



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

PHILLIPSOVA KŘIVKA V PODMÍNKÁCH ČESKÉ REPUBLIKY

PHILLIPS CURVE IN CONDITIONS OF THE CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Simona Musilová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.

BRNO 2017

Zadání bakalářské práce

Ústav: Ústav informatiky
Studentka: **Simona Musilová**
Studijní program: Kvantitativní metody v ekonomice
Studijní obor: Matematické metody v ekonomice
Vedoucí práce: **Mgr. Veronika Novotná, Ph.D.**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává bakalářskou práci s názvem:

Phillipsova křivka v podmínkách České republiky

Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Analýza řešení a jejich vlastností
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle, kterých má být dosaženo:

Deskripce vztahu mezi nezaměstnaností a inflací, známého jako Phillipsova křivka, pomocí soustav diferenciálních rovnic. Testování hypotézy platnosti Phillipsovy křivky v podmínkách české ekonomiky pomocí regresní analýzy.

Základní literární prameny:

HINDLS, Richard. Statistika pro ekonomy. 7. vydání. Praha: Professional Publishing, 2006. ISBN 80-86946-16-9.

KUČEROVÁ, Vladimíra. Makroekonomie 1: studijní text pro denní a kombinovanou formu studia bakalářských studijních programů. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-2-4-4798-1.

MACH, Miloš. Makroekonomie II pro inženýrské studium - 2. část. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1995. ISBN 80-7079-498-4.

SOUKUP, Jindřich a kol. Makroekonomie. 2. aktualizované vydání. Praha: Management Press, 2010.
ISBN 978-80-7261-219-2.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně dne 28.2.2017

L. S.

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

Abstrakt

Bakalářská práce pojednává o Phillipsově křivce v podmínkách české ekonomiky. Platnost substitučního vztahu mezi mírou inflace a mírou nezaměstnanosti je testována pomocí regresní analýzy na reálných datech České republiky v letech 1996-2016. Za účelem lepšího vysvětlení variability závisle proměnné je regresní model rozšířen o inflační očekávání, což odpovídá vývoji ekonomické teorie Phillipsovy křivky. Následně je Phillipsova křivka pro Českou republiku zkonstruována v programu Maple pomocí soustav diferenciálních rovnic.

Abstract

The bachelor's thesis is focused on the Phillips curve in conditions of the Czech economics. Validity of the substitution relationship between the rate of inflation and the unemployment rate is testing by regression analysis on real data of the Czech Republic during years 1996–2016. In order to better explain variability of the dependent variable, the model is expanded by inflation expectations, which corresponds to the development of the economic theory of the Phillips curve. After that the Phillips curve for the Czech Republic is constructed in Maple using the systems of differential equations.

Klíčová slova

Phillipsova křivka, Česká republika, nezaměstnanost, inflace, inflační očekávání, regresní analýza, Gretl, soustavy ODR, Maple

Key words

Phillips curve, the Czech Republic, unemployment, inflation, inflation expectations, regression analysis, Gretl, systems of ODE, Maple

Bibliografická citace

MUSILOVÁ, S. *Phillipsova křivka v podmínkách České republiky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2017. 78 s. Vedoucí bakalářské práce Mgr. Veronika Novotná, Ph.D..

Čestné prohlášení

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

V Brně dne 31. května 2017

.....

podpis studenta

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní Mgr. Veronice Novotné, Ph.D., za odborné vedení a čas, který mi věnovala při řešení dané problematiky. Poskytla mi užitečné rady a cenné připomínky, které mi moc pomohly při zpracování bakalářské práce.

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ.....	11
1.1 Cíl práce.....	11
1.2 Metody a postupy zpracování.....	11
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	13
2.1 Inflace.....	13
2.1.1 Měření inflace.....	13
2.1.2 Inflační očekávání.....	13
2.2 Nezaměstnanost.....	14
2.2.1 Měření nezaměstnanosti	15
2.2.2 Přirozená míra nezaměstnanosti	15
2.2.3 Hystereze nezaměstnanosti.....	16
2.3 Phillipsova křivka.....	17
2.3.1 Původní mzdová Phillipsova křivka	17
2.3.2 Modifikovaná Phillipsova křivka.....	18
2.3.3 Rozšířená Phillipsova křivka o inflační očekávání.....	20
• Friedmanovo a Phelpsovo rozšíření Phillipsovy křivky.....	20
• Rozšířená Phillipsova křivka o nákladové šoky.....	21
2.4 Matematická část.....	22
2.4.1 Regresní analýza	22
2.4.2 Diferenciální rovnice	25
3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	29
3.1 Ekonomický vývoj na území České republiky.....	29

3.2	Časové řady vybraných ukazatelů výkonnosti národního hospodářství České republiky v letech 1996–2016.....	47
3.2.1	Vývoj meziroční míry inflace v ČR (1996–2016).....	47
3.2.2	Vývoj obecné míry nezaměstnanosti v ČR (1996–2016).....	47
3.3	Grafické znázornění závislosti míry inflace na míře nezaměstnanosti.....	48
4	ANALÝZA ŘEŠENÍ A JEJICH VLASTNOSTÍ	49
4.1	Regresní modely Phillipsovy křivky	49
4.1.1	Program Gretl	49
4.1.2	Cenová Phillipsova křivka	50
	• Regresní přímka.....	50
	• Regresní parabola	52
	• Regresní hyperbola	54
4.1.3	Rozšířená Phillipsova křivka o inflační očekávání.....	56
4.2	Model Phillipsovy křivky (soustava ODR)	61
4.2.1	Program Maple	61
4.2.2	Obecný model Phillipsovy křivky (soustava ODR)	62
4.2.3	Konkrétní model Phillipsovy křivky v Maplu (soustava ODR)	64
	ZÁVĚR.....	69
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	71
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK.....	75
	SEZNAM GRAFŮ	75
	SEZNAM TABULEK	76
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	76
	SEZNAM PŘÍLOH.....	76

ÚVOD

Teorie můžeme obecně charakterizovat jako myšlenky navržené k vysvětlení reálného světa. Často bývají pouze zjednodušenými modely skutečnosti a prostřednictvím vědeckého procesu jsou neustále zdokonalovány, aby se realitě přiblížily. Nicméně teorie se od reality mohou i výrazně lišit. Na tomto místě stojí za zmínku citát slavného statistika 20. století George E. P. Boxe:

„... všechny modely jsou aproximace. V podstatě všechny modely jsou špatné, ale některé jsou užitečné.“ doplněný o: *„...praktická otázka je, jak musejí být špatné, aby nebyly užitečné.“* (1)

S tímto tématem souvisí i jeden z cílů této bakalářské práce, a to ověření platnosti teorie Phillipsovy křivky v podmínkách České republiky.

V závislosti na povaze popisované oblasti, mohou být teorie prezentovány ve verbální podobě nebo popisovány pomocí matematických vztahů. S rozvojem informačních technologií výrazně zesílilo využívání matematického modelování. V současnosti má velmi rozmanitou škálu aplikací, s čímž souvisí i používání různých odvětví matematiky, kam můžeme zařadit statistiku, pravděpodobnost, diferenciální a integrální počet, diferenciální rovnice a mnoho dalších.

V praktické části této práce budeme využívat statistickou metodu označovanou jako regresní analýza k určení závislosti mezi mírou inflace a mírou nezaměstnanosti. Na základě výstupů této metody přijmeme nebo zamítneme hypotézu platnosti Phillipsovy křivky v podmínkách České republiky. Následně přejdeme do jiného odvětví matematiky a Phillipsovu křivku České republiky se pokusíme namodelovat pomocí soustav diferenciálních rovnic.

1 CÍLE PRÁCE, METODY A POSTUPY ZPRACOVÁNÍ

1.1 Cíl práce

Cílem mé bakalářské práce je analýza vztahu mezi nezaměstnaností a inflací, známého jako Phillipsova křivka, a následné testování hypotézy platnosti Phillipsovy křivky v podmínkách české ekonomiky pomocí regresní analýzy. Obsahem mé práce bude i konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustav diferenciálních rovnic.

1.2 Metody a postupy zpracování

V první řadě bude zapotřebí zformulovat teoretická východiska konceptu Phillipsovy křivky. Nejprve se budeme věnovat jednotlivým pojmům, které jsou neodmyslitelně spjaté s Phillipsovou křivkou. Jde především o inflaci a nezaměstnanost. Poté si postupně popíšeme vývoj Phillipsovy křivky, od jejího zrodu až k její „moderní“ podobě. Poslední teoretická část bude zaměřena matematicky na regresní analýzu, testování hypotéz a obyčejné diferenciální rovnice a jejich soustavy.

Další část práce bude věnována analýze ekonomické situace a vývoji inflace a nezaměstnanosti v České republice od počátku 90. let. Pro následné grafické znázornění, modelování a výpočty budou využívána sezónně očištěná čtvrtletní data let 1996–2016. Meziroční míra inflace bude vyjádřena jako přírůstek indexu spotřebitelských cen ke stejnému čtvrtletí předchozího roku. Časová řada obecné míry nezaměstnanosti se bude vztahovat k osobám ve věku 15–64 let. Tento druh míry nezaměstnanosti vychází z Výběrového šetření pracovních sil, které se provádí jednou za čtvrtletí na náhodném výběru domácností v celé České republice. Rozsah šetření a výpočty ukazatelů trhu práce jsou plně v souladu s definicemi Mezinárodní organizace práce a metodickým doporučením Statistického úřadu Evropského společenství. (2) Data budou čerpána z veřejně dostupné databáze Českého statistického úřadu.

Předmětem praktické části bude sestavení jednotlivých regresních modelů a podle jejich statistické významnosti potvrdit či zamítnout hypotézu o existenci substitučního vztahu mezi inflací a nezaměstnaností v podmínkách české ekonomiky. Při zpracování regresní

analýzy budeme využívat programu Gretl. Následovat bude konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustav obyčejných diferenciálních rovnic, jejichž řešení budeme provádět v matematickém programu Maple. Konstrukci konkrétního modelu bude předcházet popis obecného modelu Phillipsovy křivky prostřednictvím diferenciálních rovnic.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

2.1 Inlace

Inlace představuje snížení kupní síly peněz, což vede k růstu všeobecné cenové hladiny v určitém časovém období. Za její hlavní příčinu se považuje nadměrné množství peněz v oběhu. (3)

2.1.1 Měření inflace

Měření inflace provádíme pomocí cenových indexů. Mezi nejčastěji používané patří implicitní cenový deflátor, index spotřebitelských cen a index cen výrobců. Implicitní cenový deflátor představuje nejkompexnější ukazatel inflace, protože změny cenové hladiny měří na všech komoditách, z nichž je HDP složen.

Nejpoužívanějším cenovým indexem je *index spotřebitelských cen*. Vypočítáme ho jako vážený průměr změn cen vybraných druhů zboží a služeb, které patří do spotřebního koše. Spotřební koš obsahuje typické zboží a služby spotřebovávané obyvatelstvem státu a je sestavován statistickým úřadem. (3)

Mírou inflace, kterou značíme π_t , se rozumí procentuální změna hodnoty indexu ve sledovaném období oproti období výchozímu:

$$\pi_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \cdot 100, \quad (2.1)$$

kde P představuje cenovou hladinu v období daném indexem. Pro správnou interpretaci míry inflace je nezbytné uvést přesné věcné, prostorové a časové vymezení. (4), (5)

2.1.2 Inflační očekávání

Obecně predikci ekonomické proměnné, v našem případě inflační očekávání, lze realizovat na základě dostupných informací z minulosti nebo odhadu do budoucnosti. (5)

Adaptivní očekávání znamená formování budoucí míry inflace na základě zkušeností a informací o jejím vývoji v minulosti. Formálně lze mechanismus adaptivního formování očekávané inflace zapsat pomocí váženého průměru skutečné míry inflace a míry očekávané inflace, obě hodnoty jsou brány z minulého období:

$$\pi_t^e = j \cdot \pi_{t-1} + (1 - j) \cdot \pi_{t-1}^e. \quad (2.2)$$

Váha j uvádí stupeň a rychlost, jakou se očekávaná inflace sledovaného období přizpůsobuje skutečné inflaci v předešlém období. Koeficient j se nachází v intervalu od 0 do 1. Uvažujme speciální případ statických očekávání, při kterém se j rovná 1. Potom:

$$\pi_t^e = \pi_{t-1}, \quad (2.3)$$

z čehož plyne, že očekávaná míra inflace období t se rovná skutečné míře inflace v období $t - 1$. (6)

Bereme-li v úvahu všechny dostupné informace ovlivňující současný a budoucí vývoj inflace, hovoříme o **racionálních očekáváních**. V tomto případě se k predikci využívá ekonomických modelů a poznatků o důsledcích expanzivní a restriktivní fiskální či monetární politiky. (5), (6)

2.2 Nezaměstnanost

Obyvatelstvo státu lze rozdělit na ekonomicky aktivní (zaměstnaní a nezaměstnaní) a neaktivní (děti, studenti, ženy na mateřské dovolené, starobní důchodci, lidé, kteří vzdali další hledání práce aj.). Za nezaměstnaného se považuje osoba ve věku 15–74 let, která souběžně splňuje všechny z následujících podmínek: je bez placené práce, je schopna pracovat a aktivně hledá práci po určité období. (3)

2.2.1 Měření nezaměstnanosti

Nezaměstnanost nejčastěji vyčíslujeme prostřednictvím ukazatele *míry nezaměstnanosti* u . Tu vyjadřujeme jako procentuální podíl počtu nezaměstnaných osob U k pracovní síle L :

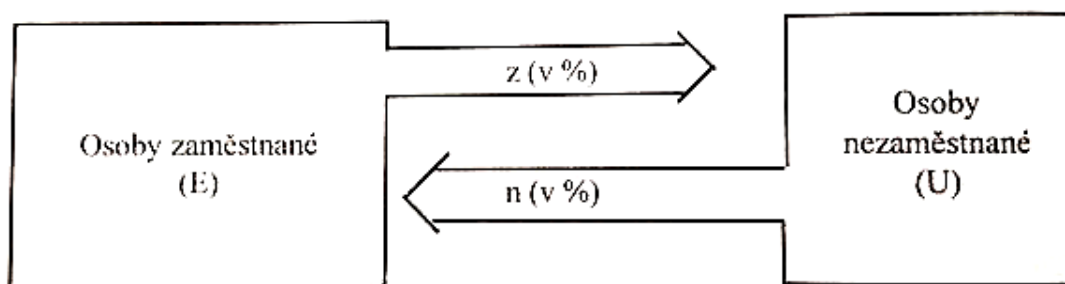
$$u = \frac{U}{L} \cdot 100, \quad (2.4)$$

kde celkový počet pracovních sil se rovná součtu zaměstnaných a nezaměstnaných lidí ($L = E + U$), představuje tedy veškeré ekonomicky aktivní obyvatelstvo ve státě. (3)

2.2.2 Přirozená míra nezaměstnanosti

Obyvatelstvo z hlediska trhu práce jsme si už rozdělili. Víme, že existují lidé zaměstnaní, nezaměstnaní a ekonomicky neaktivní. Nicméně téměř každý člověk se v průběhu svého života přesouvá z jedné skupiny do druhé. Nezaměstnanost proto souvisí s dynamickými změnami probíhajícími na trhu práce.

Jednoduchý model vztahů mezi zaměstnanými a nezaměstnanými pracovníky, u kterého předpokládáme konstantní velikost pracovních sil, nám znázorňuje následující obrázek.



Obrázek 1: Dynamika zaměstnanosti a nezaměstnanosti: jednoduchý model. (6, str. 118)

Na Obrázku 1 představují naznačené šipky přesuny osob ze skupiny zaměstnaných do skupiny nezaměstnaných a naopak. Procentuální podíl zaměstnaných pracovníků z celkového počtu zaměstnaných osob, kteří každý měsíc ztratí svou práci, nazveme *míra ztráty práce* a v našem případě ji značíme písmenem z . Obdobně je tomu i u n , které se nazývá *míra nalezení práce* a jedná se o podíl nezaměstnaných pracovníků z celkového počtu nezaměstnaných, kteří každý měsíc naleznou práci. Předpokládejme, že obě tyto míry jsou neměnné. (6)

V okamžiku rovnosti počtu nově nezaměstnaných lidí a počtu lidí, kteří si našli práci, nastává rovnováha na trhu práce. Míra nezaměstnanosti, při které nastal tento stav, se nazývá **přirozená míra nezaměstnanosti**. Uveďme si matematický zápis:

$$n \cdot U = z \cdot E. \quad (2.5)$$

Provedeme několik jednoduchých úprav. Uvědomíme si, že $E = L - U$ a poté celou rovnici vydělíme L a dostáváme vztah:

$$\frac{U}{L} = \frac{z}{z+n} \cdot 100. \quad (2.6)$$

Přirozenou míru, která je rovna $\frac{U}{L}$, označíme u^* . Z rovnice (2.6) vyplývá, že čím vyšší je míra ztráty práce, tím vyšší je přirozená míra nezaměstnanosti. Opačně je tomu u míry nalezení práce. Čím je vyšší, tím nižší je míra nezaměstnanosti. (6)

2.2.3 Hystereze nezaměstnanosti

Hystereze na trhu práce znamená dlouhodobý a stálý vliv minulého vývoje míry nezaměstnanosti na její současnou hodnotu. Jedná se o alternativní hypotézu k hypotéze přirozené míry nezaměstnanosti.

Hlavní příčinou hystereze na trhu práce bývá rozdílné postavení potenciálních pracovníků, které můžeme rozdělit na dvě velké skupiny – *insidery* a *outsidery*. Na rozdíl od outsiderů mají pracovníci firmy (insideri) již vytvořený vztah k firmě a určitou výhodu. S nově přichozími pracovníky může být spojena nízká produktivita práce, vysoké náklady na jejich zaučení nebo například náklad ve formě odstupného při rozvázání pracovní smlouvy s insidery.

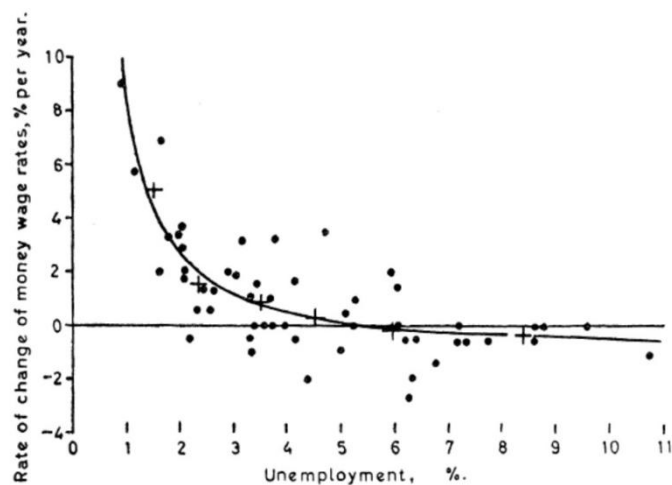
Hysterezi zesiluje i délka trvání nezaměstnanosti. Dlouhodobě nezaměstnaný si přizpůsobí svůj životní styl výši poskytovaných dávek a přestává aktivně hledat práci. I firmy považují delší období nezaměstnanosti člověka za negativní efekt, poněvadž se domnívají, že tito pracovníci postupně ztrácí své znalosti a dovednosti a jsou méně kvalitní. (5)

2.3 Phillipsova křivka

Phillipsova křivka popisuje vztah mezi mírou inflace a mírou nezaměstnanosti a tvoří nedílnou součást keynesiánského směru ekonomického myšlení. Svě jméno nese po novozélandském ekonomovi A. W. Phillipsovi, který ve své studii z roku 1958 dával do souvislosti chování mezd a míru nezaměstnanosti ve Velké Británii v období 1861- 1957. Po empirickém výzkumu formuloval závěr o inverzním vztahu mezi mírou nezaměstnanosti a mírou změny sazeb nominálních hodinových mezd. (5), (6), (7)

Phillips nebyl prvním ekonomem zabývajícím se touto problematikou. Již v roce 1926 Američan Irving Fisher poukázal ve svém článku na závislost cenové hladiny a nezaměstnanosti. I přesto že není považován za stvořitele této křivky, nezapomnělo se na něj a v roce 1973 byla jeho stať opětovně otištěna a nazvána „Já jsem objevil Phillipsovu křivku.“ (6), (8)

2.3.1 Původní mzdová Phillipsova křivka



Graf 1: Původní Phillipsova křivka. (7, str. 285)

Graf 1 představuje původní mzdovou Phillipsovu křivku publikovanou v již zmiňované Phillipsově práci. Na horizontální ose je znázorněna míra nezaměstnanosti vyjádřená v % a na vertikální ose je míra růstu nominálních mzdových sazeb také vyjádřená v %. Graf se vyznačuje několika charakteristickými vlastnostmi Phillipsovy křivky. Inverzní vztah mezi veličinami je charakterizován negativním sklonem křivky.

