

**M A S A R Y K O V A  
U N I V E R Z I T A**

EKONOMICKO-SPRÁVNÍ FAKULTA

# **Úloha inflačních očekávání při predikci inflace**

Bakalářská práce

BORIS RENDEK

Vedúci práce: Mgr. Jakub Chalmovianský, Ph.D.

Katedra ekonomie  
Program Ekonomie

Brno 2023



**MUNI**  
**ECON**

ZADÁNÍ  
BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Akademický rok: 2022/2023

|                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Student:</b>                            | Boris Rendek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Program:</b>                            | Ekonomie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <b>Název práce:</b>                        | Role inflačních očekávání při predikci inflace                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Název práce anglicky:</b>               | The role of inflation expectations for inflation forecasts                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Cíl práce, postup a použité metody:</b> | <p>Cílem práce je empiricky prozkoumat zda mohou dostupné informace o inflačních očekáváních rozličných ekonomických subjektů (domácností, firem, či profesionálních "forecasterů") zlepšit predikce budoucího vývoje inflace. Pro tyto účely bude v práci využit vhodně zvolený modelový koncept, na jehož základě budou konstruovány predikce inflace a porovnávána jejich výkonnost při ne-/zahrnutí informací o inflačních očekáváních. Práce předpokládá využití ekonometrických nástrojů a technik, které jsou obsahem odpovídajících bakalářských kurzů.</p> <p>Rámcově bude struktura práce následující:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Přehled literatury věnované současným relevantním odborným pracím zaměřeným na predikování inflace s využitím údajů o inflačních očekáváních.</li><li>2. Představení použitých dat a modelového konceptu, vysvětlení metodiky konstrukce a vyhodnocování kvality predikcí.</li><li>3. Představení výsledků a jejich ekonomická interpretace, shrnutí a zařazení do kontextu stávající literatury.</li></ol> |
| <b>Rozsah grafických prací:</b>            | Podle pokynů vedoucího práce                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Rozsah práce bez příloh:</b>            | 35 – 45 stran                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Literatura:</b>                         | <p>KOOP, Gary. <i>Introduction to econometrics</i>. Chichester: John Wiley &amp; Sons, 2008. 371 s. ISBN 9780470032701.</p> <p>BANBURA, Marta; LEIVA-LEON, Danilo a Jan-Oliver MENZ. Do Inflation Expectations Improve Model-Based Inflation Forecasts?, 2021. ECB Working Paper No. 2021/2604.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Vedoucí práce:</b>                      | Mgr. Jakub Chalmovianský, Ph.D.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b>Pracoviště vedoucího práce:</b>         | Ekonomicko-správní fakulta<br>Farmakologický ústav<br>Katedra ekonomie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

**Datum zadání práce:** 3. 2. 2022

Termín odevzdání bakalářské práce a vložení do IS je uveden v platném harmonogramu akademického roku.

**V Brně dne:** 16. 4. 2023

## Bibliografický záznam

|                          |                                                                                                                           |
|--------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Autor:</b>            | Boris Rendek<br>Ekonomicko-správní fakulta<br>Masarykova univerzita<br>Katedra ekonomie                                   |
| <b>Názov práce:</b>      | Úloha inflačných očakávaní pri predikcii inflácie                                                                         |
| <b>Študijný program:</b> | Ekonomie                                                                                                                  |
| <b>Vedúci práce:</b>     | Mgr. Jakub Chalmovianský, Ph.D.                                                                                           |
| <b>Rok:</b>              | 2023                                                                                                                      |
| <b>Počet strán:</b>      | 69                                                                                                                        |
| <b>Kľúčové slová:</b>    | inflácia, inflačné očakávania, Phillipsova krivka,<br>prístup thick modelovania, rekurzívne predikcie,<br>Česká republika |

## Bibliographic record

**Author:** Boris Rendek  
Faculty of Economics and Administration  
Masaryk University  
Department of Economics

**Title of Thesis:** The role of inflation expectations for inflation forecasts

**Degree Programme:** Economics

**Supervisor:** Mgr. Jakub Chalmovianský, Ph.D.

**Year:** 2023

**Number of Pages:** 69

**Keywords:** inflation, inflation expectations, Phillips curve, thick modelling approach, recursive prediction, Czech Republic

## Anotace

Cieľom tejto bakalárskej práce je preskúmať inflačné očakávania rôznych ekonomických subjektov ako sú domácnosti, firmy a profesionálni forecasteri v modeloch určených na predikciu inflácie. Analyzovaná je ekonomika Českej republiky v období rokov 1999 až 2022. Inflácia je predpovedaná modelom Phillipsovej krivky pomocou metódy thick modelovania. Zahrnutie inflačných očakávaní firiem do modelov viedlo k významnému zlepšeniu predikcie v obdobiach prudkým zmien inflácie. Ostatné typy inflačných očakávaní nepomohli zvýšiť presnosť predpovede inflácie.



## **Abstract**

The aim of this bachelor's thesis is to examine inflation expectations of various economic subjects such as households, firms, and professional forecasters in models designed to forecast inflation. The economy of the Czech Republic is analysed for the period from 1999 to 2022. Inflation is predicted by the Phillips curve model using the thick modelling approach. The incorporation of firms' inflation expectations in the models led to a significant improvement in the prediction during periods of steep inflation changes. Other types of inflation expectations did not help to increase the accuracy of inflation forecasts.



## Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že som bakalársku prácu na tému Úloha inflačných očakávaní pri predikcii inflácie vypracoval samostatne pod vedením Mgr. Jakuba Chalmovianského, Ph.D. a uviedol v nej všetky použité literárne a iné odborné zdroje v súlade s právnymi predpismi, vnútornými predpismi Masarykovej univerzity a vnútornými aktmi riadenia Masarykovej univerzity a Ekonomicko-správnú fakulty MU.

V Brne 20. apríla 2023

.....  
Boris Rendek



## Pod'akovanie

V prvom rade chcem pod'akovať vedúcemu práce Mgr. Jakubovi Chalmovianskému, Ph.D. za cenné rady a obohacujúce diskusie, ktoré posúvali túto prácu správnym smerom. Tiež d'akujem za jeho ochotu a všetok venovaný čas, ktoré nie sú pri vedení prác samozrejmosťou. Vďaka patrí aj mojej rodine za psychickú podporu v rôznych fázach vzniku tejto práce.



## Obsah

|                                                                                      |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Zoznam obrázkov</b>                                                               | <b>15</b> |
| <b>Zoznam tabuliek</b>                                                               | <b>16</b> |
| <b>Zoznam pojmov a skratiek</b>                                                      | <b>17</b> |
| <b>Zoznam príloh</b>                                                                 | <b>18</b> |
| <b>1 Úvod</b>                                                                        | <b>19</b> |
| <b>2 Prehľad literatúry</b>                                                          | <b>21</b> |
| 2.1 Empirické práce o inflačných očakávaniach v modeloch<br>predikcie inflácie ..... | 21        |
| 2.2 Zhrnutie odbornej literatúry .....                                               | 25        |
| <b>3 Metodológia</b>                                                                 | <b>26</b> |
| 3.1 Prístup thick modelovania .....                                                  | 26        |
| 3.2 Tvorba a vyhodnotenie kvality predikcií .....                                    | 27        |
| <b>4 Dáta</b>                                                                        | <b>30</b> |
| 4.1 Predstavenie dát .....                                                           | 30        |
| 4.2 Transformácia dát .....                                                          | 32        |
| <b>5 Tvorba ekonometrických modelov</b>                                              | <b>37</b> |
| 5.1 Konštrukcia modelov prístupom thick modelovania .....                            | 37        |
| 5.2 Nastavenie tréningového a validačného obdobia .....                              | 39        |
| <b>6 Výsledky</b>                                                                    | <b>41</b> |
| 6.1 Vyhodnotenie predikcií a porovnanie ich presnosti .....                          | 41        |
| 6.2 Analýza na mesačných dátach .....                                                | 47        |
| 6.3 Zhrnutie výsledkov .....                                                         | 52        |
| <b>7 Záver</b>                                                                       | <b>53</b> |
| <b>Použité zdroje</b>                                                                | <b>55</b> |

## OBSAH

---

|                  |                               |           |
|------------------|-------------------------------|-----------|
| <b>Příloha A</b> | <b>Vykreslené časové rady</b> | <b>58</b> |
| <b>Příloha B</b> | <b>Tabulky s výsledkami</b>   | <b>61</b> |
| <b>Příloha C</b> | <b>Elektronická příloha</b>   | <b>67</b> |



## Zoznam obrázkov

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Obrázok 1: Simulácia jednokrokových predikcií .....                                   | 28 |
| Obrázok 2: Premenné ekonomickej aktivity v ČR.....                                    | 35 |
| Obrázok 3: Premenné externých vplyvov zo zahraničia .....                             | 36 |
| Obrázok 4: Inflačné očakávania ekonomických subjektov.....                            | 36 |
| Obrázok 5: Skúmané validačné obdobia.....                                             | 40 |
| Obrázok 6: Validačné obdobie od 2007 Q4 do 2019 Q4 – štvrťročné dáta<br>.....         | 44 |
| Obrázok 7: Validačné obdobie od 2012 Q1 do 2019 Q4 – štvrťročné dáta<br>.....         | 45 |
| Obrázok 8: Validačné obdobie od 2015 Q1 do 2022 Q3 – štvrťročné dáta<br>.....         | 46 |
| Obrázok 9: Absolútne hodnoty chýb predikcií modelových špecifikácií<br>.....          | 47 |
| Obrázok 10: Validačné obdobie od 2007 okt do 2019 dec – mesačné<br>dáta .....         | 49 |
| Obrázok 11: Validačné obdobie od 2012 jan do 2019 dec – mesačné<br>dáta .....         | 50 |
| Obrázok 12: Validačné obdobie od 2015 jan do 2022 sep – mesačné<br>dáta .....         | 51 |
| Obrázok 13: Premenné ekonomickej aktivity v ČR – mesačné dáta .....                   | 58 |
| Obrázok 14: Premenné externých vplyvov zo zahraničia – mesačné dáta<br>1.časť .....   | 58 |
| Obrázok 15: Premenné externých vplyvov zo zahraničia – mesačné dáta<br>2.časť .....   | 59 |
| Obrázok 16: Inflačné očakávania ekonomických subjektov mesačné<br>dáta – časť 1 ..... | 59 |
| Obrázok 17: Inflačné očakávania ekonomických subjektov mesačné<br>dáta – časť 2 ..... | 60 |

