

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická

Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student: Jan Kotrbáček

Studijní program: elektrotechnika, energetika a management  
Obor: ekonomika a řízení elektrotechniky

Název tématu: Konjunkturální analýza ČR

Pokyny pro vypracování:

- konjunkturální analýza – podstata, principy a vzájemné vztahy
- ukazatelé konjunkturální analýzy
- praktická aplikace krátkodobé prognózy vývoje HDP
- hodnocení, závěry a přínosy získaných skutečností

Seznam odborné literatury:

Hušek, R.: Základy ekonometrie, VŠE, 1992, ISBN 8070795662

Hušek, R.: Ekonometrická analýza, vyd. Oeconomica, 2007, ISBN 8024513005

Vedoucí diplomové práce: Ing. Josef Černošous – ČVUT FEL, K 13116

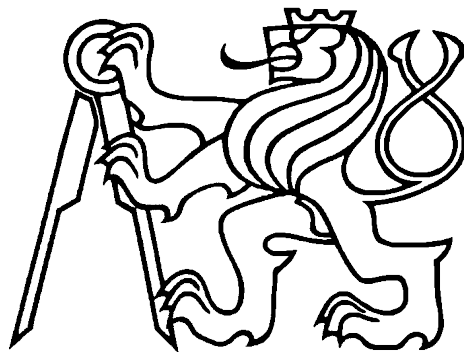
Platnost zadání: do konce letního semestru akademického roku 2015/2016  
L.S.

Doc.Ing. Jaroslav Knápek, CSc.  
vedoucí katedry

Prof.Ing. Pavel Ripka, CSc.  
děkan

V Praze dne 28.1.2015

České vysoké učení technické v Praze  
Fakulta elektrotechnická  
Katedra ekonomiky, manažerství a humanitních věd



Diplomová práce

# Konjunkturální analýza ČR

**Bc. Jan Kotrbáček**

Vedoucí práce: Ing. Josef Černohous

Studijní program: Elektrotechnika, energetika a management  
Magisterský

Obor: Ekonomika a řízení elektrotechniky

30. 4. 2015



# Poděkování

Chtěl bych poděkovat zejména panu Ing. Josefovi Černohousevi, paní RNDr. Vlastě Kašové a panu Ing. Jiřímu Zmatlíkovi, Ph.D. za vedení mé práce a neocenitelné konzultace a informace, které mi poskytli. Dále patří velký dík mé rodině, kolegům a přátelům za stálou podporu při celém studiu i psaní této práce.



# Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Beru na vědomí, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorského zákona, ve znění pozdějších předpisů, zejména skutečnost, že České vysoké učení technické v Praze má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

V Praze dne 1. 12. 2014

.....

České vysoké učení technické v Praze

Fakulta elektrotechnická Czech Technical University in Prague

Faculty of electrical engineering

© 2015 Jan Kotrbáček. Všechna práva vyhrazena.

*Tato práce vznikla jako školní dílo na Českém vysokém učení technickém v Praze, Fakultě elektrotechnické. Práce je chráněna právními předpisy a mezinárodními úmluvami o právu autorském a právech souvisejících s právem autorským. K jejímu užití, s výjimkou bezúplatných zákonných licencí, je nezbytný souhlas autora.*

### **Odkaz na tuto práci**

Kotrbáček, Jan. *Konjunkturální analýza ČR*. Diplomová práce. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, 2015.

# Abstract

This diploma thesis deals with a problem of Economic Growth Analysis of the Czech Republic. The first part of the thesis describes theoretical background, definitions and the methods of analysis. The second part of the thesis defines features and behavior of economic indicators with focus on indicators used in the practical part. The next chapter deals with analysis of the time series in general. The mentioned theoretical knowledge is used for a practical part which analyse GDP growth in the Czech Republic and sets the prediction for next season.

**Keywords** Economical Growth Analysis, Gross Domestic Product, Economic indicators, Business Cycles, Time Series Analysis, Linear Regression



# Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá problémem konjunkturálního výzkumu a vývojem hrubého domácího produktu ČR. První část práce popisuje veškerá teoretická východiska, definice a používané metody výzkumu. Druhá část práce definuje vlastnosti konjunkturálních ukazatelů obecně a podrobněji se věnuje ukazatelům použitým v praktické části. Dále se práce zabývá obecnými postupy a metodami při analýze časových řad. Uvedené teoretické znalosti využívá pro praktickou část, ve které je analyzován vývoj HDP a stanovena jeho prognóza na následující období.

**Klíčová slova** konjunkturální výzkum, hrubý domácí produkt, konjunkturální ukazatele, hospodářský cyklus, analýza časových řad, lineární regrese

# Obsah

1	Úvod .....	1
2	Definice základních pojmů .....	3
2.1	Konjunkturální výzkum .....	3
2.2	Hospodářský cyklus .....	5
2.2.1	Fáze hospodářského cyklu.....	6
2.2.2	Typy hospodářských cyklů.....	7
2.2.3	Příčiny hospodářských cyklů.....	9
3	Definice ukazatelů konjunktury .....	13
3.1	Typy ukazatelů .....	13
3.1.1	Předstihové ukazatele .....	13
3.1.2	Souběžné ukazatele .....	14
3.1.3	Zpožděné ukazatele .....	14
3.2	Vybrané konjunkturální ukazatele .....	15
3.2.1	Hrubý domácí produkt.....	15
3.2.2	Index průmyslové produkce .....	18
3.2.3	Indikátory důvěry .....	21
3.2.4	Předstihové ukazatele .....	22
4	Metody konjunkturální analýzy.....	23
4.1	Klasické metody .....	23
4.1.1	Metoda hospodářského cyklu .....	23
4.1.2	Metoda ekonomických indikátorů.....	24
4.1.3	Metoda extrapolace časových řad .....	25
4.1.4	Metoda technické analýzy .....	25
4.1.5	Analýza indexů.....	25
4.2	Ekonometrická analýza .....	27
4.2.1	Specifikace ekonometrického modelu.....	27

4.2.2	Data a kvantifikace ekonometrického modelu.....	31
4.2.3	Verifikace ekonometrického modelu.....	33
4.2.4	Oblasti využití ekonometrického modelu .....	34
5	Analýza časových řad obecně .....	37
5.1	Časové indexy .....	41
5.2	Klouzavé průměry.....	42
5.3	Sezónní odchylky, Sezónní indexy .....	42
5.4	Korelační koeficient.....	44
5.5	Regresní analýza .....	46
5.6	Vícenásobná regrese .....	51
5.7	Theilův koeficient nesouladu.....	53
6	Analýza a prognóza HDP.....	55
6.1	Analýza ukazatelů.....	58
6.1.1	Hrubý domácí produkt.....	59
6.1.2	Index průmyslové produkce.....	60
6.1.3	Index vydaných stavebních povolení.....	61
6.1.4	Index indikátorů důvěry.....	63
6.1.5	Vzájemná závislost ukazatelů.....	64
6.2	Lineární regresní model.....	65
6.3	Verifikace modelu .....	67
6.4	Prognóza HDP .....	70
6.4.1	Trend celé časové řady .....	72
6.4.2	Trend zkrácené časové řady.....	73
6.4.3	Konstantní trend.....	75
6.4.4	Prognóza skutečných hodnot .....	76
7	Závěr a hodnocení.....	81
8	Použitá literatura .....	83





# Seznam tabulek

Tabulka 1 Průměrné sezónní složky .....	59
Tabulka 2 Korelační koeficient HDP a ISZ .....	62
Tabulka 3 Korelační matice $r$ .....	64
Tabulka 4 Matice koeficientů determinace $r^2$ .....	64
Tabulka 5 Matice koeficientů determinace $r(i, n-1)$ 2 .....	64
Tabulka 6 Regresní koeficienty modelu HDP .....	65
Tabulka 7 Regresní koeficienty modelu $Y'$ .....	67
Tabulka 8 Prognóza HDP .....	68
Tabulka 9 Výchozí údaje pro prognózu .....	70
Tabulka 10 Extrapolace modelu .....	71
Tabulka 11 Korelační matice $Y_1$ .....	73
Tabulka 12 Prognóza 1 .....	78
Tabulka 13 Výsledná prognóza .....	79



# Seznam grafů

Graf 1 Hospodářský cyklus, zdroj [18].....	5
Graf 2 Poptávkové šoky, zdroj [19].....	10
Graf 3 Nabídkové šoky, zdroj [20].....	11
Graf 4 Závislost veličin X a Y, zdroj [21].....	46
Graf 5 Očištění HDP.....	59
Graf 6 Závislost HDP a IPP.....	60
Graf 7 Závislost HDP a ISZ v čase t.....	61
Graf 8 Závislost HDP a ISZ v čase t+4.....	62
Graf 9 Závislost HDP a IID.....	63
Graf 10 Sestavení modelu HDP.....	66
Graf 11 Prognóza HDP.....	68
Graf 12 Trend HDP.....	72
Graf 13 Trend HDP zkrácené řady.....	74
Graf 14 Konstantní trend.....	75
Graf 15 Vyrovnání IPP.....	76
Graf 16 Vyrovnání ISZ.....	77
Graf 17 Vyrovnání IID.....	77
Graf 18 Výsledná prognóza.....	79
Graf 19 Výsledná prognóza - výřez.....	80





# 1 Úvod

Ekonomika, tak jako vše ostatní v reálném světě, podléhá neustálému vývoji. Od samotných počátků má lidstvo tendenci k zdokonalování sama sebe i všech prostředků, systémů a služeb s životem a společností spojených. Pro zkoumání vývoje určitých jevů či procesů je klíčovou veličinou čas. Bohužel, postup směrem vpřed po časové ose u většiny jevů, a u ekonomických jevů zejména, neznamena vždy konstantní, nebo pozitivní vývoj sledované veličiny. Naopak časový průběh reálných jevů se vyznačuje neustálým kolísáním reálné veličiny od dlouhodobého trendu vývoje. Toto kolísání je zapříčiněno vzájemným působením řady vnitřních či vnějších faktorů, z nichž některé jsme schopni ovlivnit, jiné ne. Právě sledování změn reálných veličin v oblasti národního hospodářství nebo jednotlivých ekonomických segmentů, se nazývá konjunkturálním výzkumem.

Výzkum hospodářské konjunktury má klíčový význam pro řídicí orgány daných státních institucí a je využíván ve všech zemích s vyspělou tržní ekonomikou. Na základě analýzy a prognózy konjunktury lze stanovovat a aplikovat různá hospodářská opatření, která vedou k regulaci vzniklých či plánovaných výkyvů.

K napsání této práce mě vedl zájem o aktuální světové i české ekonomické dění, a to zejména v souvislosti s velkou světovou krizí z roku 2008, vzniklou na základě hypoteční krize v USA. Ekonomiky jednotlivých teritorií jsou díky exportu a importu do jisté míry na sobě závislé, a tak je na problém nutno pohlížet z globálního hlediska. Tato diplomová práce by měla napomáhat k pochopení základních souvislostí a příčin vzniku finančních krizí nebo naopak vrcholných fází ekonomiky, jejich následků a možných opatření pro regulaci národního hospodářství.

Tato práce v úvodní teoretické části popisuje základní pojmy spojované s výzkumem konjunktury a národního hospodářství. Zabývá se základními i sofistikovanějšími metodami výzkumu. Popisuje základní ukazatele konjunktury a ekonometrické nástroje používané pro úspěšné modelování průběhu sledovaných veličin. Praktická část si dává za cíl analyzovat aktuální průběh hrubého domácího produktu v České republice a předpověď jeho vývoje pro následující období.



## 2 Definice základních pojmů

### 2.1 Konjunkturální výzkum

Konjunkturálním výzkumem, přesněji výzkumem hospodářské konjunktury, rozumíme sběr, zpracování a následnou analýzu specifických ekonomických ukazatelů s cílem určit co nejpřesnější prognózu jejich vývoje. Výsledky analýz jsou nezbytným zdrojem informací pro strategické a taktické rozhodování v praxi v rámci hospodářských politik. Využitím těchto informací lze podniknout různá opatření pro korigování odchylek od požadovaného vývoje ekonomiky. Nedílnou součástí konjunkturálního výzkumu je zpětná analýza prognóz a vyhodnocení dopadu podniknutých kroků na ekonomický vývoj. Konjunkturální výzkum se nezabývá systémovými změnami daných ekonomických politik, a tak k ekonomické situaci přistupuje jako k černé skřínce (metodou „black box“). Z hlediska metod a cílů kombinuje konjunkturální výzkum několik různých oborů. Lze jej tedy označit za vědní disciplínu, která zahrnuje zejména statistiku, ekonomiku, ekonometrii, prognostiku a teorii hospodářské politiky.

Z ekonomické teorie je známo, že hospodářský vývoj probíhá v cyklech (viz. Kapitola 1.3. Hospodářský cyklus). Zaznamenáváme období poklesu, které střídá období růstu a rozmachu oproti předpokládanému hospodářskému trendu.

*„Pojmem konjunktura tedy nazýváme hospodářskou situaci, která nachází své konkrétní vyjádření v tržní situaci. V češtině, v užším pojetí je tento výraz také chápán jako vrcholná fáze hospodářského cyklu, která následuje po fázi vzestupu a předchází fázi poklesu.“ (Fialová, 2006, str. 126)*

Pro fázi konjunktury je typický růst aktiv, výroby, zaměstnanosti i spotřeby a cen. Zvyšuje se míra akumulovaného kapitálu, a tím i rychlost tempa růstu výroby, které neodpovídá reálné společenské spotřebě. Tyto skutečnosti doprovází i výhodnější možnosti úvěrů pro potřebný kapitál. Tím se vytvářejí ideální podmínky pro překlopení cyklu do fáze poklesu a následného vzniku hospodářské krize. Podstatou konjunkturálního výzkumu je tedy identifikace aktuální fáze dané ekonomiky a předvídání bodů zvratu hospodářských cyklů.

[1], [5]

Pro lepší orientaci lze konjunkturu klasifikovat na základě zkoumaných sektorů:

- 1.) **Konjunktura všeobecná** – tj. konjunktura v globálním hospodářství, konjunktura celosvětového trhu
- 2.) **Konjunktura teritoria** – tj. konjunktura dané země, nebo skupiny zemí (např. Evropské unie)
- 3.) **Konjunktura konkrétního trhu** - tj. konjunktura určitého tržního segmentu nebo konkrétního zboží (např. trh paliv, trh potravin, trh domácích spotřebičů)

Konjunkturální výzkum plní v praxi čtyři hlavní funkce.

### 1.) Informativní funkce

V první řadě se jedná se o sledování makroekonomického vývoje a porovnávání současného stavu ukazatelů s jejich minulým vývojem. Dále slouží k porovnání vývoje ukazatelů například s jinými teritorii nebo konkurenčními segmenty.

### 2.) Klasifikační funkce

Zjišťuje v jaké fázi, se aktuální ekonomika, nebo sledovaný ukazatel nachází. Identifikuje jednorázové makroekonomické výkyvy hospodářského cyklu.

### 3.) Prognostickou funkce

Předpovídá pravděpodobný budoucí vývoj sledované veličiny pro nadcházející časový horizont. Předpovídá odchylky daného ukazatele od očekávaného trendu vývoje.

### 4.) Regulativní funkce

Obsahuje tvorbu potřebných opatření pro takzvané „běžné usměrňování ekonomiky“ či „jemné doladování ekonomiky“.

Konjunkturální výzkum lze rozdělit do následujících etap.

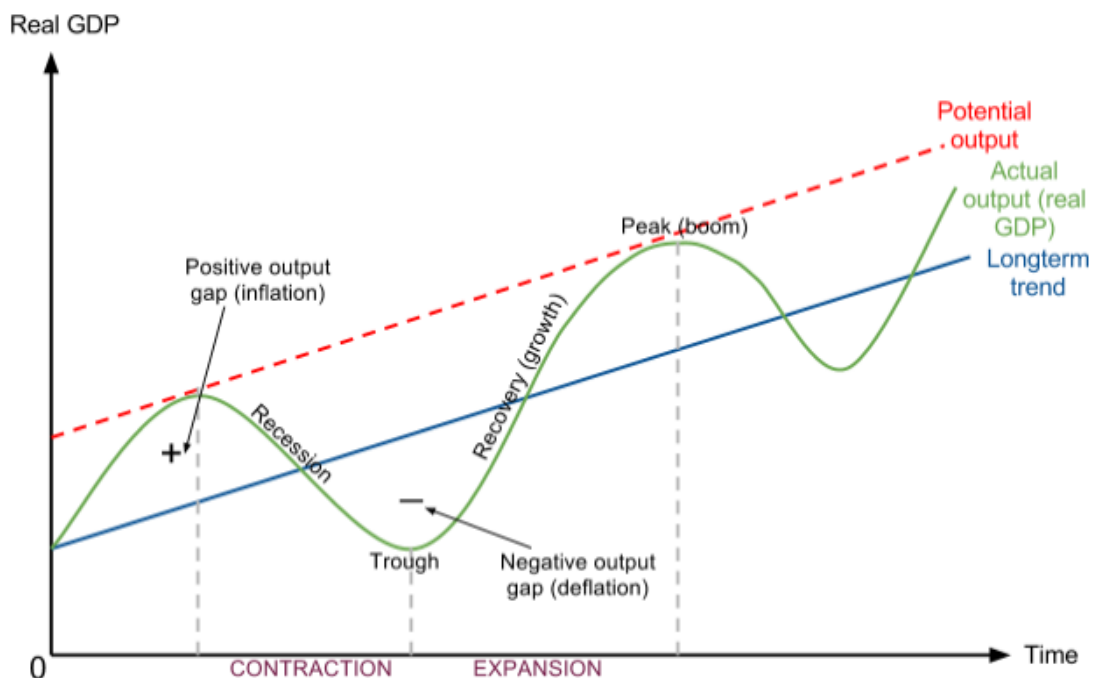
- 1.) Sběr a třídění dat
- 2.) Analýza dat
- 3.) Prognóza
- 4.) Tvorba opatření hospodářské politiky
- 5.) Ověření správnosti prognóz
- 6.) Měření účinku opatření hospodářské politiky

[1], [5]

## 2.2 Hospodářský cyklus

Ekonomické dění společnosti se vyznačuje neustálým pohybem a změnami stavů. Hospodářské cykly popisují tyto výkyvy pomocí sledování kolísání vybraného ekonomického ukazatele. Projevují se jako střídání různě dlouhých fází vzestupu a poklesu ekonomiky od očekávaného trendu. Mezi těmito fázemi se ekonomika dostává buď na svůj vrchol, nebo na své dno. Každý cyklus je ojedinelý svou délkou, silou prosperity a hloubkou poklesu. Kolísání ekonomiky je způsobeno kombinací mnoha vnitřních i vnějších faktorů. Některé z nich je možné předvídat, jiné jsou zcela náhodné. Mezi předvídatelné jevy můžeme zařadit například pohyby poptávkové a nabídkové křivky, politické regulace, inflaci a další. Nepředvídatelné výkyvy hospodářského cyklu jsou způsobeny například klimatickými změnami, přírodními živly, nebo válečnými konflikty. Hospodářský cyklus je tedy opakující se nesoulad mezi potencionálním a reálným produktem hospodářství a lze jej popsat pomocí následujícího grafu.

[1], [10], [13]



Graf 1 Hospodářský cyklus, zdroj [18]

### 2.2.1 Fáze hospodářského cyklu

#### **Vzestup (Expansion)**

Také bývá nazýván jako expanze, konjunktura, rozvoj, nebo oživení hospodářského cyklu. V této fázi ekonomika dobře funguje a rozvíjí se, roste produkce výroby a snižuje se nezaměstnanost. Rostou zisky podniků i příjmy obyvatel, což způsobuje zlepšení životní úrovně obyvatelstva. Celková poptávka velmi rychle stoupá vlivem společného působení investičního akcelérátoru a výdajového multiplikátoru. Díky velké konkurenční nabídce klesají ceny, a tím i inflace. Vzestupná fáze také pozitivně ovlivňuje vnější pozici země (teritoria) vůči okolnímu světu, tím se zvyšuje export produktů do zahraničí a snižuje import. Vzestupná fáze pozitivně ovlivňuje nejen ekonomické ukazatele, ale i politické mínění. Pokud nastává velmi příznivá a silná konjunkturální situace, nazýváme ji rozmachem.

#### **Vrchol (Peak)**

Je bodem zvratu hospodářského cyklu. Začíná se projevovat rozdíl mezi agregátní nabídkou, která je stále na velmi vysoké úrovni a agregátní poptávkou, která postupně začíná klesat. Tím se zvyšuje napětí na trzích produktů i služeb. Projevuje se nedostatek kapacit a ceny produktů opět stoupají. Tím se trh otevírá zahraničním dovozcům a hospodářský růst se zastaví nebo postupně začíná klesat.

#### **Pokles (Contraction)**

Pokles je také často nazýván recesí a je naprostým opakem vzestupné fáze hospodářského cyklu. Vzhledem k tomu, že agregátní nabídka vysoce převyšuje agregátní poptávku, mají podniky problémy s odbytem a jsou nuceny omezovat výrobu. Tím dochází i k propouštění zaměstnanců a rostoucí nezaměstnanosti populace. Z rostoucí nezaměstnanosti plyne i pokles příjmů obyvatel a životní úroveň země (teritoria) se zhoršuje. Dále klesá export produktů do zahraničí a naopak stoupá import zboží a služeb. Tyto skutečnosti vedou k postupnému zavírání podniků a následně i bankrotu bank. Pokud dochází k dlouhému a hlubokému poklesu nazýváme ho depresí.

#### **Dno (Trough)**

Dno neboli sedlo je spodním bodem zvratu hospodářského cyklu. Na základě poklesu výroby se v této fázi nabídka začíná vyrovnávat nízké poptávce. Nezkrachovalé

podniky postupně získávají potřebné finanční prostředky, mohou přijímat nové zaměstnance a opět rozšiřovat výrobu. Obyvatelé získávají zpět svou práci a zvyšují se příjmy. Zde se ekonomika odráží od dna a nastává její rozmach. Tím se opět překlápí do fáze vzestupu a celý proces hospodářského cyklu se v určitém čase stále opakuje.

[1], [5], [13]

## 2.2.2 Typy hospodářských cyklů

### **Krátkodobé cykly (Kitchinovy cykly)**

Kitchinovy cykly jsou charakterizovány jako krátkodobé výkyvy reálného produktu. Obvykle jsou spojovány s kolísáním zásob a obchodním rozhodováním podniků. Probíhají v časovém horizontu přibližně tří let. Ten je vyvolán časovou prodlevou informovanosti firem o agregátní poptávce. Na zlepšení ekonomické situace podniky reagují zvýšením produkce zboží či služeb. To během několika měsíců až dvou let vede k zaplavení trhu produkty, které nemají spotřebitele. To vede k hromadění zásob a snižování cen. Tento fakt je signálem pro podniky, aby omezily svou výrobu. Přijetí rozhodnutí k omezení výroby opět vyžaduje určitou časovou prodlevu, a tak se cyklus znovu vrací do úvodní fáze růstu.

Studiem krátkodobých cyklů se zabýval britský statistik a podnikatel Joseph Kitchin na konci 19. století. V roce 1923 vydává publikaci “Cycles and Trends in Economic Factors”, ve které shrnuje veškeré poznatky o teorii krátkodobých hospodářských cyklů.

### **Střednědobé cykly (Juglarovy a Kuznetsovy cykly)**

Junglárův cyklus je cyklus s periodicitou sedm až jedenáct let a popisuje vývoj investic do fixního kapitálu podniků. Jedná se například o nákup pozemků, budov, strojů, technologií vozidel a podobně. Princip cyklu je podobný Kitchinově teorii krátkého cyklu. Přeinvestování vede k recesi a následný odraz ode dna opět umožňuje nové investice.

Joseph Clemént Juglar (1819 - 1905) by francouzský doktor, který se později stal ekonomem. V roce 1862 publikoval své dílo “Des crises commerciales et leur retour périodique en France, en Angleterre, et aux États-Unis”, ve kterém analyzuje finanční krize ve Francii, Anglii i Spojených státech a popsal střednědobé cykly hospodářského vývoje.



Mezi cykly středně dlouhého dopadu lze zařadit i Kuznetsův cyklus, ten je někdy nazýván investičním infrastrukturním cyklem. Jeho periodicita je patnáct až dvacet pět let a spojuje ekonomické jevy s jevy demografickými. Zahrnuje například vlivy přílivu a odlivu imigrantů a změnu dynamiky ve stavebnictví.

Simon Smith Kuznets (1901 - 1985) byl americkým ekonomem narozeným v Rusku. Profesor harvardské univerzity a držitel Nobelovy ceny za ekonomiku se zabýval souvislostmi s ekonomickým růstem národů, popsal patnácti až dvaceti pěti leté hospodářské cykly a metody pro lepší pochopení hospodářské a sociální struktury.

### **Dlouhodobé cykly (Kondratěvovy cykly)**

Posledním druhem cyklů jsou cykly Kondratěvovy. Jejich periodicita je přibližně padesát let a charakterizují narušování a obnovování dlouhodobé globální ekonomické rovnováhy. Kondratěvova teorie tvrdí, že přibližně každých padesát let dochází k výrazné kvalitativní změně společnosti. To je dáno zejména vývojem nových technologií, objevů či vynálezů. Ty poté zásadně mění ekonomiku i společenský a hodnotový systém, politiku i mezinárodní vztahy.

Kondratěvova teorie není všeobecně uznávána a dokonce i mezi jejími příznivci se liší názory na příčiny existence dlouhých hospodářských cyklů. Největším a nejdiskutovanějším problémem je, zda lze věrohodně statisticky prokázat kolísání vybraných ekonomických ukazatelů, nebo empiricky prokázat opakovatelnost některých jevů v dlouhém časovém horizontu existence kapitalismu tj. nějakých dvě stě padesát až tři sta let. Navíc se nabízí otázka, zda je možné pro tak složitý systém jako je lidská společnost, i za akceptace opakovatelnosti některých jevů, spolehlivě předpovídat určitý trend vývoje budoucnosti.

Odmítnutí dlouhodobých hospodářských cyklů vychází z ideologického vnímání světa nebo z toho, že nelze vědecky prokázat opakovatelnost některých společenských jevů. Konzervativní teorie vychází z faktu neměnné společnosti, a proto je představa změn stability pro ni neakceptovatelná. Liberální teoretici přijímají skutečnost kolísání ekonomiky i zhoršování a zlepšování vybraných parametrů systému, ale věří, že postupným rozvojem technologií a vzdělání se společnost s těmito změnami dokáže vypořádat a dokáže se revolučním změnám vyhnout.

