

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY



MONETÁRNA POLITIKA CENTRÁLNYCH BÁNK A JEJ VPLYV
NA INFLÁCIU A INÉ MAKROEKONOMICKÉ UKAZOVATELE

BAKALÁRSKA PRÁCA

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

**MONETÁRNA POLITIKA CENTRÁLNYCH BÁNK A JEJ
VPLYV NA INFLÁCIU A INÉ MAKROEKONOMICKÉ
UKAZOVATELE**

BAKALÁRSKA PRÁCA

Študijný program: Ekonomická a finančná matematika
Študijný odbor: 1114 Aplikovaná matematika
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky
Vedúci práce: doc. RNDr. Ján Boďa, CSc.

Bratislava 2014

Juraj FALATH

Pod'akovanie Toutu cestou sa chcem pod'akovať svojmu vedúcemu bakalárskej práce doc. RNDr. Jánovi Boďovi, CSc. za odborné rady a pripomienky motivujúce k ďalšiemu výskumu. Ďakujem aj svojmu otcovi za štylistickú korekciu textu a celej rodine za trpezlivosť pri (ne)vykonávaní domácich prác.

Abstrakt v štátnom jazyku

FALATH, Juraj: Monetárna politika centrálnych bánk a jej vplyv na infláciu a iné makroekonomické ukazovatele [Bakalárska práca], Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky; škioľiteľ: doc. RNDr. Ján Boďa, CSc., Bratislava, 2014. 69 s.

V našej práci sa zaoberáme analýzou základných makroekonomických ukazovateľov v USA: úrokovej sadzby, inflácie a nezamestnanosti. Cieľom je pomocou korelácií a modelu vektorovej autoregresie čo najlepšie popísať ich vzájomné vzťahy a porovnať ich správanie v rôznych časových obdobiach histórie. Práca poskytuje konkrétny model americkej ekonomiky, ktorý pomocou impulse-response funkcií popisuje reakcie na jednorazové šoky v premenných a taktiež predpovedá vývoj makroekonomických ukazovateľov do budúcnosti. Ukazujeme, že kvalita našej predpovede je veľmi dobrá a že záleží najmä od vplyvu ekonomických recesií. Javí sa, že vieme oveľa lepšie vysvetliť reakcie centrálnej banky na zmeny v inflácií a nezamestnanosti ako reakcie týchto dvoch premenných na zmeny v úrokovej sadzbe. Empiricky ukazujeme, že po roku 1970 už neplatí Phillipsova krivka v jej pôvodnom znení a uvádzame náš vlastný odhad novej Phillipsovej krivky. Uvádzame odhad bodu na časovej osi, v ktorom sa americkému FED-u podarilo definitívne dostať infláciu pod kontrolu.

Kľúčové slová: FED funds rate, Inflácia, Nezamestnanosť, Pearsonov korelačný koeficient, Phillipsova krivka, Vektorová autoregresia, Impulse-response funkcie

Abstract

FALATH, Juraj: Monetary policy of central banks and its impact on inflation and other macroeconomic indicators. [Bachelor Thesis], Comenius University in Bratislava, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Department of Applied Mathematics and Statistics; supervisor: doc. RNDr. Ján Boďa, CSc., Bratislava, 2014. 69 p.

In our work we analyse basic macroeconomic indicators in the USA: interest rate, inflation and unemployment. Our goal is to define relationships between them and to compare their behaviour during various time intervals using correlations and vector autoregression. Based on impulse-response functions, our thesis creates particular model of the U.S. economy which depicts responses of the variables on certain impulses and also forecasts the future of our variables. We show that the accuracy of our forecast is very high and depends mainly on presence of recessions in the interval. It appears that we are much more capable of forecasting the Fed reactions on innovations in inflation and unemployment than we are able to forecast the reactions of inflation and unemployment on the Fed funds rate innovations. We also prove that the Phillips curve simply doesn't apply in the post-1970's era and we state our own solution for the new Phillips curve. In addition we state the point on the time axis, since which the Fed has controlled the inflation quite well.

Kľúčové slová: FED funds rate, Inflation, Unemployment, Pearson correlation coefficient, Phillips curve, Vector autoregression, Impulse-response functions

Obsah

ÚVOD	7
1 MOTIVÁCIA K VÝSKUMU A ZVEDAVÉ OTÁZKY	9
2 MAKROEKONOMICKÉ UKAZOVATELE USA	10
2.1 FEDERAL FUNDS RATE.....	10
2.2 INFLÁCIA.....	12
2.3 NEZAMESTNANOSŤ	13
3 VZÁJOMNÉ ZÁVISLOSTI ÚROKU, INFLÁCIE, NEZAMESTNANOSTI V USA	15
3.1 TEÓRIA KORELÁCIE.....	15
3.2 METÓDY OVERENIA VZÁJOMNÝCH ZÁVISLOSTÍ.....	17
4 RÔZNE SPRÁVANIE PREMENNÝCH V ČASE	23
4.1 ŠTANDARDNÉ DELENIE PODĽA VÄČŠINY EKONÓMOV	23
4.2 HĽADANIE OKAMIHU SKROTENIA INFLÁCIE.....	32
5 TEÓRIA MODELOVANIA VEKTOROVOU AUTOREGRESIOU	35
5.1 VEKTOROVÁ AUTOREGRESIA	35
5.2 IMPULSE-RESPONSE FUNKCIE	36
6 OVERENIE PREDPOKLADOV NA DOBRÉ FUNGOVANIE MODELU VAR	37
6.1 STACIONARITA.....	37
6.2 VHODNÝ POČET LAGOV.....	42
6.3 AUTOKORELÁCIA	44
6.4 HOMOSKEDASTIČNOSŤ.....	46
7 IMPULSE-RESPONSE FUNKCIE	49
7.1 VYKRESLENIE IRF	49
7.2 POROVNANIE OBDOBÍ NA ZÁKLADE IRF.....	55
8 PREDPOVEDE MAKROEKONOMICKÉHO VÝVOJA	57
8.1 PREDPOVEDANIE ÚROKOVEJ MIERY.....	58
8.2 PREDPOVEDANIE NEZAMESTNANOSTI	60
8.3 PREDPOVEDANIE INFLÁCIE.....	61
9 PREDSLOV K ZÁVERU ALEBO ODPOVEDE NA ZVEDAVÉ OTÁZKY	63
10 ZÁVER	65
11 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY	67

Úvod

Makroekonómia sa zaoberá výkonom, štruktúrou, správaním a riadením celej ekonomiky, ktorá môže byť národná, regionálna a taktiež aj globálna. V globálnom meradle leží analýza stavu ekonomiky a moc regulovať ekonomiku na pleciah centrálnych bánk. V eurozóne je to Európska Centrálna Banka (ECB), v USA zas FEDerálny rezervný systém (FED). Určovanie základnej úrokovej miery je jedným z nástrojov týchto inštitúcií na ovplyvňovanie ekonomiky. Týmto spôsobom sa snažia dosiahnuť konečné ciele menovej politiky, akými sú predovšetkým regulácia nezamestnanosti, kontrola inflácie, či obchodnej bilancie.

Na prosperitu ekonomiky, hladinu cien, či na úroveň nezamestnanosti vplýva veľké množstvo faktorov, ktoré nepochádzajú iba z príslušnej krajiny. Predvídanie a predchádzanie recesiám, ekonomickým bublinám, ropnej kríze, či realitnej celonárodnej kríze je jednou z najdôležitejších úloh a výziev pre centrálnu banku. Tá má navyše popri riešení nečakaných problémov aj snahu optimalizovať podmienky pre ekonomickú prosperitu a rast životnej úrovne (zamestnanosť, cenová hladina). Nielen predvídanie budúceho vývoja makroekonomických ukazovateľov, ale taktiež znalosť správania a reakcií ekonomiky na zmeny v monetárnej politike patria medzi najdôležitejšie predmety výskumu centrálnych bánk. Výskum čoraz viac využíva sofistikované makroekonomické modely, existujú však aj relatívne jednoduché modely majúce veľkú výpovednú hodnotu, čo sa pokúsime ukázať v tejto práci.

Pretože vo svete makroekonómie je mnoho zložitých vzťahov a závislostí, je nemožné popísať, alebo pochopiť fungovanie ekonomiky pomocou jednej premennej alebo ukazovateľa. Pre účely tejto práce sme použili tri významné ekonomické ukazovatele – cieľová úroková sadzba FED-u, jadrová inflácia USA a nezamestnanosť mužov v produktívnom veku v USA. Pomocou vektorovej autoregresie (VAR) sa pokúsime odhadnúť budúci vývoj týchto ukazovateľov v krátkodobom horizonte a taktiež pomocou takzvaných impulse-response funkcií budeme skúmať reakcie ostatných ukazovateľov na jednorazový šok udelený ekonomike zmenou vybraného ukazovateľa.

V tejto práci sa zameriame na americkú ekonomiku a postavíme sa do úlohy amerického FED-u. Cieľom práce sa bude pokúsiť odhaliť historické závislosti medzi

jednotlivými makroekonomickými ukazovateľmi a povedať čo najviac o týchto vzťahoch na základe analýz koreláciami a modelovania vektorovou autoregresiou.

Prvé dve kapitoly zahŕňajú motiváciu a podrobnejšie zoznámenie sa s predmetnými makroekonomickými ukazovateľmi. Tretia kapitola analyzuje vzťahy týchto premenných na základe vzájomných korelácií a následná štvrtá kapitola sa snaží odlíšiť obdobia v histórii s rôznym správaním makroekonomických ukazovateľov. Počnúc piatou teoretickou kapitolou sa práca venuje modelu vektorovej autoregresie, kde postupne v šiestej kapitole overujeme predpoklady na zostrojenie modelu, v siedmej generujeme impulse-response funkcie a v ôsmej kapitole sa snažíme predpovedať vývoj premenných do budúcnosti.

1 Motivácia k výskumu a zvedavé otázky

Ekonomická teória nás učí, že centrálna banka reguluje infláciu zmenami v monetárnej politike, najmä v základnej medzibankovej úrokovej miere. Učí nás, že pri vysokej inflácii banka zvýši úrok a následným efektom tohto reštriktívneho kroku je spomalenie ekonomiky a jej zníženie. Učí nás, že pri inflácii nižšej ako cieľová hodnota sa regulátor znížením úrokovej sadzby snaží rozprúdiť ekonomiku a zvýšiť tak jej hodnoty.

Je to však naozaj tak? Platí táto teória aj v reálnej ekonomike, ktorá je ovplyvňovaná toľkými faktormi? Dokáže centrálna banka vôbec efektívne kontrolovať infláciu a nezamestnanosť v tak nepredvídateľnom prostredí? Kedy sa jej to darilo v histórii viac, kedy menej a prečo?

Boli obdobia v histórii, počas ktorých ekonomika reagovala rozlične? Boli obdobia, počas ktorých sa centrálna banka USA správala rozdielne?

Ako má banka zareagovať, ak chce znížiť nezamestnanosť o 0,5 %? Ako má hýbať s úrokovou sadzbou, keď chce znížiť infláciu zo 4% na 3%?

Ako dlho trvá, kým sa zmeny v cieľovej úrokovej sadzbe prejavia na ekonomických ukazovateľoch? Ako veľmi reagovala americká centrálna banka na výkyvy v ekonomických ukazovateľoch a ako rýchlo sa jej to podarilo?

Ako sa bude inflácia, či nezamestnanosť vyvíjať v budúcnosti? Dokážeme modelom spoľahlivo odhadnúť budúci vývoj týchto ukazovateľov v krátkodobom horizonte? Aký presný by bol náš model, ak by sme na základe údajov z minulosti predpovedali vývoj ekonomiky a našu predpoveď porovnali s neskorším skutočným vývojom ekonomiky?

Tieto a mnohé ďalšie otázky sa vynárajú pri zamyslení sa nad problémami, ktoré musí centrálna banka riešiť. Túžba po odpovediach na tieto extrémne praktické a zmysluplné otázky bola zároveň motiváciou autora pre napísanie tejto bakalárskej práce.

2 Makroekonomické ukazovatele USA

Táto kapitola obsahuje prehľadné grafické aj teoretické popísanie dát, s ktorými budeme ďalej pracovať. Jednoducho popíšeme základné vlastnosti a charakteristiky časových radov prislúchajúcich jednotlivým makroekonomickým ukazovateľom.

Pracovali sme s tromi makroekonomickými ukazovateľmi: základnou úrokovou mierou FEDerálneho rezervného Systému, infláciou v USA a hladinou nezamestnanosti v USA.

2.1 Federal funds rate

V Spojených Štátoch Amerických hodnota *Federal funds rate* (ďalej aj FED funds rate, alebo FED funds target rate) predstavuje krátkodobú úrokovú mieru, za ktorú si úložné inštitúcie (komerčná banka, sporiteľňa, pôžičková spoločnosť)¹ požičiavajú cez noc navzájom kapitál.

Americký FED ako hlavný regulátor bankového systému v USA určuje minimálne objemové požiadavky na voľný kapitál², ktorý musí mať uložený každá finančná inštitúcia (napr. komerčná banka) v centrálnej banke. Účelom držania kapitálu (nemôže ho teda požičať ani vyplatiť klientom) je zaručenie jej stability a prevencia pred neočakávanými ťažkosťami. Od októbra 2012 platí nariadenie FED-u, ktoré určuje veľkým inštitúciám (>\$79.5 miliónov vo vkladoch) držať 10% z celkového objemu vkladov a stredne veľkým (>\$12.4 milióna vo vkladoch) držať 3% z celkového objemu vkladov ako voľný kapitál uložený vo FEDerálnom rezervnom systéme.

Na konci dňa, počas ktorého banka obchoduje, si skontroluje súvahu a stav voľného kapitálu. V prípade, že ho má nedostatok v porovnaní s požiadavkami FED-u, požičia si, a naopak, ak má prebytok voľných peňazí, ponúkne kapitál konkurencií za úrok, ktorý sa nazýva **Federal funds rate**.

Zvyšovaním základnej úrokovej miery znižuje centrálna banka schopnosť finančných inštitúcií požičať si na splnenie jej požiadavok. Následkom je obmedzenie pôžičiek klientom komerčnými bankami a tým pádom vyššie úrokové sadzby ich

¹ Tieto operácie sú aplikovateľné iba pre naj dôveryhodnejšie finančné inštitúcie, ktoré majú odložené rezervy v centrálnej banke (FED).

² Keďže malé inštitúcie majú nedostatok prostriedkov na požičiavanie, toto kritérium sa nevzťahuje na inštitúcie majúce menej ako \$12.4 milióna vo vkladoch.

produktov. Zvýšené náklady odrádzajú investorov od požičiavania si, čo má za následok spomalenie ekonomiky. Tento efekt sa nazýva **reštriktívna monetárna politika**.

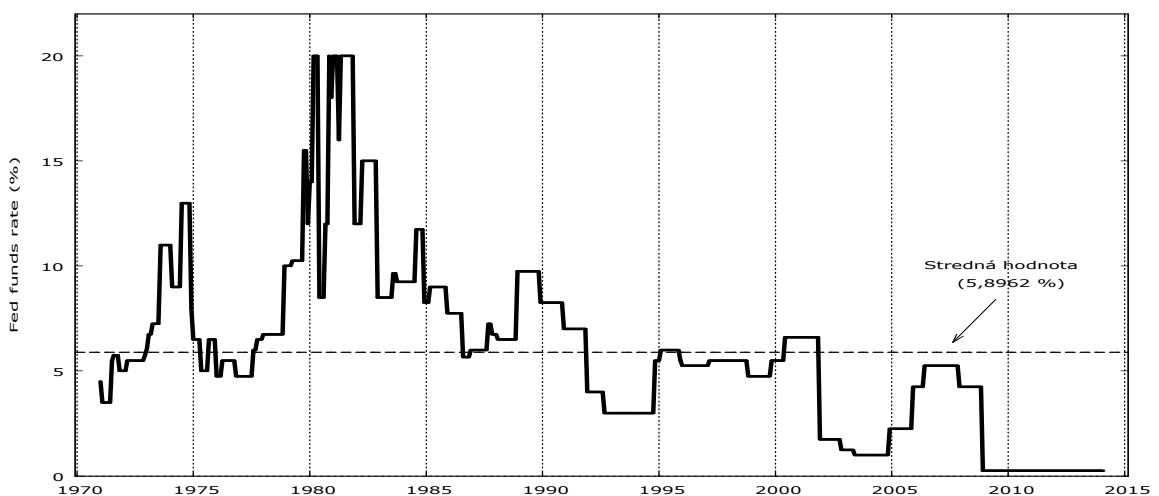
Ak centrálna banka zníži úrokovú sadzbu za účelom zvýšenia likvidity na trhu, hovoríme o **expanzívnej monetárnej politike**.

FEDerálny rezervný systém, konkrétne jeho exekutívna komisia Federal Open Market Committee (FOMC) pomocou cieľovej základnej úrokovej sadzby a nástrojov monetárnej politiky (operácie na voľnom trhu, požičiavanie na základe diskontnej sadzby, povinné minimálne rezervy) sleduje ciele maximálnej **zamestnanosti**, **cenovej stability** a stredne vysokých **dlhodobých úrokových sadziieb**.

Hodnoty FED Funds Rate sme čerpali z internetovej stránky Federal Reserve Bank of New York (<http://www.newyorkFED.org/markets/statistics/dlyrates/FEDrate.html>). Najstaršie údaje sú uvedené práve v tomto zdroji a začínajú od januára 1971. Interval medzi jednotlivými hodnotami je jeden mesiac, rozhodli sme sa teda celý model založiť na mesačných úsekoch od roku 1971 až po súčasnosť.

Tabuľka 1: Základné informácie o FED funds rate (1971-2014)

Historické minimum	Historické maximum	Stredná hodnota	Štandardná odchýlka
0.25 %	20,00 %	5.8962 %	4.1785



Obrázok 1: Vývoj Federal funds rate v období od 1971 po súčasnosť

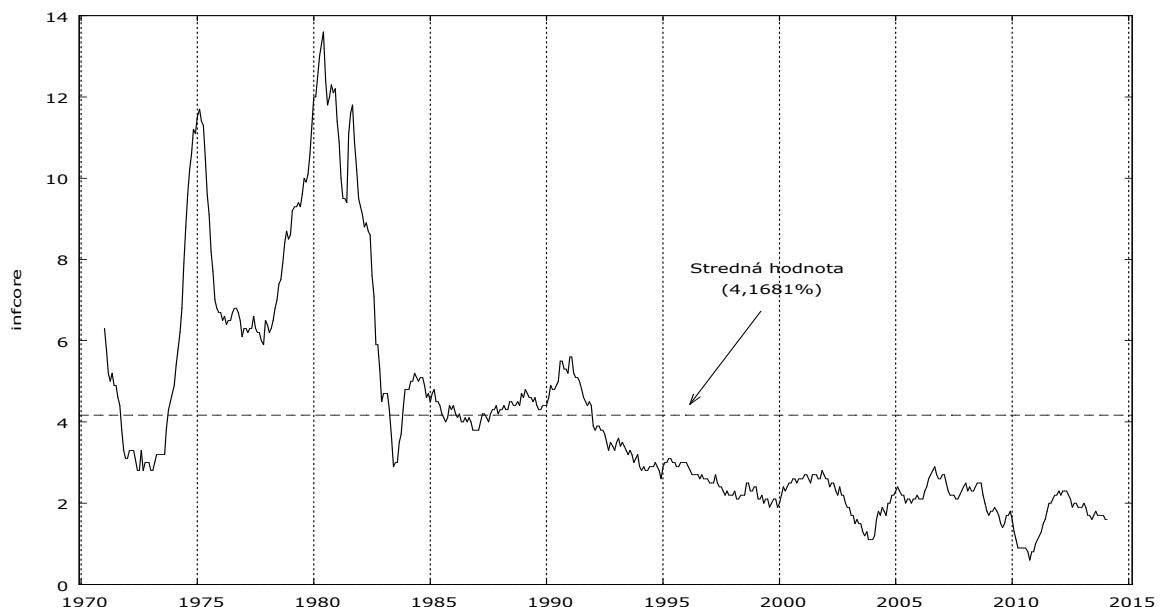
2.2 Inflácia

Pre účely našej práce sme zvolili takzvanú **jadrovú infláciu** alebo „core inflation“. Dôvod je ten, že zohľadňuje cenovú hladinu spotrebného koša očisteného od vplyvu regulovaných cien, zmien nepriamych daní a dotácií. Pre lepšiu predstavu - nezahŕňa napríklad ceny potravín a energií. Domácnosti spotrebúvajú a kupujú potraviny a energie na dennej báze - tým pádom je dopyt po nich neelastický. Ich ceny môžu klesať a stúpať každý deň a ich vývoj má vysokú volatilitu. Týmto opatrením sa tak vyhneme neželanému vychýleniu alebo ovplyvneniu výsledkov.

Hodnoty jadrovej inflácie sme získali z internetovej stránky <http://www.bls.gov/home.htm>. Napriek tomu, že sú dostupné aj staršie údaje, znova sme si zvolili mesačné dáta v období od januára 1971 po súčasnosť.