## Zoznam tabuliek

|                                                                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabuľka 1: Prehľad premenných použitých v modeloch.....                                                               | 34 |
| Tabuľka 2: RMSE pre validačné obdobie od 2007 Q4 do 2019 Q4 –<br>rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia ..... | 42 |
| Tabuľka 3: MAE pre validačné obdobie od 2007 Q4 do 2019 Q4 –<br>rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia .....  | 43 |
| Tabuľka 4: RMSE pre validačné obdobie od 2007 okt do 2019 dec –<br>rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia .....  | 48 |
| Tabuľka 5: MAE pre validačné obdobie od 2007 okt do 2019 dec –<br>rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia .....   | 48 |
| Tabuľka 6: RMSE pre validačné obdobie od 2012 Q1 do 2019 Q4 –<br>rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia ..... | 61 |
| Tabuľka 7: MAE pre validačné obdobie od 2012 Q1 do 2019 Q4 –<br>rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia .....  | 62 |
| Tabuľka 8: RMSE pre validačné obdobie od 2015 Q1 do 2022 Q3 –<br>rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia ..... | 63 |
| Tabuľka 9: MAE pre validačné obdobie od 2015 Q1 do 2022 Q3 –<br>rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia .....  | 64 |
| Tabuľka 10: RMSE pre validačné obdobie od 2012 jan do 2019 dec –<br>rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia ..... | 65 |
| Tabuľka 11: MAE pre validačné obdobie od 2012 jan do 2019 dec –<br>rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia .....  | 65 |
| Tabuľka 12: RMSE pre validačné obdobie od 2015 jan do 2022 sep –<br>rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia ..... | 66 |
| Tabuľka 13: MAE pre validačné obdobie od 2015 jan do 2022 sep –<br>rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia .....  | 66 |

## Zoznam pojmov a skratiek

|           |                                                         |
|-----------|---------------------------------------------------------|
| ADF test  | – rozšírený Dickeyho-Fullerov test                      |
| AR        | – autoregresný model                                    |
| ARMA      | – autoregresný model kľzavých priemerov                 |
| BVAR      | – Bayesovský vektorový auto-regresný model              |
| CPI       | – index spotrebiteľských cien                           |
| ČNB       | – Česká národná banka                                   |
| ČSÚ       | – Český statistický úrad                                |
| DM test   | – Diebold-Marianov test                                 |
| EK        | – Európska komisia                                      |
| HICP      | – harmonizovaný index spotrebiteľských cien             |
| HP filter | – Hodrick-Prescottov filter                             |
| KPSS test | – Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin test                |
| MAE       | – priemerná absolútna chyba predikcie                   |
| MSE       | – stredná štvorcová chyba predikcie                     |
| NBB       | – Národná banka Belgicka                                |
| OLS       | – metóda najmenších štvorcov                            |
| RMSE      | – odmocnina zo strednej štvorcovej chyby predikcie      |
| SPF       | – Survey of Professional Forecasters                    |
| V/U       | – pomer voľných pracovných miest k počtu nezamestnaných |

## Zoznam príloh

### Prílohy v texte

|           |                        |    |
|-----------|------------------------|----|
| Příloha A | Vykreslené časové rady | 58 |
| Příloha B | Tabulky s výsledkami   | 61 |
| Příloha C | Elektronická příloha   | 67 |

## 1 Úvod

Nárast cenovej hladiny statkov a služieb je v súčasných ekonomikách veľmi bežný jav a nazýva sa inflácia. Ak je nárast cien príliš veľký a nepredvídateľný, tak so sebou prináša negatívne dôsledky. Medzi hlavné dôsledky vysokej inflácie patrí prudký pokles kúpnej sily peňazí, prerozdelenie bohatstva v ekonomike, narastajúca neistota spojená s rozhodovaním o dlhodobých plánoch a investíciách, zvýšené náklady ekonomických subjektov robiť informované rozhodnutia, nárast nákladov na financovanie cudzím kapitálom a mnohé ďalšie. Prudký rast cenovej hladiny môže so sebou priniesť recesiú a pokles životnej úrovne. Práve z týchto dôvodov je vývoj cenovej hladiny v ekonomike tak sledovaným ukazovateľom. Niekoľko centrálnych bánk po celom svete má za cieľ udržiavať nárast cenovej hladiny na vopred stanovenej úrovni. S monitorovaním inflácie úzko súvisí jej predikcia. Len v prípade, keď bude centrálna banka schopná dobre predpovedať infláciu, bude môcť správne nastaviť menovú politiku a naplniť cieľ o cenovej stabilite.

Inflačné očakávania môžu prameniť z rôznych ekonomických subjektov. Medzi hlavných ekonomických aktérov, ktorých inflačné očakávania sú typicky monitorované, patria domácnosti, firmy, profesionálni forecasteri a účastníci finančného trhu. To akú cenovú hladinu očakávajú v budúcnosti do istej miery ovplyvňuje ich správanie a následne aj dianie v ekonomike. Či už sa jedná o rozhodovanie o spotrebe a úsporách v prípade domácností, nastavenie cien statkov a služieb v prípade firiem alebo množstve investícií v prípade účastníkov finančného trhu. Okrem toho môžu inflačné očakávania v sebe skrývať informáciu, ktorá môže byť užitočná pri predpovedaní inflácie.

Cieľom tejto práce je preskúmať, či inflačné očakávania rôznych ekonomických subjektov ako sú domácnosti, firmy a profesionálni forecasteri dokážu zlepšiť presnosť predikcie inflácie v Českej republike. Presnejšie, v tejto práci bude porovnávaná kvalita predpovede modelu bez inflačných očakávaní s predpoveďou rovnakého modelu po zahrnutí informácie o inflačných očakávaniach. Analýza bude prebiehať na dátach v období medzi rokmi 1999-2022.

V prvej časti práce bude predstavená relevantná odborná literatúra, ktorá sa zaoberá predikovaním inflácie s využitím údajov o inflačných očakávaniach. Z prehľadu literatúry sa ukáže prístup thick modelovania ako vhodná metóda na porovnávanie kvality predikcií modelov s inflačnými očakávaniami s modelmi bez inflačných očakávaní. V ďalšej časti práce bude tento prístup bližšie popísaný spolu s princípom tvorby a vyhodnocovania predikcií. Prístup thick modelovania vyžaduje použitie širšej dátovej bázy a tá bude predstavená hneď v nasledujúcej pasáži. V tejto práci je dôležitou súčasťou predikčného cvičenia pochopenie samotnej tvorby celej sady ekonometrických modelov Phillipsovej krivky a nastavenie tréningového obdobia, a preto im bude venovaná ďalšia kapitola. V poslednej časti práce sú prezentované dosiahnuté výsledky aj s rôznymi rozšíreniami konštrukcie a vyhodnocovania predikcií.

## 2 Prehľad literatúry

Táto kapitola má za úlohu oboznámiť čitateľa s odbornou literatúrou zaoberajúcou sa inflačnými očakávaniami v modeloch určených na predikciu inflácie. Konkrétne sa jedná o odborné články založené na porovnávaní predikčných schopností modelov s inflačnými očakávaniami s modelmi bez inflačných očakávaní. Predstavené empirické práce sú orientované na eurozónu ako celok alebo na členské krajiny Európskej únie. Prehľad literatúry začína komplexným článkom od Banbura a kol. (2021) so všetkými typmi inflačných očakávaní a viacerými druhmi modelov. Nasledujú odborné články, ktoré rozoberajú iba inflačné očakávania určitých ekonomických subjektov. Kapitulu uzatvárajú články autorov Kulikov a Reigl (2019) a Álvarez a Correa-López (2020) využívajúce alternatívnu metódu thick modelovania, na ktorú naviaže táto práca vo svojej metodologickej časti. Na záver sú v podkapitole zhrnuté výsledky, ktoré vyplývajú z literatúry predstavenej v tejto kapitole.

