 1368, 1338, 1305, 1330, 1376, 1446, 1472, 1489, 1474, 1452, 1449, 1441, 1425, 1443, 1443, 1456, 1468, 1472, 1456, 1474, 1445, 1382, 1435, 1473, 1465, 1464, 1464, 1472, 1476, 1525, 1548, 1548, 1512, 1486, 1511, 1483, 1481, 1485, 1461, 1467, 1472, 1463, 1434, 1423, 1409, 1403, 1410, 1435, 1452, 1419, 1434, 1437, 1428, 1441, 1453, 1430, 1426, 1440, 1433, 1425, 1438, 1425, 1424, 1421, 1421, 1426, 1420, 1418, 1413, 1414, 1404, 1422, 1419, 1437, 1442, 1433, 1438, 1417, 1418, 1418, 1437, 1433, 1430, 1421, 1429, 1432, 1423, 1439, 1432, 1431, 1419, 1192, 1192, 1198, 1187, 1224, 1218, 1237, 1255, 1266, 1226, 1218, 1230, 1230, 1211, 1183, 1176, 1173, 1205, 1212, 1218, 1216, 1215, 1183, 1200, 1223, 1195, 1186, 1174, 1217, 1211, 1200, 1192, 1206, 1200, 1199, 1199, 1202, 1194, 1179, 1168, 1164, 1162, 1184, 1192, 1186, 1183, 1186, 1199, 1192, 1194, 1181, 1174, 1171, 1168, 1129, 1146, 1171, 1181, 1184, 1176, 1037, 997.6, 1003, 1004, 993.1, 919.6, 917, 946, 955.5, 939, 923.5, 919.1, 922.5, 906.2, 896.7, 919.3, 941.1, 948.5, 955.3, 959.1, 949.5, 950.3, 961, 949.5, 946.6, 905.5, 915.5, 934.3, 917.6, 939.5, 971, 990.5, 988.5, 992.5, 972 ]:

**end proc;**

**# Je nutné opravit cestu pokud se lisi od vaseho umisteni adresare lib**  
*savelibName* := "C:\\Program Files\\Maple 12\\lib\\2007.mla";  
*savelib*(vectors, daxf, dowf, dolf, eurf, ropf);

## > Příloha č. 2 – Knihovna s procedurami

```
with(plots) : with(plottools) : with(stats) : with(Statistics) : with(StringTools) :  
with(ListTools) :  
march('open', "C:\\Program Files\\Maple 12\\lib\\2007.mla") :
```

### #Procedura Polynomy

```
Polynomy := proc(vector1, vector2, mini, maxi, z)  
local k, lflist, t;  
global lf, lfa, aic, aicdp, aicsd, aicmin, bicmin, bicsd, bicdp, aick, bick, bic, popisek, lis, lis1,  
rsslist, ak, akk, akmin, hq, hqk, hqmin, aaa, bbb;
```

```
for t from mini + 1 by 1 to maxi do
```

```
aaa[t - mini + 1] :=  $\frac{\text{vector1}[t]}{\text{vector1}[\text{mini}]}$ ;
```

```
bbb[t - mini + 1] :=  $\frac{\text{vector2}[t]}{\text{vector2}[\text{mini}]}$ ;
```

```
end do;
```

```
aicmin := 100000000 :
```

```
bicmin := 100000000 :
```

```
akmin := 100000000 :
```

```
hqmin := 1000000000 :
```

```
for k from 1 by 1 to z do
```

```
lf[k] := PolynomialFit(k, convert(aaa, list), convert(bbb, list), v) :
```

```
lfa[k] := PolynomialFit(k, convert(aaa, list), convert(bbb, list), v, output  
= residualsumofsquares) :
```

```
# Akaikeho informační kritérium
```

```
aic := (maxi - mini) · evalf  $\left( \ln \left( \frac{\text{evalf}(lfa[k])}{\text{maxi} - \text{mini}} \right) \right) + 2 \cdot (k + 1)$ ;
```

```
if aic < aicmin then
```

```
aicmin := aic;
```

```
aick := k;
```

```
else
```

```
end if :
```

```
aicdp := cat(aicdp, " k =", convert(k, string), ": ", convert(aic, string));
```

```
#Kriterium Ak
```

```
ak :=  $\left( \frac{lfa[k]}{\text{maxi} - \text{mini}} \right) \cdot \left( 1 + \frac{k + 1}{\text{evalf} \left( (\text{maxi} - \text{mini})^{\frac{11}{20}} \right)} \right)$ ;
```

```
if ak < akmin then
```

```
akmin := ak;
```

```
akk := k;
```

**else**  
**end if :**

### **#HQ kriterium**

$hq := (maxi - mini) \cdot evalf\left(\ln\left(\frac{lfa[k]}{maxi - mini}\right)\right) + 4 \cdot (k + 1) \cdot evalf(\ln(\ln(maxi - mini)))$ ;

