VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUTE OF INFORMATICS

ANALÝZA INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE V ČESKÉ REPUBLICE POMOCÍ ČASOVÝCH ŘAD

ANALYSIS OF INVESTMENT IN CONSTRUCTION WORKS IN THE CZECH REPUBLIC BY MEANS OF TIME SERIES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR´S THESIS

AUTOR PRÁCE — MICHAEL HELA
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE — Mgr. VERONIKA NOVOTNÁ, Ph.D.
SUPERVISOR

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně
Fakulta podnikatelská

Akademický rok: 2009/2010
Ústav informatiky

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Hela Michael

Manažerská informatika (6209R021)

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 bakalářskou práci s názvem:

Analýza investic na stavební práce v České republice pomocí časových řad

v anglickém jazyce:

Analysis of Investment in Construction Works in the Czech Republic by Means of Time Series

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 literatury
Přílohy

Podle § 60 zákona č. 121/2000 Sb. (autorský zákon) v platném znění, je tato práce "Školním dílem". Využití této práce se řídí právním režimem autorského zákona. Citace povoluje Fakulta podnikatelská Vysokého učení technického v Brně. Podmínkou externího využití této práce je uzavření "Licenční smlouvy" dle autorského zákona.

Seznam odborné literatury:

ANDĚL, J. Základy matematické statistiky 2.vyd.. Praha : Matfyzpress, 2007. ISBN 978-80-7378-001-2
CIPRA, T. Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii. 1.vyd. Praha: SNTL, 1986. ISBN 99-00-00157-X
CIPRA, T. Finanční matematika v praxi. 1. vyd., Praha : HZ, 1993. ISBN 80-901495-1-0
KROPÁČ, J. Statistika B. 1.vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006. ISBN 80-214-3295-0
SHARPE, W. F.; ALEXANDER, G.J. Investice. 4. vyd. Praha : Victoria Publishing, 1994. ISBN 80-85605-47-3

Vedoucí bakalářské práce: Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.

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

L.S.

Ing. Jiří Kříž, Ph.D. Ředitel ústavu	doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA

V Brně, dne 31.05.2010

ABSTRAKT PRÁCE

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou a prognózou vývoje investic na stavební práce v rámci České republiky. Pomocí statistických metod jako jsou regresní analýza a analýza časových řad se snaží odhadnout budoucí vývoj.

Klíčová slova

Statistika, statistické metody, časové řady, regresní analýza, prognóza, investice, stavebnictví, stavební práce, stavební produkce

Abstract

This bachelor thesis focuses on the analysis and prognosis of investments on construction works in the Czech Republic. Using statistical methods such as regression analysis and time series analysis seeks to predict future developments.

Keywords

Statistics, statistical methods, time series, regression analysis, prognosis, investments, building industry, construction works, construction output

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE PRÁCE

HELA, M. *Analýza investic na stavební práce v České republice pomocí časových řad*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2010. 74 s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve znění Zákona č.121/2000 Sb. o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 23. května 2010 ……..

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Dovoluji si touto cestou poděkovat Mgr. Veronice Novotné, Ph.D. za trpělivé vedení, vynaložený čas, inspiraci, připomínky a odborné rady, kterými přispěla k vypracování mé bakalářské práce.

OBSAH

1 ÚVOD 9

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA 10

2.1 REGRESNÍ ANALÝZA 10

2.1.1 Regresní přímka 11

2.1.2 Klasický lineární model 13

2.1.3 Nelineární regrese 14

2.1.4 Linearizovatelné modely 15

2.1.5 Speciální nelinearizovatelné modely 15

2.1.6 Volba regresní funkce 17

2.2 ČASOVÉ ŘADY 21

2.2.1 Dělení časových řad 21

2.2.2 Charakteristiky časových řad 23

2.2.3 Charakteristiky vývoje časových řad 24

2.2.4 Dekompozice časových řad 27

3 PRAKTICKÁ ČÁST 34

3.1 CHARAKTERISTIKA ZDROJOVÝCH DAT 34

3.2 VÝVOJ SITUACE V LETECH 1999-2008 34

3.2.1 Charakteristiky časové řady 35

3.2.2 Výběr vhodné regresní funkce 37

3.2.3 Predikce 2009-2010 43

3.2.4 Celkové zhodnocení 46

3.3 VÝVOJ SITUACE ČTVRTLETNĚ V LETECH 2004-2008 48

3.3.1 Charakteristiky časové řady 48

3.3.2 Predikce 2009-2010 49

3.3.3 Celkové zhodnocení 50

3.4 POROVNÁNÍ SITUACE PODLE TYPU PROVEDENÉ PRÁCE V LETECH 1999-2008 50

3.4.1 Charakteristiky časové řady 50

3.4.2 Predikce 2009-2010 51

3.4.3 Celkové zhodnocení 52

3.5 POROVNÁNÍ VÝVOJE PODLE DRUHU STAVEBNÍHO DÍLA V LETECH 2004-2008 53

3.5.1 Bytové stavby 53

3.5.2 Stavby pro školství, kulturu a sport 55

3.5.3 Dopravní stavby 57

3.5.4 Průmyslové a zemědělské stavby 60

3.5.5 Celkové zhodnocení 62

4 ZÁVĚR 64

5 POUŽITÉ ZDROJE A LITERATURA 66

5.1 KNIHY 66

5.2 INTERNETOVÉ ZDROJE 67

6 SEZNAMY 68

6.1 SEZNAM TABULEK 68

6.2 SEZNAM GRAFŮ 70

7 PŘÍLOHY 1

7.1 ZDROJOVÁ DATA 1

7.1.1 Stavební práce celkem 1994-2008 1

7.1.2 Stavební práce celkem 2003-2008 (měsíčně) 2

7.1.3 Stavební práce celkem 2004-2008 (jednotlivá stavební díla) 3

1 Úvod

Ve své bakalářské práci se zaměřím na analýzu a prognózu vývoje investic na provedené stavební práce v České republice použitím statistických metod.

Cílem mé práce je z dostupných historických dat z roku 1999-2008 o výši stavební produkce pomocí časových řad a regresní analýzy přehledně zhodnotit dosavadní vývoj v daném odvětví a následně predikovat pravděpodobný budoucí vývoj v následujících letech. Dosavadní vývoj budu hodnotit pomocí statistických charakteristik časových řad. Nalezením vhodné regresní funkce pro vyrovnání hodnot vypočítám trend dané časové řady, kterým určím pravděpodobné budoucí hodnoty řady pro následující roky 2009-2010.

Nejdříve budu pracovat s hodnotami celkové stavební produkce v České republice, poté zanalyzuji její složky rozdělené podle typu provedené práce a podle druhu stavebního díla.

Práce by měla sloužit jako zdroj informací o dané problematice pro širokou veřejnost, firmy nebo investory z oboru stavebnictví. Pravděpodobné odhady budoucích hodnot mohou sloužit při plánování strategie na nových projektech a investicích.

Veškeré hodnoty stavební produkce, se kterými jsem ve své práci počítal, byly získány od Českého statistického úřadu a to z internetového zdroje umístěného na adrese http://www.czso.cz/.

2 Teoretická východiska

2.1 Regresní analýza

Regresní analýza je souhrn statistických metod a postupů sloužících k odhadu hodnot nebo středních hodnot nějaké proměnné odpovídající daným hodnotám jedné nebo většího počtu vysvětlujících proměnných. [2]

V ekonomice a přírodních vědách se velmi často pracuje s proměnnými veličinami, kdy mezi nezávisle proměnnou x a závislou proměnnou y, kterou pozorujeme nebo měříme, existuje funkční závislost, kterou lze vyjádřit předpisem

$$y = \varphi(x), \tag{1}$$

přičemž funkci $\varphi(x)$ neznáme nebo tuto závislost nelze „rozumnou“ funkcí vyjádřit. To znamená, že při nastavení určité hodnoty x_i nezávislé (vysvětlující) proměnné x dostaneme určitou hodnotu $y_i = \varphi(x_i)$ závislé (vysvětlované) proměnné y. [3][4]

Ekonomické veličiny závisí na větším počtu činitelů. Při regresní analýze jsou použitelné pouze ty, které můžeme měřit. Ty tvoří okruh vysvětlujících proměnných, které použijeme k odhadům hodnot nebo středních hodnot vysvětlované proměnné. Pokud použijeme právě jednu z vysvětlujících proměnných, hovoříme o jednoduché regresi. Zapojíme-li do odhadů větší počet vysvětlujících proměnných, hovoříme o vícenásobné regresi. Od jednoduché regrese se k vícenásobné přechází kvůli zlepšení odhadů hodnot nebo středních hodnot vysvětlované proměnné. V ekonomické praxi ukazují zkušenosti z aplikací regresní analýzy, že použití příliš mnoho vysvětlujících proměnných nebývá vhodné, protože tím vzniká nebezpečí, že vedle podstatných činitelů zahrnou i činitele nepodstatné. Tím se analýza zbytečně komplikuje a výsledky se obtížně interpretují. [1][2]

Z důvodů působení různých náhodných vlivů a neuvažovaných činitelů, které nazýváme „šum“, nedostaneme při opakování pozorování při nastavené hodnotě proměnné x

stejnou hodnotu proměnné y, ale obecně jinou hodnotu. Pokud bychom pozorování při stejné nastavené hodnotě x opakovali, dostávali bychom různé hodnoty y. Proměnná y se tedy chová jako náhodná veličina, jež označíme Y. Závislost mezi veličinami x a Y vyjádříme předpisem

$$Y = \varphi(x) + e. \tag{2}$$

Závislost mezi proměnnými x a y, je tedy ovlivněna „šumem“, který je náhodnou veličinou. Tato náhodná veličina vyjadřuje vliv náhodných a neuvažovaných činitelů a označíme ji e. Dále předpokládáme, že její střední hodnota je rovna nule, tj. $E(e) = 0$, to znamená, že se nevyskytují žádné systematické chyby a výchylky od skutečné hodnoty při měření.

Závislost náhodné veličiny Y na proměnné x vyjádříme pomocí zavedení *podmíněné střední hodnoty náhodné veličiny Y pro hodnotu x*. Označíme ji $E(Y|x)$ a položíme ji rovnu vhodně zvolené funkci, kterou označíme $\eta(x; \beta_1, \beta_{2,\ldots,} \beta_p)$, používáme stručnější označení $\eta(x)$. Střední hodnotu lze vyjádřit předpisem

$$E(Y|x) = \eta(x; \beta_1, \beta_{2,\ldots,} \beta_p), \tag{3}$$

kde funkce $\eta(x; \beta_1, \beta_{2,\ldots,} \beta_p)$ je funkcí nezávislé proměnné x a obsahuje neznámé parametry, označené $\beta_1, \beta_{2,\ldots,} \beta_p$, kde $p \geq 1$. Funkci $\eta(x)$ nazýváme *regresní funkcí* a parametry $\beta_1, \beta_{2,\ldots,} \beta_p$ nazýváme *regresními koeficienty*. Pokud funkci $\eta(x)$ pro zadaná data určíme, pak říkáme, že jsme zadaná data „vyrovnali regresní funkcí“. [3][4]

2.1.1 Regresní přímka

Regresní přímka je nejjednodušší případ regresní funkce, kdy je regresní funkce $\eta(x)$ vyjádřena přímkou $\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 x$, platí tedy závislost:

$$E(Y|x) = \eta(x) = \beta_1 + \beta_2 x \tag{4}$$

Takže náhodnou veličinu Y_1 lze vyjádřit jako součet funkce $\eta(x)$ a „šumu“ e_i pro příslušnou nastavenou hodnotu proměnné x_i, tj.

$$Y_i = \eta(x_i) + e_i = \beta_1 + \beta_2 x_i + e_i. \tag{5}$$

Pomocí metody nejmenších čtverců určíme „nejlepší“ možné odhady koeficientů β_1 a β_2 regresní přímky pro zadané dvojice (x_i, y_i), které označíme b_1 a b_2. Za „nejlepší“ považujeme takové koeficienty b_1 a b_2, které minimalizují funkci $S(b_1,b_2)$. Ta je vyjádřena předpisem

$$\mathrm{S}(b_1, b_2) = \sum_{i=1}^{n} (y_i - b_1 - b_2 x_i)^2. \tag{6}$$

Funkce $S(b_1,b_2)$ je rovna součtu druhých mocnin odchylek naměřených hodnot y_i od hodnot $\eta_i = \eta(x_i) = b_1 + b_2 x_i$ na regresní přímce.

Hledané odhady b_1 a b_2 koeficientů β_1 a β_2 regresní přímky pro zadané dvojice (x_i, y_i) určíme pomocí vzorců

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i y_i - n\overline{xy}}{\sum_{i=1}^{n} x_i^2 - n\overline{x}^2}, b_1 = \overline{y} - b_2 \overline{x}, \tag{7}$$

kde x a y jsou výběrové průměry, pro které platí:

$$\overline{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i, \overline{y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i \tag{8}$$

Předpis pro odhad regresní přímky, který označíme $\eta(x)$, tedy zní

$$\hat{\eta}(x) = b_1 + b_2 x \tag{9}$$

Pomocí tohoto vztahu lze počítat hodnoty závislé proměnné pro různé hodnoty nezávislé proměnné u časových řad, kde je regresní přímka nejvhodnější regresí.

Pokud pro vyrovnání zadaných dat není regresní přímka vhodná, použijeme pro regresi jiný model (viz kapitoly 2.1.3 - 2.1.5). [3][4][5]

2.1.2 Klasický lineární model

V klasickém lineárním modelu je funkce η závislá na vektoru x a regresních koeficientech $\beta_{1,}\beta_{2,\ldots,}\beta_p$, kde $p \geq 1$. Zapíšeme je jako sloupcový vektor $\beta = [\beta_{1,}\beta_{2,\ldots,}\beta_p]^T$, který nazveme *vektorem regresních koeficientů*.

Předpokládá, že regresní funkce je tzv. *lineární v parametrech*, tj. má tvar

$$\eta(x, \beta) = f(x)^T\beta = \beta_1 f_1(x) + \beta_2 f_2(x) + \ldots + \beta_p f_p(x) \tag{10}$$

kde $f(x) = [f_1(x) + f_2(x) + \ldots + f_p(x)]^T$ je sloupcový *vektor regresních funkcí*, jehož složky jsou známé funkce nezávisející na parametrech $\beta_{1,}\beta_{2,\ldots,}\beta_p$. [3]

Předpokládáme, že funkce $\eta(x, \beta)$ je lineární v parametrech, pak můžeme (2) vyjádřit předpisem [4]

$$Y = \eta(x, \beta) + e = f^T(x)\beta + e \tag{11}$$

Pro výpočty v klasickém lineárním modelu používáme *matici regresorů*, kterou označíme $\boldsymbol{F}$. jedná se o matici s p řádky a n sloupci, kde řádky matice tvoří hodnoty funkcí $f_l(x)$, $l = 1, 2, \ldots, p$ a sloupce tvoří hodnoty, které jednotlivé složky vektoru $f(x)$ nabývají v hodnotách vektoru x_i. Matici $\boldsymbol{F}$ zapisujeme takto: [3]

$$F = \begin{bmatrix} f_1(x_1) & f_1(x_2) & \dots & f_1(x_n) \\ f_2(x_1) & f_2(x_2) & \dots & f_2(x_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_p(x_1) & f_p(x_2) & \dots & f_p(x_n) \end{bmatrix}. \tag{12}$$

Po zavedení matice ***F*** můžeme (11) vyjádřit pomocí předpisu:

$$\begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_1(x_1) & f_1(x_2) & \dots & f_1(x_n) \\ f_2(x_1) & f_2(x_2) & \dots & f_2(x_n) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ f_p(x_1) & f_p(x_2) & \dots & f_p(x_n) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \dots \\ \beta_p \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \dots \\ e_p \end{bmatrix}, \tag{13}$$

což pomocí matic můžeme zapsat tako:

$$Y = \boldsymbol{F}^T\beta + e, \tag{14}$$

kde $e = [e_1, e_{2,\dots,} e_n]^T$ je vektor náhodných veličin e_i, které vyjadřují „šum“ při *i*-tém měření. [4]

Speciálním případem klasického lineárního modelu je tedy i regresní přímka (viz kapitola 2.1.1). Tato situace nastává v případě, že vektor *x* má jen jednu složku *x*, počet regresních funkcí a počet regresních parametrů $p = 2$ a složky vektoru $f(x)$ jsou funkce $f_1(x) = 1, f_2(x) = x$. [3]

2.1.3 Nelineární regrese

Za nelineární považujeme takový regresní model, u kterého derivace funkce $\eta(x, \beta)$ podle β_l, kde $l = 1,2,\dots, p$, není alespoň pro jeden parametr β_l konstantní, tj. funkci $\eta(x, \beta)$ nelze vyjádřit jako lineární kombinaci parametrů β_l a známých funkcí, nezávislých na vektoru parametrů β. Dále budeme uvažovat jen situace, kde vektor ***x*** má jen jednu složku, označíme ji *x*. Příklady regresních funkcí tohoto typu jsou funkce: $\eta(x) = \beta_1 e^{\beta_2 x}$, $\eta(x) = \beta_1 x^{\beta_2}$ nebo $\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 e^{\beta_3 x}$.

Stejně jako v klasickém lineárním modelu vycházíme z n dvojic hodnot (x_i,y_i), kde hodnota y_i vzniká při nastavení proměnné x na hodnotu x_i a $i = 1, 2,\ldots, n$. Pak předpokládáme, že pro proměnnou Y_i platí model

$$Y_i = \eta(x, \beta) + e_i,\ i = 1, 2,\ldots, n, \tag{15}$$

kde odhady b vektoru parametrů β získáme minimalizací funkce

$$S(\beta) = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - \eta(x_i, \beta))^2 . \tag{16}$$

Funkci derivujeme podle jednotlivých parametrů β_l. Výsledky derivací jsou výrazy, které položíme rovny nule. Získáme soustavu p nelineárních rovnic o p neznámých, kterou použijeme pro určení odhadů b_l parametrů β_l. Jejich řešení provádíme pomocí numerických metod. [4]

2.1.4 Linearizovatelné modely

Linearizované jsou nelineární regresní funkce $\eta(x, \beta)$, které vhodnou transformací upravíme na funkce $T(\eta(x, \beta))$, jenž už na svých parametrech závisí lineárně. Pro transformaci použijeme například logaritmování. Výpočet provedeme poté stejně jako u lineárního modelu a zpětnou transformací výsledků určíme odhady parametrů pro původní nelineární model. [4]

2.1.5 Speciální nelinearizovatelné modely

Pro popis ekonomických dějů pomocí časových řad se nejčastěji používají tři speciální nelinearizovatelné funkce. Jedná se o *modifikovaný exponencionální trend*, *logistický trend* a *Gompertzovu křivku*. Každá z uvedených funkcí má jiné vlastnosti a je použitelná na jiný typ regresní analýzy. [3]

Modifikovaný exponencionální trend

Je určen předpisem:

$$\eta(x) = \beta_1 + \beta_2 \beta_3^x \text{, kde } \beta_3 > 0 \tag{17}$$

Používá se na regresní funkce, kde podíly sousedních hodnot prvních diferencí údajů analyzované řady jsou přibližně konstantní, a to za předpokladu, že podle vývoje časové řady se dá určit, že funkce je shora resp. zdola ohraničená.