Nikolai Dmitrievich Kondratiev (1892 - 1938) byl ruský ekonom, který se zabýval teorií dlouhých hospodářských cyklů. Svoje poznatky shrnuje v díle "The Major Economic Cycles" z roku 1925.

[7], [13], [14]

### 2.2.3 Příčiny hospodářských cyklů

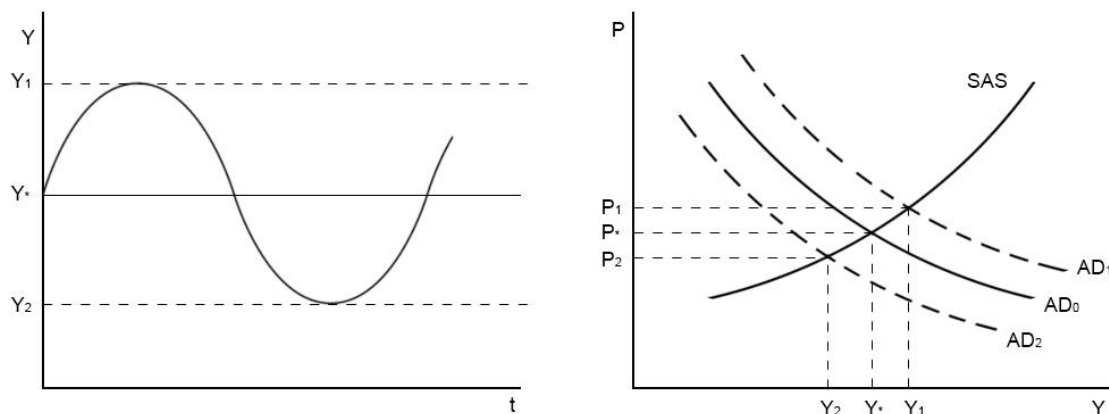
Pokud bychom existovali v ekonomicky ideálním světě, k žádnému vzniku hospodářských cyklů by pravděpodobně nedocházelo. Na okamžik si představme, že všechny ceny zboží, služeb i výrobních faktorů jsou dokonale pružné. Lidé mají přesné a aktuální informace o ekonomickém dění. Vlády ani odbory žádným způsobem neregulují ceny ani výrobu. V takovémto případě by se vývoj ekonomiky dal efektivně vyvažovat a nedocházelo by k expanzím a následným recesím v rámci hospodářské konjunktury.

Vzhledem k tomu, že reálný svět se od těchto aspektů dokonalého ekonomického světa liší, jsou hospodářské cykly realitou a je nutno s nimi počítat ve všech tržních ekonomikách. Kolísání ekonomického trendu může být způsobeno celou řadou příčin, ať už se jedná o vnější vlivy nebo o procesy a jevy uvnitř dané ekonomiky. V zásadě však hovoříme o dvou základních vlivech. Prvním je změna agregátní nabídky, takzvané nabídkové šoky, a druhým je změna agregátní poptávky, takzvané poptávkové šoky.

[1], [10]

#### **Poptávkové šoky**

Poptávkové šoky jsou způsobeny a spojeny se změnami agregátní poptávky. Ta v sobě zahrnuje celkovou spotřebu, investice, vládní nákupy a čistý export. Jakékoliv kladné působení na některou z těchto složek způsobuje posunutí poptávkové křivky nahoru a vytváří pozitivní poptávkový šok. Naopak negativní působení na tyto veličiny způsobuje posunutí poptávkové křivky na opačnou stranu a vzniká negativní poptávkový šok. Působení těchto změn popisuje graf č. 2 *Poptávkové šoky*.



Graf 2 Poptávkové šoky, zdroj [19]

První graf reprezentuje vývoj hospodářského cyklu v čase. Graf na pravé straně zobrazuje křivky agregátní nabídky a poptávky. Necht'  $Y$  je vybraný ekonomický ukazatel, například hrubý domácí produkt a  $P$  cenová hladina produktu. Potom  $Y^*$  je potenciální produkt odpovídající dlouhodobému ekonomickému trendu. Křivka AD nám značí křivku agregátní poptávky. Pokud poptávka roste, křivka se posouvá nahoru až do určité maximální pozice AD<sub>1</sub>. Reálný produkt  $Y_1$  se zvyšuje (roste produkce), tím pádem rostou i ceny  $P$  a hospodářský cyklus se nachází v expanzi. Tento proces pokračuje, dokud poptávka nenarazí na své maximum, čímž se AD<sub>1</sub> dostává do svého vrcholu a nastává zvrát.

Naopak snižováním agregátní poptávky se křivka AD posouvá dolů, čímž klesá i reálný produkt až do hodnoty  $Y_2$  a snižují se ceny do hodnoty  $P_2$ . Hospodářský cyklus se nachází ve fázi recese. Jakmile se poptávková křivka dostane na své minimum AD<sub>2</sub>, je hospodářský cyklus na svém dně a vznikají vhodné podmínky pro zvrát a oživení ekonomiky.

Cyklické pohyby poptávkové křivky jsou reálným faktem, nicméně o příčinách tohoto jevu se mezi odborníky vedou stále diskuse a existuje více teorií. V podstatě se ke vzniku poptávkových šoků vážou dvě základní teorie.

### 1.) Keynesiánský přístup

Keynesiánský přístup, který vznikl ve 30. letech 20. století, připisuje hlavní váhu vnitřním příčinám, a to zejména kolísání agregátní poptávky vyplívající ze sklonu k sporám. Ta je způsobena například pesimistickým očekáváním podniků a spotřebitelů nebo výkyvy bohatství, jako například pokles cenových papírů. Keynesiánci dokázali,

že ztráty z těchto výdajů nejsou nahraditelné jinými výdaji, a tak vedou ke krizi. Jako opatření navrhuji vládní regulace agregátní poptávky.

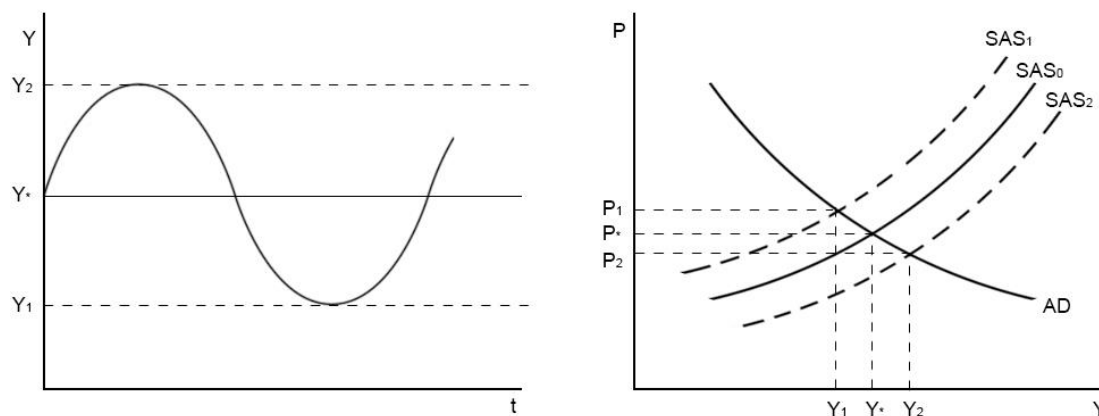
## 2.) Monetaristický přístup

Monetaristé jsou odpůrci předchozí teorie a tvrdí, že hospodářské cykly jsou způsobeny převážně vlivy vnějšími, a proto věří v samoregulační schopnost tržního hospodářství. Zásahy připouštějí pouze pro zmírnění dopadu těchto výkyvů.

[1], [10], [13]

## Nabídkové šoky

Nabídkové šoky jsou způsobeny výkyvy v agregátní nabídce. Faktory způsobující tuto změnu lze rozdělit na nominální a reálné. Za nominální faktory považujeme změny cen komodit a surovin vstupujících do výroby. Mezi reálné patří například změny velikosti produkce výroby. Při zvyšování produkce výroby se nabídková křivka SAS posouvá směrem dolů a dochází k expanzi hospodářského cyklu. Naopak při snižování produkce rostou ceny a hospodářský cyklus zaznamenává recesi. Působení těchto změn popisuje graf č. 3 Nabídkové šoky.



Graf 3 Nabídkové šoky, zdroj [20]

První graf reprezentuje průběh hospodářského cyklu v čase a druhý popisuje posun nabídkové křivky vůči křivce poptávkové. Y opět představuje nějaký ekonomický ukazatel, například HDP a P cenovou hladinu produktů. Nacházíme-li se v rovnovážném stavu, reálný produkt Y odpovídá potenciálnímu produktu  $Y^*$  danému ekonomickým trendem. Předpokládejme určitý růst produkce, tím nabídka převyšuje poptávku a klesají ceny. Nabídková křivka SAS se nám tedy posouvá směrem dolů až do své minimální

hodnoty SAS2. Tento stav reprezentuje fázi expanze hospodářského cyklu až do svého vrcholu Y2, kde se nachází bod zvratu a vhodné prostředí pro nástup krize, deprese, recese.

V opačném případě klesá celková produkce, poptávka je větší než nabídka a ceny rostou. Nabídková křivka SAS se posouvá nahoru až do své maximální hodnoty SAS1. Velikost reálného produktu klesá až na minimální hodnotu Y1 a ceny dosahují svého maxima P1. To nám samozřejmě nepříznivě ovlivňuje celkovou ekonomiku a hospodářský cyklus prochází recesí. Minimální hodnota reálného produktu Y1 nám signalizuje bod zvratu a dno hospodářského cyklu.

Příčiny způsobující kolísání nabídkové křivky mohou být různorodého charakteru. Některé příčiny popisuje například teorie reálného ekonomického cyklu. Tento ekonomický směr vznikl v 80. letech 20. století a je používán dodnes. Zmíněný princip odmítá význam vlivu změny nominální peněžní zásoby na kolísání poptávkové křivky. Tvrdí, že vývoj peněz se přímo úměrně přizpůsobuje vývoji produktu a rozlišuje dva faktory působící na hospodářský cyklus. Prvním je počáteční šok - reálná zásadní změna, například v technologiích, nový vynález či metoda, politické nařízení, nebo klimatické změny či přírodní katastrofy. Druhým faktorem je mechanismus udržování cyklu. Ten je způsoben rozhodováním ekonomických subjektů o výši jejich současné a budoucí spotřeby. Další přístup popisuje i teorie přírodního ekonomického cyklu. Tato teorie je spojena zejména se zemědělstvím, kde střídající se období mají vliv na velikost úrody.

[1], [10], [13]

# 3 Definice ukazatelů konjunktury

## 3.1 Typy ukazatelů

Z časového hlediska, lze konjunkturální ukazatele rozdělit do tří základních skupin podle jejich chování vzhledem k bodům zvratu hospodářského cyklu. Využití těchto ukazatelů vychází z předpokladu, že určité referenční časové řady jsou na sebe s jistým zpožděním vzájemně vázány.

### 3.1.1 Předstihové ukazatele

Předstihové ukazatele, anglicky nazývané leading indicators dokáží identifikovat hodnotu agregátní veličiny v časovém předstihu. Většinou se jedná o fixní počet několika měsíců. Stav těchto ukazatelů tedy napovídá, jak se bude vyvíjet průběh hospodářského cyklu. Jedná se o velmi účinný nástroj, na jehož základě lze podniknout určitá rozhodnutí a opatření vhodná pro nadcházející období ekonomického cyklu. Mezi hlavní ukazatele patří:

- Počty přijatých zakázek
- Počty vydaných stavebních povolení
- Indexy akciových trhů
- Průměrný počet odpracovaných nebo přesčasových hodin
- Cenový index citlivých komodit
- Směnné relace
- Ceny spotřebitelských služeb
- Pohyby zásob
- Zisky korporací
- Výnosy a ceny dluhopisů
- Pojištění nezaměstnanosti

[10], [11]

### 3.1.2 Souběžné ukazatele

Souběžné ukazatele vypovídají o současném stavu ekonomiky. Jejich účelem je identifikovat aktuální fázi hospodářského cyklu a slouží například pro ověření skutečností odhadnutých pomocí prognóz. Mezi hlavní souběžné ukazatele konjunktury patří:

- Reálný HDP
- Míra nezaměstnanosti
- Index průmyslové produkce
- Ceny výrobců
- Disponibilní důchody
- Mzdy a platy
- Objem zprostředkovaných bankovních úvěrů

[10], [11]

### 3.1.3 Zpožděné ukazatele

Poslední skupina ukazatelů se naopak v čase zpožďuje. Projeví se až s časovým odstupem po zjišťované ekonomické situaci. Slouží například pro vyvození důsledků určitého ekonomického vývoje. Mezi tyto ukazatele patří:

- Investice
- Půjčky
- Úroková míra
- Příjmy
- Maloobchodní obrat

[10], [11]

## 3.2 Vybrané konjunkturální ukazatele

Tato kapitola je věnována vybraným makroekonomickým ukazatelům, jejichž použitím lze vhodně popsat stav ekonomiky dané země nebo jednotlivých ekonomických odvětví. Tyto ukazatele bývají často předmětem konjunkturálního výzkumu.

### 3.2.1 Hrubý domácí produkt

Hrubý domácí produkt, zkráceně HDP je považován za nejvýznamnější a nejsledovanější makroekonomický ukazatel. Měří celkový ekonomický výkon dané země a definovat ho můžeme následovně.

*„Hrubý domácí produkt je celková hodnota finálních statků vyrobených v ekonomice země za určité období (zpravidla jeden rok) a procházejících trhem vyjádřená v peněžních jednotkách.,“* (Fialová, 2006, str. 98)

Při stanovování velikosti HDP je nezbytné se vyhnout takzvanému dvojímu započítávání. V podstatě se jedná o to, že musíme zamezit sčítání hodnot meziproductů s hodnotou výsledného produktu. Například řekněme, že naším finálním produktem je stůl, jeho hodnotu zahrneme do HDP. Musíme však zajistit, aby celkový HDP už nezahrnoval hodnoty meziproductů, z kterých je tento stůl vyroben (dřevěné desky, kovové nohy, šrouby ...). V praxi se tato problematika řeší metodou přidaných hodnot.

Finální statky a služby jsou vyjádřeny v tržních cenách. *„Což je cena dosahovaná při prodeji a koupi jako střed nabídky s poptávkou.“* (Fialová, 2006, str. 247) Při použití tržní ceny můžeme stanovit společnou hodnotu různých statků. Problém nastává v ocenění výrobků a služeb, které si lidé vyrábějí sami nebo poskytují jako protislužby. Jako příklad si uvedme bydlení. Část obyvatel žije v pronajatých bytech, platí nájem, a tím se jedná o službu. Tato služba tedy musí být zahrnuta do HDP. Naopak druhá část obyvatel žije ve vlastních domech, či bytech, opravují je, vykazují nějakou práci. Tyto činnosti by samozřejmě měly HDP zvyšovat, nicméně jak už bylo řečeno v definici, HDP je statistický ukazatel a vykazuje pouze výrobky a služby, se kterými se obchoduje na trzích. Další příčinou zkreslení, může být snaha lidí vyhnout se placení daní. Navíc je nutné počítat s příjmy z nelegálních činností, například prodej drog, prostituce atd.



Tyto činnosti tvoří takzvanou stínovou ekonomiku země. Statistici odhadují, že veškeré zmíněné skutečnosti zvyšují skutečný HDP v řádu jednotek procent.

HDP zahrnuje finální statky a služby vyrobené a poskytované na území daného státu, bez ohledu na původ vlastníka podniku. Vlastníkem určitého sektoru výroby či služeb může být rezident dané země a jeho působení může být jak uvnitř této země, tak v zahraničí. Finální statky zahrnuté do HDP tedy nejsou závislé na původu vlastníka. Důležité je, aby byl produkt vyroben na území daného státu.

Z časového hlediska do HDP zahrnujeme pouze statky vyrobené v daném období. HDP nezahrnuje tržní transakce produktů vyrobených v minulých obdobích. Například při výrobě určitého produktu v loňském roce a prodeji až v roce letošním bude tento produkt součástí pouze HDP předchozího období, nikoli letošního období. V aktuálním období lze do HDP zahrnout například služby obchodního zástupce nebo prodejce spojené s prodejem daného produktu, nikoli však hodnotu produktu samotného.

[1], [15]

#### **Metody stanovení HDP**

HDP je možné stanovit se stejným (ekvivalentním) výsledkem níže uvedenými a popsányými metodami.

##### Výdajová metoda

*„Výdajovou metodou se HDP počítá jako součet konečného užití výrobků a služeb rezidentskými jednotkami (skutečná konečná spotřeba a tvorba hrubého kapitálu) a salda vývozu a dovozu výrobků a služeb. Skutečná konečná spotřeba je odvozena prostřednictvím naturálních sociálních transferů od výdajů na konečnou spotřebu domácností, vládních institucí a neziskových institucí sloužících domácnostem. Tvorba hrubého kapitálu se člení na tvorbu hrubého fixního kapitálu, změnu zásob a na čisté pořízení cenností.“*

*HDP = Výdaje na konečnou spotřebu + Tvorba hrubého kapitálu + Vývoz výrobků a služeb - Dovoz výrobků a služeb (Český statistický úřad, 2015, str. 1)*

Výrobní metoda

„Výrobní metodou se HDP počítá jako součet hrubé přidané hodnoty jednotlivých institucionálních sektorů nebo odvětví a čistých daní na produkty (které nejsou rozvrženy do sektorů a odvětví). Je to také vyrovnávací položka účtu výroby za národní hospodářství celkem, kde se straně zdrojů zachycuje produkce a na straně užití mezispotřeba. Hrubá přidaná hodnota je rozdílem mezi produkcí a mezispotřebou. Vzhledem k tomu, že produkce se oceňuje v základních cenách a užití v kupních cenách, je strana zdrojů za národní hospodářství celkem doplněna o daně snížené o dotace na výrobky.“

$HDP = \text{Produkce} - \text{Mezispotřeba} + \text{Daně z produktů} - \text{Dotace na produkty}$   
(Český statistický úřad, 2015, str. 1)

Důchodová metoda

„Důchodovou metodou se HDP počítá jako součet prvotních důchodů za národní hospodářství celkem: náhrad zaměstnancům, daní z výroby a z dovozu snížených o dotace a hrubého provozního přebytku a smíšeného důchodu (resp. čistého provozního přebytku a smíšeného důchodu a spotřeby fixního kapitálu).“

$HDP = \text{Náhrady zaměstnancům} + \text{Daně z výroby a z dovozu} - \text{Dotace} + \text{Čistý provozní přebytek} + \text{Čistý smíšený důchod} + \text{Spotřeba fixního kapitálu.}$   
(Český statistický úřad, 2015, str. 1)

[11]

## 3.2.2 Index průmyslové produkce

Průmysl je velmi významnou a nedílnou součástí celkového národního hospodářství. Index průmyslové produkce (IPP) reprezentuje stav a vývoj průmyslového sektoru dané země a je považován za jeden z hlavních ukazatelů konjunktury průmyslu. Udává míru aktivity a velikost produkce průmyslového sektoru. Jeho hodnota je zpravidla měřena každý měsíc nebo čtvrtletí. Tento ukazatel zohledňuje změny druhu a kvality komodit a vstupních materiálů, změny stavu zásob hotových i nedokončených výrobků, změny technických a technologických parametrů výroby a změny služeb spojených s produkty, například montáže, instalace, opravy, technická příprava a podobně. Vzhledem k tomu, že průmysl je velmi závislý na vývozu a zahraniční poptávce, lze konstatovat, že velikost průmyslové produkce je značně ovlivněna i vztahy s partnerskými státy. Index průmyslové produkce je ukazatelem souběžným, vyjadřuje tedy aktuální stav dané ekonomiky a často je používám pro ověření prognóz založených na předstihových ukazatelích.

Pro výpočet indexu průmyslové produkce povoluje mezinárodně přijímaná koncepce indexu průmyslové výroby použití poměrně široké škály metod i vstupních ukazatelů. Český statistický úřad kombinuje dva možné postupy výpočtu a vychází z ukazatele tržeb za prodej průmyslových výrobků a služeb ve stálých cenách. V případě určitých specifických odvětví charakteristických hromadnými homogenními výrobky (těžba ropy, těžba uhlí, výroba elektřiny plynu atd.) je využíváno údajů o fyzickém objemu produkce v naturálních jednotkách.

Index průmyslové produkce se primárně počítá, jako index bazický. Aktuální měsíc je tedy porovnán s průměrným měsícem bazického roku. Pro výpočet celkového indexu průmyslové produkce vycházíme z IPP jednotlivých průmyslových odvětví, který je vypočítán podle následujících vzorců.

[11], [16]

1.) IPP jednotlivých agregací na základě tržeb lze stanovit níže uvedeným vztahem.

$${}_d I_o(t) = \frac{T_o(t)}{T_o(0)} \cdot 100 = \frac{T_o(t-1)}{T_o(0)} \cdot \frac{T_o(t)}{T_o(t-1)} \cdot 100$$

${}_d I_o$  ... je individuální bazický index základní agregace o

$T_o$  ... jsou tržby (tuzemské nebo zahraniční) ve stálých cenách za sledované období (t), stejném období předchozího roku (t-1) a průměrném období bazického roku (0)

Následujícím krokem je složení tuzemských i zahraničních tržeb za vlastní výrobky a služby průmyslové povahy za daný agregát pomocí fixního poměru tuzemských a zahraničních tržeb vůči tržbám celkovým.

$$I_o = {}_{tuz} I_o \cdot {}_{tuz} W_o + {}_{zah} I_o \cdot {}_{zah} W_o$$

$I_o$  ... je celkový index tuzemských i zahraničních tržeb daného agregátu o

${}_{tuz} I_o$  ... je dílčí index tuzemských tržeb odvětví o

${}_{zah} I_o$  ... je dílčí index zahraničních tržeb odvětví o

${}_{tuz} W_o$  ... je fixní poměr tuzemských tržeb odvětví o

${}_{zah} W_o$  ... je fixní poměr zahraničních tržeb odvětví o

[16]

2.) IPP jednotlivých reprezentantů na základě objemu výroby lze stanovit níže uvedeným vztahem.

$$I_r(t) = \frac{P_r(t)}{P_r(0)} \cdot 100 = \frac{P_r(t-1)}{P_r(0)} \cdot \frac{P_r(t)}{P_r(t-1)} \cdot 100$$

$I_r(t)$  ... je individuální bazický index reprezentanta  $r$

$P_r$  ... je fyzický objem produkce za sledované období ( $t$ ), ve stejném období předchozího roku ( $t-1$ ) a průměrného období bazického roku ( $0$ )

Dalším krokem je výpočet složeného indexu odvětví. Ten je vypočten jako vážený průměr reprezentantů z daného odvětví.

$$I_o(t) = \sum_{r \in O} w_r \cdot I_r(t)$$

$I_o$  ... je bazický index odvětví ve sledovaném období ( $t$ )

$I_r$  ... je bazický index reprezentanta ve sledovaném období ( $t$ )

$w_r$  ... je váha výrobního reprezentanta  $r$  (váhy jsou odvozeny z výsledků ročního průzkumu v bazickém roce)

Z obou větví vypočítaných indexů odvětví konečně dostáváme souhrnný index celkové průmyslové produkce. Ten je vypočten jako vážený aritmetický průměr indexů odvětví, kde je jako váha použita přidaná hodnota v jednotlivých odvětvích průmyslu v bazickém roce.

$$IPP(t) = \sum_{k=1}^K w_o \cdot I_o(t)$$

$IPP$  ... je souhrnný index průmyslové produkce ve sledovaném období ( $t$ )

$w_o$  ... je váha odvětví  $o$

$I_o(t)$  ... je bazický index odvětví  $o$

Aby byl postup výpočtu úplný, je nutné před zveřejněním konečných výsledků hodnoty sezóně očistit.

### 3.2.3 Indikátory důvěry

Tento typ indikátorů se od ostatních ukazatelů konjunktury poměrně značně odlišuje, a to zejména díky charakteru vstupních dat. Indikátory důvěry totiž nepracují s tzv. „tvrdými“ daty, tedy daty, které jsou účetně vykazovány, ale opírají se o názory respondentů z daných oblastí zájmů. Vstupní informace jsou získávány formou dotazování, kdy jsou vybraným ekonomickým subjektům pokládány dotazy týkající se hodnocení aktuální ekonomické situace a jejich očekávání vývoje blízké budoucnosti (měsíc, čtvrtletí, pololetí). Ke zjišťování názorů se používají velmi jednoduché dotazníky, tak aby je mohl respondent rychle a operativně vyplnit. Odpovědi nepodávají přímou kvantifikaci, ale budoucnost hodnotí dle škály obecných výrazů (např. horší, stejný, lepší). Zjednodušeně provádíme dva základní typy průzkumů, spotřebitelský a podnikatelský. U spotřebitelů sledujeme jejich úmysly zejména ve sklonu k nákupnímu chování, spoření, záměrech pro nákup vybraných produktů dlouhodobé spotřeby. Průzkumy podnikatelského sektoru sledují názory podnikatelů v dané oblasti zájmů (např. v průmyslu, stavebnictví, obchodě, ve vybraných službách) a kladou důraz zejména na stavy zakázek, velikost produkce, výši cen a další.

Pro konjunkturální výzkum jako celek jsou tato „měkká“ data nedílnou součástí. Poskytují neocenitelný zdroj informací o možných směrech vývoje ekonomiky. Popisují atmosféru v podnikatelském sektoru a poskytují informace s časovým předstihem, čímž umožňují identifikaci bodů zvratu ekonomického vývoje. Navíc poskytují informace z takových oblastí, které jdou často obtížně vyjádřit pomocí klasických kvantitativních ukazatelů. Identifikátory důvěry tedy doplňují „tvrdá“ data, která nemusí v předstihu postihnout určitá rizika a pnutí dané ekonomiky. Z těchto důvodů jsou tyto průzkumy organizovány a využívány v zemích s vyspělou tržní ekonomikou.

Konečné shrnutí výsledků v jednotlivých variantách a sektorech je reprezentováno pomocí konjunkturálního salda, což je rozdíl mezi odpověďmi zlepšení a zhoršení, vyjádřený v procentech. Čím je větší kladné saldo, tím optimističtější je možné hodnotit získanou odpověď.

Identifikátory důvěry jsou uváděny buď zvlášť pro podnikatelský a spotřebitelský sektor, nebo jako souhrnný ukazatel, který určitým způsobem shrnuje oba dva příslušné sektory.