Tabuľka 2: Základné informácie o jadrovej inflácii v USA v období od 1971 po súčasnosť

Historické minimum	Historické maximum	Stredná hodnota	Štandardná odchýlka
0,60 %	13,60 %	4,1681 %	2,7246



Obrázok 2: Vývoj jadrovej inflácie v USA v období od 1971 po súčasnosť

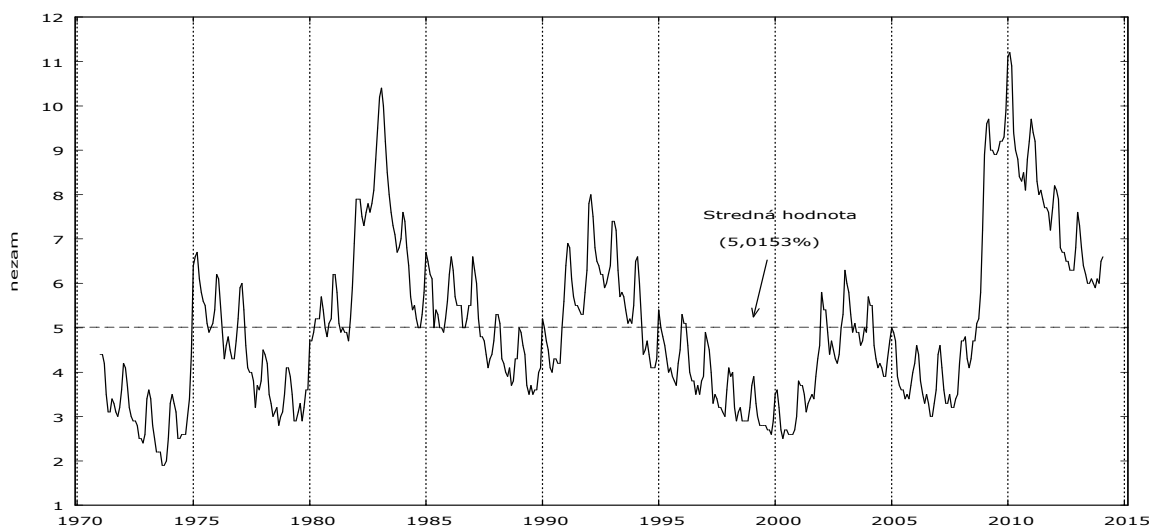
2.3 Nezamestnanosť

Z dôvodu lepšieho popísania závislosti vzhľadom na úrokovú mieru sme si zvolili nezamestnanosť mužskej populácie v produktívnom veku 25-54 rokov. Hľadáme najmä závislosť nezamestnanosti od úrokovej miery FED-u, chceme teda v štatistike predovšetkým zahrnúť časť populácie, ktorá má na tieto zmeny šancu reagovať. Keďže v USA je stále zvykom, že ženy sa starajú o domácnosť a ľudia často odídu skôr do dôchodku, rozhodli sme sa pre spomínané demografické obmedzenia. Rovnakú modifikáciu nezamestnanosti použili vo svojom VAR modeli aj Bernanke – Blinder (1992).

Údaje sme čerpali z webovej stránky Federal Reserve Bank of St. Louis (<http://research.stlouisFED.org/fred2/series/LNU04000061?cid=32447>).

Tabuľka 3: Základné informácie o nezamestnanosti mužov v produktívnom veku v USA (1971-2014)

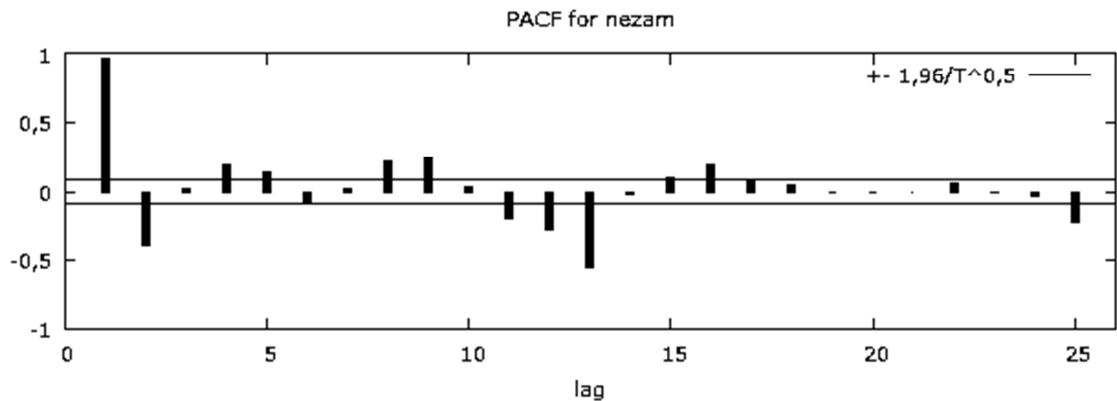
Historické minimum	Historické maximum	Stredná hodnota	Štandardná odchýlka
1.90 %	11.20 %	5.0153 %	1.8017



Obrázok 3: Vývoj nezamestnanosti mužov v produktívnom veku v USA od 1971 po súčasnosť

Po vyhodnotení každoročných výkyvov miery nezamestnanosti v rovnakých mesiacoch sa domnievame, že sú spôsobené sezónnym charakterom niektorých druhov prác, napríklad zastavením činnosti stavieb v zime (v januári a februári nezamestnanosť

stúpa) alebo existenciou letných prác (v júli a auguste nezamestnanosť klesá). Naše tvrdenie sme podložili jednoduchým korelogramom:



Obrázok 4: Korelogram nezamestnanosti mužov v produktívnom veku v USA (1971-2014)

Použili sme takzvanú „Partial autocorrelation function“ – PACF, ktorá sa používa na odhalenie periódy opakujúcich sa javov v časových radoch.

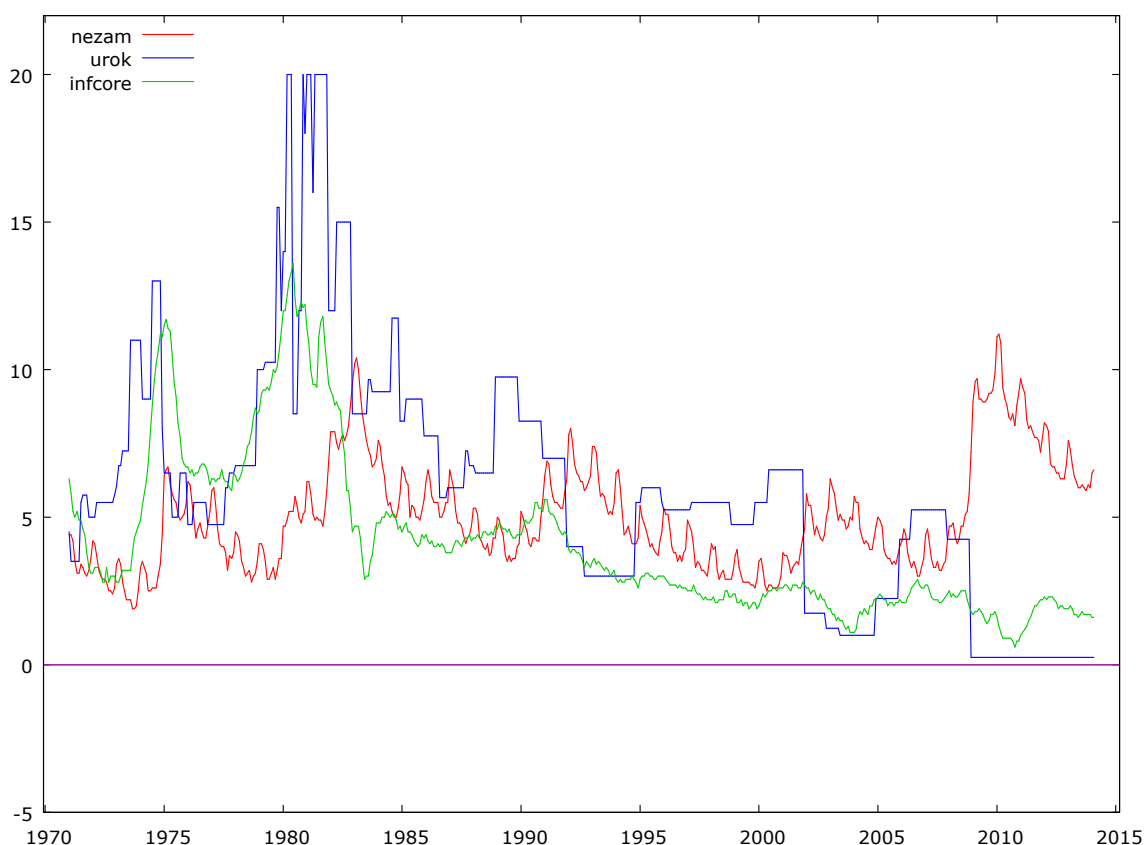
Z korelogramu je zrejmé, že presne každých 12 mesiacov dochádza k jednorazovej zvýšenej autokorelácii, čo naznačuje sezónny charakter výkyvov nezamestnanosti.

3 Vzájomné závislosti úroku, inflácie, nezamestnanosti v USA

Na zostrojenie modelu ekonomiky bude prínosné zistiť silu vzájomných závislostí skúmaných veličín.

3.1 Teória korelácie

Vzájomný vzťah medzi dvoma veličinami popisuje korelácia. Jej prítomnosť síce väčšinou znamená závislosť skúmanej dvojice, avšak interpretácia je obmedzená, pretože samotná korelácia ešte nepreukazuje kauzalitu – teda to, či zmena jednej premennej je priamou príčinou na zmenu druhej a naopak.



Obrázok 5: Grafické zhrnutie vývoja úrokovej miery, inflácie a nezamestnanosti (1971-2014)

Z grafu je pomerne jasné, že časové rady sú nejakým spôsobom korelované a určite sa navzájom ovplyvňujú, avšak nie sme zatiaľ schopní presne definovať prítomnosť a silu korelácií medzi konkrétnymi dvojicami veličín.

3.1.1 Pearsonova výberová korelácia

Pearsonov korelačný koeficient je prehľadne vysvetlený napríklad v The Pearsons Correlation (2014) a vyjadruje mieru intenzity lineárnej závislosti medzi dvoma premennými. Veľkosť korelácie dvoch vektorov (časových radov) X a Y vieme vyjadriť pomocou korelačného koeficientu $\rho_{x,y}$ vzorcom:

$$\rho_{X,Y} = \frac{cov(X,Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} \quad (1a)$$

kde σ_x a σ_y sú štandardné odchýlky vektorov X a Y, $cov(X,Y)$ je kovariancia X a Y, ktorú počítame ako

$$cov(X,Y) = E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)] \quad (2)$$

kde $E[]$ vyjadruje strednú hodnotu výrazu v zátvorke, μ_x a μ_y sú stredné hodnoty časových radov X a Y – teda $E[X]$ a $E[Y]$. Takto dostávame konečný vzorec pre korelačný koeficient:

$$\rho_{X,Y} = \frac{cov(X,Y)}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} = \frac{E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)]}{\sigma_X \cdot \sigma_Y} \quad (1b)$$

kde ρ je číslo v intervale $< -1, 1 >$, pričom podľa znamienka rozoznávame zápornú a kladnú koreláciu. Podľa absolútnej veľkosti koeficientu ešte **vyhodnocujeme silu korelácie**:

$\rho \in < 0.70, 1 >$ – veľmi silná

$\rho \in < 0.40, 0.70 >$ – silná

$\rho \in < 0.30, 0.40 >$ – stredne silná

$\rho \in < 0.20, 0.30 >$ – slabá

$\rho \in < 0, 0.20 >$ – žiadna alebo bezvýznamná

Majme hypotézu **H₀: Premenné X a Y nie sú navzájom lineárne závislé.** Zamietnutím hypotézy H₀ by sme prijali hypotézu **H₁: Existuje lineárna závislosť medzi premennými X a Y.**

Po vypočítaní Pearsonovho korelačného koeficientu porovnáваме získanú hodnotu $\rho_{x,y}$ s tabuľkovou kritickou hodnotou $r(\alpha,df)$, kde α je hladina významnosti a df je počet stupňov voľnosti, ktoré počítame ako počet pozorovaní zmenšený o 2.

V prípade, že nameraná hodnota $\rho_{x,y}$ je väčšia ako kritická hodnota r , hypotézu H₀ zamietame a môžeme prijať hypotézu H₁. V opačnom prípade, ak je $\rho_{x,y}$ menší ako kritická hodnota r , platí hypotéza H₀ a môžeme vyhlásiť, že nenachádzame (na základe nášho obmedzene robustného skúmania) lineárnu závislosť medzi premennými X a Y.

3.2 Metódy overenia vzájomných závislostí

3.2.1 Korelačná matica

Jednou zo základných hypotéz našej práce bolo overiť existenciu závislosti medzi základnou úrokovou mierou a infláciou, prípadne nezamestnanosťou. Napriek tomu, že v práci analyzujeme tieto vzťahy aj zložitejšími modelmi, základom je určenie vzájomných korelácií našich premenných, aby sme overili, či vôbec nejakú závislosť môžeme očakávať.

Vypočítali sme maticu vzájomných korelácií našich premenných počas rokov 1971-2014:

Tabuľka 4: Korelačná matica úroku, inflácie a nezamestnanosti počas rokov 1971-2014

úrok	inflácia	nezamestnanosť	
1,0000	0,7613	-0,2155	úrok
	1,0000	-0,0885	inflácia
		1,0000	nezamestnanosť

r-kritická hodnota ($\alpha=0.05$, $df=518-2=516$) = 0,0862

Z korelačnej matice vyplýva, že **úrok a inflácia sú veľmi silno (>0,7) korelované**, a preto sa zatiaľ potvrdzuje makroekonomická teória, ktorá hovorí o ich vzájomnom úzkom prepojení. Korelácia je vyššia ako kritická r-hodnota a preto prijímame hypotézu H_1 o existencii lineárnej závislosti.

Nezamestnanosť a úrok majú zápornú koreláciu (-0,2155), ktorá síce nie je v absolútnych číslach silná, ale pri našom pomerne robustnom modeli (518 pozorovaní – mesiacov) presahuje kritickú hodnotu. Zamietame teda H_0 a môžeme tvrdiť, že **medzi úrokom a nezamestnanosťou je slabá lineárna závislosť**.

Ukázalo sa, že inflácia a nezamestnanosť nie sú korelované takmer vôbec a keďže koeficient ρ je približne na úrovni (už aj tak extrémne nízkej) kritickej hodnoty, konštatujeme **žiadnu alebo veľmi slabú koreláciu** medzi touto dvojicou.

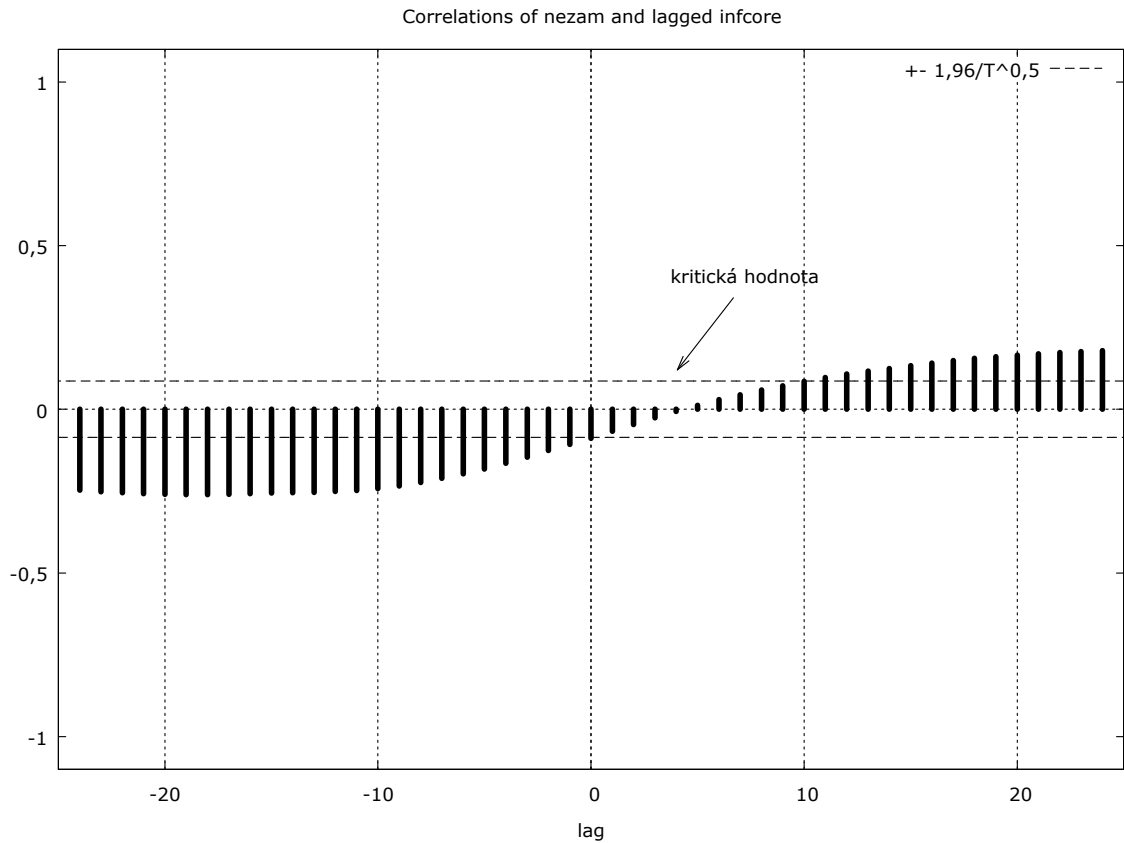
Výsledok skúmania poslednej dvojice by potvrdzoval kritiku mnohých ekonómov, ako napríklad Pento (2008), ktorí tvrdia, že začiatkom 70-tych rokov až po súčasnosť už pôvodná **Phillipsova krivka neplatí**. Podľa tej by sa totiž dalo očakávať, že zvýšenie nezamestnanosti spôsobí zníženie inflácie a naopak. To by naznačovalo zápornú koreláciu týchto dvoch premenných, pričom podľa našich výpočtov je takmer nulová. Získali sme indície, že ekonomika sa Phillipsovou krivkou už neriadi.

Ďalej sme sa pokúsili overiť, či sa inflácia a nezamestnanosť navzájom neovplyvňujú s istým časovým posunom (lagom). Preto je zaujímavé zistiť, aká by bola korelácia medzi časovými radmi, ak by sme jeden z nich posunuli o zodpovedajúcu reakčnú dobu.

3.2.2 Graf vzájomnej korelácie

Vhodným nástrojom je takzvaný “cross-correlogram” alebo **graf vzájomnej korelácie**, ktorá je ukazovateľom podobnosti dvoch časových radov ako funkcia časového posunu (lagu) jedného z nich. V tejto časti sme použili cross-corelogram iba na poslednú dvojicu – inflácia a nezamestnanosť, aby sme overili prítomnosť ich vzájomnej závislosti pri časovom posune.

Na grafe sme zobrazili 5-percentnú **kritickú hodnotu**. Dôvodom je, že akákoľvek vzájomná korelácia, ktorá presiahne kritickú hodnotu, znamená objavenie závislosti medzi posunutými časovými radmi, dostatočnú na zamietnutie hypotézy H_0 .

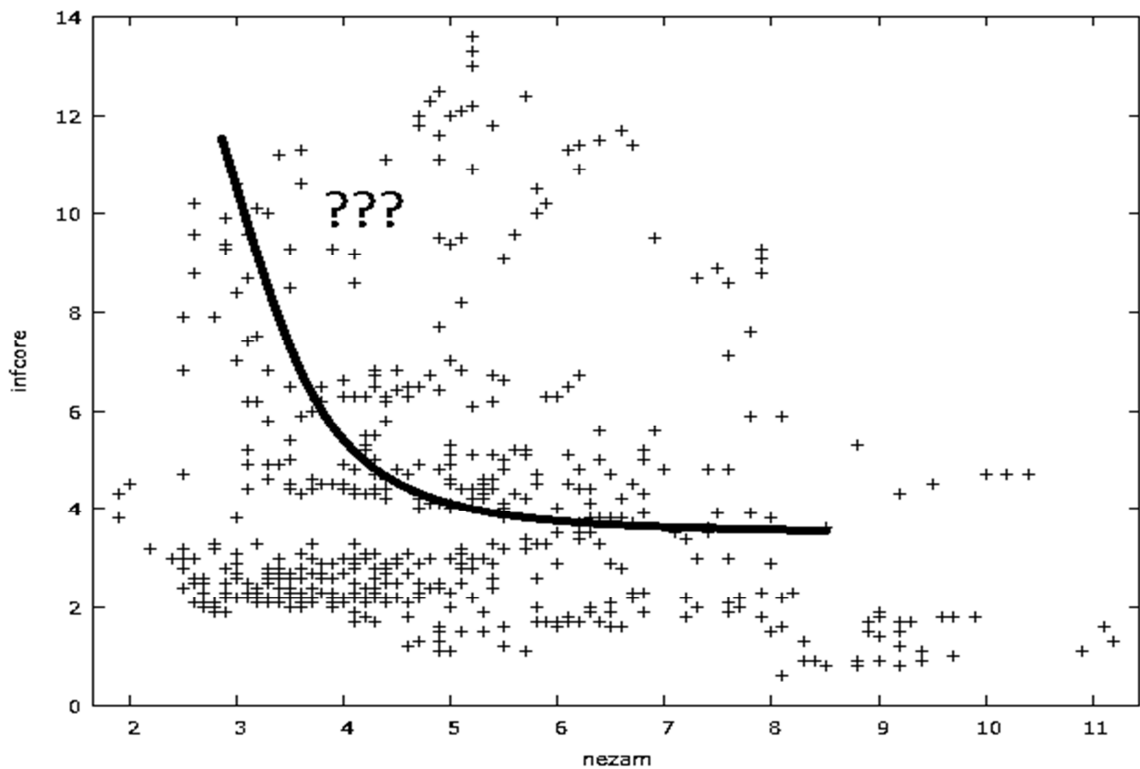


Obrázok 6: Graf vzájomnej korelácie nezamestnanosti a posunutej inflácie (1971-2014)

Už pri posune o pár mesiacov graf generuje uspokojivú koreláciu vzhľadom na kritickú hodnotu.

Ako neskôr ukážeme, rôzne časové úseky v histórii znamenali rôzne správanie sa veličín a tak by ani dôkaz cross-correlogramom nemal stačiť na definitívne rozhodnutie o vzájomnej závislosti inflácie a nezamestnanosti. Nateraz sme však ukázali, že napriek nepresvedčivej veľkosti Pearsonovho korelačného koeficientu, majú tieto dve veličiny šancu korelovať. Preto si necháme otázku ich vzájomnej závislosti otvorenú smerom k nasledujúcemu testu, ktorým sa pokúsime graficky overiť, či platí Phillipsova krivka v období 1971-2014.

3.2.3 Platí Phillipsova krivka?



Obrázok 7: Platí Phillipsova krivka v období od 1971 po súčasnosť?