Křivka má tvar hyperboly a protíná horizontální osu na úrovni, která odpovídá situaci s nulovou změnou nominálních mzdových sazeb. Tento průsečík označujeme jako přirozenou míru nezaměstnanosti.

Formálně můžeme tempo růstu nominálních mezd zapsat následovně:

$$g_W = \frac{W_t - W_{t-1}}{W_{t-1}}, \quad (2.7)$$

kde W_t značí nominální mzdy v současném období a W_{t-1} nominální mzdy v minulém období. (6)

Míru růstu nominálních mezd lze také definovat jako:

$$g_W = -a \cdot (u - u^*), \quad (2.8)$$

kde u představuje míru nezaměstnanosti, u^* přirozenou míru nezaměstnanosti a koeficient a vyjadřuje citlivost změny míry nominálních mzdových sazeb na změny míry nezaměstnanosti. Tento koeficient má záporné znaménko, které vyjadřuje inverzní vztah mezi veličinami.

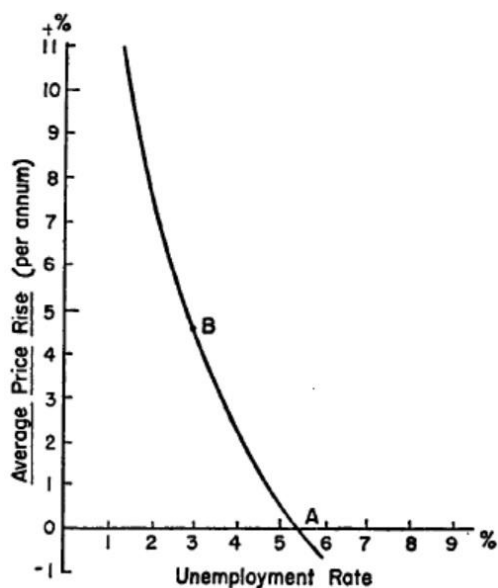
Dosazením vyjádření g_W z rovnice (2.7) do rovnice (2.8) dostáváme vztah pro mzdovou Phillipsovu křivku:

$$\frac{W_t - W_{t-1}}{W_{t-1}} = -a \cdot (u - u^*). \quad (2.9)$$

Z rovnice (2.9) vyplývá, že pokud je skutečná míra nezaměstnanosti vyšší než její přirozená míra, dochází k poklesu míry změny nominálních mezd a naopak. (5)

2.3.2 Modifikovaná Phillipsova křivka

O další vývoj Phillipsovy křivky se postarala dvojice amerických ekonomů P. A. Samuelson a R. M. Solow. Pouhé dva roky po vydání Phillipsovy studie přišli s modifikací jeho křivky. Na základě údajů ze Spojených států v letech 1935–1960 převedli původní substituční vztah mezi mírou růstu nominálních mezd a mírou nezaměstnanosti do roviny cenové inflace a míry nezaměstnanosti. (5), (6), (9)



Graf 2: Modifikovaná Phillipsova křivka. (9, str. 192)

Graf 2 zobrazuje modifikovanou Phillipsovou křivku. Oproti horizontální ose, kde opětovně znázorňujeme míru nezaměstnanosti vyjádřenou v procentech, na vertikální osu nanášíme namísto míry změny nominálních mezd míru změny agregátní cenové úrovně, tj. míru inflace vyjádřenou v procentech.

Formální definice míry inflace již byla zmíněna. Nicméně vývoj inflace souvisí i s cenovou tvorbou firem, kterou ovlivňuje vztah mezi vývojem mzdových nákladů a produktivitou práce. Z tohoto důvodu lze využít i jiný způsob vyjádření míry inflace:

$$\pi = g_W - PL, \quad (2.10)$$

kde už víme, že g_W nám vyjadřuje mzdovou inflaci, kterou jsme definovali pomocí $-a \cdot (u - u^*)$. Ve vzorci přítomné PL zastupuje tempo růstu produktivity práce.

Nyní můžeme matematicky formulovat modifikovanou Phillipsovou křivku:

$$\pi = -a \cdot (u - u^*) - PL. \quad (2.11)$$

Ze vzorce modifikované Phillipsovy křivky (2.11) vyplývá substituční vztah mezi mírou inflace a mírou nezaměstnanosti spolu s produktivitou práce. Pouze v případě nulového tempa růstu produktivity práce by míra inflace závisela pouze na změnách míry nezaměstnanosti. (5)

2.3.3 Rozšířená Phillipsova křivka o inflační očekávání

Původní i modifikovaná Phillipsova křivka se zdály být dlouhodobě stabilní. Vzájemný inverzní vztah platil v tak dlouhé časové řadě a pro řadu zemí, že by se dal považovat za určitý „zákon“, na který se dá spolehnout. Phillipsova křivka se díky tomu stala nejen významným makroekonomickým nástrojem, ale i nástrojem hospodářské politiky.

Vše se změnilo v průběhu sedmdesátých let 20. století, kdy ekonomiky začaly porušovat substituci mezi inflací a nezaměstnaností. Současně se objevovala rostoucí míra inflaci i rostoucí míra nezaměstnanosti a ekonomové se snažili přijít na hlavní důvody tohoto jevu. (6)

- **Friedmanovo a Phelpsovo rozšíření Phillipsovy křivky**

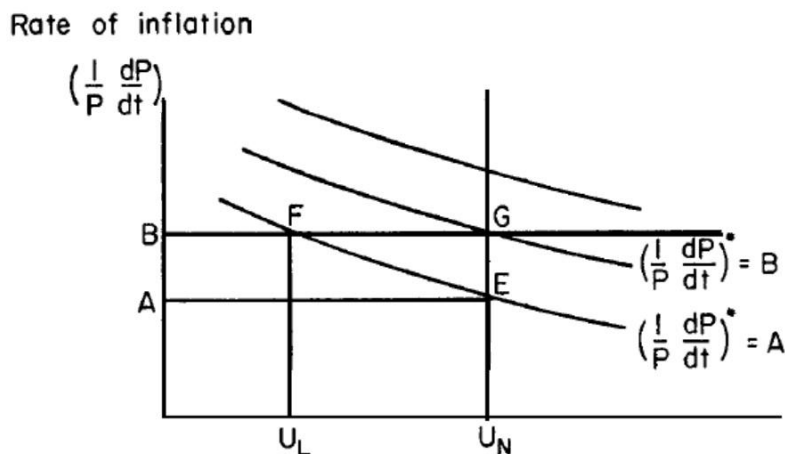
Nezávisle na sobě dospěli američtí ekonomové M. Friedman a E. Phelps k vysvětlení příčin poruchy konceptu Phillipsovy křivky. Především zpochybnili dlouhodobou stabilitou vztahu. Zjistili, že substituční vztah mezi mírou inflace a mírou nezaměstnanosti platí pouze v krátkém časovém intervalu, v dlouhém období tento vztah neexistuje. Zastávali se názoru, že zásadní vliv na vývoj inflace mají inflační očekávání, která stabilitu narušují. (5), (6), (10), (11)

Zahrnutím adaptivních inflačních očekávání do rovnice Phillipsovy křivky dostáváme:

$$\pi = \pi^e - [a \cdot (u - u^*) - PL]. \quad (2.12)$$

V tomto případě skutečná míra inflace závisí na odchylce skutečné míry nezaměstnanosti od její přirozené míry a současně na očekávané míře inflace π^e . (5)

Původnímu Phillipsovu vztahu také vytýkali nerozlišování nominálních a reálních veličin. Zvýšení peněžní zásoby zapříčiní růst spotřeby, protože si lidé přijdou bohatší. Z tohoto důvodu vzroste poptávka firem po práci a zaměstnanci jsou ochotni více pracovat, tím klesá úroveň nezaměstnanosti. Současně dochází i ke zvyšování míry inflace a reálné mzdy se snižují. Postupně lidé rozpoznají nárůst cen a sníží svou poptávku po zboží a službách. Firmy sníží produkci, nezaměstnanost se vrátí na přirozenou úroveň a celá krátkodobá Phillipsova křivka se posune směrem nahoru.



Graf 3: Rozšířená Phillipsova křivka o inflační očekávání. (10, str. 272)

Z dlouhodobého hlediska Friedman i Phelps došli k závěru, že dlouhodobá Phillipsova křivka odpovídá vertikále ustálené na úrovni přirozené míry nezaměstnanosti. (5), (6), (10), (11)

- **Rozšířená Phillipsova křivka o nákladové šoky**

Rozšířená Phillipsova křivka o nákladové šoky, kterou americký ekonom R. J. Gordon nazval „model trojúhelníku“, obsahuje tři faktory ovlivňující skutečnou inflaci. Mezi tyto faktory patří očekávaná míra inflace, odchylka skutečné míry nezaměstnanosti od její přirozené míry a nákladové šoky. (5), (12)

Formálně rozšířenou Phillipsovu křivku o nabídkové šoky můžeme definovat:

$$\pi = \pi^e - [a \cdot (u - u^*) - PL] + v. \quad (2.13)$$

Tato rovnice vznikne přičtením nabídkového šoku v k pravé straně rovnice Phillipsovy křivky zahrnující inflační očekávání. (5)

2.4 Matematická část

2.4.1 Regresní analýza

Metody regresní analýzy slouží k matematickému popisu jednostranných závislostí mezi dvěma či více statistickými znaky a k ověření deduktivně učiněných teorií. Zkoumají se změny vysvětlované (závisle) proměnné y vzhledem ke změnám vysvětlujících (nezávisle) proměnných x . Regresní analýzu často doprovází korelační analýza, která se zaměřuje na vzájemné lineární závislosti veličin.

Matematická funkce, která co nejlépe vyjadřuje charakter závislostí a průběh změn, se nazývá **regresní funkce**. Tato funkce nám umožňuje odhadnout hodnoty závisle proměnné na základě zvolených hodnot nezávisle proměnných. Nejdůležitějším úkolem regresní analýzy je zvolení typu regresní funkce. O vhodném typu regresní funkce rozhodují především ekonomická kritéria, jejichž základem by měla být existující ekonomická teorie. Další možností tohoto rozhodování je rozbor empirického průběhu závislostí pomocí grafické metody. (13)

Zaměříme se podrobněji na **lineární regresní model**, ve kterém je regresní funkce lineární z hlediska neznámých parametrů β_1, \dots, β_k . Tyto parametry zapíšeme do sloupcového vektoru $\beta = (\beta_1, \dots, \beta_k)^T$. Model je dán předpisem:

$$Y = X\beta + e. \quad (2.14)$$

Pro n měření máme vektor empirických hodnot závisle proměnné $Y = (Y_1, \dots, Y_n)^T$, jehož prvky Y_1, \dots, Y_n jsou náhodné veličiny. X je matice daných čísel typu $n \times k$ ($k < n$), kterou nazýváme matice plánu. Budeme předpokládat, že matice plánu je plně hodnosti, tzn. $h(X) = k$.

V modelu se vyskytující vektor náhodných veličin $e = (e_1, \dots, e_n)^T$ představuje odchylky empirických hodnot závisle proměnné od hodnot teoretických. Příčinou těchto chyb je působení neuvažovaných činitelů, které mají vliv na závisle proměnnou, a také forma teoretické regresní funkce, která nezobrazuje zcela přesnou závislost. Předpokládá se, že tyto chyby mají normální rozdělení, jejich střední hodnota $Ee = 0$, že jsou nekorelované

a homoskedastické, tzn. $\text{var } \mathbf{e} = \sigma^2 \mathbf{I}$, kde σ^2 je neznámý parametr a \mathbf{I} je jednotková matice. (13), (14)

Pro tento model platí, že střední hodnota náhodného vektoru $E\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}$ a variační matice náhodného vektoru $\text{var } \mathbf{Y} = \text{var } \mathbf{e} = \sigma^2 \mathbf{I}$. Parametry β_1, \dots, β_k lze odhadnout **metodou nejmenších čtverců**, která je založena na podmínce, že výraz $(\mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})^T(\mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})$ má být minimální. Odhady parametrů získané touto metodou jsou nejlepšími nestrannými lineárními odhady parametru $\boldsymbol{\beta}$, označíme je $\mathbf{b} = (b_1, \dots, b_k)^T$ a jsou podle (14) dány vzorcem:

$$\mathbf{b} = (\mathbf{X}^T \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^T \mathbf{Y}. \quad (2.15)$$

Při určování regresních modelů musíme ověřit, zda daná vysvětlující proměnná má vliv na vysvětlovanou proměnnou, což řešíme pomocí **testů statistické významnosti jednotlivých regresních parametrů** β_j pro $j = 1, 2, \dots, k$. Za nulovou hypotézu si zvolíme tvrzení, že zvolený regresní parametr je statisticky nevýznamný, tedy $H_0: \beta_j = 0$. Proti ní postavíme alternativní hypotézu: regresní parametr je statisticky významný ($H_1: \beta_j \neq 0$).

Hodnotu testového kritéria vypočteme ze vzorce:

$$t = \frac{b_j}{\sqrt{D(b_j)}}, \quad (2.16)$$

kde b_j představuje odhad daného parametru a $D(b_j)$ jeho rozptyl. Kritický obor pro zvolenou hladinu významnosti α je určen množinou:

$$W_\alpha = \left\{ t; |t| \geq t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-k) \right\}, \quad (2.17)$$

kde $t_{1-\frac{\alpha}{2}}(n-k)$ odpovídá kvantilu Studentova t rozdělení s $(n-k)$ stupni volnosti (n ... počet pozorování a k ... počet regresních koeficientů). Jestliže vypočtená hodnota t leží v kritickém oboru W_α , pak zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativní na zvolené hladině významnosti α a regresní parametr β_j považujeme za statisticky významný. V opačném případě, pokud $t \notin W_\alpha$, přijímáme nulovou hypotézu a β_j považujeme za statisticky nevýznamný parametr. (15)

Velmi důležitým krokem v regresní analýze je posouzení vhodnosti zvolené regresní funkce. Ke zjištění těsnosti zvolené funkce k zadaným datům se používá *reziduální součet čtverců* S_e , pro který dle (14) platí:

$$S_e = Y^T Y - b^T X^T Y. \quad (2.18)$$

Čím je hodnota S_e menší, tím více regresní funkce přiléhá k datům. Abychom mohli rozhodnout, jak kvalitně vystihuje zvolená regresní funkce závislost mezi proměnnými, potřebujeme vypočítat ještě *celkový součet čtverců*:

$$S_T = \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \frac{1}{n} (\sum_{i=1}^n Y_i)^2. \quad (2.19)$$

Poté už můžeme pomocí *koeficient determinace* R^2 , který vypočítáme jako

$$R^2 = 1 - \frac{S_e}{S_T}, \quad (2.20)$$

posoudit, jak dobře zvolená regresní funkce vystihuje funkční závislost mezi závisle proměnnou a nezávisle proměnnými. Tento index může nabývat hodnot mezi 0 a 1 a čím více se jeho hodnota blíží k 1, tím považujeme závislost za silnější a regresní funkci za výstižnější. (15)

Pomocí *testu statistické významnosti regresního modelu*, který používá koeficient determinace, můžeme zjistit, zda vysvětlující proměnné mají statisticky významnou sílu k vysvětlení chování vysvětlované proměnné. Nulová hypotéza H_0 tohoto testu tvrdí, že regresní model nemá vypovídající schopnost, tedy $R^2 = 0$. Naproti tomu alternativní hypotéza říká, že regresní model má vypovídající schopnost ($H_1: R^2 \neq 0$). Hodnota testového kritéria se vypočítá jako:

$$F = \frac{(n-k)R^2}{(k-1)(1-R^2)}. \quad (2.21)$$

Kritický obor pro hladinu významnosti α vypadá následovně:

$$W_\alpha = \{F; F \geq F_{1-\alpha}(k-1, n-k)\}, \quad (2.22)$$

kde $F_{1-\alpha}(k-1, n-k)$ značí kvantil Fisher-Snedecorova rozdělení. Stejně jako u předchozího testu, pokud $F \in W_\alpha$, potom na hladině významnosti α zamítáme nulovou hypotézu a přijímáme alternativní, tudíž nezávisle proměnné mají statisticky významnou sílu k vysvětlení závisle proměnné. Jestliže $F \notin W_\alpha$, přijímáme nulovou hypotézu a celý model považujeme za statisticky nevýznamný. (15)

Jestliže provádíme testování hypotéz pomocí statistických programů na počítači, pak častěji pracujeme s ***P-hodnotou*** místo kritického oboru. Obecně tato hodnota představuje pravděpodobnost, že náhodná veličina je v jistém vztahu k vypočtené hodnotě testového kritéria. V případě, že P-hodnota je menší než hladina významnosti α , zamítáme nulovou a přijímáme alternativní hypotézu. Je-li P-hodnota $\geq \alpha$, pak přijímáme nulovou hypotézu. (15)

2.4.2 Diferenciální rovnice

Rovnici, ve které jako neznámá vystupuje funkce jedné proměnné, přičemž obsahuje derivaci, respektive derivace této funkce, nazýváme ***obyčejná diferenciální rovnice***. Řád nejvyšší derivace označujeme jako ***řád diferenciální rovnice***. (16)

Obyčejnou diferenciální rovnici n-tého řádu v normálním tvaru můžeme zapsat následovně:

$$y^{(n)} = f(x, y, y', \dots, y^{(n-1)}), \quad (2.23)$$

kde f je reálná funkce definovaná na $(n+1)$ -rozměrné oblasti $\Omega \subset \mathbb{R}^{n+1}$. V případě, že je tato rovnice lineární vzhledem ke hledané funkci i všem jejím derivacím, nazveme tuto diferenciální rovnici ***lineární***.

Řešením diferenciální rovnice nazýváme každou spojitě derivovatelnou funkci na nějakém intervalu I , která vyhovuje rovnici (2.23), takže po dosazení této funkce a jejích derivací do rovnice (2.23) dostaneme na intervalu I identickou rovnost.

Požadujeme-li jednoznačnost řešení, je potřeba s rovnicí (2.23) uvažovat i doplňující podmínky. Jejich počet je dán řádem rovnice a může se jednat o počáteční či okrajové podmínky. Úloha určit řešení rovnice (2.23), které vyhovuje n počátečním podmínkám:

$$y(x_0) = y_0, y'(x_0) = y_1, \dots, y^{(n-1)}(x_0) = y_{n-1}, \quad (2.24)$$

kde $(x_0, y_0, y_1, \dots, y_{n-1}) \in \Omega$ je libovolný, ale pevně daný bod, se nazývá *počáteční problém (Cauchyova úloha)*.

Obecným řešením rovnice (2.23) rozumíme každou funkci, která závisí na n obecných parametrech C_1, \dots, C_n takových, že speciální (přípustnou) volbou C_1, \dots, C_n lze získat řešení každého počátečního problému. Řešení, které dostaneme z obecného řešení pevnou volbou konstant C_1, \dots, C_n , nazveme *partikulární řešení*. (16)

Lineární obyčejná diferenciální rovnice n -tého řádu má tvar:

$$A_n(x)y^{(n)} + A_{n-1}(x)y^{(n-1)} + \dots + A_1(x)y' + A_0(x)y = f(x), \quad (2.25)$$

kde $A_n(x), A_{n-1}(x), \dots, A_1(x), A_0(x)$ jsou spojité funkce proměnné x na intervalu I . Pokud je $f(x) = 0$ pro všechna $x \in I$, mluvíme o *homogenní* lineární obyčejné diferenciální rovnici n -tého řádu. V případě, kdy je $f(x) \neq 0$ pro nějaké $x \in I$, nazveme rovnici *nehomogenní*.