**Souhrnný podnikatelský indikátor důvěry** „je vážený průměr sezónně očištěných indikátorů důvěry v průmyslu, stavebnictví, obchodě a ve vybraných odvětvích služeb.“ (Český statistický úřad, 2015, str. 1)

**Indikátor důvěry spotřebitelů** „je složen ze čtyř ukazatelů - očekávaná finanční situace spotřebitele, očekávaná celková ekonomická situace, očekávaná celková nezaměstnanost (s opačným znaménkem) a očekávané úspory spotřebitele v příštích 12 měsících.“ (Český statistický úřad, 2015, str. 1)

**Souhrnný indikátor důvěry** „je vážený průměr sezónně očištěných indikátorů důvěry v průmyslu, stavebnictví, v obchodě, ve vybraných odvětvích služeb a indikátoru spotřebitelské důvěry.“ (Český statistický úřad, 2015, str. 1)

[17]

## 3.2.4 Předstihové ukazatele

### Počty přijatých zakázek

Princip tohoto ukazatele je velmi jednoduchý, přesto velmi názorný a užitečný. Uvažujeme-li určitý nárůst zakázek, je patrné, že v následujících obdobích budou muset být všechny vyřízeny, z tohoto důvodu přímo úměrně vzroste i produkce zboží. Růst produkce způsobuje růst ekonomiky a hospodářský cyklus se dostává do fáze expanze. Naopak, klesající počet zakázek indikuje budoucí snížení výroby, a tím i recesi, depresi ekonomiky.

### Počty vydaných stavebních povolení

V tomto případě se uplatňuje stejný princip jako u růstu zakázek. S rostoucím počtem vydaných stavebních povolení brzy poroste i počet realizovaných staveb. To znamená zvýšení potenciálu pro nové pracovní pozice, pro růst spotřeby materiálu, tím i produkce dalších podnikatelských sektorů a ekonomika celkově roste.

[5]

## 4 Metody konjunkturální analýzy

Výzkum konjunktury vychází z analýzy ekonomických ukazatelů a jejich projekce budoucnosti pomocí specifických metod. Jeho nedílnou součástí je definice nástrojů pro ovlivnění dané ekonomické situace, sestavení hodnot řídicích veličin, testování účinku jednotlivých opatření a jejich zpětnou korekci včetně změn nastavení řídicích veličin.

[5]

### 4.1 Klasické metody

Konjunkturální výzkum je převážně empirický, nezbytně nevyžaduje existenci teorie vysvětlující vztahy mezi veličinami. Omezuje se na kvantitativní popis a predikci sledovaných veličin.

[5]

#### 4.1.1 Metoda hospodářského cyklu

V tomto případě je výzkum pojat jako zkoumání hospodářských cyklů. Teorie hospodářského cyklu je podrobně popsána v kapitole 1.2 *Hospodářský cyklus*. Tato metoda uvádí, že pro identifikaci makroekonomických cyklů se vyžaduje jako důkaz zachycení nejméně dvou časově a průběhem shodných cyklů. Poté lze existence cyklu relativně spolehlivě využít pro prognózu dalších období. Metoda hospodářského cyklu tedy vychází ze statistického pozorování vybraných ekonomických ukazatelů a na základě zkoumaného sektoru odhaduje periodicitu a body zvratu konjunktury.

Krátkodobé Kitchinovy cykly s periodicitou tři až pět let jsou spojovány s kolísáním stavu zásob a obchodním rozhodováním. Střednědobé Juglarovy a Kuznetsovy cykly s periodicitou sedm až dvacet pět let charakterizují investiční rozhodování a konečně dlouhodobé Kondratěvovy cykly s periodicitou okolo padesáti let popisují dlouhodobé narušování a obnovování globální ekonomiky.

Vzhledem k tomu, že vznik cyklů je známý ekonomický fakt, nabízí se celá řada hospodářských opatření pro eliminaci těchto vlivů. V zemích s vyspělou tržní



ekonomikou se dokonce objevují názory, že při aplikaci vhodných anticyklických a antiinflačních hospodářských politik jsou ekonomické cykly zanedbatelné.

[5]

### 4.1.2 Metoda ekonomických indikátorů

Tato metoda využívá k prognózování konjunktury zejména konstrukci tzv. ekonomických barometrů. Ty tvoří různé typy ukazatelů z hlediska věcného vymezení i časové souvislosti. Pozornost je zejména věnována řídicím ukazatelům (Leading indicators). Dalším prvkem jsou tzv. souhrnné indikátory, které jsou konstruovány speciálními metodami, obvykle jako vážené průměry slučující několik ukazatelů dohromady. V praxi se může jednat o kombinaci až několik set indikátorů konjunktury.

Při použití ekonomických barometrů rozlišujeme typy ukazatelů na předbíhající se, souběžné a opožďující se. Tím se rozumí časová souvislost mezi řídicí a řízenou proměnnou. Největší pozornost je soustředěna zejména na předbíhající se indikátory, které svojí povahou předpovídají budoucí vývoj ekonomické veličiny s určitým zkušenostmi ověřeným předstihem. V případě střednědobých analýz se délka zpoždění udává zpravidla v měsících.

První Harvardský barometr konstruovaný ve dvacátých letech obsahoval pouze tři indikátory, index spekulace, index cen zboží a index úrokové míry. Postupem času se tato metoda vyvíjela až do dnešní fáze, kdy barometr obsahuje několik set indikátorů. Ani v současnosti však mezi odborníky neexistuje jednotný názor, který z indikátorů lze považovat za řídicí. V české ekonomice lze přiřadit velmi významný vliv investiční míře na průběh konjunkturálního cyklu. Investiční míra tak lze být považovaná za řídicí veličinu střednědobého makroekonomického cyklu v ČR.

[5]

### 4.1.3 Metoda extrapolace časových řad

Podstata metody extrapolace časových řad vychází ze sledování historického vývoje dané veličiny a hypotézy, že prognóza, tedy budoucí vývoj, vychází z minulosti. Prognózovaná veličina je tedy funkcí času a předpokládá, že ostatní podmínky vývoje se nezmění. Hlavním nedostatkem této metody je její časově omezená využitelnost. Ekonomické indikátory jsou sledovány oficiálními institucemi (statistickými úřady, ministerstvy), ale také soukromými specializovanými institucemi (vysokými školami, odbornými časopisy). Data jsou poté analyzována pomocí matematicko - statistického aparátu pro vyjádření prognózy.

[5]

### 4.1.4 Metoda technické analýzy

Metoda technické analýzy je také nazývána metodou fundamentální, je široce používána pro analýzu kurzových a cenových trendů. Hlavním cílem je krátkodobá prognóza kurzů jednotlivých akcií nebo souhrnných akciových indexů na akciových trzích. Je hojně používána pro předpověď fluktuace měnových kurzů. Technická analýza využívá publikovaná tržní data na burzách a některých přímých elektronických obchodech. Opírá se o předpoklad, že tržní cena měny nebo akcií vychází pouze ze vztahu nabídky s poptávkou. Výstupní data prakticky vedou ke krátkodobé prognóze většiny kurzů a potvrzují dosavadní trend, nebo upozorňují na jeho možnou změnu.

[5]

### 4.1.5 Analýza indexů

Pro zlepšení vypovídací schopnosti konjunkturálních ukazatelů, je lze transformovat do podoby specifických indexů. Použití těchto analytických ukazatelů vychází z představy, že specifické indexy vyjadřují prognostické vlastnosti ukazatelů v koncentrované podobě. Patří sem zejména svodné a difuzní indexy a indexy amplitudy, které charakterizují míru změny.

### **Svodné indexy**

Svodné indexy jsou konstruovány jako vážené průměry z jednotlivých skupin ukazatelů (předbíhajících se, synchronních, opožďujících se). Jako váhy se používají oceněné prognostické vlastnosti uvedené výše. Tyto konstruované agregace, by měly velmi spolehlivě předpovídat budoucí vývoj konjunktury. Paralelně k tomuto výzkumu se ještě používají souhrnné indexy, které jsou konstruovány pro různé podskupiny řídicích identifikátorů. Pomocí svodových indexů lze spolehlivě předvídat, k jaké změně dojde. Menší problémy však nastávají s přesným časovým vymezením dané změny. Časový odhad změn je vyjadřován v intervalech, které jsou získané na základě empirického pozorování.

Nahodilé výkyvy indexů mají povahu falešných signálů, které lze jen obtížně odlišit od změn směřodatných. V tomto případě je sledována zejména délka signálů. Kratší výkyvy řídicích veličin nemusí ovlivňovat řízené proměnné. Při delším časovém výkyvu řídicí veličiny se pravděpodobnost změny řízené proměnné výrazně zvyšuje. Dalším důležitým orientačním prvkem je sledování obvyklé periodicity ekonomických cyklů, protože v krajních fázích cyklu je výskyt výkyvů téměř jistý. Tyto výkyvy poté signalizují body zvratu cyklu, tedy nástup konjunktury nebo recese.

### **Difuzní indexy**

Difuzní indexy se opírají o rozdílný stupeň, v jakém jsou jednotlivé úrovně ekonomiky ovlivněny probíhajícími procesy. V podstatě vyjadřují podíly podniků, odvětví nebo regionů, ve kterých dochází k nejvýraznějším změnám indikátorů. Jedná se o jednotlivé sektory ovlivňující celkovou ekonomiku a jejich procentní vyjádření.

Difuzní indexy podávají mnohem pohotovější informace o nastávajících změnách než indexy svodné. Difuzní indexy jsou předstihovými ukazateli a podávají informace o vývoji ekonomiky několik měsíců v předstihu. Jejich nevýhodou je nižší stupeň hladkosti časové řady v porovnání se svodnými indexy.

[5]

## 4.2 Ekonometrická analýza

Ekonometrická analýza do jisté míry využívá některých postupů z předem uvedených metod a kombinuje je se základními teoretickými předpoklady a hypotézami. Tato analýza je založena na vícestupňové abstrakci vycházející z teoretické kvalitativní analýzy zkoumaných ekonomických ukazatelů a odhadu jejich budoucích hodnot pomocí specifických metod. Základním stavebním kamenem je formulace základní hypotézy, neboli sestavení výchozího ekonometrického modelu. Z verbálně popsánoho ekonomického modelu vznikne matematickou a statistickou formalizací předpokladů a poznatků deterministický ekonomicko - matematický model. Při matematické specifikaci a transformaci ekonomického modelu se soustředíme na maximální vyjádření vstupní hypotézy s únosným stupněm zjednodušení. Po zahrnutí statistické specifikace stochastických vlivů dostáváme model ekonometrický, který popisuje základní hypotézu pomocí jedné nebo více rovnic, které jsou zpravidla vzájemně propojené. Matematicky formulované závislosti veličin, jsou v této fázi kvantifikovány na základě disponibilních empiricky zjištěných statistických dat. Následuje zpracování modelu některou z adekvátních metod a ověření, zda odhadnuté parametry jsou v souladu s výchozími teoretickými požadavky. Ověření provádíme pomocí vhodně zvoleného testovacího kritéria. Pokud sestavený model přesně nespecifikuje předchozí periodu zkoumaných dat je nutné daný úsek znovu přezkoumat a model upravit pomocí přecenění koeficientů. Konečnou fází je aplikace analýzy a její praktické využití vzhledem ke zkoumanému problému. Analýza se využívá vzhledem k období, ze kterého jsou k dispozici statistická data, nebo k prognózování budoucích hodnot. Nedílnou součástí je definice nástrojů pro ovlivnění konjunktury a navržení ekonomického rozhodování při volbě hospodářské politiky. Kvalita výsledků je ovlivněna nejen vstupními daty, ale také především specifikací a verifikací ekonometrického modelu, která vyžaduje znalost ekonomické teorie a poznatky a zkušenosti, týkající se konkrétního zkoumaného systému.

[2]

### 4.2.1 Specifikace ekonometrického modelu

Konkrétní specifikace a konstrukce daného ekonomického modelu není pouze vědou, ale zároveň i uměním, jelikož vyžaduje teoretické a praktické znalosti a informace o zkoumaném problému či systému. Tento systém je předmětem kvantitativní analýzy

a tak musí být pozornost věnována i statistickým datům, která musí skutečně odpovídat proměnným zahrnutým do modelu v souladu s výchozími teoretickými předpoklady a podmínkami. Je lepší dát přednost relativně jednoduchému modelu před sofistikovanějším modelem, pokud data, která jsou k dispozici, neumožňují získat adekvátní odpovědi na otázky, které jsou předmětem zkoumané problematiky.

Model může být často specifikován různými způsoby, přičemž nejvhodnější varianta se vybírá na základě tzv. informačních kritérií. Nejčastějším hlediskem výběru bývá jeho konzistence s teoretickými předpoklady a celková shoda s napozorovanými daty. Tento model je poté vhodné otestovat na výběrovém vzorku získaných statistických dat. V praxi se většinou postupuje tak, že výchozí varianta modelu je co nejjednodušší a postupným testováním se model modifikuje a zdokonaluje jak zahrnutím dalších proměnných nebo rovnic, tak analýzou matematické transformace.

Specifikace ekonometrického modelu spočívá v následujících krocích:

a.) „*Určení a klasifikace všech proměnných, zahrnutých do modelu v souladu s apriorní výběrovou informací získanou u ekonomické teorie dat.*“ (Hušek, 2007, str. 12)

V ekonomii rozdělujeme proměnné především na endogenní a exogenní. „*Endogenní proměnné jsou proměnné, jejichž hodnoty jsou určeny nebo generovány systémem či modelem. Exogenní proměnné působí na zkoumaný systém a samy jím nejsou ovlivňovány, takže jejich hodnoty jsou determinovány mimo modelovaný systém.*“ (Hušek, 2007, str. 13) Ekonomická teorie obvykle neudává jednoznačná stanoviska ohledně podstaty jednotlivých proměnných modelu. Z teoretického hlediska však vyplývá, že většina proměnných v modelu je endogenního typu a exogenní proměnné se vyskytují relativně zřídka. Při deklaraci proměnných především záleží na výchozí ekonomické teorii a cíli ekonometrické analýzy. Na základě těchto faktů je poté proměnná deklarována buď jako endogenní, nebo exogenní.

U jednorovnicových modelů zastávají endogenní proměnné úlohu vysvětlovaných proměnných. U vícerozměrných úloh mohou vystupovat endogenní proměnné jako vysvětlované a zároveň jako vysvětlující. Naopak exogenní proměnné mají u všech typů modelů charakter proměnných vysvětlujících. Dále endogenní proměnné můžeme ještě rozdělit na cílové a řídicí a obdobně exogenní dělíme na řídicí a autonomní.

*„Jednodušší ekonomické modely statistického typu lze často dynamizovat pomocí různě zpožděných vysvětlujících proměnných, které vyjadřují působení některé proměnné v některém, nebo v několika z předcházejících období na úroveň vysvětlované endogenní proměnné v období běžném. Proto je účelné rozlišovat nezpožděné endogenní proměnné a dále predeterminované proměnné, zahrnující všechny exogenní proměnné a navíc zpožděné endogenní proměnné.“ (Hušek, 2007, str. 13)*

Kromě výše uvedených proměnných obsahují stochastické rovnice modelu náhodné složky nebo chyby. Jejich velikost nelze získat měřením. Proto při konstrukci modelu specifikujeme charakter a pravděpodobnostní rozdělení těchto náhodných složek. Tyto náhodné složky reprezentují chyby, které vznikají například vynecháním některé vysvětlující proměnné, nepřesnou specifikací matematického tvaru modelu nebo nepřesností při měření dat. Platnost hypotéz postihující tyto náhodné složky je opět testována.

*b.) Stanovení předpokládaných znamének a očekávaných hodnot odhadnutých parametrů modelu. (Hušek, 2007, str. 13)*

Kladnost, či zápornost jednotlivých proměnných modelu určujeme na základě principů a tvrzení dané ekonomické teorie, nebo k tomu využíváme jiných kvantitativních analýz a studií. Na základě apriorní informace také můžeme zjistit, že hodnota dané veličiny musí náležet určitému intervalu.

*c.) Volba matematického a analytického tvaru modelu, popř. jeho jednotlivých rovnic. (Hušek, 2007, str. 14)*

Pro konstrukci matematického modelu bohužel ekonomická teorie, stejně jako v případě klasifikace proměnných, nedává přesný návod, a to ani v případě popisu analytického tvaru zkoumaných rovnic, nebo informaci o počtu rovnic modelu a jejich vzájemných vztazích. Ekonomická teorie nám poskytuje pouze informace o tom, zda zkoumaná závislost mezi veličinami je přímá nebo nepřímá. Také informuje o tom, zda konkrétní zkoumaný subjekt se chová racionálně, nebo maximalizuje svou preferenční funkci. Nevypovídá však o tom, zda lze určitý problém popsat soustavou nezávislých nebo závislých rovnic a zda je třeba použít některou z nelineárních analytických forem, protože lineární tvar závislosti je pouze hrubou aproximací skutečnosti.

Pro matematickou formulaci problému používáme jeden ze tří typů modelů.

### 1.) Jednorovnicový model

Jedná se o stochastický regresní model, který vyjadřuje jednu vysvětlovanou endogenní proměnnou v závislosti na jedné nebo několika vysvětlujících měřitelných exogenních proměnných, nebo zpožděných endogenních proměnných a neměřitelné náhodné složce.

### 2.) Víceroovnicový model zcela nebo zdánlivě nezávislých rovnic

Popisuje skupinu rovnic, z nichž každou můžeme zkoumat jednotlivě jako jednorovnicový stochastický model, nebo lze celou soustavu chápat jako vícerozměrný regresní model. Modelem zdánlivě nezávislých rovnic rozumíme takový model, kde náhodné složky jednotlivých rovnic jsou korelované, přestože neexistují žádné vazby mezi endogenními proměnnými.

### 3.) Simultánní model

Tento typ modelu je tvořený soustavou závislých stochastických i nestochastických rovnic. Simultánnost modelu vychází z podstaty, že nezpůzděné proměnné vystupují v jednotlivých rovnicích současně jako proměnné vysvětlované i vysvětlující. Zároveň jsou určeny řešením všech rovnic modelu najednou. Soustavu simultánních rovnic můžeme považovat buď za interdependentní (tj. mezi endogenními proměnnými mohou existovat přímé nebo nepřímé zpětné vazby), nebo rekurzivní (tj. mezi endogenním proměnnými existují pouze jednosměrné vazby a náhodné složky v různých stochastických rovnicích jsou vzájemně nezávislé ve stejných pozorováních).

Při konstrukci analytického tvaru modelu často požadujeme, aby závislosti vysvětlovaných i vysvětlujících proměnných byly lineární v parametrech již v původní specifikaci, nebo aby se snadno daly linearizovat pomocí matematických operací. Výhodou modelů lineárních v parametrech je zejména zřejmá ekonomická interpolace a možnost odhadování i testování pomocí relativně snadných postupů a metod. Nicméně díky rozvoji počítačového hardware i softwarových řešení se v současnosti používají i velmi komplexní modely obsahující několik rovnic nelineárních v parametrech.

[2]

## 4.2.2 Data a kvantifikace ekonometrického modelu

Kvantifikace ekonomického modelu slouží zejména k ohodnocení parametrů sestavených rovnic. Numerické hodnoty všech parametrů, včetně těch stochastických, odhadujeme pomocí vhodných ekonometrických postupů, přičemž vše počíná sběrem a zpracováním adekvátních statistických dat. Data používaná pro kvantifikaci se skládají zpravidla z napozorovaných kvantitativních statistických dat neexperimentálního charakteru, čili nejsou generovaná speciálně pro odhad daného ekonometrického modelu. Pokud je zapotřebí v modelu uvažovat proměnné kvalitativní nebo kvantitativní, které nejsou měřitelné, lze použít vhodné postupy pro převod na takzvané umělé (fiktivní) proměnné. Pomocí nich lze aproximálně kvantifikovat vliv takových faktorů jako je pohlaví, kvalifikace, vzdělání, spotřební zvyklosti apod.

Velmi často se používají data z časových řad. Ty poskytují číselné hodnoty zkoumané proměnné v jednotlivých po sobě jdoucích obdobích různé délky (dny, měsíce, čtvrtletí, roky). Dalším typem jsou data průřezová, ta zobrazují informace o jednotlivých subjektech v daném časovém období. Shrnují tedy informace z různých oblastí zájmů, různých geografických regionů, různých cílových skupin a podobně. Jedná se tedy o údaje prostorové. V určitých případech je vhodné zkombinovat oba dva typy dat. Jejich kombinace potom vnáší do modelu více informací a používá se například k smíšenému odhadu koeficientů pružnosti poptávky, kde koeficienty příjmové pružnosti odhadujeme pomocí průřezových dat a koeficienty cenové pružnosti reprezentují data z časových řad.

Třetím speciálním druhem kvantifikačních statistických údajů jsou panelová data. Ta zjišťujeme opakovaným pozorováním u vybrané skupiny respondentů v různých obdobích. Pomocí panelových dat zkoumáme například peněžní příjmy vybraných sociálních skupin domácností zjišťovaných opakovaně po určitém období.

Díky neexperimentálnímu charakteru dat vzniká při odhadu parametrů ekonometrického modelu celá řada problému. První problém vyplývá z nedostatečného počtu disponibilních pozorování, díky tomu klesá počet stupňů volnosti modelu, což nepříznivě ovlivňuje přesnost odhadu. Dalším nedostatkem plynoucím z jednoho náhodného výběru dat ze základního souboru je tzv. multikolinearita, která vzniká hlavně u dat z časových řad. Navíc jsou velmi často údaje zatíženy chybami měření, které vznikají buď nahodile, nebo systematicky vlivem nadhodnocení, či podhodnocení zjišťovaných údajů.



Z výše uvedených důvodů je nutné napozorovaná data před použitím v ekonometrickém modelu nejprve upravit nebo očistit. U časových řad je nezbytné před použitím doplnit veškerá chybějící data a očistit ji od sezónnosti, trendu, cykličnosti a podobně. Při úpravách dat musíme být opatrní, aby vyřešení jednoho problému nevedlo k problému druhému. Například nahrazení ročních údajů čtvrtletními sice získáváme větší počet stupňů volnosti, ale zvětšujeme chybu měření a vyvoláváme autokorelaci náhodných složek.

Samotný odhad hodnot parametrů stochastických rovnic vychází z výběru a aplikace adekvátní odhadové metody pro daný charakter modelu. U simultánních interdependentních systémů přihlížíme ke stupni identifikace strukturních rovnic, k optimálním vlastnostem poskytovaných odhadů, k účelu daného modelu, ke složitosti dané metody, k časové a nákladové náročnosti a k dostupnosti adekvátního software. U vícerozměrných modelů lze odhadovat každou rovnici zvlášť nebo všechny současně. Metody odhadu tedy můžeme rozlišit na metody s omezenou informací používané pro jednotlivé rovnice, nebo metody s úplnou informací, které dovolují simultánní řešení všech rovnic modelu jako celku.

Pomocí odhadnutých parametrů ekonometrického modelu, tedy jak odhadů regresních koeficientů, tak odhadů stochastických parametrů rozdělení náhodných složek zkoumáme pro daný výběr pozorování vysvětlujících proměnných vyrované či predikované hodnoty vysvětlovaných endogenních proměnných. Při aplikaci jakékoli odhadové metody získáváme z jednoho výběru pozorování jednu množinu odhadnutých parametrů. Pro jiný výběr pozorování však dostáváme odlišnou množinu odhadnutých parametrů. To je způsobeno tím, že v důsledku výběrové variability se mění hodnoty odhadů. Z toho plyne, že při opakovaných výběrech se dostáváme k výběrovému rozdělení odhadovaných parametrů. Jinak řečeno parametry ekonometrického modelu nelze odhadnout přesně, a tak předem s jistou pravděpodobností určujeme interval spolehlivosti pro dané hodnoty. Výsledky, které dostáváme ekonometrickou analýzou, mají vždy s určitým stupněm nejistoty charakter statistické indukce, přičemž statistickou významnost odhadnutých parametrů je možné ověřit na základě testování.

[14]

### 4.2.3 Verifikace ekonometrického modelu

Před praktickým nebo teoretickým použitím zkonstruovaného ekonometrické modelu je nutné tento model verifikovat. Je nutné ověřit a vyhodnotit, zda jsou všechny získané a použité odhadnuté parametry v souladu s výchozími kritérii přípustnosti. Především sledujeme, zda použité hodnoty odpovídají výchozím omezením deklarovaných v ekonomické hypotéze. Kromě rozhodnutí o reálnosti modelu je součástí verifikace výše zmíněné ověření statistické významnosti odhadnutých parametrů a testování platnosti apriorních hypotéz týkajících se právě tvaru těchto dat.

#### **Ekonomická verifikace**

Ekonomická verifikace vychází ze základních teoretických předpokladů a kritérií. Je nezbytnou podmínkou ekonomické interpretace zkoumaného problému a využitelnosti jeho výsledků kvantifikace. V podstatě spočívá v kontrole správnosti znamének a velikosti numerických hodnot odhadnutých parametrů. Jsou-li získané odhady v souladu s výchozími podmínkami je model adekvátním, i když zjednodušeným, obrazem zkoumaného problému nebo systému a může být použit pro analýzu a prognózu.

Pokud znaménka nebo hodnoty parametrů nesouhlasí s výchozími kritérii či omezeními, musí být model znovu přezkoumán. Jeho rovnice jsou poté zpravidla formulovány a specifikovány odlišným způsobem. Další možností nesouladu je nereálnost výchozích teoretických omezení a tvrzení. Častou příčinou odmítnutí konstruovaného modelu jsou neadekvátní empirická data použitá k odhadu parametrů, ale důvodem může být i nesplnění některých předpokladů nutných pro použité ekonomické metody odhadů.

#### **Statistická verifikace**

Statistická verifikace slouží k ověření statistické reálnosti jednotlivých odhadnutých parametrů i celého modelu. Pro kontrolu daných kritérií existuje celá řada statistických testů, pomocí nichž ověřujeme přesnost nebo statistickou významnost výsledků kvantifikace napozorovaných dat. Mezi nejpoužívanější kritéria statistické verifikace patří standardní chyby parametrů, koeficienty vícenásobné determinace nebo t a F testy významnosti odhadů. Logicky ze vztahu statistických omezení a ekonomických omezení mají ta ekonomická prioritu. Parametry, které mají jiná znaménka nebo hodnoty v rozporu

se vstupními teoretickými opatření, odmítáme i přesto že jsou statisticky správná nebo dokonce i významná.