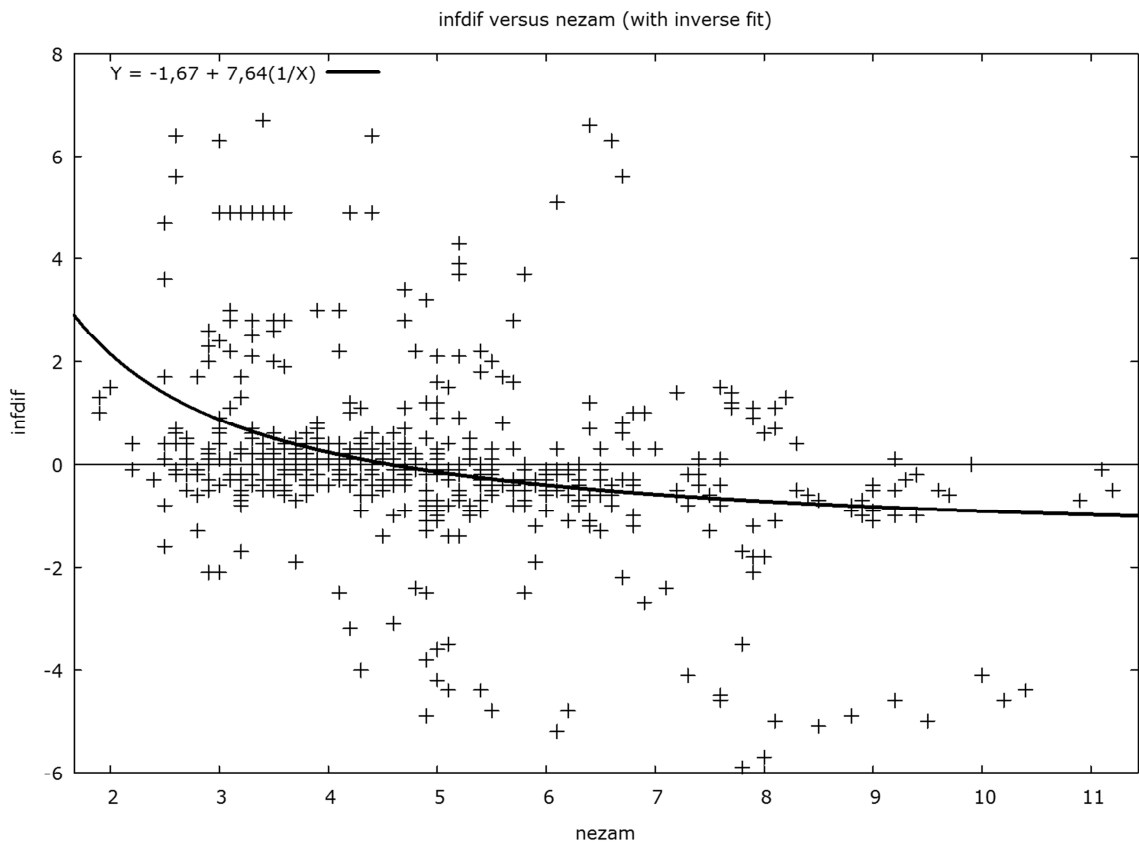
Z jednoduchého X-Y grafu vidíme, že sa dáta svojim tvarom za posledných 40 rokov nepodobajú na teoretickú Phillipsovú krivku. Upozorňujeme, že zobrazená **Phillipsova krivka je iba ilustračná** a predstavuje približný tvar závislosti, ktorú by sme očakávali. Pozorujeme, že dáta **nepôsobia usporiadané podľa nijakej krivky** a preto sa potvrdzuje spomínané tvrdenie, že Phillipsova krivka v období od roku 1971 neplatí.

3.2.4 Platila by Phillipsova krivka pri správnej modifikácii ukazovateľov?

Viacero ekonómov sa napriek všeobecne uznávanému tvrdeniu o neplatnosti Phillipsovej krivky snaží nájsť tú pravú Phillipsovú krivku. Aby sme zhrnuli všetky snahy o nájdenie správnej krivky, povedzme, že hľadájú modifikácie ukazovateľov, ktoré pôsobia usporiadane vo vzťahu k istému pravidlu/krivke.

Hussman (2001) graficky argumentuje, že pravá Phillipsova krivka platí pri vzťahu nezamestnanosti a reálnych miezd. Keď je pracovníkov menej, platy majú tendenciu stúpať rýchlejšie ako všeobecná cenová hladina, no a ak ich je veľa, výplaty zvyčajne stúpajú pomalšie ako inflácia.

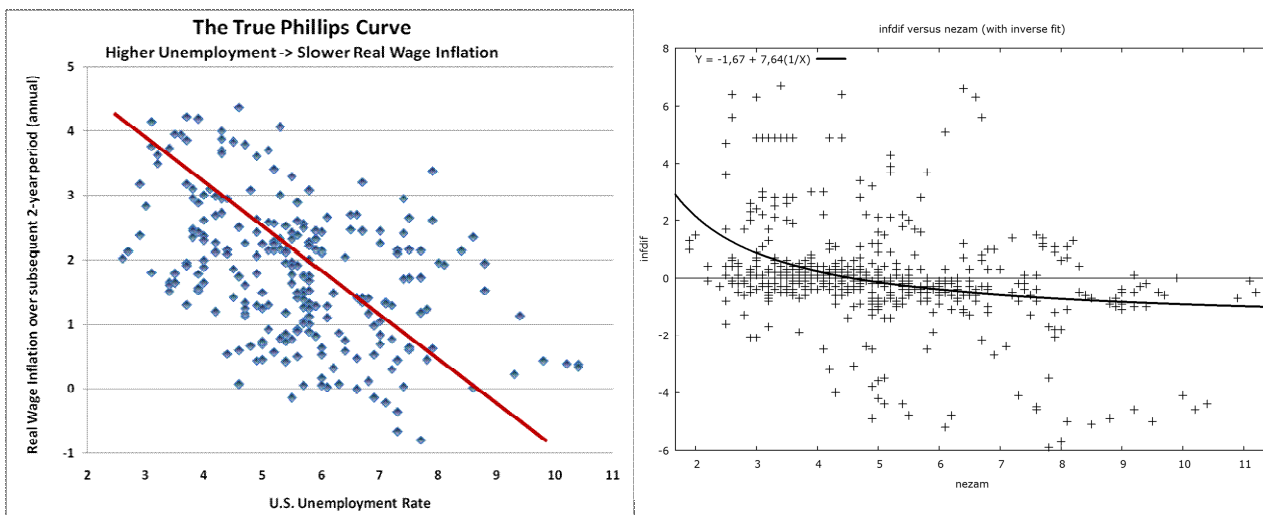
Snažili sme sa prísť na jednoduchšiu modifikáciu ukazovateľov a tiež sme sa pokúsili nájsť v upravených dátach závislosť pripomínajúcu Phillipsovu krivku. **Nahradili sme infláciu medziročnou zmenou inflácie** a hľadali sme odpoveď na otázku, či nájdeme lepšiu závislosť, ako pri jadrovej inflácií.



Obrázok 8: Bodový graf nezamestnanosti a medziročnej zmeny inflácie (1971-2014)

Vďaka úprave dát sa nám podarilo nájsť **pravidelnejšiu závislosť oproti pôvodnej**. Dokonca sa domnievame, že naše riešenie pri hľadaní novej Phillipsovej krivky kvalitou konkuruje riešeniu Hussmana.

V porovnaní s Hussmanom sú body nášho grafu intenzívnejšie sústredené okolo hypotetickej novej Phillipsovej krivky, v jeho riešení však pozorujeme menej extrémne odchylených hodnôt.



Obrázok 9: Porovnanie nášho návrhu novej Phillipsovej krivky(vpravo) s riešením Husmana

Napriek tomu rozumieme Husmannovemu výberu hodnôt reálnej mzdy a uvedomujeme si, že jeho riešenie má racionálny potenciál byť dobrým. Aj my sme však splnili cieľ – úprava inflácie nám poskytla usporiadanejšiu závislosť a tiež možnosť nakresliť približný smer teoretickej novej Phillipsovej krivky.

Napriek našej snahe musíme potvrdiť, že **Phillipsova krivka v jej pôvodnom znení po roku 1970 neplatí.**

Toto zistenie posilňuje aj našu hypotézu, že **inflácia a nezamestnanosť za posledných 40 rokov korelovali iba minimálne.**

4 Rôzne správanie premenných v čase

Pri úvahách nad predmetom skúmania práce a pri následnom výskume sme objavili nespočetné množstvo príčín a faktorov, kvôli ktorým sa mohli v minulosti naše vybrané makroekonomické ukazovatele správať **rozdielne v rôznych časových obdobiach**.

Za jeden z hlavných momentov zmien v monetárnej politike sa všeobecne považuje obdobie **rokov 1979 - 1982**, kde podľa mnohých autorov, napríklad Roley (1986), americký FED výraznejšie menil stratégiu a zameranie monetárnej politiky. *Naozaj sa model ekonomiky poznateľne zmenil po roku 1982 oproti 70-tym rokom? Zmenilo sa taktiež správanie FED-u?*

Ďalšími faktormi vplývajúcimi na zmenu modelu ekonomiky, ale aj na logickú zmenu správania sa FED-u boli v minulosti recesie. Ako si neskôr ukážeme, najzaujímavejší pohľad v zmysle rozdelenia skúmaných intervalov bude pozorovať zmenu modelu ekonomiky po nástupe súčasnej krízy v roku 2008. Recesie dávnejšie v minulosti síce nesporne mali výrazný vplyv na naše premenné a správanie FED-u, tá súčasná sa však ukazuje ako najdlhšia a najzávažnejšia za posledných 40 rokov. *Zmenil sa model ekonomiky a správanie FED-u po nástupe krízy v roku 2008? Je vôbec v období recesie model predvídateľný a vieme závislosti jednotlivých faktorov rozumne definovať?*

Už pri zbežnom pohľade si môžeme všimnúť, že v minulosti dosahovali výkyvy, ale aj absolútne čísla našich premenných, extrémnejšie hodnoty. *Ako sa líšili obdobia s rôznou volatilitou dát a čo je príčinou zmeny tejto volatility? Dostal FED v období po roku 1982 infláciu pod kontrolu?*

4.1 Štandardné delenie podľa väčšiny ekonómov

V tejto časti sme sa najprv pozreli na očakávané rozdelenie časových intervalov na základe našich prvých hypotéz a úvah. Rozdelenie považujeme za očakávané aj na základe väčšinového hlasu ekonómov ako Bernanke (2004), ktorí takto najčastejšie delia históriu americkej ekonomiky v spojitosti so správaním sa FED-u a inflácie po roku 1970.

Tento pohľad delí časovú os na obdobie **pred rokom 1979**, ďalej na úsek **1982 – 2008** a na súčasnú krízu **2008-2014**.

Dôvodom spomínaného rozdelenia sú zmeny v prostriedkoch monetárnej politiky FED-u, ktoré prehľadne popisuje aj Econ (2003). Faktormi boli tiež zmeny v správaní sa jednotlivých makroekonomických premenných alebo recesie a krízy, ktoré mohli výrazne ovplyvniť správanie našich ukazovateľov. Tu by sme si dovolili zdôrazniť, že máme na mysli iba **prostriedky monetárnej politiky**, ktorými FED sleduje stále tri rovnaké ciele monetárnej politiky spomenuté v kapitole 2.1 Federal funds rate.

V niektorých prípadoch sme oproti Econovi (2003) nepatrne posunuli interval skúmaného obdobia. Je to najmä kvôli tomu, že FED mohol s miernym oneskorením po deklarovanej zmene monetárnej stratégie **jednorazovo prudko pohnúť s úrokovou mierou**. Naše obdobie sa teda vždy začne hneď po nárazovom posune úrokovej miery, pretože inak by sme museli túto zmenu úroku v modeli **považovať za náhodný šok**, čo by mohlo neželane ovplyvniť výsledky a prácu modelov (najmä vektorovej autoregresie)

Obdobie do roku 1979 sa vyznačovalo nielen „**nešťastnou monetárnou politikou**“ FED-u, ako ju nazval Bernanke (2004), ale taktiež tým, že **zmeny v základnej cieľovej úrokovej miere neboli verejné**. Separáciu tohto obdobia v našom skúmaní podporuje aj **nepomerne vyššia volatilita makroekonomických ukazovateľov**, najmä inflácie a úrokovej miery. Navyše formálne FED v období do októbra 1979 cielil svoju monetárnu politiku na cenu bankových rezerv a **v októbri 1979 zmenil cielenie na objem peňazí** (hlavne na tzv. „nepožičané rezervy“³).

Naše prvé obdobie volíme teda od januára 1971 po september 1979 (v októbri už nastal veľký skok vo FED funds rate z 10,25% na 15,5%, ktorý by narúšal štatistiku a očividne nepatrí do tohto obdobia v zmysle modelovania závislosti našich premených).

Medzi októbrom 1979 a októbrom 1982 FED **zmenil svoje cielenie na množstvo peňazí**. Zároveň doznieval inovačný boom, ktorý nastal koncom 70-tych rokov a mal na svedomí inovácie finančného trhu, či spopularizovanie tzv. „zdieľaných fondov“. Pre

³ tzv. nepožičané rezervy sú numerickým rozdielom medzi celkovým množstvom rezerv uloženým komerčnými bankami v centrálnej banke a množstvom rezerv, ktoré si komerčné banky požičali od FED-u na vyplnenie krátkodobých nedostatkov v množstve uložených rezerv

krátkosť tohto obdobia a nejasnosť jeho odlišností (okrem rekordne vysokej inflácie) sme sa rozhodli tento úsek z našich pozorovaní vypustiť.

Od októbra 1982 ako odpoveď na inovácie na finančnom trhu a zníženú infláciu FED znova **vrátil cielenie na cenu peňazí bankových rezerv**. Zároveň sme zvolili začiatok obdobia až december z dôvodu šokovej zmeny v úrokovej miere, ktorá nastala práve medzi novembrom a decembrom 1982 (z 15% na 8,5%).

Rapidne zníženie inflácie a zmena v cielech FED-u boli dôvodom na stanovenie druhého obdobia v intervale od decembra 1982 po október 2008, teda až po začiatok súčasnej ekonomickej krízy.

Tretou časťou je obdobie súčasnej ekonomickej krízy, ktoré je logicky vzhľadom na jej rozmer a trvanie oddelené od predchádzajúceho obdobia. Znak **zmeny správania FED-u a tiež makroekonomických ukazovateľov** pozorujeme z dát v novembri 2008, kde základná inflácia prudko poklesla (z 3,7% na 1,1%). Správnosť určenia tejto hranice potvrdzuje aj následný značný zostup úrokovej miery v decembri (zo 4,25% na 0,25%) a tiež postupný a pomerne výrazný nárast nezamestnanosti (z 5,2% v októbri 2008 na 9,6% vo februári 2009)

Tretie obdobie budeme skúmať v intervale od novembra 2008 po súčasnosť (február 2014)

Ku každému z období sme zostrojili korelačnú maticu. Pripomínáme, že naším **prioritným cieľom je sledovať vzájomné správanie sa úrokovej sadzby a inflácie**. Aby sme si toto „privilegovanie“ obhájili, spomenieme, že skúmanie tejto dvojice bolo hlavnou motiváciou na napísanie tejto práce. Navyše nám už na základe nášho skúmania vyšla najväčšia korelácia práve medzi týmito dvomi premennými. Ak si budeme všimáť túto dvojicu, budeme schopní najlepšie posúdiť rozdiely medzi zvolenými obdobiami.

4.1.1 Obdobie 1971-1979

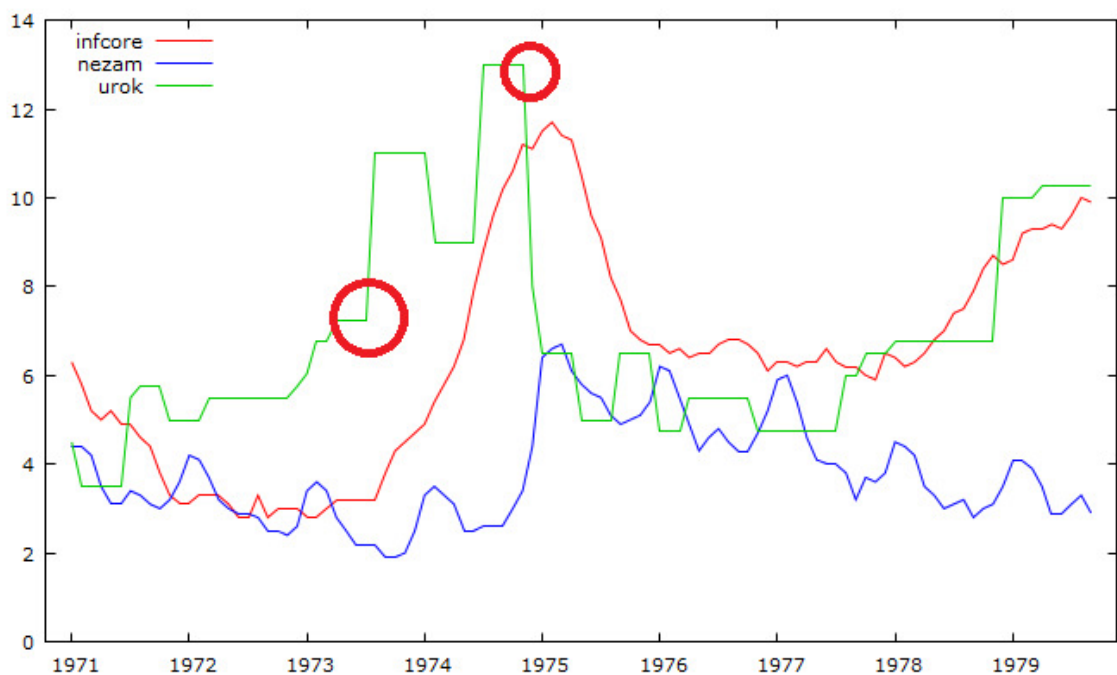
Obdobie 70-tych rokov bolo obdobím **extrémne vysokej inflácie**, dvojciferej nezamestnanosti a nepresvedčivej monetárnej politiky FED-u. Ako pripomína Vronsky (2013), na burze cenných papierov vládol chaos a ku koncu desaťročia „chcel mať už len

málokto niečo spoločné s akciami.“ Taktiež profesor Jeremy Siegel dáva vo svojej knihe Siegel (1994) tomuto obdobiu názov „najväčšie zlyhanie americkej makroekonomickej politiky povojnového obdobia.“

Kimberly Amadeo (2013) poukazuje na viacnásobné zvýšenie a zníženie úroku v krátkom časovom slede spôsobujúce pomýlenie trhu.

Tabuľka 5: Základná štatistika úroku, inflácie a nezamestnanosti v období od 1971 po 1979

	Minimum	Maximum	Stredná hodnota	Štandardná odchýlka
Úrok	3,50 %	13,00 %	6,9266 %	2,4165
Inflácia	2,80 %	11,70 %	6,3933 %	2,4595
Nezamestnanosť	1,90 %	6,70 %	3,7952 %	1,1466



Obrázok 10: Vývoj úroku, inflácie a nezamestnanosti v období od 1971 po 1979

Krivka úroku pôsobí chaoticky a nekonzistentne, čo by podporovalo Bernankeho (2004) hypotézu o nešťastnej monetárnej politike FED-u. Nezamestnanosť sa javí v miernom súlade s hodnotami inflácie. Časový rad inflácie vyzerá byť podobný, ale posunutý oproti grafu úroku.

Pozorovania sme podložili konkrétnymi výpočtami:

Tabuľka 6: Korelačná matica úroku, inflácie a nezamestnanosti v období od 1971 po 1979

úrok	inflácia	nezamestnanosť	
1,0000	0,3641	-0,4554	úrok
	1,0000	0,4271	inflácia
		1,0000	nezamestnanosť

r-kritická hodnota ($\alpha=0.05$, $df=518-2=516$) = 0,1918

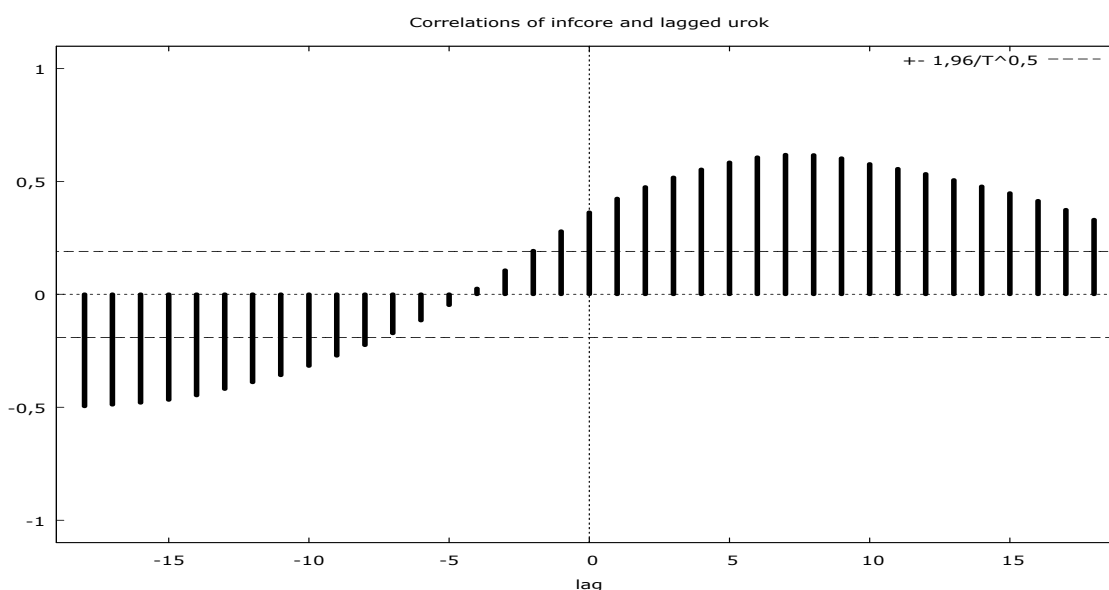
Korelácia inflácie a nezamestnanosti je silná ($>0,4$), avšak kladná, čo je presne **opačný výsledok, aký by očakávala klesajúca Phillipsova krivka.**

Úrok a nezamestnanosť sú silno záporne korelované, čo znamená, že zvýšený úrok sprevádzala nižšia nezamestnanosť a opačne. Podľa makroekonomickej teórie to však znova **nie je očakávaný vývoj**, keďže expanzívna monetárna politika (nižší úrok) by mala mať za následok rozprúdenie ekonomiky a tým pádom pokles nezamestnanosti.