**if**  $hq < hqmin$  **then**  
   $hqmin := hq$ ;  
   $hqk := k$ ;  
**else**  
**end if :**

### **# Schwarzovo informační kritérium**

$bic := (maxi - mini) \cdot evalf\left(\ln\left(\frac{lfa[k]}{maxi - mini}\right)\right) + (k + 1) \cdot evalf(\ln(maxi - mini))$  :

$bicdp := cat(bicdp, " k =", convert(k, string), ":", convert(bic, string))$ ;

**if**  $bic < bicmin$  **then**  
   $bicmin := bic$ ;  
   $bick := k$ ;  
**else**  
**end if :**

**end do;**

*popisek*

$:= "lf,lfa,aic,aicdp,aicsd,aicmin,bicmin,bicsd,bicdp,aick,bick,bic,popisek,lis,lis1,rsslist,ak,akk,akmin,hq,hqk,hqmin"$ ;

**end proc:**

## **# Procedura Grafy**

*Grafs* := **proc** (*vector1*, *vector2*, *mini*, *maxi*, *lf*)

**local** *graf*;

**global** *corb*, *corl*, *body*, *poly*, *aaa*, *bbb*, *ccc*, *ddd*, *grafrada*, *pxirad*, *fcerad*, *aa*, *bb*, *cc*, *dd*,  
  *ee*, *ff*, *ver*, *year1*, *y*, *yearindex*;

$aaa := ""$ ;  $bbb := ""$ ;  $ccc := ""$ ;  $eee := ""$ ;  $fff := ""$ ;

$y := ParseTime("%d.%m. %y", datum[mini])$  :

$year1 := y:-year$ ;

$yearindex := 0$ ;

**for**  $t$  **from**  $mini$  **by** 1 **to**  $maxi$  **do**

$dat := ParseTime("%d.%m. %y", datum[t])$  :

$aaa[t - mini + 1] := \frac{vector1[t]}{vector1[mini]}$  ;

$bbb[t - mini + 1] := \frac{vector2[t]}{vector2[mini]}$  ;

**if**  $dat:-year > year1$  **then**

```
yearindex := yearindex + 1;  
ccc[t - mini + 1] := 365 · yearindex + dat:-yearDay;
```

**else**

```
ccc[t - mini + 1] := 365 · yearindex + dat:-yearDay;  
end if :
```

```
year1 := dat:-year;
```

```
ddd[t - mini + 1] := parse(cat("v->", convert(lf, string)))(aaa[t - mini + 1]) :
```

**end do:**

```
aa := convert(aaa, list) : bb := convert(bbb, list) : cc := convert(ccc, list) : dd  
:= convert(ddd, list) : ee := convert(eee, list) : ff := convert(fff, list);
```

```
fcerad := zip((cc, dd) → [cc, dd], cc, dd) :
```

```
popis := "corb;corl;bodyb;bodyl;polyb;polyl;";  
end proc:
```

## # Procedura Grafy1

```
Grafy1 := proc (vector1, vector2, mini, maxi, lf, data)
```

```
  local graf;
```

```
  global corb, corl, body, poly, aaa, bbb, ccc, ddd, grafrada, pxirad, fcerad, aa, bb, cc, ee,  
  ff, dd, year1, y, yearindex;
```

```
  aaa := ""; bbb := ""; ccc := ""; eee := ""; fff := "";
```

```
  y := ParseTime("%d.%m. %y", data[1]) :
```

```
  year1 := y:-year;
```

```
  yearindex := 0;
```

```
  for t from mini by 1 to maxi do
```

```
  dat := ParseTime("%d.%m. %y", data[t]) :
```

```
  aaa[t - mini + 1] :=  $\frac{\text{vector1}[t]}{\text{vector1}[\text{mini}]}$  ;
```

```
  bbb[t - mini + 1] :=  $\frac{\text{vector2}[t]}{\text{vector2}[\text{mini}]}$  ;
```

```
  if dat:-year > year1 then
```

```
  yearindex := yearindex + 1;
```

```
  ccc[t - mini + 1] := 365 · yearindex + dat:-yearDay;
```

**else**

```
  ccc[t - mini + 1] := 365 · yearindex + dat:-yearDay;
```

**end if :**

```
year1 := dat:-year;
```

```
ddd[t - mini + 1] := parse(cat("v->", convert(lf, string)))(aaa[t - mini + 1]) :
```

**end do:**

```
aa := convert(aaa, list) : bb := convert(bbb, list) : cc := convert(ccc, list) : dd  
:= convert(ddd, list) : ee := convert(eee, list) : ff := convert(fff, list);
```

```
grafrada := zip((cc, aa) → [cc, aa], cc, aa) :
```

```
pxirad := zip((cc, bb) → [cc, bb], cc, bb) :
```

```
fcerad := zip((cc, dd) → [cc, dd], cc, dd) :
```

```
popis := "corb;corl;bodyb;bodyl;polyb;polyl;";
```