### **Ekonometrická verifikace**

Ekonometrická verifikace modelu vychází z ověřování kritérií, která jsou nutná pro aplikaci ekonometrických metod a technik. V podstatě se jedná o znovu testování výsledků statistických testů, protože pomocí nich ověřujeme platnost a oprávněnost použitých statistických kritérií a to zejména v případě malého rozsahu výběr pozorování.

Pokud předpoklady nutné pro aplikaci konkrétních ekonometrických postupů nebo testů nejsou splněny, odhady parametrů ztrácejí některé optimální vlastnosti, nebo použité statistické testy pozbývají platnosti, protože poskytují nereálné závěry. Mezi ekonometrická kritéria patří například testy autokorelace náhodných složek, kritéria stupně multikolinearity vysvětlujících proměnných nebo podmínky identifikovatelnosti interdependentních strukturálních rovnic.

Z výše uvedených faktů je zřejmé, že verifikace ekonometrického modelu je nezbytnou součástí celkové analýzy a k praktickému využití výsledků jsou vhodné jen ty výsledky, které vyhovují všem zmíněným kritériím současně.

[2]

### **4.2.4 Oblasti využití ekonometrického modelu**

Možností využití odhadnutého ekonometrického modelu je celá řada a to jak v oblasti mikroekonomického zkoumání poptávky, spotřeby, příjmů apod., tak i v oblasti kvantifikace a verifikace určitých makroekonomických hypotéz. Značná pozornost je obvykle věnována zkoumání tzv. poptávkových funkcí, kde je většinou předmětem zkoumání individuální spotřebitel nebo domácnost. Dále se často zkoumají produkční a nákladové funkce jednotlivých firem. Z makroekonomických modelů obvykle největší zájem přitahují spotřební a investiční funkce, ale i mnoho dalších. V moderní ekonomii představují velmi důležité postavení empirické makro-ekonometrické modely, které jsou složeny až ze stovek převážně dynamických rovnic. Tyto modely zkoumají především měnové kurzy, různé typy ekonomických očekávání a nabídkovou funkci.

Přesto je za hlavní cíl praktického využití ekonometrie považována aplikace odhadnutého ekonometrického modelu pro kvantitativní analýzu zkoumaného problému

nebo celého systému za období, ze kterého máme k dispozici data. Jinak řečeno slouží k ověření základní ekonomické hypotézy. Nedílnou a velmi důležitou součástí ekonometrického modelování je prognóza budoucích hodnot vysvětlovaných proměnných pro známé hodnoty vysvětlujících proměnných a samozřejmě i ke stanovení vhodných opatření hospodářských politik pro regulaci zkoumaného problému či systému.

Hovoříme-li o ekonometrické analýze a prognóze, rozlišujeme dvě základní metody použití – *ex post* a *ex ante*. Aplikací modelu *ex post* rozumíme analýzu vývoje nebo chování zkoumaného problému v období pozorování. Ta spočívá v interpretaci a testování významu odhadnutých parametrů i modelu jako celku a jejím cílem je ověření shody závěrů plynoucích z ekonometrického modelu s výchozí ekonomickou hypotézou.

Aplikací modelu *ex ante* rozumíme předpověď budoucích hodnot vysvětlovaných endogenních proměnných systému mimo interval daného pozorování. Tato metoda ovšem předpokládá znalost hodnot vysvětlujících proměnných v období předpovědi. Jinak řečeno matematický model i odhady parametrů musí být v čase konstantní. Před samotným odhadem budoucích hodnot je nutné otestovat predikční schopnosti ekonometrického modelu. Obecně totiž nelze tvrdit, že každý verifikovaný odhadnutý model odpovídající všem vstupním kritériím, je vhodný pro prognózu.

[2]



# 5 Analýza časových řad obecně

Časovou řadou rozumíme posloupnost naměřených nebo vypočítaných hodnot ukazatelů v určitých časových okamžicích. Pokud jsou tyto hodnoty vykázány v pravidelných intervalech (hodiny, dny, roky...), časovou řadu můžeme zapsat následujícím způsobem.

$$y_1, y_2, y_3, \dots y_n$$

Hodnoty ukazatelů časových řad můžeme vyjádřit absolutně, kumulovaně, nebo pomocí indexů. Indexy časových řad nám reprezentují relativní růst nebo pokles hodnoty sledované veličiny vzhledem k zvolené referenční základní hodnotě  $y_z$ . Časovými indexy se podrobněji zabývá kapitola 5.1 *Časové indexy*.

[1], [3]

## 1.) Dekompozice časové řady

Při analýze časových řad vycházíme z teoretického předpokladu, že každá časová řada obsahuje čtyři základní složky. Souběžná existence všech složek není nutná a je podmíněna charakterem dané časové řady. Dekompozice na čtyři následující složky umožňuje lepší porozumění pravidelného chování sledovaného ukazatele.

### Složky časové řady:

#### a.) Trendová složka ( $T_t$ )

Trendem časové řady rozumíme obecnou tendenci vývoje zkoumaného jevu v dlouhodobém časovém horizontu. Trend časové řady můžeme popsat pomocí určité matematické křivky. Modelováním matematických funkcí a odhadem jejich parametrů se tato diplomová práce podrobněji zabývá v kapitole 5.4 *Regrese*.

#### b.) Sezónní složka ( $S_t$ )

Sezónní složka je pravidelně se opakující odchylka od trendu časové řady. Jak už její název napovídá je způsobena vlivem určitých jevů opakujících se v různých časových obdobích. Významnost sezónní složky je závislá na povaze zkoumaného ukazatele. Některé časové řady sezónnost ovlivňuje velmi významně a u jiných může být zanedbatelná. Příčinami mohou být například změny ročních období a délky slunečního svitu, změny nákupního chování populace (Vánoce, Velikonoce, prázdniny) a podobně.

Uvažujeme například, že sledujeme vývoj výroby energie získané ze solárních panelů. V tomto případě je hodnota ukazatele velmi závislá na slunečním svitu v daném časovém období, a proto bude hrát sezónnost velmi výraznou roli. Naopak například při analýze vývoje HDP se sezónnost projevila jako takřka nevýznamná. Výpočtem sezónnosti časových řad se zabývá kapitola 5.3 *Sezónní odchylky, sezónní indexy* této diplomové práce.

### c.) Cyklická složka ( $C_t$ )

Cyklická složka popisuje kolísání sledovaného ukazatele okolo trendu v důsledku dlouhodobého cyklického vývoje. Střídání růstu a poklesu sledovaného ukazatele má velmi často nepravidelný charakter jak z hlediska času, tak z hlediska hodnoty ukazatele. Z toho vyplývá, že cykly časové řady mohou mít různé délky i amplitudy, a proto je jejich identifikace velmi obtížná. Určitý pohled na tuto skutečnost nám mohou poskytnout odchylky sledovaného znaku od trendu, avšak zejména díky nepravidelné délce cyklů bývá tento ukazatel často neprůkazný.

### d.) Náhodná složka ( $e_t$ )

Poslední složkou časové řady je složka náhodná, která vyjadřuje nahodilé a nesystematické výkyvy sledovaného znaku, způsobené drobnými často nepostizitelnými příčinami. Projevuje se nepravidelnými odchylkami od deterministické složky.

Na základě předchozích informací můžeme časovou řadu popsat následovně. Tvar rozkladu časové řady může být dvojího typu:

- Aditivní, kde  $y_t$  můžeme zapsat následovně

$$y_t = T_t + S_t + C_t + e_t$$

- Multiplikativní, kde  $y_t$  může zapsat následovně

$$y_t = T_t * S_t * C_t * e_t$$

[3], [8]

## 2.) Kalendářní a sezónní očištění

Při analyzování časových řad je třeba pracovat s co nejvíce relevantními hodnotami ukazatelů. V praxi je nutné časovou řadu co nejpřesněji očistit od všech rušivých vlivů. V první fázi se používá kalendářní očištění. Tato metoda eliminuje nepřesnosti vznikající různými délkami měřených období. Uvažujme, že zpracováváme časovou řadu složenou z měsíčních údajů. Je třeba si uvědomit, že každý měsíc je jinak dlouhý a tím pádem jsou naměřené hodnoty zkresleny. Kalendářní očištění řeší tento problém tak, že převádí všechny údaje na stejně dlouhá období, která odpovídají délce průměrného období. V případě měsíců se tedy bude jednat o průměrnou délku měsíce v roce, na kterou jsou všechny hodnoty časové řady přepočteny.

Dalším krokem zpracování časové řady je sezónní očištění. Jak již bylo zmíněno, každá časová řada je do jisté míry ovlivněna sezónními vlivy. Právě odstranění výchylek hodnot ukazatele způsobených sezónností získáváme přesnější pohled na vývoj sledovaného ukazatele. Časovou řadu v podstatě vyrovnáváme a tím pádem máme kvalitnější vstupní informace pro prognózu. Očištění časové řady od sezónnosti lze provést například metodou klouzavých průměrů, které se podrobněji věnuje kapitola 5.2 *Klouzavé průměry* této diplomové práce.

[3], [8]

## 3.) Vztahy časových řad

V praxi často potřebujeme zkoumat vzájemné vztahy a vazby mezi dvěma a více ukazateli. Závislost mezi dvěma ukazateli se nazývá korelace a měří se pomocí korelačního koeficientu. Tomuto problému se podrobněji věnuje kapitola 5.4 *Korelační koeficient*. Nyní si vystačíme pouze s tím, že korelační koeficient vyjadřuje, jak významně se liší vývoj dvou libovolných ukazatelů. Pokud je průběh vybraných ukazatelů podobný (ukazatele jsou korelovány), lze zkoumat jejich závislost z hlediska času. Z hlediska posunu v čase rozlišujeme 3 druhy ukazatelů – zpožďující se, souběžné a předstihové. Právě poslední zmíněné předstihové ukazatele jsou velmi často používané pro prognózu, jelikož jejich průběh předbíhá vysvětlovanou proměnnou o určitý čas  $t$  a vzhledem k vysoké korelaci napovídá budoucí průběh vysvětlované proměnné. Souběžné ukazatele se vyznačují tím, že změny ve vysvětlované a vysvětlující proměnné probíhají současně. Analogicky můžeme říci, že zpožďující se ukazatele reagují na změny



o určitý čas  $t$  déle než vysvětlovaná proměnná. Více o ukazatelích konjunktury je popsáno v kapitole 3 *Definice ukazatelů konjunktury*.

Na základě těchto informací můžeme říci, že lze popsat jednu vysvětlovanou proměnnou pomocí jedné nebo několika vzájemně nezávislých vysvětlujících měřitelných proměnných. Formulace problému se provádí pomocí lineárního regresního modelu. Konstrukcí lineárního regresního modelu se zabývá kapitola 5.5 *Regresní analýza*.

[2], [8]

### 4.) Vyrovnání a prognóza

Jak již bylo řečeno výše, každá časová řada obsahuje trendovou složku, kterou lze popsat pomocí určité matematické funkce. Cílem analytického vyrovnání matematickými křivkami je nalezení vhodné funkce a odhadu její regresních parametrů tak, aby vyrovnaná řada co nejpřesněji popisovala řadu skutečných hodnot bez cyklické, sezónní a náhodné složky. Podrobněji se tomuto tématu věnuje kapitola 5.5 *Regresní analýza*. Výhodou vyrovnání časové řady matematickou funkcí je snadná prognóza. Tu stanovujeme extrapolací vyrovnané časové řady. Přesněji řečeno výpočtem hodnoty vyrovnávací funkce pro nadcházející období. Touto operací ovšem získáváme pouze prognózu trendu. Pokud chceme získat přesný odhad budoucích hodnot, je nutné do trendu zahrnout ostatní složky časové řady, které byly očištěním odstraněny. Nakonec je třeba ještě prognózu zpětně ověřit. Pro ověření stanovené prognózy potřebujeme skutečné údaje. Provádíme ji tedy až po uplynutí časového horizontu, pro který byl odhad vytvořen. Často používaným nástrojem pro ověření kvality prognózy je Theilův koeficient nesouladu, jehož konstrukce a použití je popsáno v kapitole 5.6 *Theilův koeficient nesouladu*.

[3], [8]

## 5.1 Časové indexy

Časovým indexem rozumíme poměrné (bezrozměrové) číslo, pomocí něhož srovnáváme dvě shodně vymezené hodnoty (veličin, statistických znaků, ukazatelů) v různém čase. Indexy počítáme jako podíl dvou čísel. Údaje ve jmenovateli zlomku nazýváme základem a s ním srovnáváme údaj běžného období v čitateli. K popisu dynamiky vývoje jevů používáme indexové řady, přičemž indexy rozlišujeme podle délky sledovaných období (roční, měsíční, čtvrtletní apod.).

### Bazické indexy

Bazické indexy jsou indexy se stálým základem. Tvoří časovou řadu, ve které se všechny hodnoty sledovaného ukazatele srovnávají s hodnotou tohoto ukazatele ve stanoveném základním období. Bazický index tedy určuje procentní růst (pokles) sledované veličiny vzhledem k základnímu období.

$$I_i = \frac{X_i}{X_z}$$

*I<sub>i</sub> ... je bazický index hodnoty X<sub>i</sub> pro základní období z*

*X<sub>i</sub> ... je hodnota veličiny X v běžném období*

*X<sub>z</sub> ... je hodnota veličiny X v základním bazickém období*

### Řetězové indexy

Řetězové indexy tvoří časovou řadu, ve které srovnáváme hodnotu ukazatele v daném období s hodnotou tohoto ukazatele v období předcházejícím. Řetězový index tedy určuje procentní růst (pokles) sledované veličiny vzhledem k hodnotám v předchozích obdobích.

$$I_i = \frac{X_i}{X(i-1)}$$

*I<sub>i</sub> ... je bazický index hodnoty X<sub>i</sub> pro základní období z*

*X<sub>i</sub> ... je hodnota veličiny X v běžném období*

*X(i-1) ... je hodnota veličiny X v předchozím období*

[1], [10]

## 5.2 Klouzavé průměry

Jedná se o statistickou metodu eliminující cyklické výkyvy v časových řadách. Vychází z předpokladu, že časovou řadu lze vyrovnat v krátkých úsecích jednou matematickou křivkou s různými parametry. Používají se zejména pro odstranění sezónních vlivů na časovou řadu.

Výpočet provádíme tak, že vezmeme prvních  $n$  členů časové řady a vypočítáme jejich průměr. V dalším kroku se v časové řadě posuneme o jeden člen vpřed a opět vypočteme průměr  $n$  členů. Tento postup opakujeme, dokud se nedostaneme na konec časové řady. Nejprve je však nutné zvolit délku klouzání, tedy počet členů  $n$ . Zjednodušeně lze říci, že  $n$  volíme podle toho, jakou délku periody předpokládáme. Například pro týdenní periodu volíme  $n = 7$ , pro čtvrtletní periodu volíme  $n = 4$  a podobně. Problém nastává v případě, že  $n$  je sudé číslo. Pro sudá čísla vyrovnáváme hodnoty časové řady mezi jednotlivými pozorováními, tedy v časových bodech neceločíselné délky, proto je nutné získané hodnoty ještě vycentrovat. Centrované klouzavé průměry získáme tak, že opět vypočteme průměr dvou sousedních hodnot řady, čímž dostaneme výsledky opět do intervalu pozorování.

Nevýhodou očištění časové řady pomocí klouzavých průměrů je, že vlivem prováděných výpočtů ztrácíme napozorované hodnoty ze začátku a konce časové řady. Pro  $n = 3$  přicházíme o první a poslední údaj časové řady, pro centrované  $n = 4$  přicházíme o dvě hodnoty na začátku řady a dvě hodnoty na konci řady a tak dále.

[4], [8]

## 5.3 Sezónní odchylky, Sezónní indexy

Slouží k vyjádření velikosti sezónní složky, přesněji řečeno vyjadřují, jak významně je průběh časové řady poznamenán sezónními vlivy. Vychází z porovnání původních hodnot časové řady s hodnotami sezónně očištěnými, například pomocí metody klouzavých průměrů. Sezónnost časové řady můžeme vyjádřit pomocí odchylek nebo indexů.

Sezónní odchylky konstruujeme jako rozdíl hodnoty původní a hodnoty vyrovnané. Tímto krokem získáme  $n$  odchylek pro  $n$  - člennou časovou řadu. Pro lepší vypovídací schopnost je třeba ještě vytvořit průměr ze všech odchylek daného období, čímž dostáváme průměrné sezónní odchylky, které lze později zahrnout například

do prognózy následujících období. Pro časové řady složené z měsíčních údajů máme dvanáct průměrných sezónních odchylek, pro časové řady složené z čtvrtletních údajů máme čtyři průměrné sezónní odchylky a podobně. Při prognózování budoucích hodnot k trendu přičítáme průměrnou sezónní odchylku daného období.

$$d_i = y_i - Y_i \quad \text{pro } i = 1, 2, \dots, n$$

$d_i$  ... je odchylka  $i$ -té hodnoty časové řady

$y_i$  ... je původní  $i$ -tá hodnota časové řady

$Y_i$  ... je  $i$ -tá očištěná hodnota časové řady

$$d_{io} = \frac{\sum_1^n (d_i)_o}{n_o}$$

$d_{io}$  ... je průměrná odchylka období  $o$

$\sum_1^n (d_i)_o$  ... je součet všech odchylek období  $o$

$n_o$  ... počet období  $o$

Sezónní indexy konstruujeme obdobně jako odchylky s tím rozdílem, že původní hodnotu dělíme hodnotou očištěnou. Tím dostáváme  $n$  sezónních indexů pro  $n$  - člennou časovou řadu. Průměrný sezónní indexy analogicky získáváme vypočtením průměru všech hodnot daného období. Při prognózování budoucích hodnot trend násobíme průměrným sezónním indexem daného období.

$$I_i = \frac{y_i}{Y_i} \quad \text{pro } i = 1, 2, \dots, n$$

$I_i$  ... je sezónní index  $i$ -té hodnoty časové řady

$y_i$  ... je původní  $i$ -tá hodnota časové řady

$Y_i$  ... je  $i$ -tá očištěná hodnota časové řady

$$I_{io} = \frac{\sum_1^n (I_i)_o}{n_o}$$

$I_{io}$  ... je průměrný index období  $o$

$\sum_1^n (I_i)_o$  ... je součet všech indexů období  $o$

$n_o$  ... počet období  $o$

[1], [10]

## 5.4 Korelační koeficient

Korelací rozumíme statistickou závislost dvou kvantitativních veličin, neboli měření vzájemného vztahu dvou časových řad. Lze sledovat například intenzitu závislosti mezi danou časovou řadou a jejím trendem, kde zjišťujeme velikost odchylek vyrovnaných hodnot od hodnot skutečných a na základě tohoto faktu posuzujeme kvalitu vyrovnaní. Stejným způsobem můžeme například posuzovat vzájemnou závislost dvou různých ukazatelů atd.

Intenzitu závislosti dvou proměnných vyjadřujeme pomocí korelačního koeficientu. Značíme jej  $r$  a může nabývat hodnot od mínus jedna do plus jedna. Zjednodušeně lze říci, že čím vyšší je hodnota korelačního koeficientu, tím jsou rozdíly mezi sledovanými proměnnými menší a ukazatele jsou na sobě závislé. Jestliže se  $r$  blíží plus jedné, jedná se o silnou závislost a vývoj porovnávaných ukazatelů je velmi podobný. Pokud se hodnota korelačního koeficientu pohybuje okolo nuly, neexistuje prakticky žádná korelace a jedná se o dva naprosto nezávislé ukazatele. Naopak pokud se hodnota korelačního koeficientu blíží mínus jedné, jedná se o takzvanou nepřímou závislost. Určitý vztah tak mezi sledovanými ukazateli je, ovšem mají naprosto obrácený průběh. Čím je tedy hodnota ukazatele  $x$  vyšší, tím je hodnota ukazatele  $y$  nižší. Výpočet korelačního koeficientu vypadá následovně.

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{S_x S_y}$$

$S_{xy}$  ... je kovariance veličin  $X$  a  $Y$

$S_x$  ... je směrodatná odchylka veličiny  $X$

$S_y$  ... je směrodatná odchylka veličiny  $Y$

[4], [10]

Vzorec korelačního koeficientu vychází ze směrodatných odchylek jednotlivých ukazatelů a jejich vzájemné kovariance, proto si nejprve pojdme vysvětlit tyto pojmy. Směrodatná odchylka je rovna druhé odmocnině z rozptylu a v podstatě nám říká, jak moc jsou hodnoty časové řady rozptýleny od průměrné hodnoty ukazatele.

$$Sx = \delta^2 = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$Sx$  ... je směrodatná odchylka časové řady

$x_i$  ... je hodnota  $i$ -tého členu časové řady

$\bar{x}$  ... je průměrná hodnota časové řady

$n$  ... je počet hodnot časové řady

$\delta$  ... je rozptyl časové řady

[4], [10]

Kovariance podobně jako korelační koeficient určuje míru lineární závislosti dvou veličin  $X$  a  $Y$ . Výsledkem kovariance je střední hodnota součinu rozdílů sledovaných veličin a jejich středních hodnot. Vzorec pro výpočet kovariance můžeme tedy zapsat takto.

$$Sxy = \frac{\sum_{i=1}^n [(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})]}{n}$$

$Sxy$  ... je kovariance veličin  $X$  a  $Y$

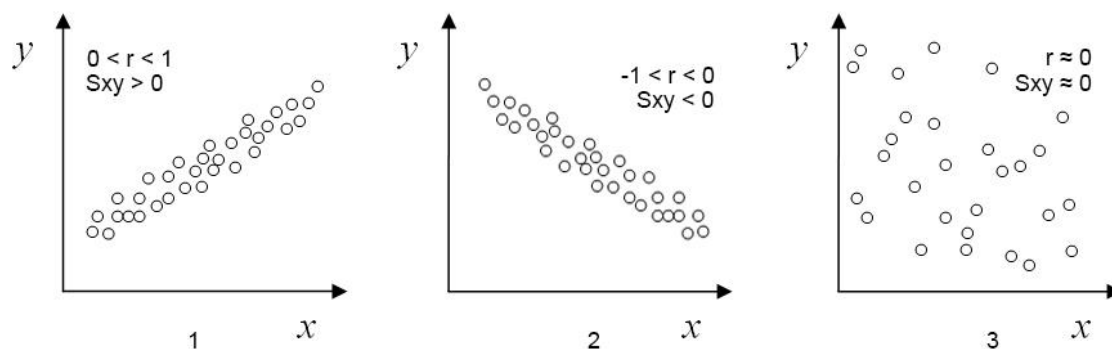
$x_i, y_i$  ... jsou  $i$ -té členy porovnávaných veličin  $X$  a  $Y$

$\bar{x}, \bar{y}$  ... jsou střední hodnoty veličin  $X$  a  $Y$

$n$  ... počet členů časové řady

Výsledná hodnota kovariance může být libovolné reálné číslo a stejně jako u korelačního koeficientu platí, že kladné hodnoty značí přímou závislost, záporné hodnoty nepřímou závislost a hodnoty okolo nuly nezávislost veličin  $X$  a  $Y$ . Závislost dvou veličin pro různé hodnoty kovariance a korelačního koeficientu popisuje graf č 4 *Závislost veličin  $X$  a  $Y$* .

[4], [10]



Graf 4 Závislost veličin X a Y, zdroj [21]

Všechny tři grafy popisují závislost veličiny X na veličině Y. První graf reprezentuje přímou závislost veličiny X na veličině Y. V tomto případě bude kovariance i korelační koeficient větší než nula a čím více se budou vynesené závislosti blížit diagonále, tím se budou oba ukazatele intenzity závislosti zvyšovat. V případě, že závislosti veličin budou tvořit přímku, korelační koeficient bude roven jedné a kovariance nekonečnu. Druhý graf popisuje nepřímou závislost, tedy čím je veličina X větší, tím je Y menší a obráceně. Hodnoty obou ukazatelů závislosti jsou záporné a v případě, že by se vynesené hodnoty blížily přímce, korelační koeficient se bude blížit mínus jedné a kovariance mínus nekonečnu. Třetí graf reprezentuje dvě nezávislé veličiny X a Y. V tomto případě se hodnoty kovariance i korelačního koeficientu pohybují okolo nuly.

[4], [10]

## 5.5 Regresní analýza

Regresní analýza se zabývá závislostmi mezi dvěma nebo více proměnnými, přičemž na jedné straně vždy stojí vysvětlovaná (závislá) proměnná a na druhé straně jedna nebo více vysvětlujících (nezávislých) proměnných. Pro snazší pochopení se nejprve pojdme věnovat regresní analýze dvou proměnných.

Při regresní analýze se setkáváme s celou řadou nejrůznějších čar. V podstatě je můžeme rozdělit do dvou základních skupin.

- a.) Čáry empirické regrese
- b.) Čáry analytických funkcí

Čáry empirické regrese se vyznačují tím, že poskytují určitou představu o průběhu závislosti mezi zkoumanými veličinami na základě menšího počtu hodnot, než měl původní soubor. Konstrukce této čáry je často dána nahrazením celých skupin údajů původních hodnot jejich průměry. Navíc se jedná o čáry neplynulé, protože jsou ovlivňovány náhodnými výkyvy. Pro vyrovnání se používají například postupná interpolace, podmíněné průměry a klouzavé průměry. Klouzavé průměry používáme zejména pro odstranění sezónních nebo cyklických vlivů a podrobně se jimi zabývá kapitola 5.2 *Klouzavé průměry* této diplomové práce.

Vyrovnání analytickými funkcemi má oproti čarám empirické regrese řadu výhod. Pokud použijeme jednoduchou funkci, často bývá jednodušší i z hlediska výpočtu. Lze snáze provádět interpolaci, a pokud to povaha dat dovoluje, tak i extrapolaci. Průběh vyrovnané funkce je dán několika regresními parametry, kdežto u empirických čar je nutné použít celý soubor hodnot. Při volbě čar je však mezi oběma metodami značný rozdíl. Čáry empirických metod jsou často ovlivňovány náhodnými výkyvy a zpravidla se většinou i více podobají hodnotám původním. Nelze však u nich uměle změnit průběh pozorovaných hodnot. U analytických funkcí je tomu jinak, zde v podstatě volbou vhodné matematické funkce volíme základní vlastnosti regresní vyrovnané čáry. Z tohoto důvodu je vhodná volba matematické funkce klíčová. Pokud bychom použili neodpovídající matematickou křivku, můžeme značně zkreslit skutečný průběh sledované veličiny. Uvažujme, že napozorovaná data mají charakter hyperboly, pokud bychom pro vyrovnání použili například přímku, byla by naše práce po logické stránce chybná a vyrovnaná regresní čára by neodpovídala skutečnosti.