Úrok a inflácia sú korelované iba stredne a značí to, že **monetárna politika FED-u v tomto období nebola primárne sústredená na znižovanie a kontrolu inflácie.** Pre podporu nášho argumentu spomenieme, že korelácia úroku a inflácie za obdobie od 1971 po 1979 je približne polovičná oproti koeficientu za celé obdobie 1971-2014. Znamená to, že počas tohto časového úseku FED kládol oveľa menší dôraz na kontrolu inflácie ako po roku 1982.

Časové rady úroku a inflácie vyzerajú byť podobné, iba posunuté v čase a majú ešte šancu byť navzájom pomerne silno závislé v prípade, že na seba reagujú oneskorene.

Túto domnienku sme si overili cross-correlogramom:



Obrázok 11: Korelogram inflácie a posunutej krivky úroku v období 1971-1979

Naozaj sa ukazuje, že ak by sme posunuli premenné v čase, dosiahli by sme silnú koreláciu ($\sim 0,61$). *Znamená teda silná korelácia cieľenú reguláciu inflácie FEDom?*

Narážame na hranicu, za ktorou už hrubé matematické výpočty môžu narobiť viac škody ako úžitku. Je nutné sa pozrieť na **konkrétne zásadné rozhodnutia** o zmene úroku a posnažiť sa na základe úrovne inflácie v **konkrétnom čase** odhadnúť, či FED mohol konať cielene voči inflácií.

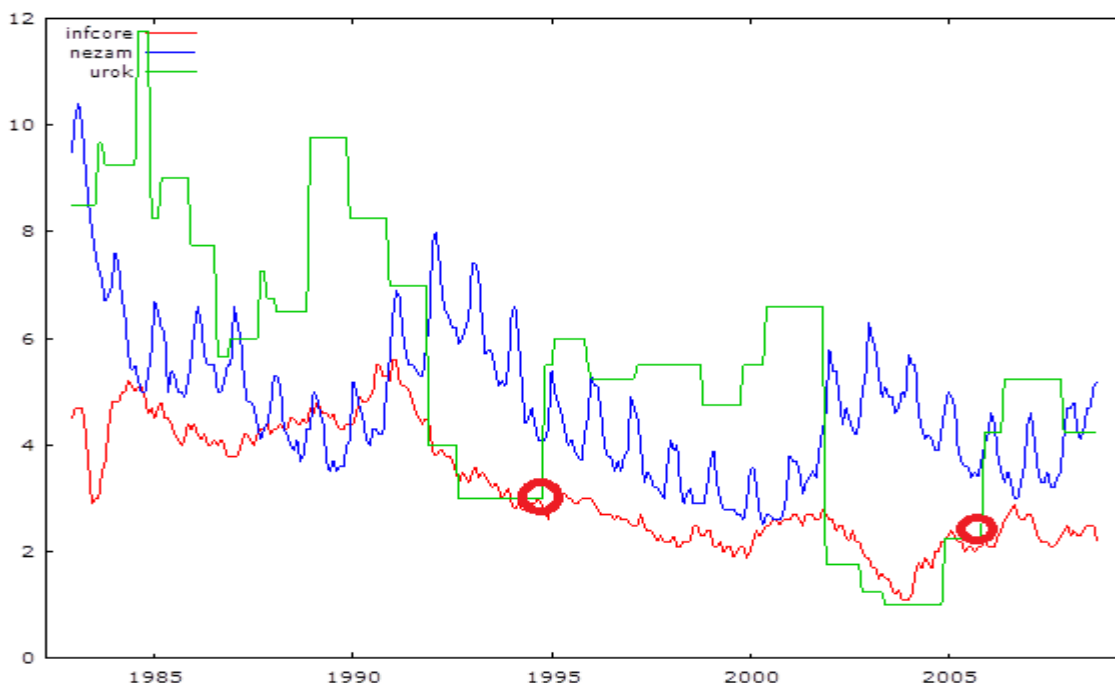
Obrázok 10 obsahuje dvakrát na krivke úrokovej miery. Sú to spomínané okamihy, ktoré sme skúmali. Z prvého je vidno, že v čase, keď FED agresívne zvyšoval úrok, nebol žiaden náznak prudkého nárastu inflácie. V druhom prípade FED výrazne znížil úrokovú mieru napriek neustále stúpajúcej inflácií. Preto mlžeme usúdiť, že **FED naozaj priamo na infláciu svojim úrokom nereagoval**.

Počínanie FED-u a ekonomickú situáciu dobre vysvetľuje Studebaker (2012), ktorý popisuje **fenomén stagflácie**, ktorá nastala v 70-tych rokoch v USA. Dá sa popísať ako stav vysokej inflácie a stagnácie súčasne. Vysoká inflácia je paradoxne sprevádzaná vysokou nezamestnanosťou a pomalým, alebo záporným rastom HDP.

Stagfláciu spôsobil nedostatok ropy, ktorej cena sa za krátku dobu zdvojnásobila. Keďže ropa je kľúčová surovina a používa sa na výrobu mnohých produktov, **vysoké ceny ropy spôsobili nárast cien celého spektra výrobkov** a teda vysokú infláciu. Nedostatok tejto suroviny zároveň spôsobil **nedostatok produktov na trhu**, čo zastavilo rast HDP. Výsledkom bola vysoká inflácia a zastavený rast HDP.

4.1.2 Obdobie 1982-2008

Monetárna politika FED-u po roku 1980 je považovaná za **inflačne ciele** a očakáva sa teda, že aktívne reguloval jej výšku pomocou úrokovej miery. Naďalej nepredpokladáme platnosť pôvodnej Phillipsovej krivky.



Obrázok 12: Vývoj úroku, inflácie a nezamestnanosti v období od 1982 po 2008

Tabuľka 7: Základné informácie o úroku, inflácií a nezamestnanosti v období od 1982 po 2008

	Minimum	Maximum	Stredná hodnota	Štandardná odchýlka
Úrok	1,00 %	11,75 %	5,4805 %	2,5079
Inflácia	1,10 %	5,60 %	3,1842 %	1,0888
Nezamestnanosť	2,50 %	10,40 %	4,7254 %	1,3811

Nezamestnanosť mužov v produktívnom veku počas tohto obdobia postupne klesala a po výraznejšom zvýšení okolo roku 1993 sa stabilizovala okolo hodnoty 5%. Inflácia a úroková miera sa javia oveľa viac korelované a oba časové rady postupne klesajú počas celého obdobia. Úrok sa však nevyhol výrazným fluktuáciám a oproti inflácií pôsobí menej stabilne

Na závislosti sme sa znova pozreli matematicky – pomocou korelačnej matice:

Tabuľka 8: Korelačná matica úroku, inflácie a nezamestnanosti v období od 1982 po 2008

úrok	inflácia	nezamestnanosť	
1,0000	0,7481	0,1376	úrok
	1,0000	0,4579	inflácia
		1,0000	nezamestnanosť

r-kritická hodnota ($\alpha=0.05$, $df=518-2=516$) = 0,1112

Úrok a inflácia sú veľmi silno korelované a potvrdzuje sa pôvodná hypotéza oveľa silnejšej závislosti v rokoch od 1982 po 2008 v porovnaní s predchádzajúcim obdobím.

Nadalej sa jasne potvrdzuje tvrdenie, že **neplatí pôvodná Phillipsova krivka**, pretože inflácia a nezamestnanosť sú silno **kladne** korelované.

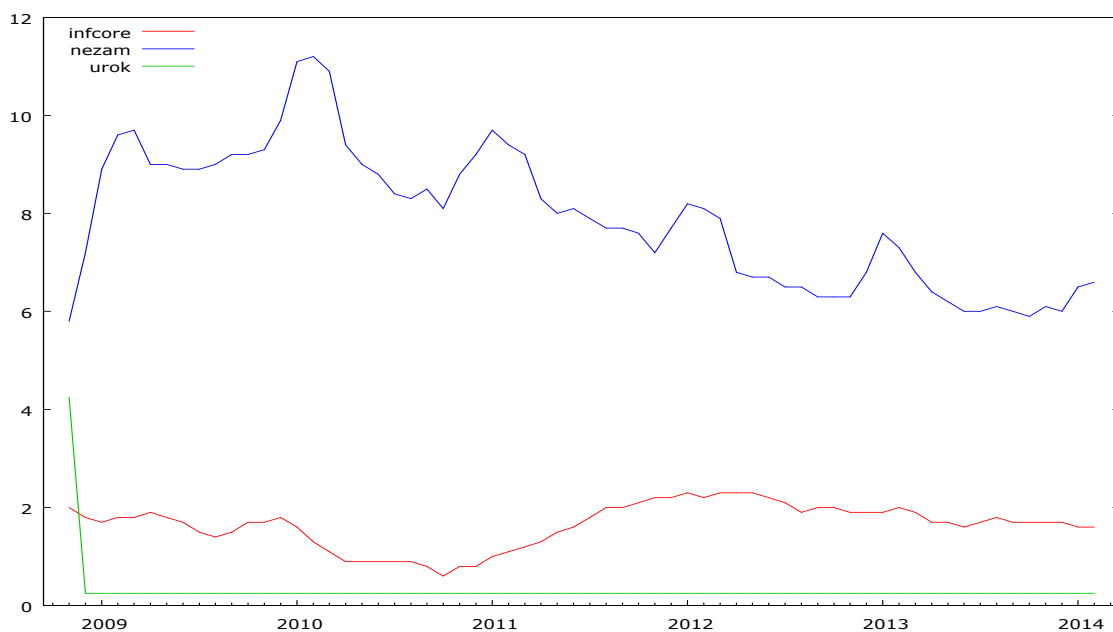
Úrok a nezamestnanosť sú stále veľmi slabo až vôbec korelované, no pozorujeme už aspoň **kladné znamienko, ktoré je podľa ekonomickej teórie očakávané**.

Napriek nemeniacej sa volatilitate hodnôt úrokovej miery FED-u počas celého obdobia, inflácia sa po roku 1990 začala ustálovať na hodnote blízkej inflačného cieľa a bola veľmi stabilná (štandardná odchýlka iba ~0,4).

Na grafe sme opäť zvýraznili dva okamihy v časovom rade úrokovej miery. Oba prípady ukazujú praktický príklad toho, že **monetárna politika nemala za svoj jediný cieľ stabilizáciu inflácie**. V oboch bodoch totiž pozorujeme pomerne veľké zvýšenie hodnoty FED funds rate napriek takmer ideálnej výške a volatilitate inflácie.

4.1.3 Obdobie 2008-2014

V septembri 2008 bankrotovala americká investičná banka Lehman Brothers, ktorej pád, ako píše Szabó (2010), znamenal šok na akciových trhoch a spôsobil úplnú zmenu správania investorov. Tí začali hľadať menej výnosné bezpečnejšie príležitosti a opatrnosť a strach zastavili ekonomický rast.



Obrázok 13: Vývoj úroku, inflácie a nezamestnanosti v období od 2008 po 2014

Tabuľka 9: Základné informácie o úroku, inflácií a nezamestnanosti v období od 2008 po 2014

	Minimum	Maximum	Stredná hodnota	Štandardná odchýlka
Úrok	0,25 %	4,25 %	0,3125 %	0,5000
Inflácia	0,60 %	2,30 %	1,6453 %	0,4418
Nezamestnanosť	5,80 %	11,20 %	7,9125 %	1,4097

Hospodárska kríza výrazne ovplyvnila najmä nezamestnanosť a úrokovú sadzbu. Spomalenie ekonomiky a zvýšená opatrnosť na trhu znamenala **rekordné hodnoty nezamestnanosti** (11,2% u mužov v produktívnom veku)

Americká centrálna banka sa **znížením úrokovej sadzby na hodnotu blízku teoretickému minimu** FED funds rate (0%) snaží doteraz rozprúdiť ekonomiku a podporiť rast.

Napriek tomu, že sa aj v roku 2014 hovorí o pretrvávajúcej hospodárskej kríze, **podarilo sa nezamestnanosť dostať na relatívne prijateľných 6%.**

Vzhľadom na charakter a priebeh dát považujeme za zbytočné uvádzať analýzu korelácií jednotlivých premenných. Už z grafu je možné vidieť, že jediným pozorovateľným faktom je, že **sa centrálna banka takmer minimálnym úrokom snaží bojovať s vysokou nezamestnanosťou.**

4.1.4 Vzájomné porovnanie období

Potvrdili sme úvodnú hypotézu, ktorá hovorí, že po roku 1982 bola monetárna politika inflačne cielená. Ukázali sme, že korelácia medzi úrokom a infláciou bola v tomto období veľmi silná.

Dokázali sme, že po roku 1970 neplatí pôvodná Phillipsova krivka a pokúsili sme sa definovať takzvanú novú Phillipsovu krivku, ktorá splnila naše očakávania oveľa viac.

Obdobie 1971-1979 bolo časom väčšej volatility makroekonomických ukazovateľov a obdobie 1982-2008 bolo úsekom, počas ktorého sa premenné správali viac podľa nášho očakávania a ekonomickej teórie.

Dáta počas súčasnej krízy nám nedávajú takmer žiadnu možnosť ďalšej analýzy a tobož nie modelovania, keďže inflácia a úrok sú počas tohto obdobia konštantné a iba nezamestnanosť má klesajúci trend. **Preto v nasledujúcom modeli vektorovej autoregresie budeme uvažovať dve hlavné obdobia: 1971-1979 a 1982-2008.**

4.2 Hľadanie okamihu skrotienia inflácie

V predchádzajúcej analýze rozdelenia na tri obdobia sa nám podarilo pomerne dobre popísať a vysvetliť charakteristiky jednotlivých časových úsekov, ktoré sú zjavne odlišné, a tak považujeme spomínané rozdelenie za pravdepodobne najvhodnejšie.

Vďaka poznatkom nadobudnutým počas skúmania sme si dali za cieľ navrhnúť **vlastné časové rozdelenie minulosti, ktoré by dávalo čo najväčší zmysel.**

Berúc do úvahy skutočnosť, že kontrola inflácie je jedným z hlavných cieľov monetárnej politiky FED-u, **navrhujeme nájsť okamih v histórii, kedy sa americkej centrálnej banke definitívne podarilo infláciu dostať pod kontrolu.** Požiadavky na tento bod sme si stanovili ešte pred pozorovaním:

- 1) hľadaný bod musí byť v širšom okruhu cieľovej 2% hodnoty inflácie (1-3%)
- 2) počnúc hľadaným okamihom sa hodnoty inflácie nevychýlia z intervalu 1-3 %, s výnimkou niekoľkých extrémnych hodnôt, ktorých závažnosť posúdime individuálne
- 3) hodnota FED funds rate aspoň jeden rok do minulosti nevykazuje extrémny skok (>1%)



Obrázok 14: Hľadanie bodu, kedy FED dostal dlhodobo pod kontrolu infláciu

Naším hľadaným bodom je január 1994, kedy inflácia prvý krát klesla pod trojpercentnú hranicu na 2,9%.

V prípade, že by roku 1993 nepredchádzali výrazné zmeny v úrokovej miere, boli by sme považovali za bod relatívneho ustálenia inflácie už október 1992, keď klesla inflácia na 3,4%. Keďže ale tesne pred týmto mesiacom FED výrazne hýbal s úrokovou sadzbou, považujeme za okamih získania kontroly nad infláciou až **bod, keď sa situácia ustálila po jeho poslednom výraznom zásahu.**

Dôsledkom aktívnej inflačnej politiky bola nepretržitá kontrola inflácie v rozmedzí 1-3% počas obdobia nasledujúcich dvadsiatich rokov. Malú odchýlku v októbri 2010 (0,6%) môžeme pokojne zanedbať.

5 Teória modelovania vektorovou autoregresiou

Táto kapitola obsahuje teoretický základ potrebný na zostrojenie modelu americkej ekonomiky pomocou vektorovej autoregresie ako aj vysvetlenie princípu tzv. impulse-response funkcií. Podrobnejšia teória modelu VAR a jeho použitie je obširne spracované v dielach autorov Luetkepohl (2011), Stock-Watson (2001) alebo Iacoviello (2008).

5.1 Vektorová autoregresia

Vektorová autoregresia⁴ (VAR) je ekonometrický model, ktorý zachytáva vývoj a závislosti medzi viacerými časovými radmi – je zovšeobecnením univariantných AR modelov. Používa sústavu viacerých premenných (preto vektorová), ktorých vývoj je popísaný pomocou tzv. lagov (posunov), ktoré pochádzajú tak zo samotnej premennej (preto „auto-“), ako aj zo všetkých ostatných premenných obsiahnutých v modeli.

Inak povedané, sú to modely používajúce historické hodnoty vybraných ukazovateľov na analýzu ich vzájomných závislostí a tvorbu predpovedí (preto regresia). Sims (1980) popisuje VAR ako voľnú neteoretickú metódu, ktorá je alternatívou štrukturálnym modelom obsahujúcim „neuveriteľné identifikačné reštrikcie“. Citát Simsa môžeme chápať ako kompliment vektorovej autoregresii, ktorá má pri svojej relatívnej jednoduchosti veľmi dobré praktické využitie.

Model popisuje vývoj sady n premenných (nazývané aj endogénne) počas skúmaného časového obdobia ($t=1, \dots, T$). Je reprezentovaný n funkciami historického vývoja týchto veličín. Použijúc notáciu Lu, C. – Xin, Z. (2010)⁵, sú premenné v čase t sústredené v $n \times 1$ vektore y_t^i , $i=1, \dots, n$. i -ty element y_t^i (i -ta skúmaná premenná – napríklad HDP Austrálie) obsahuje argument t reprezentujúci čas (teda napríklad HDP Austrálie v januári 1986).

⁴ Značnú zásluhu na spopularizovaní modelov VAR mal napríklad článok Sims (1980).

⁵ Odkazovaná notácia používa neprehľadné označovanie až dvoch rôznych vecí dolným indexom – poradie skúmanej premennej a čas, v ktorom danú premennú skúmame. Preto sme sa rozhodli vylepšiť tento zápis nasledovne: Horný index identifikuje, o ktorú endogénnu premennú ide a dolný index udáva časový okamih, v ktorom ju skúmame.

(Redukovaný) model VAR p-teho rádu, značený VAR(p) má predpis (teraz nepíšeme horný index – používame vektorový zápis):

$$\mathbf{y}_t = \mathbf{c} + \Phi_1 \mathbf{y}_{t-1} + \dots + \Phi_p \mathbf{y}_{t-p} + \boldsymbol{\varepsilon}_t \quad (3)$$

kde \mathbf{c} je $n \times 1$ vektor konštant (intercept term), Φ_i je $n \times n$ matica (pre každú premennú $i=1, \dots, n$) a $\boldsymbol{\varepsilon}_t$ je chybový vektor rozmeru $n \times 1$.

Pozorovanie \mathbf{y}_{t-l}^i v čase $t-l$ (l časových jednotiek v minulosti) sa nazýva l -tym lagom (oneskorením) premennej y^i . Teda VAR p-teho rádu nazývame model s p lagmi.

5.2 Impulse-response funkcie

Lu, C. a Xin, Z. (2010) zjednodušene popisujú princíp impulse-response funkcií, ktoré budeme označovať aj IRF. Popisujú reakciu ľubovoľného dynamického systému ako odpoveď na vonkajšiu zmenu/vplyv/šok.

Majme VAR zapísaný vektorom MA(∞) ako:

$$y_t = \mu + \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \varphi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots \quad (4)$$

Potom maticu φ_s môžeme interpretovať ako

$$\varphi_s = \frac{\partial y_{t+s}}{\partial \varepsilon_t} \quad (5)$$

Teda element riadku i a stĺpca j vyjadruje následky jednotkového zvýšenia j -tej premennej (jej inovácie) v čase $t(\varepsilon_{jt})$ na hodnoty i -tej premennej v čase $t+s(y_{it+s})$, pričom ostatné zmeny vo všetkých časoch zostávajú konštantné.

$\frac{\partial y_{it+s}}{\partial \varepsilon_{jt}}$ - funkcia argumentu s , je teda naša impulse-response funkcia.

Popisuje reakciu y_{it+s} na jednorázový impulz v y_{jt} pričom ostatné premenné v čase t alebo staršom ostávajú konštantné.

6 Overenie predpokladov na dobré fungovanie modelu VAR

Na to, aby vektorová autoregresia generovala správne výpočty, výsledky a predpovede, je potrebné aby sme overili, či sú údaje „dostatočne dobré“, aby s nimi vedela pracovať správne.

V tejto kapitole budeme dáta testovať na splnenie predpokladov, ktoré sú potrebné na správne fungovanie modelu.

Použijeme nami nazvanú metódu skúmania Čiastkového Obdobia na Stacionaritu Intervalu a na Jednoduchú AutoKoreláciu (takzvaný model „ČO SI JAK“)

6.1 Stacionarita

Model VAR vyžaduje na to, aby pracoval správne, stacionaritu všetkých premenných. V prípade, že by sme použili nestacionárne dáta, hrozí, že by bol vychýlený.

Stacionarita je vlastnosť časového radu, ktorá hovorí, že premenná pochádza z rovnakého rozdelenia počas celého jeho trvania. Keďže faktormi, ktoré vstupujú do definície rozdelenia sú stredná hodnota a variancia, **môžeme stacionaritu definovať ako stav, kedy sa stredná hodnota a variancia v čase menia iba minimálne.**

V oboch obdobiach vykonáme najprv **neformálny (intuitívny) test stacionarity**. Ten pozostáva z analýzy grafu časovej premennej. Sledujeme, či sú dáta sústredené okolo svojej strednej hodnoty, či vykazujú istý trend, alebo či premenná obsahuje konštantu⁶.