**end proc:**

## > #Procedura Datum

```
Datum := proc(poc, kon)
```

```
  global ma, mi, pocatek, konec, pocd, kond :
```

```
  pocd := ParseTime("%d.%m. %y", poc);
```

```
  kond := ParseTime("%d.%m. %y", kon);
```

```
  k := kond:-yearDay;
```

```
  p := pocd:-yearDay;
```

```
  for i from 1 by 1 to 462 do
```

```
    dat[i] := ParseTime("%d.%m. %y", datum[i]);
```

```
  end do:
```

```
  x := 0 :
```

```
  y := 0 :
```

```
  for j from 1 by 1 to 462 do
```

```
    if poc = datum[j] then
```

```
      shodap := 1;
```

```
      mis := j;
```

```
    else
```

```
    if y = 0 then
```

```
      if dat[j]:-year = pocd:-year and dat[j]:-yearDay > pocd:-yearDay then
```

```
        mi := j;
```

```
        y := 1;
```

```
      else
```

```
      if dat[j]:-yearDay < p and dat[j + 1]:-year > pocd:-year then
```

```
        mi := j;
```

```
        y := 1;
```

```
      end if;
```

```
    end if;
```

```
  end if;
```

```
  end if;
```

```

if kon = datum[j] then
  mas := j;
  shodak := 1;
else
if x = 0 then
  if dat[j]:-year = kond:-year and dat[j]:-yearDay > k then
    ma := j;
    x := 1;
  else
    if dat[j]:-yearDay < k and dat[j + 1]:-year > kond:-year then
      ma := j;
      x := 1;
    end if;
  end if;
end if;
end if;
end do;

if shodak = 1 then ma := mas :
end if:
if shodap = 1 then mi := mis :
end if:

konec := datum[ma] :
pocatek := datum[mi] :
end proc:

```

## #Formular

```

Formular := proc(poc, kon, yvectors, vectors)
global casrad, body, poly, fcerada, pxirada, krith, RSS :

```

```

  Datum(poc, kon);

```

```

  Polynomy(parse(yvectors), parse(vectors), mi, ma, 9);

```

```

  krit := [aick, bick, akk, hqk] :

```

```

  kritmax := 0 :

```

```

  for l from 1 by 1 to 9 do

```

```

    if Occurrences(l, krit) > kritmax then

```

```

      kritmax := Occurrences(l, krit);

```

```

      krith := l;

```

```

    else

```

```

      end if;

```

```

    end do;

```

```
RSS := lfa[krith];
```

```
Grafy(parse(yvectors), parse(vectors), mi, ma, lf[krith]);  
rok := 2005 + j;
```

```
casrad := plot(cc, aa, style='line', legend=nazev[parse(yvectors)], color=green, axes  
=boxed, axis[1]=[gridlines=[subticks=0]], axis[2]=[gridlines=[5, subticks=5]]);
```

```
pxirada := plot(cc, bb, style='line', legend=nazev[parse(vectors)], color="red", axes  
=boxed, axis[1]=[gridlines=[subticks=0]], axis[2]=[gridlines=[5, subticks=5]]):
```

```
fcerada := plot(fcerad, style='line', linestyle=dot, thickness=3, legend='Regresní funkce',  
color=red, axes=boxed, axis[1]=[gridlines=[subticks=0]], axis[2]=[gridlines=[5,  
subticks=5]], tickmarks=[ [3="01", 32="02", 60="03", 91="04", 121="05", 152  
="06", 182="07", 213="08", 244="09", 274="10", 305="11", 335="12", 368="01",  
397="02", 425="03", 456="04", 486="05", 517="06", 547="07", 578="08", 609  
="09", 639="10", 670="11", 700="12"], default]):
```

```
poly := plot(lf[krith], v=min(aa)..max(aa), color="blue", axes=boxed, axis[1]  
=[gridlines=[subticks=0]], axis[2]=[gridlines=[5, subticks=5]], legend=  
'Regresní funkce'):
```

```
body := plot(aa, bb, style='point', axes=boxed, axis[1]=[gridlines=[subticks=0]], axis[2]  
=[gridlines=[5, subticks=5]], legend='Naměřené hodnoty'):
```