Logistický trend

Je určen předpisem:

$$\eta(x) = \frac{1}{\beta_1 + \beta_2 \beta_3^x} \text{, kde } \beta_3 > 0 \tag{18}$$

Logistický trend je charakteristický symetrickým průběhem trendu ve tvaru písmene „S“, proto jej řadíme mezi tzv. S-křivky symetrické kolem inflexního bodu. V inflexním bodě se průběh křivky trendu mění z polohy nad tečnou, kdy hodnota ukazatele nejprve vzrůstá „pomalu“, poté roste „rychle“, na polohu pod tečnou, kdy hodnota ukazatele ze strmého růstu výrazně „zpomaluje“, resp. naopak. Každá S-křivka takto vymezuje na časové ose pět základních fází ekonomického cyklu.

Gompertzova křivka

Je určena předpisem:

$$\eta(x) = e^{\beta_1 + \beta_2 \beta_3^x} \text{, kde } \beta_3 > 0 \tag{19}$$

Vzniká podobně jako logistický trend. Má inflexi, je shora i zdola ohraničená, ale není symetrická, protože většina jejích hodnot leží za inflexním bodem, bodem kde se průběh funkce mění z konvexního na konkávní. Řadíme ji mezi tzv. S-křivky nesymetrické kolem inflexního bodu. [2][3]

Odhady b_1, b_2, b_3 koeficientů $\beta_1,\beta_2,\ldots,\beta_3$

Pro výpočet odhadů b_1, b_2, b_3 modifikovaného exponencionálního trendu použijeme vzorce:

$$b_3 = \left[\frac{S_3 - S_2}{S_2 - S_1}\right]^{1/mh}, \tag{20}$$

$$b_2 = (S_2 - S_1)\frac{b_3^h - 1}{b_3^{x_1}\left(b_3^{mh} - 1\right)^2}, \tag{21}$$

$$b_1 = \frac{1}{m}\left[S_1 - b_2 b_3^{x_1}\frac{1 - b_3^{mh}}{1 - b_3^h}\right], \tag{22}$$

(pokud $b_3 < 0$, tak pro další výpočty použijeme jeho absolutní hodnotu)

kde n je počet dvojic hodnot (x_i,y_i), $i = 1,2,\ldots, n$, n je dělitelné třemi, $n = 3m$, kde m je přirozené číslo a S_1, S_2, S_3 určíme pomocí vzorců:

$$S_1 = \sum_{i=1}^{m} y_i\ ,\ S_2 = \sum_{i=m+1}^{2m} y_i\ ,\ S_3 = \sum_{i=2m+1}^{3m} y_i\ . \tag{23}$$

Data lze tedy rozdělit do tří skupin o stejném počtu m prvků. V případě, že data nesplňují tuto podmínku, vynecháme příslušný počet počátečních nebo koncových dat.

Pro výpočet odhadů b_1, b_2, b_3 koeficientů $\beta_1, \beta_2,\ldots, \beta_3$ logistického trendu použijeme vzorce (20)-(23) s tím rozdílem, že do výpočtu sum S_1, S_2, S_3 použijeme místo hodnot y_i jejich převrácené hodnoty $1/ y_i$. U Gompertzovy křivky použijeme jejich přirozené logaritmy $\ln y_i$. [3]

2.1.6 Volba regresní funkce

Důležitou součástí regresní analýzy je posouzení správné volby regresní funkce, pomocí které vyrovnáváme zadaná data. Posuzujeme zejména jak zvolená regresní funkce

k zadaným datům přiléhá a jak vystihuje předpokládanou funkční závislost mezi závisle a nezávisle proměnnou.

Když pro vyrovnání zadaných dat použijeme více regresních funkcí, tak k posouzení, která z nich nejlépe přiléhá k zadaným datům, použijeme reziduální součet čtverců. Protože ale reziduální součet čtverců není normován, nedá se z jeho výsledných hodnot posoudit, jak vhodně zvolená regresní funkce závislost mezi proměnnými vystihuje.

Vhodnější charakteristikou je *index determinace*, pomocí které lze vhodnost regresní funkce posoudit. Označíme jej I^2 a vyjádříme pomocí vzorce:

$$I^2 = \frac{S_{\hat{\eta}}}{S_y}. \tag{24}$$

- S_y (*rozptyl empirických hodnot*) je roven průměru ze součtu kvadrátů odchylek zadaných hodnot od jejich průměru
- $S_{\hat{\eta}}$ (*rozptyl vyrovnaných hodnot*) je roven průměru ze součtu kvadrátů odchylek vyrovnaných hodnot od průměru zadaných dat

Mezi těmi rozptyly platí vztah:

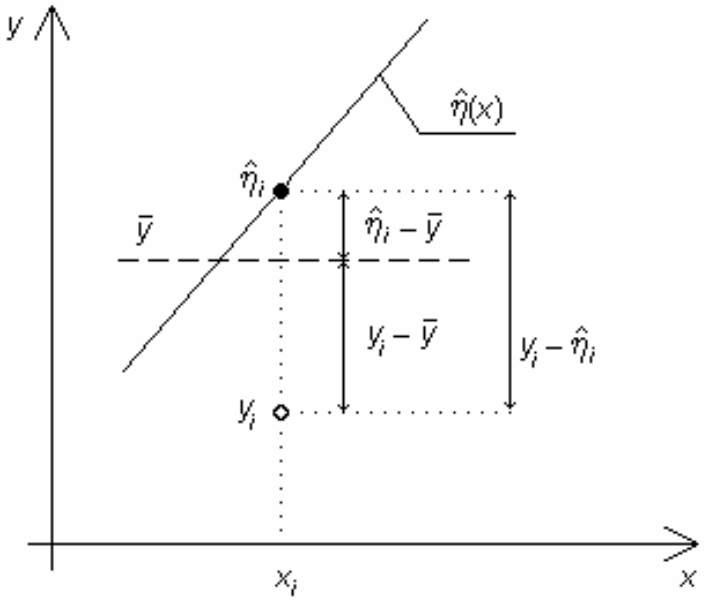
$$S_y = S_{\hat{\eta}} + S_{y-\hat{\eta}} \tag{25}$$

- $S_{y-\hat{\eta}}$ (*reziduální rozptyl*) je roven průměru ze součtu kvadrátů odchylek zadaných hodnot od vyrovnaných a nazývá se

Index determinace I^2 můžeme také vyjádřit jako (26), protože je zaveden jako (24) a zároveň platí (25).

$$I^2 = 1 - \frac{S_{y-\hat{\eta}}}{S_y}, \tag{26}$$

Graf 1 ukazuje, z jakých hodnot se rozptyly S_y, $S_{\hat{\eta}}$, $S_{y-\hat{\eta}}$ vytvářejí. Bod $\hat{\eta}_i$ představuje hodnotu regresní funkce $\hat{\eta}(x)$ pro číslo x_i na ose x a bod y_i zadanou hodnotu závisle proměnné. Vodorovná přerušovaná čára znázorňuje výběrový průměr $\bar{y}$ hodnot závisle proměnné y_i.



Graf 1: Regresní funkce - rozptyly vyrovnaných hodnot
Pramen: vlastní

Určení mezních hodnot indexu determinace

„Pokud by mezi nezávisle a závisle proměnnou existovala přesně funkční závislost, ležely by všechny hodnoty y_i *na regresní křivce. Pak by se rozptyl* S_y, *rovnal rozptylu* $S_{\hat{\eta}}$, *neboť* $S_{y-\hat{\eta}}$ *by byl roven nule. Tedy v tomto případě by byl index determinace roven jedné.*

Pokud by mezi nezávisle a závisle proměnnou existovala úplná funkční nezávislost, byly by všechny vyrovnané hodnoty stejné a rovnaly by se průměru naměřených hodnot $\bar{y}$.

Pak rozptyl vyrovnaných hodnot $S_{\hat{\eta}}$ by byl roven nule a tedy index determinace by byl také roven nule.“[1]

To dokazuje, že index determinace může nabývat hodnot z intervalu:

$$I^2 \in \langle 0,1 \rangle .$$

Závislost považujeme za silnější, tedy lépe vystiženou zvolenou regresní funkcí, tehdy, když se hodnota indexu determinace blíží k jedné. Pokud se jeho hodnota blíží k nule, považujeme danou závislost za slabší a regresní funkci za méně výstižnou.

Když ho vyjádříme pomocí procent, tak nám výsledek v procentech udává tu část rozptylu pozorovaných hodnot, kterou lze vysvětlit zvolenou funkcí. [3]

[1] KROPÁČ, J. Statistika B : jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, Regresní analýza, Časové řady. 2. doplněné vyd. Brno. 2009. 151 s. ISBN 978-80-214-3295-6. 103 s.

2.2 Časové řady

Pokud chceme provádět hlubší kvantitativní analýzu pravidelnosti a zákonitosti ve vývoji jevů, použijeme metody popisu vývoje dynamiky ukazatelů. Ty charakterizují zkoumané jevy za větší počet časových období, což nám umožňuje poznat z analýzy minulého období nejen zákonitosti vývoje sledovaného jevu, ale dává nám možnost předvídat budoucí vývoj. Při popisu dynamiky jevů používáme data uspořádaná do tzv. časových řad. Teorie časových řad patří mezi nejpoužívanější a v ekonomii nejdůležitější kvantitativní metody pro analýzu ekonomických dat. [4]

„*Časovou řadou (někdy chronologickou, vývojovou řadou) rozumíme řadu hodnot určitého ukazatele, uspořádaných z hlediska přirozené časové posloupnosti. Přitom je nutné, aby věcná náplň ukazatele i jeho prostorové vymezení byly shodné v celém sledovaném časovém úseku.*“[2]

2.2.1 Dělení časových řad

Podle časového hlediska můžeme časové řady rozdělit na intervalové a okamžikové časové řady.

Intervalové časové řady

Jsou ty, jejichž ukazatelé udávají informace o počtu věcí nebo jevů, které vznikly v jednom časovém intervalu. Tyto ukazatele se sledují ve stejně dlouhých časových intervalech. Hodnota ukazatele závisí na zvolené délce intervalu.

Graficky jdou znázorňovat třemi způsoby:

- sloupkovými grafy – znázorňují se obdélníky, jejichž základny jsou rovny délkám intervalů a výšky se rovnají hodnotám časové řady v příslušném intervalu

[2] KROPÁČ, J. Aplikovaná statistika. Skripta Fakulty podnikatelské VUT v Brně. Brno. 2004. ISBN 80-214-2737-X. 109 s.

- hůlkovými grafy - jednotlivé hodnoty časové řady jsou vyneseny ve středech příslušných intervalů jako úsečky
- spojnicovými grafy - jednotlivé hodnoty časové řady jsou vyneseny ve středech příslušných intervalů jako body, které jsou spojeny úsečkami. [3]

Okamžikové časové řady

Jsou ty, u nichž hodnota ukazatele se vztahuje k nějakému časovému okamžiku, nejčastěji se jedná o konec měsíce, roku apod. Těmito časovými řadami se sleduje počet výskytů zvoleného jevu či události k danému okamžiku měření. Velikost ukazatele není ovlivněna délkou intervalu sledování.

Graficky jdou znázorňovat pouze spojnicovými grafy. Hodnoty ukazatelů této časové řady vynesené na časové ose ke zvolenému časovému úseku spojíme úsečkami. [3]

Rozdíl mezi intervalovou a okamžikovou časovou řadou

Hlavním rozdílem mezi těmito dvěma typy časových řad vzniká při shrnování údajů. U intervalových časových řad lze, na rozdíl od okamžikových časových řad, u kterých to nemá reálnou interpretaci, sčítat údaje a tím vytvářet součty za více období. [4]

Při zpracování intervalových časových řad musíme brát v potaz, že délka časových intervalů nemusí nutně být stejná. Rozdílná délka intervalů ovlivňuje hodnoty ukazatelů a zkresluje tak jejich vývoj. Musíme proto dbát na srovnatelnost údajů z hlediska délky rozhodné doby. Jedním ze způsobů, jak různé délky rozhodné doby zohlednit je přepočet původních dat na stejně dlouhé intervaly. Oproti tomu, u okamžikových časových řad, se vzhledem k tomu, že se vždy vztahují k předem zvoleným časovým okamžikům, tímto problémem zabývat nemusíme. [3]

2.2.2 Charakteristiky časových řad

Určování průměrů časových řad

Průměr ukazatelů intervalových časových řad počítáme pomocí aritmetického průměru hodnot jednotlivých ukazatelů, ale pouze za předpokladu, že jsou všechny intervaly stejně dlouhé. Průměr intervalové řady označíme $\bar{y}$, hodnoty ukazatele časové řady v jednotlivých intervalech označíme y_1, y_2,…, y_n, kde n je počet intervalů. Pak hodnotu $\bar{y}$ vypočteme pomocí předpisu:

$$\bar{y} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} y_i \,. \tag{27}$$

Průměr u okamžikové časové řady nazýváme *chronologický průměr* a značíme jej rovněž $\bar{y}$.Jednotlivé okamžiky označíme t_1, t_2,…, t_n, kde n je počet okamžiků, a počítáme s nimi jako s ukazateli časové řady y_1, y_2,…y_n. Dílčí průměry pro jednotlivé dílčí intervaly označíme (t_1, t_2), (t_2, t_3),…, (t_{n-1}, t_n). Za předpokladu, že se tyto hodnoty okamžikového ukazatele vyvíjejí mezi sousedními okamžiky lineárně, budeme tyto dílčí průměry počítat jako aritmetické průměry sousedních hodnot okamžikové časové řady takto:

$$\frac{y_1 + y_2}{2}, \frac{y_2 + y_3}{2}, \ldots, \frac{y_{n-1} + y_n}{2}.$$

Za předpokladu, že jsou všechny intervaly stejně dlouhé, získáme aritmetickým průměrem těchto n-1 dílčích průměrů tzv. *nevážený chronologický průměr*, který po jednoduché úpravě vyjádříme takto: [4]

$$\bar{y} = \frac{1}{n-1}\left[\frac{y_1}{2} + \sum_{i=2}^{n-1} y_i + \frac{y_n}{2}\right]. \tag{28}$$

2.2.3 Charakteristiky vývoje časových řad

Mějme časovou řadu, kterou označíme y_1, y_2,…y_n a předpokládáme o nich, že jsou kladné, intervalového resp. okamžikového ukazatele sledující ukazatel v n intervalech resp. okamžicích.

První diference

Základní charakteristikou popisu vývoje ukazatelů časové řady je *první diference* ukazatelů. Označíme ji ${}_1d_i(y)$ a vypočteme ji jako rozdíl dvou po sobě jdoucích hodnot ukazatele:

$$ {}_1d_i(y) = y_i - y_{i-1}, \text{ kde } i = 2, 3,\ldots, \text{n.} \tag{29}$$

První diference charakterizují přírůstek hodnoty ukazatele časové řady v určitém období (intervalu) resp. okamžiku oproti bezprostředně předcházejícímu období resp. okamžiku.

Pokud první diference kolísají kolem určité konstanty, můžeme říci, že daná časová řada má lineární trend. Její vývoj lze tedy popsat přímkou.

Průměr prvních diferencí označíme $\overline{{}_1d(y)}$ a vypočteme ho jako aritmetický průměr jednotlivých prvních diferencí:

$$\overline{{}_1d(y)} = \frac{1}{n-1}\sum_{i=2}^{n} {}_1d_i(y) = \frac{y_n - y_1}{n-1}, \tag{30}$$

kde výraz $\frac{y_n - y_1}{n-1}$ vzniká dosazením (29) za ${}_1d_i(y)$.

Průměr prvních diferencí charakterizuje, o kolik se průměrně změní hodnota ukazatele časové řady v určitém období resp. okamžiku oproti období bezprostředně předcházejícímu resp. okamžiku.

Diference vyšších řádů počítáme, pokud se v řadě prvních diferencí projevuje určitá vývojová tendence, a to buď rostoucí a nebo klesající.

Druhá diference

Označujeme ji ${}_2d_i(y)$ a počítáme ji jako rozdíl dvou sousedních prvních diferencí:

$${}_2d_i(y) = {}_1d_i(y) - {}_1d_{i-1}(y), \text{ kde } i = 3, 4, \ldots, n. \tag{31}$$

Sledovaná časová řada má kvadratický trend, a její vývoj tedy jde popsat parabolou, pokud, pokud druhé diference kolísají kolem určité konstanty.

Dosazením výrazů z (29) za jednotlivé druhé diference můžeme ${}_2d_i(y)$ vyjádřit pomocí jednotlivých členů časové řady jako:

$${}_2d_i(y) = y_i - 2y_{i-1} + y_{i-2}, \text{ kde } i = 3, 4, \ldots, n. \tag{32}$$

Diference *k*-tého řádu

Obecně platí:

$${}_kd_i(y) = {}_{k-1}d_i(y) - {}_{k-2}d_{i-1}(y), \text{ kde } i = k+1, \ldots, n. \tag{33}$$

Koeficient růstu

Určuje rychlost růstu resp. poklesu hodnot časové řady. Označujeme ho $k_i(y)$ a počítáme ho jako poměr dvou po sobě jdoucích hodnot ukazatele časové řady takto:

$$k_i(y) = \frac{y_i}{y_{i-1}}, \text{ kde } i = 2, 3, \ldots, n. \tag{34}$$

Koeficient růstu charakterizuje, kolikrát se zvýšila hodnota ukazatele časové řady v určitém období resp. okamžiku oproti období bezprostředně předcházejícímu resp. okamžiku.

Pokud koeficienty růstu kolísají kolem určité konstanty, můžeme říci, že daná časová řada má exponencionální trend. Její vývoj lze tedy popsat exponencionálou.

Průměrný koeficient růstu označíme $\overline{k(y)}$ a vypočteme ho jako geometrický průměr jednotlivých koeficientů růstu:

$$\overline{k(y)} = \sqrt[n-1]{\prod_{i=2}^{n} k_i(y)} = \sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}\,, \tag{35}$$

kde výraz $\sqrt[n-1]{\frac{y_n}{y_1}}$ vzniká dosazením (34) za $k_i(y)$.

Význam má průměrný koeficient růstu proto, že určuje průměrnou změnu během celého období.

Ze vzorce (35) je patrné, že průměrný koeficient růstu nezávisí na jiných hodnotách intervalu, než na první a poslední hodnotě ukazatele časové řady. Počítání pomocí tohoto vzorce je vhodné (charakteristika průměrného vývoje bude odpovídat skutečnosti) pouze za předpokladu, že časová řada má téměř monotónní vývoj. Jestliže časová řada nemá monotónní vývoj, pak průměrný koeficient růstu bude zkreslený (podhodnocený resp. nadhodnocený). [4][6]

2.2.4 Dekompozice časových řad

Pro použití v ekonomické praxi, rozkládáme hodnoty časové řady na několik složek. V případě *aditivní dekompozice* vyjadřujeme hodnoty y_i časové řady pro čas t_i, kde i = 1, 2,…, n součtem:

$$y_i = T_i + C_i + S_i + e_i, \tag{36}$$

U *multiplikativní dekompozice* vyjadřujeme hodnoty y_i časové řady pro čas t_i, kde i = 1, 2,…, n součinem jednotlivých složek:

$$y_i = T_i C_i S_i e_i, \tag{37}$$

kde jednotlivé složky vyjadřují:

- T_i – hodnotu trendové složky,
- C_i - hodnotu sezónní složky,
- S_i - hodnotu cyklické složky,
- e_i - hodnotu náhodné složky.