Při konstrukci regresních čar zpravidla volíme některou z následujících matematických funkcí.

a.) Přímka  $y = a + bx$

b.) Parabola (nižší stupně)  $y = a + bx + cx^2$

c.) Hyperbola  $y = a + \frac{b}{x}$

d.) Exponenciála  $y = ab^x$

e.) Logaritmická funkce  $y = a + b \log x$

Jak již bylo řečeno, volbě matematické funkce musí přecházet důkladná logická analýza. Další zpracování a chování matematických funkcí si ukážeme na přímce. Postup analýzy a odhadu parametrů ostatních funkcí je obdobný.



. Přímkou volíme v těch případech, kdy očekáváme lineární závislost sledovaných proměnných, proto také o této metodě hovoříme jako o lineární regresi. Předpokládáme, že stejné změně nezávisle proměnné odpovídá stejná změna závisle proměnné. Z hlediska početního je přímka nejjednodušší a právě proto se jí často dává přednost před komplikovanějšími matematickými funkcemi, i když ty by vývoj veličiny mohly popisovat přesněji. Vyrovnání přímkou volíme, pokud očekáváme lineární trend časové řady (konstantní přírůstek nebo pokles za jednotku času).

Základním krokem pro vyrovnání časové řady analytickou křivkou je odhad regresních parametrů zvolené matematické funkce. Odhad regresních parametrů popisují následující dvě metody.

- a.) Přibližné metody vyrovnání
- b.) Metoda nejmenších čtverců

První zmíněné, přibližné metody vyrovnání, mají tu nevýhodu, že z rovnice analytické funkce nelze stanovit velikost odchylek vyrovnaných hodnot od hodnot skutečných, proto se touto metodou zabývat nebudeme.

Častěji používaná metoda nejmenších čtverců vychází ze dvou základních podmínek. První podmínkou je, aby součet odchylek skutečných a vyrovnaných hodnot byl nulový. Pro splnění této podmínky by však stačilo najít průměr. Z tohoto důvodu se přidává druhá podmínka, která vyžaduje, aby nalezené parametry přibližovaly vyrovnané hodnoty co nejvíce skutečným hodnotám. Obě podmínky můžeme zapsat následovně.

$$\begin{aligned} \text{a.) } \sum_1^n (y_i - Y_i) &= 0 \\ \text{b.) } \sum_1^n (y_i - Y_i)^2 &= \min \\ \text{pro } i &= 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Metoda nejmenších čtverců lze uplatnit pouze, pokud zvolená funkce je nebo ji lze vhodnou transformací převést do tvaru celistvé racionální funkce.

$$Y = a_0 + a_1 x_i + a_2 x_i^2 + \dots + a_m x_i^m$$

Metoda nejmenších čtverců umožňuje odhadnout takové parametry, pro které budou splněny obě výše uvedené podmínky a, b. Nyní si ukážeme výpočet regresních parametrů pro přímku.

Rovnice přímky  $Y_i = a + bx_i$  splňuje tvar celistvé racionální funkce. Pro výpočet regresních parametrů  $a$  a  $b$  musíme ještě splnit obě výchozí podmínky metody nejmenších čtverců.

$$a.) \sum (y_i - a - bx_i) = 0$$

$$b.) \sum (y_i - a - bx_i)^2 = F(a, b) = \min$$

Podmínku minimálních odchylek zajistíme parciální derivací funkce  $F(a, b)$  podle všech neznámých konstant a ty položíme rovny nule.

$$F'_a = -2 * \sum (y_i - a - bx_i) = 0$$

$$F'_b = -2x_i * \sum (y_i - a - bx_i) = 0$$

Vydělíme všechny rovnice konstantou  $-2$  a ponecháme-li členy  $y_i$  na levé straně získáváme soustavu normálních rovnic.

$$\sum y_i = an + b \sum x_i$$

$$\sum y_i x_i = a \sum x_i + b \sum x_i^2$$

První podmínka metody nejmenších čtverců  $\sum_1^n (y_i - Y_i) = 0$  je splněna první normální rovnicí, jelikož  $\sum y_i = \sum Y_i$ . Vyřešením soustavy normálních rovnic získáváme hledané regresní parametry přímky.

Obdobný postup lze aplikovat i na ostatní analytické funkce. Například regresní parametry pro **parabolu** získáváme metodou nejmenších čtverců následující normální rovnice, pro výpočet parametrů  $a, b, c$ .

$$\sum y_i = na + b \sum x_i + c \sum x_i^2$$

$$\sum y_i x_i = a \sum x_i + b \sum x_i^2 + c \sum x_i^3$$

$$\sum y_i x_i^2 = a \sum x_i^2 + b \sum x_i^3 + c \sum x_i^4$$

Normální rovnice pro výpočet regresních parametrů  $a$ ,  $b$  **hyperboly** vypadají následovně.

$$\sum y_i = na + b \sum \frac{1}{x_i}$$

$$\sum \frac{y_i}{x_i} = a \sum \frac{1}{x_i} + b \sum \frac{1}{x_i^2}$$

Obdobně lze vyjádřit i normální rovnice regresních parametrů  $a$ ,  $b$  pro **exponenciálu**. Jelikož rovnice exponenciály nemá racionální tvar, musíme ji vhodnou transformací převést. Zlogaritmováním funkce

$$Y_i = ab^{x_i},$$

získáváme tvar

$$\log Y_i = \log a + x_i \log b,$$

který už odpovídá podmínkám metody nejmenších čtverců. Vzhledem k provedené početní operaci se nám změní i výchozí podmínky minimálních odchylek, které nyní budou ve tvaru:

$$\text{a.) } \sum_1^n (\log y_i - \log Y_i) = 0$$

$$\text{b.) } \sum_1^n (\log y_i - \log Y_i)^2 = \min$$

Poté získáváme soustavu normálních rovnic, ze které vyjádříme konstanty  $\log a$ ,  $\log b$ .

$$\sum \log y_i = n \log a + \log b \sum x_i$$

$$\sum x_i \log y_i = \log a \sum x_i + \log b \sum x_i^2$$

[4], [10]

## 5.6 Vícenásobná regrese

Dosud jsme se zbývali pouze regresní analýzou dvou proměnných. V praxi se ovšem často setkáváme s problémem, kdy je jedna vysvětlovaná proměnná závislá na více vzájemně nezávislých vysvětlujících proměnných. Zjednodušeně lze říci, že vícenásobná regrese nám umožňuje popsat vývoj jednoho ukazatele pomocí skupiny dalších ukazatelů. Podle typu regresní funkce lze vícenásobnou regresní analýzu rozdělit na lineární a nelineární. Tato práce se zabývá pouze analýzou lineární. Pro analytické vyjádření vícenásobných závislostí budeme používat lineární funkce, tedy rovnice roviny v trojrozměrném a nadroviny v  $n$  - rozměrném prostoru a měření intenzity závislostí okolo nich. Tento problém můžeme matematicky zapsat pomocí lineárního regresního modelu.

$$Y = a_0 + a_1 * X_1 + a_2 * X_2 + \dots + a_n * X_n$$

*Y ... je závislá vysvětlovaná proměnná*  
*X<sub>i</sub> ... jsou nezávislé vysvětlující proměnné*  
*a<sub>i</sub> ... jsou regresní parametry modelu*

Regresní parametry lineárního modelu lze odhadnout metodou nejmenších čtverců stejně jako v případě regrese dvou proměnných. Kvalitu modelu – závislost vysvětlované proměnné  $Y$  na vysvětlovaných proměnných  $X_i$  měříme pomocí celkového korelačního koeficientu. Ten vychází z rozkladu celkového rozptylu

$$r_{1.2\ 3\dots n} = \sqrt{\frac{\delta_{1.2\ 3\dots n}^2}{\delta_1^2}}$$

*r<sub>1.2 3...n</sub> ... je celkový korelační koeficient, kde číslice před tečkou označuje závisle proměnnou a číslice za tečkou nezávisle proměnné*

*$\delta_{1.2\ 3\dots n}^2$  ... je rozptyl hodnot závisle proměnné okolo zvolené analytické funkce  $X_{1.2\ 3\dots m}$*

*$\delta_1^2$  ... je rozptyl závisle proměnné  $X_1$*

### Multikolinearita

Pro konstrukci kvalitního regresního modelu je nutné dodržení podmínky nezávislosti vysvětlujících proměnných. Při nedodržení této podmínky se v modelu může vyskytnout multikolinearita. To je vlastnost, která říká, že jedna vysvětlující proměnná může být vyjádřena jako lineární kombinace jiné nebo skupiny jiných proměnných. V tomto případě je součin vektorů  $X'X$  singulární matice s determinantem rovným nule  $[X'X] = 0$  a neexistuje její inverzní matice  $(X'X)^{-1}$ , a tím pádem nelze stanovit odhadované regresní parametry metodou nejmenších čtverců. Multikolinearitu ověříme vypočtením párových korelačních koeficientů všech vysvětlujících ukazatelů, které vyjádříme v korelační matici. Obecně se předpokládá multikolinearita za neúnosnou, přesáhne-li některý z párových koeficientů absolutní hodnotu 0,8.

$$r_i < 0,8$$

To ovšem platí pouze, pokud vysvětlující část modelu obsahuje dvě proměnné. Pro ověření nezávislosti více proměnných se přidávají další dvě podmínky. První říká, že párové koeficienty determinace nesmí být větší než celkový korelační koeficient modelu. Přičemž koeficient determinace je korelační koeficient na druhou.

$$r_i^2 < r^2$$

A zároveň dílčí koeficienty lineárních kombinací pro  $i$ -tou proměnnou  $X_i$  a zbývajících  $n - 1$  proměnných se nesmí blížit jedné.

$$r_{(i, n-1)}^2 < 1$$

Pokud splníme uvedené podmínky lze bezpečně prohlásit, že konstruovaný model neobsahuje multikolinearitu a vysvětlující proměnné jsou vzájemně nezávislé.

[2], [4]

## 5.7 Theilův koeficient nesouladu

Theilův koeficient nesouladu je ukazatel, který měří kvalitu prognózy. Porovnává prognózovaná data se skutečnými hodnotami. Z tohoto faktu vyplývá, že ho lze stanovit až po uplynutí doby, na kterou byl stanoven odhad. Určuje poměr mezi velikostí odchylek prognózovaných hodnot a velikostí skutečné hodnoty. V podstatě udává průměrnou procentní odchylku prognózy od skutečnosti. Obecně lze říci, že pokud Theilův koeficient  $T$  je menší než 5% jedná se o velmi kvalitní prognózu. Pokud  $T$  je mezi 5% a 10% prognóza je stále vyhovující, ale pro vyšší hodnoty je od skutečných hodnot příliš vzdálena a nelze ji považovat za úspěšnou. Tato obecná tvrzení jsou ovšem často zavádějící. Vždy je třeba vztahovat Theilův koeficient k povaze a chování konkrétního zkoumaného ukazatele. Theilův koeficient můžeme zapsat pomocí vzorce:

$$T^2 = \frac{\sum (Y_i - y_i)^2}{\sum y_i^2}$$

$$T_{\%} = \sqrt{T^2}$$

*T ... je Theilův koeficient nesouladu*

*Y<sub>i</sub> ... jsou prognózované hodnoty Y*

*y<sub>i</sub> ... jsou skutečné hodnoty Y*

[10]



## 6 Analýza a prognóza HDP

Cílem praktické části této diplomové práce bylo aplikovat uvedené statistické a ekonometrické metody na reálný problém a ověřit zjištěné výsledky a skutečnosti s teoretickými předpoklady. V tomto případě se jedná o analýzu a krátkodobou prognózu hrubého domácího produktu a jeho vztahu k ostatním konjunkturálním ukazatelům. Hovoříme-li o prognóze HDP, jedná se o velmi komplikovaný problém, který je do jisté míry závislý na úhlu pohledu a zkušenostech konkrétního ekonoma, zkoumajícího daný problém. Proto se mnohdy prognózy i velkých institucí liší, nebo jsou vydávány v takzvané vějířovité podobě, která zachycuje nejistotu budoucího vývoje. Tento fakt potvrzuje, že vývoj konjunktury je velmi dynamický a ovlivňuje ho mnoho předvídatelných i nepředvídatelných jevů. Objektivní prognózu lze proto stanovit na maximálně dvě až čtyři následující období, přičemž pravděpodobnost správnosti s vzrůstajícím počtem období klesá. V této diplomové práci se pokusím stanovit co nejpřesnější prognózu na čtyři čtvrtletí počínaje prvním čtvrtletím roku 2015.

Praktická část vychází z teorie hospodářských cyklů, viz kapitola 2.2. *Hospodářský cyklus*, a v první řadě se zabývá vývojem hrubého domácího produktu a jeho souvislosti s touto teorií. Zkoumá trend vývoje, ovlivnění sezónními vlivy a cykličnost.

V další části práce je analyzována závislost HDP na dalších konjunkturálních ukazatelích. Byla sledována zejména vzájemná korelace a časová závislost, zda vybrané závislé ukazatele reagují na změny ve stejném čase jako HDP, opožděně nebo s předstihem. Vzhledem k prognóze pak byla největší pozornost věnována ukazatelům předstihovým. Po důkladné analýze konjunkturálních ukazatelů byl sestaven lineární regresní model, který co nejlépe popisuje vývoj hrubého domácího produktu. Sestavení modelu probíhalo experimentální formou, kdy byly testovány jednotlivé kombinace ukazatelů, které jevíly vysokou korelaci s HDP, nebo měly předstihový charakter vhodný pro prognózu. Navíc musela být splněna podmínka nezávislosti vysvětlujících proměnných. Výsledný lineární regresní model byl vytvořen pomocí následujících tří ukazatelů a vykazuje velmi vysokou korelaci s HDP.

Index průmyslové produkce (IPP), index stavebních zakázek (ISZ), index indikátorů důvěry (IDD).



Dalším krokem byla verifikace sestaveného modelu, která spočívala v ověření schopnosti modelu kvalitně prognózovat budoucí hodnoty HDP. Pro otestování této vlastnosti byla časová řada zkrácena o čtyři poslední známé hodnoty a model přepočítán tak, aby předpovídal již známá data. Zde je nutné podotknout, že korelační koeficient zkráceného modelu byl menší než korelační koeficient původního nezkráceného modelu, což napovídá, že původní model by měl předpovídat lépe než model zkrácený. Schopnost predikce modelu byla otestována na již známých datech pomocí Theilova koeficientu nesouladu, který prognózu vyhodnotil velmi dobře.

Nyní se můžeme vrátit k modelu původnímu a zabývat se skutečnou prognózou budoucích hodnot. Přestože v modelu byly zahrnuty dva předstihové ukazatele, očištěním jsme přišli o dvě poslední známé hodnoty, a tak lze pomocí skutečných hodnot vysvětlující ukazatelů stanovit prognózu pouze na jedno následující období. Abychom dokázali předpovídat dlouhodobější vývoj, je nutné vytvořit určitou extrapolaci vysvětlujících ukazatelů.

Lineární extrapolací všech tří vysvětlujících ukazatelů získáváme přímky jejich trendů. Následným vytvořením extrapolovaného lineárního regresního modelu získávám přímku trendu HDP. V tomto kroku ovšem nastává problém s volbou počátku časové řady. Pokud vyrovnáme všechny dostupné hodnoty, tedy hodnoty od roku 2001, je vývoj HDP silně ovlivněn finanční krizí z let 2008, 2009 a jeho trend je klesající. Z jiného úhlu pohledu se lze dívat na rok 2009 jako na dno a nastartování nového ekonomického růstu. Z toho vyplývá, že počátek extrapolace časové řady lze zvolit i v tomto místě. Poté samozřejmě trend bude mít rostoucí tendenci a výsledné prognózy budou optimističtější. Úhlů pohledu na vývoj ekonomiky je samozřejmě více, z toho důvodu se objevují odlišné prognózy jejího vývoje. Ve své práci uvádím ještě poslední pohled na vývoj ekonomiky. Tím je konstantní trend, který popisuje rovnovážnou stabilitu mezi zdroji a jejich čerpáním.

Když byla stanovena prognóza trendu, bylo nutné odhadnout skutečné budoucí hodnoty. Obecně stačí do trendu zahrnout sezónní a cyklickou složku. Bohužel v tomto případě se sezónnost neprojevila jako příliš významná a vzhledem k nepravidelnosti výkyvů HDP se nepodařilo spolehlivě odhadnout cyklickou složku. Proto jsem se rozhodl pro jiné řešení vycházející z teorie hospodářských cyklů. Jelikož vývoj HDP má charakter různě dlouhých období poklesu a růstu, lze zkoumat pouze hodnoty od posledního bodu

zvratu. Tím v podstatě zkoumám pouze jednu část hospodářského cyklu, v tomto případě vzestupnou fázi. Z teorie hospodářských cyklů víme, že po určitém čase růst dosahuje svého vrcholu a přichází fáze poklesu. Tuto skutečnost můžeme matematicky popsat pomocí paraboly. Prognózu budoucích hodnot tedy získáme vyrováním každého vysvětlujícího ukazatele od jeho posledního bodu zvratu parabolou a následující extrapolací těchto časových řad. Extrapolované hodnoty dosadíme do modelu, přičteme sezónnost a získáme odhad pro následující čtyři čtvrtletí.

Jak již bylo výše uvedeno, na vývoj HDP lze pohlížet z několika úhlů. Tento výpočet nám reprezentuje třetí možnost, kdy jsme uvažovali, že trend bude konstantní. Pro simulaci prvních dvou pohledů je třeba ještě do výpočtu zahrnout tempo růstu trendu. V prvním případě, kdy jsme analyzovali celou časovou řadu, bylo tempo růstu záporné, tudíž vypočítané prognózy klesnou právě o působení trendu. V druhém případě kdy jsme uvažovali nové nastartování ekonomiky v roce 2009, je trend rostoucí a prognóza se o tempo růstu zvýší. Výsledkem celé práce jsou tedy tři prognózy (optimistická, realistická, pesimistická) na čtyři čtvrtletí roku 2015.

Následující část práce popisuje jednotlivé kroky podrobněji a provádí všechny výpočty na konkrétních datech. Všechna použitá a uvedená data byla čerpána z Českého statistického úřadu a jsou platná k 10. 1. 2015. Veškeré výpočty a grafy byly vytvořeny v tabulkovém editoru Microsoft Excel 2013 a jsou přiloženy k elektronické verzi této práce.

## 6.1 Analýza ukazatelů

Vývoj hospodářské konjunktury lze popsat pomocí mnoha makroekonomických ukazatelů. Nejvýznamnějším ukazatelem je bezesporu hrubý domácí produkt (HDP), který byl zvolen jako předmět této analýzy a snažíme se ho popsat pomocí sady ostatních ukazatelů. Tyto ukazatele lze čerpat z celé řady odvětví, například z průmyslu, energetiky, stavebnictví, služeb a podobně. Dalšími ukazateli, které mohou popisovat vývoj konjunktury, jsou například vývoj cen, nezaměstnanosti, importu, exportu a mnohé další. Všechny tyto faktory určitým způsobem ovlivňují, nebo „popisují“ vývoj HDP. Níže uvádím několik nejvýznamnějších ukazatelů, které byly předmětem analýzy.

Průmysl:

- Průmyslová produkce
- Tržby z průmyslu
- Nové průmyslové zakázky
- Výroba a rozvod elektřiny a plynu

Stavebnictví:

- Stavební produkce
- Nové stavební zakázky

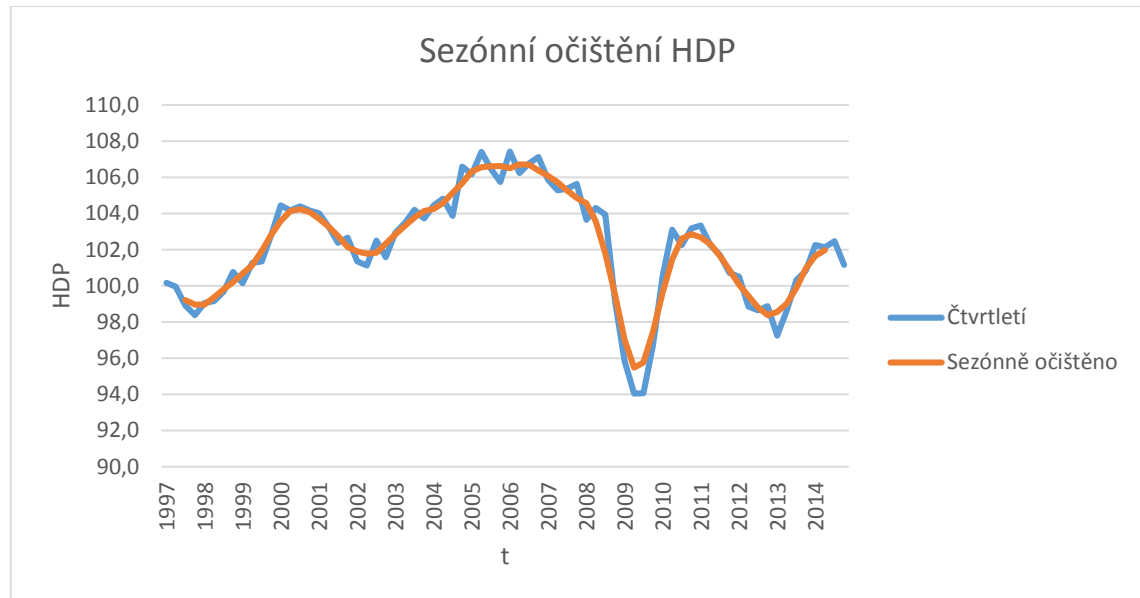
Ostatní

- Průměrná nominální a reálná mzda
- Export a import
- Spotřebitelské ceny
- Indikátory důvěry

Všechny uvedené ukazatele byly zkoumány v podobě v podobě bazických indexů ve stálých cenách vztažených k bazickému roku 2010. Všechna data byla měřena nebo přepočtena na čtvrtletní údaje a před analýzou sezónně očištěna čtyřčlennými klouzavými průměry.

### 6.1.1 Hrubý domácí produkt

Použitá data hrubého domácího produktu byla získána výdajovou metodou a jsou dostupná od prvního čtvrtletí roku 1997 do čtvrtého čtvrtletí roku 2014. U hrubého domácího produktu byl zkoumán vliv sezónnosti a cykličnosti na průběh časové řady.



Graf 5 Očištění HDP

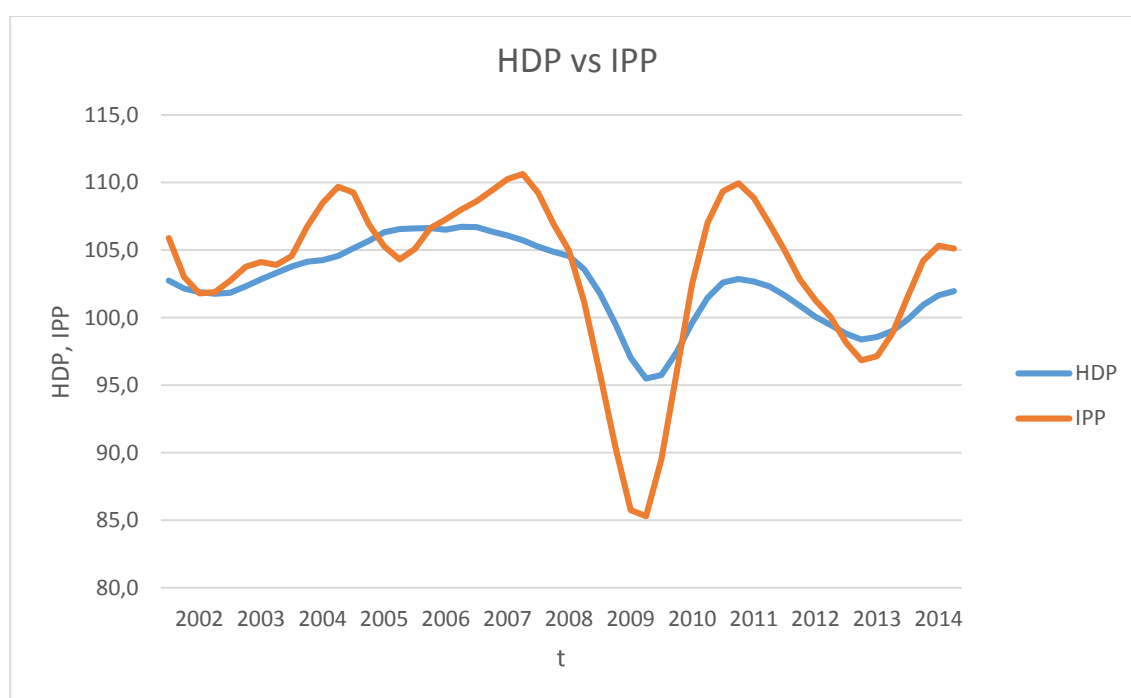
Graf č. 5 *Očištění HDP* popisuje vývoj hrubého domácího produktu a jeho sezónně očištěné hodnoty. Sezónní očištění bylo provedeno metodou čtyřčlenných centrovaných klouzavých průměrů. Tato metoda s sebou nese jistou nevýhodu. Tou je, že jsme očištěním přišli o první dvě a poslední dvě hodnoty časové řady. Průběh ukazatele přesně odpovídá teorii hospodářských cyklů, kdy se s různě dlouhou periodicitou opakují fáze vzestupu a poklesu. O tom se můžeme přesvědčit v tabulce 1, která uvádí průměrné údaje sezónní složky a odchylek od trendu. Sezónní složka není příliš významná, přesto se dá říci, že odpovídá skutečnému vývoji. Nejvyšší hodnota se nachází ve čtvrtém čtvrtletí, kdy rapidně rostou prodeje díky předvánočním nákupům a povánočním slevám. Naopak nejnižší hodnoty zaznamenává druhé a třetí čtvrtletí, kdy je období dovolených, a proto výroba klesá. Cykličnost časové řady, která je reprezentována odchylkami od trendu, je díky nepravidelnosti výkyvů nejednoznačná a dále se s ní zabývat nebudeme.