### 2.1 Empirické práce o inflačných očakávaniach v modeloch predikcie inflácie

Na porovnávaní modelov s inflačnými očakávaniami s modelmi, ktoré túto informáciu neobsahujú postavili svoj článok Banbura a kol. (2021). Skúmali predikciu inflácie v eurozóne a v jej vybraných členských krajinách ako napríklad v Nemecku, Francúzsku, Taliansku alebo Belgicku. Inflačné očakávania pramenili zo 4 skupín ekonomických subjektov a to konkrétne profesionálnych forecasterov, domácností, firiem a finančných trhov. Prvé tri sú založené na dotazníkových prieskumoch, inflačné očakávania profesionálnych forecasterov z Survey of Professional Forecasters (SPF) a Consensus economics, domácností a firiem zbierané Európskou komisiou a posledné spomínané inflačné očakávania odvodené z finančných trhov sú získané z údajov o sadzbe swapov naviazaných na infláciu. Autori článku predikujú harmonizovaný index spotrebiteľských cien (HICP, z angl. Harmonised Index of Consumer Prices) a HICP po vylúčení cien energií a potravín v rozmedzí rokov 2001-2019. Prácu nepostavili na jednom konkrétnom modeli, ale vytvárajú viac rôznych modelov spadajúcich do kategórií Phillipsovej krivky a Bayesovských vektorových auto-regresných modelov (BVAR). Autori štúdie

prišli k záverom, že modely s inflačnými očakávaniami profesionálnych forecasterov poskytujú vyššiu presnosť predpovede ako modely bez nich. Na druhú stranu, zahrnutie inflačných očakávaní domácností, firiem a tých odvodených z finančných trhov vo všeobecnosti neviedlo k zlepšeniu predpovede. K podobným zisteniam sa autori článku dopracovali na úrovni jednotlivých členských štátov eurozóny. V prípade HICP bez cien energií a potravín sa ukázali inflačné očakávania ako menej užitočné pre jej predpoveď. Analýza výsledkov ukázala, že informácie obsiahnuté v inflačných očakávaniach zlepšovali respektíve nezlepšovali predikciu v závislosti od použitého modelu a skúmaného obdobia. Napríklad v období nízkej inflácie pomáhali inflačné očakávania napraviť skreslenie modelov, ktoré okrem iného obsahujú konštantný priemer inflácie.

Niektoré odborné články sa zaoberajú iba určitými typmi inflačných očakávaní. Stockhammar a Österholm (2018) sa obmedzili na inflačné očakávania domácností a firiem. Tak ako v článku popísanom vyššie si položili otázku, či inflačné očakávania zlepšujú presnosť predpovede inflácie relatívne k modelu, ktorý ich nezahŕňa. Skúmali predpoveď indexu spotrebiteľských cien (CPI, z angl. Consumer Price Index) vo Švédsku na dátach medzi rokmi 1996-2016. Dáta inflačných očakávaní pochádzali z dvoch prieskumov: domácnosti a firmy sa zúčastnili prieskumu Národného inštitútu pre ekonomický výskum a samostatne firmy poskytovali informácie švédskej Riskbank. Autori spravili predpoveď mimo vzorku pomocou modelu spadajúceho do kategórie BVAR modelov, špecifikovali BVAR model upravujúci priemer (mean-adjusted Bayesian VAR). Výsledky prezentované v tomto článku sa zhodujú s článkom Banbura a kol. (2021). Zahrnutie inflačných očakávaní viedlo k tak malému zlepšeniu predikcie inflácie, že ho nemožno označiť ako ekonomicky významné. Výnimku tvoria inflačné očakávania firiem z prieskumu Národného inštitútu pre ekonomický výskum pri krátkodobej predpovedi, ktorých prínos pri presnosti predikcie sa dá považovať za významný.

Na úlohu inflačných očakávaní domácností a firiem pri predikcii inflácie sa zamerali tiež v článku Basselier a kol. (2018) z Národnej banky Belgicka (NBB). Popri domácej ekonomike skúmali eurozónu ako celok. Dáta inflačných očakávaní, ktoré použili sú kvalitatívneho charakteru zbierané Európskou komisiou. Ako model si zvolili štruktúrally model patriaci do kategórie modelov nepozorovaných komponentov. Autori



začali s modelom so štyrmi premennými a postupne pridávali ďalšie premenné. Spolu vytvorili tri modely, pričom posledný obsahoval všetkých desať premenných reprezentujúcich vývoj cenovej hladiny, ekonomickú aktivitu a jej cyklické zložky a inflačné očakávania. Od eurozóny sa líši belgická ekonomika tým, že v určitom období je inflácia vyššia ako očakávaná, čo sa môže prejaviť vo výsledkoch. Výsledky nie sú jednoznačné pri predpovedi inflácie, ktorá začína v roku 2007 a trvá najbližších desať rokov. Naopak, keď predpoveď mimo vzorku začína v roku 2012, modely zahŕňajúce informácie z prieskumov inflačných očakávaní prekonávajú podobné modely bez nich v Belgicku ako aj v Eurozóne. To je v rozpore s článkami Banbura a kol. (2021) a Stockhammar a Österholm (2018), z ktorých vyplývalo, že kvalitatívne dáta inflačných očakávaní domácností a firiem nezlepšujú presnosť predpovede. V analýze inflačných očakávaní sa autori z NBB posunuli ďalej a položili si otázku, či inflačné očakávania firiem alebo domácností poskytujú užitočnejšie informácie. Na základe modelu, ktorý obsahoval iba krátkodobé inflačné očakávania firiem a bol približne tak presný ako model obsahujúci všetky premenné usudzujú, že práve inflačné očakávania firiem sa javia dôležitejšie. Pre inflačné očakávania domácností táto skutočnosť už neplatila.

Scheufele (2011) sa vo svojom článku obmedzil na jeden typ inflačných očakávaní a to na inflačné očakávania ekonomických expertov. Tie pochádzajú z Nemecka a to konkrétne zo ZEW Financial Market Survey. Približne 300 expertov z bánk, poisťovní a veľkých priemyselných spoločností bolo každý mesiac dopytovaných, či očakávajú nárast, pokles alebo rovnakú infláciu v nasledujúcich šiestich mesiacoch. Z toho vyplýva, že dáta sú kvalitatívneho charakteru. Scheufele (2011) použil vo svojom článku tieto typy modelov: jednoduchý jednorozmerný autoregresný model (AR), autoregresný model kĺzavých priemerov (ARMA), model náhodnej prechádzky a triedu modelov pomenovaných ako Phillipsova krivka. Inflácia bola predikovaná pomocou predpovede mimo vzorku, kedy sa v modeloch odhadli regresory na dátach v rozmedzí rokov 1992 až 2000 a predikovali hodnoty inflácie na obdobie do roku 2008. Ak sú inflačné očakávania použité ako regresor v dynamickej rovnici, tak sa predikčné schopnosti modelu zlepšujú. Toto tvrdenie platí aj pre predikciu na dlhší časový horizont ako je 12 mesiacov. Výsledky tohto článku sa zhodujú so zisteniami Banbura a kol. (2021). Inflačné očakávania expertov podľa oboch článkov obsahujú užitočné informácie pre predikciu inflácie.

Čo v článkoch popísaných vyššie autori neuvažovali alebo len naznačili, spracovali vo veľkom Kulikov a Reigl (2019) vo svojom odbornom článku zameranom na eurozónu. Autori článku sa nesnažili vytvoriť jeden konkrétny dokonalý model, ale využili celý rad rôznych modelov určených na predpoveď inflácie. Táto metóda, s ktorou pracovali sa nazýva prístup thick modelovania. Na tomto princípe skonštruovali viac ako 2300 modelových špecifikácií patriacich do rodiny modelov Phillipsovej krivky. Inflácia bola vysvetľovaná pomocou svojej minulej hodnoty, premenných zastupujúcich inflačné očakávania, premenných vyjadrujúcich ekonomickú aktivitu a premenných odrážajúcich externé vplyvy cien. Každá kategória obsahovala množinu rôznych veličín. Modely vznikali ich postupnou kombináciou, pričom z vybranej kategórie nemusela byť zastúpená ani jedna veličina. Kategória inflačných očakávaní obsahovala všetky typy a to inflačné očakávania profesionálnych forecasterov, domácností, firiem a aj tie odvodené z finančných trhov. Kulikov a Reigl (2019) prišli k záverom, že inflačné očakávania hrajú v modeloch dôležitú úlohu pri predikcii inflácie. K výsledkom nepochybne prispel fakt, že predpoveď vykonávali v období po roku 2012, kedy bola očakávaná inflácia vyššia ako skutočná.

K opačným záverom ako všetky predchádzajúce články prišli Álvarez a Correa-López (2020). Podľa ich článku inflačné očakávania domácností a firiem zlepšujú schopnosť predpovede v porovnaní s inflačnými očakávaniami expertov a tých odvodených z finančných trhov. Za zvolenú ekonomiku si autori vybrali eurozónu. Ako skúmané obdobie si určili rozpätie rokov 1995-2019 pre HICP a 1997-2019 pre HICP bez cien energií a potravín. Dáta inflačných očakávaní čerpali z SPF, Consensus economics, Európskej komisie a z údajov o sadzbe swapov rovnako ako Banbura a kol. (2021). Autori článku predpovedali všetky typy horizontov: krátkodobý, strednodobý a dlhodobý. Infláciu predikovali pomocou Phillipsovej krivky a podobne ako Kulikov a Reigl (2019) pracovali s prístupom thick modelovania. Premenné si rozdelili do nasledujúcich kategórií: inflačné očakávania, vývoj domácej ekonomiky, vývoj cien v zahraničí a pracovné náklady. Vplyvy jednotlivých kategórií vyhodnocovali Álvarez a Correa-López (2020) pomocou meta regresie. Predpoveď mimo vzorku začína v roku 2011, čo má značný vplyv na presnosť predikcie inflácie a ich výsledky.