Časové řady na tyto složky rozkládáme (dekomponujeme), protože v jednotlivých složkách se snadněji podaří zjistit zákonitosti v chování řady než v původní nerozložené řadě. [3]

Trend

„je obecnou tendenci dlouhodobého vývoje sledovaného ukazatele v čase. Je důsledkem působení sil, které systematicky působí ve stejném směru.“[3]

[3] KROPÁČ, J. Statistika B : jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, Regresní analýza, Časové řady. 2. doplněné vyd. Brno. 2009. 151 s. ISBN 978-80-214-3295-6. 122 s.

Sezónní složka

„*popisuje periodické změny v časové řadě, které se odehrávají během jednoho kalendářního roku a každý rok se opakují.*“

Cyklická složka

„*bývá považována za nejspornější složku časové řady. Někteří autoři nenazývají tuto složku cyklickou (nebo dokonce periodickou) a hovoří spíše o fluktuacích okolo trendu, v nichž se střídá fáze růstu s fází poklesu.*“

Reziduální složka

„*zbývá v časové řadě po odstranění trendu a sezónní i cyklické složky. Je tvořena náhodnými fluktuacemi v průběhu časové nuly, které nemají rozpoznatelný systematický charakter.*“[4]

Reziduální složka nám také pokrývá chyby v měření a zaokrouhlování údajů při zpracování časové řady.

Popis trendu pomocí regresní analýzy

Nejpoužívanějším způsobem popisu vývoje časové řady je metoda regresí analýzy (viz kapitola 2.1)

Při analýze časové řady použitím regresní analýzy předpokládáme, že hodnoty časové řady $y_1, y_2, \ldots, y_n$, lze rozložit na složku trendovou a reziduální:

$$y_i = T_i + e_i, \text{ kde } i = 1, 2, \ldots, n. \tag{38}$$

Vhodný typ regresní funkce určíme na základě grafického záznamu průběhu časové řady nebo na základě předpokládaných vlastností trendové složky, vycházejících z ekonomické teorie.

[4] KROPÁČ, J. Statistika B : jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, Regresní analýza, Časové řady. 2. doplněné vyd. Brno. 2009. 151 s. ISBN 978-80-214-3295-6. 123 s.

V následující tabulce jsou uvedeny doporučení k určení vhodné matematické křivky pro popis závislosti veličiny y na argumentu t.

Trend	**Informativní test**
Lineární	první diference ${}_1d_i$ jsou přibližně konstantní
kvadratický	druhé diference ${}_2d_i$ jsou přibližně konstantní
exponencionální	logaritmy koeficientu růstu k_i jsou přibližně konstantní
modifikovaný exponencionální	podíly prvních diferencí $\frac{{}_1d_i(y)}{{}_1d_{i-1}(y)}$ jsou přibližně konstantní
logistický	průběh prvních diferencí je podobný normálnímu rozdělení, podíly $\left(\frac{1}{y_{i+2}}-\frac{1}{y_{i+1}}\right)/\left(\frac{1}{y_{i+1}}-\frac{1}{y_i}\right)$ jsou přibližně konstantní
Gompertzova křivka	podíly $\ln\frac{y_{i+2}}{y_{i+1}}/\ln\frac{y_{i+1}}{y_i}$ jsou přibližně konstantní

Tabulka 1: Informativní testy pro volbu vhodné trendové křivky
Pramen: [4]

Tato doporučení plynou z následujících odvození: (budeme předpokládat, že hodnoty argumentu t časové řady lze transformovat na hodnoty $i = 1, 2,\ldots, n$)

Lineární trend:

- funkční vztah mezi proměnnými y a t: $y = \beta_1 + \beta_2 t$, kde β_1 a β_2 jsou neznámé regresní parametry
- pomocí vzorce (29) zjistíme, že první diference ${}_1d_i$ kolísají kolem směrnice regresní přímky, konkrétně kolem hodnoty β_2

Kvadratický trend:

- funkční vztah mezi proměnnými y a t: $y = \beta_1 + \beta_2 t + \beta_3 t^2$, kde β_1, β_2 a β_3 jsou neznámé regresní parametry
- pomocí vzorce (31) zjistíme, že druhé diference ${}_2d_i$ kolísají kolem směrnice regresní přímky, konkrétně kolem hodnoty $2\beta_3$

Exponencionální trend:

- funkční vztah mezi proměnnými y a t: $y = \beta_1 e^{\beta_2 t}$, kde β_1 a β_2 jsou neznámé regresní parametry
- logaritmováním dané funkce dostaneme ln y = ln β_1 + $\beta_2 t$, poté pomocí vzorce (34) zjistíme, že pro koeficienty růstu budou přirozené logaritmy podílu prvních diferencí kolísat kolem hodnoty koeficientu β_2

Modifikovaný exponencionální trend:

- funkční vztah mezi proměnnými y a t: $y = \beta_1 + \beta_2 \beta_3^t$, kde β_1, β_2 a β_3 jsou neznámé regresní parametry
- pomocí vzorce (29) zjistíme, že podíly prvních diferencí $\frac{{}_1 d_i(y)}{{}_1 d_{i-1}(y)}$ kolísají kolem hodnoty koeficientu β_3

Logistický trend:

- funkční vztah mezi proměnnými y a t: $y = \frac{1}{\beta_1 + \beta_2 \beta_3^t}$, kde β_1, β_2 a β_3 jsou neznámé regresní parametry
- následně lze dokázat, že podíly $\left(\frac{1}{y_{i+2}} - \frac{1}{y_{i+1}}\right) / \left(\frac{1}{y_{i+1}} - \frac{1}{y_i}\right)$ kolísají kolem hodnoty koeficientu β_3

Gompertzova křivka:

- funkční vztah mezi proměnnými y a t: $y = e^{\beta_1 + \beta_2 \beta_3^t}$, kde β_1, β_2 a β_3 jsou neznámé regresní parametry
- následně lze dokázat, že podíly $\ln \frac{y_{i+2}}{y_{i+1}} / \ln \frac{y_{i+1}}{y_i}$ kolísají kolem hodnoty koeficientu β_3 [3][4]

Metoda klouzavých průměrů

Používají se pro popis trendu časové řady, který mění v čase globálně svůj charakter a nedá se vyjádřit vhodnou matematickou funkcí s neměnnými parametry. Předpokládáme ale, že v krátkých časových intervalech časové řady je vyrovnání pomocí matematické funkce možné. Přitom na různých intervalech mají tyto fukce odlišné parametry.

Metodu vyrovnání členů dané časové řady pomocí lineární kombinace jejích členů nazýváme, metodou klouzavých průměrů. Předpokládáme časovou řadu y_1, y_2,…, y_n, jejíž členy y_i, lze rozložit na složku trendovou a náhodnou:

$$y_i = T_i + e_i, \text{ kde } i = 1, 2, \ldots, n. \tag{39}$$

Vrovnáváme jednotlivé intervaly časové řady, které mají $2m+1$ členů, kde m je počet členů řady, které vyrovnávané hodnotě předchází, respektive za ní následují, polynomy stupně r. Pro časovou řadu, která má n členů, tak získáme $n - 2m$ klouzavých průměrů.

Sezónní složka v časové řadě

Pokud analyzujeme vývoj časové řady, tak nás kromě hlavní vývojové tendence jejích ukazatelů zajímá průběh a intenzita případných sezónních výkyvů, které se na časové řadě projevují.

Nejjednodušší metodou je model časové řady, u kterého předpokládáme, že pro hodnoty y_i platí:

$$y_i = T_i + S_i + e_i, \text{ kde } i = 1, 2, \ldots, n. \tag{40}$$

kde S_i vyjadřuje sezónní, T_i trendovou a e_i náhodnou složku.

Dále předpokládáme, že časová řada se skládá z K periodických období o T dílčích sezónách v každé periodě.

l-tou pozorovanou hodnotu v j-té periodě označíme y_{lj}, kde $l = 1, 2,\ldots, T$ a $j = 1, 2,\ldots, K$.

Dále uvažujeme případ, kdy je trend určen lineární funkcí. Pak trend sezónní výkyvy v časové řadě lze vyjádřit vztahem:

$$\eta_{lj} = \beta_1 + \beta_2 t_{lj} + \nu_l \text{, kde } l = 1, 2,\ldots, T \text{ a } j = 1, 2,\ldots, K, \tag{41}$$

přičemž členy výše uvedeného výrazu značí:

- $t_{lj} = (j - 1)\, T + l$ je časová proměnná pro l-té pozorování v j-té periodě,
- η_{lj} je l-tá vyrovnaná hodnota v j-té periodě,
- ν_l je sezónní výkyv v l-tém dílčím období každé periody.

Pro zjednodušení výpočtů budeme uvažovat, že periodické výkyvy ν_l nezávisí na trendu a během každé periody se vyruší:

$$\sum_{l=1}^{T} \nu_l = 0 \text{, pro } \forall j \,. \tag{42}$$

Pomocí metody nejmenších čtverců získáme minimalizací funkce odhady parametrů β_1, β_2 a ν_l, kde $l = 1, 2,\ldots, T$, regresní funkce (41), označené b_1, b_2 a v_l:

$$S = \sum_{l=1}^{T} \sum_{j=1}^{K} (y_{lj} - \beta_1 - \beta_2 t_{lj} - \nu_l)^2 \,. \tag{43}$$

Parametru β_1 ve vztahu (43) se zbavíme zavedením parametru c_l a následnou transformací:

$$c_l = \beta_1 + \nu_l \text{, kde } l = 1, 2,\ldots, T \,. \tag{44}$$

Součet pro l ve vztahu (44) bude vypadat takto:

$$\sum_{l=1}^{T} c_l = \sum_{l=1}^{T} \nu_l + \beta_1 T. \tag{45}$$

Za podmínky (42) pro všechna ν_l můžeme ze vztahu (45) vyjádřit parametr β_1 takto:

$$\beta_1 = \frac{1}{T} \sum_{l=1}^{T} c_l. \tag{46}$$

Funkci S můžeme vyjádřit po dosazení z (44) do (43) takto:

$$S = \sum_{l=1}^{T} \sum_{j=1}^{K} (y_{lj} - \beta_2 t_{lj} - c_l)^2 . \tag{47}$$

Minimum funkce S určíme pomocí parciálních derivací podle parametrů β_2 a c_l, které položíme rovny nule:

$$\frac{\partial S}{\partial c_l} = 2 \sum_{l=1}^{T} \sum_{j=1}^{K} (y_{lj} - \beta_2 t_{lj} - c_l) \cdot (-1) = 0 \quad \text{pro } l = 1, 2, \ldots, T; \tag{48}$$

$$\frac{\partial S}{\partial \beta_2} = 2 \sum_{l=1}^{T} \sum_{j=1}^{K} (y_{lj} - \beta_2 t_{lj} - c_l) \cdot (-t_{lj}) = 0 .$$

Z (48) plyne soustava rovnic pro odhady parametrů c_l a parametru β_2:

$$c_l K + b_2 \sum_{j=1}^{K} t_{lj} = \sum_{j=1}^{K} y_{lj} \quad \text{pro } l = 1, 2, \ldots, T; \tag{49}$$

$$\sum_{l=1}^{T} c_l \sum_{j=1}^{K} t_{lj} + b_2 \sum_{l=1}^{T} \sum_{j=1}^{K} t^2{}_{lj} = \sum_{l=1}^{T} \sum_{j=1}^{K} y_{lj} t_{lj} .$$

Z výsledných hodnot c_l soustavy vypočteme pomocí (46) odhad parametru β_1, pomocí kterého podle (44) určíme hodnoty ν_l.

3 Praktická část

3.1 Charakteristika zdrojových dat

Zdrojová data pro komplexní analýzu stavební produkce v České republice jsem získal z veřejně dostupných internetových stránek Českého statistického úřadu, kde jsou každoročně publikovány roční statistiky vhodné pro zpracování časových řad.

Jedná se o informace o výši stavební produkce v České republice podniky s 20 a více zaměstnanci podle klasifikace CZ-CC (Klasifikace stavebních děl).

Pro analýzu celkové situace v České republice byly použity roční hodnoty za desetileté období 1999-2008 a čtvrtletní hodnoty za pětileté období 2004-2008. Pro dílčí analýzu jednotlivých složek celkové produkce z hlediska typu provedené práce byly použity roční hodnoty za desetileté období 1999-2008. Pro dílčí složky z hlediska druhu stavebního díla roční hodnoty za pětileté období 2004-2008.

Data za rok 2009 nebyla bohužel v čase zpracování této práce ještě k dispozici.

3.2 Vývoj situace v letech 1999-2008

V této kapitole jsem zpracoval roční hodnoty celkové stavební produkce v České republice. Pomocí charakteristik popsaných v kapitolách 2.2.2 a 2.2.3 popsal intervalovou časovou řadu hodnot pro roky 1999-2008. Vybral nejvhodnější regresní funkce, které nejlépe charakterizovaly zadanou časovou řadu. K tomu jsem použil funkce jako regresní přímka a nebo speciální nelinearizovatelné modely popsané v kapitolách 2.1.1-2.1.5. Díky vyrovnaným hodnotám vhodných regresních funkcí jsem následně vypočítal pravděpodobné budoucí hodnoty pro roky 2009-2010. V poslední části kapitoly jsem provedl celkové zhodnocení ze statistického a ekonomického hlediska.

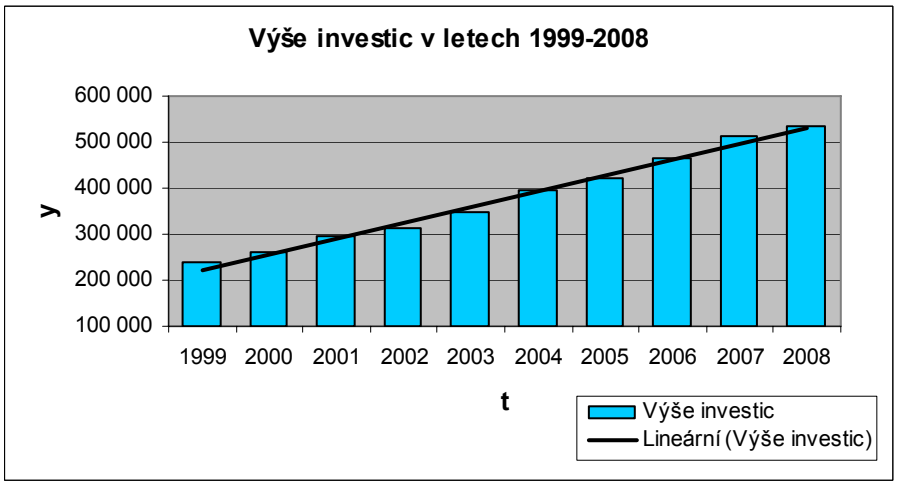
3.2.1 Charakteristiky časové řady

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty investic na stavební práce za jednotlivé roky a spočítány dvě z nejvýznamnějších charakteristik časové řady, první.diference podle vzorce (29) a koeficient růstu (34).

Pořadí	Rok	Investice [mil Kč]	1.diference	Koef.růstu
i	t	y	$_1d_i(y)$	$k_i(y)$
1	1999	237 596	xxx	xxx
2	2000	259 670	22 074	1,0929
3	2001	295 706	36 036	1,1388
4	2002	311 172	15 466	1,0523
5	2003	346 752	35 580	1,1143
6	2004	394 305	47 553	1,1371
7	2005	422 737	28 432	1,0721
8	2006	463 060	40 323	1,0954
9	2007	510 984	47 924	1,1035
10	2008	536 572	25 588	1,0501

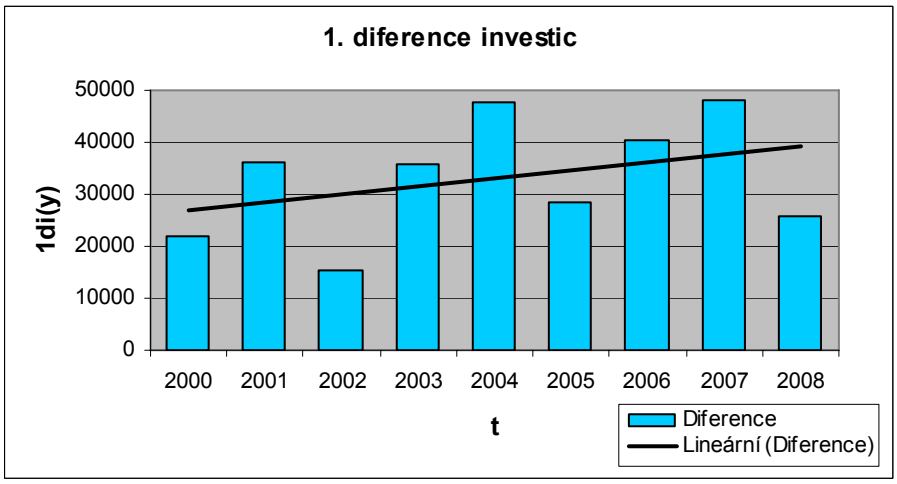
Tabulka 2: Výše investic na stavební práce celkem v roce 1999-2008
Pramen: vlastní

Další charakteristikou je průměr ukazatele intervalové časové řady $\bar{y}$ vypočítaný z hodnot tabulky (Tabulka 2) pomocí vzorce (27): $\bar{y} = 377\,855{,}4$



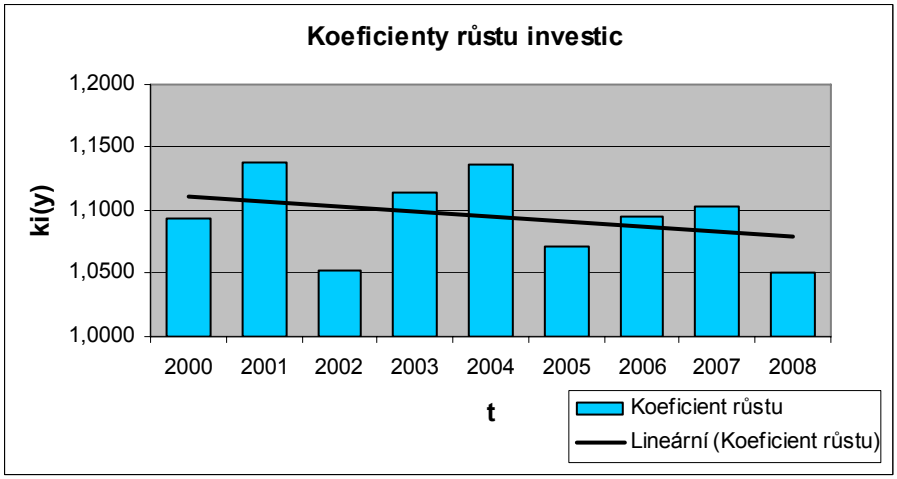
Graf 2: Výše investic na stavební práce celkem roce 1999-2008 v mil Kč
Pramen: vlastní

První diference udává, o kolik se změnila hodnota za dané období oproti předchozímu období. Průměrná diference $\overline{{}_1 d(y)}$ podle vzorce (30) má hodnotu 33 219,56. To znamená, že v průměru se hodnota dvou po sobě jdoucích roků zvýší o 33, 2 mld. Kč. V následujícím grafu (Graf 3)jsou zaznamenány hodnoty prvních diferencí.