Speciálním typem homogenních lineárních obyčejných diferenciálních rovnic jsou rovnice s *konstantními koeficienty*, u kterých funkce $A_n(x), A_{n-1}(x), \dots, A_1(x), A_0(x)$ nezávisí na x , tudíž se jedná o konstanty. U tohoto typu rovnic jsme schopni vypočítat jejich přesné řešení.

Obecné řešení u nehomogenních rovnic lze vyjádřit ve tvaru součtu obecného řešení příslušné homogenní rovnice a partikulárního řešení původní nehomogenní rovnice. K určení partikulárního řešení nám slouží univerzální metoda *variace konstant* nebo snazší, ale použitelná pouze u rovnic se speciální pravou stranou, *metoda neurčitých koeficientů*. (16)

Normální soustavou diferenciálních rovnic prvního řádu nazýváme soustavu n diferenciálních rovnic prvního řádu tvaru:

$$\left. \begin{aligned} y'_1 &= f_1(x, y_1, \dots, y_n) \\ y'_2 &= f_2(x, y_1, \dots, y_n) \\ &\dots \\ y'_n &= f_n(x, y_1, \dots, y_n) \end{aligned} \right\}, \quad (2.26)$$

kde f_k ($k = 1, \dots, n$) jsou funkce definovány na $(n + 1)$ -rozměrné oblasti $\Omega \subset \mathbb{R}^{n+1}$.

Řešením soustavy (2.26) je každá skupina n funkcí tvaru $\bar{y}_1(x), \bar{y}_2(x), \dots, \bar{y}_n(x)$, které jsou spojitě derivovatelné na nějakém intervalu I , pro všechna $x \in I$ a vyhovují soustavě (2.26).

Počátečním problémem nazveme úlohu určit řešení soustavy (2.26), která vyhovuje n počátečním podmínkám:

$$y_1(x_0) = b_1, y_2(x_0) = b_2, \dots, y_n(x_0) = b_n, \quad (2.27)$$

kde $(x_0, b_1, b_2, \dots, b_n) \in \Omega$ je libovolný, ale pevně daný bod.

Obecným řešením soustavy (2.26) máme na mysli skupinu n funkcí, které závisí na n obecných parametrech C_1, \dots, C_n , jejichž speciální (přípustnou) volbou můžeme získat řešení každého počátečního problému. *Partikulární řešení* je řešení, které obdržíme z obecného řešení pevnou volbou konstant C_1, \dots, C_n . (16)

Soustava lineálních obyčejných diferenciálních rovnic prvního řádu má tvar:

$$\left. \begin{aligned} y'_1 &= a_{11}(x)y_1 + a_{12}(x)y_2 + \dots + a_{1n}(x)y_n + f_1(x) \\ y'_2 &= a_{21}(x)y_1 + a_{22}(x)y_2 + \dots + a_{2n}(x)y_n + f_2(x) \\ &\dots \\ y'_n &= a_{n1}(x)y_1 + a_{n2}(x)y_2 + \dots + a_{nn}(x)y_n + f_n(x) \end{aligned} \right\}, \quad (2.28)$$

kde všechny koeficienty $a_{ij}(x)$ a funkce $f_k(x)$ jsou spojitě na intervalu I . Jsou-li $f_k(x) = 0$ pro všechna $x \in I$ a $k = 1, \dots, n$, hovoříme o *homogenní* soustavě

diferenciálních rovnic, není-li tomu tak, nazýváme soustavu *nehomogenní*. V případě, že se jedná o soustavu s *konstantními koeficienty*, budou koeficienty $a_{ij}(x)$ konstanty nezávislémi na x a stejně tak jako u samotných rovnic vyšších řádů jsme schopni vyřešit jejich exaktní řešení. (16)

Pomocí *eliminační metody* lze převést soustavu (2.28) na jednu obyčejnou diferenciální rovnici n -tého řádu. Soustavy diferenciálních rovnic mají stejnou strukturu množiny řešení jako samotné diferenciální rovnice vyšších řádů.

Závěrem a shrnutím této kapitoly je fakt, že existuje několik speciálních typů diferenciálních rovnic a jejich soustav, u kterých jsou známy metody, které vedou k nalezení přesného řešení. V obecném případě musíme přistoupit k numerickému (tj. přibližnému) řešení. (16)

3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této části práce se zaměříme na popis české ekonomiky od počátku 90. let, abychom měli ponětí o pozadí a důvodech změn v datech, která budeme dále zpracovávat. Pro období 1996–2016 vždy nejprve pro každý rok analyzujeme vývoj ekonomiky jako celku a poté se podrobněji zaměříme na vývoj inflace a nezaměstnanosti v České republice. Následně si získané časové řady míry inflace a míry nezaměstnanosti graficky znázorníme a na závěr zkonstruujeme graf závislosti míry inflace na míře nezaměstnanosti ve sledovaném období, jenž nám bude představovat reálnou Phillipsovu křivku České republiky.

3.1 Ekonomický vývoj na území České republiky

Důležitým rokem pro českou ekonomiku byl **rok 1991**, kdy byla zahájena ekonomická reforma, při které docházelo k přeměně centrálně řízené ekonomiky na ekonomiku tržní. Jednorázová liberalizace cen na začátku roku 1991 zapříčinila prudký nárůst inflace nad 55 %. V témže roce došlo k propadu reálných mezd, reorientaci na západní trhy a poklesu ekonomické síly obyvatelstva. (17)

Situace se stabilizovala až **v roce 1993**, připlouval zahraniční kapitál, privatizoval se státní majetek a ekonomika začala konečně mírně růst. Prohlubovala se směnitelnost koruny a řízení měnové politiky přešlo z administrativních nástrojů na nástroje tržní. Tehdejším hlavním cílem měnové politiky bylo udržování fixního kurzu a stanoveného tempa meziročního růstu peněžní zásoby. **Do konce první poloviny 90. let** se podařilo snížit inflaci pod 10 %, avšak měnová politika už nebyla schopna tlumit stále narůstající domácí poptávku a plnit svůj dosavadní cíl – udržování měnové stability. (17), (18)

Rok 1996

V prvním čtvrtletí roku 1996 bylo rozšířeno flukтуаční pásmo kurzu koruny. Toto opatření ovšem nepřineslo změnu trendu ve vývoji peněžní zásoby a inflace, a tak ČNB na konci druhého čtvrtletí přistoupila ke zvýšení úrokových sazeb. Až poté následovalo posílení kurzu koruny, čímž se potvrdila propojenost měnové politiky ČNB s kurzovou politikou. Míra růstu HDP v roce 1996 přesáhla 4 %. K výraznějšímu zpomalení došlo

ve třetím čtvrtletí. Příčinami byly přetrvávající stagnace ekonomik zemí OECD spojené se značnou otevřeností české ekonomiky a nepříznivé klimatické podmínky v průběhu celého roku. (18), (19)

Stejně jako v předcházejících letech i v první polovině roku 1996 míra inflace mírně klesala. Na začátku druhého pololetí vlivem silné domácí poptávky, která byla umožněna růstem mezd, inflace vzrostla. Výrazně na vývoj inflace zapůsobily i rostoucí ceny ropy. (19) Ve čtvrtém čtvrtletí inflace mírně poklesla.

Zaměstnanost v roce 1996 proti stejnému období minulého roku mírně narostla a současně ji doprovázela pokračující odvětvová diferenciacce. Jedním z důvodů nárůstu celkové zaměstnanosti byl zvyšující se počet cizinců pracujících v ČR. Během celého roku se zvyšoval i počet nezaměstnaných. Nárůst míry nezaměstnanosti byl pravděpodobně spjatý se silicím úsilím podnikatelských subjektů o zvýšení produktivity práce a rentability výroby a ve druhém pololetí také s určitým zpomalením ekonomického růstu. (19)

Rok 1997

Rok 1997 byl pro národní hospodářství České republiky nejobtížnějším obdobím od nástupu transformace. V prvním čtvrtletí ještě pokračovaly tendence minulých let, jako vážná makroekonomická nerovnováha, pokles tvorby fixního kapitálu a problémy spojené s nedokončenou restrukturalizací, které způsobily hlubší pokles ekonomického růstu. Tato nerovnováha spojená s politickou nestabilitou a měnovými krizemi v zahraničí přiměla ČNB v květnu tohoto roku opustit režim fixního devizového kurzu a zavést plovoucí kurz koruny. Po tomto zásahu se makroekonomická nerovnováha přestala prohlubovat. (17), (19)

Růst cen pokračoval také v roce 1997, navíc oproti minulému roku mírně zrychlil a ovlivnil především růst regulovaných cen. V prvním pololetí roku inflace pokračovala v mírném poklesu z konce minulého roku, avšak ve druhém pololetí stoupla až nad 10 % v důsledku měnového otřesu. Přeměnou fixního kurzu na kurz plovoucí zmizel pozitivní vliv na hlavní cíl ČNB, tedy na snižování inflace. Strategie měnové politiky

volala po změně, tuto potřebu potvrzovalo i rostoucí napětí na domácí politické scéně a prohlubování měnové krize v jihovýchodní Asii. (17), (19)

V tomto roce z důvodu úsporných opatření vlády a finančních problémů podniků, které vedly ke snižování mzdových nákladů, zaměstnanost poklesla. Diferenciace ve vývoji zaměstnanosti v jednotlivých odvětvích dále pokračovala. Míra nezaměstnanosti trvale rostla v průběhu celého roku. Rozhodujícím faktorem se stalo celkové zpomalení dynamiky ekonomického růstu a snižování pracovních míst u podniků s finančními problémy. Na tuto skutečnost rovněž zapůsobily i ostatní vlivy, jako například špatná dopravní obslužnost a povodně v některých regionech. (19)

Rok 1998

Světovou ekonomiku v tomto roce charakterizoval postupný pokles tempa ekonomického růstu a pokles cen surovin, energetických zdrojů a komodit na světových trzích. Tyto skutečnosti ovlivnily i Českou republiku, jejíž situaci lze popsat poklesem výkonnosti hospodářství, poklesem reálných příjmů a také špatnou finanční situací řady firem. Tento rok ovšem neměl pouze slabé stránky, na druhou stranu se povedlo napravit makroekonomickou nerovnováhu. (19)

V roce 1998 se Česká republika stala první post-komunistickou zemí, která přijala strategii přímého cílení na inflaci. Tato strategie se přímo zaměřuje na dosahování cíle v podobě nízké a stabilní míry inflace. Její podstatou je komplexní posuzování všech faktorů majících vliv na inflaci a o měnověpolitických opatřeních se rozhoduje na základě inflačních prognóz. Tento krok se ukázal jako velmi účinný a již ve druhé polovině roku míra inflace poklesla na jednocifernou úroveň. Krátkodobý cíl pro čistou inflaci pro konec roku 1998 byl stanoven na $6 \% \pm 0,5$ procentního bodu a střednědobý cíl pro konec roku 2000 pro čistou inflaci činil $4,5 \% \pm 1$ procentní bod. (19), (20)

Hospodářský pokles v roce 1998 doprovázela rychle rostoucí míra nezaměstnanosti a to zejména ve druhé polovině roku. S relativně vysokým nárůstem nezaměstnanosti se snižovala produktivita práce, zapříčiněná rychlejším poklesem HDP než byl pokles nezaměstnanosti. Trh práce nebyl v tomto roce schopný odpovídajícím způsobem reagovat na negativní vývoj reálné ekonomiky. Restriktivní makroekonomická politika

nebyla dostatečně silná, aby přiměla subjekty podnikatelské činnosti k racionálnější mzdové a zaměstnanecké politice. (19)

Rok 1999

Ekonomika se v roce 1999 postupně začala vymaňovat z fáze recese. V prvním čtvrtletí sice stále pokračoval pokles HDP, ten však v průběhu roku vystřídalo oživení a mírný růst. ČNB v postupných krocích snižovala úrokové sazby, které se dostaly na svou historicky nejnižší úroveň, vedle toho došlo k radikálnímu snižování povinných minimálních rezerv. Dále se v tomto roce zmírnila vnější nerovnováha české ekonomiky. Obnovující důvěru v budoucnost našeho státu naznačoval i k nám významně proudící dlouhodobý zahraniční kapitál. (19)

Za největší úspěch měnové politiky ČNB lze považovat vytvoření základů nízkoinflačního prostředí v České republice, které se začalo považovat za stabilní a udržitelný stav a subjekty trhu tomu přizpůsobovaly své chování. Míra inflace se dostala na nejnižší úroveň za celé období transformace. Na začátku roku činila pouhá 3 % a postupem času dále klesala. Na její vývoj měl především vliv prudký pokles cen energetických surovin a potravin, hospodářská stagnace a utlumená domácí poptávka. Skutečná hodnota čisté inflace na konci roku ležela výrazně pod hodnotou zvoleného inflačního cíle pro rok 1999. Strategickým cílem ČNB se pro následující období stalo dosažení určité úrovně inflace do roku 2005, která je potřebná pro vstup do Evropské hospodářské a měnové unie. (19)

V roce 1999 nabídka pracovní síly převažovala nad poptávkou, tudíž docházelo k růstu míry nezaměstnanosti. Tento růst se povedlo od druhého čtvrtletí díky významně přicházejícímu dlouhodobému kapitálu ze zahraničí, který zajišťoval tvorbu nových pracovních míst, zpomalit. (19)

Rok 2000

Tento rok se nesl ve znamení hospodářského růstu a příznivého vývoje i v dalších oblastech. Ze zahraničí přicházelo obrovské množství kapitálu vytvářející nadějně podmínky pro další rozvoj. Ovšem i tento rok se neobešel bez problémů, s hospodářským vývojem byl spojen prudký růst cen energetických surovin

umocňovaný vývojem kurzu koruny vůči americkému dolaru. I přesto se podařilo udržet vnitřní makroekonomickou stabilitu, nicméně růst dovozních cen v souvislosti s nákladovým šokem se výrazněji odrazil na vývoji vnější nerovnováhy. (19)

V první polovině roku 2000 v důsledku vnějších nákladových tlaků odrážejících především růst cen ropy došlo v podmínkách ekonomického oživení k nárůstu cenových indexů. Ve třetím čtvrtletí se tento nárůst zastavil a ve zbývající části roku se stabilizoval na úrovni kolem 4 %. Dosažením této úrovně inflace se čistá inflace přiblížila k střednědobému cíli, který byl stanoven na počátku roku 1998. ČNB se i přes nákladový šok podařilo udržet příznivá inflační očekávání. Tento rok dokázal, že hospodářské oživení a růst lze sloučit s nízkou inflací. (19)

Nesoulad mezi poptávkou a nabídkou práce se v roce 2000 zmírňoval. Situace na trhu práce se zlepšovala, zastavil se růst počtu nezaměstnaných osob, zvyšoval se počet volných pracovních míst a hlavně míra nezaměstnanosti po dlouhodobějším růstu konečně začala klesat. Pozitivní změna tendencí na trhu práce byla ovlivněna především přílivem přímých zahraničních investic, oživením hospodářského růstu a různými formami aktivní politiky zaměstnanosti. (19)

Rok 2001

Rok 2001 nebyl dobrým rokem pro světovou ekonomiku, dlouhodobý hospodářský rozkvět ve Spojených státech skončil a Japonsku se nepodařilo vymanit ze stagnace. Obtíže těchto dvou největších světových ekonomik ovlivnily i ekonomiky vyspělých států Evropské unie. Téměř celosvětová ekonomická recese byla prohloubena teroristickým útokem ve Spojených státech 11. září 2001. Za těchto okolností dosažený ekonomický růst a udržení dosažené makroekonomické stability v České republice lze považovat za úspěch. (19)

Až v tomto roku, po čtyřech letech fungování režimu inflačního cílování, nastala významná změna v oblasti legislativy. Za hlavní ČNB v Ústavě České republiky a v zákoně o ČNB byla zvolena cenová stabilita, která nahradila dosavadní měnovou stabilitu. Zpomalení světového hospodářského růstu zapříčinilo stagnaci až pokles světových cen, což příznivě ovlivnilo také inflaci v České republice. V prvním čtvrtletí

inflace stagnovala, ve druhém čtvrtletí se z důvodu atypické sezónnosti cen potravin a cen zahraničních rekreací zrychlila, avšak do konce roku se opět stačila vrátit na nízkou úroveň z počátku roku. ČNB splnila svůj inflační cíl pro prosinec roku 2001, čímž vytvořila předpoklad pro příznivý budoucí makroekonomický vývoj. Další cíl byl stanoven na období od ledna 2002 až do prosince 2005 ve formě lineárně klesajícího pásma z úrovně 3–5 % na úroveň 2–4 %. (19), (20) Na rozdíl od předchozích cílů byl tento cíl stanoven pro celkovou inflaci v podobě srozumitelného indexu spotřebitelských cen.

Vývoj na trhu práce se nesl v duchu minulého roku. Hospodářské oživení, příliv zahraničních investic, aktivní politika zaměstnanosti a vládou poskytnuté investiční pobídky zahraničním investorům v regionech s vysokou mírou nezaměstnanosti způsobily pokračující zmírňování nesouladu mezi poptávkou po pracovní síle a její nabídkou. Narůstal počet volných pracovních míst a zaměstnanost, která po řadu předchozích čtvrtletí klesala, také vzrostla. Nezaměstnanost v prvním čtvrtletí 2001 zaznamenala pokles skoro o celé procento oproti začátku minulého roku. V průběhu celého roku se její hodnoty také držely na nižší úrovni než předchozí rok, nicméně pokles byl limitován dlouhodobou nezaměstnaností a velkými regionálními rozdíly v míře nezaměstnanosti. (19) Od čtvrtého čtvrtletí se získané hodnoty i směry vývoje registrované a obecné míry nezaměstnanosti začali rozcházet. (21)

Rok 2002

Řadu nepříznivých šoků přinesl i rok 2002, mimo jiné se jednalo o zpomalení světové ekonomiky, silnou apreciaci kurzu koruny k euru a ničivé srpnové povodně. Hospodářský růst v České republice pokračoval pomalejším tempem než v minulých dvou letech, ale i přesto vzhledem k okolnostem můžete dosažené výsledky hodnotit pozitivně. V průběhu roku ČNB reagovala na aktuální vývoj snižováním úrokových sazeb a řadou kroků k omezení nadměrné volatility měnového kurzu. (19)

Vývoj inflace ovlivnilo především zpomalení růstu HDP, zhodnocení koruny a také pokles cen potravin. Inflace z hodnoty necelých 4 % v prvním čtvrtletí postupně klesala. Ve čtvrtém čtvrtletí dokonce dosáhla svých nejnižších hodnot od roku 1990 ležících mírně nad 0,5 %. Česká republika dostala až pod cílové pásmo ČNB a poprvé v historii

i pod průměrnou úroveň zemí EU. Neustálým vývojem aparátu ČNB, který je určen k tvorbě prognóz a komunikaci měnové politiky, bylo v červenci roku 2002 dosaženo odpoutání ČNB jako jedné z prvních bank na světě od předpokladu neměnných úrokových sazeb. Souběžně se zdokonalováním predikčních technik se zvyšovala i transparentnost ČNB. (19), (22)

Hodnoty míry obecné nezaměstnanosti oproti hodnotám míry registrované nezaměstnanosti klesaly až do poloviny roku 2002. K hlavním faktorům zvyšující se míry registrované nezaměstnanosti v prvním pololetí roku patřilo bezpochyby zpomalení hospodářského růstu v zemích hlavních obchodních partnerů, nejistota spojená s jeho oživením, přetrvávající apreciacie kurzu koruny a probíhající restrukturalizace ekonomiky. Ke konci roku se dále snižoval počet volných pracovních míst a registrovaná míra nezaměstnanosti v prosinci vzrostla až na rekordní úroveň 9,8 %. Nárůst nezaměstnanosti zajistil zaměstnavatelům výhodnou pozici ve mzdových vyjednáváních. (19), (21)

Rok 2003

Na rozdíl od států EU, kde ekonomika v roce 2003 rostla jen velmi pomalu, se růst domácí ekonomiky zrychloval. Spotřebitelská poptávka se zvyšovala v důsledku růstu reálných disponibilních příjmů domácností a jejich rostoucí ochotě využívat k nákupu a investicím úvěr, kterou zapříčinily snižující se úrokové sazby. V tomto roce ČNB společně s vládou přijala Strategii přistoupení České republiky k euru, čímž byly v podstatě završeny systémové a legislativní změny tak, aby se Česká republika mohla stát členem EU. (19)

V průběhu celého roku 2003 se inflace pohybovala pod cílovým pásmem ČNB i pod úrovní inflace v zemích EU. Vývoj inflace ovlivňovala slabší zahraniční poptávku, nižší cenový růst v zahraničí, pevnější než předpokládaný kurz koruny vůči euru i americkému dolaru, klesající ceny zemědělských výrobců a také nižší než předpokládaný růst regulovaných cen. V prvním čtvrtletí se meziroční míra inflace v podobě spotřebitelských cen poprvé v historii ČR dostala do záporných hodnot. (19) V průběhu roku oscillovala kolem nulové hodnoty a až v posledním čtvrtletí se mírně zvýšila na necelé 1 %.