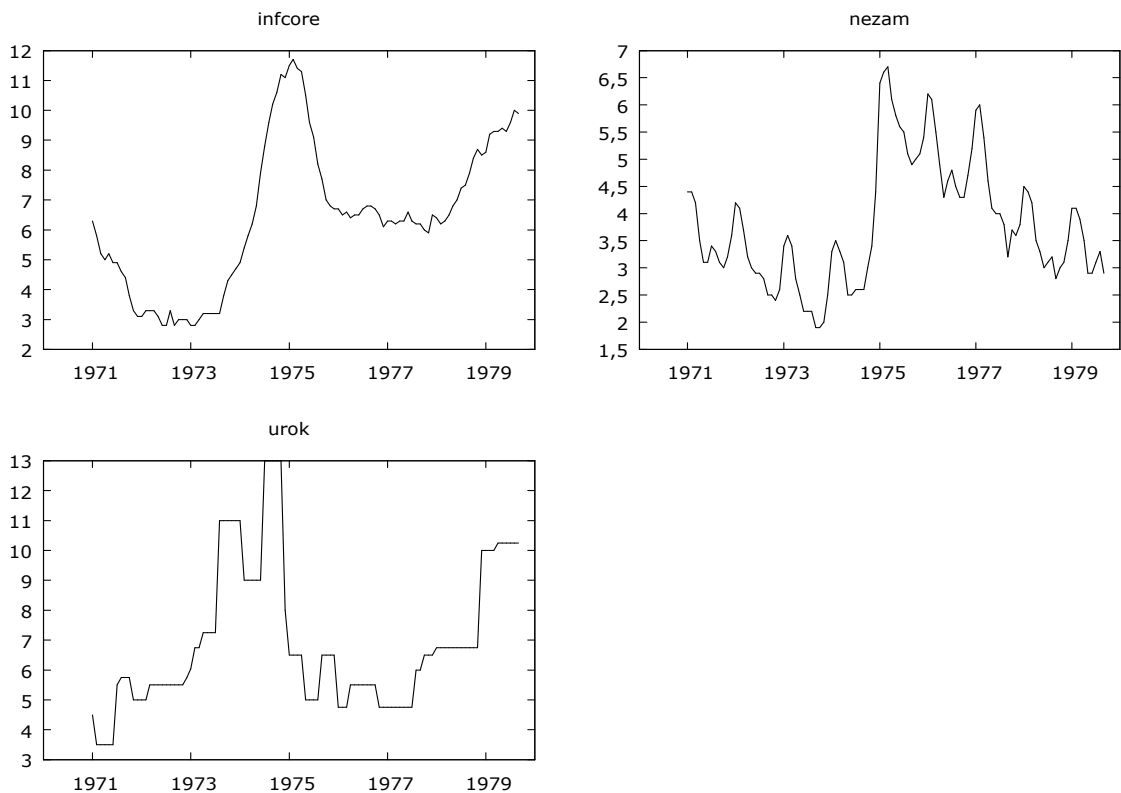
Následne vykonáme **formálnu analýzu stacionarity** založenú na **ADF** (Augmented Dickey-Fuller test) a **KPSS** teste, ktorému položili základy v diele Kwiatkowski et al. (1991). Kým ADF test má nulovú hypotézu vo forme nestacionarity, KPSS test má formulovanú hypotézu H_0 ako stacionaritu.

Na to, aby sme konštatovali stacionaritu dostatočnú na správne fungovanie VAR (dostatočná \neq ideálna) nám bude stačiť, ak aju aspoň jeden test nezamietne.

⁶ zjednodušene to znamená, že časový rad bude pravdepodobne obsahovať konštantu vtedy, keď je jeho stredná hodnota vychýlená od nuly

6.1.1 Obdobie od 1971 po 1979

Z grafu vývoja premenných v období 1971-1979 je zrejmé, že úrok vykazuje jasný stúpajúci trend a nezamestnanosť obsahuje klesajúci trend (ak zanedbáme skokový jednorazový nárast). Inflácia má skôr veľké výkyvy, než by sledovala určitý trend. Premenné sa javia nestacionárne aj v zmysle, že veľmi **zriedka pretínajú svoju strednú hodnotu**. Na druhej strane je variácia pomerne veľká, avšak stabilne vysoká. Všetky premenné očividne **obsahujú konštantu**.



Obrázok 15: Grafy úroku, inflácie a nezamestnanosti v období od 1971 po 1979

Keďže sú naše premenné vyjadrené v percentách⁷, stále v sebe uchováваме „vieru v stacionaritu“, ktorú sa pokúsime dokázať formálne – pomocou výpočtov.

⁷ Najčastejšie bývajú makroekonomické časové rady nestacionárne z toho dôvodu, že majú očividný trend, ktorý vyplýva z ich podstaty (napríklad HDP, alebo Money supply (M2)). V našom prípade sú premenné vyjadrené v percentách a to nám dáva nádej, že napriek väčším výkyvom, nebude existencia trendu tým faktorom, ktorý by zhoršoval stacionaritu.

6.1.1.1 ADF test

Na začiatok testujeme takzvaným Augmented Dickey-Fuller testom, ktorého **nulovou hypotézou sú nestacionárne dáta.**

Keďže sme z neformálnej analýzy pozorovali, že úrok vykazuje trend, budeme pre túto premennú počítať **ADF test s trendom.** Nezamestnanosť okrem jedného prudkého zvýšenia očividne systematicky klesá a tiež obsahuje každoročné sezónne výkyvy, budeme teda ADF test pre nezamestnanosť počítať **s trendom a pridanými sezónnymi premennými „dummies variables“⁸.**

Pomocou softvéru Gretl testujeme ADF:

Tabuľka 10: ADF test stacionarity úroku, inflácie a nezamestnanosti v období od 1971 po 1979

	ÚROK	INFLÁCIA	NEZAMESTNANOSŤ
	ADF + trend + konštanta	ADF + konštanta	ADF +trend +dummies
p-value	0,8320	0,6723	0,9036
výsledok	Nestacionarita :(Nestacionarita :(Nestacionarita :(

Vo všetkých troch pozorovaniach je hodnota p-value väčšia ako hladina významnosti⁹ (0,10) a teda nemôžeme zamietnuť hypotézu H_0 , že dáta sú nestacionárne. **ADF test nám dáva nestacionaritu.**

6.1.1.2 KPSS test

Teraz použijeme KPSS test, ktorého **nulová hypotéza je stacionarita.**

Trend pridáme úroku, ako pri ADF teste. Nezamestnanosti pridáme dummies.

⁸ „dummy variables“ sa používajú na odstránenie efektu sezónnych výkyvov, každoročný skok v nezamestnanosti v januári je toho výborným príkladom

⁹ Hladina významnosti nám udáva, ako presný chceme daný test mať. Čím je hladina významnosti nižšia, tým bude interval vhodný pre zamietnutie hypotézy H_0 menší, avšak v prípade zamietnutia bude mať tento test „väčšiu silu“. Najvoľnejšia hladina významnosti, ktorá sa bežne v štatistike používa je 10%.

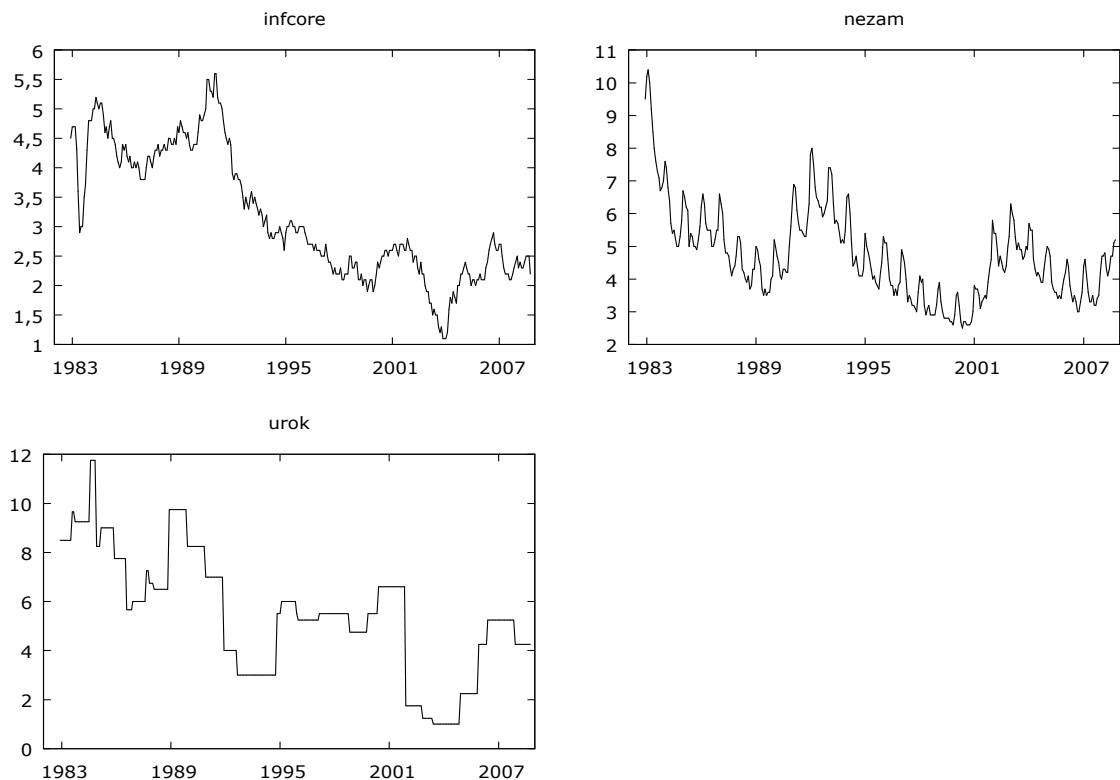
Tabuľka 11: KPSS test stacionarity úroku, inflácia a nezamestnanosti v období od 1971 po 1979

	ÚROK	INFLÁCIA	NEZAMESTNANOSŤ
	KPSS + trend + c	KPSS + c	KPSS+trend+dummies
Testovacia štatistika	0,2163	0,8967	0,2850
Kritické hodnoty 10%/5%/1%	0,120/0,148/0,216	0,349/0,466/0,734	0,120/0,148/0,216
výsledok	Stacionarita :) (1%)	Stacionarita :) (1%)	Stacionarita :) (1%)

Test zamieta nulovú hypotézu a prijíma hypotézu H_1 (nestacionarita) v prípade, že je testovacia štatistika menšia, ako kritická hodnota.

Testovacia štatistika je väčšia ako 1% kritická hodnota a teda KPSS test nevie zamietnuť hypotézu H_0 a **konštatuje stacionárne dáta**. Pri všetkých troch premenných sme prijali nulovú hypotézu už pri kritickej hodnote 1%, čo predstavuje silné tvrdenie.

6.1.2 Obdobie od 1982 po 2008



Obrázok 16: Grafy vývoja úroku, inflácie a nezamestnanosti v období od 1982 po 2008

Úrok a inflácia majú klesajúci trend a nezamestnanosť okrem prudkého poklesu na začiatku nevykazuje výraznú tendenciu. Pri úroku a inflácií budeme udávať variantu testu s trendom. Všetky obsahujú taktiež konštantu a znova pridáme pri nezamestnanosti sezónne premenné.

6.1.2.1 ADF test

Tabuľka 12 ADF test stacionarity premenných v období 1982-2008

	ÚROK	INFLÁCIA	NEZAMESTNANOSŤ
	ADF + trend + konštant	ADF + trend + konštant	ADF + dummies + konštant
p-value	0,0302	0,1799	0,0166
výsledok	Stacionarita :) (5%)	Nestacionarita :(Stacionarita :) (5%)

ADF test pri premennej inflácii nedokáže zamietnuť nulovú hypotézu nestacionarity ani pri 10% hladine významnosti

Pri **úroku a nezamestnanosti** však už dokážeme zamietnuť H_0 nestacionarity a **prijat' stacionaritu**, avšak iba na hladine významnosti 5%, ktorá stále znamená pomerne solídnu silu testu.

6.1.2.2 KPSS test

Tabuľka 13: KPSS test stacionarity premenných v období 1982-2008

	ÚROK	INFLÁCIA	NEZAMESTNANOSŤ
	KPSS + trend + c	KPSS + c	KPSS+trend+dummies
Testovacia štatistika	0,2085	4,1902	0,3109
Kritické hodnoty 10%/5%/1%	0,120/0,148/0,217	0,348/0,463/0,741	0,120/0,148/0,217
výsledok	Stacionarita :) (5%)	Stacionarita:) (1%)	Stacionarita :) (1%)

Z tabuľky vidíme, že KPSS test nedokáže zamietnuť stacionaritu ani pri jednej premennej s tým, že pri inflácií a nezamestnanosti to platí pri veľmi silnej hladine významnosti 1% a pri úroku pri hladine významnosti 5%.

6.1.3 Zhrnutie

Pri prvom období sa nám podarilo ukázať stacionaritu všetkých premenných na hladine významnosti 1%.

Pri druhom období sa stacionarita pohybuje v niektorých prípadoch (inflácia, nezamestnanosť) na hladine významnosti 1% a pri úroku na hladine významnosti 5%.

Môžeme teda vyhlásiť, že dáta vykazujú potrebnú stacionaritu a spĺňajú podmienky na dobrý priebeh modelu VAR.

6.2 Vhodný počet lagov

Na zostrojenie modelu VAR **potrebujeme určiť optimálny počet lagov**, ktorý bude v rovniciach vektorovej autoregresie každá premenná obsahovať.

Na jeho určenie používame tri najčastejšie kritériá: Akaikeho kritérium (AIC), Schwarz-Bayesovo kritérium (BIC) a Hannan-Quinnovo kritérium (HQC).

Každé kritérium vypočíta koeficienty pre všetky teoretické počty lagov, ktoré by sme mohli použiť. Koeficient, ktorý je najmenší, zodpovedá počtu lagov, ktorý nám dané kritérium odporúča.

Ak rôzne kritériá poradia rôzny počet lagov, berieme zväčša ten počet, pri ktorom je absolútna veľkosť koeficientu najmenšia spomedzi všetkých odporúčaní.

Znova udávame test s pridanou konštantou a s maximálnym počtom lagov 24 (2 roky), pretože predpokladáme, že pri mesačných dátach nestačí model VAR vyjadriť pomocou predchádzajúcich 2-3 hodnôt.

6.2.1 Obdobie od 1971 po 1979

Z výsledkov softvéru Gretl je vidno, že všetky tri testy odporúčajú vo VAR modeli zvoliť **počet lagov rovný 2**.

VAR system, maximum lag order 12

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion, BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags	loglik	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	-182,07656		4,173689	4,500476	4,305637
2	-151,77108	0,00000	3,715507*	4,287384*	3,946415*
3	-149,16911	0,81618	3,853099	4,670067	4,182967
4	-145,72559	0,64888	3,972593	5,034651	4,401422
5	-142,16717	0,62496	4,089617	5,396765	4,617406
6	-136,26332	0,22437	4,156200	5,708439	4,782950
7	-130,74457	0,27315	4,231066	6,028395	4,956776
8	-122,43619	0,05507	4,245940	6,288358	5,070610
9	-106,31232	0,00018	4,092738	6,380247	5,016369
10	-91,74664	0,00062	3,973046	6,505645	4,995637
11	-87,82669	0,55036	4,082294	6,859984	5,203846
12	-80,28528	0,08869	4,113662	7,136442	5,334174

Obrázok 17: Voľba vhodného počtu lagov pomocou softvéru Gretl (1971-1979)

6.2.2 Obdobie od 1982-2008

VAR system, maximum lag order 12

The asterisks below indicate the best (that is, minimized) values of the respective information criteria, AIC = Akaike criterion, BIC = Schwarz Bayesian criterion and HQC = Hannan-Quinn criterion.

lags	loglik	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	-309,89184		2,070044	2,214345	2,127723
2	-269,60137	0,00000	1,868819	2,121345*	1,969757
3	-267,46485	0,89254	1,912957	2,273709	2,057155
4	-247,02386	0,00001	1,839382	2,308359	2,026838
5	-237,83003	0,03093	1,838135	2,415338	2,068851
6	-223,21882	0,00059	1,802050	2,487479	2,076025
7	-213,10673	0,01658	1,794899	2,588552	2,112133
8	-194,91763	0,00003	1,735805	2,637684	2,096298
9	-163,67653	0,00000	1,592775	2,602880	1,996528
10	-142,59800	0,00000	1,515100	2,633430	1,962112*
11	-135,07850	0,08987	1,524621	2,751176	2,014892
12	-119,65470	0,00031	1,483310*	2,818091	2,016840

Obrázok 18: Voľba vhodného počtu lagov pomocou softvéru Gretl (1982-2008)

Pri druhom období softvér vygeneroval tri rôzne odporúčania. Spomedzi nich by bolo riešením napríklad použiť to, ktoré nám radí stredný počet lagov (10), teda akýsi kompromis.

Avšak na začiatku sme sa rozhodli, že si vyberieme tú možnosť, pri ktorej bude najmenšia hodnota koeficientu vypočítaného akýmkoľvek kritériom – teda **počet lagov druhého VAR volíme 12(na základe AIC testu)**.

6.3 Autokorelácia

Po zostrojení modelu VAR testujeme rovnice na autokoreláciu. V prípade, že v rovnici žiadnu neobjavíme, znamená to, že máme konzistentné dáta a že sú nezávisle rozdelené. Na druhej strane istá miera autokorelácie rovníc je očakávaná a prirodzená, keďže dnešná hodnota makroekonomického ukazovateľa pomerne dosť závisí od minulých hodnôt.

Testujeme teda pre obe obdobia nulovú hypotézu „žiadnej autokorelácie“ pomocou Ljung-Box testu.

6.3.1 Obdobie od 1971 po 1979

Uskutočnili sme Ljung-Box test v softvéri Gretl:

Tabuľka 14: Test autokorelácie pomocou Ljung-Box testu (1971-1979)

	Rovnica 1	Rovnica 2	Rovnica 3
p-value	0,227	0	0,848
výsledok	No autocorrelation :)	Autocorrelation	No autocorrelation :)

Hodnoty p-value pri inflácií (0,227) a úroku (0,848) sú väčšie ako kritická hodnota 0,01 a preto nevieme zamietnuť hypotézu „žiadnej autokorelácie“ na hladine významnosti 1%. **Test nám teda konštatuje nezávisle rozdelené dáta pre infláciu a úrok.**

Pri nezamestnanosti test zamietá nulovú hypotézu a konštatuje autokoreláciu. Tento fakt však vieme jednoducho vysvetliť tým, že nezamestnanosť má sezónne odchýlky (sezónne práce, zastavenie stavieb v zime) a preto je autokorelácia očakávaný výsledok.

Nemáme teda nezávisle rozdelené dáta nezamestnanosti, avšak vzhľadom na to, že sezónne výkyvy vyplývajú z podstaty sezónnych prác, nebudeme sa tým predbežne zaoberať.

6.3.2 Obdobie od 1982-2008

Spustili sme Ljung-Box test aj na druhý VAR:

Tabuľka 15: Test autokorelácie pomocou Ljung-Box testu (1982-2008)

	Rovnica 1	Rovnica 2	Rovnica 3
p-value	0	0	0,859
výsledok	Autocorrelation	Autocorrelation	No autocorrelation :)

Z výsledkov testu vidíme, že iba pri tretej rovnici sa potvrdila nulová hypotéza žiadnej autokorelácie. Pri zvyšných dvoch rovniciach pozorujeme autokoreláciu dát, to znamená, že hodnoty prvých dvoch rovníc nie sú nezávisle rozdelené.

Autokoreláciu rovnice nezamestnanosti sme už vysvetlili sezónnym charakterom prác.

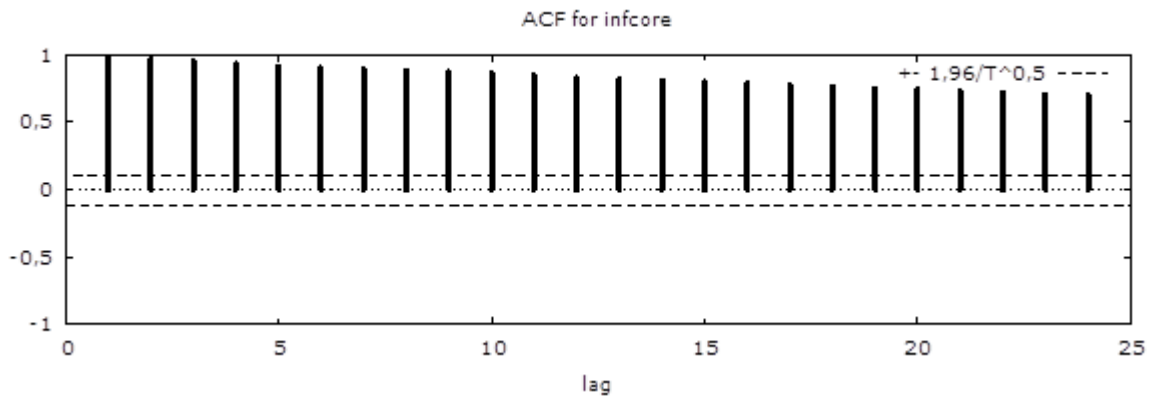
Rovnica 1, ktorá popisuje hodnoty inflácie v modeli vykazuje autokoreláciu podľa nás preto, že obsahuje v sebe časové posuny nezamestnanosti a teda má šancu „zdediť“ diagnózu autokorelácie od nezamestnanosti. *A prečo inflácia zdedí autokoreláciu a úrok nie? Domnievame sa, že vzhľadom na oveľa silnejšiu koreláciu nezamestnanosti s infláciou, sa v jej rovnici sezónne výkyvy prejavajú viac.*

6.3.3 Zhrnutie

V oboch obdobiach nám vykazujú niektoré rovnice VAR modelu autokoreláciu. Pokúsili sme sa vysvetliť príčiny, prečo ju obsahujú, a keďže vo všetkých prípadoch to podľa nášho názoru súvisí s charakteristikami časových radov, ktoré by nebolo správne zanedbať, nebudeme dáta ďalej upravovať.

Nemáme za cieľ pracovať s umelo dokonalými údajmi a vznik podobných diagnóz ako autokorelácia je pre nás šanca na vysvetlenie možných príčin odchýliek, ktoré vzniknú pri samotnom modelovaní.