## 2.2 Zhrnutie odbornej literatúry

Modely s inflačnými očakávaniami profesionálnych forecasterov majú vyššiu predikčnú schopnosť pre predpoveď inflácie oproti modelom, ktoré túto informáciu neobsahujú. Na tomto závere sa zhodujú Banbura a kol. (2021), Scheufele (2011) a Kulikov a Reigl (2019). Jediní, ktorí nepovažujú inflačné očakávania ekonomických expertov za dôležité sú Álvarez a Correa-López (2020). Čo sa týka inflačných očakávaní domácností a firiem, odborná literatúra nie je jednotná. Basselier a kol. (2018) a Álvarez a Correa-López (2020) hovoria, že tieto inflačné očakávania zlepšujú schopnosť predpovede inflácie. Na druhú stranu, Banbura a kol. (2021) a Stockhammar a Österholm (2018) nepovažujú tieto inflačné očakávania pri predikcii inflácie za užitočné. Naprieč všetkými článkami sa tiahne myšlienka, že zvolený model má vplyv na to, či inflačné očakávania poskytujú dôležité informácie pre predikciu inflácie alebo nie. Tento problém obišli vo svojom článku Kulikov a Reigl (2019), ktorí použili prístup thick modelovania. Ďalším faktorom veľmi ovplyvňujúcim výsledky je obdobie, v ktorom začína predpoveď mimo vzorku. Predpovede inflácie na obdobie počas finančnej krízy v roku 2008 a na obdobie nízkej inflácie po roku 2012 budú viesť pravdepodobne k rôznym výsledkom.

### 3 Metodológia

Z odbornej literatúry predstavenej v predchádzajúcej kapitole sa javí ako vhodná metóda na skúmanie inflačných očakávaní v modeloch určených na predikciu inflácie prístup thick modelovania. V tejto kapitole bude tento prístup bližšie špecifikovaný a vymedzený pre účely použitia v tejto práci. Ďalšia časť kapitoly vysvetlí princíp tvorby predikcie ako aj vyhodnocovanie jej presnosti. Pre naplnenie cieľa práce, ktorým je skúmanie zlepšenia predpovede po zaradení inflačných očakávaní do ekonometrického modelu budú musieť byť predikcie modelov porovnávané. To zabezpečí Diebold-Marianov test o štatistickej významnosti zlepšenia predpovede predstavený v nadväznosti na určenie kvality predikcií.

#### 3.1 Prístup thick modelovania

Štandardným prístupom k modelovaniu v ekonometrii je voľba vhodnej špecifikácie modelu vychádzajúceho z ekonomickej teórie. V ďalšom kroku sú zvažované rôzne vysvetľujúce premenné, ich oneskorené hodnoty, viaceré odhadové techniky, čím vznikne veľké množstvo potenciálnych kandidátskych modelov pre zachytenie skúmaných efektov. Vzhľadom k účelu ekonometrického cvičenia je na základe informačného kritéria alebo inej relevantnej štatistiky vybraný jeden najvhodnejší model. Granger a Jeon (2004) poukazujú na užitočnosť informácií v špecifikáciách, ktoré neboli vybrané a hovoria o prístupe thick modelovania. Thick modelovanie pozostáva z vyhotovenia a následnej analýzy výsledkov mnohých alternatívnych špecifikácií podobnej kvality.

Prvým logickým krokom je výber základného modelu, od ktorého sa odvíja tvorba alternatívnych. V prípade tejto práce sa jedná o model Phillipsovej krivky na predpoveď inflácie z článku autorov Stock a Watson (2008) popísaný rovnicou (3.1). Z ekonomickej teórie je Phillipsova krivka známa pre zachytenie nepriamo úmerného vzťahu medzi infláciou a nezamestnanosťou. Okrem nezamestnanosti ( $u_{t+1}$ ) je inflácia ( $\pi_{t+1}$ ) vysvetľovaná ponukovými šokmi ( $z_t$ ) a svojou oneskorenou hodnotou ( $\pi_t$ ). Z toho dôvodu je možné tento model označiť ako model s oneskorenou vysvetľovanou premennou (lagged dependent variable).

$$\pi_{t+1} = \mu + \alpha^G(L)\pi_t + \beta(L)u_{t+1} + \gamma(L)z_t + v_{t+1} \quad (3.1)$$

Konštrukcia alternatívnych modelových špecifikácií má rôzne dimenzie:

- nahradenie vysvetľujúcich premenných vhodnými veličinami
- meniaci sa počet vysvetľujúcich premenných
- oneskorenie vysvetľujúcich premenných
- použitie iných odhadových techník

Hlavne prvé dva body budú brané do úvahy v podkapitole 5.1 pri vytváraní celej sady modelových špecifikácií podobnej kvality práve s modelom Phillipsovej krivky popísaným rovnicou (3.1).

### 3.2 Tvorba a vyhodnotenie kvality predikcií

Pred tvorbou predikcie je vhodné rozdeliť dátový súbor veľkosti  $T$  na tréningové a validačné obdobie. Tréningové obdobie v čase od 1 po  $T_1$  slúži na získanie informácií, ktoré sa v ďalšom kroku využijú na predpoveď hodnôt mimo vzorku tohto obdobia. Konkrétne sa informáciami myslí odhad koeficientov ekonometrického modelu. V tejto práci pôjde o lineárny regresný model, presnejšie, v závislosti na konkrétnej špecifikácii, o model s jednou alebo viacerými vysvetľujúcimi premennými. Koncept jednokrokovej predikcie bude pre zjednodušenie a jeho analogické použitie v rozšírených modeloch tejto práce ukázaný na autoregresnom modeli prvého rádu s úrovňovou konštantou, a na obrázku č. 1.

$$y_t = a_0 + a_1 y_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.2)$$

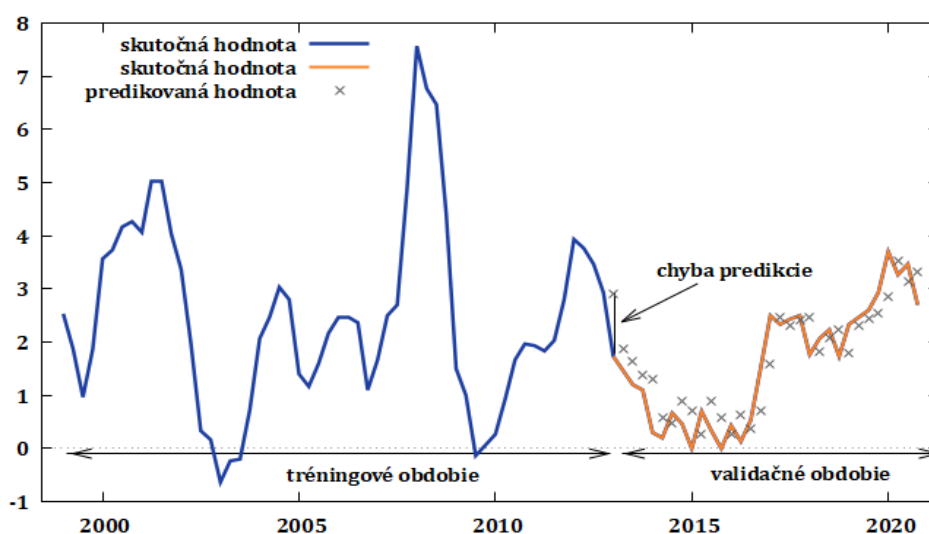
Na odhad koeficientov  $\hat{a}_0$  a  $\hat{a}_1$  sa použije metóda najmenších štvorcov (OLS, z angl. Ordinary least squares). Tieto odhady sa použijú pri posunutí rovnice (3.2) do času  $t+1$ . Pre dostupnosť  $y_t$  je možné rovnicou (3.3) uvedenou nižšie dopočítať predikciu  $y$  v čase  $t+1$ .

$$\hat{y}_{t+1} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1 y_t \quad (3.3)$$

Pre naplnenie potenciálu celého validačného obdobia v čase od  $T_1$  po  $T$  bude proces zopakovaný formou rozširujúceho sa okienka. To znamená pridanie nového pozorovania v čase  $T_1+1$  na koniec obmedzeného dátového súboru, opätovný odhad koeficientov  $\hat{a}_0$  a  $\hat{a}_1$  a výpočet predikcie na jedno obdobie dopredu. Týmto spôsobom bude proces opakovaný až po posledné dostupné pozorovanie celého dátového vzorku v čase  $T$ .

Druhou možnosťou je metóda posuvného okienka, v ktorej sa, okrem pridania jedného pozorovania na koniec, jedno najstaršie pozorovanie uberie. Preto sa v každej predikcii pracuje s fixným počtom pozorovaní pre odhad koeficientov. Výhodou posuvného okienka je robustnosť voči šokom, pretože neštandardné pozorovania po určitom čase odznejú. Naopak nevýhodou tejto metódy môže byť v niektorých prípadoch práca s menším počtom pozorovaní.

Obrázok 1: Simulácia jednokrokových predikcií



Zdroj: vlastné spracovanie pre infláciu ČR prevzatú z Eurostatu

Na druhú stranu validačné obdobie slúži na testovanie modelu z pohľadu kvality predikcií. Aplikáciou rozširujúceho sa alebo posuvného okienka vznikne vektor jednokrokových predikcií. Na základe samotného vektora nie je možné rozhodnúť o presnosti predpovede. Z toho dôvodu je v každom období od času  $T_1+1$  po  $T$  spočítaná chyba predikcie  $e$  ako rozdiel skutočnej a predikovanej hodnoty. Vzniknutý vektor chýb predikcií je možné analyzovať. Existujú rôzne štatistiky na vyhodnotenie chýb predikcie. Pre účely tejto práce bude použitá odmocnina zo strednej štvorcovej chyby predikcie (RMSE, z angl. Root mean squared error) a priemerná absolútna chyba predikcie (MAE, z angl. Mean absolute error). Štatistiky založené na percentuálnej zmene (MSPE, z angl. Mean squared percentage error alebo MAPE, z angl. Mean absolute percentage error) nie je možné použiť, ak skutočná hodnota nadobúda nulu, čo je práve prípadom inflácie v niektorých obdobiach. RMSE sa počíta ako priemer chýb predikcie umocnených na druhú. Pre prirodzenejšiu

interpretáciu v rovnakých jednotkách aké má predpovedaná veličina je tento priemer ešte odmocnený, pozri rovnicu (3.4). Umocnená chyba predikcie znamená, že štatistika RMSE penalizuje veľké chyby predikcie viac v porovnaní s malými, čo treba zohľadniť pri jej použití.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i^2} \quad (3.4)$$

MAE ukazuje ako veľkú chybu predpovede je možné očakávať v priemere. Tak ako RMSE aj MAE je v rovnakých jednotkách ako predpovedaná veličina. MAE sa vypočíta ako priemer absolútnych hodnôt chýb predikcií, pozri rovnicu (3.5).