Graf 3: První diference investic na stavební práce celkem roce 1999-2008 v mil Kč
Pramen: vlastní

Koeficient růstu naopak udává, kolikrát se změnila hodnota za dané období oproti předchozímu období. Průměrný koeficient růstu $\overline{k(y)}$ podle vzorce (35) má hodnotu 1,0947. Tedy, že v průměru se hodnota dvou po sobě jdoucích roků zvýší 1,0947 krát. V následujícím grafu jsou zaznamenány hodnoty prvních diferencí.



Graf 4: Koeficient růstu investic na stavební práce celkem roce 1999-2008
Pramen: vlastní

3.2.2 Výběr vhodné regresní funkce

Pro vyrovnání hodnot jsem použil několik vybraných regresních funkcí viz. níže, abych zjistil, která z nich nejlépe vystihuje zadanou časovou řadu.

3.2.2.1 Vyrovnání hodnot pomocí regresní přímky

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty z tabulky (Tabulka 2), hodnoty vyrovnané pomocí regresní přímky a hranice.

Pořadí	Rok	Investice [mil Kč]	Vyrovnané hodnoty	Hranice	Hranice	Hranice	Hranice
i	t	y	yv	yvD	yvH	YD	YH
1	1999	237 596	223 246,3	209 067,4	237 425,2	195 264,1	251 228,5
2	2000	259 670	257 603,9	245 578,6	269 629,2	230 648,9	284 558,8
3	2001	295 706	291 961,5	281 847,9	302 075,0	265 803,4	318 119,5
4	2002	311 172	326 319,0	317 712,8	334 925,3	300 706,0	351 932,1
5	2003	346 752	360 676,6	352 933,3	368 420,0	335 340,5	386 012,8
6	2004	394 305	395 034,2	387 290,8	402 777,5	369 698,0	420 370,3
7	2005	422 737	429 391,8	420 785,5	437 998,0	403 778,7	455 004,8
8	2006	463 060	463 749,3	453 635,8	473 862,9	437 591,3	489 907,4
9	2007	510 984	498 106,9	486 081,6	510 132,2	471 152,0	525 061,9
10	2008	536 572	532 464,5	518 285,6	546 643,4	504 482,3	560 446,7

Tabulka 3: Zadané, vyrovnané a hraniční hodnoty investic na stavební práce v roce 1999-2008
Pramen: vlastní

V tabulce (Tabulka 4) jsou uvedeny hodnoty parametrů spočítaných podle vzorce (7). Tyto parametry jsou následně dosazeny do vzorce (4), pomocí kterého jsou dopočítány vyrovnané hodnoty v tabulce (Tabulka 3).

	Koeficienty b	Rozptyly koeficientů	Dolní hranice int. spolehlivosti. pro b	Horní hranice int. spolehlivosti pro b
b1	1,889E+05	5,11E+07	1,724E+05	2,054E+05
b2	3,436E+04	1,33E+06	3,170E+04	3,701E+04

Tabulka 4: Koeficienty, rozptyly a intervaly spolehlivosti regresní přímky
Pramen: vlastní

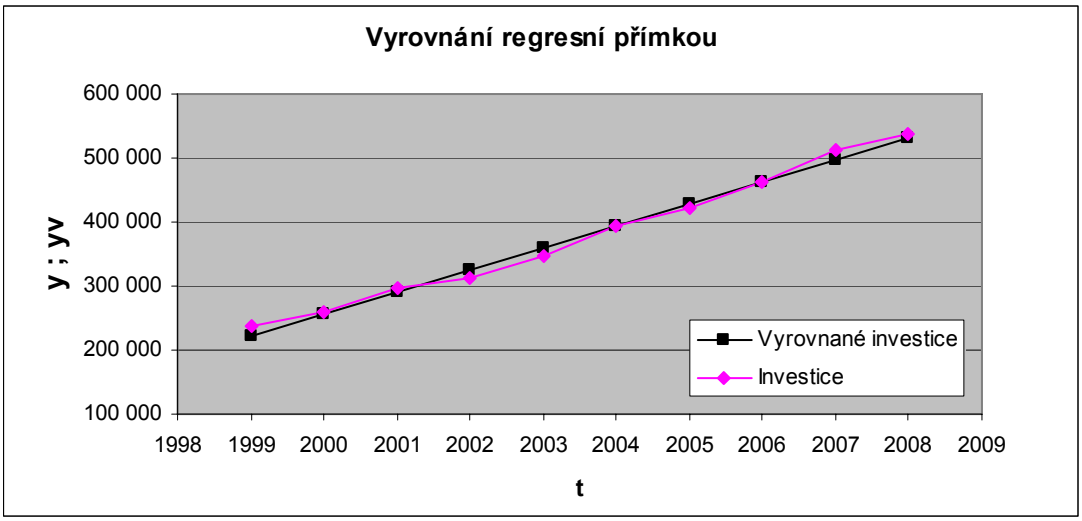
Charakteristiky:

Rozptyl: 1,094E+08

Reziduální součet čtverců: 8,755E+08

Index determinace: **0,9900**

V následujícím grafu jsou zaznamenány hodnoty investic a vyrovnané hodnoty z tabulky (Tabulka 3).



Graf 5: Vyrovnané hodnoty pomocí regresní přímky
Pramen: vlastní

3.2.2.2 Vyrovnání hodnot pomocí modifikovaného exponenciálního trendu

V tabulce (Tabulka 5) jsou uvedeny hodnoty z tabulky (Tabulka 2) a hodnoty vyrovnané pomocí modifikovaného exponenciálního trendu.

Pořadí	Rok	Investice [mil Kč]	Vyrovnané
i	t	y	yv
1	1999	237 596	230 322
2	2000	259 670	258 579
3	2001	295 706	288 326
4	2002	311 172	319 643
5	2003	346 752	352 612
6	2004	394 305	387 321
7	2005	422 737	423 861
8	2006	463 060	462 329
9	2007	510 984	502 826
10	2008	536 572	545 461

Tabulka 5: Zadané a vyrovnané hodnoty investic na stavební práce v roce 1999-2008
Pramen: vlastní

Vyrovnané hodnoty jsou vypočítány pomocí vzorce (17), kde koeficienty b_1, b_2 a b_3 jsou vypočítány pomocí vzorců (20)-(22). V nich použité parametry S_1, S_2, S_3 jsou vypočteny ze vzorců (23).

Vypočítané hodnoty parametrů b: b_1 = -305222,96; b_2 = 508705,05; b_3 = 1,0528

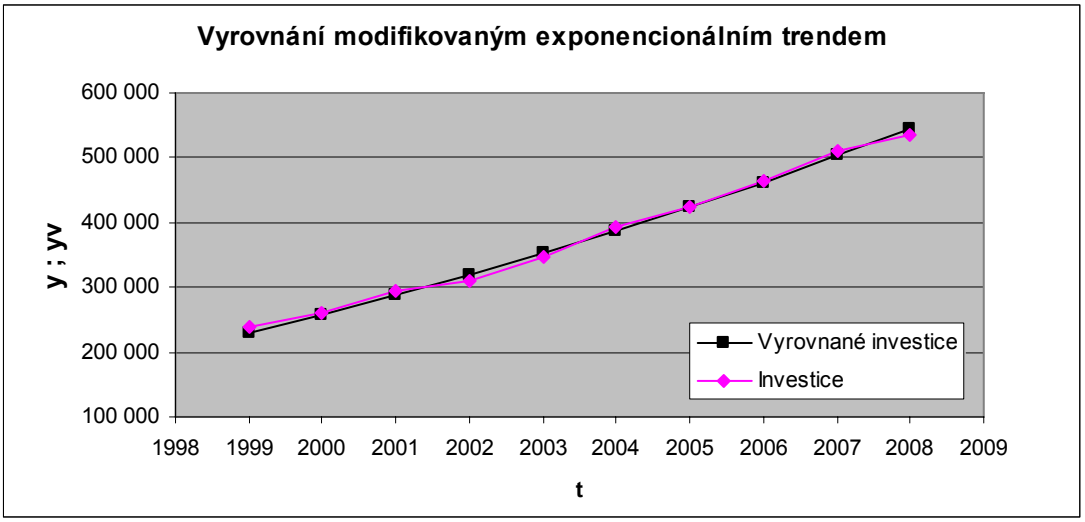
Charakteristiky:

Rozptyl: 5,868E+07

Reziduální součet čtverců: 4,108E+08

Index determinace: **0,9946**

V následujícím grafu jsou zaznamenány hodnoty investic a vyrovnané hodnoty z tabulky (Tabulka 5).



Graf 6: Vyrovnané hodnoty pomocí modifikovaného exponencionálního trendu
Pramen: vlastní

3.2.2.3 Vyrovnání hodnot pomocí logistického trendu

V následující tabulce jsou uvedeny hodnoty z tabulky (Tabulka 2) a hodnoty vyrovnané pomocí logistického trendu.

Pořadí	Rok	Investice [mil Kč]	Vyrovnané	Upravené
i	**t**	**y**	**yv**	**1/y**
1	1999	237 596	233 839	4,2088E-06
2	2000	259 670	260 044	3,8510E-06
3	2001	295 706	288 448	3,3817E-06
4	2002	311 172	319 072	3,2137E-06
5	2003	346 752	351 901	2,8839E-06
6	2004	394 305	386 878	2,5361E-06
7	2005	422 737	423 901	2,3655E-06
8	2006	463 060	462 819	2,1595E-06
9	2007	510 984	503 432	1,9570E-06
10	2008	536 572	545 494	1,8637E-06

Tabulka 6: Zadané, vyrovnané a upravené hodnoty investic na stavební práce v roce 1999-2008
Pramen: vlastní

Výpočty jsou obdobné jako u modifikovaného exponenciálního trendu. Pouze u výpočtu koeficientů S_1, S_2, S_3 figurují místo hodnot y_i jejich převrácené hodnoty $1/y_i$.

Vypočítané hodnoty parametrů b: $b_1 = 7{,}2364\text{E-}07$; $b_2 = 4{,}0432\text{E-}06$; $b_3 = 0{,}8787$

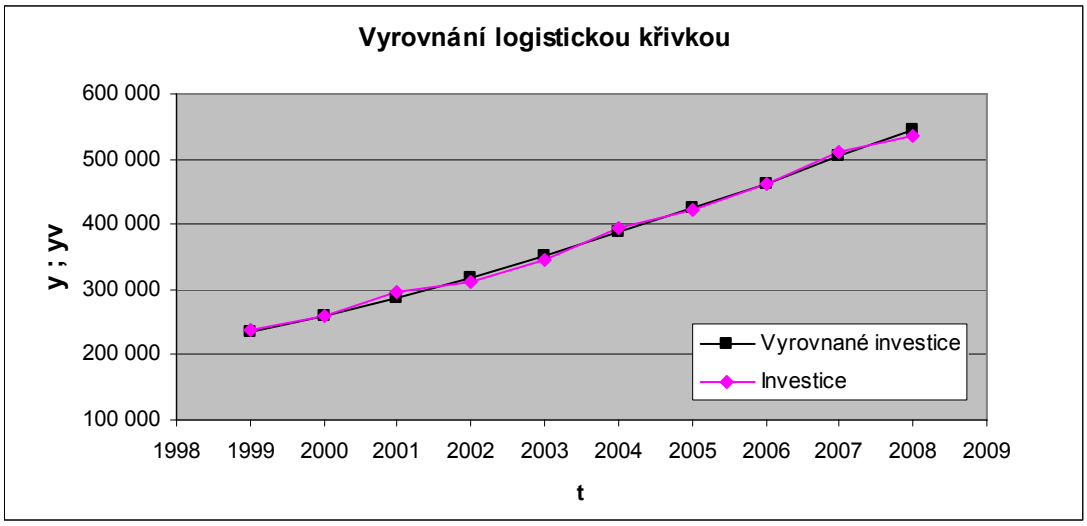
Charakteristiky:

Rozptyl: 4,987E+07

Reziduální součet čtverců: 3,491E+08

Index determinace: **0,9954**

V následujícím grafu jsou zaznamenány hodnoty investic a vyrovnané hodnoty z tabulky (Tabulka 6).



Graf 7: Vyrovnané hodnoty pomocí logistického trendu
Pramen: vlastní

3.2.2.4 Vyrovnání hodnot pomocí Gompertzovy křivky

V tabulce (Tabulka 7) jsou uvedeny hodnoty z tabulky (Tabulka 2) a hodnoty vyrovnané pomocí Gompertzovy křivky.

Pořadí	Rok	Investice [mil Kč]	Vyrovnané	Upravené
i	t	y	yv	ln y
1	1999	237 596	232 384	1,2378E+01
2	2000	259 670	259 424	1,2467E+01
3	2001	295 706	288 408	1,2597E+01
4	2002	311 172	319 348	1,2648E+01
5	2003	346 752	352 248	1,2756E+01
6	2004	394 305	387 100	1,2885E+01
7	2005	422 737	423 886	1,2955E+01
8	2006	463 060	462 577	1,3046E+01
9	2007	510 984	503 135	1,3144E+01
10	2008	536 572	545 513	1,3193E+01

Tabulka 7: Zadané, vyrovnané a upravené hodnoty investic na stavební práce v roce 1999-2008
Pramen: vlastní

Výpočty jsou obdobné jako u modifikovaného exponenciálního trendu. Pouze u výpočtu koeficientů S_1, S_2, S_3 figurují místo hodnot y_i jejich přirozené logaritmy ln y_i.

Vypočítané hodnoty parametrů b: b_1 = 1,5268E+01; b_2 = -3,0259E+00; b_3 = 0,9622

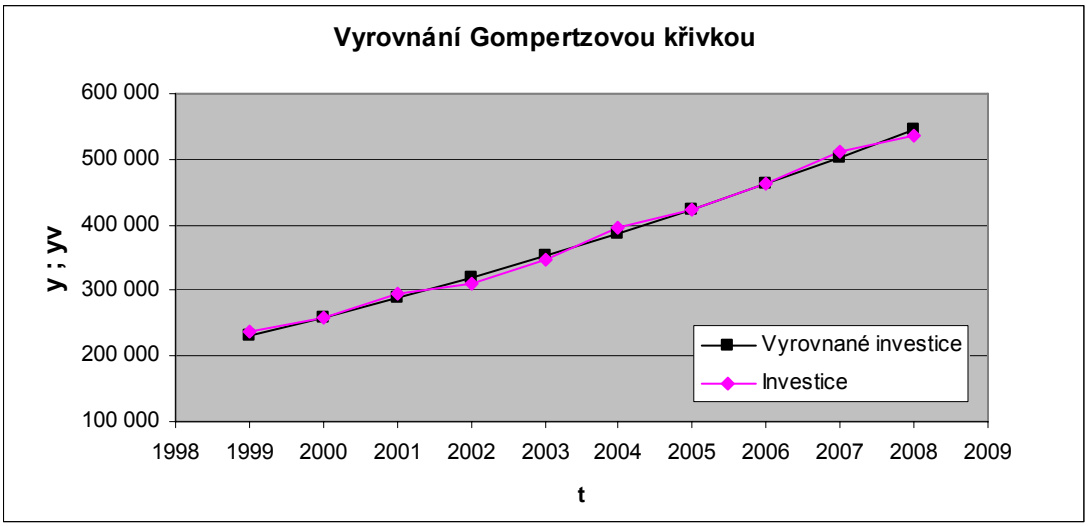
Charakteristiky:

Rozptyl: 5,322E+07

Reziduální součet čtverců: 3,726E+08

Index determinace: **0,9951**

V následujícím grafu jsou zaznamenány hodnoty investic a vyrovnané hodnoty z tabulky (Tabulka 7).



Graf 8: Vyrovnané hodnoty pomocí Gompertzovy křivky
Pramen: vlastní

3.2.2.5 Posouzení indexů determinace jednotlivých regresních funkcí

Index determinace se u logistického trendu, jak lze vidět v tabulce (Tabulka 8), nejvíce blíží hodnotě 1. Měl by tedy být nejvhodnější regresní funkcí pro vyrovnání zadaných hodnot.

Regresní funkce	Index determinace
regresní přímka	0,9900
modifikovaný exponenciální trend	0,9946
logistický trend	**0,9954**
Gompertzova křivka	0,9951

Tabulka 8: Indexy determinace jednotlivých regresních funkcí
Pramen: vlastní

3.2.3 Predikce 2009-2010

Pro určení odhadů budoucích hodnot jsem použil logistický trend, jehož index determinace se nejvíce blížil hodnotě 1, ale také regresní přímku a metodu klouzavých průměrů, jejichž výsledky by se mohly blížit reálným očekáváním.

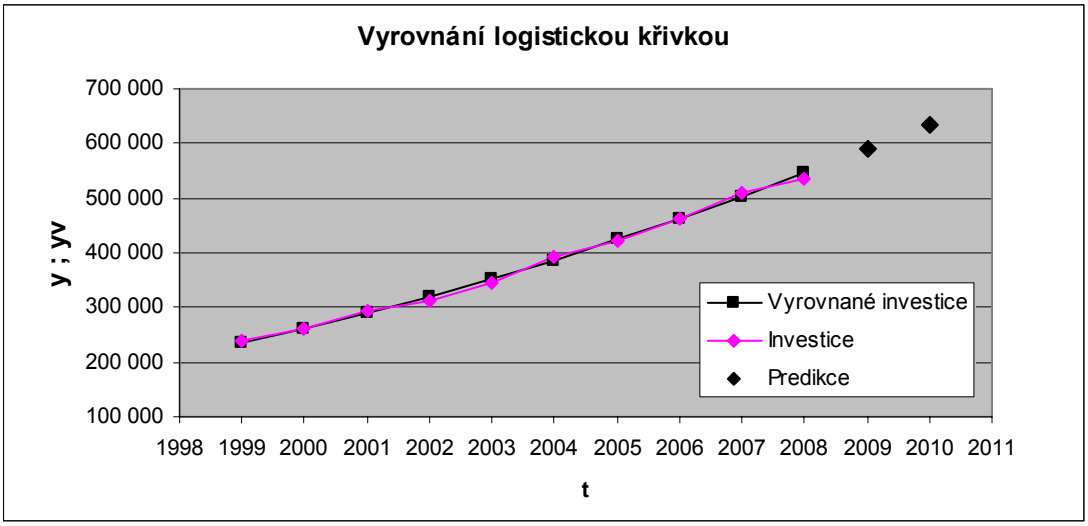
3.2.3.1 Pomocí logistického trendu

Predikce:

Pořadí	Rok	Vyrovnané
i	**t**	**yv**
11	2009	**588 715**
12	2010	**632 770**

Tabulka 9: Predikované hodnoty investic na stavební práce pro rok 2009-2010
Pramen: vlastní

Graf uvedený níže zobrazuje hodnoty stavební produkce, vyrovnané hodnoty z tabulky (Tabulka 6) a odhady stavební produkce pro rok 2009 a 2010. Pro rok 2009 byla hodnota odhadnuta na 588 715 mil. Kč a pro rok 2010 na 632 770 mil. Kč.