**end proc:**

## ***#Formular cizi data***

```
Formular1 := proc(pocet, vecx, vecy, nazx, nazy, data)  
global casrad, body, poly, fcerada, pxirada, krith, RSS:
```

```
Polynomy(vecy, vecx, 1, pocet, 9);
```

```
krit := [aick, bick, akk, hqk]:
```

```
kritmax := 0:
```

```
for l from 1 by 1 to 9 do
```

```
if Occurrences(l, krit) > kritmax then
```

```
kritmax := Occurrences(l, krit);
```

```
krith := l;
```

```
else
```

```
end if;
```

```
end do;
```

```
RSS := lfa[krith];
```

```
Grafs1(vecy, vecx, 1, pocet, lf[krith], data);  
rok := 2005 + j;
```

```
casrad := plot(cc, aa, style='line', legend=nazy, color=green, axes=boxed, axis[1]  
= [gridlines=[subticks=0]], axis[2]=[gridlines=[5, subticks=5]]);
```

```
pxirada := plot(cc, bb, style='line', legend=nazx, color="red", axes=boxed, axis[1]  
= [gridlines=[subticks=0]], axis[2]=[gridlines=[5, subticks=5]]):
```

```
fcerada := plot(fcerad, style='line', linestyle=dot, thickness=3, legend='Regresní funkce',  
color=red, axes=boxed, axis[1]=[gridlines=[subticks=0]], axis[2]=[gridlines=[5,  
subticks=5]], tickmarks=[ [3="01", 32="02", 60="03", 91="04", 121="05", 152  
="06", 182="07", 213="08", 244="09", 274="10", 305="11", 335="12", 368="01",  
397="02", 425="03", 456="04", 486="05", 517="06", 547="07", 578="08", 609  
="09", 639="10", 670="11", 700="12"], default]):
```

```
poly := plot(lf[krith], v=min(aa)..max(aa), labels=[nazy, nazx], color="blue", axes  
=boxed, axis[1]=[gridlines=[subticks=0]], axis[2]=[gridlines=[5, subticks=5]],  
legend='Regresní funkce'):
```

```
body := plot(aa, bb, style='point', labeldirections=[horizontal, vertical], axes=boxed,  
axis[1]=[gridlines=[subticks=0]], axis[2]=[gridlines=[5, subticks=5]], labels  
=[nazy, nazx], legend='Naměřené hodnoty'):
```

**end proc:**

**# Je nutné opravit cestu pokud se liší od vašeho okálního umístění adresáře lib**

```
savelibname := "C:\\Program Files\\Maple 12\\lib\\2007.mla";
```

```
savelib(Polynomialy, Grafs, Datum, Formular, Formular1, Grafs1);
```



## Příloha č. 3 - Maplet

```
> restart;
with (Maplets[Elements]):with(StringTools):with(plots):
with(plottools):

maplet:=
> Maplet('onstartup'='Action1', 'reference'='Maplet1',
>   Action('reference'='clickButton1',
>
>     Evaluate('function'='Plotting(pocatek,konec,1,vector,vector)
', `option`="value", 'target'='Plotter1', 'waitforresult'='true'),E
valuate('function'='Plotting(pocatek,konec,2,vector,vector)', `op
tion`="value", 'target'='Plotter2', 'waitforresult'='true')),
>
>     Action('reference'='clickButton2',

Evaluate('function'='Plotting_Detail(pocatek,konec,vector)', `opti
on`="value", 'target'='Plotter2', 'waitforresult'='true')),

>     Action('reference'='clickButton3',

Evaluate('function'='Plotting_Prognosis(pocatek,konec,vector,vect
ory,Funkce)', `option`="value", 'target'='Plotter2', 'waitforresult
'='true')),

>     Action('reference'='clickButton4',

Evaluate('function'='Ulozeni(pocatek,konec,vector,vector,nazevx,
nazevy,Funkce)', `option`="value", 'waitforresult'='true')),

CheckBox('background'="#D6D3CE", 'caption'="Vlastní
data", 'enabled'='false', 'foreground'="#000000", 'reference'='vloze
na', 'value'='true', 'visible'='true', onchange =
Action(SetOption(('pocatek')(enabled) =
'true'),SetOption(('konec')(enabled) = 'true'),
SetOption(('vector')(enabled) =
'false'),SetOption(('Prog')(enabled) =
'false'),SetOption(('ulozena')(value) =
'false'),SetOption(('vlozena')(enabled) =
'false'),SetOption(('dat')(enabled) =
'true'),SetOption(('ulozena')(enabled) =
'true'),SetOption(('x')(enabled) =
'true'),SetOption(('y')(enabled) =
'true'),SetOption(('nazevx')(enabled) =
'true'),SetOption(('nazevy')(enabled) = 'true'))),
```

```
CheckBox('background'="#D6D3CE", 'caption'="Uložená  
data", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='ulozen  
a', 'value'='false', 'visible'='true', onchange =  
Action(SetOption(('pocatek')(enabled) =  
'true'), SetOption(('konec')(enabled) =  
'true'), SetOption(('Prog')(enabled) = 'true'),  
SetOption(('vector')(enabled) = 'true'),  
SetOption(('vectomy')(enabled) =  
'true'), SetOption(('vlozena')(value) =  
'false'), SetOption(('vlozena')(enabled) =  
'true'), SetOption(('dat')(enabled) =  
'false'), SetOption(('ulozena')(enabled) =  
'false'), SetOption(('x')(enabled) =  
'false'), SetOption(('y')(enabled) =  
'false'), SetOption(('nazevx')(enabled) =  
'false'), SetOption(('nazevy')(enabled) = 'false'))),
```