Zrychlení ekonomického růstu nemělo prozatím vliv na vývoj zaměstnanosti, neboť podniky obvykle reagují na změny s určitým zpožděním. Pokračující prohlubování nesouladu mezi poptávkou po práci a její nabídkou se promítlo do meziročního zvýšení nezaměstnanosti v prvním i druhém čtvrtletí. V mezinárodním srovnání s dalšími zeměmi EU však nepatří k nejvyšším. Na trhu práce probíhaly strukturální změny v podobě snížení zaměstnanosti v kategorii zaměstnanců a současné zvýšení počtu podnikatelů. Napětí na trhu práce přetrvávalo a sílilo i ve třetím čtvrtletí, zrychlil se pokles zaměstnanosti, snížil se počet volných pracovních míst a ve čtvrtém čtvrtletí se opět zvýšila nezaměstnanost. (19)

Rok 2004

Tento rok přinesl pro Českou republiku významné změny. V květnu vstoupila Česká republika do Evropské unie. Tempo růstu české ekonomiky se v průběhu roku pohybovalo zhruba na stejné úrovni jako ve druhém pololetí roku 2003 a stále bylo vyšší než v ostatních zemích EU. Vliv spotřebitelské poptávky na růst ekonomiky v tomto roce klesal, zato vliv investic vzrostl. Ve druhém pololetí jej navíc podpořila vysoká dynamika vývozu. Pevnější kurz koruny zlevňoval dovozy a přispíval k tlumení vlivu vysokých cen surovin na světových trzích. (19)

Inflaci se celý rok dařilo udržovat v cíleném pásmu. Meziroční míra inflace již na začátku roku překročila 2% hranici a v průběhu roku dále rostla. Ve třetím čtvrtletí se přehoupla přes 3 %, kde vydržela až do konce roku. Růst cen ovlivňovaly především daňové úpravy, které obnášely zvýšení spotřebních daní na cigarety, alkohol a benzín, přesun některých položek ze snížené do základní sazby DPH atd. Na vývoj inflace také zapůsobil vstup České republiky do EU. Udržet inflaci na nízké úrovni je nezbytné pro přijetí eura v České republice, s čímž bylo spjato stanovení 3% inflačního cíle na období od ledna 2006 do doby přijetí eura. (19)

Vlivem sílící převahy nabídky práce před poptávkou se v prvním čtvrtletí roku dostala míra registrované nezaměstnanosti na svůj dosavadní vrchol. (19), (21) V důsledku postupného růstu výkonu ekonomiky a pokračujícího přílivu přímých zahraničních investic se po zbytek roku tento nesoulad zmírňoval. Zaměstnanost zmírnila svůj pokles, následně se stabilizovala a meziroční růst registrované i obecné míry

nezaměstnanosti se snížil. V závěru roku se znatelně zvýšil počet volných pracovních míst, ale znatelnějšímu snížení nezaměstnaných osob bránila vysoká strukturální nezaměstnanost v kvalifikační a regionální dimenzi. (19)

Rok 2005

V úspěšném roce 2005 bychom měli vyzdvihnout především dosaženou dynamiku hospodářského růstu, tak i úroveň makroekonomické a cenové stability. Rychlost růstu české ekonomiky byla udržována dobrou výkonností zahraničního obchodu společně s pokračujícím zhodnocováním měnového kurzu a navíc docházelo ke zvyšování investiční aktivity. Úrokové sazby se dostaly na rekordně nízkou úroveň a velkou část roku setrvaly pod úrovní eurozóny. (19)

Udržet inflaci na nízké a stabilní úrovni se podařilo i v tomto roce a ve srovnání s předcházejícím byla dokonce nižší. K výraznému zpomalení spotřebitelských cen přispěly klesající, popřípadě jen mírně rostoucí ceny potravin v souvislosti s vývojem zemědělských výrobců. V menší míře působil vliv zpevňujícího se kurz koruny k euru a nižší rozsah daňových úprav oproti minulému roku. V průběhu roku se hodnoty míry inflace držely pod úrovní 2 %, tedy i pod dolní hranicí cílového pásma. Až ve čtvrtém čtvrtletí v důsledku vyšších cen energetických surovin na světových trzích byl zaznamenán výraznější výkyv. (19)

Příznivá ekonomická situace oživovala růst zaměstnanosti a nezaměstnanost mírně klesala. Problém kvalifikační a profesní struktury nezaměstnaných tvořil překážku k výraznějšímu snižování nezaměstnanosti. Proti směru zvyšování počtu zaměstnanců působila například silná asijská konkurence v textilním a oděvním odvětví. Také počty podnikatelů se v tomto roce také snižovaly. Ve třetím čtvrtletí roku se prohloubil pokles míry nezaměstnanosti, k čemuž přispělo působení nového zákona o zaměstnanosti, který z uchazečů o zaměstnání vyřazoval osoby odmítající spolupráci s úřady práce a nástup do vhodného zaměstnání. (23) Ve čtvrtém čtvrtletí se míra obecné nezaměstnanosti nepatrně zvýšila.

Rok 2006

Relativně vysoký hospodářský růst přetrvával i v roce 2006, růst HDP mírně přesáhl 6 %. Největší vliv na ekonomický růst měla spotřeba domácností a celková domácí poptávka, nicméně ani zahraniční obchod nebyl zanedbatelný. Kurz koruny vůči euru během celého roku posiloval. V důsledku slábnoucího kurzu amerického dolaru k euru, posiloval i kurz koruny k dolaru. (19)

Od počátku roku 2006 byl inflační cíl stanoven v podobě jedné hodnoty 3 %, což odpovídalo středu předchozího cílového pásma. Navíc se ČNB zavázala udržovat odchylku maximálně 1 % oběma směry od tohoto cíle. (20) Po většinu roku se míra inflace pohybovala v těsné blízkosti inflačního cíle. Ke zvýšení inflace v tomto období oproti minulému roku vedlo především urychlení růstu cen elektřiny, tepla a zemního plynu pro domácnosti. Výrazně rozdílné bylo poslední čtvrtletí roku, kdy inflace vlivem zpomalení meziročního růstu regulovaných cen v oddíle bydlení, voda, energie a paliva prudce klesla téměř na poloviční hodnotu a dostala se pod dolní hranici tolerančního pásma inflačního cíle. (19)

Během celého roku rostla zaměstnanost i poptávka po práci spojená se zvyšujícím se počtem volných pracovních míst, což přispívalo ke snižování míry nezaměstnanosti. Část poptávky po práci se realizovala mimo evidenci úřadů, a tak přetrvával nepoměr mezi vývojem zaměstnanosti a nezaměstnanosti, který se s poklesem tempa růstu zaměstnanosti v průběhu roku zmírňoval. Na konci roku přetrvávala relativně vysoká dlouhodobá nezaměstnanost, která odrážela stále přítomný problém kvalifikační a profesní struktury nezaměstnaných. (23)

Rok 2007

Další úspěšný rok, v němž přetrvával vysoký růst HDP. Stejně jako v předcházejících letech rostla česká ekonomiky rychleji než ekonomiky EU jako celku. Největší zásluhu na růstu naší ekonomiky měla spotřeba domácností. U čistého vývozu došlo oproti minulému roku k poklesu. V tomto roce proběhla významná událost v měnové oblasti. V srpnu byl v dokumentu s názvem „Aktualizovaná strategie přistoupení České

republiky k eurozóně“ zveřejněn odklad přijetí eura z původně očekávaného roku 2010 na neurčité datum. (19)

V prvním čtvrtletí roku se inflace nadále držela pod dolní hranicí tolerančního pásma. Během roku se postupně zvyšovala a přibližovala k inflačnímu cíli, až nakonec v závěrečném čtvrtletí dokonce překročila horní okraj tolerančního pásma. K růstu inflace přispělo především zvýšení daní na tabákové výrobky a zrychlení růstu spotřebitelských cen, především cen potravin a bydlení. Tyto skupiny cen byly ovlivněny vývojem cen energií a zemědělských výrobců. Doposud jsme ekonomický růst hodnotili vždy pozitivně, avšak z hlediska hlavního cíle ČNB, kterým je udržování cenové stability, může způsobit problém. Při pokusu o jeho předejití přistoupila ČNB v průběhu roku hned k několika zvýšením úrokových sazeb. (19)

Pokračující rychlý růst poptávky po práci spolu se silným hospodářským růstem způsoboval zvyšování tempa růstu zaměstnanosti. Navíc se vytvářela spousta nových pracovních míst, která ve spojení s růstem zaměstnanosti vedla k dalšímu výraznému snižování míry nezaměstnanosti, meziročně až o více než 1,5 %. Obecná míra nezaměstnanosti se na konci roku dostala na nejnižší úroveň od poloviny roku 1997. Situace na trhu práce měla i svoje stinná místa. Stále velký podíl na celkové nezaměstnanosti měla dlouhodobá nezaměstnanost, jejíž většinu tvořily osoby se základním vzděláním. Současně poptávka po práci se zaměřovala převážně na osoby s minimálně ukončeným středoškolským vzděláním, což způsobovalo nedostatek pracovníků požadovaných profesí s odpovídající kvalifikací. (23)

Rok 2008

Z důvodu značné otevřenosti české ekonomiky světová finanční a hospodářská krize v roce 2008 způsobila pokles zahraniční poptávky. (24) Došlo k omezení českých vývozu a ekonomická aktivita postupně zpomalovala. I přesto, že se snižovaly úrokové sazby a díky plovoucímu kurzu koruny se oslaboval měnový kurz, růst HDP během prvních třech čtvrtletí postupně zpomaloval. (19) Na závěr roku, kdy se nejvíce promítl vliv světové krize, se doslova propadl na necelé 1 %.

Na začátku roku se míra inflace výrazně zvýšila. Důvodem byl jednorázový dopad úprav nepřímých daní v podobě zvýšení snížené sazby DPH a uvalení spotřebních daní na tabákové výrobky. Vývoj inflace ovlivnilo zvyšování regulovaných cen, což způsobil růst cen nájemného, plynu, tepla a elektrické energie a také zavedení zdravotnických poplatků. Přechodně urychlil i růst cen potravin a pohonných hmot, které byly pod vlivem prudce se zvyšujících světových cen zemědělských a energetických surovin. Následující dvě čtvrtletí se inflace postupně snižovala a v závěru roku po odeznění zmiňovaných nákladových vlivů, zejména výraznému poklesu cen komodit, dokonce prudce klesla. (19), (23)

S dalším rokem se dostavil i obrat dosavadního trendu na trhu práce. Snižování tempa růstu české ekonomiky vedlo ke zpomalování meziročního růstu zaměstnanosti a stagnaci počtu nově vytvořených pracovních míst. I přesto docházelo až do třetího čtvrtletí k poklesu míry nezaměstnanosti, jejíž hodnoty se držely na velmi nízké úrovni. Počet dlouhodobě nezaměstnaných také klesal, avšak stále dlouhodobá nezaměstnanost tvořila velkou část celkové nezaměstnanosti. (23) Měnící se situace na trhu práce se projevila až v posledním čtvrtletí tohoto roku růstem počtu nezaměstnaných.

Rok 2009

Světová finanční a hospodářská krize přetrvávala i v roce 2009 a právě v něm naplno dopadla na českou ekonomiku. (24) Zapříčinila největší meziroční propad ekonomické aktivity v historii České republiky o více než 4 %. Nicméně ve srovnání s jinými zeměmi jsme patřili k těm méně postiženým. Nebývalé uvolněním měnové i fiskální politiky nedokázalo těmto následkům předejít, přesto je alespoň mírně zmírnilo. Ve druhém pololetí se ekonomická aktivita stabilizovala a česká ekonomika se začala velmi pozvolna zvedat. (19)

V návaznosti na prudký pokles ekonomické aktivity se inflace v průběhu roku snižovala. Z úrovně 2 % v prvním čtvrtletí do poloviny roku poklesla na hodnoty mírně nad 0, tedy hluboko pod spodní hranici cíleného koridoru. Na tomto výrazném zpomalení růstu spotřebitelských cen měla podíl naprostá většina hlavních cenových skupin, především ceny potravin a regulované ceny. Díky výraznému snížení úrokových

sazeb ČNB a zvýšení cen pohonných hmot se během čtvrtého čtvrtletí růst spotřebitelských cen nepatrně zrychlil. (19), (23)

Situace na trhu práce se v tomto roce zhoršovala. První čtvrtletí přineslo prudký nárůst nezaměstnanosti, ale i tak se držela na nižší úrovni než v ostatních zemích EU. Výrazně se snížila poptávka po práci, zaměstnanost, počty volných pracovních míst i zahraničních pracovníků. V průběhu roku tyto nepříznivé trendy přetrvávaly, ale jejich dynamika se pomalu zmírňovala. Ve vývoji zaměstnanosti na sebe protisměrně působily klesající počty zaměstnanců se souběžným zvyšováním počtu podnikatelů, což je obvyklé pro období hospodářské recese. (23) Obecná míra nezaměstnanosti ve čtvrtém čtvrtletí meziročně vzrostla o přibližně 3 % a dosáhla zhruba 7,5 %.

Rok 2010

V tomto roce byly obnovovány vyčerpané zásoby, rostla spotřeba domácností a vytvořila se vlna investic do výstavby solárních elektráren. V důsledku všech těchto činností pokračovalo pozvolné oživení domácího hospodářství. Nicméně stále v tomto roce přetrvávala spousta problémů a nejistot. Ve druhé polovině roku se plánovalo zvyšování velmi nízkých úrokových sazeb, k čemu nakonec vůbec nedošlo. Dokonce úrokové míry ještě poklesly až na historicky nejnižší úroveň 0,75 %. V posledním čtvrtletí roku 2010 česká ekonomika mírně zpomalila. (19)

Na počátku roku byl inflační cíl snížen na 2 % s tolerančním pásem ± 1 %. Režim inflačního cílování si prošel nejkritičtější fází své existence, ale osvědčil se a stal se tak jednou z kotev celého hospodářství. V prvním čtvrtletí činila inflace necelé 1 %. Další čtvrtletí přineslo zrychlení růstu regulovaných cen, zmírnění poklesu cen potravin a s tím souviselo zvýšení inflace do spodní části tolerančního pásu. Po zbytek roku ceny komodit a potravin rychle rostly a míra inflace se také zvyšovala. (19), (23) Nicméně zásluhou pozitivního vlivu plovoucího kurzu na inflaci se její růst podařilo tlumit a udržovat v blízkosti 2% cíle.

Z důvodu zpožděné reakce poptávky po práci na oživení se v prvním čtvrtletí ještě prohloubil pokles zaměstnanost a míra obecné i registrované nezaměstnanosti se

zvýšila. Už od druhého čtvrtletí se míra nezaměstnanosti snižovala. Ve čtvrtém čtvrtletí mělo na dosažený pokles nezaměstnanosti vliv snížení pracovní síly. (23)

Rok 2011

Domácí ekonomický růst v prvním čtvrtletí mírně vzrostl, avšak už ve druhém čtvrtletí započalo jeho zpomalení, k čemuž nejvíce přispělo snížení čistého vývozu a pokles spotřeby domácností i vlády. Ve druhém pololetí způsobila dluhová krize v eurozóně a zpomalování zahraničního obchodu další výrazný pokles tempa růstu domácí ekonomiky. Nejistoty a rizika, vyplývající z neudržitelného zadlužení Řecka a nepříznivých vyhlídek ostatních nejvíce zadlužených zemí Evropy, rychle rostly. (19), (23)

Inflace se po většinu nacházela mírně pod 2% cílem ČNB. Udržovat inflaci na nízké úrovni pomáhal mírně posilující kurz koruny, který tlumil cenové dopady vysokých světových cen komodit a potravin. Až v posledním čtvrtletí roku se inflace posunula přibližně o 0,5 % nad cíl v důsledku toho, že obchodníci s předstihem částečně promítli do cen potravin změnu ve výši sazby DPH. Navíc došlo k oslabení měnového kurzu a růstu cen energií. (19), (23)

Na trhu práce postupně docházelo k obnově růstu zaměstnanosti a snižování meziroční míry nezaměstnanosti. Nicméně dynamika těchto změn, která byla ovlivněna především vývojem ve skupině zaměstnanců, v jednotlivých čtvrtletích zvolňovala. Ve čtvrtém čtvrtletí byl mírný meziroční růst zaměstnanosti vystřídán slabým poklesem. Zároveň výrazněji zrychlil pokles pracovní síly, tudíž míra nezaměstnanosti se meziročně stále snižovala. (23)

Rok 2012

Tento rok se stal pro Českou republiku rokem recese. V prvních měsících započal pokles ekonomiky a během roku se postupně prohluboval. Nejvíce ekonomickou situaci ovlivnila snižující se domácí i zahraniční poptávka a především hluboký propad spotřeby domácností a investic do zásob. Na konci prvního pololetí přistoupila ČNB ke snižování úrokových sazeb, které se na konci roku dostaly na technicky nulovou úroveň 0,05 %. V evropském srovnání jsme v prvních třech čtvrtletích patřili k těm

zemím s nejhlubším ekonomickým propadem, poté ve čtvrtém čtvrtletí došlo ke zlepšení a zmírnění propadu. (19), (23)

Míra inflace se ihned v prvním čtvrtletí roku výrazně zvýšila na hodnotu přes 3 %, tedy nad horní mez tolerančního pásma inflačního cíle ČNB. Příčinami bylo zvýšení snížené sazby DPH a spotřebních daní u cigaret, rostoucí ceny potravin, regulované a dovozní ceny a také oslabení měnového kurzu koruny na konci minulého roku. Po zbytek roku docházelo ke snižování míry inflace. Postupně odezníval růst většiny cen s výjimkou pohonných hmot, avšak působení administrativních vlivů přetrvávalo. Do tolerančního pásma cíle ČNB míra inflace pronikla až ve čtvrtém čtvrtletí, kdy ke snížení přispěly i ceny benzínu a ropy. (23)

V prvním pololetí se celková zaměstnanost oproti konci minulého roku v důsledku slábnoucího výkonu ekonomiky jen nepatrně zvyšovala. Současně i sezónně očištěná míra nezaměstnanosti v prvním čtvrtletí mírně vzrostla a ve druhém čtvrtletí stagnovala. Ve druhém pololetí se výrazněji projevil paradox současného zvyšování zaměstnanosti i míry nezaměstnanosti. Tuto situaci způsobilo přizpůsobování trhu práce utlumené ekonomické aktivitě. Docházelo sice ke zvyšování počtu zaměstnanců, ale zároveň i ke zkracování jejich pracovních úvazků, což způsobilo snižování počtu odpracovaných hodin. (23)

Rok 2013

V prvním čtvrtletí roku se snížily investice v sektoru domácností a růst čistého vývozu se zastavil, což se projevilo v prohloubení poklesu české ekonomiky. Po zbytek roku se situace zlepšovala, v posledním čtvrtletí dokonce po téměř dvou letech nepřetržitého poklesu ekonomická výkonnost vzrostla. Příčinu lze spatřit ve významném nárůstu vybraných daní z produktů, který byl způsoben chováním obchodníků. Ti se na konci roku předzásobili tabákovým zbožím, které mělo od začátku roku 2014 podléhat vyšší spotřební dani. Navíc došlo k nárůstu investic a mírnému zvýšení spotřeby domácností. (23)

Začátkem roku se inflace zmírněním vlivu daňových změn a regulovaných cen snížila pod 2% cíl ČNB, v dolní polovině tolerančního pásma se držela po celý rok a postupem

času neustále klesala. Hrozba pádu české ekonomiky do deflace, na kterou upozorňovala prognóza, se současnou nemožností dalšího snížení měnověpolitických úrokových sazeb přiměly ČNB v listopadu tohoto roku začít využívat kurz koruny jako další nástroj měnové politiky. Toto opatření v podobě devizových intervencí se zaměřovalo na oslabení kurzu koruny a jeho udržování poblíž hladiny 27 korun za euro. Využitím intervencí se v žádném případě nezměnil hlavní cíl ČNB – udržování cenové stability, pouze funkci uvolňování měnové politiky přebíral jiný nástroj než úrokové sazby. (23), (24)

Růst zaměstnanosti v prvním čtvrtletí roku dále zrychlil a zároveň se zvýšil počet zaměstnanců. Trh práce podle počtu zaměstnaných osob posílil v tomto roce nejvíce za posledních pět let, avšak na pozadí této situace opět stálo intenzivní využívání alternativních forem pracovních úvazků. (23) Míra nezaměstnanosti proto neklesala stejným tempem, jako rostla míra zaměstnanosti. Na začátku roku stagnovala na úrovni konce minulého roku. Ve druhém čtvrtletí se mírně snížila, ve třetím stagnovala a na konci roku opětovně pouze mírně poklesla.