Graf 9: Vyrovnané a predikované hodnoty pomocí logistického trendu
Pramen: vlastní

3.2.3.2 Pomocí regresní přímky

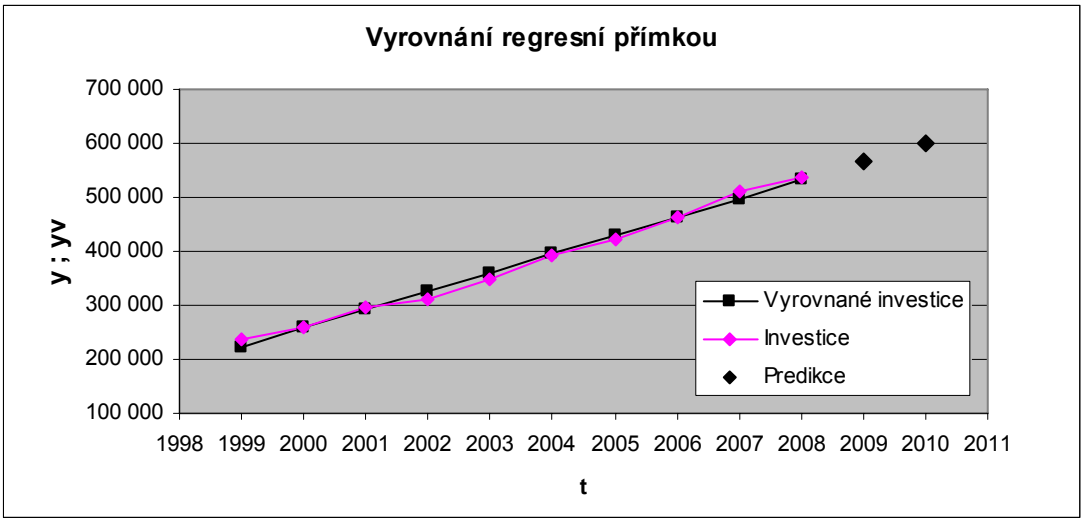
Výsledky pro rok 2009 a 2010 u modifikovaného exponencionálního trendu, logistického trendu i Gompertzovy křivky byly velmi podobné, proto zde uvedu predikci pro regresní přímku, kde na rozdíl od výše uvedených, není výsledná křivka konvexní ale lineární a tedy méně optimistická.

Predikce:

Pořadí	Rok	Vyrovnané
i	t	yv
11	2009	**566 822**
12	2010	**601 180**

Tabulka 10: Predikované hodnoty investic na stavební práce pro rok 2009-2010
Pramen: vlastní

Pro rok 2009 byla pomocí regresní přímky hodnota odhadnuta na 566 822 mil. Kč a pro rok 2010 na 601 180 mil. Kč. Tyto hodnoty zachycuje graf (Graf 10).



Graf 10: Vyrovnané a predikované hodnoty pomocí regresní přímky
Pramen: vlastní

3.2.3.3 Pomocí metody klouzavých průměrů

Tuto metodu jsem použil, protože její výsledky se značně liší od všech výše zpracovaných metod a reálně dobře vystihuje situaci v dnešní době.

Pro výpočet predikce byla použita tabulka (Tabulka 11), která obsahuje vyrovnané hodnoty pomocí metody klouzavých průměrů.

Pořadí	Rok	Investice [mil Kč]	Vyrovnané
i	t	y	yv
1	1999	237 596	236 521
2	2000	259 670	263 968
3	2001	295 706	289 259
4	2002	311 172	315 357
5	2003	346 752	348 719
6	2004	394 305	388 982
7	2005	422 737	425 763
8	2006	463 060	465 258
9	2007	510 984	509 518
10	2008	536 572	536 938

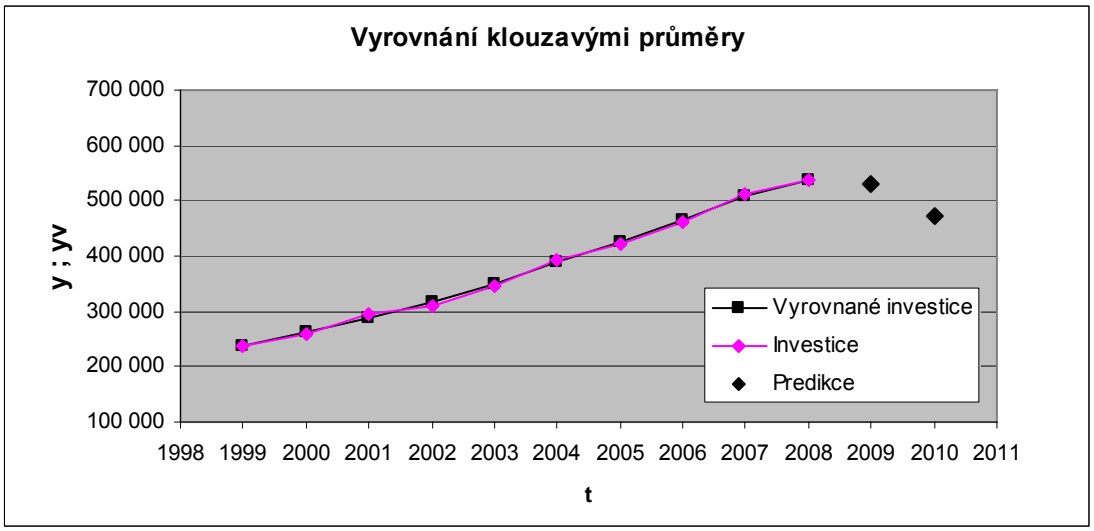
Tabulka 11: Zadané a vyrovnané hodnoty investic na stavební práce v roce 1999-2008
Pramen: vlastní

Predikce:

Pořadí	Rok	Vyrovnané
i	t	yv
11	2009	**530 405**
12	2010	**472 804**

Tabulka 12: Predikované hodnoty investic na stavební práce pro rok 2009-2010
Pramen: vlastní

Hodnota pro rok 2009 byla odhadnuta na 530 405 mil. Kč a pro rok 2010 na 472 804 mil. Kč. Jedná se tedy o hodnoty nižší než za rok 2008, což je dobře viditelné na níže uvedeném grafu (Graf 11).



Graf 11: Vyrovnané a predikované hodnoty pomocí metody klouzavých průměrů
Pramen: vlastní

3.2.4 Celkové zhodnocení

3.2.4.1 Statistické zhodnocení dosavadního vývoje

Celková stavební produkce ve sledovaném období 1999-2008 má rostoucí tendenci s poměrně vyrovnanými přírůstky. Větší nárůst byl zaznamenám v roce 2004 a to 47 553 mil. Kč, což je o 43% více než je průměrná hodnota přírůstku. Naopak největší propad přírůstku za posledních 6 let byl zaznamenán v posledním sledovaném roce 2008 a to o 47% oproti předchozímu roku a o 23% oproti průměrné hodnotě přírůstku.

3.2.4.2 Statistické srovnání odhadů budoucích hodnot

V roce 2008 bylo investováno 536 572 mil. Kč. V tabulce (Tabulka 13) jsou uvedeny hodnoty předpokládaných investic pro rok 2009 a 2010 počítaných pomocí tří regresních metod. U logistického trendu je předpověď pro rok 2009 oproti roku 2008 vyšší o 9,7% a pro rok 2010 vyšší o 17,9%. Regresní přímka předpovídá 5,6%ní nárůst v roce 2009 a 12,0%ní nárůst v roce 2010. U metody klouzavých průměrů dochází k poklesu hodnot a to konkrétně v roce 2009 o 1,2% a v roce 2010 předpovídá propad investiční výstavby o 11,9%.

Regresní funkce/Rok	Vyrovnané hodnoty	
	2009	2010
logistický trend	588 715	632 770
regresní přímka	566 822	601 180
metoda klouzavých průměrů	**530 405**	**472 804**

Tabulka 13: Srovnání predikovaných hodnot investic na stavební práce pro rok 2009-2010
Pramen: vlastní

3.2.4.3 Ekonomické zhodnocení

Z ekonomického hlediska je varianta počítaná logistickým trendem a regresní přímkou příliš optimistická a jejich výsledky odpovídají odhadům prováděným v roce 2007. V roce 2008 nastává sice propad hodnot, ale v důsledku chybějících dat pro rok 2009, která by zásadně ovlivnila další odhady, nedokážou tyto metody dobře hodnotit situaci dnešní doby. S ohledem na změny v české i celosvětové ekonomice v posledních dvou letech jsem se přiklonil k variantě, která pro odhad použila metodu klouzavých průměrů a začal jsem ji považovat za realistickou.

V časopise Stavebnictví z října 2009 byla v článku „Svět po krizi podle Svazu podnikatelů ve stavebnictví v ČR“ zveřejněna studie, která zpracovává tři pravděpodobné scénáře vývoje české ekonomiky ve stavebnictví. Optimisticko-realistická varianta předpokládá HDP v roce 2010 na úrovni roku 2009 a počítá s přiměřenými prostředky z rozpočtu státu a krajů. Restriktivní varianta je podobná jako předchozí varianta, ale rozpočtové výdaje na investice v ní podléhají striktním rozpočtovým omezením. Katastrofická varianta počítá s poklesem HDP a s restriktivní rozpočtovou politikou. Soukromé investice v ní stagnují. [7]

Varianta/Rok	2009	2010
Optimisticko-realistická	493 600	466 800
Restriktivní	477 500	429 300
Katastrofická	456 100	402 400

Tabulka 14: Jednotlivé varianty scénáře vývoje stavební produkce v roce 2009-2010
Pramen: Svět stavařů 10/2009

Výše uvedená optimisticko-realistická varianta se svými odhady blíží mým odhadům pomocí metody klouzavých průměrů.

3.3 Vývoj situace čtvrtletně v letech 2004-2008

Použil jsem metodu pro výpočet koeficientů periodické časové řady. Zadané hodnoty se periodicky opakují po roce, periodu jsem rozdělil na čtyři období (čtvrtletí).

3.3.1 Charakteristiky časové řady

Rok	Čtvrtletí	Pořadí	Investice [mil Kč]	Vyrovnané hodnoty
		i	y	yv
2004	**1**	1	65 454	58 879,6
	2	2	108 614	102 735,8
	3	3	111 411	113 821,8
	4	4	108 826	115 538,8
2005	**1**	5	66 008	68 199,0
	2	6	111 901	112 055,2
	3	7	122 517	123 141,2
	4	8	122 311	124 858,2
2006	**1**	9	67 834	77 518,4
	2	10	122 013	121 374,6
	3	11	135 428	132 460,6
	4	12	137 785	134 177,6
2007	**1**	13	90 177	86 837,8
	2	14	130 300	130 694,0
	3	15	139 768	141 780,0
	4	16	150 739	143 497,0
2008	**1**	17	98 119	96 157,3
	2	18	134 045	140 013,5
	3	19	153 179	151 099,5
	4	20	151 227	152 816,5

Tabulka 15: Zadané a vyrovnané čtvrtletní hodnoty investic na stavební práce v roce 2004-2008
Pramen: vlastní

Charakteristiky:

Koeficienty a výkyvy potřebné ke zpracování regresní analýzy spočítáme z výsledků řešení soustavy normálních rovnic inverzní matice k matici zadaných hodnot.

- Koeficienty *b* a *c*:
  - $c_1 = 56549,69$; $c_2 = 98076,04$;$c_3 = 106832,18$; $c_4 = 106219,33$
  - $b_1 = 91919,31$; $b_2 = 2329,86$
- Výkyvy *v*:
  - $v_1 = -35369,62$; $v_2 = 6156,73$, $v_3 = 14912,87$; $v_4 = 14300,02$

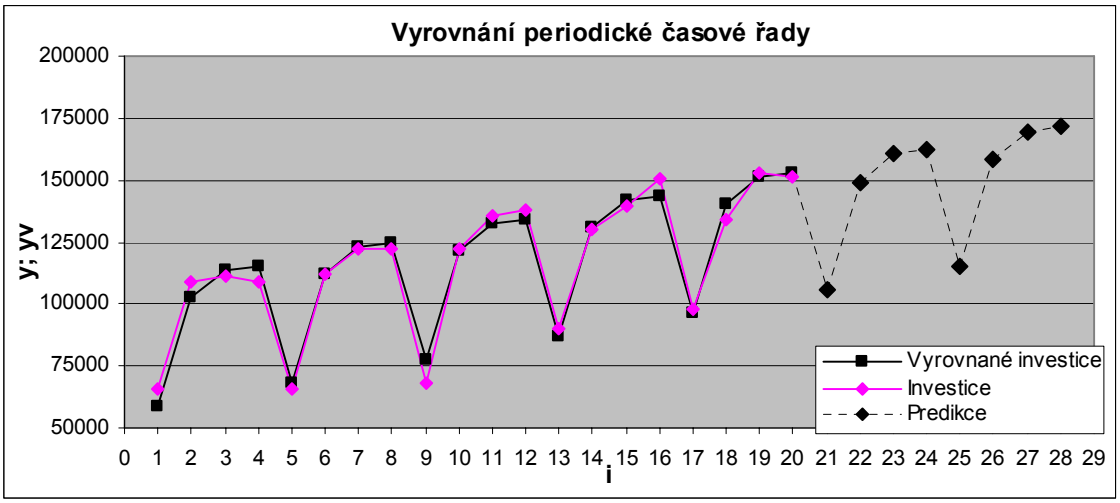
3.3.2 Predikce 2009-2010

Vypočítal jsem odhady budoucích čtvrtletních hodnot pro dva následující roky.

Rok	Čtvrtletí	Pořadí	Vyrovnané hodnoty	Roční součty
		i	yv	
2009	**1**	21	**105 476,7**	**577 364,3**
	2	22	**149 332,9**	
	3	23	**160 418,9**	
	4	24	**162 135,9**	
2010	**1**	25	**114 796,1**	**614 642,0**
	2	26	**158 652,3**	
	3	27	**169 738,3**	
	4	28	**171 455,3**	

Tabulka 16: Predikované čtvrtletní hodnoty investic na stavební práce pro rok 2009-2010
Pramen: vlastní

Graf uvedený níže zobrazuje čtvrtletní hodnoty stavební produkce, vyrovnané hodnoty z tabulky (Tabulka 15) a odhady stavební produkce pro rok 2009 a 2010 z tabulky (Tabulka 16).



Graf 12: Vyrovnané a predikované hodnoty pomocí metody klouzavých průměrů
Pramen: vlastní

3.3.3 Celkové zhodnocení

Součet vyrovnaných hodnot všech čtvrtletí v roce 2009 je 577 364,3 mil. Kč, což představuje meziroční nárůst oproti roku 2008 o 7,6% a pro rok 2010 je 614 642,0 mil. Kč, tedy nárůst o 14,5%.

Z toho vyplývá, že tato metoda není právě příliš vhodná pro tuto časovou řadu. Vychází příliš optimisticky. Není ovlivněna propadem přírůstku v roce 2008. Výsledky neodpovídají dnešní ekonomické situaci.

3.4 Porovnání situace podle typu provedené práce v letech 1999-2008

3.4.1 Charakteristiky časové řady

Data zpracovávaná v této kapitole jsou složkami dat celkové produkce zpracované v kapitole 3.3. a průběh jejich hodnot do značné míry odpovídá průběhu celkové produkce. Proto jsem použil pro vyrovnání hodnot metodu klouzavých průměrů, kterou jsem zhodnotil v kapitole 3.2.4. jako nejrealističtější variantu pro odhad vývoje.

Vyrovnání hodnot pomocí metody klouzavých průměrů

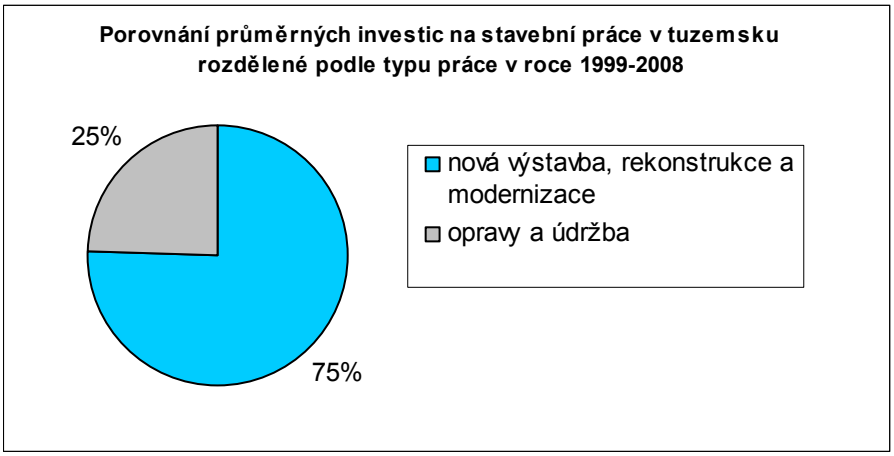
Pořadí	Rok	Investice na nové výstavby, rekonstrukce a modernizace [mil Kč]	Investice na opravy a údržbu [mil Kč]	Nové výstavby, rekonstrukce a modernizace vyrovnané	Opravy a údržba vyrovnané
i	t	yt	yz	ynv	yov
1	1999	175 890	57 269	175 100	57 153
2	2000	193 596	60 453	196 755	60 919
3	2001	219 192	68 038	214 453	67 339
4	2002	228 344	75 754	231 284	76 547
5	2003	252 005	87 481	253 801	87 327
6	2004	286 825	97 852	283 055	96 717
7	2005	308 503	103 295	310 236	104 557
8	2006	336 727	113 478	338 774	112 991
9	2007	370 962	123 343	369 597	123 667
10	2008	386 793	133 510	387 134	133 429

Tabulka 17: Zadané a vyrovnané hodnoty investic podle typu provedené práce v roce 1999-2008
Pramen: vlastní

Podle typu provedené práce jsem celkovou stavební produkci rozdělil do dvou skupin viz tabulka (Tabulka 17):

- nová výstavba, rekonstrukce a modernizace
- opravy a údržba

Z grafu (Graf 13) vyplývá, že 75% investic směřuje do nových projektů a 25% do oprav a údržby stávajících staveb.