Samotná autokorelácia nemusí byť zlým znakom, vieme z nej totiž konštatovať dlhú pamäť makroekonomického procesu, teda akúsi teóriu vplyvu dnešných rozhodnutí na ďalšie formovanie premenných najmä v strednodobom horizonte. Dlhú pamäť procesu vieme ilustrovať korelogramom, použijeme príklad inflácie v období od 1982 po 2008, kde pozorujeme ešte po dvoch rokoch silnú autokoreláciu.

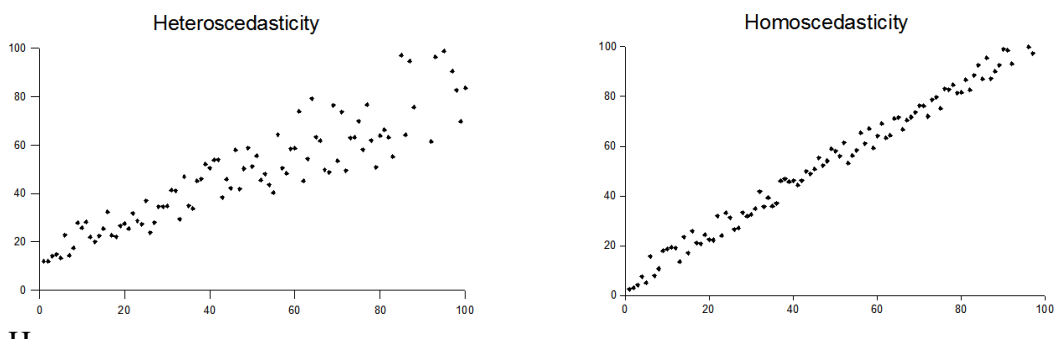


Obrázok 19: Test autokorelácie pre infláciu v období od 1982 po 2008

6.4 Homoskedastičnosť

Dáta sme taktiež otestovali na homoskedasticitu, to znamená testovali sme, či je variancia dát konštantná. **Zjednodušene sa dá povedať, že sme testovali, či sa rozptyl dát nezväčšuje** alebo nezmenšuje, ajkeď v tomto prípade by prekážalo iba zväčšovanie rozptylu.

Pre lepšiu predstavu pripájame ilustračný obrázok prípadu heteroskedasticity a homoskedasticity:

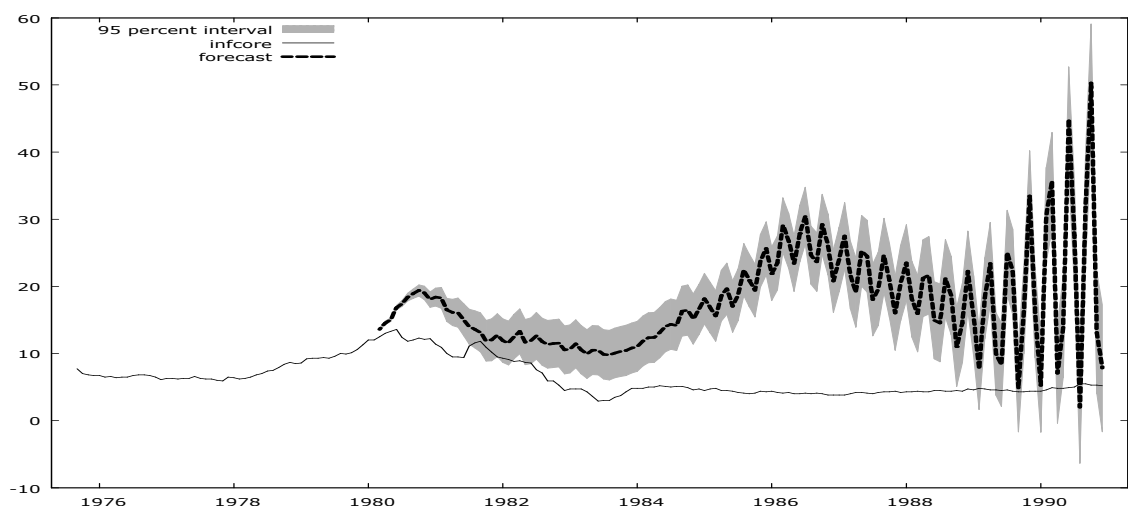


Obrázok 20: príklad grafu heteroskedasticity a homoskedasticity (zdroj: wikipedia.org)

Homoskedasticitu budeme testovať pomocou takzvaného ARCH testu (AutoRegressive Conditional Heteroscedasticity), ktorého nulová hypotéza znie „No ARCH effect“, teda zjednodušene povedané „žiadna heteroskedasticita“.

Nebezpečnosť heteroskedasticity by sme mohli napríklad ilustrovať na príklade predikcie premennej, povedzme nezamestnanosti. Ak by heteroskedasticita bola tendenčná, mohlo by to znamenať „uletenú“ predpoveď vývoja premennej. Predpoveď by pri takýchto dátach predpovedala „ešte heteroskedastickejšie dáta“, teda predpovedala by dáta s ešte väčším rozptylom.

Trocha predbehneme a pridávame záber z nevydarenej predpovede inflácie. Obrázok ilustruje riziko heteroskedastických dát, ktoré sa môže naplno prejaviť pri predpovedi do vzdialenejšej budúcnosti.



Obrázok 21: Ilustrácia možných problémov pri predpovediach spôsobených heteroskedasticitou

6.4.1 Obdobie od 1971-1979

Spustili sme teda ARCH test v softvéri Gretl:

Tabuľka 16: ARCH test na homoskedasticitu (1971-1979)

	Rovnica 1	Rovnica 2	Rovnica 3
p-value	0,7050	0	0,2076
výsledok	Homoskedasticita :)	Heteroskedasticita :(Homoskedasticita :)

Pri rovniciach 1 a 3 sa preukázala homoskedasticita, čo je dobré. Pri rovnici číslo 2 je však výsledkom heteroskedasticita.

Príčinou môže byť to, že druhá rovnica VAR modelu, popisujúca hodnoty nezamestnanosti pomocou vlastných lagov ale aj lagov ostatných premenných, **obsahuje v sebe silnejšie zakorenený veľký skok v dátach nezamestnanosti medzi rokmi 1974 a 1975**. Žiaľ, údaje o nezamestnanosti nemáme možnosť nijak zanedbať vtedy, keď nám to vyhovuje a preto v tomto štádiu berieme uvedenú heteroskedasticitu do úvahy ako možný zdroj odchýliek vo výsledkoch, ktoré modelom dostaneme.

6.4.2 Obdobie od 1982-2008

Znova sme spustili ARCH test v softvéri Gretl:

Tabuľka 17: ARCH test na homoskedasticitu (1982-2008)

	Rovnica 1	Rovnica 2	Rovnica 3
p-value	0,1757	0,1099	0,9982
výsledok	Homoskedasticita :)	Homoskedasticita :)	Homoskedasticita :)

Pre všetky tri rovnice nám vyšla homoskedasticita, čo predstavuje dobré dáta pre model VAR.

7 Impulse-response funkcie

V tejto kapitole k oboj obdobiám zostrojíme a nakreslíme impulse-response funkcie, ktoré vyjadrujú reakciu jednej premennej na jednorázový šok v druhej premennej.

Pokúsime sa taktiež zodpovedať čo najviac otázok z kapitoly 1: Motivácia k výskumu a zvedavé otázky.

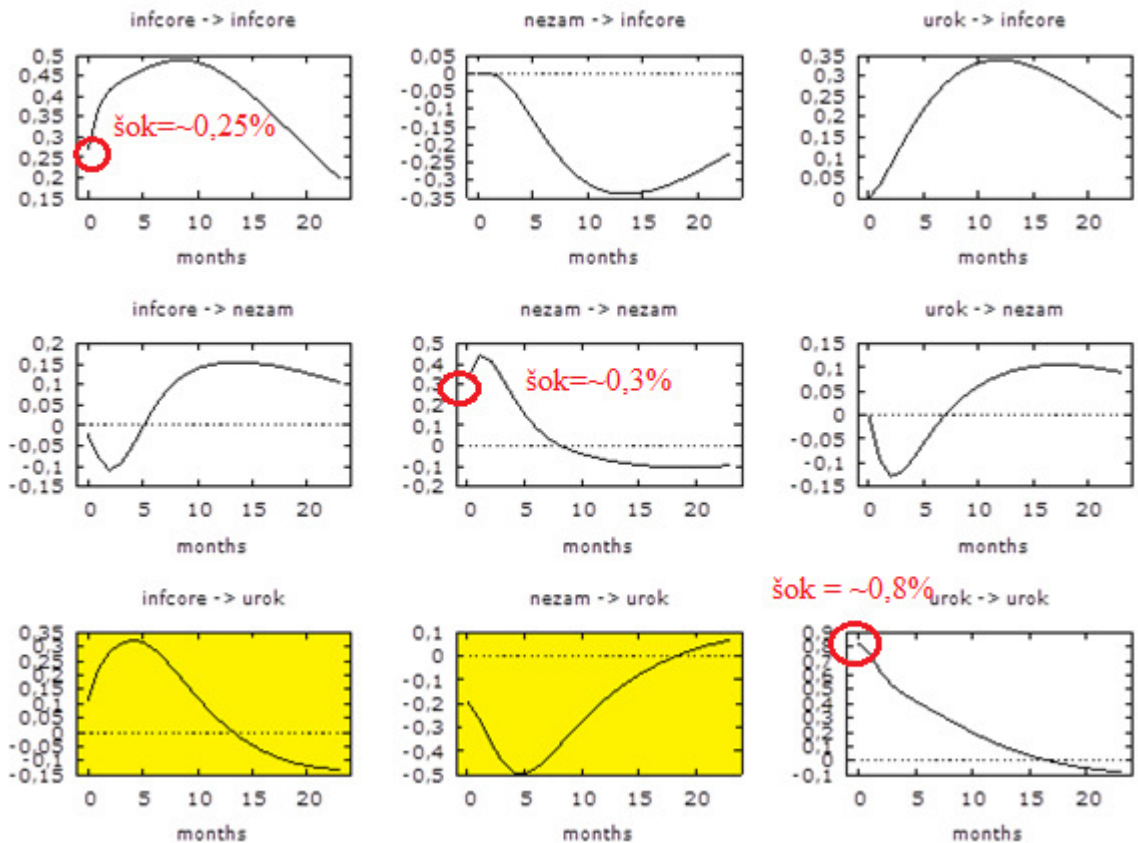
Cieľom tejto kapitoly bude aj porovnanie oboch období na základe vzájomných reakcií makroekonomických premenných.

7.1 Vykreslenie IRF

Pripomínáme, že IRF funkcie sú reakciami jednej premennej na jednorázový šokový impulz druhej premennej **veľkosti jednej štandardnej odchýlky**. Aby sme mali praktický obraz, aký veľký je impulz veľkosti jednej štandardnej odchýlky, môžeme sa pozrieť na IRF funkcie samotnej, teda napríklad **úrok » úrok**. **Štartovací bod, na ktorom táto IRF funkcia začína je veľkosť šoku**, ktorý sme udelili aj zvyšným dvom premenným (teda napr. zistíme „štartovací bod“ z funkcie úrok » úrok a to bude veľkosť šoku, ktorý sme udelili vo funkciách úrok » inflácia, alebo rok » nezam)

Pre čo najlepšiu ilustráciu nášho postupu uvedieme IRF funkcie prvého obdobia v pôvodných hodnotách reakcií na šok veľkosti jednej štandardnej odchýlky. IRF funkcie druhého obdobia už normalizujeme na veľkosti každého impulzu 1%. Pripomínáme, že naša normalizácia nebude mať vplyv na reakčné doby, jediným viditeľným vplyvom bude zmena mierky osi y.

7.1.1 Obdobie od 1971-1979



Obrázok 22: Impulse-response funkcie (1971-1979)

7.1.1.1 Úvodné pozorovanie

Z IRF funkcií môžeme odpozorovať jedno kľúčové zistenie pre náš výskum. Očividne **nie sme schopní zachytiť ekonomicky očakávaný efekt**, napríklad zmeny úroku na infláciu (úrok \uparrow inflácia \downarrow) alebo úroku na nezamestnanosť (úrok \uparrow nezamestnanosť \uparrow).

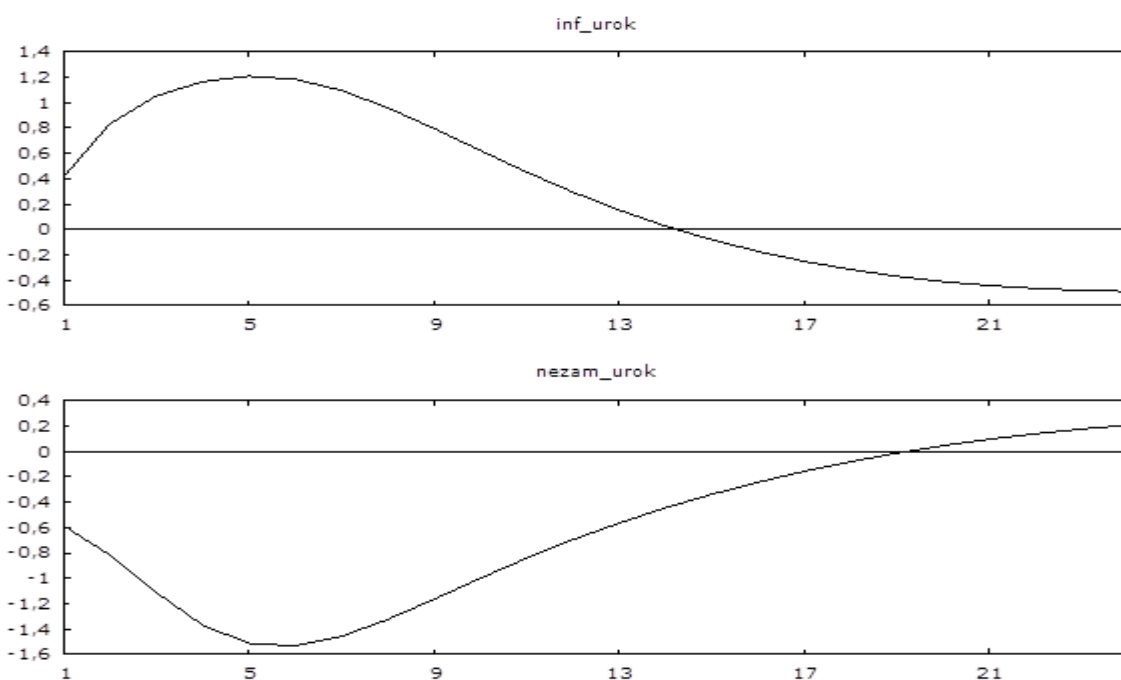
Príčinu ilustrujeme na konkrétnom prípade. V momentoch, keď FED zvyšoval úrok s cieľom znížiť infláciu nenasledoval po zvýšení úroku pokles inflácie, pretože tieto procesy bývajú dlhodobé – napríklad dva roky stúpa inflácia a FED bojuje dva roky postupným zvyšovaním úroku. **Čo v tomto prípade vidí náš model VAR je to, že FED 10-krát zvyšoval úrok, a napriek tomu vždy stúpala inflácia. Až po dvojročnom zvyšovaní úroku zo strany FED-u konečne inflácia klesla.** Teda v tomto konkrétnom prípade prevážil niekoľkonásobne dojem, že zvýšenie úroku priamo zvyšuje infláciu a nevidno fakt, že zvýšený úrok vyvíja ekonomicky vysvetliteľný tlak na pokles inflácie.

Na druhej strane však vieme vynikajúco odpozorovať rub celého aparátu. Reakcie úrokovej miery (FED-u) nepodliehajú problému, ktorý sme popísali vyššie a práve naopak – FED reagoval úrokovou mierou okamžite na aktuálne hodnoty ostatných makroekonomických ukazovateľov. **Vieme teda dobre analyzovať správanie sa FED-u voči rôznym situáciám, akými sú náhly nárast inflácie, alebo nezamestnanosti.**

Na základe našich zistení sa teda žiaľ **musíme vzdať ambície zistiť reakčnú dobu makroekonomických premenných na zmeny úroku**, alebo rady, ako má hýbať FED úrokom na dosiahnutie pohybov v ostatných ukazovateľoch. Namiesto toho sa pokúsime čo najlepšie popísať monetárnu politiku FED-u z pohľadu toho, ako reagoval na makroekonomický vývoj a do akej miery bola jeho reakcia na zmeny v inflácií a nezamestnanosti agresívna. Teda **naším novým cieľom je odhadnúť, ako by sa zachoval FED pri konkrétnych situáciách náhlych zmien našich makroekonomických premenných.**

7.1.1.2 Analýza IRF v rokoch 1971-1979 (reakcie úroku)

Zamerajme sa teda na reakcie úroku na neočakávané zmeny v zvyšných dvoch makroekonomických ukazovateľoch. Ide iba o dva grafy, ktoré znova uvádzame. Hodnoty oboch grafov sme normalizovali na impulzy veľkosti 1% nakoľko je takáto veľkosť šoku pre nás lepšie interpretovateľná v porovnaní so štandardnou odchýlkou.



Obrázok 23: IRF zobrazujúce reakcie úroku (1971-1979)

Z prvého grafu vidíme, že ak by napríklad v roku 1980 **poskočila inflácia o 1%** (povedzme nadmerným tlačením peňazí centrálnou bankou), tak by **FED s najväčšou pravdepodobnosťou do 5-6 mesiacov zvýšil úrok o približne 1,2%**. Z krivky taktiež môžeme vidieť, že by tak neurobil nárazovo, ale úrok by zvyšoval pomerne rovnomerne.¹⁰

Taktiež môžeme pozorovať obdobie, za ktoré FED znova zvykol **uvoľniť monetárnu politiku**, odhadujeme ho na **14-15 mesiacov**. Teda ak v praxi FED dva roky bojoval s infláciou, ktorá dovedna stúpila o 4% a FED zareagoval zvýšením úroku o takmer 5%, tak počnúc okamihom, kedy inflácia znova začala klesať, FED uvoľňoval monetárnu politiku a po 14-15 mesiacoch sa vrátila úroková miera na pôvodnú hodnotu (v prípade, že sa na túto dobu ostatné makroekonomické ukazovatele stabilizovali).

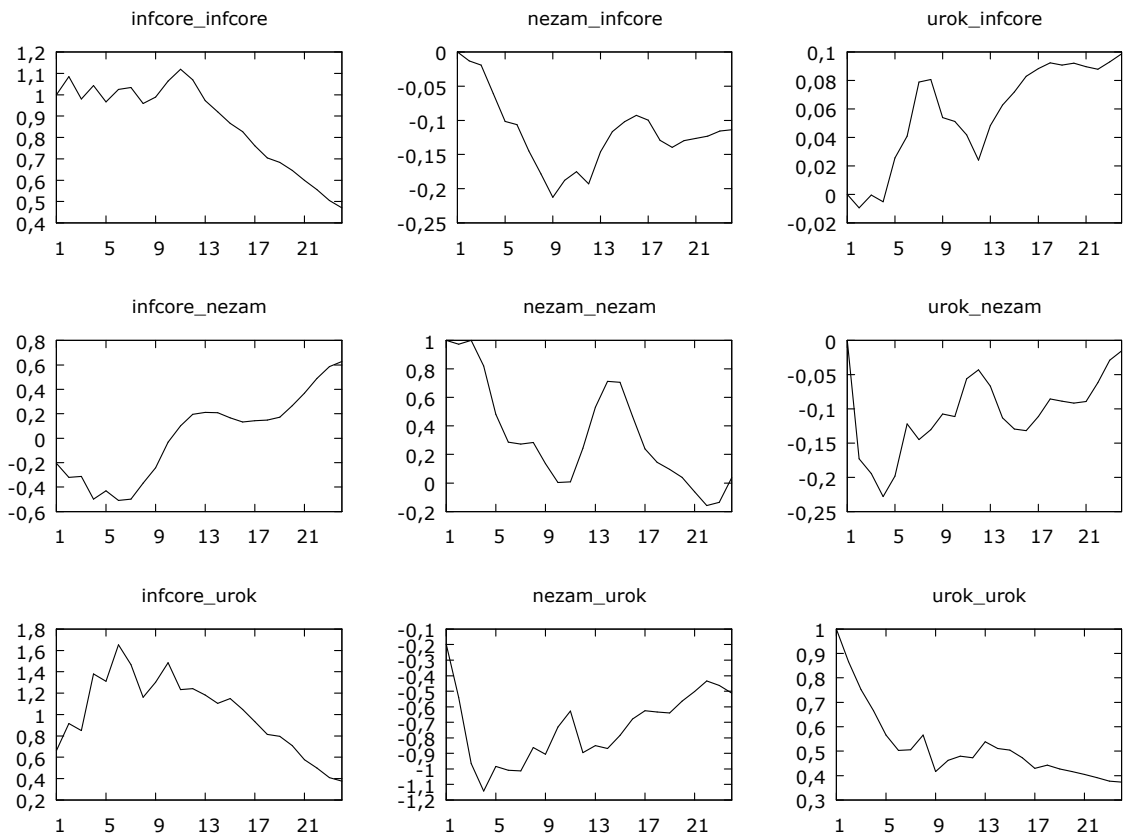
V prípade impulzu nezamestnanosti si môžeme všimnúť prudšiu reakciu úroku (už po mesiaci pokles úroku o 0,6%) a taktiež silnejšiu absolútnu reakciu. Ak by teda napríklad na konci 80-tych rokov **stúpila náhle nezamestnanosť o 1%** (napríklad kvôli škrtaniu pracovných miest), tak by **FED približne do 5 mesiacov znížil úrokovú mieru celkovo až o 1,5%**.

Z prudkej reakcie po prvom mesiaci by sme mohli odhadnúť, že vzhľadom na frekvenciu stretávania sa FOMC by FED znižoval počas 5 mesiacov úrok na dvakrát a to prvý raz veľmi skoro po zvýšení nezamestnanosti (vyslanie jasného signálu zamestnávateľom) a druhý raz približne po 4-5 mesiacoch.

Opätovný **návrat úrokovej miery** na svoju pôvodnú hodnotu by sme očakávali **približne po roku a pol** (presne 19 mesiacov) s tým, sa dá predvídať veľmi plynulý a pravidelný návrat úrokovej miery na pôvodné hodnoty.