Rok 2014

K pokračujícímu oživení ekonomiky významně přispělo uvolnění měnové politiky. Velký vliv na růst ekonomiky měl obnovený příliv domácích i zahraničních investic a navíc nedošlo k úvěrové expanzi, která jej obvykle doprovází. Postupem času se zvyšování reálných mezd a pozitivní očekávání domácností projevovalo ve zvyšování spotřeby domácností. Dosavadní vliv čistého vývozu upadal. V evropském srovnání byl růst HDP v České republice rychlejší než v EU jako celku. (23)

Přestože se v důsledku odeznění změn DPH a poklesu regulovaných cen celková inflace na začátku roku prudce snížila téměř na nulovou hranici, ukázal se hlavní důvod oslabení koruny, kterým bylo zvýšení inflace, jako účinný. Zásadou tohoto opatření se celková inflace udržela v kladných číslech. Korigovaná inflace bez pohonných hmot začala po déle trvajícím poklesu opět růst a její tempo se v průběhu roku zvyšovalo. Celková míra inflace se však celý rok pohybovala značně pod dolní mezí tolerančního pásu inflačního cíle a nedostala se výš než na úroveň 0,57 % ve třetím čtvrtletí. Z této

úrovně ve čtvrtém čtvrtletí mírně poklesla, což způsobily klesající světové ceny ropy. (23)

Oživení ekonomiky se na začátku tohoto roku projevilo meziročním růstem zaměstnanosti, který doprovázel pokles míry nezaměstnanosti. Růst zaměstnanosti byl ovlivněn nejen zvyšujícím se počtem zaměstnanců, ale i podnikatelů a po delší době se konečně zvýšil i počet zaměstnanců přepočtený na plné úvazky. (23) Růst přepočteného počtu zaměstnanců na plné úvazky neustále zrychloval a míra nezaměstnanosti po celý rok vykazovala klesající tendenci.

Rok 2015

České ekonomice se v tomto roce dařilo nejlépe za posledních osm let. V porovnání s Evropou byl náš hospodářský vývoj mimořádný. Oživení započaté v předchozím roce se v důsledku růstu soukromých investic výrazně zesílilo. Navíc jej podpořila vyšší dynamika úvěrů, jež domácnosti v hojném počtu využívaly na nákup nemovitostí, a rekordní čerpání prostředků z evropských fondů. Investice domácností ve čtvrtém čtvrtletí začaly klesat a od té doby ekonomika pomalu ztrácela na dynamice. Na konci roku 2015 se ČNB rozhodla zvýšit úrokové sazby na 0,5 %, které úvěrové instituce používají od 1. ledna 2017. (23)

Míra inflace během roku stále přetrvávala hluboko pod dolní hranicí tolerance inflačního cíle ČNB. Její pokles v prvním čtvrtletí byl významnou měrou zapříčiněn nízkými cenami ropy, energetických surovin a dalších komodit na světových trzích. Vlivem obnovení meziročního růstu cen potravin se inflace ve druhém čtvrtletí znatelně zvýšila, nicméně v bezprostředně následujícím čtvrtletí opětovně poklesla. Ve čtvrtém čtvrtletí se dostala téměř až na nulovou úroveň. Nepřetržitě byl sledován kurz koruny. V prvním pololetí se tento kurz nacházel nad hladinou 27 korun za euro, nicméně ve třetím čtvrtletí posílil a ČNB automaticky přistoupila k intervencím, aby zabránila jeho poklesu. V tomto roce se navíc bankovní rada rozhodla, že k ukončení kurzového závazku nedojde dříve než ve druhém pololetí roku 2016. (23)

Situace na trhu práce se v důsledku růstu ekonomiky dále zlepšovala. Intenzita tvorby nových pracovních míst zesilovala a také docházelo ke zrychlování růstu mezd. Mírně

zvýšení poptávky po práci na počátku roku, společně se zvyšováním celkové zaměstnanosti i počtu zaměstnanců přepočteného na plné úvazky vedlo k dalšímu snížení obecné míry nezaměstnanosti. Tento trend ve vývoji na trhu práce pokračoval i po zbytek roku. Růst celkové nezaměstnanosti i počtu zaměstnanců ve třetím čtvrtletí mírně zpomalily. (23) I přesto obecná míra nezaměstnanosti nezměnila směr svého trendu a pronikla pod hranici 5 %. V závěrečném čtvrtletí se dokonce dostala zhruba ještě o 0,5 % níže.

Rok 2016

Pokračující hospodářský růst byl podporován rostoucí spotřebou domácností, ke které docházelo pozitivním očekáváním spotřebitelů a nárůstem jejich výdělků. Také zahraniční obchod silně ovlivňoval tento růst, naproti tomu dynamika vládních a podnikových investic zvolňovala. Ve srovnání s minulým rokem se však tempo ekonomického růstu zpomalovalo. Za zmínku stojí i vyhlášení bankovní rady, že ČNB neukončí devizové intervence dříve než v roce 2017. (23)

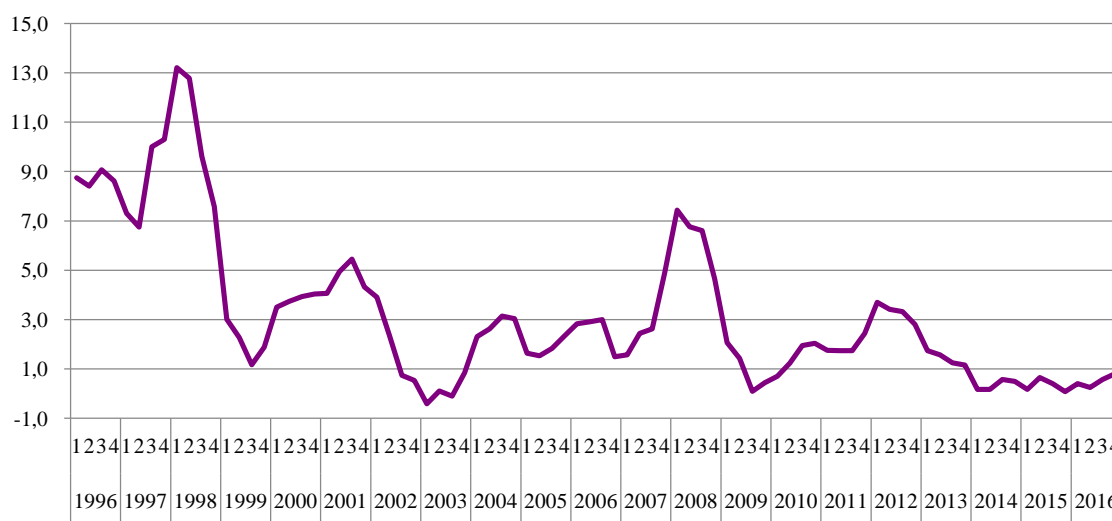
Celý rok se inflace pohybovala pod dolní hranicí tolerančního pásma inflačního cíle. K jejím velmi nízkým hodnotám přispíval pokles cen pohonných hmot a potravin, který odrazil propad světových cen ropy. Na počátku roku došlo k mírnému zvýšení inflace, příčinami byly především regulované ceny a slabé zmírnění poklesu cen potravin a pohonných hmot. Ve druhém čtvrtletí míra inflace poklesla. Následně se ve vývoji inflace ve druhé polovině roku dostavily patrné změny. Pokles cen potravin a nemovitostí zmírnil, čímž inflace mírně vzrostla. (23) Na konci roku se pak dostala na úroveň 0,8 %.

I v tomto roce ekonomický růst dále vytvářel nová pracovní místa. Téměř celý rok na trhu práce výrazně rostla celková zaměstnanost i počet zaměstnanců po přepočtení na plné úvazky. Pouze ve druhém čtvrtletí se tempo růstu celkové zaměstnanosti mírně zpomalilo. Následně ve třetím čtvrtletí současně s rostoucím počtem zaměstnanců výrazněji vzrostl i počet podnikatelů. Míra nezaměstnanosti v tomto roce pokračovala ve svém klesající tendenci minulého období, avšak pomalejším tempem. Svoji zásluhu na snižování míry nezaměstnanosti měla i redukce počtu dlouhodobě nezaměstnaných. (23)

3.2 Časové řady vybraných ukazatelů výkonnosti národního hospodářství České republiky v letech 1996–2016

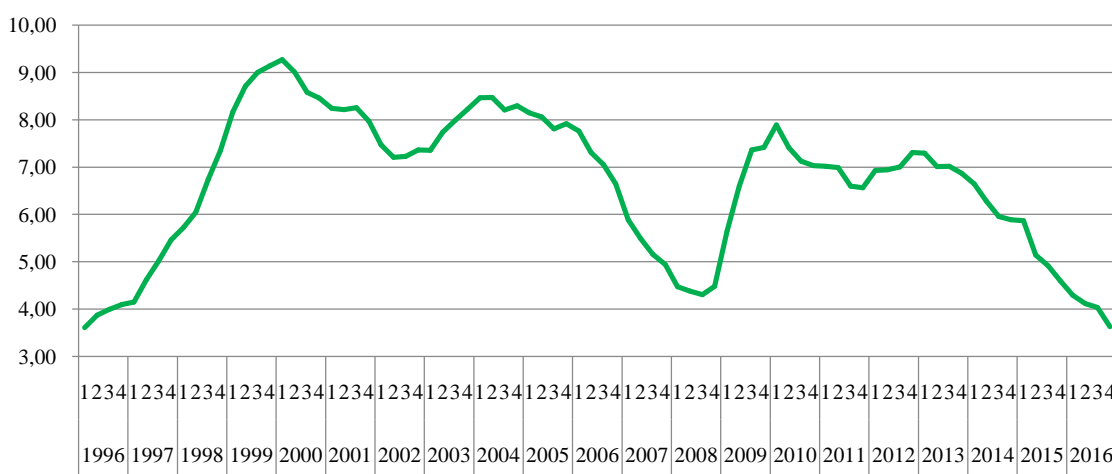
Přesné hodnoty míry inflace i míry nezaměstnanosti, na základě nichž byly sestrojeny následující grafy a které se budou v navazující části práce dále zpracovávat, jsou v tabulkové podobě obsaženy v Příloze 1.

3.2.1 Vývoj meziroční míry inflace v ČR (1996–2016)



Graf 4: Vývoj míry inflace v ČR (1996–2016). Vlastní zpracování. Zdroj dat: ČSÚ (25)

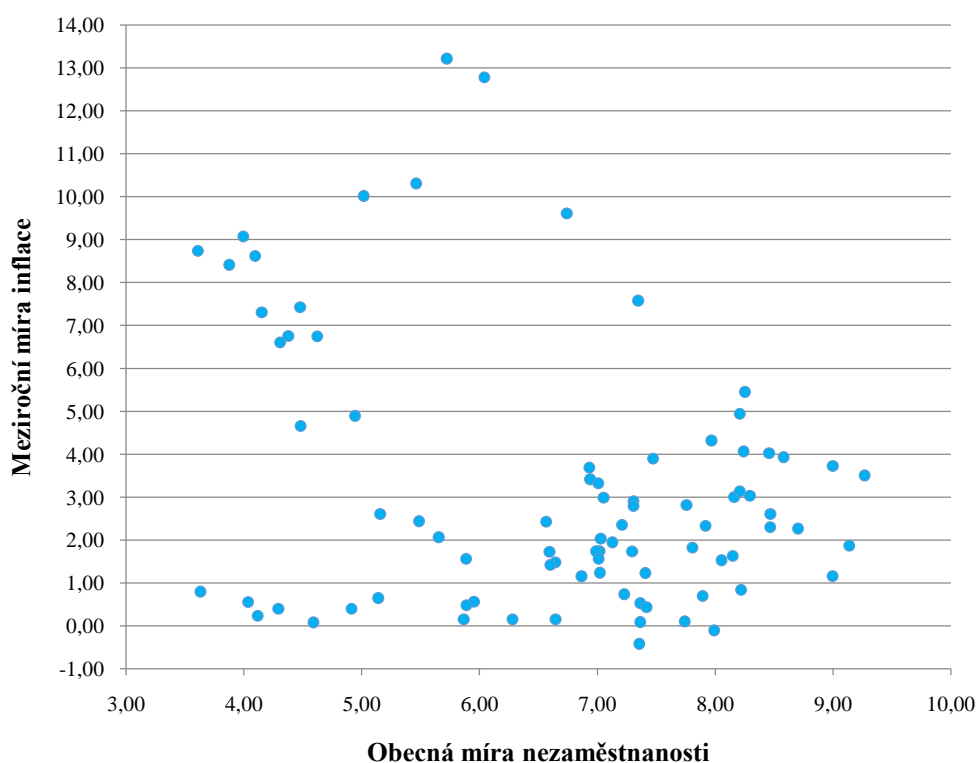
3.2.2 Vývoj obecné míry nezaměstnanosti v ČR (1996–2016)



Graf 5: Vývoj míry nezaměstnanosti v ČR (1996–2016). Vlastní zpracování. Zdroj dat: ČSÚ (26)

3.3 Grafické znázornění závislosti míry inflace na míře nezaměstnanosti

Graf 6 zobrazuje reálnou Phillipsovu křivku České republiky období 1996–2016. Jednotlivá pozorování v grafu netvoří přesně určenou klesající křivku, která by zcela odpovídala teorii. Nicméně nenastal ani opačný extrém v podobě jejich náhodného rozložení. V tomto okamžiku je patrné, že mezi mírou inflace a nezaměstnanosti zcela jistě existuje určitá závislost. Zkoumání této závislosti bude předmětem následující části práce.



Graf 6: Reálná Phillipsova křivka České republiky. Vlastní zpracování. Zdroje dat: ČSÚ (25), (26)

4 ANALÝZA ŘEŠENÍ A JEJICH VLASTNOSTÍ

Nejprve se v této části práce budeme věnovat regresní analýze, jejíž pomocí kvantifikujeme vztah mezi reálnými ekonomickými veličinami České republiky. Jednotlivé regresní modely budeme konstruovat v programu Gretl a na základě jejich výsledků budeme schopni v závěru práce potvrdit či zamítnout hypotézu platnosti Phillipsovy křivky v podmínkách České republiky.

Následně si model Phillipsovy křivky popíšeme pomocí změn vysvětlujících proměnných v čase, k čemuž nám poslouží diferenciální rovnice. Pomocí soustavy diferenciálních rovnic popisujících změnu očekávané míry inflace a zpětný vliv inflace na nezaměstnanost si sestavíme obecný model Phillipsovy křivky, který dále uplatníme při konstrukci konkrétního modelu pro Českou republiku.

4.1 Regresní modely Phillipsovy křivky

Při regresní analýze budeme postupovat od nejjednodušších modelů, ve kterých bude míra inflace vysvětlována pouze mírou nezaměstnanosti, k modelům obsahujícím i inflační očekávání. Při zpracování regresní analýzy budeme pracovat v programu Gretl. Současně s testováním významnosti jednotlivých regresních parametrů a modelu jako celku si budeme všimnout i toho, zda tvar a především sklon regresní funkce a znaménka u odhadnutých koeficientů odpovídají ekonomické teorii. Reálná data české ekonomiky, která budeme využívat v regresní analýze, jsou uvedena v tabulce v Příloze 1.

4.1.1 Program Gretl

Než přejdeme k samotné konstrukci regresních modelů, popíšeme se stručně využívaný software. Název programu Gretl tvoří zkratku pro *Gnu Regression, Econometrics and Time-series Library*. Program představuje multiplatformní softwarový balíček, který slouží k ekonometrické analýze. Jeho autory jsou Allin Cottrell a Riccardo “Jack” Lucchetti. Gretl je napsaný v programovacím jazyku C a jedná se o bezplatný software s otevřeným zdrojovým kódem. Lze jej stáhnout z internetové stránky: <http://gretl.sourceforge.net/>. (27)

Do Gretlu je možné nahrávat data i jiných formátů. V našem případě budeme importovat data z tabulky v Excelu. Program nám umožní grafické znázornění našich dat, úpravy stávajících proměnných, popřípadě i definování nových proměnných. Nicméně stěžejní činností bude odhadování regresních parametrů jednotlivých modelů metodou nejmenších čtverců. Program nás poskytne i informace o statistické významnosti jednotlivých regresních koeficientů i modelu jako celku. Jednoduše graficky znázorníme původní a vyrovnané hodnoty. Dále také můžeme program využít k otestování klasických předpokladů regresního modelu nebo k analýze reziduí. Vypočtený model můžeme i dále upravovat, jednoduše z něj odebereme nevýznamné proměnné a opětovně aplikujeme metodu nejmenších čtverců.

4.1.2 Cenová Phillipsova křivka

- **Regresní přímka**

Regresní analýzu započneme nejjednodušším vyjádřením závislosti míry inflace na míře nezaměstnanosti v podobě regresní přímky. Regresní model si předepíšeme ve tvaru:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + e_i \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4.1)$$

Metodou nejmenších čtverců dostaneme odhady parametrů a konkrétní přímku:

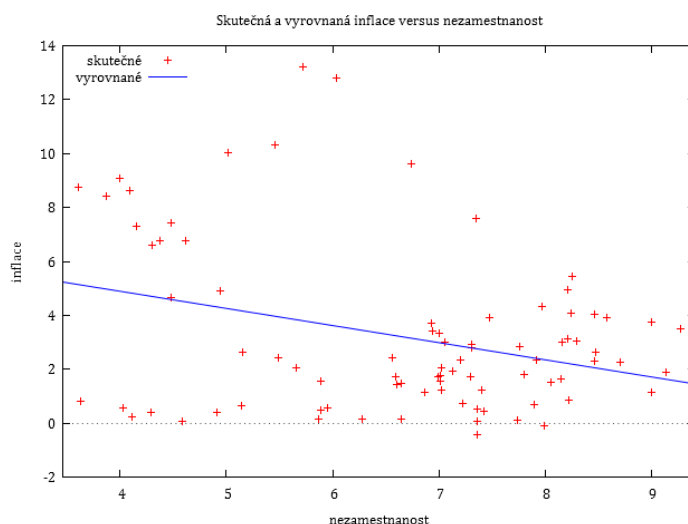
$$\hat{\pi} = 7,434 - 0,635u. \quad (4.2)$$

	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
const	7,434	1,43621	5,1761	<0,00001	***
nezamestnanost	-0,635071	0,210453	-3,0176	0,00339	***
Střední hodnota závisle proměnné	3,209337	Sm. odchylka závisle proměnné		3,077431	
Součet čtverců reziduí	707,4914	Sm. chyba regrese		2,937336	
Koeficient determinace	0,099951	Adjustovaný koeficient determinace		0,088974	
F(1, 82)	9,106101	P-hodnota(F)		0,003393	

Tabulka 1: Původní regresní přímka. Zdroj: Gretl.

Jelikož p-hodnota obou regresních koeficientů je menší než zvolená hladina významnosti 0,05, zamítáme nulovou a přijímáme alternativní hypotézu o statistické

významnosti regresních parametrů. Nicméně koeficient determinace 0,099951 je velmi malý, což nám značí nevhodně zvolenou regresní funkci nebo absenci dalších vysvětlujících proměnných, které mají vliv na míru inflace. Přesto koeficient determinace je statisticky významný a model má svoji vypovídající schopnost. Necelých 10 % variability míry inflace je vysvětleno mírou nezaměstnanosti.