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |e_i| \quad (3.5)$$

Nižšia hodnota oboch uvedených štatistík, RMSE a MAE, hovorí o vyššej presnosti predikcie porovnávaných modelov.

Zo štatistík na vyhodnotenie chýb predikcie ako sú RMSE a MAE je možné určiť, ktorý model má lepšie predikčné schopnosti. Avšak nie je možné rozhodnúť, či je toto zlepšenie štatisticky významné. Diebold-Marianov test (DM test) poskytne odpoveď na túto dôležitú otázku. Uvoľňuje predpoklady o nulovom priemere a normálnom rozložení chýb predikcií, ich sériovej nekorelovanosti a vzájomnej nekorelovanosti, vďaka čomu je populárny pri praktických aplikáciách (Enders, 2015). Princíp testu je založený na stratovej funkcii, ktorá má pre porovnávanie kvality predikcií modelov podobu rozdielu chýb predikcie. Tie sú buď umocnené na druhú pri spojení so strednou štvorcovou chybou predikcie (MSE, z angl. Mean squared error), pozri rovnicu (3.6), alebo v absolútnej hodnote ak sa vzťahujú k MAE, pozri rovnicu (3.7).

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (e_{1i}^2 - e_{2i}^2) \quad (3.6)$$

$$\bar{d} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (|e_{1i}| - |e_{2i}|) \quad (3.7)$$

Za platnosti nulovej hypotézy, ktorá znamená rovnosť presnosti predpovede modelov je hodnota rozdielovej straty  $\bar{d}$  nulová. Testová štatistika DM uvedená rovnicou (3.8) náleží, za platnosti nulovej hypotézy, t-rozdeleniu s  $(n-1)$  stupňami voľnosti.

$$DM = \bar{d} / \sqrt{(\gamma_0 + 2\gamma_1 + \dots + 2\gamma_q) / (n-1)} \quad (3.8)$$

## 4 Dáta

V prvej časti tejto kapitoly budú predstavené jednotlivé premenné zozbierané zo štatistických úradov a inštitúcií poskytujúcich dáta. Niektoré bolo pred použitím v modeloch na predikciu inflácie potrebné transformovať, čo popíše druhá časť. Na záver tejto kapitoly budú už upravené premenné zoskupené v tabuľke podľa jednotlivých kategórií. Pre prehľadnosť budú časové rady zobrazené aj vizuálne.

### 4.1 Predstavenie dát

Pred samotným predstavením dát je vhodné uviesť, aké dáta budú potrebné v modeloch. Jednou premennou je nepochybne inflácia, ktorej predikcia bude skúmaná. Na jej vysvetlenie budú použité, tak ako v článkoch Kulikov a Reigl (2019) a Álvarez a Correa-López (2020), premenné rozdelené do dvoch kategórií. Prvou sú premenné odrážajúce ekonomickú aktivitu v Česku a druhou externé vplyvy zo zahraničia úzko spojené s cenami. Kľúčovou skupinou premenných pre dosiahnutie cieľa tejto práce sú inflačné očakávania rôznych ekonomických subjektov.

Nárast cenovej hladiny je meraný harmonizovaným indexom spotrebiteľských cien prevzatým z Eurostatu. Pri výbere medzi indexom, medzi mesačnou zmenou a medzoročnou zmenou bola na základe odborných článkov popísaných v kapitole prehľad literatúry a ekonomickej interpretácie vybraná medzoročná zmena oproti rovnakému mesiacu v predchádzajúcom roku. Dáta sú s mesačnou frekvenciou a HICP zahŕňa všetky položky vrátane cien potravín a energií.

Ekonomická aktivita, respektíve nevyužitá kapacita ekonomiky sa dá zachytiť viacerými ukazovateľmi. Barnichon a Shapiro (2022) uvádzajú 9 spôsobov merania nevyužitej kapacity v ekonomike a následne vyhodnocujú ich schopnosť predpovedať cenovú infláciu v modeloch Phillipsovej krivky na jeden rok dopredu. Vzhľadom na charakteristiky pracovného trhu a dostupnosť dát pre Česko budú použité premenné odvodené z reálneho HDP a miery nezamestnanosti, pomer voľných pracovných miest k počtu nezamestnaných (pomer  $V/U$ , z angl. vacancy to unemployment ratio) a jednotkové náklady práce. Všetky tieto veličiny sú prevzaté ako sezónne očistené.



Pre Česko, malú otvorenú ekonomiku, má značný vplyv na cenovú hladinu situácia v zahraničí. Hlavne, čo sa týka vývoja cien na medzinárodných trhoch a u významných obchodných partnerov. Tento vplyv plynúci zo zahraničného obchodu sa budú snažiť zachytiť premenné: nominálny efektívny výmenný kurz, ceny ropy a index dovozných cien. Cena ropy je uvedená ako svetová cena ropy typu Brent v amerických dolároch za barrel. Vývoj nominálneho efektívneho výmenného kurzu a vývoj dovozných cien sú uvádzané ako indexy, index rovný 100 v roku 2010 pre výmenný kurz a index rovný 100 v roku 2015 v prípade dovozných cien. V časti transformácia dát budú indexy prevedené do podoby temp rastu.

Inflačné očakávania profesionálnych forecasterov zbiera Česká národná banka (ČNB) prostredníctvom odpovedí na otázku akú medziročnú zmenu spotrebiteľských cien v percentách očakávate v najbližších 12, respektíve 36 mesiacoch. To znamená, že inflačné očakávania sú na jeden a tri roky dopredu. Prieskumu sa každý mesiac zúčastňuje 15 až 20 analytikov z domácich a zahraničných inštitúcií, ktorí obchodujú na peňažnom a kapitálovom trhu. Výsledné inflačné očakávania sú vypočítané ako aritmetický priemer ich odpovedí. Dáta sú kvantitatívneho charakteru s mesačnou frekvenciou.

ČNB monitoruje aj inflačné očakávania firiem. Rovnako ako pri profesionálnych forecasteroch je to dotazníkové šetrenie s otázkou o medziročnej zmene spotrebiteľských cien v percentách v horizonte jedného roku. Tentokrát je respondentmi približne 150 podnikových manažérov nefinančného sektoru, ktorí predstavujú reprezentatívnu vzorku hlavných odvetví ekonomiky. Výsledné inflačné očakávania sú aritmetickým priemerom odpovedí s vynechaním extrémnych hodnôt. Dáta sú kvantitatívne so štvrťročnou frekvenciou.

Inflačné očakávania domácností sú zhromažďované Európskou komisiou. V Česku sa zúčastňuje prieskumu 1000 domácností a odpovedá na otázku o vývoji spotrebiteľských cien v nasledujúcich 12 mesiacoch v porovnaní s poslednými 12 mesiacmi. Dáta sú kvalitatívne, pretože na položenú otázku odpovedajú respondenti výberom odpovede z možností: *ceny sa prudko zvýšia, porastú rovnako ako doteraz, porastú menej ako doteraz, zostanú zhruba rovnaké, znížia sa a neviem, nemôžem posúdiť*. Na základe pozitívnych, neutrálnych a negatívnych odpovedí sa vypočíta vážený priemer. Dáta sú zbierané na mesačnej báze.

## 4.2 Transformácia dát

Úprava premenných sa týka troch nedostatkov zozbieraných dát. Dáta s mesačnou frekvenciou bolo potrebné modifikovať na štvrťročné dáta pre účely v hlavnej modelovej časti tejto práce. Premenné rast HDP, medzera HDP a medzera nezamestnanosti nie sú dostupné pre ČR, ale dajú sa vhodnou transformáciou získať z veličín HDP a miera nezamestnanosti. A poslednou úpravou je premena niektorých premenných na medziročné zmeny alebo prvé diferencie.

Mesačné dáta boli prevedené do štvrťročnej podoby ako aritmetický priemer troch mesiacov v danom štvrťroku. Táto transformácia bola použitá na premenné: HICP, miera nezamestnanosti, nominálny efektívny výmenný kurz, index dovozných cien, inflačné očakávania profesionálnych forecasterov na 1 a 3 roky dopredu a inflačné očakávania domácností.