Graf 13: Porovnání průměrných investic na stavební práce v tuzemsku rozdělené podle typu provedené práce v roce 1999-2008
Pramen: vlastní

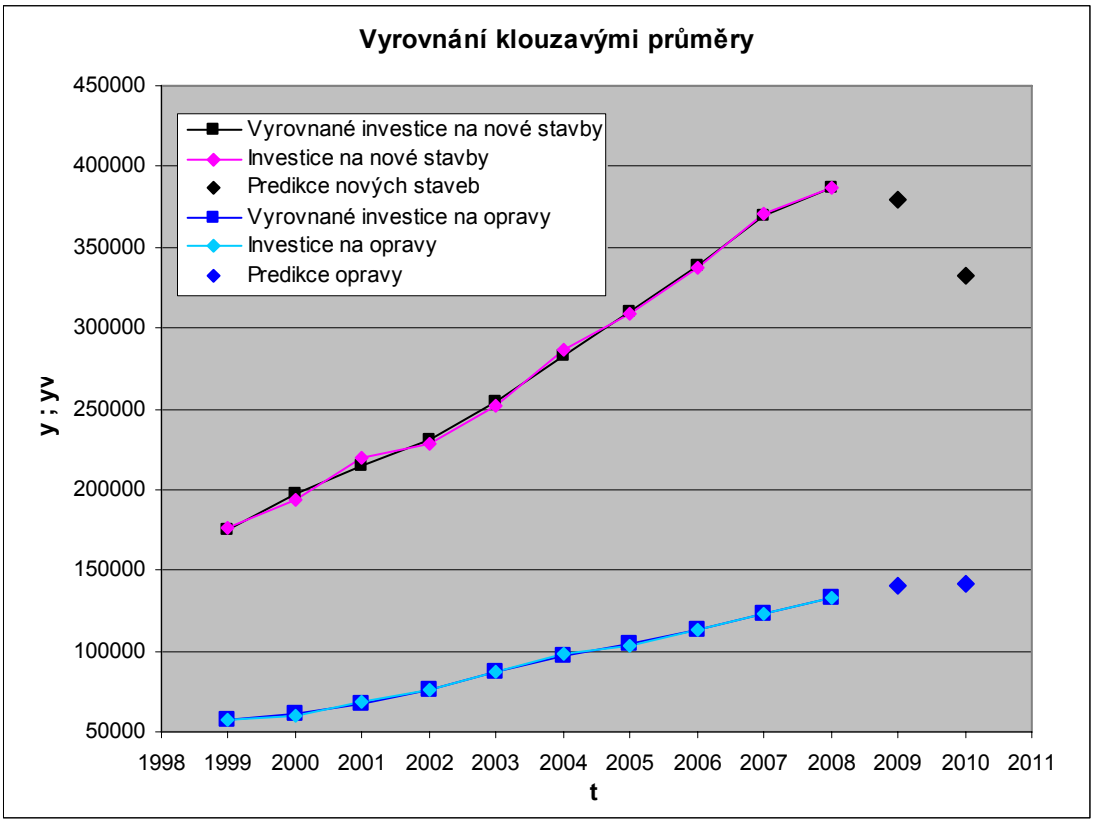
3.4.2 Predikce 2009-2010

Odhady vypočítané pomocí metody klouzavých průměrů odhalují, že zatímco u oprav a údržeb jsou predikované hodnoty pro rok 2009 a 2010 vyšší než za předchozí rok 2008 a to o 4,9% respektive 5,9%. U nových projektů je zaznamenán pokles o 2,0% respektive 14,1% v roce 2010.

Pořadí	Rok	Nové výstavby, rekonstrukce a modernizace vyrovnané	Opravy a údržba vyrovnané
i	T	ynv	yov
11	2009	**378 909**	**140 057**
12	2010	**332 447**	**141 332**

Tabulka 18: Predikované hodnoty investic na stavební práce v tuzemsku rozdělené podle typu provedené práce pro rok 2009-2010
Pramen: vlastní

Graf uvedený níže zobrazuje dvě složky celkové stavební produkce uvedené v tabulce (Tabulka 17) a odhady pro rok 2009 a 2010 z tabulky (Tabulka 18).



Graf 14: Vyrovnané a predikované hodnoty pomocí metody klouzavých průměrů
Pramen: vlastní

3.4.3 Celkové zhodnocení

Z dosavadního vývoje je patrné, že investice na opravy a údržbu nezaznamenaly ani v roce 2008 žádnou změnu a stále lineárně rostou. Logicky usuzuji, že stávající stavby mají nutnou potřebu být opravovány, aby nedošlo k jejich kritickému poškození z důvodu opotřebení. Odhadované hodnoty pro rok 2009 a 2010 mají i nadále rostoucí tendenci. Naopak u nových projektů je v roce 2008 patrný velký pokles meziročního přírůstku a predikované hodnoty pro rok 2009 a 2010 zaznamenávají značný propad oproti předchozímu roku. V roce 2010 činí rozdíl více jak 14% oproti roku 2008.

3.5 Porovnání vývoje podle druhu stavebního díla v letech 2004-2008

Podle druhu stavebního díla jsem rozdělil získaná data z kapitoly 7.1.2 do čtyř kategorii:

- bytové stavby
- stavby pro školství, kulturu a sport
- dopravní stavby
- průmyslové a zemědělské stavby

Pro data z jednotlivých kategorií jsem provedl regresní analýzu jejich časových řad. Vhodnou regresní funkci jsem zvolil podle výsledků indexů determinace použitých funkcí a podle toho jestli průběh dané funkce odpovídal předpokladům z kapitoly 3.2.4.

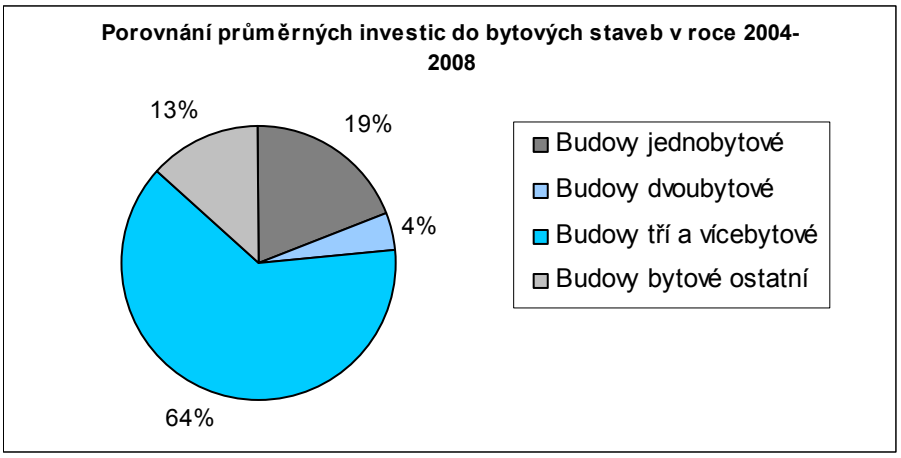
3.5.1 Bytové stavby

Patří sem investice na stavební práce použité na všechny druhy bytových staveb v České republice za období 2004-2008 viz tabulka (Tabulka 19).

Stavební dílo	Stavební práce v roce **2004** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2005** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2006** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2007** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2008** v tis. Kč, běžné ceny
Budovy jednobytové	9 428 235	9 591 125	10 265 711	13 528 652	11 557 655
Budovy dvoubytové	2 910 158	2 532 430	2 317 885	2 253 794	2 704 198
Budovy tří a vícebytové	27 234 956	30 716 088	38 238 244	42 532 727	41 930 776
Budovy bytové ostatní	6 371 093	5 830 841	6 780 761	9 484 681	9 216 360
Bytové stavby celkem	**45 944 442**	**48 670 484**	**57 602 601**	**67 799 854**	**65 408 989**

Tabulka 19: Bytové stavby v tuzemsku v roce 2004-2008
Pramen: [8]

Procentuální zastoupení jednotlivých stavebních děl z tabulky (Tabulka 19) na celkové produkci bytových staveb je zachyceno v grafu (Graf 15).



Graf 15: Porovnání průměrných investic do bytových staveb v roce 2004-2008
Pramen: vlastní

Vyrovnání hodnot pomocí regresní paraboly

Pro výpočet jsem použil metodu vyrovnání pomocí regresní paraboly, která dobře vystihuje klesající tendenci v budoucích letech.

Pořadí	Rok	Investice na bytové stavby [mil Kč]	Vyrovnané hodnoty
i	t	y	yv
1	2004	45 944	
2	2005	48 670	47 977,4
3	2006	57 603	59 680,8
4	2007	67 800	65 722,2
5	2008	65 409	66 101,6

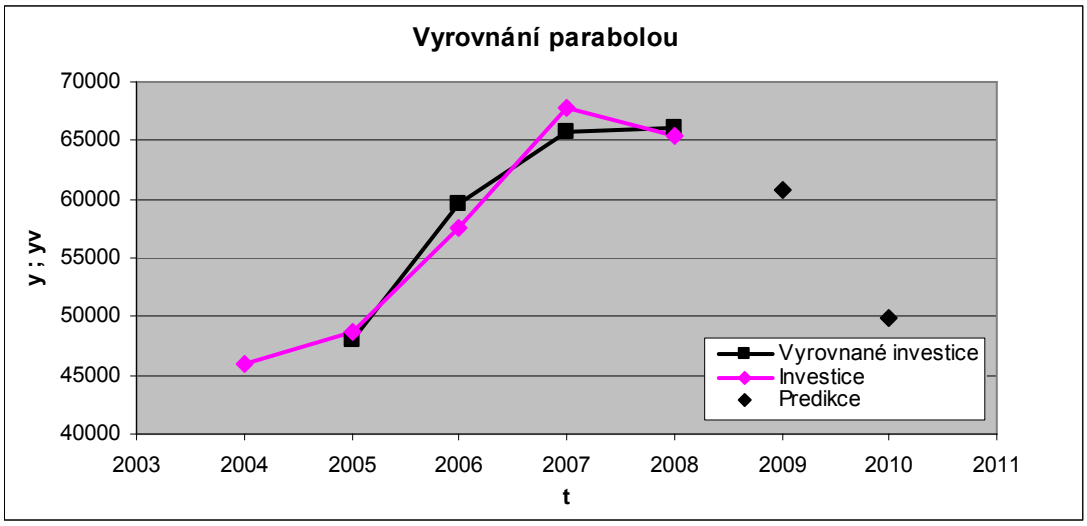
Tabulka 20: Zadané a vyrovnané hodnoty investic do bytových staveb v roce 1999-2008
Pramen: vlastní

Predikce:

Pořadí	Rok	Vyrovnané
i	t	yv
6	2009	**60 819**
7	2010	**49 874**

Tabulka 21: Predikované hodnoty investic do bytových staveb pro rok 2009-2010
Pramen: vlastní

Vyrovnaná hodnota pomocí regresní paraboly pro rok 2009 byla odhadnuta na 60 819 mil. Kč a pro rok 2010 na 49 874 mil. Kč. Hodnoty z tabulek (Tabulka 20, Tabulka 21) jsou zaznamenány v níže uvedeném grafu (Graf 16).



Graf 16: Vyrovnané a predikované hodnoty pomocí regresní paraboly
Pramen: vlastní

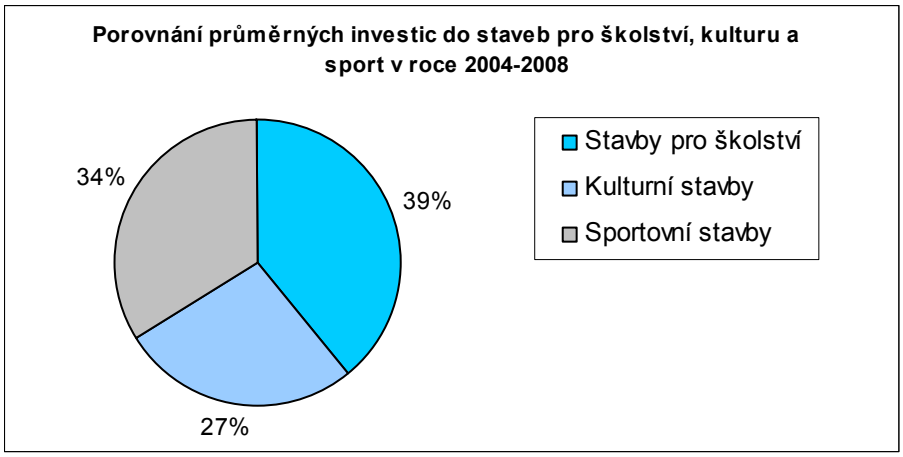
3.5.2 Stavby pro školství, kulturu a sport

Patří sem investice na stavební práce použité na všechny druhy staveb pro sportovní a kulturní účely, školy, univerzity a budovy pro výzkum v České republice za období 2004-2008 viz tabulka (Tabulka 22).

Stavební dílo	Stavební práce v roce **2004** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2005** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2006** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2007** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2008** v tis. Kč, běžné ceny
Budovy pro společenské a kulturní účely	3 322 124	3 268 939	4 679 583	2 871 478	1 977 305
Muzea a knihovny	810 353	984 262	1 300 142	1 389 493	1 317 933
Školy, univerzity a budovy pro výzkum	7 096 498	7 646 112	9 694 742	8 966 220	9 107 134
Budovy pro sport	5 221 510	2 703 381	4 619 147	4 963 449	4 142 317
Budovy pro bohoslužby a náboženské aktivity	488 339	390 141	577 227	358 966	461 551
Historické nebo kulturní památky	809 280	749 265	1 152 932	1 204 436	1 096 414
Sportovní hřiště	1 142 052	1 837 138	2 194 274	1 551 133	1 653 729
Ostatní stavby pro sport a rekreaci	1 548 438	508 039	1 528 868	1 426 765	1 656 424
Stavby pro školství, kulturu a sport celkem	**20 438 594**	**18 087 277**	**25 746 915**	**22 731 940**	**21 412 807**

Tabulka 22: Stavby pro školství, kulturu a sport v tuzemsku v roce 2004-2008
Pramen: [8]

Procentuální zastoupení jednotlivých stavebních děl z tabulky (Tabulka 22) na celkové produkci staveb pro školství, kulturu a sport je zachyceno v grafu (Graf 18).



Graf 17: Porovnání průměrných investic do staveb pro školství, kulturu a sport v roce 2004-2008
Pramen: vlastní

Vyrovnání hodnot pomocí modifikovaného exponencionálního trendu

Pro výpočet jsem použil metodu vyrovnání pomocí modifikovaného exponencionálního trendu, která dobře vystihuje klesající tendenci v posledních třech letech.

Pořadí	Rok	Investice do staveb pro školství, kulturu a sport [mil Kč]	Vyrovnané hodnoty
i	t	y	yv
1	2004	20 439	
2	2005	18 087	
3	2006	25 747	25 747
4	2007	22 732	22 732
5	2008	21 413	21 413

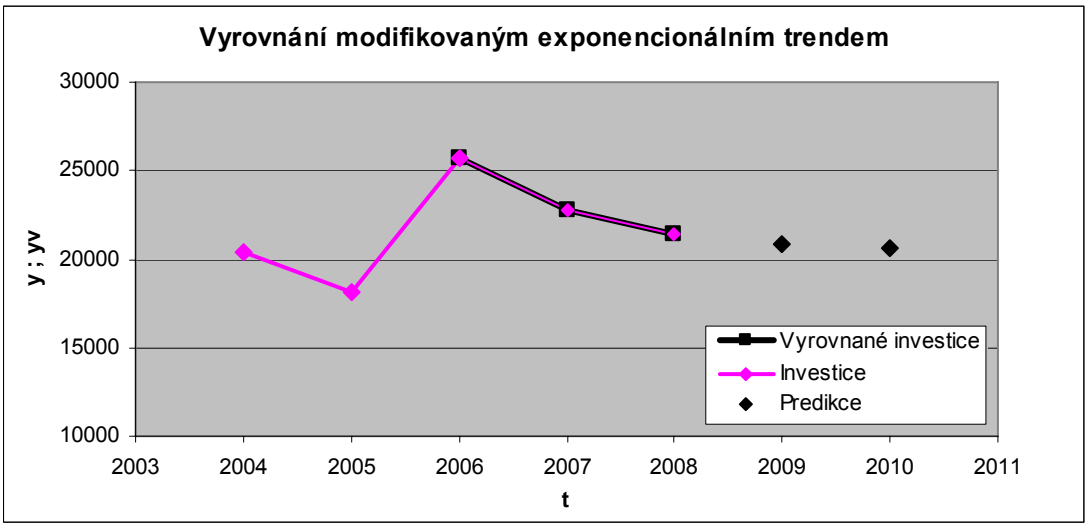
Tabulka 23: Zadané a vyrovnané hodnoty investic do staveb pro školství, kulturu a sport v roce 1999-2008
Pramen: vlastní

Predikce:

Pořadí	Rok	Vyrovnané
i	t	yv
6	2009	**20 836**
7	2010	**20 584**

Tabulka 24: Predikované hodnoty investic do staveb pro školství, kulturu a sport pro rok 2009-2010
Pramen: vlastní

Hodnota pro rok 2009 byla odhadnuta na 20 836 mil. Kč a pro rok 2010 na 20 584 mil. Kč. Jedná se tedy o hodnoty nižší než za rok 2008, což je zaznamenáno v grafu (Graf 19), kde modifikovaný exponencionální trend kopíruje zadané hodnoty od roku 2006 a predikuje .hodnoty pro rok 2009 a 2010.



Graf 18: Vyrovnané a predikované hodnoty pomocí modifikovaného exponencionálního trendu
Pramen: vlastní

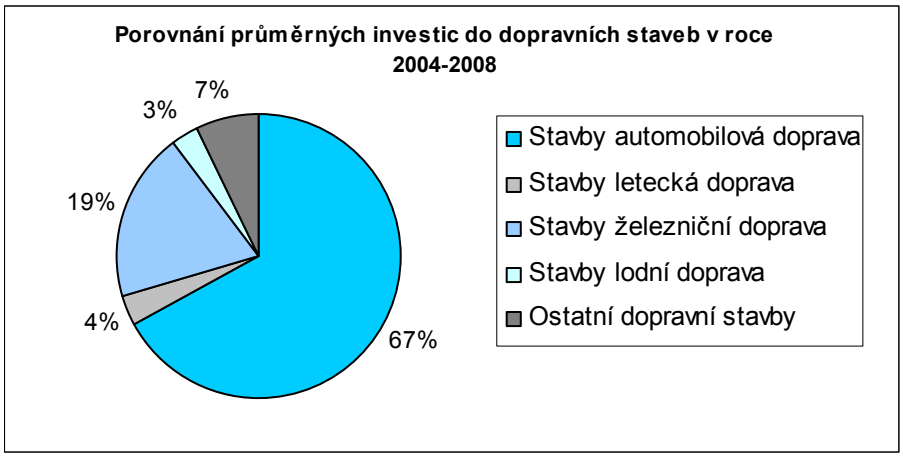
3.5.3 Dopravní stavby

Do této kategorie patří investice na stavební práce použité na všechny druhy staveb pro automobilovou, leteckou, lodní, železniční dopravu a společné stavby pro všechny druhy dopravy v České republice za období 2004-2008 viz tabulka (Tabulka 25).

Rozdělení a procentuální zastoupení jednotlivých druhů dopravních staveb z tabulky (Tabulka 25) na celkové produkci dopravních staveb je zachyceno v grafu (Graf 20). Jednoznačně největší podíl 67% zaujímají investice na stavby automobilové dopravy. Druhý největší podíl 19% mají železniční stavby. Dohromady automobilová a železniční doprava tvoří 86% všech dopravních staveb a jsou. z velké části financovány ze státních dotací.