Graf 7: Původní regresní přímka. Zdroj: Gretl.

V Grafu 7 můžeme vidět, že přímka svým klesajícím sklonem odpovídá ekonomické teorii o inverzním vztahu mezi mírou inflace a mírou nezaměstnanosti.

V tomto okamžiku můžeme ještě sestavit model bez odlehlých hodnot, zda tato pozorování výrazně nesnižují intenzitu závislosti. Odstraněním čtyř nejodlehlejších pozorování od čtvrtého čtvrtletí roku 1997 do třetího čtvrtletí roku 1998, kdy inflace převyšovala úroveň 10 %, koeficient determinace vzrostl, ovšem jen nepatrně.

	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
const	6,26139	1,17284	5,3387	<0,00001	***
u	-0,518391	0,170904	-3,0332	0,00329	***
Střední hodnota závisle proměnné	2,795766	Sm. odchylka závisle proměnné		2,488297	
Součet čtverců reziduí	437,5296	Sm. chyba regrese		2,368408	
Koeficient determinace	0,105509	Adjustovaný koeficient determinace		0,094041	
F(1, 78)	9,200436	P-hodnota(F)		0,003285	

Tabulka 2: Regresní přímka bez odlehlých hodnot. Zdroj: Gretl.

- **Regresní parabola**

Jelikož model přímkové regrese dostatečně dobře nevysvětlil závislost mezi mírou inflace a mírou nezaměstnanosti. Vezměme v úvahu jinou regresní funkci. Jako další regresní model si vybereme *regresní parabolu*, kterou obecně zapisujeme:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \beta_2 x_i^2 + e_i \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4.3)$$

V našem případě jsme metodou nejmenších čtverců obdržely odhady koeficientů a regresní parabolu ve tvaru:

$$\hat{\pi} = 15,207 - 3,246u + 0,206u^2. \quad (4.4)$$

Otestováním významnosti parametrů modelu s odlehlými hodnotami jsme zjistili, že na zvolené hladině významnosti 0,05 máme významnou pouze úroňovou konstantu.

	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
const	15,2068	5,62411	2,7039	0,00835	***
nezamestnanost	-3,24639	1,83954	-1,7648	0,08137	*
nezamestnanost2	0,2061	0,144246	1,4288	0,15690	
Střední hodnota závisle proměnné					
	3,209337	Sm. odchylka	závisle	3,077431	
proměnné					
Součet čtverců reziduí	690,0983	Sm. chyba regrese		2,918858	
Koeficient determinace	0,122077	Adjustovaný koeficient		0,100400	
determinace					
F(2, 81)	5,631631	P-hodnota(F)		0,005128	

Tabulka 3: Původní regresní parabola. Zdroj: Gretl.

Nevýznamnost zbývajících dvou koeficientů nejspíše zapříčinila silná lineární závislost mezi vysvětlujícími proměnnými. Po odstranění pěti odlehlých hodnot způsobených vysokou mírou inflace od 3. čtvrtletí 1997 do 3. čtvrtletí 1998 dostala parabola tvar:

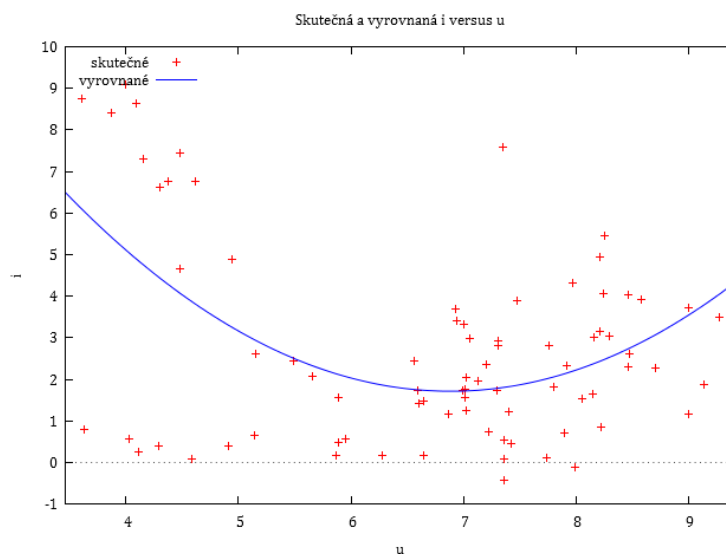
$$\hat{\pi} = 21,058 - 5,621u + 0,408u^2. \quad (4.5)$$

	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
Const	21,0578	4,08235	5,1582	<0,00001	***
u	-5,62122	1,34318	-4,1850	0,00008	***
sq_u	0,408368	0,105628	3,8661	0,00023	***

Střední hodnota závisle proměnné	2,704394	Sm. odchylka závisle proměnné	2,365278
Součet čtverců reziduí	330,9701	Sm. chyba regrese	2,086833
Koeficient determinace	0,241545	Adjustovaný koeficient determinace	0,221586
F(2, 76)	12,10186	P-hodnota(F)	0,000027

Test normality reziduí – Nulová hypotéza: **chyby jsou normálně rozdělené**
Testovací statistika: $\chi^2(2) = 1,408$ s **p-hodnotou = 0,49452**

Tabulka 4: Regresní parabola bez odlehlých hodnot. Zdroj: Gretl.



Graf 8: Regresní parabola bez odlehlých hodnot. Zdroj: Gretl.

V tomto modelu bez odlehlých hodnot už byly všechny regresní parametry na zvolené hladině významnosti statisticky významné. I koeficient determinace vzrostl ze zhruba 12 % na 24 %, přesto zůstává relativně malý. Mezi vysvětlovanou proměnnou a vysvětlujícími proměnnými tedy existuje pouze slabá závislost. A pouze 24 % variability míry inflace je vysvětleno mírou nezaměstnanosti a její druhou mocninou. Porovnáním výsledného modelu parabolické regrese s ekonomickou teorií bohužel musíme konstatovat, že substitučnímu vztahu odpovídá pouze část paraboly, kdy je regresní funkce klesající. U tohoto modelu bez odlehlých hodnot platí tento vztah pouze u míry nezaměstnanosti menší než 6,883 %, z našich pozorování u méně než poloviny.

- **Regresní hyperbola**

Vyzkoušíme ještě další model jednoduché regrese, a to regresní hyperbolu. Tvar hyperboly by měl nejvíce odpovídat ekonomické teorii cenové Phillipsovy křivky. Obecný tvar regresního modelu vypadá:

$$Y_i = \beta_0 + \frac{\beta_1}{x_i} + e_i \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4.6)$$

	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
const	-0,529973	1,20024	-0,4416	0,65997	
u_II	23,3506	7,2269	3,2311	0,00178	***
Střední hodnota závisle proměnné	3,209337	Sm. odchylka závisle proměnné		3,077431	
Součet čtverců reziduí	697,2839	Sm. chyba regrese		2,916070	
Koeficient determinace	0,112936	Adjustovaný koeficient determinace		0,102118	
F(1, 82)	10,43980	P-hodnota(F)		0,001776	
Test vynechání proměnných – Nulová hypotéza: nulový koeficient pro const. Testovací statistika: F(1, 82) = 0,19497 s p-hodnotou = 0,65997.					
	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
u_II	20,2737	1,90645	10,6342	<0,00001	***
Střední hodnota závisle proměnné	3,209337	Sm. odchylka závisle proměnné		3,077431	
Součet čtverců reziduí	698,9418	Sm. chyba regrese		2,901893	
Koeficient determinace	0,576718	Adjustovaný koeficient determinace		0,576718	
F(1, 83)	113,0869	P-hodnota(F)		3,65e-17	

Tabulka 5: Původní regresní hyperbola. Zdroj: Gretl.

V modelu s výskytem odlehlých hodnot i bez nich nám vycházela na 5% hladině významnosti statisticky nevýznamná úrovněová konstanta. Po jejím odstranění jsme dospěli k doposud nejlepším výsledkům.

	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
const	-0,487223	0,908524	-0,5363	0,59331	
u_1	20,0423	5,48982	3,6508	0,00047	***

Střední hodnota závisle proměnné	2,704394	Sm. odchylka závisle proměnné	2,365278	
Součet čtverců reziduí	371,9850	Sm. chyba regrese	2,197948	
Koeficient determinace	0,147555	Adjustovaný koeficient determinace	0,136484	
F(1, 77)	13,32840	P-hodnota(F)	0,000474	
Test vynechání proměnných – Nulová hypotéza: nulový koeficient pro const. Testovací statistika: F(1, 77) = 0,287596 s p-hodnotou = 0,593311.				
	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>
u_1	17,2093	1,48742	11,5700	<0,00001 ***
Střední hodnota závisle proměnné	2,704394	Sm. odchylka závisle proměnné	2,365278	
Součet čtverců reziduí	373,3744	Sm. chyba regrese	2,187887	
Koeficient determinace	0,631839	Adjustovaný koeficient determinace	0,631839	
F(1, 78)	133,8638	P-hodnota(F)	1,34e-18	
Test normality reziduí – Nulová hypotéza: chyby jsou normálně rozdělené Testovací statistika: Chí-kvadrát(2) = 2,997 s p-hodnotou = 0,22349				
Test nulové střední hodnoty reziduí – Nulová hypotéza: střední hodnota chyb = 0 Testovací statistika: t(78) = -0,14666 s oboustrannou p-hodnotou = 0,8838				
Whiteův test heteroskedasticity – Nulová hypotéza: není zde heteroskedasticita Testovací statistika: LM = 53,8317 s p-hodnotou = 2,18419e-013				

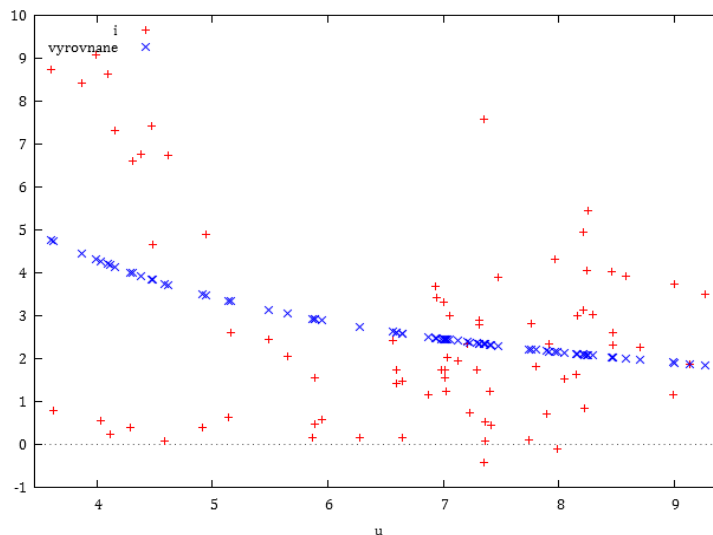
Tabulka 6: Regresní hyperbola bez odlehlých hodnot. Zdroj: Gretl.

Hyperbolická regresní funkce bez úroňové konstanty po odstranění pěti již zmiňovaných odlehlých hodnot má tvar:

$$\hat{\pi} = \frac{17,209}{u}. \quad (4.7)$$

Po vyloučení úroňové konstanty se koeficient determinace modelu bez odlehlých hodnot prudce zvýšil z necelých 15 % na úroveň 63 %. U tohoto modelu je závislost mezi vysvětlovanou a vysvětlující proměnnou více než průměrná.

Odhad regresního parametru, který je u tohoto modelu kladný, odpovídá ekonomické teorii o substitučním vztahu. Vzhledem k tomu, že se míra nezaměstnanosti nachází ve jmenovateli, klesá s její zvyšující se hodnotou míra inflace.



Graf 9: Regresní hyperbola bez odlehlých hodnot. Zdroj: Gretl.

Z našich doposud zkoumaných modelů cenové Phillipsovy křivky vysvětluje nejlépe závislost mezi mírou inflace a mírou nezaměstnanosti tento hyperbolický model.

Otestováním klasických předpokladů regresního modelu, můžeme o tomto modelu prohlásit, že jeho rezidua mají normální rozdělení a jejich střední hodnota je nulová. Bohužel je v tomto modelu přítomna heteroskedasticita, která ovšem neovlivňuje bodové odhady. Heteroskedasticitu mohou způsobovat pozorování ze začátku a z konce zkoumaného období. Hodnoty míry nezaměstnanosti jsou pro tuto období docela srovnatelné, odpovídají nejnižším hodnotám míry nezaměstnanosti celého sledovaného období, nicméně odpovídající hodnoty míry inflace jsou velmi odlišné. Na začátku zkoumaného období odpovídají hodnoty míry inflace nejvyšším hodnotám z celého období, avšak na konci období jsou velmi nízké. Někde mezi nimi se poté nacházejí vyrovnané hodnoty a rozdíly mezi nimi a skutečnými hodnotami jsou větší než u vyrovnaných a skutečných hodnot míry inflace, které odpovídají vyšším hodnotám míry nezaměstnanosti.

4.1.3 Rozšířená Phillipsova křivka o inflační očekávání

Doposud jsme dospěli nejlepším modelem cenové Phillipsovy křivky pouze k 63 % vysvětlení variability míry inflace mírou nezaměstnanosti, proto do modelu přidáme zatím neuvažovanou vysvětlující proměnnou v podobě očekávané inflace.

Rovnice tohoto modelu budeme sestavovat ve tvaru dvojnásobné regrese:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + e_i \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4.8)$$

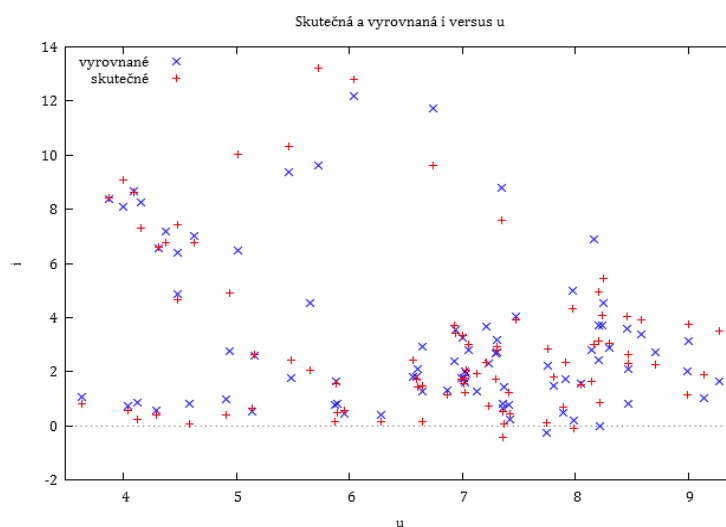
Nejprve otestujeme model, ve kterém se očekávaná míra inflace bude rovnat míře inflace předchozího období – rovnice (2.3).

Z našich dat od druhého čtvrtletí roku 1996, od něhož známe hodnoty očekávané míry inflace, do čtvrtého čtvrtletí roku 2016 dostáváme výpočtem odhadů koeficientů metodou nejmenších čtverců regresní funkci:

$$\hat{\pi}_t = 0,945 - 0,107u + 0,9\pi_{t-1}. \quad (4.9)$$

	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
const	0,944681	0,636955	1,4831	0,14197	
u	-0,106941	0,0861345	-1,2416	0,21803	
i_1	0,899614	0,041991	21,4240	<0,00001	***
Střední hodnota závisle proměnné	3,142654	Sm. odchylka závisle proměnné	3,034469		
Součet čtverců reziduí	102,9646	Sm. chyba regrese	1,134485		
Koeficient determinace	0,863633	Adjustovaný koeficient determinace	0,860224		
F(2, 80)	253,3266	P-hodnota(F)	2,45e-35		

Tabulka 7: Regresní model Phillipsovy křivky s inflačním očekáváním I. Zdroj: Gretl.



Graf 10: Regresní model Phillipsovy křivky s inflačním očekáváním. Zdroj: Gretl.

Přidání další vysvětlující proměnné se ukázalo jako krok správným směrem. Model jako celek má kvalitní vypovídající schopnost. Koeficient determinace se výrazně zvýšil. Více než 86 % variability míry inflace je v modelu vysvětleno mírou nezaměstnanosti a inflačním očekáváním. Nicméně ze všech tří vypočtených koeficientů je statisticky významný pouze koeficient u inflačního očekávání.

Grafické znázornění (Graf 10) nám v tuto chvíli při hodnocení, zda model odpovídá teorii, neporadí. Pouze v něm lze spatřit, že vyrovnané hodnoty jsou skutečným hodnotám mnohem bližší, než tomu bylo u modelů cenové Phillipsovy křivky. Soulad s ekonomickou teorií můžeme ověřit pomocí znamének koeficientů. Koeficient u míry nezaměstnanosti vyšel záporný a koeficient i očekávané inflace kladný, oba jsou tedy v souladu s ekonomickou teorií.

Ve snaze docílit nejen významnosti regresního parametru u míry inflace, ale i u míry nezaměstnanosti v předchozím modelu, provedeme jeho modifikaci. Inflační očekávání do modelu zakomponujeme v druhé odmocnině. Případy, kdy je očekávaná inflace záporná a nelze z ní vypočítat odmocninu, položíme rovny 0. V takto vytvořeném modelu jsme získali statisticky nevýznamnou úrovnovou konstantu, kterou z modelu vyloučíme. Následně odhadnutá regresní funkce vypadá:

$$\hat{\pi}_t = -0,274u + 3,119\sqrt{\pi_{t-1}}. \quad (4.10)$$

	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
const	0,052327	0,783513	0,0668	0,94692	
u	-0,279825	0,0999859	-2,7986	0,00643	***
i_102	3,1128	0,178165	17,4715	<0,00001	***
Střední hodnota závisle proměnné	3,142654	Sm. odchylka závisle proměnné		3,034469	
Součet čtverců reziduí	144,0521	Sm. chyba regrese		1,341884	
Koeficient determinace	0,809217	Adjustovaný koeficient determinace		0,804447	
F(2, 80)	169,6620	P-hodnota(F)		1,67e-29	
Test vynechání proměnných – Nulová hypotéza: nulový koeficient pro const					
Testovací statistika: F(1, 80) = 0,00446026 s p-hodnotou = 0,946919					

	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
u	-0,273716	0,0401158	-6,8231	<0,00001	***
i_102	3,11883	0,15264	20,4326	<0,00001	***
Střední hodnota závisle proměnné		3,142654	Sm. odchylka závisle proměnné	3,034469	
Součet čtverců reziduí		144,0602	Sm. chyba regrese	1,333612	
Koeficient determinace		0,908521	Adjustovaný koeficient determinace	0,907391	
F(2, 81)	402,2238	P-hodnota(F)		8,58e-43	
Test normality reziduí – Nulová hypotéza: chyby jsou normálně rozdělené					
Testovací statistika: Chí-kvadrát(2) = 10,2472 s p-hodnotou = 0,00595					
Test nulové střední hodnoty reziduí – Nulová hypotéza: střední hodnota chyb = 0					
Testovací statistika: t(82) = 0,01271 s oboustrannou p-hodnotou = 0,9899					
Whiteův test heteroskedasticity – Nulová hypotéza: není zde heteroskedasticita					
Testovací statistika: LM = 30,2938 s p-hodnotou = 4,26459e-006					

Tabulka 8: Regresní model Phillipsovy křivky s inflačním očekáváním II. Zdroj: Gretl.

Modifikací modelu se mírně snížil koeficient determinace, ale poté vyloučením nevýznamné konstanty opětovně vzrostl. Přes 90 % variability míry inflace vysvětlují míra nezaměstnanosti a inflační očekávání v podobě druhé odmocniny hodnoty inflace z minulého období. V modelu nastal problém s normalitou reziduí a heteroskedasticitou.

Další možnost, jak zformovat adaptivní inflační očekávání, je pomocí váženého průměru hodnot skutečné míry inflace a míry očekávané inflace minulého období – podle rovnice (2.2). Pro váhy jedna desetina, dvě desetiny až devět desetin si zkonstruujeme očekávanou inflaci a poté budeme postupně zkoumat jednotlivé regresní modely obsahující tato inflační očekávání.