Rast HDP je vypočítaný z reálneho HDP ako medziročná zmena v percentách oproti rovnakému štvrťroku predchádzajúceho roku podľa nasledujúceho vzorca:

$$\text{rast HDP} = \frac{HDP_t - HDP_{t-4}}{HDP_{t-4}} \times 100 \quad (4.1)$$

Medzera výstupu je ekonomický ukazovateľ merajúci rozdiel medzi aktuálnym a potenciálnym výstupom ekonomiky. Potenciálny výstup odráža maximálne množstvo vyrobených statkov a služieb v ekonomike v stave, kedy je najviac efektívna. Pre nemožnosť výpočtu potenciálneho výstupu, je medzera výstupu iba odhadovaná ako cyklická zložka po rozložení výstupu na trendovú a cyklickú zložku. Populárnym nástrojom na oddelenie krátkodobých výkyvov od dlhodobého trendu je Hodrick-Prescottov filter (Jahan a Mahmud, 2013). Ten bol aplikovaný na logaritmus HDP a z výpočtu bola vyseparovaná cyklická zložka, ktorá bude ďalej použitá ako medzera výstupu. Rovnaký postup bol použitý na mieru nezamestnanosti. V tomto prípade bude cyklická zložka z Hodrick-Prescottovho filtra reprezentovať medzeru nezamestnanosti.

Pri práci s časovými radmi bude potrebné pracovať so stacionárnymi radmi, aby sme sa vyhli problému zdanlivej regresie. Z toho dôvodu boli premenné, pri ktorých to bolo možné a zmysluplné, zozbierané ako

diferencie. Zvyšné boli upravené na medziročné percentuálne zmeny podľa nasledujúceho vzorca pre štvrtročnú frekvenciu:

$$\Delta x = \frac{x_t - x_{t-4}}{x_{t-4}} \times 100 \quad (4.2)$$

V prípade mesačnej frekvencie bola medziročná percentuálna zmena vypočítaná pomocou premennej a jej oneskorenia o 12 období. Tento typ transformácie sa týka nominálneho efektívneho výmenného kurzu, cien ropy a indexu dovozných cien.

Stacionarita časových radov bola po transformáciách formálne otestovaná Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin testom (KPSS test) o jednotkovom koreni, ktorý nie je taký citlivý ako rozšírený Dickeyho-Fullerov test (ADF test). Nulová hypotéza KPSS testu hovorí o stacionarite časového radu. Test predpokladá, že sa v časovom rade nenachádza lineárny trend a veličina sa dá popísať náhodnou prechádzkou a stacionárnym procesom (Lütkepohl a Krätzig, 2004). Výsledkom testu je zamietnutie nulovej hypotézy v prípade premenných miera nezamestnanosti, pomer V/U, jednotkové pracovné náklady a inflačné očakávania, čo znamená, že tieto časové rady sú nestacionárne. Prvé dve premenné sú v podobe, s akou s nimi pracuje odborná literatúra a jednotkové pracovné náklady sú už ako medziročná percentuálna zmena. Z toho dôvodu sa obmedzíme na stacionaritu rezíduí z modelov. Tá bola opäť testovaná KPSS testom a výsledky naznačili, že inflačné očakávania môžu ovplyvňovať nestacionaritu rezíduí odhadnutých modelov. Preto sú inflačné očakávania domácností, firiem, profesionálnych forecasterov na 1 a 3 roky dopredu upravené na prvé diferencie. Po opätovnom otestovaní sa problém podarilo odstrániť a rezíduá modelov sú už stacionárne.

Zhrnutie použitých makroekonomických veličín po úpravách je obsahom tabuľky č. 1. Premenné sú v tabuľke rozdelené do jednotlivých kategórií. Pri každej veličine je uvedená jej charakteristika, frekvencia, zdroj a označenie, ktoré bude používané v ďalších častiach práce.

Dáta boli spracované do finálnej podoby v software R pomocou balíčkov: readxl na načítanie dát, tidyverse na úpravu tabuliek a transformáciu premenných, lubridate a zoo na prácu s dátumami, mFilter na aplikáciu Hodrick-Prescottovho filtru a tseries na testovanie stacionarity KPSS testom.

Tabuľka 1: Prehľad premenných použitých v modeloch

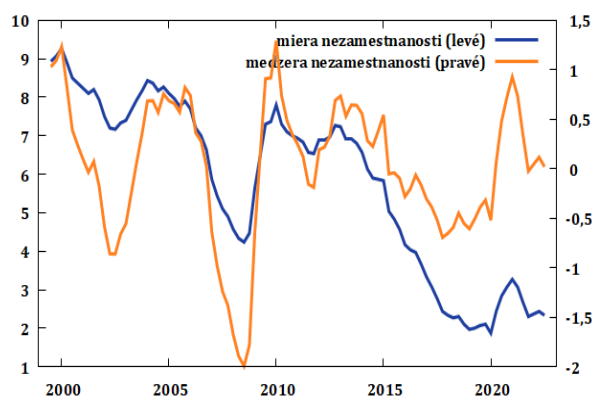
| Názov (značenie)                                                                               | Popis                                                                                                                    | Zdroj           | Frekvencia            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|
| Inflácia ( $\pi$ )                                                                             | Harmonizovaný index spotrebiteľských cien uvádzajúci medziročnú percentuálnu zmenu                                       | Eurostat (2023) | mesačná               |
| Miera nezamestnanosti ( $u$ )                                                                  | Počet nezamestnaných ľudí ako percento z ekonomicky aktívnych obyvateľov                                                 | Eurostat (2023) | mesačná               |
| Medzera nezamestnanosti ( $u_{gap}$ )                                                          | Cyklická zložka zobraená z HP filtra aplikovaného na mieru nezamestnanosti                                               | Eurostat (2023) | mesačná               |
| Rast HDP ( $y_{growth}$ )                                                                      | Medziročná zmena reálneho HDP oproti rovnakému štvrťroku predchádzajúceho roku                                           | Eurostat (2023) | štvrťročná            |
| Medzera HDP ( $y_{gap}$ )                                                                      | Cyklická zložka zobraená z HP filtra aplikovaného na logaritmus reálneho HDP                                             | Eurostat (2023) | štvrťročná            |
| Pomer V/U ( $vu$ )                                                                             | Pomer voľných pracovných miest k počtu nezamestnaných osôb                                                               | FRED/ČSÚ (2023) | štvrťročná            |
| Jednotkové náklady práce ( $ulc$ )                                                             | Medziročná zmena pracovných nákladov na jednotku oproti rovnakému štvrťroku predchádzajúceho roku                        | FRED (2023)     | štvrťročná            |
| Nominálny efektívny výmenný kurz ( $neer$ )                                                    | Medziročná zmena NEER oproti rovnakému obdobiu predchádzajúceho roku                                                     | BIS (2023)      | mesačná               |
| Ceny ropy ( $oil$ )                                                                            | Medziročná zmena cien ropy typu Brent oproti rovnakému obdobiu predchádzajúceho roku                                     | FRED (2023)     | štvrťročná<br>mesačná |
| Index dovozných cien ( $ipi$ )                                                                 | Medziročná zmena indexu dovozných cien oproti rovnakému obdobiu predchádzajúceho roku                                    | ČSÚ (2023)      | mesačná               |
| Inflačné očakávania profesionálnych forecasterov na 1 rok a 3 roky dopredu ( $e_{p1}/e_{p3}$ ) | Očakávania domácich a zahraničných analytikov o medziročnej zmene indexu spotrebiteľských cien na 1 rok a 3 roky dopredu | ČNB (2022)      | mesačná               |
| Inflačné očakávania firiem ( $e_f$ )                                                           | Očakávania podnikových manažérov o medziročnej zmene spotrebiteľských cien v percentách na jeden rok dopredu             | ČNB (2022)      | štvrťročná            |
| Inflačné očakávania domácností ( $e_h$ )                                                       | Očakávania domácností o spotrebiteľských cenách na jeden rok dopredu, kvalitatívne dáta                                  | EK (2022)       | mesačná               |

*Zdroj: vlastné spracovanie zo zdrojov uvedených v tabuľke*

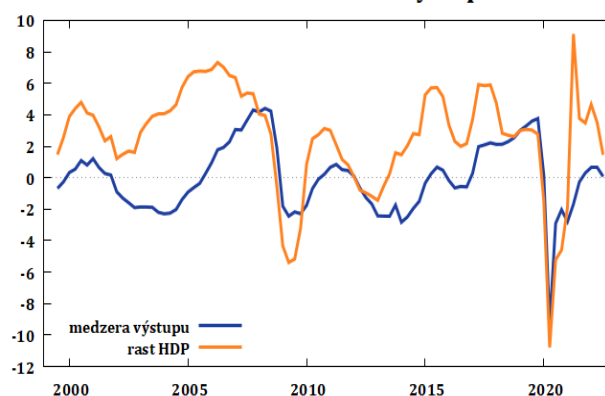
Kým sa práca posunie k odhadom modelov a tvorbe predikcií, je vhodné čitateľa oboznámiť s vývojom časových radov jednotlivých premenných. Na obrázku č. 2 je možné vidieť premenné zastupujúce ekonomickú aktivitu respektíve nevyužitú kapacitu ekonomiky v ČR. Obrázok č. 3 ukazuje časové rady premenných odrážajúcich externé vplyvy cien zo zahraničia. Obrázok č. 4 znázorňuje inflačné očakávania rôznych ekonomických subjektov v ČR. Všetky časové rady sú vykreslené na svojej maximálnej dĺžke, to znamená od 3. štvrtroku roku 1999 (1999 Q3) do 3. štvrtroku roku 2022 (2022 Q3). Každá premenná je zobrazená už upravená podľa popisu v tabuľke č. 1. Dáta s mesačnou frekvenciou je možné nájsť vykreslené v prílohe A.