	1	2	3	4
<b>Sezónní odchyly</b>	0,012	-0,015	-0,018	0,022
<b>Sezónní indexy</b>	1,000	1,000	0,999	1,000
<b>Odchyly od trendu</b>	0,133	-0,034	0,250	0,227

Tabulka 1 Průměrné sezónní složky

## 6.1.2 Index průmyslové produkce

Jako první z vysvětlujících ukazatelů byl zvolen index průmyslové produkce (IPP). Jelikož hrubý domácí produkt je velmi ovlivněn průmyslovým sektorem, jeví se tento ukazatel jako vhodný člen matematického modelu, který má popisovat HDP. Index průmyslové produkce v sobě zahrnuje tři hlavní odvětví – těžební průmysl, zpracovatelský průmysl, výrobu a rozvod elektřiny, plynu a klimatizovaného vzduchu. Hodnoty IPP jsou dostupné od prvního čtvrtletí roku 2001 do čtvrtého čtvrtletí roku 2014. Tento ukazatel byl nejprve sezónně očištěn pomocí čtyřčlenných centrovaných klouzavých průměrů a následně byla zkoumána vzájemná závislost s HDP.



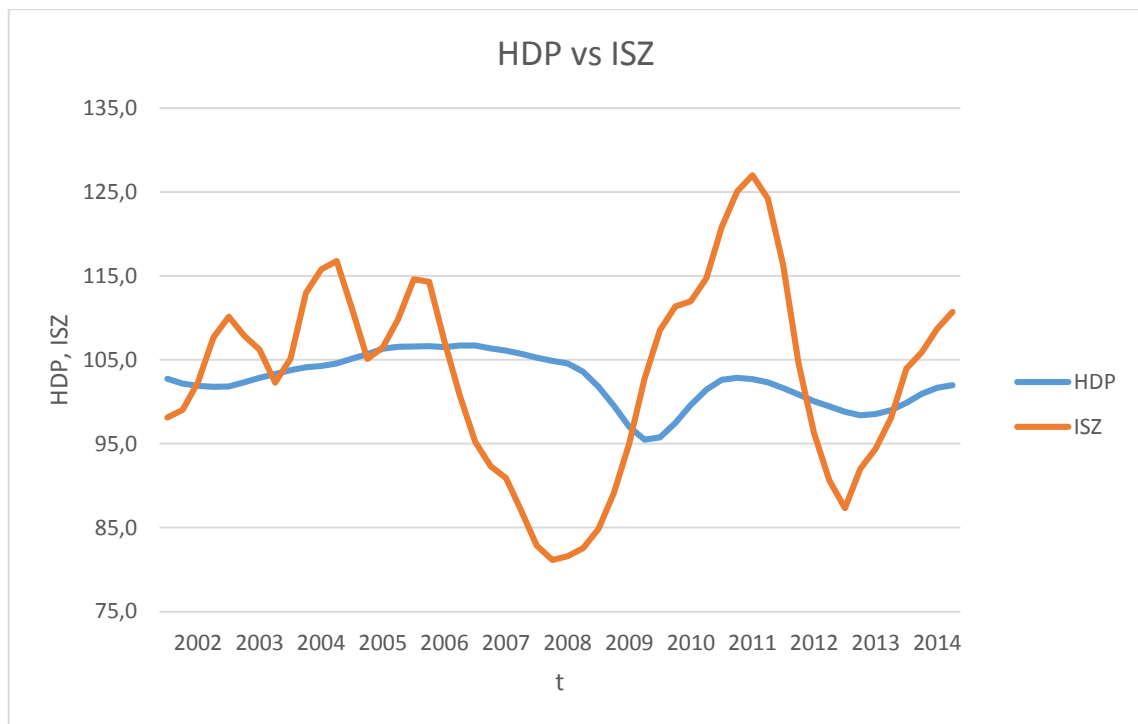
Graf 6 Závislost HDP a IPP

Korelační koeficient  $r = 0,817$

Z grafu závislosti mezi HDP a IPP (Graf č. 6) je patrná jasná souvislost mezi oběma ukazateli. To, že se jedná o velmi silnou závislost, potvrzuje hodnota korelačního koeficientu. Index průmyslové produkce je souběžným ukazatelem vzhledem k HDP, jelikož reaguje na změny ve stejném čase ovšem podstatně dramatičtěji než vysvětlovaný ukazatel HDP. Na základě těchto zkušeností, můžeme říci, že IPP je vhodným vysvětlujícím ukazatelem a lze ho zahrnout do modelu.

### 6.1.3 Index vydaných stavebních povolení

Aby byl pokryt i další významný sektor HDP, rozhodl jsem se do regresního modelu zahrnout i ukazatel z oblasti stavebnictví. Index vydaných stavebních zakázek (ISZ) v podstatě ukazuje, jak velká bude v následujících obdobích stavební produkce. Z toho vyplývá, že by se teoreticky mělo jednat o předstihový ukazatel vůči hrubému domácímu produktu. Hodnoty indexů vydaných stavebních zakázek jsou dostupné od prvního čtvrtletí roku 2000 do čtvrtého čtvrtletí roku 2014. Před vlastní analýzou byla časová řada sezónně očištěna pomocí čtyřčlenných centrovaných klouzavých průměrů. Graf č. 7 zachycuje závislost HDP a ISZ ve stejném čase t.



Graf 7 Závislost HDP a ISZ v čase t

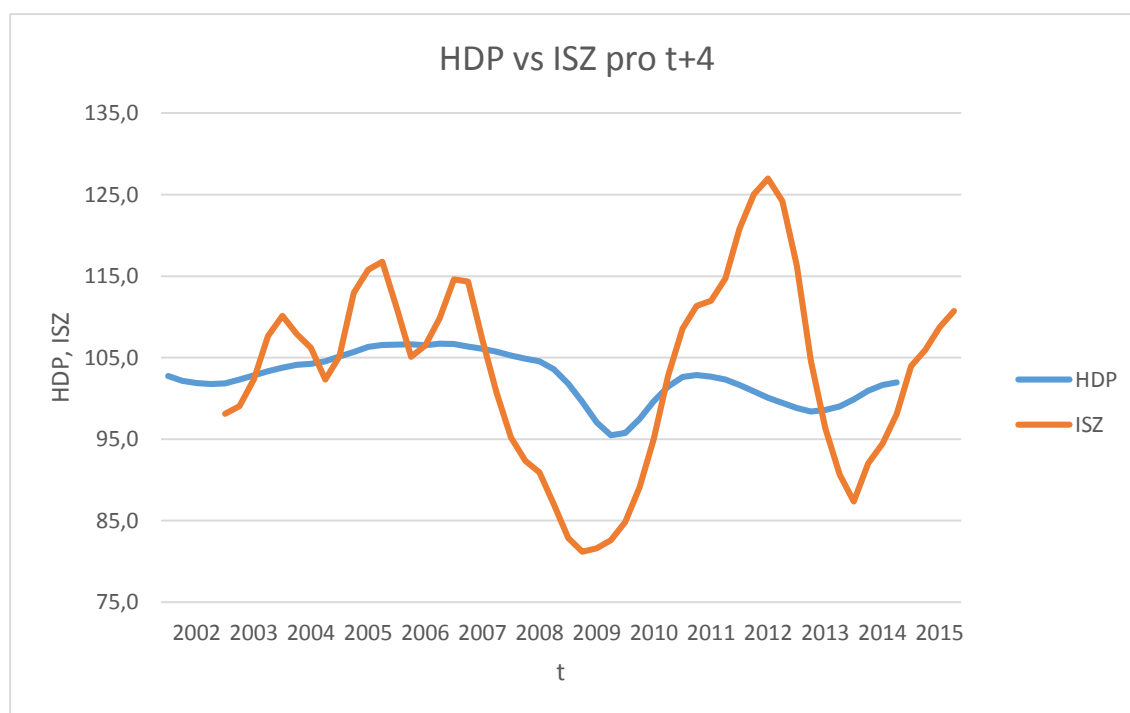
Na základě grafického znázornění závislosti ukazatelů, můžeme potvrdit teoretický předpoklad, že index stavebních zakázek předbíhá vývoj HDP o určitý čas t. Dobře se lze orientovat například pomocí času, kdy oba ukazatele dosahují svého dna. Velký nárůst vydaných stavebních zakázek začal v roce 2008, kdežto samotná stavení produkce, která ovlivňuje HDP, se projevila až od roku 2009. Můžeme tedy předpokládat, že ukazatel ISZ předbíhá HDP přibližně o jeden rok. Abychom zjistili, přesnou hodnotu

předstihu  $t$  provedeme posun ISZ vždy o jedno období a vypočítáme korelační koeficient s HDP. Poté časová řada s nejvyšší korelací představuje přesný počet období předstihu.

t	0q +	1q +	2q +	3q +	4q +	5q +
r	0,008	0,150	0,274	0,363	0,410	0,403

Tabulka 2 Korelační koeficient HDP a ISZ

Tabulka číslo dva uvádí hodnoty korelačního koeficientu  $r$  mezi HDP a ISZ v závislosti na časovém posunu  $t$ . Z uvedených hodnot je patrné, že ve stejný časový okamžik  $t$  není mezi zkoumanými ukazateli prakticky žádná závislost. V okamžiku, kdy začneme posouvat časovou řadu stavebních zakázek o jednotlivá čtvrtletí dopředu, intenzita závislosti rapidně roste a svého maxima nabývá v čase  $t + 4$ . Můžeme tedy tvrdit, že index stavebních zakázek předbíhá HDP právě o čtyři čtvrtletí, viz graf č. 8.



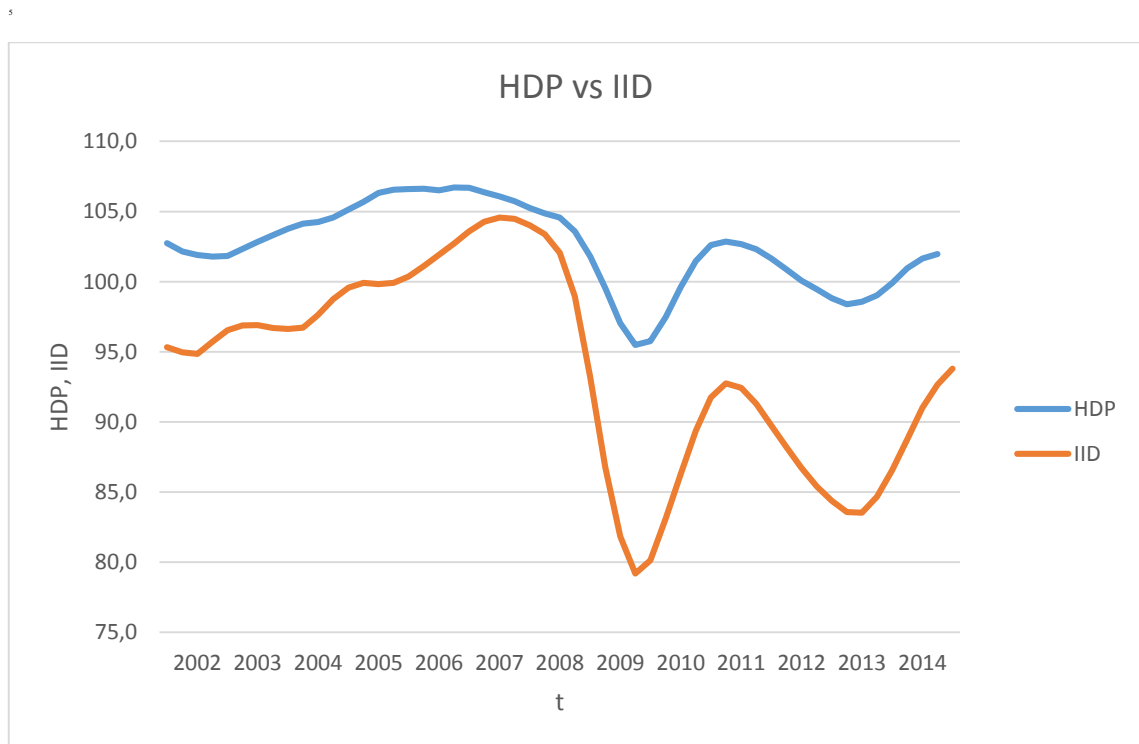
Graf 8 Závislost HDP a ISZ v čase  $t+4$

Korelační koeficient  $r = 0,405$

I přesto, že korelační koeficient především díky vysokým amplitudám ISZ nevychází příliš vysoký, je tento ukazatel vhodné zahrnout do lineárního regresního modelu a to zejména pro jeho schopnost předpovídat hodnoty o čtyři čtvrtletí dopředu.

### 6.1.4 Index indikátorů důvěry

Index indikátorů důvěry (IID), se od ostatní konjunkturálních údajů lehce liší. Zejména díky tomu, že nepracuje s „tvrdými“ účetními daty, ale vychází z názorů respondentů na budoucí vývoj dané oblasti nebo celkové ekonomiky. Jak se můžeme přesvědčit na grafu závislosti mezi IID a HDP (graf č. 9) jedná se souběžné ukazatele. Přesto díky povaze ukazatele, kdy respondentům jsou kladeny otázky ohledně budoucnosti, mají indikátory schopnost predikce, protože známe odhady na několik následujících období. Tento ukazatel se často měří měsíčně. Pro účely této práce byly hodnoty přepočteny na jednotlivá čtvrtletí a výsledná časová řada má o jeden údaj více než HDP. Data jsou tedy k dispozici do prvního čtvrtletí roku 2015.



Graf 9 Závislost HDP a IID

Korelační koeficient  $r = 0,811$

Na základě vysoké korelace mezi oběma ukazateli a vědomí, že řada obsahuje o jednu hodnotu více než klasické souběžné ukazatele, lze říci, že je tento ukazatel vhodný pro predikci hrubého domácího produktu a je vhodné ho zahrnout do lineárního regresního modelu. Vzájemné závislost



### 6.1.5 Vzájemná závislost ukazatelů

Definice lineárního regresního modelu říká, že sestavovaný model smí obsahovat právě jednu závislou vysvětlovanou proměnnou (HDP) a skupinu vzájemně nezávislých vysvětlujících proměnných (IPP, ISZ, IID). Z tohoto faktu vyplývá, že je před konstrukcí modelu nutné zajistit vzájemnou nezávislost vysvětlujících ukazatelů. Pokud by tato podmínka nebyla dodržena, může se mezi jednotlivými vysvětlujícími proměnnými objevit multikolinearita, která znemožňuje sestavit odhadovou funkci. Nezávislost ověříme vypočtením párových korelačních koeficientů  $r_i$  všech vysvětlujících proměnných a vyjádříme ji pomocí korelační matice, dále vypočítáme párové koeficienty determinace  $r_i^2$ , které musí být menší než celkový koeficient determinace  $r^2$ , a koeficienty determinace kombinací nezávisle proměnných  $r_{(i, n-1)}^2$ , které se nesmí blížit jedné.

	IPP	ISZ	IID
IPP	x		
ISZ	0,52	x	
IDD	0,78	0,25	x

Tabulka 3 Korelační matice  $r$

Platí, že  $r_i < 0,8$

	IPP	ISZ	IID
IPP	x		
ISZ	0,52	x	
IDD	0,78	0,25	x

Tabulka 4 Matice koeficientů determinace  $r^2$

Platí, že  $r_i^2 < r^2$ , přičemž  $r^2 = 0,93$

	ISZ,IID	IPP,IID	IPP,ISZ
IPP	0,72		
ISZ		0,33	
IID			0,64

Tabulka 5 Matice koeficientů determinace  $r_{(i, n-1)}^2$

Platí, že  $r_{(i, n-1)}^2 \ll 1$

Abychom potvrdili nezávislost vysvětlujících proměnných modelu, musí být splněny všechny výše uvedené podmínky. Tabulky 3, 4, 5 splnění potvrzují, takže můžeme prohlásit, že model neobsahuje multikolinearitu a všechny ukazatele lze použít.

## 6.2 Lineární regresní model

Sestavením lineárního regresního modelu rozumíme matematické vyjádření závisle proměnné HDP na nezávisle proměnných IPP, ISZ, IID a odhadnutí regresních parametrů modelované funkce. Vycházíme z obecné rovnice lineárního regresního modelu pro tři nezávisle proměnné.

$$Y = a + b \cdot X_1 + c \cdot X_2 + d \cdot X_3$$

Dosazením vysvětlované proměnné HDP a zvolených vysvětlujících ukazatelů IPP, ISZ, IID do obecné rovnice dostáváme.

$$\text{HDP} = a + b \cdot \text{IPP} + c \cdot \text{ISZ} + d \cdot \text{IID}$$

Konstanty a, b, c, d jsou takzvanými regresními koeficienty, které musíme na základě vhodné regresní metody odhadnout. Při ručním výpočtu lze použít například metodu nejmenších čtverců. V tomto případě byly regresní koeficienty vypočteny pomocí software Microsoft Excel. Přičemž ve funkci lineární regrese zadáváme do oblasti Y hodnoty závisle proměnné HDP a do oblasti X zadáváme hodnoty nezávislých proměnných IPP, ISZ a IID. Lineární regresí byly zjištěny tyto regresní koeficienty.

Hranice	IPP	ISZ	IID
a	b	c	d
63,907	0,039	0,038	0,327

Tabulka 6 Regresní koeficienty modelu HDP

Dosazením konstantních regresních koeficientů zpět do rovnice získáváme hledanou funkci Y, která je matematickým modelem popisujícím závislost hrubého domácího produktu na zvolených ukazatelích IPP, ISZ, IID.

$$Y = 63,907 + 0,039 \cdot \text{IPP} + 0,038 \cdot \text{ISZ} + 0,327 \cdot \text{IID}$$

Pro n - dlouhé časové řady získáváme všechny vyrovnané hodnoty hrubého domácího produktu dosazením všech členů časových řad IPP, ISZ, IID.

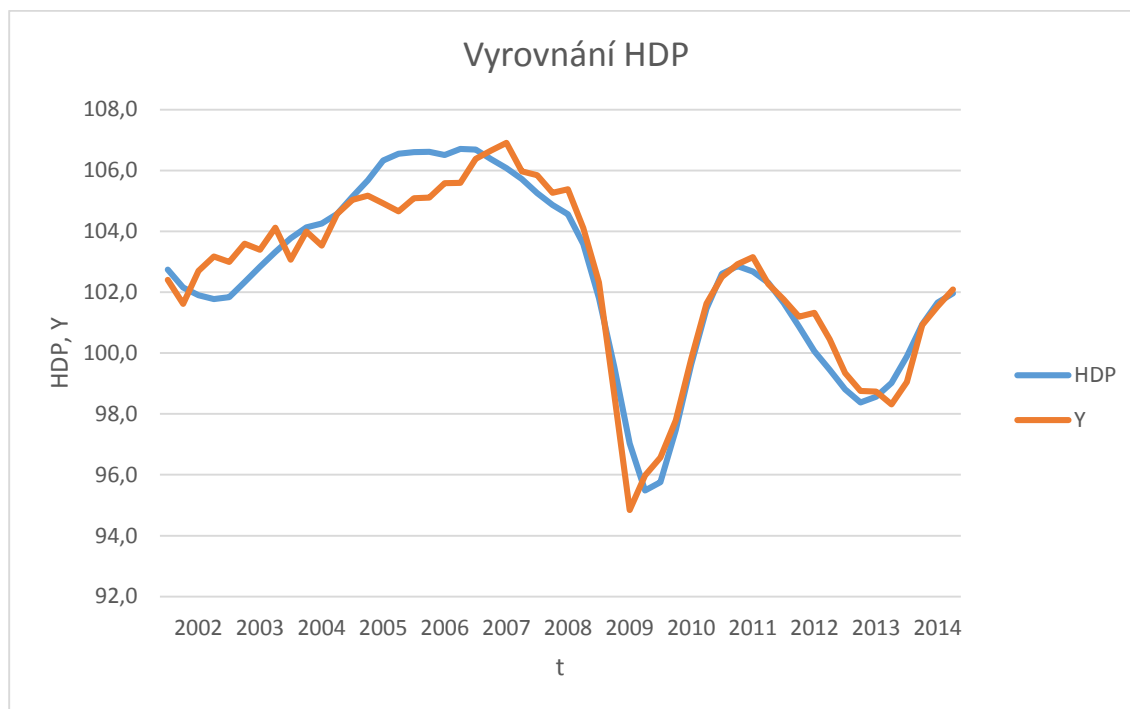
$$y_1 = 63,907 + 0,039 \cdot \text{ipp}_1 + 0,038 \cdot \text{isz}_1 + 0,327 \cdot \text{iid}_1$$

$$y_2 = 63,907 + 0,039 \cdot \text{ipp}_2 + 0,038 \cdot \text{isz}_2 + 0,327 \cdot \text{iid}_2$$

...

$$y_n = 63,907 + 0,039 \cdot \text{ipp}_n + 0,038 \cdot \text{isz}_n + 0,327 \cdot \text{iid}_n$$

Grafickou závislost modelu a skutečných hodnot HDP můžeme vidět na grafu č. 10. Už na první pohled je patrné, že kvalita vyrovnání pomocí vybraných ukazatelů je velmi vysoká. Abychom však znali přesnou intenzitu závislosti mezi skutečnou a vyrovnanou hodnotou HDP, ověříme kvalitu vyrovnání celkovým korelačním koeficientem.



Graf 10 Sestavení modelu HDP

Celkový korelační koeficient  $r = 0,962$

Hodnota celkového korelačního koeficientu potvrzuje grafický průběh obou veličin a říká, že intenzita závislosti je mezi skutečnými a vyrovnanými hodnotami HDP velmi silná. V této chvíli můžeme tvrdit, že se nám podařilo úspěšně konstruovat matematický model složený ze třech ukazatelů (IPP, ISZ, IID), který velmi kvalitně popisuje vývoj hrubého domácího produktu.

## 6.3 Verifikace modelu

Předmětem verifikace je ověření vlastnosti konstruovaného modelu kvalitně predikovat budoucí hodnoty. Toho dosáhneme tím, že dané časové řady zkrátíme o poslední čtyři známé hodnoty. V této chvíli po sezónním očištění máme k dispozici data HDP do druhého čtvrtletí roku 2014. Uvažujme tedy na chvíli, že známe skutečné hodnoty HDP pouze do druhého čtvrtletí roku 2013. Znovu sestavíme model pomocí stejných vysvětlujících ukazatelů. Původní model značíme jako  $Y$  a zkrácený model označme například  $Y'$ . Vytvoříme prognózu modelu pro následující, již známá období a extrapolované hodnoty porovnáme s hodnotami skutečnými. Opět vycházíme ze základní rovnice lineárního regresního modelu.

$$\text{HDP} = a + b \cdot \text{IPP} + c \cdot \text{ISZ} + d \cdot \text{IID}$$

Protože jsme zkrátili časovou řadu na délku  $n - 4$ , musíme znovu vypočítat regresní koeficienty.

Hranice	IPP	ISZ	IID
a	b	c	d
63,939	0,025	0,042	0,336

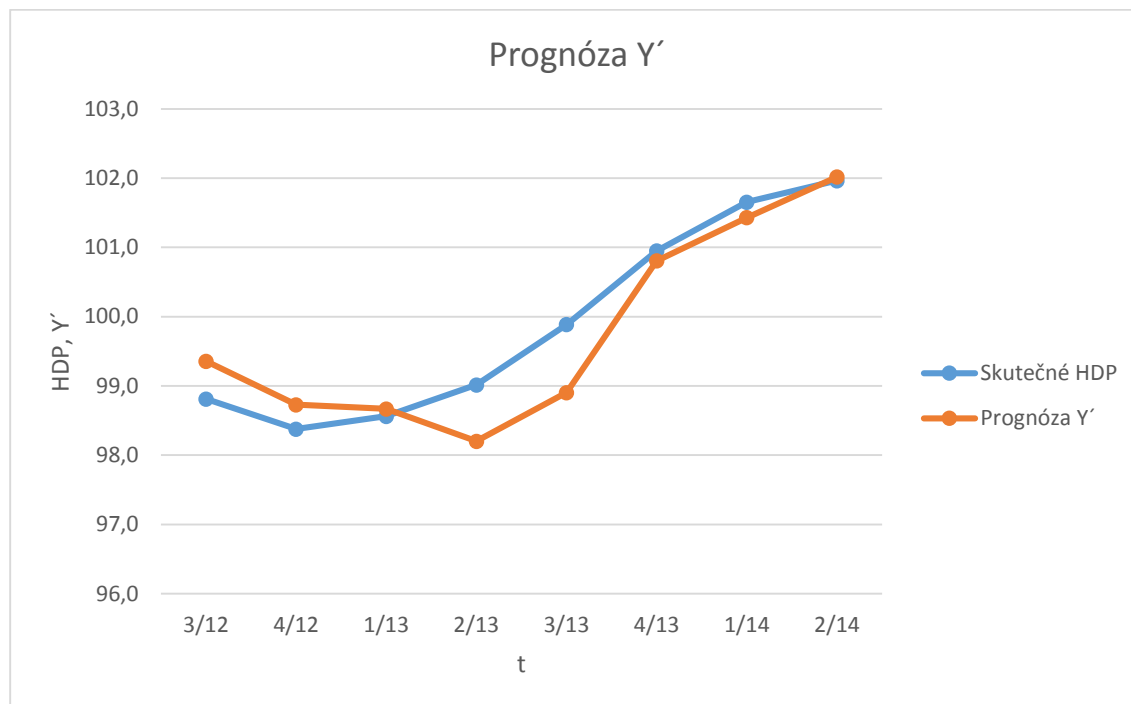
Tabulka 7 Regresní koeficienty modelu  $Y'$

Regresní koeficienty se podle očekávání příliš nezměnily, ovšem díky menšímu počtu hodnot časových řad zde určitý rozdíl je. Nyní můžeme opět sestavit rovnici modelu  $Y'$ .

$$Y' = 63,939 + 0,025 \cdot \text{IPP} + 0,042 \cdot \text{ISZ} + 0,336 \cdot \text{IID}$$

Vypočítáme všechny hodnoty  $Y'$ , čímž získáme vyrovnané hodnoty zkrácené časové řady  $\text{HDP}'$ . Jelikož známe hodnoty všech vysvětlujících ukazatelů i pro prognózované období čtyř čtvrtletí, vypočteme prognózy  $Y'_{3/2013}$ ,  $Y'_{4/2013}$ ,  $Y'_{1/2014}$ ,  $Y'_{2/2014}$ , které porovnáme s již známými hodnotami HDP. Závislosti vyneseme do grafu a vypočítáme hodnoty odchylek skutečných a prognózovaných veličin. Graf č. 11 *Prognóza HDP* popisuje čtyři známá období, tedy část hodnot, z kterých byl vytvořen matematický model. Do grafu byla tato období zahrnuta pro představu vývoje sledované veličiny. Další čtyři období od třetího čtvrtletí roku 2013 reprezentují prognózu  $Y'$ , kterou porovnáme se zpětně dosazenými skutečnými hodnotami HDP.