Všechny tyto modely měly menší vypovídající schopnost než model se statickými očekáváním. U váhy 0,1 nabyl koeficient determinace hodnotu pouze 0,634, což je výrazně nižší než u předchozího modelu. Se zvyšující se vahou hodnoty skutečné míry inflace minulého období v inflačních očekáváním postupně stoupaly i indexy determinace, avšak nedosahovaly takové hodnoty jako u statických očekáváním. Všechny regresní parametry v modelu vycházely statisticky významné do doby, kdy $j \leq 0,6$.

Od váhy 0,7 bychom byli nuceni v důsledku nevýznamnosti regresní koeficientu z modelů vyloučit míru nezaměstnanosti, proto jsme tyto modely sestavili s druhými odmocninami inflačních očekávání. Nejlépe dopadl model s druhou odmocninou inflačních očekávání s váhou 0,9. Po vyloučení nevýznamné úrovně konstanty dostala rovnice regresní funkce pro tento model tvar:

$$\hat{\pi}_t = -0,278u + 3,125\sqrt{\pi_{t-1}^e}. \quad (4.11)$$

	<i>Koeficient</i>	<i>Směr. chyba</i>	<i>t-podíl</i>	<i>p-hodnota</i>	
u	-0,278474	0,0414583	-6,7170	<0,00001	***
io09_12	3,12527	0,157515	19,8410	<0,00001	***
Střední hodnota závisle proměnné		3,142654	Sm. odchylka závisle proměnné	3,034469	
Součet čtverců reziduí		151,2908	Sm. chyba regrese	1,366670	
Koeficient determinace		0,903929	Adjustovaný koeficient determinace	0,902743	
F(2, 81)	381,0648	P-hodnota(F)		6,24e-42	
Test normality reziduí – Nulová hypotéza: chyby jsou normálně rozdělené					
Testovací statistika: Chí-kvadrát(2) = 9,80312 s p-hodnotou = 0,00743					
Test nulové střední hodnoty reziduí – Nulová hypotéza: střední hodnota chyb = 0					
Testovací statistika: t(82) = 0,01481 s oboustrannou p-hodnotou = 0,9882					
Whiteův test heteroskedasticity – Nulová hypotéza: není zde heteroskedasticita					
Testovací statistika: LM = 30,9729 s p-hodnotou = 3,10057e-006					

Tabulka 9: Regresní model Phillipsovy křivky s inflačním očekáváním III. Zdroj: Gretl.

U tohoto modelu dopadly výsledky téměř srovnatelně jako u modelu s inflačními očekáváním, do kterých nebyla vůbec zahrnuta minulá hodnota očekávané inflace.

Z výsledků všech těchto modelů rozšířené Phillipsovy křivky o inflační očekávání lze usoudit, že v České republice inflační očekávání tvoří pouze hodnoty skutečné míry inflace minulého období. Minulé hodnoty očekávané inflace neovlivňují současnou míru inflace.

4.2 Model Phillipsovy křivky (soustava ODR)

Nyní provedeme konstrukci Phillipsovy křivky v matematickém programu Maple pomocí soustavy diferenciálních rovnic. Tato soustava nám bude popisovat změny hodnot proměnných, které vysvětlují hodnoty míry skutečné inflace, v čase. Nejprve zformulujeme obecný model Phillipsovy křivky s využitím diferenciálních rovnic a následně sestavíme její konkrétní model pro reálná data české ekonomiky.

4.2.1 Program Maple

Stejně jako v předchozí části si stručně charakterizujeme program, ve kterém budeme pracovat. Maple je hlavním produktem společnosti Maplesoft. Tato společnost je dceřinou společností společnosti Cybernet Systems Group. Již více než 25 let působí na trhu a přináší produkty pro vzdělávání a výzkum v oblasti matematiky, strojírenství a řady dalších věd. Více než 8000 vzdělávacích institucí, výzkumných pracovišť a firem ve více než 90 zemích světa využívá produktů a služeb společnosti Maplesoft. Víceúčelový matematický software Maple umožňuje velmi jednoduše analyzovat, zkoumat, vizualizovat a řešit matematické problémy. (28)

Nám Maple poslouží k vyřešení soustavy diferenciálních rovnic a následnému grafickému znázornění řešení. Pro co nejjednodušší práci s programem budeme využívat interaktivních variant některých příkazů, ke kterým nepotřebuje znát přesné syntaxe příkazů. S programem poté komunikujeme pomocí tzv. *mapletů*, což jsou grafická uživatelská rozhraní obsahující okna, oblasti textových polí a další vizuální prvky. (28)

Nyní si jednotlivé příkazy, které budeme potřebovat, stručně popíšeme. Začneme s příkazem *with(DEtools)*, který nám aktivuje balík obsahující příkazy potřebné k řešení diferenciálních rovnic. Následovat bude zadání soustavy diferenciálních rovnic do systému. Pro vyjádření derivace využijeme příkaz *diff*. Jako první parametr tohoto příkazu uvádíme funkci, kterou derivujeme. Druhý parametr představuje nezávisle proměnnou, podle které derivujeme.

Máme-li v systému zadanou celou soustavu, můžeme přistoupit k samotnému řešení, k čemuž využijeme interaktivního příkazu *dsolve[interactive]*(). Jako první se otevře

okno nazvané *ODE Analyzer Assistant*, do kterého vložíme do odpovídajících polí soustavu diferenciálních rovnic, počáteční podmínky a v našem případě i parametry. Pak stiskneme tlačítko *Solve Symbolically* a přejdeme do dalšího okna. V tomto okně ponecháme všechny výchozí hodnoty, stiskneme tlačítko *Solve* a tlačítkem *Quit* se vrátíme zpět do zápisníku Maplu.

V tomto okamžiku by se nám v zápisníku mělo objevit symbolické řešení. Výsledky převedeme do přijatelnějšího tvaru pomocí příkazů *assign*, *evalf* a *subs*. Příkazem *assign* přiřadíme odpovídajícím proměnným jejich řešení. Pak pomocí příkazu *evalf* zjednodušíme výrazy výsledků. Do rovnice skutečné míry inflace musíme navíc dosadit zjednodušená řešení, což provedeme příkazem *subs*. Na místo prvního parametru zapisujeme to, co nahrazujeme a čím. Druhým parametrem je pak rovnice, do které dosazujeme.

Grafické znázornění výsledků provedeme velmi jednoduše. Průběh chování inflace a nezaměstnanosti v čase dostaneme příkazem *plot*. Jako první parametr vložíme rovnici, kterou chceme zobrazit. Chceme-li zadat časové rozmezí, uvedeme druhý parametr příkazu. K sestrojení grafu závislosti míry inflace na míře nezaměstnanosti použijeme interaktivní příkaz *plots[interactive]()*. V zobrazeném mapletu *Interactive Plot Builder: Specify Expressions* vložíme do pole *Expressions* výrazy, mezi kterými si přejeme zobrazit závislost a tlačítkem *OK* přejdeme do dalšího okna, kde si zvolíme požadovaný typ grafu. V našem případě půjde o *2-D parametric plot*. Rozsah hodnot parametru si můžeme určit sami. Poté stisknutím tlačítka *Plot* se dané okno zavře a do zápisníku se vloží požadovaný graf Phillipsovy křivky. (29), (30)

4.2.2 Obecný model Phillipsovy křivky (soustava ODR)

Při deskripci modelu Phillipsovy křivky pomocí soustavy diferenciálních rovnic vyjdeme z rozšířené Phillipsovy křivky o inflační očekávání, kterou můžeme dle (31) zapsat ve tvaru:

$$g_w = f(U) + h\pi^e \quad (0 < h \leq 1). \quad (4.12)$$

Přijmeme-li lineární verzi funkce $f(U)$ a současně převedeme Phillipsovu křivku na její cenovou modifikaci, získáváme tvar první rovnice našeho modelu:

$$\pi = \alpha - \beta L - \beta U + h\pi^e \quad (\alpha, \beta > 0). \quad (4.13)$$

Rovnici pro adaptivní formování očekávané inflace jsme si již uváděli, nicméně v tomto modelu nebudeme potřebovat absolutní velikost očekávané míry inflace π^e . Využijeme pouze její průběh změn v čase, který nám popisuje rovnice:

$$\frac{d\pi^e}{dt} = j(\pi - \pi^e) \quad (0 < j \leq 1). \quad (4.14)$$

Jestliže se ukáže, že skutečná míra inflace π převýšila očekávanou π^e , pak ta se již prokázala jako příliš nízká a zvyšuje se ($\frac{d\pi^e}{dt} > 0$). Naopak, jestliže π nedosahuje π^e , pak se π^e snižuje. (31)

V tomto okamžiku náš model tvoří dvě rovnice o třech neznámých. Máme na výběr dvě varianty vyřešení tohoto nesouladu. První varianta říká, že jednu z proměnných, přesněji míru nezaměstnanosti U , budeme považovat za exogenní. Avšak pro nás přívětivější bude druhá varianta, díky které se nám zvýší vypovídající schopnost modelu. Tato alternativa představuje zavedení třetí rovnice pro vysvětlení proměnné U .

Při sestavování této rovnice vezmeme v úvahu vliv zpětné vazby inflace na nezaměstnanost. Skutečná míra inflace π může ovlivňovat míru nezaměstnanosti hned několika způsoby. Jako příklad si můžeme uvést vliv míry inflace na rozhodování veřejnosti o jejich úsporách ve spotřebě, které se projeví v celkové poptávce po domácí výrobě, a ta se promítne do míry nezaměstnanosti. Dalšími důvody vlivu inflace na nezaměstnanost mohou být dopady fiskální a monetární politiky. V našem modelu budeme pro jednoduchost uvažovat pouze zpětnou vazbu inflace na nezaměstnanost prostřednictvím provádění měnové politiky. Nominální peněžní zůstatek označíme jako M a jeho tempo růstu m , potom budeme předpokládat, že:

$$\frac{du}{dt} = -k(m - \pi) \quad (k > 0) \quad (4.15)$$

Rovnice stanoví, že změna míry nezaměstnanosti je negativně spojena s tempem růstu reálného peněžního zůstatku. (31)

Společně rovnice (4.13), (4.14) a (4.15) tvoří uzavřený model se třemi proměnnými: očekávanou mírou inflace π^e , skutečnou mírou inflace π a mírou nezaměstnanosti U .

4.2.3 Konkrétní model Phillipsovy křivky v Maplu (soustava ODR)

Při konstrukci Phillipsovy křivky pomocí soustav diferenciálních rovnic budeme opětovně vycházet z reálných dat české ekonomiky. Koeficienty rovnice vyjadřující skutečnou míru inflace (4.13) převezmeme z předchozí části práce z Tabulky 7, ve které byly parametry odhadnuty metodou nejmenších čtverců z reálných hodnot míry inflace a nezaměstnanosti v České republice z let 1996 – 2016. Rovnice má následující tvar:

$$\pi = 0,944681 - 0,106941 u + 0,899614 \pi^e. \quad (4.16)$$

Rovnice (4.14) představuje druhou rovnici soustavy. Na základě otestování jednotlivých modelů rozšířené Phillipsovy křivky o inflační očekávání s různými vahami j ve vzorci pro formování inflačních očekávání jsme došli k závěru, že v České republice inflační očekávání ovlivňuje především hodnota skutečné inflace minulého období, proto budeme parametr j uvažovat velmi blízký 1. Po dosazení π z (4.16) do (4.14). Dostáváme pro $j = 0,99$ druhou rovnici soustavy ve tvaru:

$$\frac{d\pi^e}{dt} = 0,935234 - 0,105872 u - 0,099382 \pi^e. \quad (4.17)$$

Do zbylé rovnice (4.15) převezmeme hodnotu neznámé m z článku (30) a koeficient k si zvolíme. Jestliže položíme $k = 0,01$ a $m = 0,033$ a do rovnice dosadíme π z (4.16), bude mít třetí rovnice soustavy tvar:

$$\frac{du}{dt} = 0,009117 - 0,001069 u + 0,008996 \pi^e \quad (4.18)$$

Řešení soustavy diferenciálních rovnic (4.17) a (4.18) vypočteme v programu Maple. Počáteční podmínky budou odpovídat reálných hodnotám dané veličiny z počátku zkoumaného období, tedy druhému čtvrtletí roku 1996.

$$\pi^e(0) = 8,744 \quad \text{a} \quad u(0) = 3,874 \quad (4.19)$$

V prvním kroku do systému zadáme naši soustavu.

```

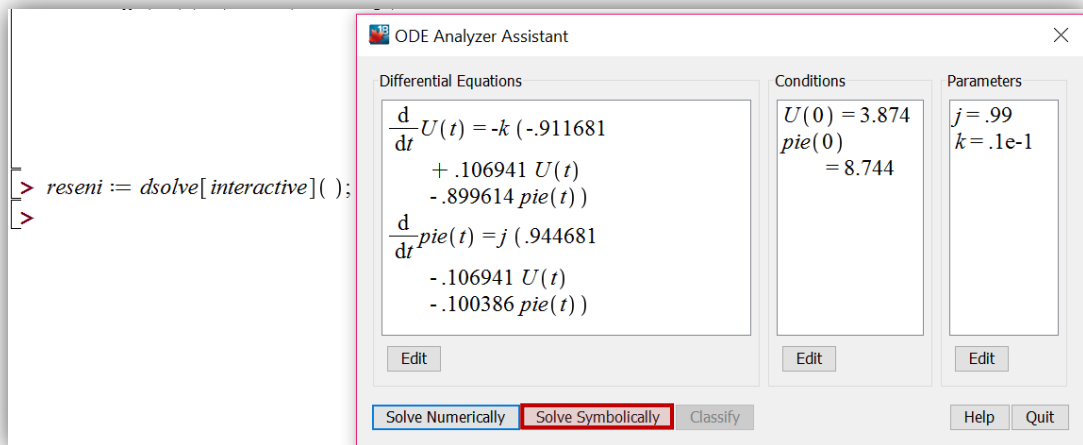
> restart;
> with(DEtools) :
> p := 0.944681 - 0.106941·U(t) + 0.899614·pie(t);
  dpie := diff(pie(t), t) = j·(p - pie(t));
  du := diff(U(t), t) = -k·(0.033 - p);
      p := 0.944681 - 0.106941 U(t) + 0.899614 pie(t)

  dpie :=  $\frac{d}{dt} pie(t) = j (0.944681 - 0.106941 U(t) - 0.100386 pie(t))$ 

  du :=  $\frac{d}{dt} U(t) = -k (-0.911681 + 0.106941 U(t) - 0.899614 pie(t))$  (1)
  
```

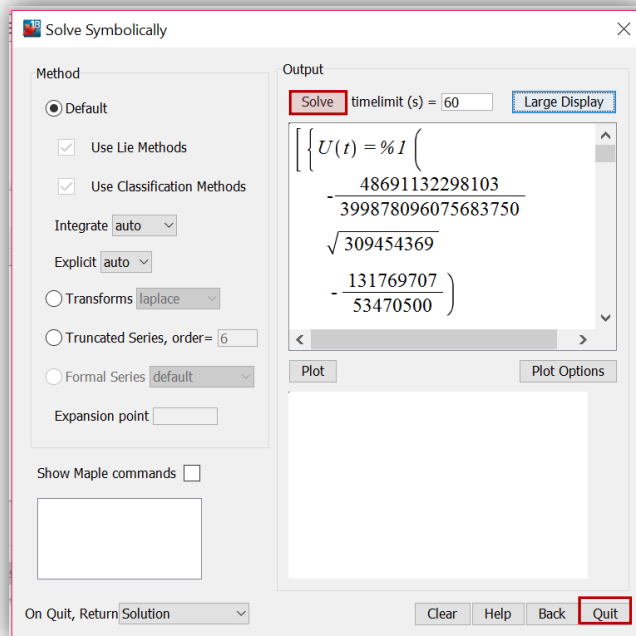
Obrázek 2: Konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustavy ODR – krok I. Zdroj: Maple.

Poté můžeme přejít k samotnému řešení soustavy ODR. Do zápisníku vložíme příkaz `dsolve[interactive]()` a s programem budeme komunikovat prostřednictvím mapletů.



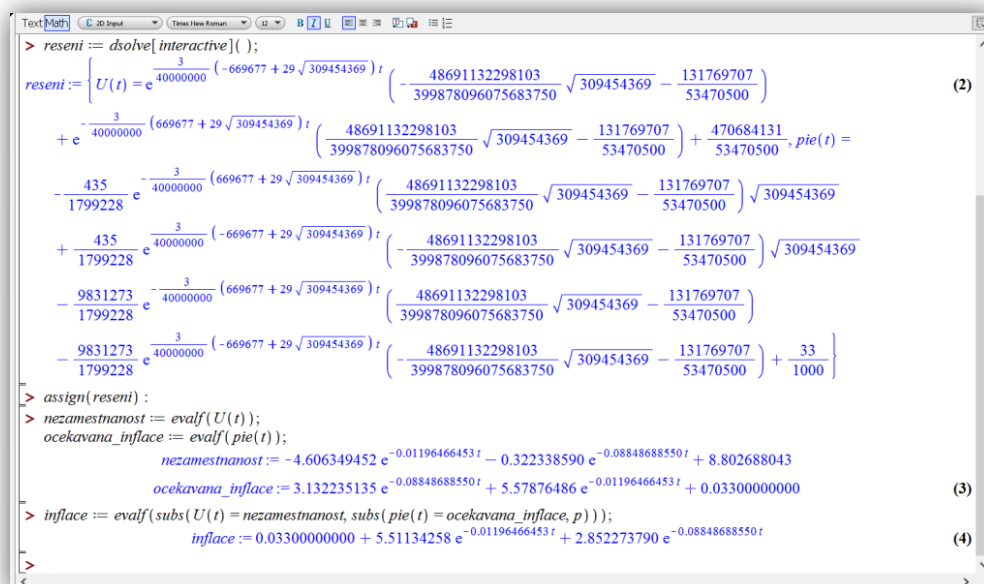
Obrázek 3: Konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustavy ODR – krok II. Zdroj: Maple.

Máme-li všechny vstupy zadané, jako na Obrázku 3, stisknete tlačítko *Solve Symbolically* a zobrazí se nám nové okno, ve kterém nemusíme nic nastavovat, pouze klikneme na *Solve*.



Obrázek 4: Konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustavy ODR – krok III. Zdroj: Maple.

Tuto interaktivní variantu příkazu *dsolve* opustíme tlačítkem *Quit*. Poté se nám v zápisníku objeví symbolické řešení soustavy, které pomocí příkazů *assign* a *evalf* upravíme do přívětivější podoby. Navíc je příkazem *subs* dosadíme i do rovnice skutečné míry inflace.



Obrázek 5: Konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustavy ODR – krok IV. Zdroj: Maple.

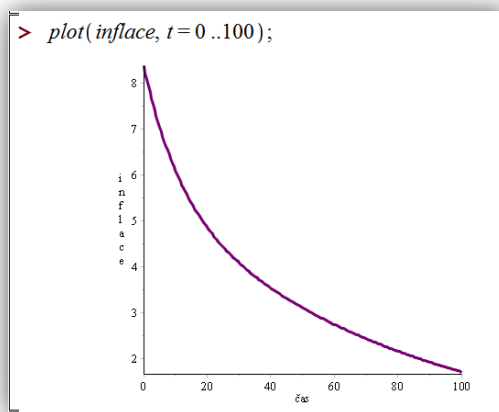
Řešení soustavy jsme dostali ve tvaru:

$$u = -4.606 e^{-0,012t} - 0,322 e^{-0,088t}$$
$$\pi^e = 5,579 e^{-0,012t} + 3,132 e^{-0,088t} + 0,033 \quad (4.20)$$

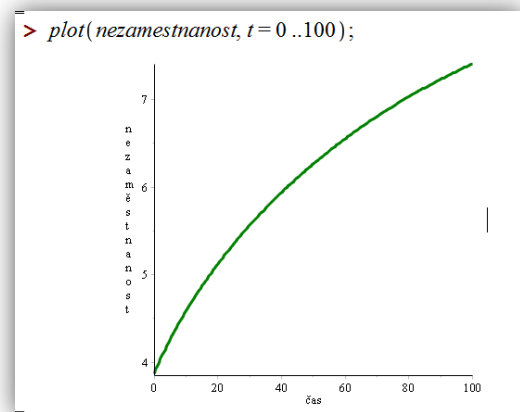
Po dosazení řešení do (4.16), můžeme rovnici inflace zapsat ve tvaru:

$$\pi = 5,511 e^{-0,012t} + 2,852 e^{-0,088t} + 0,033 \quad (4.21)$$

Nyní nám zbývá už jen grafické znázornění výsledků. Průběh nezaměstnanosti a inflace v čase zobrazíme velmi jednoduše pomocí příkazu *plot*.