>

```
TextField('background'="#FFFFFF", 'editable'='true', 'enabled'='fal  
se', 'foreground'="#000000", 'halign'='left', 'reference'='vector', '  
visible'='true', 'width'='10', 'value'=""),
```

```
TextField('background'="#FFFFFF", 'editable'='true', 'enabled'='fal  
se', 'foreground'="#000000", 'halign'='left', 'reference'='vectomy', '  
visible'='true', 'width'='10', 'value'=""),
```

```
Label('background'="#D6D3CE", 'caption'="Počáteční  
datum:", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='Poc_  
label', 'visible'='true', 'height'='10', 'width'='85', 'halign'='left  
'),
```

```
Label('background'="#D6D3CE", 'caption'="Hodnoty  
X", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='Hodnoty_x  
' , 'visible'='true', 'height'='10', 'width'='85', 'halign'='center'),
```

```
Label('background'="#D6D3CE", 'caption'="Hodnoty  
Y", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='Hodnoty_y  
' , 'visible'='true', 'height'='10', 'width'='85', 'halign'='center'),
```

```
Label('background'="#D6D3CE", 'caption'="Časové  
období:", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='Cas  
ovy_int', 'visible'='true', 'height'='15', 'width'='85', 'halign'='ce  
nter'),
```

```
Label('background'="#D6D3CE", 'caption'="Proměnná
```

```
X:", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='Promena_
label', 'visible'='true', 'height'='10', 'width'='84', 'halign'='left
'),
```

```
Label('background'="#D6D3CE", 'caption'="Proměnná
Y:", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='Promena_
labely', 'visible'='true', 'height'='10', 'width'='84', 'halign'='lef
t'),
```

```
Label('background'="#D6D3CE", 'caption'="Název hodnot
X:", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='Nazev_x'
, 'visible'='true', 'height'='10', 'width'='85', 'halign'='left'),
```

```
Label('background'="#D6D3CE", 'caption'="Název hodnot
Y:", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='Nazev_y'
, 'visible'='true', 'height'='10', 'width'='85', 'halign'='left'),
```

>

```
TextField('background'="#FFFFFF", 'editable'='true', 'enabled'='tru
e', 'foreground'="#000000", 'reference'='pocatek', 'visible'='true',
'width'='10', 'value'=""),
```

```
Label('background'="#D6D3CE", 'caption'="Koncové
datum:", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='Kon_
label', 'visible'='true', 'width'='85', 'halign'='left'),
```

>

```
TextField('background'="#FFFFFF", 'editable'='true', 'enabled'='tru
e', 'foreground'="#000000", 'halign'='left', 'reference'='konec
', 'visible'='true', 'width'='10', 'value'=""),
```

```
TextField('background'="#FFFFFF", 'editable'='true', 'enabled'='tru
e', 'foreground'="#000000", 'halign'='left', 'reference'='nazevx', 'v
isible'='true', 'width'='10', 'value'=""),
```

```
TextField('background'="#FFFFFF", 'editable'='true', 'enabled'='tru
e', 'foreground'="#000000", 'halign'='left', 'reference'='nazevy', 'v
isible'='true', 'width'='10', 'value'=""),
```

>

```
TextBox('background'="#FFFFFF", 'editable'='true', 'enabled'='tru
e', 'foreground'="#000000", 'height'='13', 'reference'='x', 'visib
le'='true', 'width'='15', 'wrapped'='true', 'value'=""),
```