Stavební dílo	Stavební práce v roce **2004** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2005** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2006** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2007** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2008** v tis. Kč, běžné ceny
Budovy pro telekomunikace a terminály	3 281 750	3 705 331	3 426 725	2 562 776	2 037 891
Garáže	583 904	636 249	423 668	631 868	549 441
Dálnice	20 074 777	27 162 081	23 950 849	25 772 828	30 150 174
Místní a účelové komunikace	22 481 787	23 566 541	37 466 542	33 164 426	33 968 366
Dráhy železniční dálkové	13 938 038	16 912 068	13 213 842	15 691 059	20 284 477
Dráhy kolejové a městské	2 164 566	1 824 530	1 846 762	3 026 331	3 704 745
Plochy letišť	644 616	1 274 915	541 056	515 615	344 141
Mosty a visuté dálnice	8 268 005	9 601 233	7 816 482	6 465 369	10 341 706
Tunely a podchody	8 525 987	7 428 818	6 167 629	5 685 310	7 070 371
Přístavy a plavební kanály	434 083	655 270	335 171	500 704	434 013
Vodní stupně	2 569 727	2 775 233	2 731 227	1 957 145	1 749 715
Dopravní stavby celkem	**82 967 240**	**95 542 269**	**97 919 953**	**95 973 431**	**110 635 040**

Tabulka 25: Dopravní stavby v tuzemsku v roce 2004-2008
Pramen: [8]



Graf 19: Porovnání průměrných investic do dopravních staveb v roce 2004-2008
Pramen: vlastní

Vyrovnání hodnot pomocí regresní paraboly

Pro výpočet jsem stejně jako u bytových staveb kapitola 3.5.1 použil metodu vyrovnání pomocí regresní paraboly. Vypočítaná parabola má natolik velký koeficient b_1, že její tvar připomíná přímku.

Pořadí	Rok	Investice na dopravní stavby [mil Kč]	Vyrovnané hodnoty
i	t	y	yv
1	2004	82 967	85 432
2	2005	95 542	91 042
3	2006	97 920	96 629
4	2007	95 973	102 195
5	2008	110 635	107 739

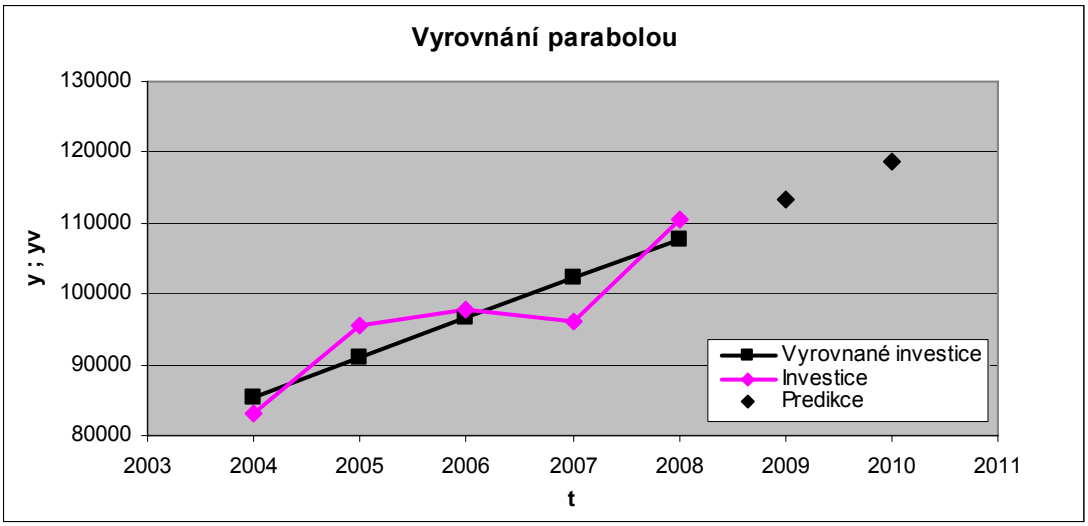
Tabulka 26: Zadané a vyrovnané hodnoty investic do dopravních staveb v roce 1999-2008
Pramen: vlastní

Predikce:

Pořadí	Rok	Vyrovnané
i	t	yv
6	2009	**113 262**
7	2010	**118 763**

Tabulka 27: Predikované hodnoty investic do dopravních staveb pro rok 2009-2010
Pramen: vlastní

Níže uvedený graf (Graf 21) zobrazuje investice na dopravní stavby, vyrovnané hodnoty pomocí regresní paraboly z tabulky (Tabulka 26) a odhady dopravní stavební produkce pro rok 2009 a 2010 z tabulky (Tabulka 27).



Graf 20: Vyrovnané a predikované hodnoty pomocí regresní paraboly
Pramen: vlastní

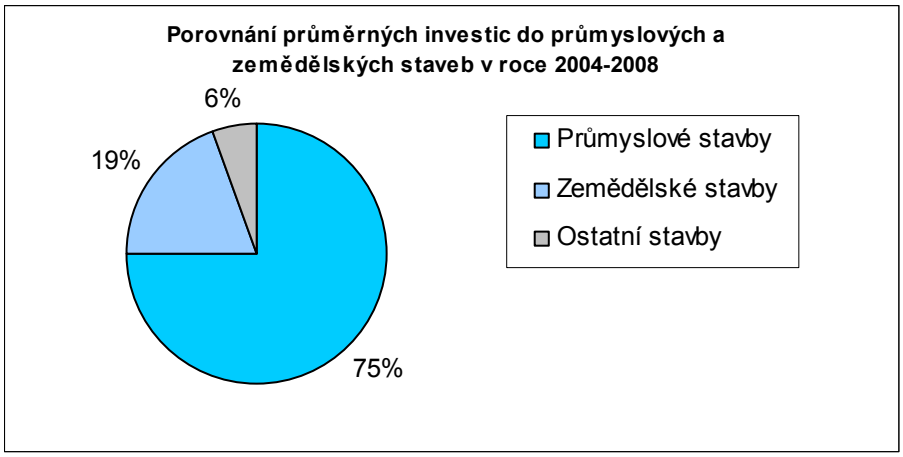
3.5.4 Průmyslové a zemědělské stavby

Patří sem investice na stavební práce použité na všechny druhy průmyslových a zemědělských staveb v České republice za období 2004-2008 viz tabulka (Tabulka 28).

Stavební dílo	Stavební práce v roce **2004** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2005** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2006** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2007** v tis. Kč, běžné ceny	Stavební práce v roce **2008** v tis. Kč, běžné ceny
Budovy pro průmysl	26 320 418	26 678 967	29 538 561	35 250 541	33 265 759
Budovy skladů, nádrže, sila	5 474 153	5 237 912	8 783 446	9 193 894	8 554 048
Budovy pro zemědělství	1 247 605	1 827 718	2 535 844	2 283 716	3 062 675
Stavby důlní a pro těžbu	2 343 359	2 077 412	2 050 951	2 310 192	3 863 483
Stavby elektráren	1 219 605	1 206 257	1 771 914	2 139 877	1 881 530
Stavby pro chemický průmysl	696 372	944 897	458 024	1 241 647	801 971
Stavby pro ostatní průmysl j.n.	1 869 538	4 556 339	1 531 014	1 729 957	1 880 305
Ostatní inženýrská díla j. n.	2 266 596	1 252 554	3 135 974	3 775 360	3 506 493
Průmyslové a zemědělské stavby celkem	**36 482 855**	**38 827 265**	**44 850 937**	**52 970 393**	**51 861 473**

Tabulka 28: Průmyslové a zemědělské stavby v tuzemsku v roce 2004-2008
Pramen: [8]

Průmyslové stavby tvoří 75% z celkové stavební produkce v této kategorii a zemědělské stavby 19%. Procentuální zastoupení na celkové produkci průmyslových a zemědělských staveb je zachyceno v grafu (Graf 22).



Graf 21: Porovnání průměrných investic do průmyslových a zemědělských staveb v roce 2004-2008
Pramen: vlastní

Vyrovnání hodnot pomocí regresní paraboly

Pro výpočet jsem použil metodu vyrovnání pomocí regresní paraboly, která dobře vystihuje klesající tendenci v budoucích letech.

Pořadí	Rok	Investice do průmyslových a zemědělských staveb [mil Kč]	Vyrovnané hodnoty
i	t	y	yv
1	2004	36 483	
2	2005	38 827	38 260,8
3	2006	44 851	46 549,4
4	2007	52 970	51 271,5
5	2008	51 861	52 427,1

Tabulka 29: Zadané a vyrovnané hodnoty investic do průmyslových a zemědělských staveb v roce 1999-2008

Pramen: vlastní

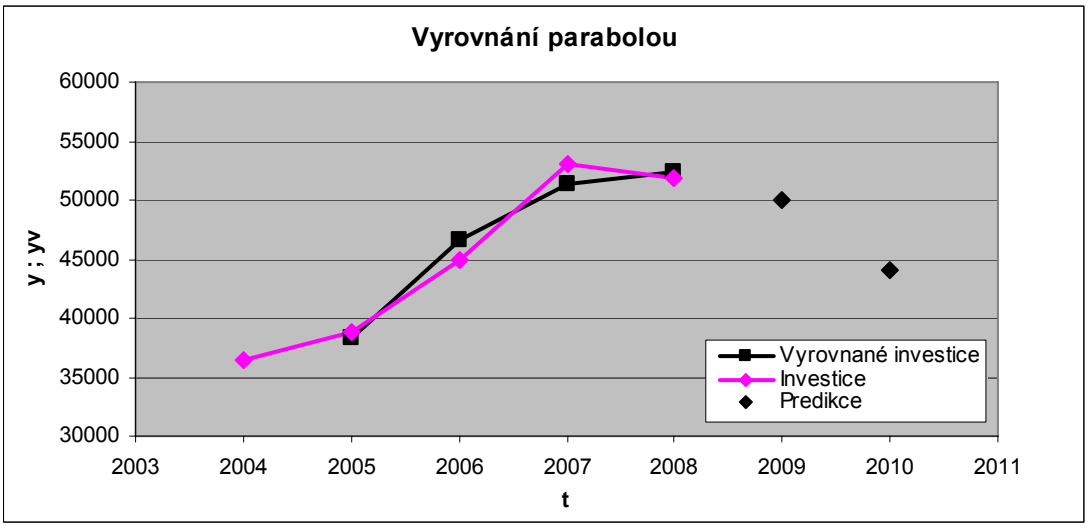
Predikce:

Pořadí	Rok	Vyrovnané
i	t	yv
6	2009	**50 016**
7	2010	**44 039**

Tabulka 30: Predikované hodnoty investic do průmyslových a zemědělských staveb pro rok 2009-2010

Pramen: vlastní

Vyrovnaná hodnota pomocí regresní paraboly pro rok 2009 byla odhadnuta na 50 016 mil. Kč a pro rok 2010 na 44 039 mil. Kč. Hodnoty z tabulek (Tabulka 29, Tabulka 30) jsou zaznamenány v grafu (Graf 23).



Graf 22: Vyrovnané a predikované hodnoty pomocí regresní paraboly
Pramen: vlastní

3.5.5 Celkové zhodnocení

Stavebnictví je jedním z oborů, o kterém se v souvislosti s krizí často hovoří jako o nejvíce postiženém. Stavebním firmám ubývají hlavně zakázky ze soukromého sektoru, především na výstavbu bytů, ale i komerčních staveb. Firmy staví díky poptávce veřejného sektoru. [15]

Tomuto tvrzení odpovídají vypočítané hodnoty viz tabulka (Tabulka 31). Největší propad zaznamenávají investice do soukromého sektoru.

Odhadované hodnoty produkce bytových staveb se propadly v roce 2010 oproti roku 2008 téměř o 24%, to je nejvíce ze všech zkoumaných kategorií stavebních děl.

U průmyslových a zemědělských staveb se hodnoty produkce propadly o více jak 15%, což by měl především zapříčiňovat odliv zahraničních investic do průmyslu v České republice v posledních letech. Zemědělské stavby samotné takový propad nezaznamenávají.

Pokles v kategorii školství, kultura a sport není tak výrazný jako u předchozích kategorií, což může být způsobeno investicemi na dlouhodobé projekty z dotačních projektů EU a dokončování projektů naplánovaných před několika roky.

Dopravní stavby jako jediné ze zkoumaných kategorií, vykazují v následujících dvou letech růst. Dopravní stavby spadají do veřejného sektoru a důvodem růstu hodnot by měly být dotace ze státního a krajských rozpočtů. Ministerstvo financí získá v roce 2010 71 038 mil. Kč ze státního rozpočtu, z toho 55 210 mil. Kč je určeno na dotace pro státní fond dopravní infrastruktury, což je o 10 mld. Kč více než v roce 2008. Investice půjdou například na dostavbu dálnice D 47, která předpokládá výdaje pro rok 2010 kolem 11,7 mld. Kč. [9][10][11][12][13]

Stavební dílo	Investice [mil Kč]	Odhady investic[mil Kč]		Meziroční přírůstky [%]	
	2008	2009	2010	2008/2009	2008/2010
bytové stavby	65 409	60 819	49 874	-7,0	-23,8
stavby pro školství, kulturu a sport	21 413	20 836	20 584	-2,7	-3,9
dopravní stavby	110 635	113 262	118 763	2,4	7,3
průmyslové a zemědělské stavby	51 861	50 016	44 039	-3,6	-15,1

Tabulka 31: Srovnání investic na stavební práce dle druhu stavebního díla za 2008-2010
Pramen: vlastní

4 Závěr

Cílem mé bakalářské práce bylo na základě údajů ČSÚ charakterizovat časové řady investic na stavební produkci v České republice, zhodnotit dosavadní vývoj a pomocí regresní analýzy predikovat budoucí hodnoty řady pro rok 2009 a 2010.

V první kapitole praktické části jsem zkoumal celkovou stavební produkci za období 1998-2008. Jako nejvhodnější funkci pro vyrovnání hodnot jsem stanovil metodu klouzavých průměrů. Odhad pro rok 2009 jsem stanovil na 530 405 mld. Kč a pro 2010 na 472 804 mld. Kč, to znamená propad v roce 2009 oproti roku 2008 o 1,2% a v roce 2010 propad oproti roku 2008 o 11,9%. Tento nepříznivý odhad vývoje by měl být zapříčiněn probíhající hospodářskou krizí, která stavebnictví velmi výrazně ovlivňuje.

V další kapitole jsem hodnotil čtvrtletní časovou řadu výše investic za období 2004-2008. Pomocí metody na vyrovnání hodnot periodických časových řad jsem odhadl hodnotu pro rok 2010 na 614,6 mld. Kč, což je o 78,0 mld. Kč více než v roce 2008. Tento výsledek byl velmi nereálný, jelikož byl příliš optimistický. Metoda nebyla vhodná pro vyrovnání dané časové řady.

V následující kapitole jsem zkoumal rozdíl ve vývoji složek stavební produkce rozdělených podle druhu provedené práce. Stejně jako v první kapitole o celkové produkci jsem za nejvhodnější metodu vyrovnání hodnot stanovil metodu klouzavých průměrů. Pro rok 2009 (2010) jsem odhadl hodnotu výše investic na nové stavební projekty na 378 909 (332 447) mil. Kč, to je o 2,0% (14,1%) méně než v roce 2008. Oproti tomu odhady hodnot investic na opravy staveb byly optimističtější. Pro rok 2009 (2010) byl odhad oproti roku 2008 o 4,9% (5,9%) vyšší. Dané odhady by měly být zapříčiněny tím, že na rozdíl od nových projektů jsou investice do oprav nutnou součástí provozu těchto staveb a ve většině případů je v případě nutnosti levnější stávající stavbu opravit než investovat do novostavby.

V poslední kapitole praktické části jsem hodnotil rozdíl ve vývoji časových řad stavební produkce rozdělené podle druhu stavebního díla, do kterého je investováno. Hodnotil jsem čtyři kategorie stavebních děl: bytové stavby; kulturní, sportovní a školní stavby; dopravní stavby a průmyslové stavby. Největší propad jsem zaznamenal u stavebních děl ze soukromého sektoru. Odhady pro bytové stavby na rok 2010 se propadly oproti roku 2008 o 23,8%. Průmyslové stavby dopadly lépe než bytové, zaznamenaly propad o 15,1%. Investice do soukromého sektoru v době krize jsou nejvíce náchylné k poklesu, čemuž odpovídají i mé výsledky. Výsledné hodnoty investic na kulturní, sportovní a školní stavby pro rok 2010 vyšly o 3,9% nižší než hodnoty z roku 2008. Především díky dlouhodobým projektům z dotačních projektů EU by propad u této kategorie nemusel být tak velký jako u soukromého sektoru. Nejlépe ze všech kategorií dopadly dopravní stavby, kde jsem zaznamenal růst v roce 2010 oproti roku 2008 o 7,3%. Příčinou by mělo být, že se jedná o veřejný sektor z velké části dotovaný ze státního a krajských rozpočtů a státního fondu dopravní infrastruktury.

Celková situace ve stavebnictví má tedy klesající tendenci. To má odraz i do souvisejících záležitostí jako je nezaměstnanost v oboru stavebnictví, kde podle časopisu Stavebnictví 10/2009 [7] dojde v roce 2010 k úbytku 60,2 tisíc pracovních míst. To by mělo za následek úbytek financí do státního rozpočetu, fondu zaměstnanosti, sociálního a zdravotního pojištění ve výši 38,4 mld. Kč. Vývoj stavební produkce by pak měl zaznamenat mírný růst po překonání hospodářské krize v roce 2011-2012.

5 Použité zdroje a literatura

5.1 Knihy

[1] HINDLS, R. a spol. *Statistika pro ekonomy.* 8. vyd. Praha : Professional Publishing, 2007. 415 s. ISBN 978-80-86946-43-6.

[2] HINDLS, R.; HRONOVÁ, S.; NOVÁK, I. *Metody statistické analýzy pro ekonomy.* 2. přeprac. vyd. Praha : Management Press, 2000. 259 s. ISBN 80-7261-013-9.

[3] KROPÁČ, J. *Statistika B : jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, Regresní analýza, Časové řady.* 2. doplněné vyd. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2009. 151 s. ISBN 978-80-214-3295-6.

[4] KROPÁČ, J. *Aplikovaná statistika.* 1. vyd. Brno : CERM, 2004. 140 s. ISBN 80-214-2737-X.

[5] SEGER, J.; HINDLS, R. *Statistické metody v tržním hospodářství.* 1. vyd. Praha : Victoria Publishing, 1995. 435 s. ISBN 80-7187-058-7.

[6] ZAPLETAL, J. *Úvod do analýzy ekonomických časových řad.* Skripta Fakulty elektrotechniky a informatiky VUT v Brně. Brno. PC-DIR, VUT, 2000. 112 s. ISBN 80-214-1719-6.

[7] *Časopis Stavebnictví*. Brno : EXPO DATA spol. s r.o., 10/2009, roč. 3.

5.2 Internetové zdroje

[8] *Stavebnictví - časové řady | ČSÚ* [online]. 2009 [cit. 2010-05-25]. STAVEBNICTVÍ - ČASOVÉ ŘADY. Dostupné z WWW: <http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/sta_cr>.

[9] *Ministerstvo financí České republiky : Státní rozpočet* [online]. 2009 [cit. 2010-04-30]. Státní rozpočet. Dostupné z WWW: <http://www.mfcr.cz/cps/rde/xchg/mfcr/xsl/stat_rozp.html>.

[10] *Přílohy k zákonu č. 360/2007 Sb. o státním rozpočtu České republiky na rok 2008* [online]. 2007 [cit. 2010-4-30]. Dostupné z WWW: <http://www.mfcr.cz/cps/rde/xbcr/mfcr/360_2007_SR_prilohy_pdf.pdf>.

[11] *Přílohy k zákonu č. 475/2008 Sb. o státním rozpočtu České republiky na rok 2009* [online]. 2008 [cit. 2010-4-30]. Dostupné z WWW: <http://www.mfcr.cz/cps/rde/xbcr/mfcr/475_2008_SR_prilohy_pdf.pdf>.