Přesné hodnoty odchylek prognóz od skutečných hodnot popisuje tabulka č. 8 *Prognóza HDP*.



Graf 11 Prognóza HDP

Rok	Čtvrtletí	HDP	Y'	di	T
2013	3	99,89	98,90	0,98	0,50%
2013	4	100,95	100,81	0,14	
2014	1	101,65	101,43	0,22	
2014	2	101,96	102,02	-0,05	

Tabulka 8 Prognóza HDP

*HDP ... jsou skutečné hodnoty hrubého domácího produktu*

*Y' ... jsou prognózované hodnoty zkráceným modelem Y'*

*di ... jsou absolutní odchylky prognózovaných a skutečných hodnot*

*T ... je Theilův koeficient nesouladu.*

Teorie říká, že pokud je hodnota Theilova koeficientu menší než 5% jedná se o kvalitní prognózu. Tento fakt však může být zavádějící. Theilův koeficient porovnává velikost absolutních odchylek s velikostí skutečných hodnot. Tím pádem je ovlivněn charakterem zkoumané časové řady. V případě HDP je změna hodnot mezi sousedními časovými obdobími vůči střední hodnotě řady poměrně malá, a tak bychom měli být při hodnocení Theilova koeficientu lehce přísnější. Každopádně  $T = 0,5\%$  je velmi příznivá

hodnota a podíváme-li se na hodnoty odchylek  $d_i$  nebo *graf č. 11 Prognóza HDP*, je znatelné, že i když model o něco později reagoval na změnu chování (z poklesu na růst hodnot), poslední tři predikované hodnoty se velmi blíží hodnotám skutečným. Na základě toho rozboru můžeme říci, že model  $Y'$  je schopný kvalitně předpovídat budoucí hodnoty.

Nyní je však třeba zamyslet se nad tím, zda platí že, pokud je schopný kvalitně predikovat model zkrácené řady  $Y'$ , bude mít tuto vlastnost i původní model  $Y$ . Odpověď na tuto otázku přiblíží srovnání celkových korelačních koeficientů.

Celkový korelační koeficient nezkrácené řady  $Y$ ,  $r_Y = 0,962$ ;

Celkový korelační koeficient zkrácené řady  $Y'$ ,  $r_{Y'} = 0,962$ ;

Oba korelační koeficienty vyšly shodně, což nemusí platit vždy a velmi často tomu tak není. Pro tento případ však můžeme tvrdit, že oba modely  $Y$  a  $Y'$  mají stejnou závislost na skutečných hodnotách HDP. Z tohoto faktu lze předpokládat, že budou mít i stejné vlastnosti predikce, čímž lze verifikaci uzavřít se závěrem, že původní model  $Y$  je schopný kvalitní prognózy hodnot.

## 6.4 Prognóza HDP

Cílem této práce je stanovit prognózu hrubého domácího produktu pro čtyři budoucí období. K dispozici máme skutečné hodnoty HDP, ve čtvrtletních údajích, do konce roku 2014. Výsledkem práce je tedy odhad čtyř následujících hodnot HDP pro všechna čtvrtletí roku 2015.

Jako první způsob predikce se nabízí dosazení vysvětlujících ukazatelů do lineárního regresního modelu a vypočtení budoucích hodnoty  $Y'$ , stejně jako jsme to udělali v případě verifikace modelu. Zde je problém v tom, že jsme sezónním očištěním přišli o poslední dvě hodnoty každého ukazatele. Navíc index průmyslové produkce (IPP) je souběžný ukazatel vzhledem k HDP, a tak nejsme schopni vytvořit prognózu ani na jedno budoucí období, viz tabulka č. 9 *Výchozí údaje pro prognózu*.

Rok	q	HDP	IPP	ISZ	IID	Y
2013	1	98,6	97,2	96,3	83,8	98,7
	2	99,0	98,9	90,6	83,0	98,3
	3	99,9	101,6	87,3	85,3	99,1
	4	100,9	104,2	92,0	90,2	100,9
2014	1	101,7	105,3	94,4	91,6	101,5
	2	102,0	105,1	98,1	92,9	102,1
	3			103,9	93,4	
	4			105,9	95,3	
2015	1			108,7	95,7	
	2			110,7		
	3					
	4					

Tabulka 9 *Výchozí údaje pro prognózu*

Abychom dokázali předpovědět všechna následující období, je nutné extrapolovat vysvětlující proměnné. Jako první vyrovnáme každou z vysvětlujících proměnných přímkou a vypočítáme její budoucí hodnoty  $X'$ , viz tabulka č. 9. Tím získáváme trendy jednotlivých vysvětlujících proměnných, které můžeme zapsat pomocí následujících rovnic.

- $IPP' = X1' = 106,03 - 0,101 * X1$
- $ISZ' = X2' = 101,69 + 0,035 * X2$
- $IID' = X3' = 104,74 - 0,080 * X3$

Přičemž do koeficientů  $a$ ,  $b$  jsou dosazeny regresní parametry jednotlivých funkcí získané pomocí software. Dosadíme-li všechny extrapolované hodnoty  $X'$  do modelu získáme prognózu  $Y'$ .

$$Y' = 63,907 + 0,039 * X1' + 0,038 * X2' + 0,327 * X3'$$

Rok	HDP	IPP	ISZ	IID	Y	IPP'	ISZ'	IID'	Y'
2013	98,6	97,2	96,3	83,8	98,7	101,3	103,4	89,4	101,0
	99,0	98,9	90,6	83,0	98,3	101,2	103,4	89,1	100,9
	99,9	101,6	87,3	85,3	99,1	101,1	103,4	88,9	100,8
	100,9	104,2	92,0	90,2	100,9	101,0	103,5	88,7	100,7
2014	101,7	105,3	94,4	91,6	101,5	100,9	103,5	88,4	100,7
	102,0	105,1	98,1	92,9	102,1	100,8	103,5	88,2	100,6
			103,9	93,4		100,7	103,6	88,0	100,5
			105,9	95,3		100,6	103,6	87,7	100,4
2015			108,7	95,7		100,5	103,7	87,5	100,3
			110,7			100,4	103,7	87,2	100,3
						100,3	103,728	87,0	100,2
						100,2	103,763	86,8	100,1

Tabulka 10: Extrapolace modelu

Prognóza  $Y'$  představuje trend hodnot HDP, k tomu se ale vrátíme později. Nyní pojdme věnovat pozornost červeně označeným hodnotám v tabulce č. 10 *Extrapolace modelu*. Jedná se o to, že pokud máme k dispozici skutečné hodnoty, je výhodné je použít pro prognózu, pokud určitá proměnná chybí, doplníme ji proměnou extrapolovanou. Poté pro první a druhé prognózované období získáváme následující rovnice.

$$Y_1' = 63,907 + 0,039 * X1_1' + 0,038 * X2_1 + 0,327 * X3_1 = 103,21$$

$$Y_2' = 63,907 + 0,039 * X1_2' + 0,038 * X2_2 + 0,327 * X3_2' = 100,53$$

Hodnotu  $Y_1'$  už lze považovat za poměrně kvalitní prognózu, jelikož je určena dvěma předstihovými ukazateli a jednou extrapolovanou hodnotou ukazatele IPP, a tudíž by se měla blížit hodnotě skutečné. Hodnota  $Y_2'$  se však spíše blíží trendu než skutečné prognóze. To je dané tím, že už dvě ze tří proměnných modelu jsou extrapolované hodnoty. Navíc z regresních parametrů vidíme, že na jediný předstihový ukazatel není kladena tak velká váha vyrovnání jako například na  $X3$  index indikátorů důvěry. Protože potřebujeme zjistit prognózu na delší dobu než jedno období, pojdme se dále podrobněji věnovat trendu.

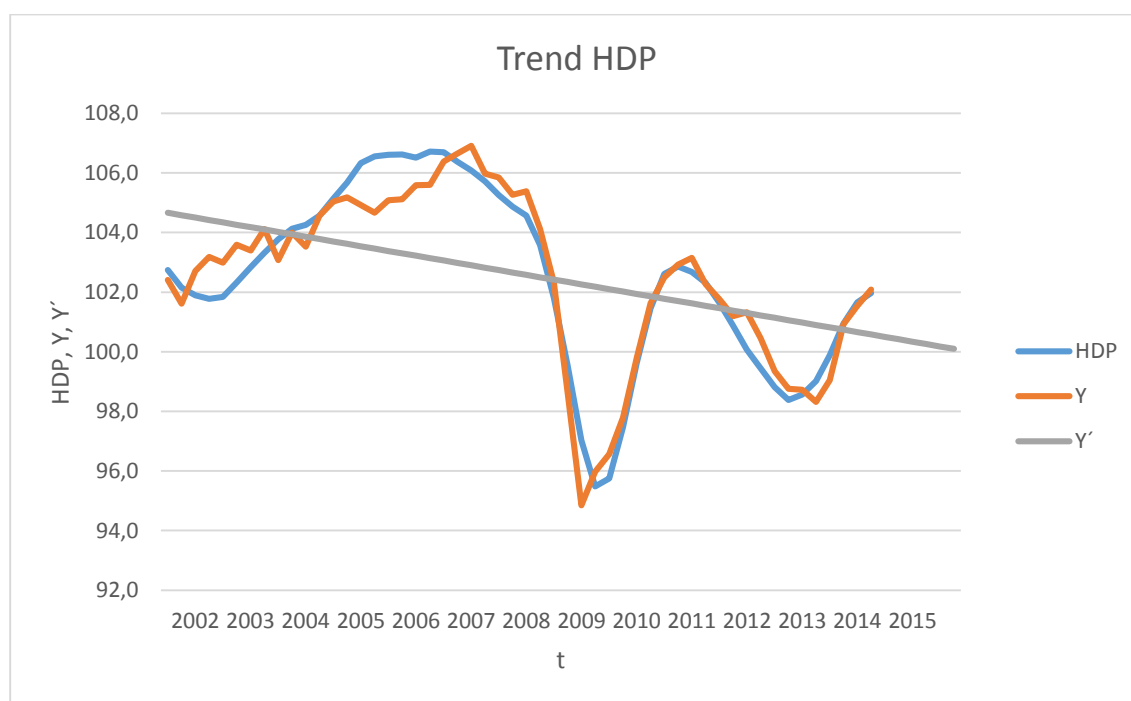


### 6.4.1 Trend celé časové řady

Vzhledem k povaze a chování hodnot hrubého domácího produktu můžeme usuzovat, že trend časové řady je lineární, ovšem s velkou cyklickou složkou, která reprezentuje kolísání hodnot díky teorii hospodářských cyklů. Proto vhodnou analytickou křivkou pro vyrovnání je přímka. Vyrovnáme-li všechny vysvětlující ukazatele přímkou a sestavíme vyrovnaný model  $Y'$  tak, jak již bylo provedeno v předchozím kroku, získáváme časovou řadu trendu, který můžeme popsat rovnicí:

$$Y' = 104,74 - 0,08X,$$

kde  $Y'$  je trend skutečných hodnot HDP a  $X$  je nezávislá proměnná obsahující hodnoty  $x_i$ , kde  $i = 1$  až  $n$ , pro  $n$  - dlouhou časovou řadu. Druhý regresní koeficient ( $b = -0,08$ ) udává tempo růstu sledované veličiny. Pro lepší pochopení vyjádříme vývoj HDP a jeho trendu graficky.



Graf 12 Trend HDP

Na základě regresní rovnice a grafu č. 12 *Trend HDP* můžeme říci, že celkový vývoj HDP dlouhodobě klesá, přičemž skutečné hodnoty okolo trendu kolísají v určitých cyklech. Toto tvrzení však může být velmi zavádějící. Představme si, že bychom měli k dispozici hodnoty ukazatelů ne od roku 2001, ale od roku 1993. Trend by byl jistě zcela odlišný, a proto je nutné jeho chování vždy vztahovat k délce zkoumané časové řady.

## 6.4.2 Trend zkrácené časové řady

Jak již bylo řečeno výše, vývoj trendu je závislý na délce časové řady. Zkoumáme-li všechny hodnoty časové řady, trend je nepříznivě ovlivněn světovou ekonomickou krizí z let 2008 – 2009. Na tuto událost však lze pohlížet i jako na nastartování nové ekonomiky a teoreticky můžeme dolní bod zvratu označit jako nový počátek. Zkusme tedy vytvořit nový matematický model, který bude popisovat HDP pouze od druhého čtvrtletí roku 2009, které je dnem daného hospodářského cyklu. Tento matematický model lze popsat následující rovnicí, jejíž parametry byly odhadnuty lineární regresí.

$$Y_2 = 63,02 + 0,182*IPP + 0,010*ISZ + 0,201IID$$

kde, celkový  $r = 0,992$

Jelikož používáme kratší časové řady, změní se rovnice regresního modelu, jeho celkový korelační koeficient i párové korelační koeficienty vysvětlujících proměnných. Z toho důvodu musíme opět otestovat nezávislost vysvětlujících proměnných modelu  $Y_2$  stejně jako u modelu  $Y_1$ .

	IPP	ISZ	IID
IPP	x		
ISZ	0,47	x	
IDD	<b>0,95</b>	0,42	x

Tabulka 11: Korelační matice  $Y_1$

V tomto případě stačí vypočítat pouze první část podmínky nezávislosti a hned vidíme, že po zkrácení časové řady se vyskytuje velmi silná závislost mezi koeficienty IPP a IDD, kde korelační koeficient vychází 0,95. Abychom ukazatele mohli považovat za nezávislé, musel by být  $r < 0,8$ , a model tak pravděpodobně bude obsahovat multikolinearitu.

Problém nezávislosti vyřešíme vypuštěním jednoho z korelujících ukazatelů. Vzhledem k tomu, že korelační koeficienty obou ukazatelů jsou téměř totožné, přikláním se k vypuštění indexu průmyslové produkce. Důvod je prostý, časová řada IID je o tři poslední hodnoty delší, čili máme více hodnot pro extrapolaci a lepší východisko pro kvalitní prognózu. Znovu tedy sestavme nový model  $Y_3$  nyní pouze pro dvě vysvětlující proměnné ISZ, IID a jednu vysvětlovanou proměnnou HDP.

Jako v předchozích případech vypočteme nové regresní parametry a dosadíme do obecné rovnice lineárního regresního modelu. Poté  $Y_3$  vypadá následovně.

$$Y_3 = 61,39 + 0,018 * X_1 + 0,433 * X_2$$

kde, celkový  $r = 0,42$

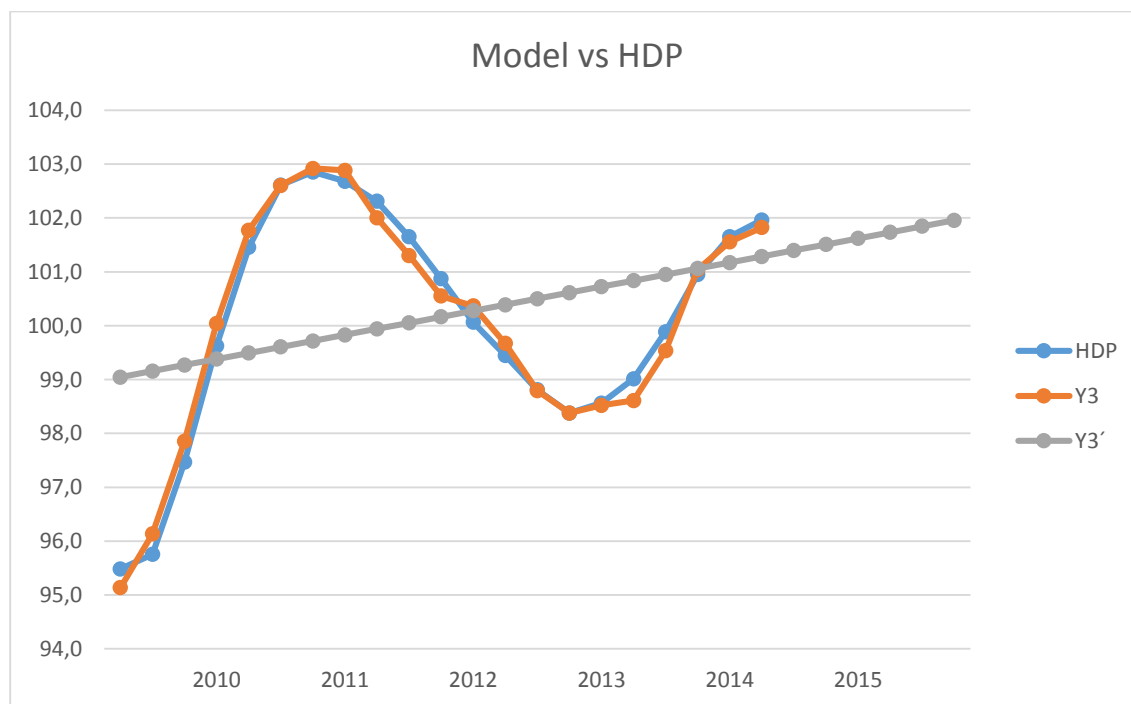
Celkový korelační koeficient napovídá velmi kvalitní vyrovnání a regresní koeficienty nenapovídají závislost vysvětlujících proměnných. Pro jistotu však ještě ověříme párový korelační koeficient. Kde  $r = 0,42$  tedy platí, že  $r < 0,8$  a vysvětlující proměnné jsou nezávislé. Vzhledem k nižšímu počtu dat verifikaci modelu vynecháme a předpokládáme, že model  $Y_3$  má stejné vlastnosti predikce jako model  $Y$ . Stejně jako v kapitole 6.4.1 *Trend celé časové řady* vyrovnáme oba vysvětlující ukazatele přímkou a extrapolujeme hodnoty na čtyři následující období. Rovnice ukazatelů můžeme popsat následovně.

$$ISZ' = X_1' = 101,76 + 0,193 * X_1$$

$$IID' = X_2' = 84,06 + 0,327 * X_2$$

5

Vypočtené  $X_1'$  a  $X_2'$  dosadíme do modelu  $Y_3$  a vypočteme vyrovnané hodnoty  $Y_3'$ , které popisují lineární trend modelu  $Y_3$ .



Graf 13 Trend HDP zkrácené řady

Z grafu č. 13 *Trend HDP zkrácené řady* je jasné, že v tomto případě je trend rostoucí. Vzhledem k tomu, že jsme jako nový počátek zvolili nejnižší hodnotu je rostoucí tendence i očekávaná. Vývoj trendu lze zapsat pomocí rovnice

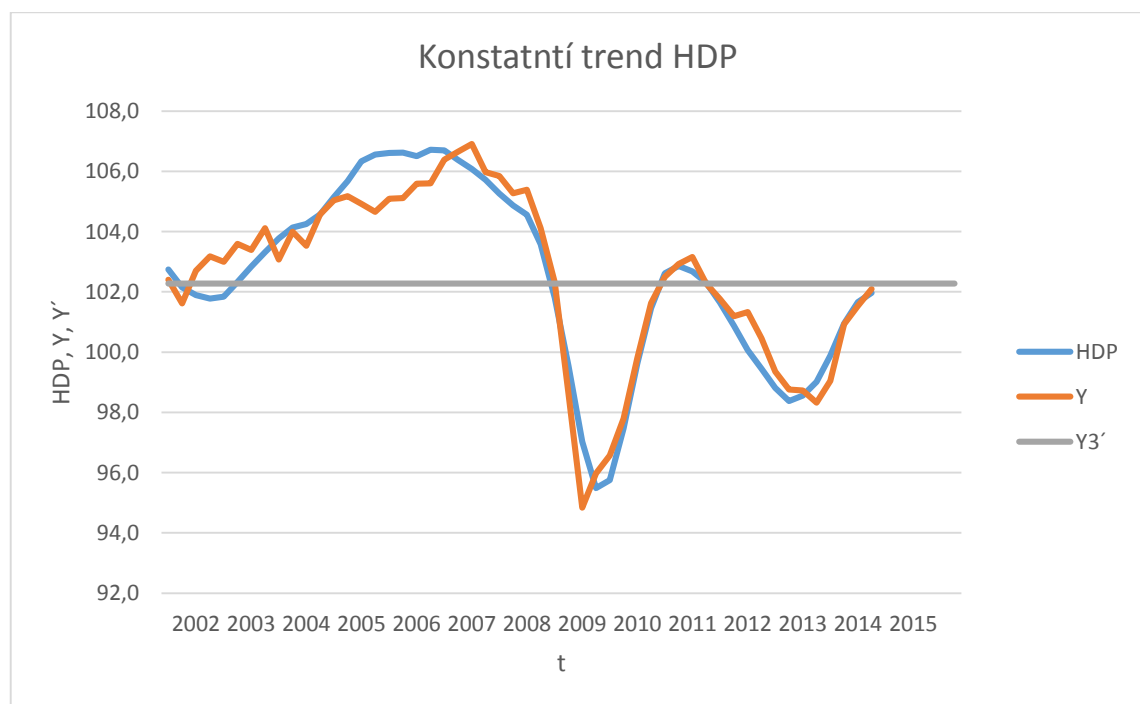
$$Y_3' = 98,93 + 0,112X,$$

kde  $Y'$  je trend skutečných hodnot HDP a  $X$  je nezávislá proměnná obsahující hodnoty  $x_i$ , pro  $i = 1$  až  $n$ , pro  $n$  - dlouhou časovou řadu. Druhý regresní koeficient ( $b = 0,112$ ) udává tempo růstu sledované veličiny. Logicky tento pohled na vývoj hrubého domácího produktu je značně optimističtější než při analýze celé časové řady.

### 6.4.3 Konstantní trend

Pohledů na vývoj ekonomiky může být samozřejmě více. V této práci uvádím, ještě třetí možnost, kterou je konstantní trend. Ten v podstatě popisuje ekonomickou stabilitu, kdy jsou nabídka i poptávka v rovnováze. Samozřejmě ve skutečnosti hodnoty okolo trendu kolísají v určitých hospodářských cyklech, což způsobuje buď převažující nabídku, nebo poptávku. Z dlouhodobého hlediska však uvažujme, že HDP bude mít konstantní trend se základem střední hodnoty časové řady. Poté jej můžeme vyjádřit grafem č. 13 *Konstantní trend* a rovnicí.

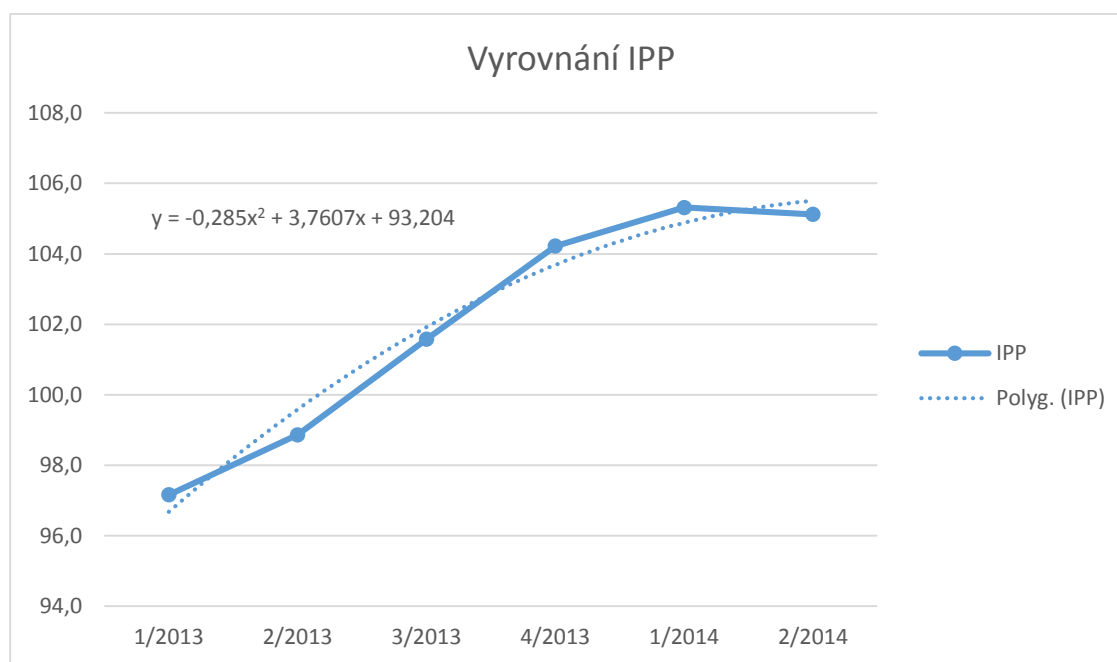
$$Y_3' = k = 102,3$$



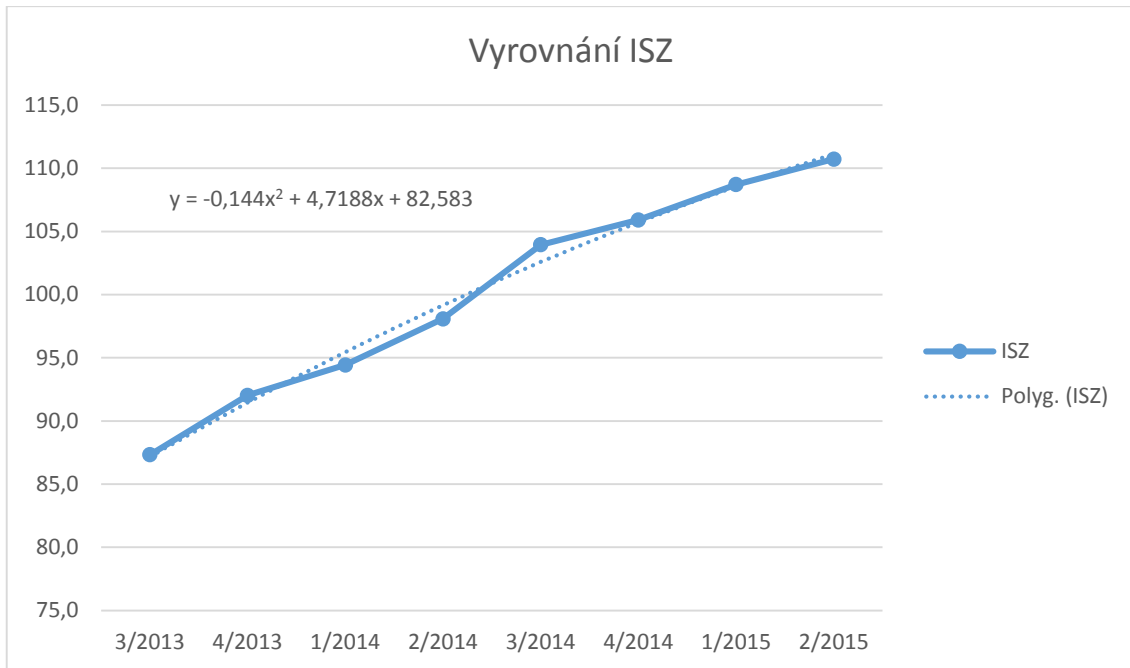
Graf 14 Konstantní trend

### 6.4.4 Prognóza skutečných hodnot

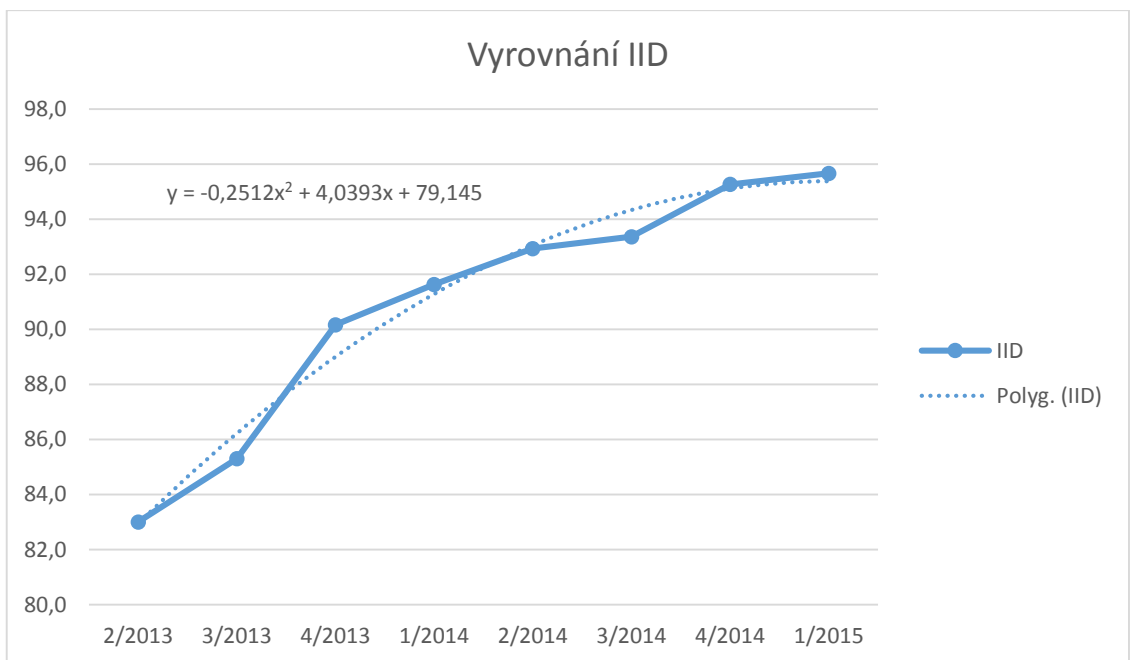
V předchozích třech krocích jsme na základě teoretických předpokladů a matematických výpočtů pouze určili očekávané dlouhodobé chování hrubého domácího produktu. Nyní je však nutné zjistit skutečné budoucí hodnoty. Bohužel nemáme k dispozici hodnoty předstihových ukazatelů pro všechna prognózovaná období. Vycházejme tedy ze známé teorie, že HDP kolísá okolo trendu v určitých různě dlouhých cyklech různých amplitud. Proto nebudeme zkoumat řadu jako celek, ale podíváme se pouze na poslední cyklus. Lépe řečeno vezmeme poslední bod zvratu a zkoumáme vývoj ukazatelů od toho období. Jelikož matematicky můžeme část cyklu popsat pomocí paraboly, vezmeme hodnoty všech vysvětlujících proměnných od jejich posledního bodu zvratu a vyrovnáme je parabolou. Vyrovnaní vysvětlujících ukazatelů popisují grafy č. 14, 15, 16. Rovnice vyrovnaní včetně vypočtených regresních parametrů můžete vidět v grafech.