>

```
    TextBox('background'="#FFFFFF", 'editable'='true', 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'height'='13', 'reference'='y', 'visible'='true', 'width'='15', 'wrapped'='true', 'value'=''),
```

```
    TextBox('background'="#FFFFFF", 'editable'='true', 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'height'='13', 'reference'='dat', 'visible'='true', 'width'='15', 'wrapped'='true', 'value'=''),
```

```
>  
>  
>
```

```
    Button('background'="#D6D3CE", 'caption'="Analyzuj", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'onclick'='clickButton1', 'reference'='Button1', 'visible'='true', 'width'='85'),
```

```
    Button('background'="#D6D3CE", 'caption'="Detail", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'onclick'='clickButton2', 'reference'='Detail', 'visible'='true', 'width'='85'),
```

```
    Button('background'="#D6D3CE", 'caption'="Prognóza", 'enabled'='false', 'foreground'="#000000", 'onclick'='clickButton3', 'reference'='Prog', 'visible'='true', 'width'='85'),
```

```
    Button('background'="#D6D3CE", 'caption'="Export", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'onclick'='clickButton4', 'reference'='uloz', 'visible'='true', 'width'='85'),
```

```
>  
>
```

```
    BoxLayout('background'="#D6D3CE", 'border'='false', 'halign'='left', 'inset'='1', 'reference'='BoxLayout9', 'valign'='center', 'vertical'='true', 'visible'='true',
```

```
>        BoxColumn(
```

```
    BoxRow(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='ulozena', 'vscroll'='never'),
```

```
    BoxCell('hscroll'='never', 'value'='vlozena', 'vscroll'='never'), 'inset'='1'),
```

```
        #BoxColumn(
```

```
    BoxRow(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Poc_label', 'vscroll'='never'),
```

```
    BoxCell('hscroll'='never', 'value'='pocatek', 'vscroll'='never'), 'inset'='1'),
```

```
BoxRow(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Kon_label', 'vscroll'='never'),
```

```
BoxCell('hscroll'='never', 'value'='konec', 'vscroll'='never'), 'inset'='1'),
```

```
BoxRow(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Promena_label', 'vscroll'='never'), BoxCell('hscroll'='never', 'value'='vector', 'vscroll'='never', 'halign'='left'), 'inset'='1'),
```

```
BoxRow(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Promena_label_y', 'vscroll'='never'), BoxCell('hscroll'='never', 'value'='vectomy', 'vscroll'='never', 'halign'='left'), 'inset'='1'), 'border'='true'),
```

```
BoxColumn(
```

```
BoxRow(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Hodnoty_x', 'vscroll'='never'), BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Hodnoty_y', 'vscroll'='never'), 'inset'='1'),
```

```
BoxRow(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='x', 'vscroll'='never'),
```

```
BoxCell('hscroll'='never', 'value'='y', 'vscroll'='never'), 'inset'='1'),
```

```
BoxRow(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Nazev_x', 'vscroll'='never'),
```

```
BoxCell('hscroll'='never', 'value'='nazevx', 'vscroll'='never'), 'inset'='1'),
```

```
BoxRow(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Nazev_y', 'vscroll'='never'),
```

```
BoxCell('hscroll'='never', 'value'='nazevy', 'vscroll'='never'), 'inset'='1'), 'border'='true'),
```

```
BoxRow(BoxColumn(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Casovy_int', 'vscroll'='never'), BoxCell('hscroll'='never', 'value'='dat', 'vscroll'='never'), 'inset'='1', 'border'=false),
```

```
BoxColumn(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Button1', 'vscroll'='never'),
```

```
BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Detail', 'vscroll'='never'),
```

```
BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Prog', 'vscroll'='never'),
```

```
BoxCell('hscroll'='never', 'value'='uloz', 'vscroll'='never'), 'inset'='1'), 'border'=true), 'inset'='1'),
```

```
>
```

```
Plotter('background'="#FFFFFF", 'continuous'='true', 'delay'='100', 'height'='300', 'reference'='Plotter1', 'visible'='true', 'width'='500'),
```

```
>
```

```
Plotter('background'="#FFFFFF", 'continuous'='true', 'delay'='100', 'height'='300', 'reference'='Plotter2', 'visible'='true', 'width'='500'),
```

```
TextField('background'="#FFFFFF", 'editable'='true', 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'halign'='left', 'reference'='Funkce', 'visible'='true', 'value'='', 'width'='42'),
```

```
Label('background'="#D6D3CE", 'caption'=" Regresní funkce:", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='Reg_label', 'visible'='true', 'width'='150', 'halign'='left'),
```

```
TextField('background'="#FFFFFF", 'editable'='true', 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'halign'='left', 'reference'='Res_text', 'visible'='true', 'value'='', 'width'='42'),
```

```
Label('background'="#D6D3CE", 'caption'=" Residuální součet čtverců:", 'enabled'='true', 'foreground'="#000000", 'reference'='Res_label', 'visible'='true', 'width'='150', 'halign'='left'),
```

```

>
    BoxLayout ('background'="#D6D3CE", 'border'='false', 'halign'='
center', 'inset'='5', 'reference'='BoxLayout6', 'valign'='center', 'v
ertical'='false', 'visible'='true',
>
    BoxColumn(
>
    BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Plotter1', 'vscroll'='neve
r'),
BoxLayout(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Reg_label', 'vscroll'='n
ever'),
BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Funkce', 'vscroll'='never')),
BoxLayout(BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Res_label', 'vscroll'='n
ever'),
BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Res_text', 'vscroll'='never')),
>
    BoxCell('hscroll'='never', 'value'='Plotter2', 'vscroll'='neve
r'), 'border'='true',
'inset'='1'), 'inset'='1'),
>
BoxLayout ('background'="#D6D3CE", 'border'='false', 'halign'='cente
r', 'inset'='5', 'reference'='BoxLayout1', 'valign'='center', 'vertic
al'='true', 'visible'='true',
>
    BoxRow(
>
    BoxCell('hscroll'='never', 'value'='BoxLayout9', 'vscroll'='ne
ver'),
>
    BoxCell('hscroll'='never', 'value'='BoxLayout6', 'vscroll'='ne
ver'), 'inset'='1'),
'inset'='1'),
>
>
    Window('layout'='BoxLayout1', 'reference'='Window1', 'resizabl
e'='true', 'title'="Maplet"),
>
    Action('reference'='Action1',
    RunWindow('window'='Window1'))):

vectors():
>

> #Plotting

```

```

Plotting:=proc (poc, kon, plot, vec, vecy)
local R, G, B, z, h, i, k;
global
d, e, lisx, lisy, body, poly, delkax, delkay, c, veci, f, lisd, ver, poca, vect
, kone, vecty, tisk, delkad;
use Maplets[Tools] in

if Maplets:-Tools:-Get('vlozena')='true' then
tisk:="vlozena":

if delkax=delkay then
if delkad=delkax then

Formular1(delkax, lisy, lisx, nazx, nazy, lisd);
Maplets:-Tools:-Set('Funkce'=lf[krith]):
Maplets:-Tools:-Set('Res_text'=RSS):
if plot=1 then
plots[display](body, poly):
else
plots[display](fcerada, pxirada, casrad);
end if;
else
end if;
else
end if;

else
tisk:="ulozena":

poca:=Maplets:-Tools:-Get('pocatek');
kone:=Maplets:-Tools:-Get('konec');
vect:=Maplets:-Tools:-Get('vector');
vecty:=Maplets:-Tools:-Get('vectory');

Formular(poca, kone, vect, vecty);
Maplets:-Tools:-Set('Funkce'=lf[krith]):
Maplets:-Tools:-Set('Res_text'=RSS):
if plot = 1 then
plots[display](body, poly):
else
plots[display](fcerada, pxirada, casrad):
end if;