**Obrázok 2: Premenné ekonomickej aktivity v ČR**

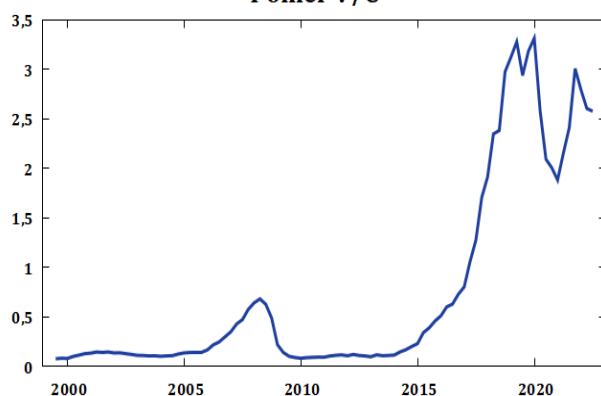
**Miera nezamestnanosti a medzera nezamestnanosti**



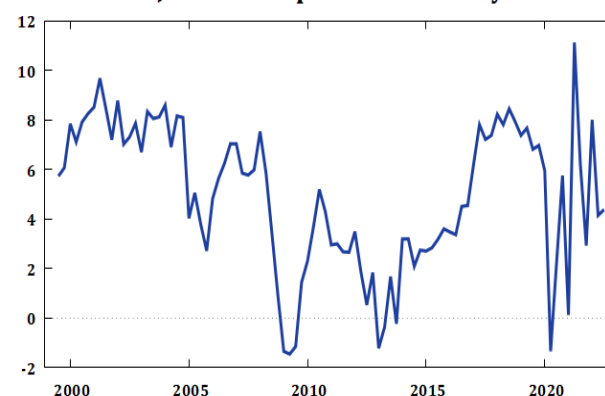
**Rast HDP a medzera výstupu**



**Pomer V/U**

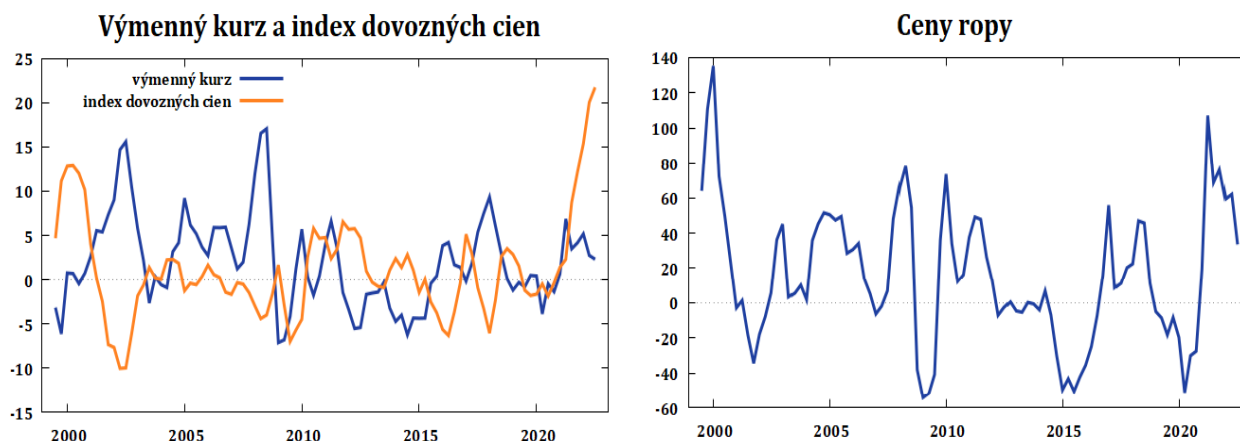


**Jednotkové pracovné náklady**



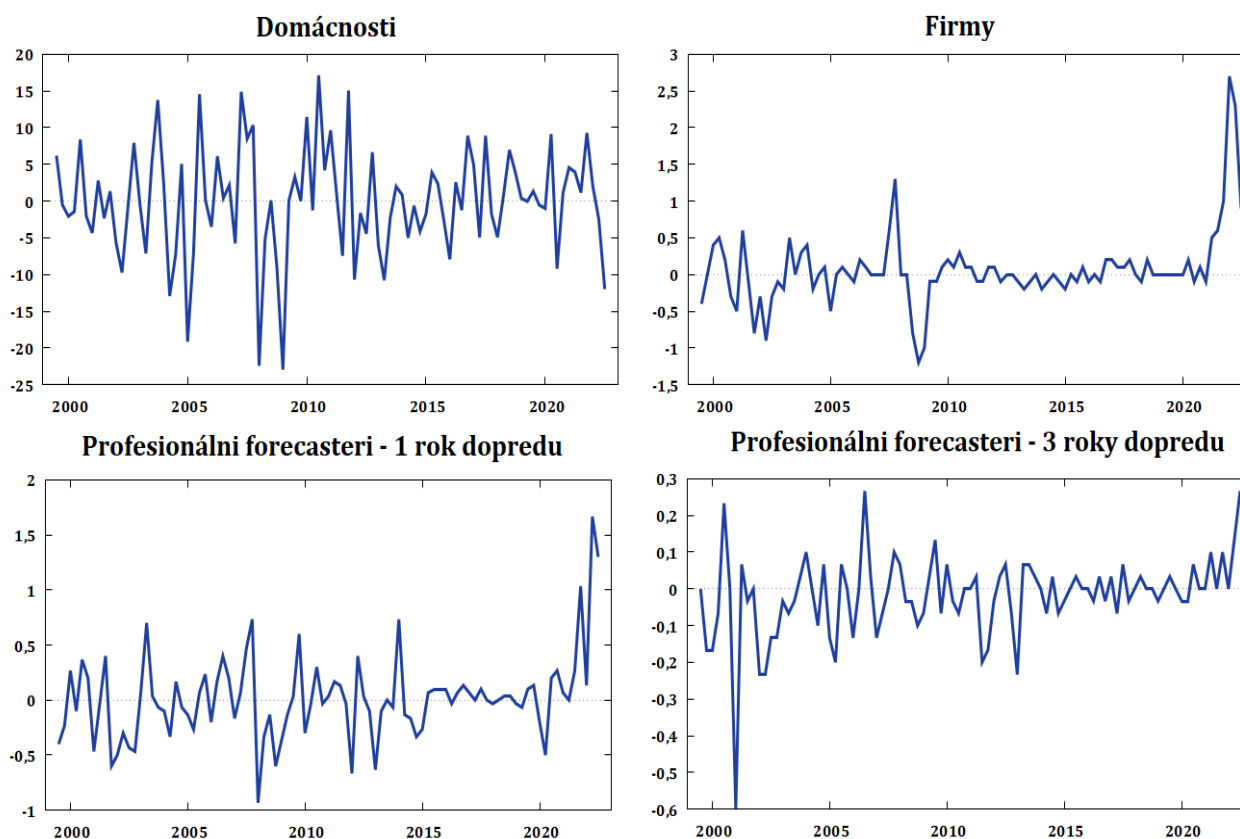
*Zdroj: vlastné spracovanie zo zdrojov uvedených v tabuľke č. 1*

Obrázok 3: Premenné externých vplyvov zo zahraničia



Zdroj: vlastné spracovanie zo zdrojov uvedených v tabuľke č. 1

Obrázok 4: Inflačné očakávania ekonomických subjektov



Zdroj: vlastné spracovanie zo zdrojov uvedených v tabuľke č. 1

## 5 Tvorba ekonometrických modelov

Prístup thick modelovania nepracuje iba s jedným konkrétnym modelom, ale analyzuje celú sadu modelov. Táto časť práce naviaže na predchádzajúce dve kapitoly takým spôsobom, že zasadí dáta zbierané podľa určitých kategórií do kontextu thick modelovania. Bude tu popísané, akým spôsobom vzniknú všetky modelové špecifikácie, ktorých predikčné schopnosti budú vyhodnocované v snahe posúdiť vplyv inflačných očakávaní. V druhej časti kapitoly bude odôvodnený výber konca tréningového obdobia, ktorý môže mať podľa článkov predstavených v prehľade literatúry vplyv na výsledky presnosti predikcií.

### 5.1 Konštrukcia modelov prístupom thick modelovania

Ako bolo naznačené v podkapitole o prístupe thick modelovania, táto práca bude brať do úvahy počet vysvetľujúcich premenných a ich vhodné nahradenie inou premennou nesúcou v modeli rovnakú informáciu. Súčasťou každej modelovej špecifikácie na vysvetlenie a predikciu inflácie bude jej oneskorená hodnota v čase  $t-1$ . Počet vysvetľujúcich premenných bude rozširovaný do maximálneho počtu štyri v závislosti od zaradenia jednotlivých kategórií do modelu. Vo svojej najrozšírenejšej podobe vychádza model z článku autorov Kulikov a Reigl (2019), ktorí zovšeobecňujú práve model autorov Stock a Watson (2008) predstavený v kapitole metodológia pre účely inflačných očakávaní, otvorenej ekonomiky a hlavne prístupu thick modelovania. Rovnica (5.1) uvádza najrozšírenejšiu formu modelovej špecifikácie použitej v tejto práci.

$$\pi_t = \beta_0 + \beta_1\pi_{t-1} + \beta_2\{x_{t-1}\} + \beta_3\{\delta_{t-1}\} + \beta_4\{\pi_{t-1}^e\} + \varepsilon_t \quad (5.1)$$

V rovnici (5.1),  $\{x_{t-1}\}$  označuje premenné spadajúce do kategórie reprezentujúcej ekonomickú aktivitu v ČR,  $\{\delta_{t-1}\}$  značí množinu premenných zastupujúcich externé vplyvy zo zahraničia a  $\{\pi_{t-1}^e\}$  v sebe zahŕňa rôzne druhy inflačných očakávaní. Kategórie jednotlivých premenných vyzerajú takto:

- $\{x_{t-1}\} = \{\text{miera nezamestnanosti (u), medzera nezamestnanosti (u\_gap), rast HDP (y\_growth), medzera HDP (y\_gap), pomer V/U (vu), jednotkové náklady práce (ulc)}\}$

- $\{\delta_{t-1}\} = \{\text{nominálny efektívny výmenný kurz (neer), ceny ropy (oil), index dovozných cien (ipi)}\}$
- $\{\pi_{t-1}^e\} = \{\text{inflačné očakávania profesionálnych forecasterov na 1 rok dopredu (e_p1), inflačné očakávania profesionálnych forecasterov na 3 roky dopredu (e_p3), inflačné očakávania firiem (e_f), inflačné očakávania domácností (e_h)}\}$

Pre ilustráciu ukazuje rovnica (5.2) jednu konkrétnu modelovú špecifikáciu s jedným zástupcom z každej kategórie:

$$\pi_t = \beta_0 + \beta_1\pi_{t-1} + \beta_2u_{t-1} + \beta_3oil_{t-1} + \beta_4e_{t-1}^f + \varepsilon_t, \quad (5.2)$$

v ktorej  $\pi_{t-1}$  je oneskorená hodnota inflácie,  $u_{t-1}$  je miera nezamestnanosti,  $oil_{t-1}$  sú ceny ropy a  $e_{t-1}^f$  sú inflačné očakávania firiem.