Graf 15 Vyrovnaní IPP



Graf 16 Vyrovnnání ISZ



Graf 17 Vyrovnnání IID

Z grafů č. 14, 15, 16 je vidět, že parabola je vhodnou vyrovnávací křivkou, která dokáže namodelovat část cyklického průběhu veličin. Extrapolujeme všechny tři časové řady IIP, ISZ, IID, čímž získáme prognózy jednotlivých ukazatelů na rok 2015. Extrapolované hodnoty ukazatelů dosadíme do výchozího lineárního regresního

modelu  $Y$  a získáme požadovanou prognózu  $Y'$  na rok 2015. Prognózu označme například  $Y_p'$ , protože se jedná o hodnoty získané vyrovnáním parabolou.

$$Y_p' = 63,907 + 0,039 * IPP_p' + 0,038 * ISZ_p' + 0,327 * IID_p'$$

Rok	Čtvrtletí	HDP	IPP <sub>p</sub> '	ISZ <sub>p</sub> '	IID <sub>p</sub> '	Y <sub>p</sub> '	Y <sub>s</sub> '
2014	1	102,26	104,88	95,44	91,28	101,44	101,46
	2	102,13	105,51	99,15	93,06	102,19	102,17
	3	102,47	105,56	102,58	94,34	102,74	102,72
	4	101,15	105,05	105,71	95,11	103,09	103,11
2015	1		103,97	108,56	95,38	103,24	103,26
	2		102,31	111,12	95,15	103,20	103,19
	3		100,09	113,39	94,42	102,96	102,94
	4		97,29	115,37	93,18	102,52	102,55

Tabulka 12: Prognóza 1

Tabulka č. 12 *Prognóza 1* uvádí skutečné neočištěné hodnoty HDP, parabolou vyrovnané vysvětlující ukazatele  $IPP_p'$ ,  $ISZ_p'$ ,  $IID_p'$ , prognózu pomocí lineárního regresního modelu  $Y_p'$  a prognózu doplněnou o sezónní složku  $Y_s'$ . Průměrné sezónní odchylky HDP jsou vypočteny v kapitole 6.1.1 *Hrubý domácí produkt* a nyní jen přičteme k hodnotě  $Y_{pi}'$  odchylku daného období  $i$ .

Dalo by se říci, že v tomto kroku jsme s prognózou hotovi. Je však třeba si uvědomit, že prognózy uvedené v tabulce č. 12: *Prognóza 1* odpovídají pouze předpokladu, že dlouhodobý trend HDP bude konstantní, viz kapitola 6.4.3. *Konstantní trend*. Vzhledem k tomu, že jsme si uvedli ještě dva možné pohledy na vývoj trendu (kapitoly 6. 4. 1. *Trend celé časové řady* a 6. 4. 2. *Trend zkrácené časové řady*), pojďme spočítat budoucí hodnoty  $i$  pro ně. Pro oba dva případy je nutné do prognózy zahrnout tempo růstu trendu  $t$  vyjádřené druhým regresním koeficientem rovnice trendu.

Pro celou časovou řadu:  $Y_1' = 104,74 - 0,08X$ , kde  $t = -0,08$

Pro zkrácenou časovou řadu:  $Y_2' = 98,93 + 0,112X$ , kde  $t = 0,112$

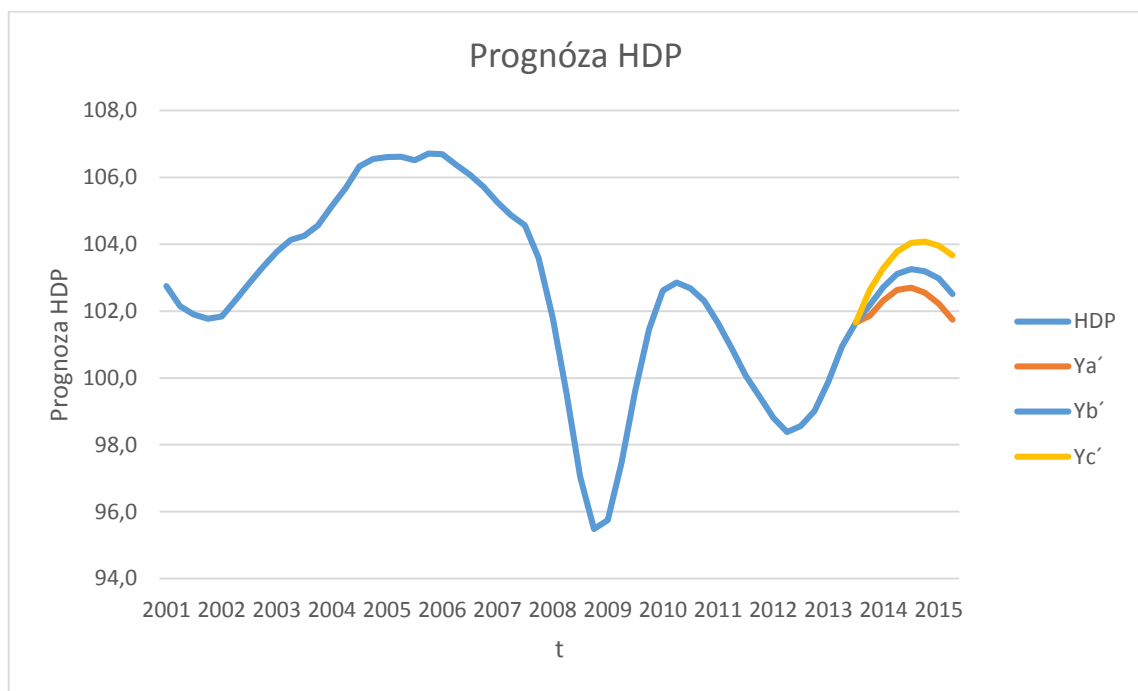
Poté prognóza ovlivněná trendem bude:  $Y_{ti}' = Y_i' + t * i$ , pro  $i = 1$  až  $n$ . Prvním členem časové řady  $Y_{t1}'$  je počátek modelu  $Y_p'$ , tedy bod odkud bylo konstruováno vyrovnání HDP parabolou.

Pro přehlednost si pojďme všechny tři získané prognózy přejmenovat  $Y_a'$  je prognóza nezkrácené časové řady s klesajícím trendem,  $Y_b'$  je prognóza uvažující konstantní trend a  $Y_c'$  je prognóza zkrácené časové řady od krize roku 2009, která má

rostoucí trend. Tyto hodnoty zahrnují sezónní složku a jsou uvedeny v tabulce č. 13: *Výsledná prognóza*. Tabulka je doplněna o čtyři poslední známá období HDP, vůči kterým počítáme jednotlivé odchylky prognóz di.

		HDP	$Y_a'$	$Y_b'$	$Y_c'$	$d_{i_a}$	$d_{i_b}$	$d_{i_c}$
<b>2014</b>	<b>1</b>	102,3	101,2	101,5	101,8	-1,0	-0,8	-0,5
	<b>2</b>	102,1	101,9	102,2	102,6	-0,3	0,0	0,5
	<b>3</b>	102,5	102,3	102,7	103,3	-0,2	0,2	0,8
	<b>4</b>	101,2	102,6	103,1	103,8	1,5	2,0	2,6
<b>2015</b>	<b>1</b>		102,7	103,3	104,0			
	<b>2</b>		102,5	103,2	104,1			
	<b>3</b>		102,2	103,0	104,0			
	<b>4</b>		101,7	102,5	103,7			
$\Delta$						0,0	0,4	0,9

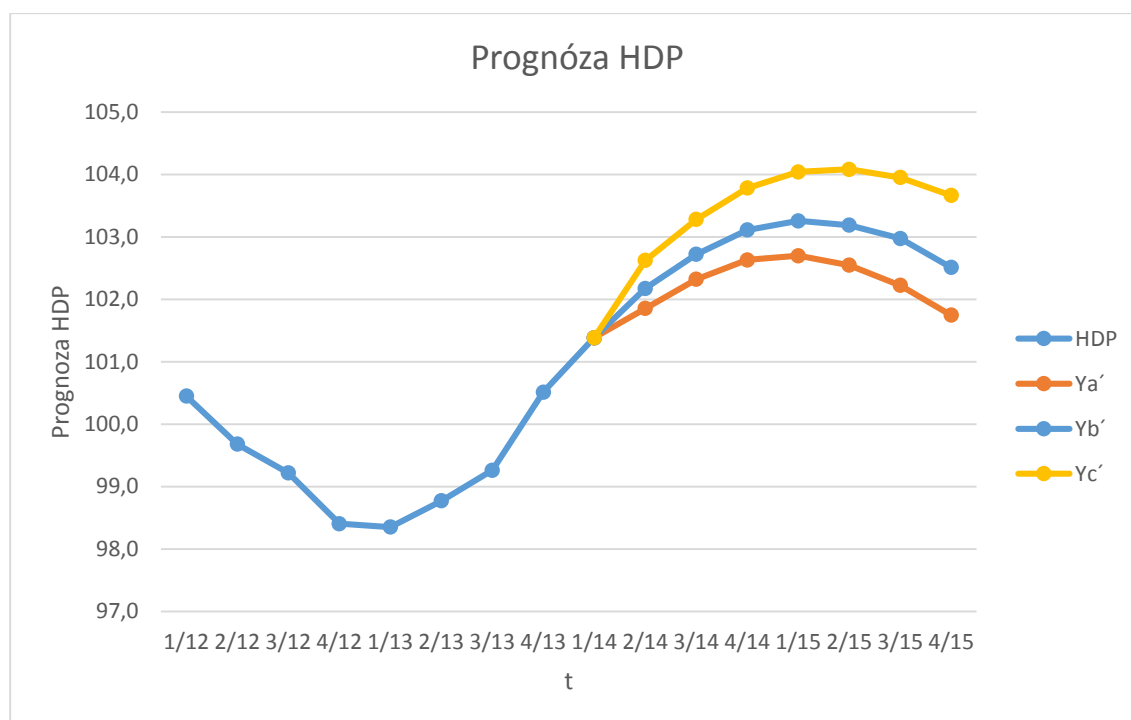
Tabulka 13 Výsledná prognóza



Graf 18 Výsledná prognóza

Výsledek prognózy jsou zobrazeny v grafu č. 17 *Výsledná prognóza*. Je vidět, že se nám podařilo hezky namodelovat vývoj posledního cyklu časové řady. Vývoj HDP je pro lepší názornost vytvořen ze sezónně očištěných hodnot. Ovšem v prognózách  $Y'$  je sezónnost zahrnuta. Což nám potvrzuje fakt, že průměrná sezónní složka hrubého domácího produktu je minimální a nemá na prognózu výrazný vliv. Pro větší názornost ještě uvádím výřez posledních tří let.





Graf 19 Výsledná prognóza - výřez

Modrá řada reprezentuje skutečný vývoj HDP a jeho prognózu  $Y_{b'}$  za předpokladu konstantního dlouhodobého trendu. Červená řada  $Y_{a'}$  je prognóza za předpokladu dlouhodobě klesajícího trendu a žlutě označená časová řada  $Y_{c'}$  popisuje prognózu rostoucího trendu. Ať už pro optimistický či pesimistický pohled na dlouhodobý vývoj je zřetelné, že dle modelu se aktuálně (první čtvrtletí roku 2015) nacházíme na vrcholu nebo velmi blízko vrcholu lokálního cyklu. Vývoj naznačuje, že v prvním a druhém prognózovaném čtvrtletí by se tempo růstu HDP mělo výrazně zpomalit a hodnoty  $Y_{1/15}$  a  $Y_{2/15}$  by měly být přibližně stejné. Pro třetí a čtvrté čtvrtletí model předpovídá pokles oproti předchozí hodnotě, který může naznačovat nástup recese. Toto tvrzení je však velmi předčasné, jelikož dlouhodobým výzkumem bylo prokázáno, že relevantní prognózu HDP lze provádět na dvě následující období a poté pravděpodobnost správného odhadu značně klesá. Modelovaný vývoj tedy může signalizovat buď začínající recesi, nebo pouze zpomalení tempa růstu delšího období rozvoje ekonomiky. Díky dynamičnosti procesu a různým vlivům působícím na vývoj veličiny je nutné poslední dvě hodnoty prognózy brát s určitou rezervou a soustředit se spíše na hodnoty prvních dvou čtvrtletí.

## 7 Závěr a hodnocení

Cílem této diplomové práce bylo shrnutí teoretických východisek, předpokladů a používaných metodik konjunkturálního výzkumu. Definování ukazatelů, pomocí nichž lze popsat vývoj ekonomiky a určení vztahů mezi nimi. Teoretické znalosti byly ověřeny na praktickém příkladu analýzy vývoje hrubého domácího produktu České republiky pomocí vybraných konjunkturálních ukazatelů a sestavení krátkodobé prognózy HDP na čtyři čtvrtletí roku 2015.

Nejvýraznějším a nejčastěji používaným ukazatelem je hrubý domácí produkt, který byl podroben analýze jako první. Jeho vývoj potvrdil ekonomickou teorii hospodářských cyklů. Hodnoty HDP kolísají okolo trendu v nepravidelných cyklech reprezentujících expanze a recese národní ekonomiky. Právě díky nepravidelným periodám a amplitudám cyklů je velmi složité odhadnout budoucí vývoj ekonomiky. U ukazatele HDP byly zkoumány i sezónní vlivy, které se ve výsledku právě díky nepravidelnosti vývoje, projeví jako téměř nepodstatné.

V dalším kroku byly zkoumány vztahy mezi HDP a dalšími ukazateli konjunktury z různých ekonomických sektorů a oblastí (průmysl, stavebnictví, služby...). Hlavním předmětem analýzy byla intenzita závislosti s HDP a vzájemný časový posun. Cílem bylo najít ukazatel nebo skupinu ukazatelů, které co nejpřesněji popisují vývoj HDP. Vzhledem k prognóze budoucích hodnot je vhodné používat zejména předstihové ukazatele. Po pečlivém zvážení různých vlastností byly vybrány čtyři následující ukazatele – index průmyslové produkce (IPP), index stavebních zakázek (ISZ) a index indikátorů důvěry (IID).

Pomocí výše zmíněných ukazatelů se úspěšně podařilo vytvořit velmi kvalitní model hrubého domácího produktu. Lze tedy tvrdit, že závislost mezi hrubým domácím produktem a skupinou ukazatelů IPP, ISZ a IID je velmi vysoká. I přesto, že dva ze tří vysvětlujících ukazatelů mají předstihový charakter, nemáme dostatečný počet dat pro prognózu, a proto ji zkoumáme pomocí extrapolovaných hodnot.

Nejprve je třeba se zamyslet nad dlouhodobým trendem sledované veličiny, který je závislý na délce časové řady. Při zkoumání různě dlouhých období získáváme různé hodnoty trendu. Z toho lze usoudit, že nelze vždy spoléhat pouze na matematicky

či statisticky vypočtené hodnoty, ale je třeba odhad přizpůsobit ekonomickým znalostem a zkušenostem. Možná právě z tohoto důvodu se vydané prognózy HDP různých institucí mnohdy liší. Vždy záleží na úhlu pohledu konkrétního ekonoma, a tak se často prognózy vydávají ve formě vějířových grafů, které zachycují obecnou nejistotu prognóz.

Ve chvíli, kdy máme určený trend dlouhodobého vývoje, je nutné odhadnout skutečné hodnoty prognózy. Pomocí vyrovnání a extrapolace poslední části cyklu vhodnou analytickou křivkou. Zkombinujeme-li odhadnuté vlastnosti trendu, tvar posledního cyklu a sezónní složku, dostáváme výslednou prognózu následujících období.

V této práci byla prognóza konstruována na čtyři čtvrtletí. Je nutné podotknout, že hrubý domácí produkt lze objektivně předpovídat na dvě následující období a s každým dalším obdobím pravděpodobnost správného odhadu velmi rychle klesá. Proto je třeba na hodnoty třetího a čtvrtého čtvrtletí 2015 pohlížet spíše orientačně a soustředit se na prognózy prvního a druhého čtvrtletí. Model prognózy ukazuje, že se aktuálně (první čtvrtletí roku 2015) nacházíme v horním bodu zvratu hospodářského cyklu a poslední dvě prognózy naznačují možný nástup recese. Vzhledem k tomu, že poslední dvě hodnoty grafu jsou pouze orientační, nemusí být toto tvrzení pravdivé a může se jednat pouze o zpomalení tempa růstu dlouhodobější expanze.

Z osobního pohledu mi práce přinesla mnoho zajímavých poznatků a nových zkušeností z oblasti ekonomiky a analýzy časových řad. Patří mezi ně zejména to, že pokud je naším cílem analyzovat reálný problém, nelze vycházet pouze z dostupných dat, ale velmi záleží na vlastních zkušenostech, znalostech a osobním pohledu na zkoumaný obor. Konkrétně vývoj hrubého domácího produktu je opravdu komplexním problémem, který je ovlivněn mnoha předvídatelnými i nepředvídatelnými faktory. Určení objektivní prognózy vývoje HDP je velmi nesnadným úkolem. Přesto si myslím, že práce splnila své cíle, a proto ji hodnotím jako zdařilou.

## 8 Použitá literatura

- [1] FIALOVÁ, Helena. 2006. *Malý ekonomický slovník s výkladem pojmů v češtině a v angličtině*. Vyd. 1. Praha: A plus, 294 s. ISBN 80-902-5148-X.
- [2] HUŠEK, Roman. 2007. *Ekonometrická analýza*. Vyd. 1. Praha: Oeconomica, 367 s. ISBN 978-80-245-1300-3.
- [3] SOUČEK, Eduard, Dagmar BLATNÁ a Richard HINDLS. 1994. *Analýza hospodářské konjunktury*. 1. vyd. Praha: Vysoká škola ekonomická, 194 s. ISBN 80-707-9053-9.
- [4] KAŇOK, Miloš. 1965. *Statistické metody v energetice*. Praha. Skripta. České vysoké učení technické v Praze.
- [5] NOVOTNÝ, Václav. 2004. *Výzkum hospodářské konjunktury*. Ústí nad Labem. Dostupné také z: <http://fse1.ujep.cz/download.php?idx=5316>. Skripta. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně.
- [6] KOZEL, Roman. 2006. *Moderní marketingový výzkum: nové trendy, kvantitativní a kvalitativní metody a techniky, průběh a organizace, aplikace v praxi, přínosy a možnosti*. 1. vyd. Praha: Grada, 277 s. ISBN 80-247-0966-X.
- [7] PROROK, Vladimír. 2012. *Tvorba rozhodování a analýza v politice*. Vyd. 1. Praha: Grada, 189 s. ISBN 978-80-247-4179-6.
- [8] ANNA KADEŘÁBKOVÁ, Václav Žďárek. 2006. *Makroekonomická analýza*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola ekonomie a managementu. ISBN 978-808-6730-059.
- [9] HANČALOVÁ, Jana a Lubor TVRDÝ. 2003. *Úvod do analýzy časových řad*. Ostrava. Dostupné také z: [http://gis.vsb.cz/pan-old/Skoleni\\_Texty/TextySkoleni/AnalyzaCasRad.pdf](http://gis.vsb.cz/pan-old/Skoleni_Texty/TextySkoleni/AnalyzaCasRad.pdf). Skripta. Ekonomická fakulta VŠB.
- [10] ZMATLÍK, Jiří a Vlasta KAŠOVÁ. *Studijní materiály - A1M16STA Statistické metody v ekonomice, A1M16EKM Ekonometrie*. České vysoké učení technické v Praze.
- [11] KAFONĚK, Richard. 2010. *Využití a vypovídací schopnost kompozitních předstihových ukazatelů*. Mendelova univerzita v Brně. Dostupné také z: [http://is.mendelu.cz/zp/portal\\_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=30785;download\\_prace=1](http://is.mendelu.cz/zp/portal_zp.pl?prehled=vyhledavani;podrobnosti=30785;download_prace=1). Diplomová práce.

- [12] PAVLAČKA, Ondřej. *Ekonomický cyklus*. Olomouc. Dostupné také z: [http://aix-slx.upol.cz/~pavlacka/E1\\_6\\_ek\\_cyklus.pdf](http://aix-slx.upol.cz/~pavlacka/E1_6_ek_cyklus.pdf). Přednáška. PřF UP v Olomouci.
- [13] *Makroekonomie: Hospodářský cyklus* [online]. [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://www.ekospace.cz/2-makroekonomie-1/81-11-hospodarsky-cyklus>
- [14] *Business cycles: Joseph Kitchin, Clément Juglar, Nikolai Kondratiev* [online]. [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://www.policonomics.com/economic-cycles/>
- [15] *Český statistický úřad: Metodika HDP* [online]. [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/hruby\\_domaci\\_produk\\_t\\_hdp-](https://www.czso.cz/csu/czso/hruby_domaci_produk_t_hdp-)
- [16] *Český statistický úřad: Metodika IPP* [online]. [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/documents/10180/25229475/metodika\\_ipp.pdf](https://www.czso.cz/documents/10180/25229475/metodika_ipp.pdf)
- [17] *Český statistický úřad: Metodika IID* [online]. [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/csu/czso/konjunkturalni\\_przkum](https://www.czso.cz/csu/czso/konjunkturalni_przkum)
- [18] *Business cycle* [online]. [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: [http://1.bp.blogspot.com/-ODgiIimErMM/UVLKfgI5y7I/AAAAAAAAACc/tINrR\\_rdU9s/s1600/Capture.PNG](http://1.bp.blogspot.com/-ODgiIimErMM/UVLKfgI5y7I/AAAAAAAAACc/tINrR_rdU9s/s1600/Capture.PNG)
- [19] *Poptávkové šoky – vlastní obrázek* [online]. [cit. 2015-04-30]. Čerpáno z: <http://www.ekospace.cz/2-makroekonomie-1/81-11-hospodarsky-cyklus>
- [20] *Nabídkové šoky – vlastní obrázek* [online]. [cit. 2015-04-30]. Čerpáno z: <http://www.ekospace.cz/2-makroekonomie-1/81-11-hospodarsky-cyklus>
- [21] *Závislost veličin  $X$  a  $Y$  – vlastní obrázek*. Čerpáno z: [20] Kaňok, Miloš, str. 107

# Příloha A

---

## Seznam použitých zkratk

**HDP** Hrubý domácí produkt

**IPP** Index průmyslové produkce

**ISZ** Index vydaných stavebních zakázek

**IID** Index indikátorů důvěry



# Příloha B

---

## Obsah příloženého CD

### **Elektronická verze diplomové práce ve formátu PDF**

thesis.pdf

### **Zdrojové tabulky, vypočtené vztahy a vzorce v MS Excel 2013**

/source/ocisteni\_a\_posun.xls

/source/linearni\_regresni\_model.xls

/source/prognoza.xls