```

```
end if;
```

```
end use;
```

```
end proc:
```

## #Detail

```
Plotting_Detail:=proc(poc, kon, vec, fce)
```

```
local R, G,
```

```
B, z, h, i, k, kone, ko, po, dat, verkon, verpoc, y, year1, yearindex, ccc, t, po  
ca;
```

```
global
```

```
d, e, delkax, delkay, c, veci, f, ver, minid, maxid, lisx, lisy, lisd, minimum  
, maximum, tisk, fcerada, casrad, pxirada;
```

```
use Maplets[Tools] in
```

```
if Maplets:-Tools:-Get('vlozena')='true' then
```

```
tisk:="vlozena_detail":
```

```
poca:=Maplets:-Tools:-Get('pocatek');
```

```
kone:=Maplets:-Tools:-Get('konec');
```

```
for i from 1 by 1 to nops(convert(lisd, list)) do
```

```
po:=ParseTime("%d.%m. %y", poca):
```

```
ko:=ParseTime("%d.%m. %y", kone):
```

```
dat:=ParseTime("%d.%m. %y", lisd[i]):
```

```
if po:-yearDay=dat:-yearDay and po:-year=dat:-year then
```

```
minimum:=i;
```

```
verkon:=1;
```

```
end if;
```

```
if ko:-yearDay=dat:-yearDay and ko:-year=dat:-year then
```

```
maximum:=i;
```

```
verpoc:=1;
```

```
end if;
```

```
end do;
```

```
fcerada := plot(cc[minimum .. maximum], dd[minimum .. maximum], style  
= 'line', linestyle = dot, thickness = 3, legend = 'Regresní*funkce',  
color = red, axes = boxed, axis[1] = [gridlines = [subticks = 0]],  
axis[2] = [gridlines = [5, subticks = 5]], tickmarks = [[3 = "01",  
32 = "02", 60 = "03", 91 = "04", 121 = "05", 152 = "06", 182 = "07",
```

```
213 = "08", 244 = "09", 274 = "10", 305 = "11", 335 = "12", 368 = "01",  
397 = "02", 425 = "03", 456 = "04", 486 = "05", 517 = "06", 547 = "07",  
578 = "08", 609 = "09", 639 = "10", 670 = "11", 700 = "12"], default]);
```

```
casrad := plot(cc[minimum .. maximum], aa[minimum .. maximum], style  
= 'line', legend = nazx, color = green, axes = boxed, axis[1] =  
[gridlines = [subticks = 0]], axis[2] = [gridlines = [5, subticks =  
5]]);
```

```
pxirada := plot(cc[minimum .. maximum], bb[minimum .. maximum], style  
= 'line', legend = nazy, color = "red", axes = boxed, axis[1] =  
[gridlines = [subticks = 0]], axis[2] = [gridlines = [5, subticks =  
5]]):
```

```
plots[display](fcerada, pxirada, casrad):
```

```
else  
task:="ulozena_detail":  
poca:=Maplets:-Tools:-Get('pocatek');  
kone:=Maplets:-Tools:-Get('konec');  
maxid:=ma:  
minid:=mi:
```

```
Datum(poca, kone):
```

```
for t from minid by 1 to maxid do
```

```
if t=mi then  
minimum:=t-minid+1:  
end if:
```

```
if t=ma then  
maximum:=t-minid+1:  
end if:
```

```
end do;
```

```
fcerada := plot(cc[minimum .. maximum], dd[minimum .. maximum], style  
= 'line', linestyle = dot, thickness = 3, legend = 'Regresní*funkce',  
color = red, axes = boxed, axis[1] = [gridlines = [subticks = 0]],  
axis[2] = [gridlines = [5, subticks = 5]], tickmarks = [[3 = "01",  
32 = "02", 60 = "03", 91 = "04", 121 = "05", 152 = "06", 182 = "07",  
213 = "08", 244 = "09", 274 = "10", 305 = "11", 335 = "12", 368 = "01",  
397 = "02", 425 = "03", 456 = "04", 486 = "05", 517 = "06", 547 = "07",
```

```

578 = "08", 609 = "09", 639 = "10", 670 = "11", 700 = "12"], default));

casrad := plot(cc[minimum .. maximum], aa[minimum .. maximum], style
= 'line', legend = nazev[parse(vect)], color = green, axes = boxed,
axis[1] = [gridlines = [subticks = 0]], axis[2] = [gridlines = [5,
subticks = 5]]);

pxirada := plot(cc[minimum .. maximum], bb[minimum .. maximum], style
= 'line', legend = "Index PX", color = "red", axes = boxed, axis[1]
= [gridlines = [subticks = 0]], axis[2] = [gridlines = [5, subticks
= 5]]):

plots[display](fcerada, pxirada, casrad):

end if;

end use;
end proc:

```

## #Prognosis

```

Plotting_Prognosis:=proc(poc, kon, vec, vecy, fce)
global mi, ma, date, casrad, fcerada, pxirada, tisk;

```

```

use Maplets[Tools] in
tisk:="prognoza":

```

```

maxid:=cc[nops(cc)];
poca:=Maplets:-Tools:-Get('pocatek');
kone:=Maplets:-Tools:-Get('konec');
vect:=Maplets:-Tools:-Get('vector');
vecty:=Maplets:-Tools:-Get('vectory');

```

```

Datum(poca, kone);
Grafy(vec, vecy, mi, ma, fce);

```

```

casrad := plot(cc, aa, style = 'line', legend = nazev[parse(vect)],
color = green, axes = boxed, axis[1] = [gridlines = [subticks = 0]],
axis[2] = [gridlines = [5, subticks = 5]]):

```

```

pxirada := plot(cc, bb, style = 'line', legend = nazev[parse(vecty)],
color = "red", axes = boxed, axis[1] = [gridlines = [subticks = 0]],
axis[2] = [gridlines = [5, subticks = 5]]):

```

```

fcerada := plot(fcerad, style = 'line', linestyle = dot, thickness
= 3, legend = 'Regresní*funkce', color = red, axes = boxed, axis[1]

```

```
= [gridlines = [subticks = 0]], axis[2] = [gridlines = [5, subticks  
= 5]], tickmarks = [[3 = "01", 32 = "02", 60 = "03", 91 = "04", 121  
= "05", 152 = "06", 182 = "07", 213 = "08", 244 = "09", 274 = "10",  
305 = "11", 335 = "12", 368 = "01", 397 = "02", 425 = "03", 456 = "04",  
486 = "05", 517 = "06", 547 = "07", 578 = "08", 609 = "09", 639 = "10",  
670 = "11", 700 = "12"], default]):
```

```
if max(aa)>max(bb) then  
    m:=max(aa);  
    if m>max(dd) then  
        else  
            m:=max(dd)  
        end if:
```

```
else
```

```
m:=max(bb);  
    if m>max(dd) then  
        else  
            m:=max(dd)  
        end if:  
end if:
```

```
if min(aa)<min(bb) then  
    mini:=min(aa);  
    if mini<min(dd) then  
        else  
            mini:=min(dd)  
        end if:
```

```
else
```

```
mini:=min(bb);  
    if mini<min(dd) then  
        else  
            mini:=min(dd)  
        end if:  
end if:
```

```
date:=plot([maxid,maxid],[mini,m],legend = "Počátek  
prognózy",color=blue,thickness = 2,linestyle='dash');
```

```
plots[display](fcerada, pxirada, casrad,date):
```

```
end use;  
end proc:
```

## #Tisk do souboru

```
Ulozeni:=proc(poc, kon, vec, vecy, nazx, nazy, fce)
global mi, ma, date, casrad, fcerada, pxirada;
use Maplets[Tools] in

poca:=Maplets:-Tools:-Get('pocatek');
kone:=Maplets:-Tools:-Get('konec');
vect:=Maplets:-Tools:-Get('vector');
vecty:=Maplets:-Tools:-Get('vectory');
vectv:=Maplets:-Tools:-Get('nazevx');
vectyv:=Maplets:-Tools:-Get('nazevy');

if tisk="ulozena" or tisk="ulozena_detail" then
  x:=cat(vect, "_", vecty, "_", poca, "-", kone, "_", tisk, "_", "body");

y:=cat(vect, "_", vecty, "_", poca, "-", kone, "_", tisk, "_", "casrad");
  elif tisk="vlozena" or tisk="vlozena_detail" then

x:=cat(vectv, "_", vectyv, "_", lisd[1], "-", lisd[delkad], "_", tisk, "_",
"body");

y:=cat(vectv, "_", vectyv, "_", lisd[1], "-", lisd[nops(lisd)], "_", tisk
, "_", "casrad");
  elif tisk="prognoza" then

x:=cat(vect, "_", vecty, "_", poca, "-", kone, "_", tisk, "_", "body");

y:=cat(vect, "_", vecty, "_", poca, "-", kone, "_", tisk, "_", "casrad");
end if;

if tisk="ulozena" or tisk="vlozena" then
interface(plotdevice = gif, plotoutput = x, plotoptions =
"height=300,width=500");
print(display(body, poly));
else
end if:

plotsetup(gif, plotoutput = y, plotoptions =
"height=300,width=500");

if tisk="prognoza" then
print(display(fcerada, pxirada, casrad, date));
else
print(display(fcerada, pxirada, casrad));
```

end if:

end use:

end proc:

Maplets[Display] (maplet);