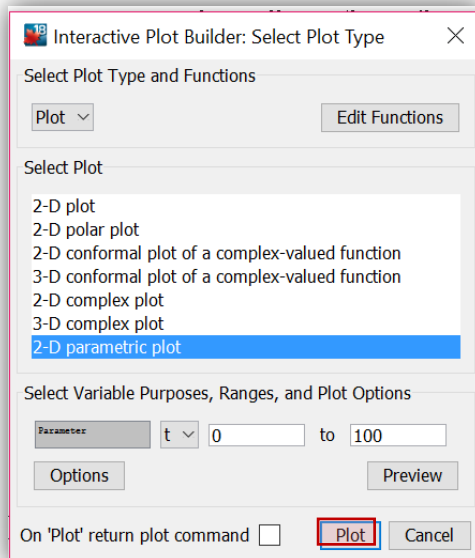


Graf 11: Průběh inflace. Zdroj: Maple.



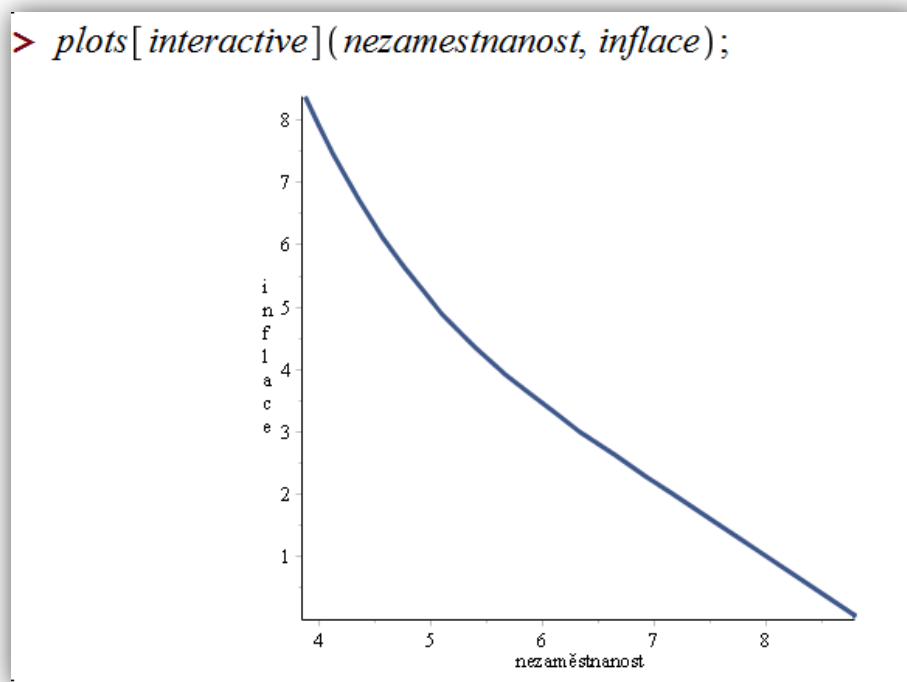
Graf 12: Průběh nezaměstnanosti. Zdroj: Maple.

A konečně Phillipsovu křivku, tedy graf závislosti inflace na nezaměstnanosti, sestojíme interaktivní variantou příkazu *plots[interactive](nezamestnanost,inflace);* V nově zobrazeném okně (Obrázek 6) vybereme typ grafu *2-D parametric test* a zadáme rozmezí parametru *t*.



Obrázek 6: Konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustavy ODR – krok V. Zdroj: Maple.

Kliknutím na *Plot* se do zápisníku vykreslí graf Phillipsovy křivky.



Graf 13: Phillipsova křivka pomocí soustavy ODR. Zdroj: Maple.

ZÁVĚR

Předmětem práce byla analýza vztahu mezi inflací a nezaměstnaností s cílem potvrdit či zamítnout platnost teorie Phillipsovy křivky v podmínkách České republiky. Pomocí regresní analýzy byly sestavovány jednotlivé modely Phillipsovy křivky pro Českou republiku v období 1996 – 2016, u kterých byla vždy následně testována jejich statistická významnost i významnost samotných parametrů modelu. U každého modelu se sledovalo, zda regresní funkce a znaménka odhadnutých koeficientů odpovídají ekonomické teorii. Regresní analýza byla rozdělena na dvě části – na modely cenově modifikované Phillipsovy křivky a rozšířené Phillipsovy křivky o inflační očekávání.

Téměř všechny regresní funkce cenové Phillipsovy křivky byly v souladu s ekonomickou teorií o inverzním vztahu mezi inflací a nezaměstnaností. Pouze u parabolické regrese platil inverzní vztah mezi nezaměstnaností a inflací pouze do určité úrovně nezaměstnanosti. Nicméně vypovídající schopnosti modelů byly natolik nízké, že *jsme nuceni zamítnout platnost cenově modifikované Phillipsovy křivky v podmínkách České republiky pro sledované období*. U nejlépe vypovídajícího modelu, v podobě hyperbolické regrese, byla mírou nezaměstnanosti vysvětlena pouze o něco málo více než polovina variability míry inflace.

Z důvodu neuspokojivých výsledků u modelů cenové Phillipsovy křivky jsme do regrese zahrnuli novou vysvětlující proměnou v podobě inflačních očekávání. Předpokládali jsme, že očekávaná inflace se tvoří na základě zkušeností a informací o jejím minulém vývoji. Největší intenzity závislosti mezi inflací a jejími vysvětlujícími proměnnými, kterými byly míra nezaměstnanosti a inflační očekávání, jsme docílili u modelu rozšířené Phillipsovy křivky o statická inflační očekávání. Více než 86 % variability míry inflace bylo vysvětleno mírou nezaměstnanosti spolu s očekávanou inflací. I znaménka u regresních koeficientů odpovídala ekonomické teorii. Menší potíž, kterou se podařilo snadno vyřešit nepatrnou modifikací modelu, způsobil statisticky nevýznamný regresní parametr u míry nezaměstnanosti. U modelu, do kterého vstupovaly druhé odmocniny inflačních očekávání, zůstala ze všech jeho regresních koeficientů statisticky nevýznamná pouze úrovněová konstanta. Po odstranění tohoto

nevýznamného koeficientu vzrostla vypovídající schopnost modelu nad úroveň 90 %. Mezi mírou inflace a jejími dvěma vysvětlujícími proměnnými existuje ve sledovaném období silná závislost a oba regresní parametry mají očekávaná znaménka. V tomto okamžiku *můžeme potvrdit platnost teorie Phillipsovy křivky rozšířené o inflační očekávání v podmínkách české ekonomiky pro sledované období.*

Dalším z cílů této práce byla deskripce Phillipsovy křivky pomocí soustav diferenciálních rovnic. Za účelem splnění tohoto cíle následoval po regresní analýze v praktické části práce popis obecného modelu, který byl prezentován 3 rovnicemi. Jednou z nich byla rovnice pro cenově modifikovanou Phillipsovu křivku rozšířenou o inflační očekávání. Zbývající dvě rovnice tvořily soustavu diferenciálních rovnic. První rovnice soustavy popisovala průběh změn adaptivně formovaných inflačních očekávání v čase. Druhá diferenciální rovnice vysvětlovala nezaměstnanost pomocí zpětné vazby inflace. Existuje více způsobů vlivu inflace na nezaměstnanost, avšak model byl zjednodušen pouze na dopady monetární politiky. Na základě popsané soustavy rovnic byl následně zkonstruován konkrétní model Phillipsovy křivky vycházející z reálných dat České republiky. K vyřešení soustavy a následnému grafickému znázornění byl využit matematický software Maple.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- 1) BOX, George E. P. a Norman R. DRAPER. *Empirical Model-Building and Response Surfaces*. New York: Wiley, 1987. ISBN 0-471-81033-9.
- 2) ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Zaměstnanost a nezaměstnanost podle výsledků VŠPS – Metodika. *Czso.cz* [online]. Praha: ČSÚ, 2016 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/zam_vsps
- 3) KUČEROVÁ, Vladimíra. *Makroekonomie 1: studijní text pro denní a kombinovanou formu studia bakalářských studijních programů*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2013. ISBN 978-80-214-4798-1.
- 4) ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Inflace, míra inflace – Metodika. *Czso.cz* [online]. Praha: ČSÚ, 2015 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/kdyz_se_rekne_inflace_resp_mira_inflace
- 5) SOUKUP, Jindřich a kol. *Makroekonomie*. 2. aktualizované vydání. Praha: Management Press, 2010. ISBN 978-80-7261-219-2.
- 6) MACH, Miloš. *Makroekonomie II pro inženýrské studium - 2. část*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze, 1995. ISBN 80-7079-498-4.
- 7) PHILLIPS, A. W. The Relation Between Unemployment and the Rate of Change of Money Wage Rates in the United Kingdom, 1861–1957. *Economica* [online]. 1958, vol. 25, no. 100, s. 283-299 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.jstor.org/stable/2550759>
- 8) FISHER, Irving. I Discovered the Phillips Curve. *Journal of Political Economy* [online]. 1973, v. 81, iss. 2, s. 496-502 [cit. 2017-01-10]. ISSN 00223808. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/login.aspx?direct=true&db=eoh&AN=EP5052247&lang=cs&site=ehost-live>

- 9) SAMUELSON, Paul A. a Robert M. SOLOW. Analytical aspects of anti-inflation policy. *American Economic Review* [online]. 1960, Vol. 50, Issue 2, p 177-194 [cit. 2017-01-10]. ISSN 0002-8282. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=8747385&lang=cs&site=ehost-live>
- 10) FRIEDMAN, Milton. Inflation and unemployment. *Nobel Memorial Lecture* [online]. 1976, p 267-286 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/economic-sciences/laureates/1976/friedman-lecture.pdf
- 11) PHELPS, Edmund S. Phillips Curves, Expectations of Inflation and Optimal Unemployment Over Time. *Economica* [online]. 1967, Vol. 34, Issue 135, p 254-281 [cit. 2017-01-10]. ISSN 0013-0427. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=4520785&lang=cs&site=ehost-live>
- 12) GORDON, Robert J. The Time-Varying NAIRU and Its Implications for Economic Policy. *Journal of Economic Perspectives* [online]. 1997, v. 11, iss. 1, p. 11-32 [cit. 2017-01-10]. ISSN 08953309. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/login.aspx?direct=true&db=eoh&AN=0413087&lang=cs&site=ehost-live>
- 13) HINDLS, Richard. *Statistika pro ekonomy*. 7. vydání. Praha: Professional Publishing, 2006. ISBN 80-86946-16-9
- 14) ANDĚL, Jiří. *Matematická statistika*. 1. vydání. Praha: SNTL/ALFA, 1978.
- 15) DOUBRAVSKÝ, K. *Ekonometrie*. Přednáška. Brno: VUTBR, 27.2.2017.
- 16) ÚSTAV MATEMATIKY FSI. *Matematika online: Matematika III* [online]. Brno: Ústav matematiky FSI VUT Brno, 2007 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://mathonline.fme.vutbr.cz/Matematika-III/sc-7-sr-1-a-26/default.aspx>

- 17) ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. Ekonomický vývoj na území České republiky. *Historie.cnb.cz: Měnová politika* [online]. Praha: © Česká národní banka, 2003-2017 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: http://www.historie.cnb.cz/cs/menova_politika/prurezova_temata_menova_politika/1_ekonomicky_vyvoj_na_uzemi_ceske_republiky.html
- 18) ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. Měnová politika na cestě ke standardu vyspělých zemí. *Historie.cnb.cz: Měnová politika* [online]. Praha: © Česká národní banka, 2003-2017 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: http://www.historie.cnb.cz/cs/menova_politika/6_menova_politika_na_cestech_ke_standardu_vyspelych_zemi/index.html
- 19) ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. Výroční zprávy České národní banky. *Cnb.cz: O ČNB* [online]. Praha: © Česká národní banka, 2003-2017 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy/index.html
- 20) ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. Měnová Zavedení cílování inflace a geneze tohoto měnověpolitického režimu. *Historie.cnb.cz: Měnová politika* [online]. Praha: © Česká národní banka, 2003-2017 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: http://www.historie.cnb.cz/cs/menova_politika/7_cilovani_inflace/1_zavedeni_cilovani_inflace_a_geneze_tohoto_menovopolitickeho_rezimu/index.html
- 21) ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Nezaměstnanost. *Czso.cz* [online]. Praha: ČSÚ, 2017 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/documents/10180/36380891/320288-15a01.pdf/4f11fa39-3e58-4d80-a638-25b736cac380?version=1.0>
- 22) ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. Cílování inflace. *Historie.cnb.cz: Měnová politika* [online]. Praha: © Česká národní banka, 2003-2017 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: http://www.historie.cnb.cz/cs/menova_politika/7_cilovani_inflace/index.html
- 23) ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. Měnověpolitické publikace – Zprávy o inflaci. *Cnb.cz: Měnová politika* [online]. Praha: © Česká národní banka, 2003-2017 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: https://www.cnb.cz/cs/menova_politika/zpravy_o_inflaci/

- 24) ČESKÁ NÁRODNÍ BANKA. Reakce měnové politiky na dopady světové finanční a hospodářské krize. *Historie.cnb.cz: Měnová politika* [online]. Praha: © Česká národní banka, 2003-2017 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: http://www.historie.cnb.cz/cs/menova_politika/7_cilovani_inflace/3_reakce_menove_politiky_na_dopady_svetove_financni_a_hospodarske_krize/index.html
- 25) ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Indexy spotřebitelských cen - inflace - časové řady. *Czso.cz: Vydáváme* [online]. Praha: ČSÚ, 2017 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/isc_cr
- 26) ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Zaměstnanost a nezaměstnanost - časové řady. *Czso.cz: Vydáváme* [online]. Praha: ČSÚ, 2017 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/zam_cr
- 27) COTTRELL Allin a Riccardo “Jack” LUCCHETTI. Gretl [online]. 2017 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://gretl.sourceforge.net/>
- 28) MAPLESOFT. *Maple* [Online]. Waterloo, 2017 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.maplesoft.com>
- 29) HŘEBÍČEK, Jiří a Jan KOHOUT. Úvod do systému Maple [online]. Brno: FI MU, 2005 [cit. 2017-04-22]. Dostupné z: <http://www.fi.muni.cz/~hrebicek/maple/cas/>
- 30) NOVOTNÁ V. a J. LUHAN. Modelování Phillipsovy křivky s podporou systému Maple. *Systémová integrace*. Praha: 2012, roč. 2012, č. 1, s. 151-163. ISSN 1210-9479.
- 31) CHIANG, Alpha C. *Fundamental methods of mathematical economics* [online]. Third edition. New York: McGraw-Hill, 1984 [cit. 2017-04-24]. ISBN 00-701-0813-7. Dostupné z: <http://listinet.com/bibliografia-comuna/Cdu330-D5F1.pdf>

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČNB	...	Česká národní banka
ČR	...	Česká republika
DPH	...	daň z přidané hodnoty
EU	...	Evropská unie
HDP	...	hrubý domácí produkt
ODE	...	ordinary differential equations
ODR	...	obyčejné diferenciální rovnice
OECD	...	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Původní Phillipsova křivka	17
Graf 2: Modifikovaná Phillipsova křivka	19
Graf 3: Rozšířená Phillipsova křivka o inflační očekávání	21
Graf 4: Vývoj míry inflace v ČR (1996–2016).....	47
Graf 5: Vývoj míry nezaměstnanosti v ČR (1996–2016).....	47
Graf 6: Reálná Phillipsova křivka České republiky.....	48
Graf 7: Původní regresní přímka.	51
Graf 8: Regresní parabola bez odlehlých hodnot.....	53
Graf 9: Regresní hyperbola bez odlehlých hodnot	56
Graf 10: Regresní model Phillipsovy křivky s inflačním očekáváním.....	57
Graf 11: Průběh inflace.....	67
Graf 12: Průběh nezaměstnanosti.	67
Graf 13: Phillipsova křivka pomocí soustavy ODR	68

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Původní regresní přímka.....	50
Tabulka 2: Regresní přímka bez odlehlých hodnot	51
Tabulka 3: Původní regresní parabola	52
Tabulka 4: Regresní parabola bez odlehlých hodnot.....	53
Tabulka 5: Původní regresní hyperbola	54
Tabulka 6: Regresní hyperbola bez odlehlých hodnot.....	55
Tabulka 7: Regresní model Phillipsovy křivky s inflačním očekáváním I.....	57
Tabulka 8: Regresní model Phillipsovy křivky s inflačním očekáváním II	59
Tabulka 9: Regresní model Phillipsovy křivky s inflačním očekáváním III	60

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Dynamika zaměstnanosti a nezaměstnanosti: jednoduchý model	15
Obrázek 2: Konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustavy ODR – krok I.....	65
Obrázek 3: Konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustavy ODR – krok II	65
Obrázek 4: Konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustavy ODR – krok III.....	66
Obrázek 5: Konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustavy ODR – krok IV.....	66
Obrázek 6: Konstrukce Phillipsovy křivky pomocí soustavy ODR – krok V	68

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Sezónně očištěná čtvrtletní data meziroční míry inflace a obecné míry nezaměstnanosti.	
---	--

PŘÍLOHY

Příloha 1: Sezónně očištěná čtvrtletní data meziroční míry inflace a obecné míry nezaměstnanosti. Vlastní zpracování. Zdroj dat: ČSÚ (25), (26)

rok	čtvrtletí	obecná míra nezaměstnanosti	meziroční míra inflace
1996	1	3,61	8,74
	2	3,87	8,41
	3	3,99	9,08
	4	4,09	8,62
1997	1	4,15	7,31
	2	4,62	6,75
	3	5,01	10,01
	4	5,46	10,31
1998	1	5,72	13,22
	2	6,04	12,79
	3	6,74	9,62
	4	7,35	7,58
1999	1	8,16	3,01
	2	8,70	2,27
	3	8,99	1,17
	4	9,14	1,88
2000	1	9,27	3,50
	2	9,00	3,73
	3	8,58	3,93
	4	8,46	4,03
2001	1	8,24	4,06
	2	8,21	4,95
	3	8,25	5,45
	4	7,97	4,32
2002	1	7,47	3,90
	2	7,21	2,36
	3	7,23	0,74
	4	7,36	0,53
2003	1	7,35	-0,42
	2	7,74	0,10
	3	7,99	-0,10
	4	8,22	0,84
2004	1	8,47	2,31
	2	8,47	2,62
	3	8,21	3,14
	4	8,30	3,04
2005	1	8,15	1,64
	2	8,05	1,53
	3	7,81	1,83
	4	7,92	2,34

2006	1	7,76	2,82
	2	7,31	2,91
	3	7,05	2,99
	4	6,64	1,49
2007	1	5,88	1,57
	2	5,48	2,44
	3	5,16	2,62
	4	4,94	4,89
2008	1	4,48	7,43
	2	4,38	6,76
	3	4,31	6,61
	4	4,48	4,66
2009	1	5,65	2,07
	2	6,60	1,43
	3	7,36	0,09
	4	7,42	0,45
2010	1	7,89	0,70
	2	7,41	1,23
	3	7,13	1,95
	4	7,03	2,04
2011	1	7,02	1,75
	2	6,99	1,74
	3	6,59	1,74
	4	6,56	2,43
2012	1	6,93	3,69
	2	6,94	3,42
	3	7,01	3,33
	4	7,31	2,80
2013	1	7,30	1,74
	2	7,01	1,57
	3	7,02	1,24
	4	6,87	1,16
2014	1	6,65	0,16
	2	6,28	0,16
	3	5,95	0,57
	4	5,89	0,49
2015	1	5,87	0,16
	2	5,14	0,65
	3	4,91	0,41
	4	4,59	0,08
2016	1	4,29	0,41
	2	4,12	0,24
	3	4,03	0,57
	4	3,63	0,80