[12] *Přílohy k zákonu č. 487/2009 Sb. o státním rozpočtu České republiky na rok 2010* [online]. 2009 [cit. 2010-4-30]. Dostupné z WWW: <http://www.mfcr.cz/cps/rde/xbcr/mfcr/487_2009_prilohy_pdf.pdf>.

[13] *Dopady celosvětové ekonomické krize na hospodářství ČR - HKCR | Hospodářská komora České republiky* [online]. 2009 [cit. 2010-05-09]. Dopady celosvětové ekonomické krize na hospodářství ČR. Dostupné z WWW: <http://www.komora.cz/hk-cr-top-02-sede/podpora-podnikani-v-cr/pomahame-vam-celit-hospodarske-krizi/zpravodajstvi-z-domova/art_29043/dopady-celosvetove-ekonomicke-krize-na-hospodarstvi-cr.aspx>.

6 Seznamy

6.1 Seznam tabulek

TABULKA 1: INFORMATIVNÍ TESTY PRO VOLBU VHODNÉ TRENDOVÉ KŘIVKY 29
TABULKA 2: VÝŠE INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE CELKEM V ROCE 1999-2008 35
TABULKA 3: ZADANÉ, VYROVNANÉ A HRANIČNÍ HODNOTY INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE V ROCE 1999-2008 37
TABULKA 4: KOEFICIENTY, ROZPTYLY A INTERVALY SPOLEHLIVOSTI REGRESNÍ PŘÍMKY 37
TABULKA 5: ZADANÉ A VYROVNANÉ HODNOTY INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE V ROCE 1999-2008 38
TABULKA 6: ZADANÉ, VYROVNANÉ A UPRAVENÉ HODNOTY INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE V ROCE 1999-2008 40
TABULKA 7: ZADANÉ, VYROVNANÉ A UPRAVENÉ HODNOTY INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE V ROCE 1999-2008 41
TABULKA 8: INDEXY DETERMINACE JEDNOTLIVÝCH REGRESNÍCH FUNKCÍ 42
TABULKA 9: PREDIKOVANÉ HODNOTY INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE PRO ROK 2009-2010 43
TABULKA 10: PREDIKOVANÉ HODNOTY INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE PRO ROK 2009-2010 44
TABULKA 11: ZADANÉ A VYROVNANÉ HODNOTY INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE V ROCE 1999-2008 45
TABULKA 12: PREDIKOVANÉ HODNOTY INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE PRO ROK 2009-2010 45
TABULKA 13: SROVNÁNÍ PREDIKOVANÝCH HODNOT INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE PRO ROK 2009-2010 . 47
TABULKA 14: JEDNOTLIVÉ VARIANTY SCÉNÁŘE VÝVOJE STAVEBNÍ PRODUKCE V ROCE 2009-2010 47
TABULKA 15: ZADANÉ A VYROVNANÉ ČTVRTLETNÍ HODNOTY INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE V ROCE 2004-2008 48
TABULKA 16: PREDIKOVANÉ ČTVRTLETNÍ HODNOTY INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE PRO ROK 2009-2010 49
TABULKA 17: ZADANÉ A VYROVNANÉ HODNOTY INVESTIC PODLE TYPU PROVEDENÉ PRÁCE V ROCE 1999-2008 50
TABULKA 18: PREDIKOVANÉ HODNOTY INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE V TUZEMSKU ROZDĚLENÉ PODLE TYPU PROVEDENÉ PRÁCE PRO ROK 2009-2010 51
TABULKA 19: BYTOVÉ STAVBY V TUZEMSKU V ROCE 2004-2008 53
TABULKA 20: ZADANÉ A VYROVNANÉ HODNOTY INVESTIC DO BYTOVÝCH STAVEB V ROCE 1999-2008 54
TABULKA 21: PREDIKOVANÉ HODNOTY INVESTIC DO BYTOVÝCH STAVEB PRO ROK 2009-2010 54
TABULKA 22: STAVBY PRO ŠKOLSTVÍ, KULTURU A SPORT V TUZEMSKU V ROCE 2004-2008 55
TABULKA 23: ZADANÉ A VYROVNANÉ HODNOTY INVESTIC DO STAVEB PRO ŠKOLSTVÍ, KULTURU A SPORT V ROCE 1999-2008 56
TABULKA 24: PREDIKOVANÉ HODNOTY INVESTIC DO STAVEB PRO ŠKOLSTVÍ, KULTURU A SPORT PRO ROK 2009-2010 56
TABULKA 25: DOPRAVNÍ STAVBY V TUZEMSKU V ROCE 2004-2008 58

TABULKA 26: ZADANÉ A VYROVNANÉ HODNOTY INVESTIC DO DOPRAVNÍCH STAVEB V ROCE 1999-2008 . 59
TABULKA 27: PREDIKOVANÉ HODNOTY INVESTIC DO DOPRAVNÍCH STAVEB PRO ROK 2009-2010..... 59
TABULKA 28: PRŮMYSLOVÉ A ZEMĚDĚLSKÉ STAVBY V TUZEMSKU V ROCE 2004-2008 60
TABULKA 29: ZADANÉ A VYROVNANÉ HODNOTY INVESTIC DO PRŮMYSLOVÝCH A ZEMĚDĚLSKÝCH STAVEB V ROCE 1999-2008..... 61
TABULKA 30: PREDIKOVANÉ HODNOTY INVESTIC DO PRŮMYSLOVÝCH A ZEMĚDĚLSKÝCH STAVEB PRO ROK 2009-2010 61
TABULKA 31: SROVNÁNÍ INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE DLE DRUHU STAVEBNÍHO DÍLA ZA 2008-2010 63

6.2 Seznam grafů

GRAF 1: REGRESNÍ FUNKCE - ROZPTYLY VYROVNANÝCH HODNOT 19
GRAF 2: VÝŠE INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE CELKEM ROCE 1999-2008 V MIL KČ 35
GRAF 3: PRVNÍ DIFERENCE INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE CELKEM ROCE 1999-2008 V MIL KČ 36
GRAF 4: KOEFICIENT RŮSTU INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE CELKEM ROCE 1999-2008 36
GRAF 5: VYROVNANÉ HODNOTY POMOCÍ REGRESNÍ PŘÍMKY 38
GRAF 6: VYROVNANÉ HODNOTY POMOCÍ MODIFIKOVANÉHO EXPONENCIONÁLNÍHO TRENDU 39
GRAF 7: VYROVNANÉ HODNOTY POMOCÍ LOGISTICKÉHO TRENDU 41
GRAF 8: VYROVNANÉ HODNOTY POMOCÍ GOMPERTZOVY KŘIVKY 42
GRAF 9: VYROVNANÉ A PREDIKOVANÉ HODNOTY POMOCÍ LOGISTICKÉHO TRENDU 43
GRAF 10: VYROVNANÉ A PREDIKOVANÉ HODNOTY POMOCÍ REGRESNÍ PŘÍMKY 44
GRAF 11: VYROVNANÉ A PREDIKOVANÉ HODNOTY POMOCÍ METODY KLOUZAVÝCH PRŮMĚRŮ 46
GRAF 12: VYROVNANÉ A PREDIKOVANÉ HODNOTY POMOCÍ METODY KLOUZAVÝCH PRŮMĚRŮ 49
GRAF 13: POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH INVESTIC NA STAVEBNÍ PRÁCE V TUZEMSKU ROZDĚLENÉ PODLE TYPU PROVEDENÉ PRÁCE V ROCE 1999-2008 51
GRAF 14: VYROVNANÉ A PREDIKOVANÉ HODNOTY POMOCÍ METODY KLOUZAVÝCH PRŮMĚRŮ 52
GRAF 15: POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH INVESTIC DO BYTOVÝCH STAVEB V ROCE 2004-2008 54
GRAF 16: VYROVNANÉ A PREDIKOVANÉ HODNOTY POMOCÍ REGRESNÍ PARABOLY 55
GRAF 18: POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH INVESTIC DO STAVEB PRO ŠKOLSTVÍ, KULTURU A SPORT V ROCE 2004-2008 56
GRAF 19: VYROVNANÉ A PREDIKOVANÉ HODNOTY POMOCÍ MODIFIKOVANÉHO EXPONENCIONÁLNÍHO TRENDU 57
GRAF 20: POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH INVESTIC DO DOPRAVNÍCH STAVEB V ROCE 2004-2008 58
GRAF 21: VYROVNANÉ A PREDIKOVANÉ HODNOTY POMOCÍ REGRESNÍ PARABOLY 59
GRAF 22: POROVNÁNÍ PRŮMĚRNÝCH INVESTIC DO PRŮMYSLOVÝCH A ZEMĚDĚLSKÝCH STAVEB V ROCE 2004-2008 60
GRAF 23: VYROVNANÉ A PREDIKOVANÉ HODNOTY POMOCÍ REGRESNÍ PARABOLY 62

7 Přílohy

7.1 Zdrojová data

7.1.1 Stavební práce celkem 1994-2008

Stavební práce "S" celkem											
Construction work "S" total											
									v mil. Kč běžných cen *CZK mill, current prices*		
Rok Year	Stavební práce "S" celkem *Construction work "S" total*	v tom									
		v tuzemsku *in the CR*	v tom						opravy a údržba *Repairs and maintenance*	ostatní práce *Other work*	v zahraničí *Abroad*
			nová výstavba, rekonstrukce a modernizace *New construction, modernization and reconstruction*	v tom							
				bytové budovy *Residential buildings*	nebytové budovy nevýrobní *Non-residential non-industrial buildings*	nebytové budovy výrobní *Non-residential industrial buildings*	inženýrské stavby *Civil engineering*	vodohospodářské stavby *Water management*			
1994	159 827	156 973	112 165	9 209	37 186	30 420	31 808	3 542	41 469	3 339	2 854
1995	192 276	188 907	141 313	10 727	36 093	45 808	45 180	3 505	44 509	3 085	3 369
1996	224 864	221 534	166 411	14 809	39 330	51 704	56 694	3 874	52 048	3 075	3 330
1997	240 221	237 771	180 864	24 079	39 529	46 896	64 699	5 661	54 265	2 642	2 450
1998	243 529	241 451	180 479	29 040	33 576	50 944	62 930	3 989	58 719	2 253	2 078
1999	237 596	234 714	175 890	27 876	34 508	50 008	59 297	4 201	57 269	1 555	2 882
2000	259 670	255 826	193 596	29 832	37 629	53 172	68 985	3 978	60 453	1 777	3 844
2001	295 706	289 927	219 192	32 786	35 955	73 969	73 808	2 674	68 038	2 697	5 779
2002	311 172	307 254	228 344	35 286	38 820	69 450	81 781	3 007	75 754	3 156	3 918
2003	346 752	342 916	252 005	43 702	40 780	74 225	89 322	3 976	87 481	3 430	3 836
2004	394 305	389 123	286 825	53 452	53 037	64 614	111 394	4 328	97 852	4 446	5 182
2005	422 737	416 894	308 503	57 634	52 526	66 530	127 123	4 690	103 295	5 096	5 843
2006	463 060	453 655	336 727	67 571	63 613	71 263	129 699	4 581	113 478	3 450	9 405
2007	510 984	497 225	370 962	79 007	62 287	89 629	135 562	4 477	123 343	2 920	13 759
2008	536 572	523 545	386 793	75 910	61 065	82 885	162 078	4 855	133 510	3 242	13 027

Pramen: Tab. 4 Stavební práce „S“ celkem (ročně) 01.09.2009 [online]. [cit. 2009-12-14]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/i/tab_4_stacr09/$File/stacr082809_4.xls

7.1.2 Stavební práce celkem 2003-2008 (měsíčně)

Vývoj stavební produkce										
Development of construction output										
Měsíc *Months*	Rok *Year*	Stavební práce celkem v mil. Kč běžných cen *Construction work, total CZK mill., curent prices*	Rok *Year*	Stavební práce celkem v mil. Kč běžných cen *Construction work, total CZK mill., curent prices*	Rok *Year*	Stavební práce celkem v mil. Kč běžných cen *Construction work, total CZK mill., curent prices*	Rok *Year*	Stavební práce celkem v mil. Kč běžných cen *Construction work, total CZK mill., curent prices*	Rok *Year*	Stavební práce celkem v mil. Kč běžných cen *Construction work, total CZK mill., curent prices*
1	**2004**	14 470	**2005**	17 226	**2006**	17 453	**2007**	23 187	**2008**	24 347
2		20 271		21 917		20 589		28 054		32 803
3		30 713		26 865		29 792		38 936		40 969
4		46 315		33 785		33 534		40 644		43 144
5		28 825		37 294		42 311		44 143		44 574
6		33 474		40 822		46 168		45 513		46 327
7		34 637		37 545		43 367		44 005		49 371
8		37 686		41 119		45 057		47 974		49 233
9		39 088		43 853		47 004		47 789		54 575
10		38 357		44 761		49 299		52 889		54 307
11		42 032		45 918		50 907		56 701		55 273
12		28 437		31 632		37 579		41 149		41 647

Pramen: Tab. 1 Vývoj stavební produkce 20.03.2009 [online]. [cit. 2010-2-3]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/i/tab_1_vyvoj_stavebni_produkce/$File/cstacr021609_1.xls

7.1.3 Stavební práce celkem 2004-2008 (jednotlivá stavební díla)

Stavební práce "S" v tuzemsku podle klasifikace CZ-CC v roce 2004-2008
podniky s 20 a více zaměstnanci

Construction work "S" in the Czech Rep. by the Standard Classification CZ-CC in 2004-2008
enterprises with 20 or more employees

Stavební dílo	Stavební práce "S" v roce 2004 *Construction work "S" in 2004*	Stavební práce "S" v roce 2005 *Construction work "S" in 2005*	Stavební práce "S" v roce 2006 *Construction work "S" in 2006*	Stavební práce "S" v roce 2007 *Construction work "S" in 2007*	Stavební práce "S" v roce 2008 *Construction work "S" in 2008*
	v tis. Kč, běžné ceny *CZK thous., current prices*	v tis. Kč, běžné ceny *CZK thous., current prices*	v tis. Kč, běžné ceny *CZK thous., current prices*	v tis. Kč, běžné ceny *CZK thous., current prices*	v tis. Kč, běžné ceny *CZK thous., current prices*
Budovy jednobytové	9 428 235	9 591 125	10 265 711	13 528 652	11 557 655
Budovy dvoubytové	2 910 158	2 532 430	2 317 885	2 253 794	2 704 198
Budovy tří a vícebytové	27 234 956	30 716 088	38 238 244	42 532 727	41 930 776
Budovy bytové ostatní	6 371 093	5 830 841	6 780 761	9 484 681	9 216 360
Hotely	3 192 215	3 444 825	5 709 877	5 531 305	5 382 396
Budovy pro krátkodobé ubytování	1 067 403	726 333	973 887	1 320 436	838 147
Budovy administrativní	17 747 449	20 616 350	20 948 926	19 530 872	23 393 631
Budovy pro obchod	20 946 581	20 503 359	16 712 396	28 737 297	26 057 114
Budovy pro telekomunikace a terminály	3 281 750	3 705 331	3 426 725	2 562 776	2 037 891
Garáže	583 904	636 249	423 668	631 868	549 441
Budovy pro průmysl	26 320 418	26 678 967	29 538 561	35 250 541	33 265 759
Budovy skladů, nádrže, sila	5 474 153	5 237 912	8 783 446	9 193 894	8 554 048
Budovy pro společenské a kulturní účely	3 322 124	3 268 939	4 679 583	2 871 478	1 977 305
Muzea a knihovny	810 353	984 262	1 300 142	1 389 493	1 317 933
Školy, univerzity a budovy pro výzkum	7 096 498	7 646 112	9 694 742	8 966 220	9 107 134
Budovy pro zdravotnictví	6 371 745	4 373 710	5 306 161	5 482 729	5 626 231
Budovy pro sport	5 221 510	2 703 381	4 619 147	4 963 449	4 142 317
Budovy pro zemědělství	1 247 605	1 827 718	2 535 844	2 283 716	3 062 675
Budovy pro bohoslužby a náboženské aktivity	488 339	390 141	577 227	358 966	461 551
Historické nebo kulturní památky	809 280	749 265	1 152 932	1 204 436	1 096 414
Budovy nebytové ostatní	1 879 704	867 439	1 016 917	1 011 162	550 974
Dálnice	20 074 777	27 162 081	23 950 849	25 772 828	30 150 174
Místní a účelové komunikace	22 481 787	23 566 541	37 466 542	33 164 426	33 968 366
Dráhy železniční dálkové	13 938 038	16 912 068	13 213 842	15 691 059	20 284 477
Dráhy kolejové městské a ostatní	2 164 566	1 824 530	1 846 762	3 026 331	3 704 745
Plochy letišť	644 616	1 274 915	541 056	515 615	344 141
Mosty a visuté dálnice	8 268 005	9 601 233	7 816 482	6 465 369	10 341 706
Tunely a podchody	8 525 987	7 428 818	6 167 629	5 685 310	7 070 371
Přístavy a plavební kanály	434 083	655 270	335 171	500 704	434 013
Vodní stupně	2 569 727	2 775 233	2 731 227	1 957 145	1 749 715
Akvadukty, vodní díla pro zavlažování a odvodnění	918 419	698 407	677 298	711 906	824 788
Vedení plynu, ropy a ostatních produktů dálková trubní	1 551 852	1 838 687	694 953	861 591	1 158 623

Vedení vody dálková trubní	2 786 538	2 874 013	2 449 387	2 430 016	4 479 475
Vedení dálková telekomunikační	728 352	810 319	933 855	1 403 520	1 059 592
Vedení dálková elektrická	2 423 333	2 234 239	3 046 122	2 198 938	2 905 288
Vedení plynu místní trubní	2 239 475	1 990 178	2 048 829	2 257 004	2 273 677
Vedení vody místní trubní	3 961 248	3 288 547	3 587 250	4 714 294	5 323 837
Vedení kanalizace místní trubní	9 972 078	10 397 556	11 573 551	10 632 068	12 035 554
Vedení místní elektrická a telekomunikační	4 210 387	4 019 498	3 959 832	5 949 765	7 367 508
Stavby důlní a pro těžbu	2 343 359	2 077 412	2 050 951	2 310 192	3 863 483
Stavby elektráren	1 219 605	1 206 257	1 771 914	2 139 877	1 881 530
Stavby pro chemický průmysl	696 372	944 897	458 024	1 241 647	801 971
Stavby pro ostatní průmysl j.n.	1 869 538	4 556 339	1 531 014	1 729 957	1 880 305
Sportovní hřiště	1 142 052	1 837 138	2 194 274	1 551 133	1 653 729
Ostatní stavby pro sport a rekreaci	1 548 438	508 039	1 528 868	1 426 765	1 656 424
Ostatní inženýrská díla j. n.	2 266 596	1 252 554	3 135 974	3 775 360	3 506 493

Pramen: Tab. 5 Stavební práce "S" v tuzemsku podle klasifikace CZ-CC (ročně) 01.09.2009 [online]. [cit. 2009-12-14]. Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/csu.nsf/i/tab_5_stacr09/$File/stacr082809_5.xls