¹⁰ Toto vysvetlenie treba brať s určitou dávkou rezervy, pretože FOMC zasadala s účelom zmeny úrokovej sadzby historicky 4-8 krát ročne. V prípade mimoriadnej situácie mohla zasadať FOMC za účelom zmeny úroku aj viackrát. Teda praktická implikácia k nášmu príkladu by bola, že ak by išlo o mimoriadnu situáciu (skok inflácie zo 14% na 15%), mohla by teoreticky zasadať aj 2-3 krát za obdobie 5 mesiacov a postupne zvyšovať úrokna celkových +1,2%. Ak sa však neišlo o mimoriadnu situáciu, pravdepodobne by FOMC menila v tejto situácii úrok 1-2 krát s celkovou zmenou +1,2%.

7.1.2 Obdobie od 1982-2008



Obrázok 24: Impulse-response funkcie (1982-2008)

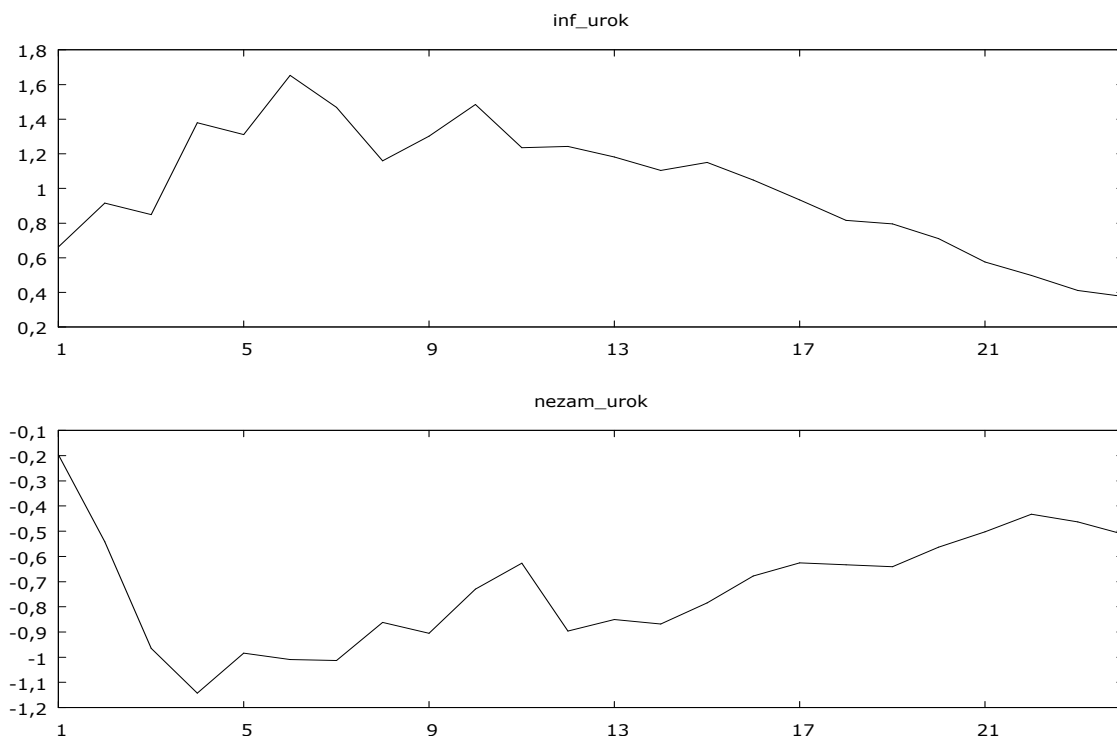
7.1.2.1 Analýza IRF v rokoch 1982-2008 (reakcie úroku)

Prvá vec, na ktorú by sme chceli upozorniť je očividná „skokovitost“ IRF funkcií v druhom období oproti IRF funkciám v prvom období. Jedinou príčinou skokovitých zmien funkcií je vysoký počet lagov, ktorý sme v tomto období zvolili pri generovaní nášho VAR modelu. Do rovníc tak vstupuje 6-násobne viac premenných a to uberá na hladkosti a jednoduchosti IRF funkcií. Zároveň si treba uvedomiť, že skokovitost nehovorí nič viac v zmysle nášho skúmania.

Stojí za povšimnutie, že v období 1982-2008 FED reagoval rýchlejšie na rast inflácie. Ak si predstavíme príklad náhleho zvýšenia inflácie v roku 2008¹¹ o 1%, FED by už po mesiaci zvýšil úrokovú sadzbu na 0,6%. Zároveň by do pol roka postupne zvýšil úrokovú mieru až na približne 1,6%.

¹¹ V tomto prípade nepredpokladáme nástup hospodárskej krízy

Všimnime si, že v období po roku 1982 FED pomalšie uvoľňoval monetárnu politiku, pričom aj v našom príklade by mu trvalo približne dva roky, kým by dostal úrokovú mieru na pôvodné hodnoty.



Obrázok 25: IRF zobrazujúce reakcie úroku (1982-2008)

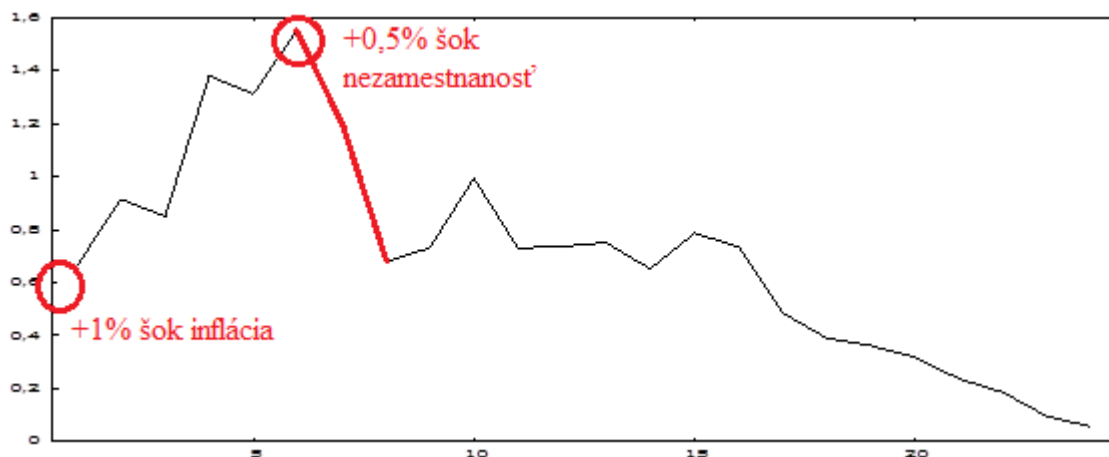
V prípade, ak by sa nezamestnanosť nečakane v roku 2008 zvýšila o 1%, FED by zareagoval postupným ale pomerne rýchlym poklesom úrokovej miery až o 1,1%. Jeho reakcia by bola veľmi rýchla, už do 3-4 mesiacov by dosiahol pokles o viac ako 1%.

Opätovný návrat úrokovej miery na pôvodné hodnoty sa znova v období po roku 1982 tak skoro nekoná a ešte po dvoch rokoch by pravdepodobne úroková miera bola mierne znížená.

7.1.2.2 Bonusová modelová situácia

Aby sme ukázali široké využitie nášho modelu, predstavme si situáciu, kedy by neočakávane stúpila inflácia, FED by zareagoval zvýšením úroku, avšak po pol roku by mu ešte „pridalo vrásky na čele“ náhle zvýšenie nezamestnanosti o 0,5%. Ako by sa správal FED v takomto prípade? Spojením IRF funkcie reakcie úroku na zmenu inflácie

a posunutej polovičnej IRF funkcie reakcie na zmenu nezamestnanosti dostaneme nasledovný priebeh vývoja úrokovej miery:



Obrázok 26: Reakcia úroku na modelovú situáciu

Vidíme, že po tom, ako FED bojoval s infláciou vysokým úrokom, sa začiatok uvoľňovania monetárnej politiky po porazení inflácie a tlak na nízky úrok vplyvom vyššej nezamestnanosti spojili a mali za následok prudký pokles úrokovej miery v 6. až 8. mesiaci.

7.2 Porovnanie období na základe IRF

Po prvotnej analýze IRF funkcií sme nakoniec skúmali správanie sa a reakcie FED-u na náhle zmeny v inflácií a nezamestnanosti. Taktiež sme sa pokúsili odhadnúť a predpovedať, ako by zareagoval v oboch obdobiach FED na konkrétne situácie.

Z IRF funkcií reakcie úroku na šokové zmeny inflácie a nezamestnanosti vidíme **oveľa menší rozdiel v správaní, ako by sme očakávali.**

Pozorujeme veľmi podobnú, takmer identickú dobu, za ktorú FED reaguje na vzniknuté problémy inflácie, či nezamestnanosti. **V oboch obdobiach postupným upravovaním úroku dosiahne najvyššiu zmenu úroku do 5 až 6 mesiacov.**

Rovnako možno konštatovať, že „**sila reakcie**“ na rovnaké šoky v oboch **obdobiach je veľmi podobná.** Na infláciu reagoval FED silnejšie v období 1982-2008

(1,6% vs. 1,2% v prvom období) a na zvýšenie nezamestnanosti o 1% reagoval zasa agresívnejšie v období 1971-1979 (1,5% vs. 1,1% v druhom období)

Najväčší rozdiel v správaní FED-u je rýchlosť návratu úrokovej miery na pôvodné hodnoty. Kým v prvom období je návrat rýchlejší (cca 1,5 roka), tak v období 1982-2008 sa vrátil úrok pri reakcii na infláciu na pôvodnú hodnotu približne po dvoch rokoch, pričom pri reakcii na nezamestnanosť sa úrok ani nedostal na pôvodné hodnoty, FED teda zotrval pri regulácii úroku dlhodobejšie.

Aby sme vysvetlili najväčší rozdiel medzi obdobiami, pokiaľ ide o návrat na pôvodné hodnoty, pozreli sme sa na graf vývoja počas oboch období. Domnievame sa, že dôvod, prečo bol v druhom období FED „spomalenejší“ pri návrate na pôvodné hodnoty je ten, že hlavne **inflácia v tomto období zaznamenávala oveľa častejšie fluktuácie, avšak menšej veľkosti.** Prakticky to znamená, že FED nemohol reagovať na každú zmenu inflácie, keďže jej zmeny boli menej očakávané, častejšie a menšie. Namiesto toho radšej volil dlhodobejšiu politiku, a teda po zmene úroku čakal viac na to, ako sa bude situácia vyvíjať.

8 Predpovede makroekonomického vývoja

V tejto kapitole sa na základe VAR modelov pokúsime predpovedať vývoj ekonomických ukazovateľov. Ukážeme, že model vie veľmi dobre predpovedať vývoj premenných, avšak v prípade neočakávaných výkyvov, ako je napríklad kríza, je takmer bezmocný.

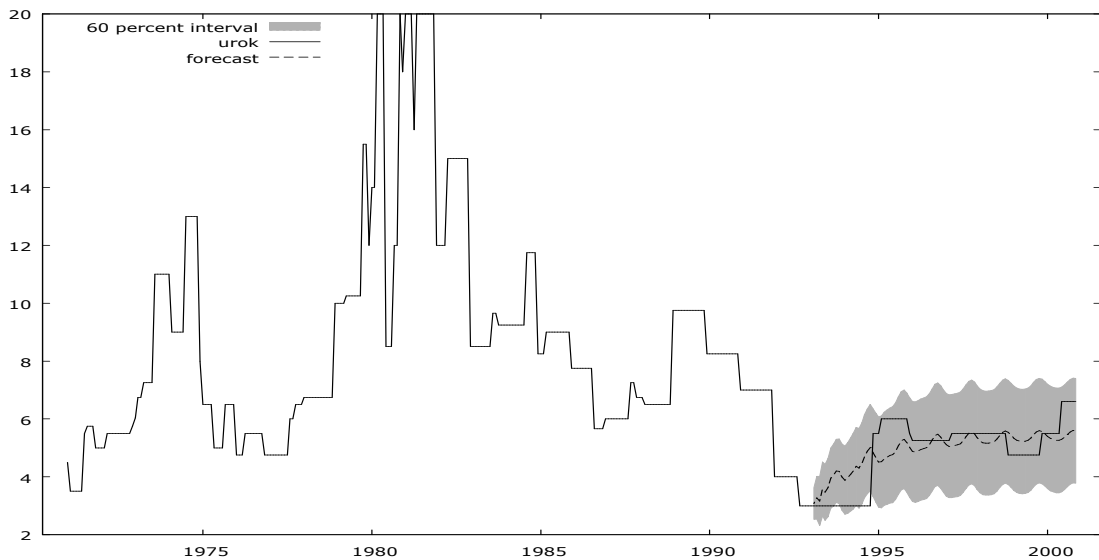
Predpovede urobíme v minulosti tak, **aby sme vedeli porovnať naše výsledky s realitou** (napr na základe dát 1982-2004 predpovieme stav v období 2004-2008 a predpoveď porovnáme s reálnym vývojom).

Zároveň **upúšťame od pôvodného rozdelenia na dve obdobia**. Dôvodom je vlastnosť VAR modelu, ktorý vždy predpovedá obdobie bezprostredne po konci obdobia, ktoré sme do modelu zahrnuli. Teda v praxi to znamená, že ak chceme odhadnúť vývoj inflácie po roku 1995, musíme zostrojiť VAR za obdobie X-1995 a podobne.

Keďže sme v predchádzajúcej kapitole ukázali, že model je oveľa úspešnejší v odhalení správania sa FED-u (úrokovej miery), **našou hypotézou je, že aj predpovede budú kvalitnejšie oproti ostatným premenným, ak pôjde o predpoveď úrokovej miery**. Pokúsime sa teda nájsť jednu dobrú a jednu menej podarenú predpoveď úroku a neskôr si vyskúšame predpovedať aj infláciu a nezamestnanosť.

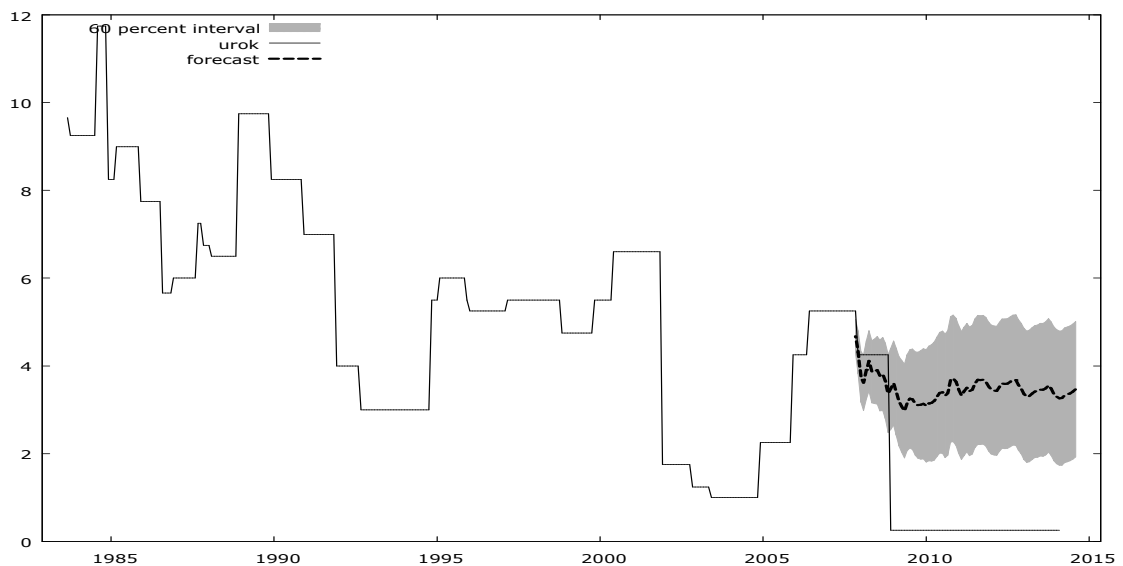
Kvalita modelu sa ukáže pri predpovediach významnejších zmien v premenných, napríklad pri väčších nárastoch a poklesoch. V prípade, že nárast a pokles v premennej bol spôsobený **faktorom, ktorý ovplyvňoval aj ostatné dve premenné**, model by mal pomerne spoľahlivo predpovedať túto zmenu, pretože sa pravdepodobne svojim spôsobom prejavila aj na ostatných premenných.

8.1 Predpovedanie úrokovej miery



Obrázok 27: Predpoveď vývoja úroku na obdobie 1993-2001

Na obrázku vidíme veľmi presnú predpoveď úroku na roky 1993-2001, kde model takmer bezchybne predpovedal 8-ročný priebeh úrokovej miery. **Dá sa predpokladať, že je taká presná preto, že obdobie, ktoré sme zvolili, sa nachádza medzi dvoma recesiami (1991 a 2001) a malo by byť teda oveľa predvídateľnejšie ako ľubovoľné obdobie obsahujúce recesiu.**

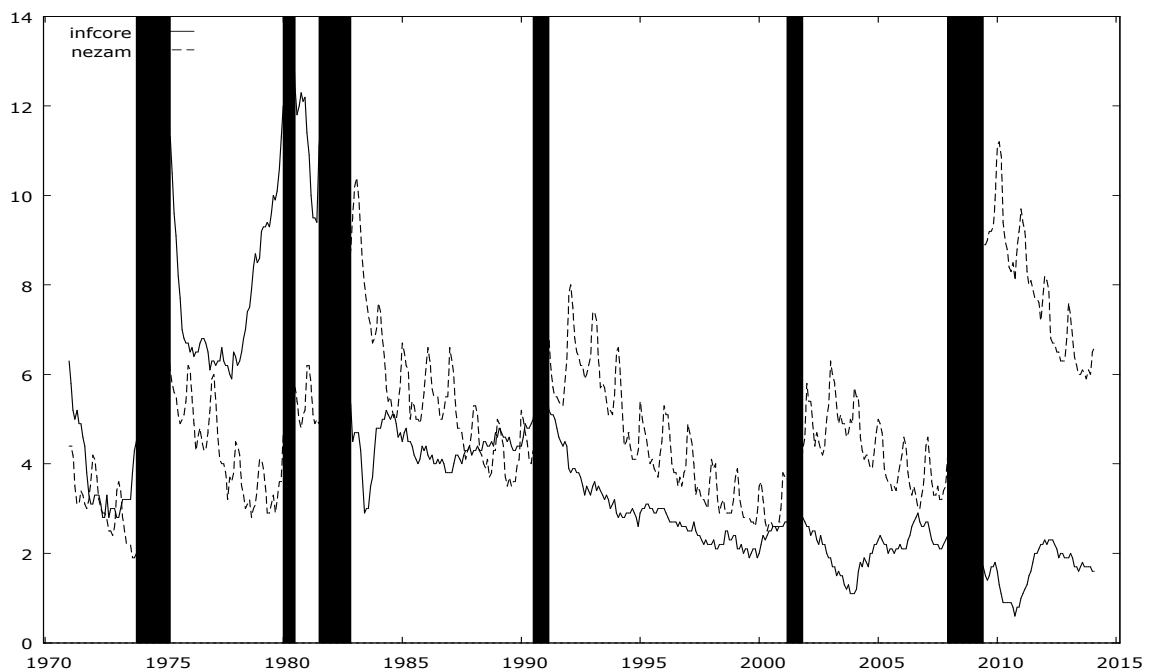


Obrázok 28: Predpoveď vývoja úroku na obdobie 2008-2014

Na druhom obrázku vidíme nevydarenú predpoveď, ktorá sa snaží naznačiť vývoj po roku 2008. Je očividné, že model nepredpovedal vývoj úroku správne pre **hospodársku krízu**, ktorá v roku 2008 vypukla. Neexistuje indícia, ktorá by nám dala čo i len malú nádej predpovedať modelom, čo sa dialo počas kríz alebo recesií.

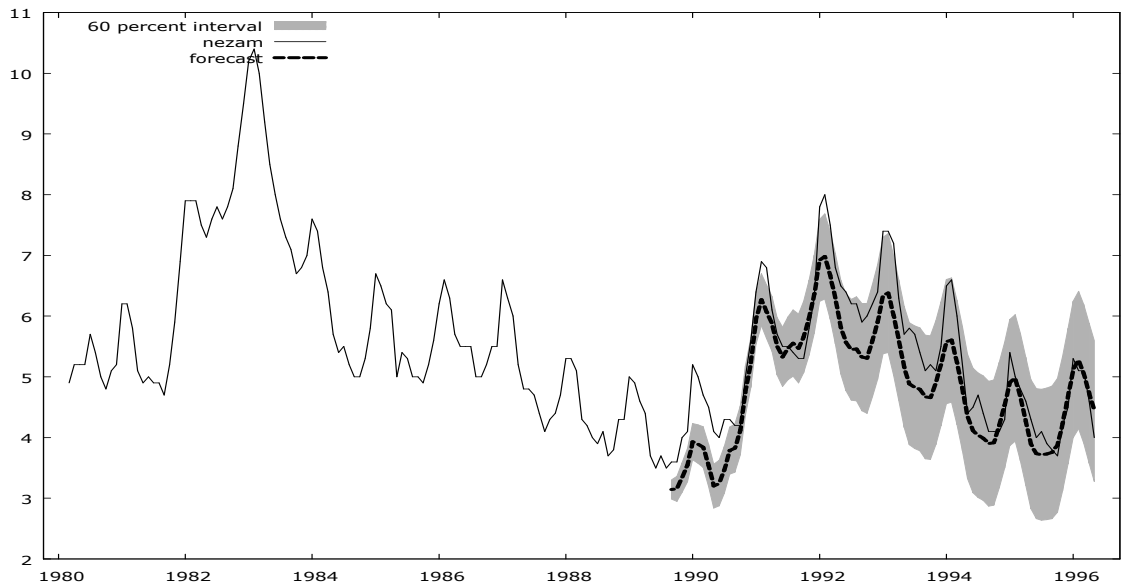
Z predchádzajúceho možno vyvodit' jednoduchý záver, že kvalita predpovede závisí hlavne od neočakávaných vplyvov na ekonomiku, ktorých najautentickejším príkladom sú práve krízy a recesie. **Vedie nás to k myšlienke cielene zobrazit' rozloženie recesií v čase a pokúsiť sa zistiť, či nami získané poznatky platia aj pri inflácií, či nezamestnanosti.**

Rozhodli sme sa vykreslenie grafu mierne prehnať a nakresliť ho výrazne čiernobiely (čierna farba = recesia), pretože to, o čo sa teraz budeme snažiť je modelovanie vývoja jednak medzi tmavými stĺpcami, jednak v časových intervaloch obsahujúcich tieto stĺpce.



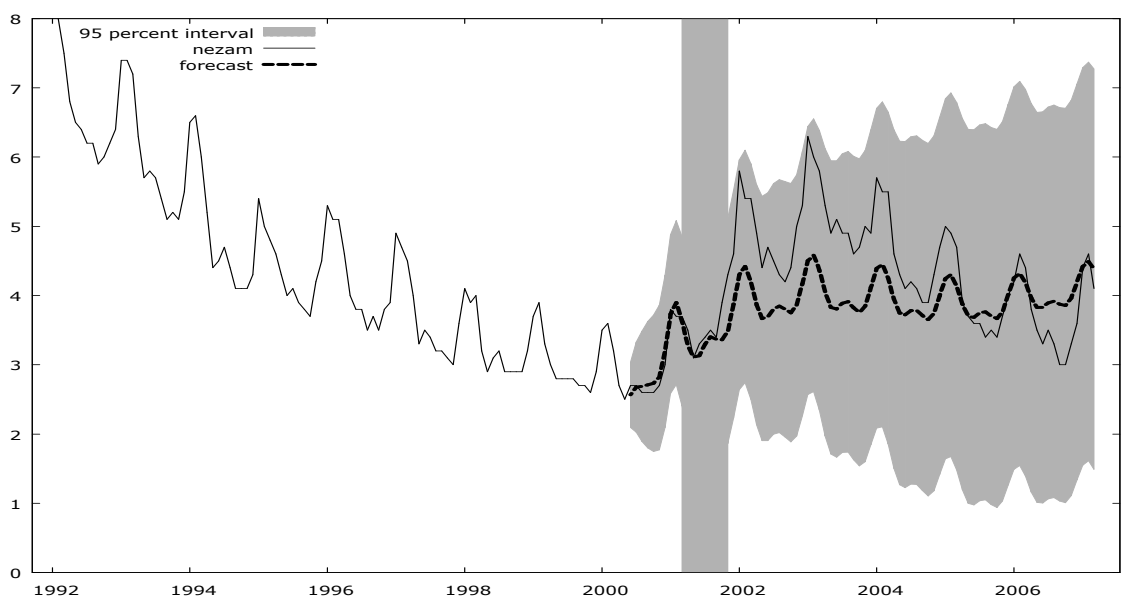
Obrázok 29: Grafické znázornenie recesií v ekonomike USA po roku 1970

8.2 Predpovedanie nezamestnanosti



Obrázok 30: Predpoveď nezamestnanosti na obdobie 1990-1996

Na obrázku môžeme znova vidieť veľmi vydarenú predpoveď, ktorú sme dosiahli aj napriek recesii v začiatku 90-tych rokov. **Táto recesia však bola jednou z najslabších** (iba 1,4% pokles HDP) a teda ovplyvnila naše výsledky iba minimálne. V uvedenom prípade sme model VAR zostavovali z dát už od začiatku roku 1971 a preto si **model dobre pamätá podobné výkyvy nezamestnanosti zo 70-tych rokov.**



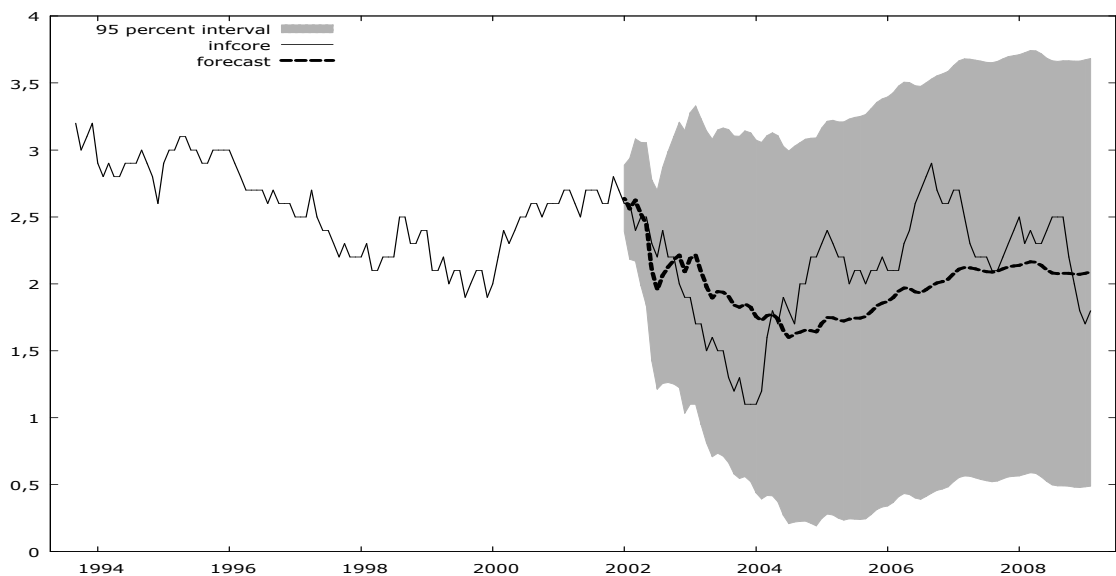
Obrázok 31: Predpoveď nezamestnanosti na roky 2000-2008

Z druhého grafu vidíme znova pomerne presnú predpoveď, avšak javí sa konzistentne podhodnotená oproti realite. Sme toho názoru, že **príčinou je recesia, ktorú, ako sme už spomenuli, model „nechápe“** a teda v realite táto **recesia posunula nezamestnanosť vyššie oproti predpovedi, ktorá s recesiou neráta.**

Neúspešnú predpoveď už neudávame, iba pripájame malú pomôcku – v prípade, ak chce čitateľ nesprávne predpovedať vývoj nezamestnanosti, mal by sa pokúsiť predpovedať obdobie po roku 2008 :-)

8.3 Predpovedanie inflácie

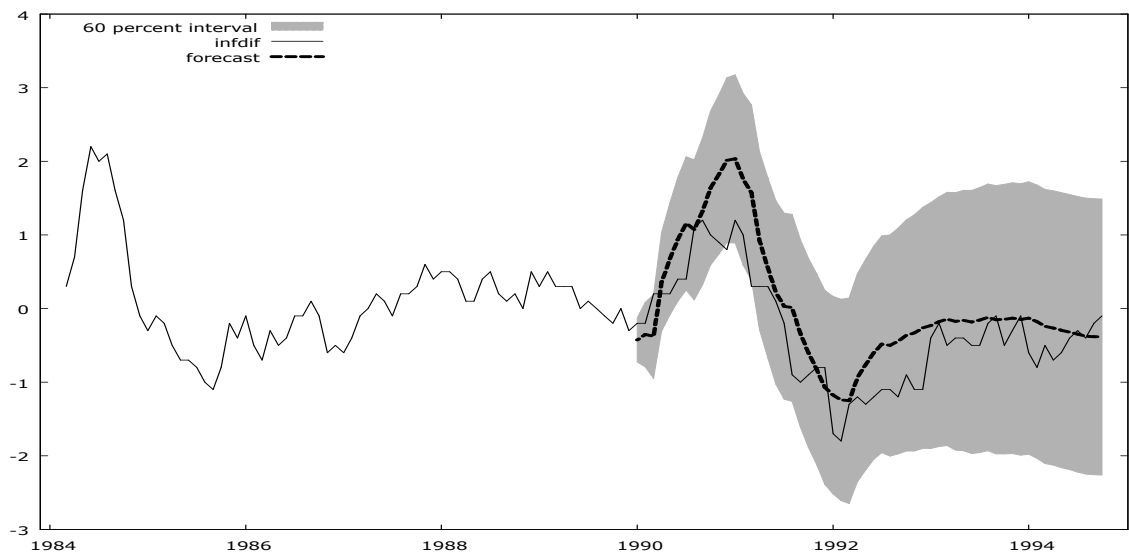
Predpovedanie jadrovej inflácie sa na základe nášho modelu zdá byť najťažšie. Na obrázku č. 32 uvádzame jednu z najlepších predpovedí, ktorá sa nám podarila pomocou modelu dosiahnuť. Hoci predpoveď nie je úplne presná, absolútna hodnota, o ktorú sa predpoveď pomýlila, je pomerne malá.



Obrázok 32: Predpoveď inflácie na obdobie 2002-2007

Napriek tomu sa domnievame, že sa nám premennú inflácie nepodarilo uspokojivo predpovedať. Keďže sme v Vzájomné závislosti kapitole viackrát ukázali, že pôvodná Phillipsova krivka neplatí, zamenili sme hodnoty inflácie za hodnoty medziročnej zmeny inflácie, tak ako pri hľadaní „novej Phillipsovej krivky“. Zostrojili sme teda model VAR,

obsahujúci medziročnú zmenu inflácie, ktorý nazveme Doplnková Vektorová Extrapolácia (DVE). Pokúsili sme sa predpovedať vývoj po zmene:



Obrázok 33: Predpoveď medziročnej zmeny inflácie na roky 1990-1995

Z grafu na obrázku 33 je zrejmé, že DVE modely nám dávajú oveľa kvalitnejšiu predpoveď. Podarilo sa nám zostrojiť veľmi dobrá predikcia vývoja inflácie tým, že sme použili medziročnú zmenu inflácie a tým sa potvrdzuje na oveľa lepšie uplatnenie novej Phillipsovej krivky oproti pôvodnej.

9 Predslov k záveru alebo odpovede na Motivácia k výskumu a zvedavé otázky

Považovali sme za zaujímavé heslovito vpísať naše odpovede, riešenia a zistenia priamo do textu obsahujúceho zvedavé otázky z prvej kapitoly, ktoré nás motivovali napísať túto prácu. Otázky sú *kurzívou* a odpovede **hrubým písmom**.

Ekonomická teória nás učí, že centrálna banka reguluje infláciu zmenami v monetárnej politike, najmä v základnej medzibankovej úrokovej miere. Učí nás, že pri vysokej inflácii banka zvýši úrok a následným efektom tohto reštriktívneho kroku je spomalenie ekonomiky a jej zníženie. Učí nás, že pri inflácii nižšej ako cieľová hodnota sa regulátor znížením úrokovej sadzby snaží rozprúdiť ekonomiku a zvýšiť tak jej hodnoty.

Je to však naozaj tak? Platí táto teória aj v reálnej ekonomike, ktorá je ovplyvňovaná toľkými faktormi? Bolo by to silné tvrdenie, ale vďaka hodnote R^2 z modelu VAR vieme, že 99,5% zmien v úroku, inflácii alebo nezamestnanosti vieme vysvetliť zmenami v samotných troch premenných. Dokáže centrálna banka vôbec efektívne kontrolovať infláciu a nezamestnanosť v tak nepredvídateľnom prostredí? Kedy sa jej to darilo v histórii viac, kedy menej a prečo? V januári 1994, dôsledkom aktívnej inflačnej politiky.

*Boli obdobia v histórii, počas ktorých ekonomika reagovala rozlične? Áno, najväčšie rozdiely vidíme medzi obdobia 1971-1979, 1982-2008 a 2008-2014. Boli obdobia, počas ktorých sa centrálna banka USA správala rozdielne? Áno, ukázali sme, že v období od 1982 po 2008 bola monetárna politika inflačne cieleňá (pozri **Tabuľka 8**: Korelačná matica úroku, inflácie a nezamestnanosti v období od 1982 po 2008- vyššia korelácia úroku a inflácie oproti iným obdobia) a počas 70-tych rokov centrálna banka necielila primárne infláciu (na základe vyznačených bodov v **Obrázok 10**).*

Ako má banka zareagovať, ak chce znížiť nezamestnanosť o 0,5 %? Ako má hýbať s úrokovou sadzbou, keď chce znížiť infláciu zo 4% na 3%? Žiaľ z modelu VAR sa nám to nepodarilo zistiť (50).

Ako dlho trvá, kým sa zmeny v cieľovej úrokovej sadzbe prejavia na ekonomických ukazovateľoch? Napriek tomu, že nevieme identifikovať presný účinok v absolútnych číslach, najsilnejšia reakcia sa objavovala po 5 mesiacoch. Ako veľmi reagovala americká centrálna banka na výkyvy v ekonomických ukazovateľoch a ako rýchlo sa jej to podarilo? Na 1% nárast inflácie by CB do piatich mesiacov zvýšila úrok o 1,2% (1971-1979) resp. o 1,6% (1982-2008). Na 1% nárast nezamestnanosti by CB znížila úrok taktiež do piatich mesiacov o 1,5% (1971-1979) resp. o 1,1% (1982-2008).

*Ako sa bude inflácia, či nezamestnanosť vyvíjať v budúcnosti? Ani srnka netuší (kríza) Dokážeme modelom spoľahlivo odhadnúť budúci vývoj týchto ukazovateľov v krátkodobom horizonte? Dokázali sme veľmi presne odhadnúť vývoj ukazovateľov pre úrok a nezamestnanosť. Po náhrade jadrovej inflácie za medziročnú zmenu jadrovej inflácie sme tiež dostali veľmi presnú predpoveď. Aký presný by bol náš model, ak by sme na základe údajov z minulosti predpovedali vývoj ekonomiky a našu predpoveď porovnali s neskorším skutočným vývojom ekonomiky? Vid' **Obrázok 27:** Predpoveď vývoja úroku na obdobie 1993-2001, **Obrázok 30:** Predpoveď nezamestnanosti na obdobie 1990-1996, **Obrázok 33:** Predpoveď medziročnej zmeny inflácie na roky 1990-1995.*

Tieto a mnohé ďalšie otázky sa vynárajú pri zamyslení sa nad problémami, ktoré musí centrálna banka riešiť. Túžba po odpovediach na tieto extrémne praktické a zmysluplné otázky bola zároveň motiváciou autora pre napísanie tejto bakalárskej práce - a pre nájdenie odpovedí.

10 Záver

Jednou z kľúčových úloh centrálnej banky je predpovedať vývoj makroekonomických ukazovateľov a správne naň reagovať prostriedkami, ktoré má k dispozícii na plnenie cieľov monetárnej politiky. Preto je oblasť makroekonomického modelovania veľmi dôležitá a tiež často využívaná v praxi napríklad centrálnymi bankami. Modely VAR používali vo svojich publikáciách aj Emery – Balke (1994), či Bernanke – Blinder (1992).

V našej práci, konkrétne v Teória modelovania vektorovou autoregresiou sme poskytli teoretický základ potrebný na porozumenie princípov modelu vektorovej autoregresie a impulse-response funkcií. Zároveň sme v Vzájomné závislosti analyzovali vzájomné závislosti úroku, inflácie a nezamestnanosti pomocou korelácie a v Rôzne správanie premenných v čase sme porovnali rôzne správanie sa spomenutých premenných v rozličných časových úsekoch v minulosti. Potvrdili sme, že americká centrálna banka vykonávala inflačne cieleňú monetárnu politiku najmä v období od 1982 po 2008.

Skúmanie nás priviedlo aj k odpovediam na otázky, ktoré sme pôvodne nemali za cieľ hľadať. Na základe Obrázok 14 sme úspešne určili zlomový bod - január 1994, počnúc ktorým americký Fed spoľahlivo kontroloval infláciu blízko úrovne jej cieľovej hodnoty. Taktiež sme ukázali, že po roku 1970 Phillipsova krivka vo svojom pôvodnom znení už neplatí a úspešne sme na základe zámeny jadrovej inflácie za medzироčnú zmenu jadrovej inflácie navrhli novú Phillipsovú krivku na Obrázok 8.

Zostrojili sme model vektorovej autoregresie, ktorý sme najprv v Overenie predpokladov na dobré fungovanie modelu VAR otestovali na potrebné predpoklady správneho fungovania. Následne sme v Impulse-response funkcie vygenerovali impulse-response funkcie, z ktorých sme prekvapivo zistili, že model nie je schopný predpovedať reakcie inflácie a nezamestnanosti na šok v úrokovej miere. Na druhej strane sa však ukázalo, že na opačný jav - odhadnutie reakcií americkej centrálnej banky na zmeny inflácie a nezamestnanosti je náš model veľmi presný a vhodný.

V Predpovede makroekonomického vývoja sme predviedli veľmi presné predpovede vývoja úroku a nezamestnanosti, pričom sme ukázali, aký efekt mali na presnosť predpovede hospodárske Obrázok 29: Grafické znázornenie recesií v ekonomike USA po

roku 1970 v minulosti. Po pomerne Obrázok 32: Predpoveď inflácie na obdobie 2002-2007 sme sa rozhodli použiť poznatok o platnosti novej Phillipsovej krivky a v modeli sme znova zamenili jadrovú infláciu za medziročnú zmenu jadrovej inflácie a výsledkom boli Obrázok 33: Predpoveď medziročnej zmeny inflácie na roky 1990-1995 vývoja cenovej hladiny.

Práca by mohla byť hypoteticky prínosná pre centrálnu banku pri šírení osvetly o správaní sa makroekonomických ukazovateľov, keďže jedným z veľkých problémov monetárnej politiky je častá neschopnosť aktérov trhu správne nastaviť svoje očakávania smerom ku vývoju týchto faktorov. Ovplyvňovanie očakávaní trhu, ktoré momentálne CB vykonáva pravidelnými vyhláseniami a komentármi, by mohlo byť vďaka lepšej informovanosti aktérov trhu efektívnejšie a predvídateľnejšie. Mohlo by sa tak podariť predísť, či znížiť negatívny efekt vznikajúcich bublín v ekonomike.

Práca by mohla byť prínosná aj pre všetkých študentov, ktorí neveria, že im matematika bude v živote na niečo slúžiť, a majú problém vidieť jej praktické využitie, napríklad aj v ekonómii.

Cieľom práce bolo taktiež prezentovať zaujímavú makroekonomickú tému z pohľadu čísel a matematiky, pričom sme sa snažili vyplniť medzeru medzi jednoduchým pohľadom na graf a zložitejšou matematikou popisujúcou to, čo na ňom vidíme.

Autor považuje toto dielo za osožné aj pre jeho osobný rozvoj, nakoľko sa pri modelovaní veľa naučil, ale hlavne získal silnú motiváciu sa makroekonomickému modelovaniu venovať aj v budúcnosti.

11 Zoznam použitej literatúry

Amadeo, K. (2013). Historical FED Funds Rate. Dostupné na internete: <http://useconomy.about.com/od/monetarypolicy/p/Past_FED_Funds.htm>

Bernanke, B.S. (2004). The Great Moderation. Dostupné na internete (23.5.2014): <<http://www.Federalreserve.gov/Boarddocs/Speeches/2004/20040220/>>

Bernanke, B. S. – Blinder, A. S. (1992), The Federal Funds Rate and the Channels of onetary Transmission. In American Economic Review 82 (September): 901–21.

Econ (2003). How did the FED change its approach to monetary policy in the late 1970s and early 1980s? Dostupné na internete: <<http://www.frbsf.org/education/publications/doctor-econ/2003/january/monetary-policy-1970s-1980s#fn2>>

Emery, K.M.. – Balke, N.S. (1994). The Federal Funds Rate as an Indicator of Monetary Policy: Evidence from the 1980s. Dostupné na internete: <<https://www.dallasfed.org/assets/documents/research/er/1994/er9401a.pdf>>

Hussman, J.P. (2001). Will the real Phillips curve please stand up? Dostupné na internete: <<http://www.hussmanfunds.com/wmc/wmc110404.htm>>

Iacoviello, M. (2008). Vector autoregressions. Dostupné na internete: <https://www2.bc.edu/~iacoviell/teach/0809/EC751_files/var.pdf>

Kwiatkowski, D., et al. (1991). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that economic time series have a unit root?. *Journal of econometrics*, 1992, 54.1: 159-178. Dostupné na internete: <<http://www.ccee.edu.uy/ensenian/catmetec/material/KPSS.pdf>>

Lu, C. – Xin, Z. (2010). Impulse-Response function analysis: An application to macroeconomic data of China. Dostupné na internete: <http://www.statistics.se/essays/D10_Xinzhou_lucao.pdf>

Luetkepohl, H. (2011). Vector autoregressive models, In *EUI Working paper ECO 2011/30*, ISSN 1725-6704.

Pento, M. (2008). A funeral for the Phillips curve. Dostupné na internete: <http://www.huffingtonpost.com/michael-pento/a-funeral-for-the-phillip_b_149564.html>

Roley, V.V. (1986). Market perceptions of US Monetary policy since 1982. In *Economic review*, may 1986. Dostupné na internete: <<http://www.kansascityfed.org/PUBLICAT/ECONREV/econrevarchive/1986/2q86role.pdf>>

Siegel, J. (1994). *Stocks for the Long Run: A Guide for Long Term Growth*

Sims, Ch. A. (1980). Macroeconomics and Reality, In *Econometrica*. 48, pp. 1-48. Dostupné na internete: <http://www.ekonometria.wne.uw.edu.pl/uploads/Main/macroeconomics_and_reality.pdf>

Stock, J. H. – Watson M. W. (2001). Vector Autoregressions, In *Journal of Economic Perspectives*, Fall 2001, Vol. 15, No. 4, pp. 101-116

Studebaker, B. (2012). Stagflation: What Really Happened in the 70's? Dostupné na internete: <<http://benjaminstudebaker.com/2012/12/30/stagflation-what-really-happened-in-the-70s/>>

Szabó, I. (2010). Lehman Brothers. Pád, čo spustil krízu. Dostupné na internete: <<http://finweb.hnonline.sk/spravy-zo-sveta-financii-126/lehman-brothers-pad-co-spustil-krizu-405149>>

The Pearsons Correlation (2014). Dostupné na internete (17.5.2014): <<http://psych.unl.edu/psycrs/handcomp/hccorr.PDF>>

Vronsky (2013). The Great Inflation Of The 1970s May Well Return In 2013-2016. Dostupné na internete: <<http://www.gold-eagle.com/article/great-inflation-1970s-may-well-return-2013-2016>>