Každá veličina môže byť nahradená inou z rovnakej kategórie, takže napríklad ceny ropy (oil) z rovnice (5.2) môžu byť vymenené za nominálny efektívny výmenný kurz (neer) alebo index dovozných cien (ipi). Tá istá úvaha sa týka miery nezamestnanosti (u) ako zástupcu zo skupiny ekonomická aktivita  $\{x_{t-1}\}$  a inflačných očakávaní firiem (e\_f) z množiny inflačných očakávaní  $\{\pi_{t-1}^e\}$ . Okrem toho, celá kategória môže byť z modelu vynechaná, čím počet vysvetľujúcich premenných modelu kolíše od jedna po štyri. Pre naplnenie cieľa tejto práce je dôležitým vynechaním kategória s inflačnými očakávaniami. Rovnica (5.3) ukazuje tento typ zmeny aplikovanej na ilustračný model popísaný rovnicou (5.2). Práve porovnanie predikčných schopností modelov s inflačnými očakávaniami, ako je napríklad model určený rovnicou (5.2), s rovnakými modelmi bez inflačných očakávaní, čo je v tomto prípade model popísaný rovnicou (5.3), je predmetom analýzy tejto práce.

$$\pi_t = \beta_0 + \beta_1\pi_{t-1} + \beta_2u_{t-1} + \beta_3oil_{t-1} + \varepsilon_t \quad (5.3)$$

Kombinovaním úprav popísaných vyššie, menovite nahradením veličiny inou z rovnakej kategórie a vynechaním, respektíve zaradením kategórie ako celku do modelu, vznikne celý rad modelových špecifikácií. Konkrétne, pre model použitý v tejto práci, popísaný rovnicou (5.1) s danými kategóriami a premennými v nich zahrnutými, vznikne celkom 140 modelových špecifikácií, ktorých predikčné schopnosti budú analyzované.



Nie všetky premenné zaradené do príslušných kategórií sú dostupné v mesačnej frekvencii ako uvádza tabuľka č. 1. Preto je dôležité konštrukciu modelových špecifikácií popísať aj na úrovni mesačných dát. Model popísaný rovnicou (5.1) s danými kategóriami zostáva nezmenený. Čo sa avšak mení, sú veličiny zahrnuté v jednotlivých množinách  $\{x_{t-1}\}$ ,  $\{\delta_{t-1}\}$  a  $\{\pi_{t-1}^e\}$ . Tie vyzerajú v prípade dát s mesačnou frekvenciou takto:

- $\{x_{t-1}\} = \{\text{miera nezamestnanosti (u), medzera nezamestnanosti (u\_gap)}\}$
- $\{\delta_{t-1}\} = \{\text{nominálny efektívny výmenný kurz (neer), ceny ropy (oil), index dovozných cien (ipi)}\}$
- $\{\pi_{t-1}^e\} = \{\text{inflačné očakávania profesionálnych forecasterov na 1 rok dopredu (e\_p1), inflačné očakávania profesionálnych forecasterov na 3 roky dopredu (e\_p3), inflačné očakávania domácností (e\_h)}\}$

Tvorba ekonometrických modelov je tiež rovnaká, modely vznikajú kombinovaním nahradenia inej premennej z rovnakej skupiny a zaradenia, respektíve vynechania kategórie ako celku.

## 5.2 Nastavenie tréningového a validačného obdobia

Nielen výber modelovej špecifikácie, ale aj koniec tréningového obdobia by mal mať podľa odborných článkov predstavených v prehľade literatúry vplyv na dosiahnuté výsledky presnosti predpovede po zahrnutí inflačných očakávaní do modelu. Z toho dôvodu by malo byť nastavenie tréningového obdobia premyslené a odôvodnené. K dispozícii je dátový súbor v časovom rozmedzí od 1999 Q3 do 2022 Q3. Ten bude rozdelený na tréningové obdobie dôležité pre napasovanie modelu na dáta a validačné obdobie slúžiace na tvorbu a vyhodnocovanie predpovedí. V článkoch sa zmieňujú hlavne dva roky vhodné na začiatok predpovede mimo vzorku a to roky 2008 a 2012.

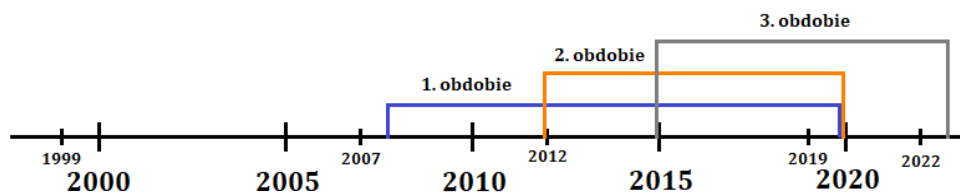
Oba roky ako začiatky zaujímavých období z pohľadu vývoja inflácie v eurozóne spomína aj Constâncio (2015) vo svojom odbornom článku. V ňom skúma príčiny správania inflácie ako aj udržateľnosť Phillipsovej krivky v týchto obdobiach. Prvé obdobie začína po Veľkej finančnej kríze roku 2008 a trvá do roku 2011. V tomto období bola skutočná inflácia

vyššia ako očakávaná. Inflácia sa držala na vyšších hodnotách napriek tomu, že prišlo k nárastu nezamestnanosti a poklesu hospodárskej aktivity. Z analýzy Constâncio (2015) sa ukazujú hlavne externé vplyvy ako ten faktor, ktorý ovplyvňoval infláciu v tomto období. Kulikov a Reigl (2019) tiež spomínajú toto obdobie po roku 2008 z dôvodu jeho špecifickosti. Basselier a kol. (2018) začínajú predpoveď mimo vzorku v čase 2007 Q4. Z týchto dôvodov bude aj v tejto práci jedno tréningové obdobie nastavené od 1999 Q3 do 2007 Q3. Pre porovnateľnosť s odbornými článkami, a aby nebola analýza zasiahnutá obdobím vysokej inflácie na konci dátového vzorku bude validačné obdobie končiť 2019 Q4.

V druhom období je situácia opačného charakteru. Po roku 2012 je skutočná inflácia nižšia ako očakávaná, preto sa toto obdobie nazýva ako obdobie nízkej inflácie. Inflácia je v tomto prípade ovplyvňovaná najmä domácimi vplyvmi, ako uvádza Constâncio (2015). Toto obdobie sa tiež vyskytuje v článkoch z prehľadu literatúry ako začiatok predpovede mimo vzorku. Skúmajú ho Basselier a kol. (2018) a Kulikov a Reigl (2019). Álvarez a Correa-López (2020) majú ako posledný čas tréningového obdobia nastavený na 2011 Q4. Preto bude druhé tréningové obdobie tejto práce nastavené od 1999 Q3 do 2011 Q4. Validačné obdobie bude obmedzené rovnako ako v prvom skúmanom období, a tým pádom bude v rozmedzí od 2012 Q1 do 2019 Q4.

Tretím zaujímavých obdobím z pohľadu inflácie je stále pretrvávajúce obdobie po roku 2020. Ako sa predpovede inflácie spolu s inflačnými očakávaniami správajú v tomto období nebolo preskúmané v odborných článkoch z prehľadu literatúry, pretože takmer všetky boli publikované ešte pred jeho začiatkom. Avšak aj toto obdobie je svojou povahou výnimočné a stojí za analýzu. Aby sme pracovali s dostatočným počtom pozorovaní a preskúmali aj prechod z obdobia relatívne nízkej inflácie do vysokých hodnôt, začne predpoveď mimo vzorku v čase 2015 Q1. Všetky skúmané validačné obdobia v tejto práci sú znázornené na obrázku č. 5.

**Obrázok 5: Skúmané validačné obdobia**



*Zdroj: vlastné spracovanie*

## 6 Výsledky

Po predstavení tvorby celej sady ekonometrických modelov v predchádzajúcej kapitole prístupom thick modelovania je na mieste prezentovať dosiahnuté výsledky. Predikcie inflácie pre každú sadu ekonometrických modelov prebehli v troch obdobiach, tiež priblížených v predchádzajúcej kapitole. V každom období boli predikcie konštruované pomocou rozširujúceho sa okienka ako aj posuvného okienka. Presnosť predpovedí bola vyhodnocovaná pomocou štatistík RMSE a MAE. Na rozhodnutie, či nastalo po zahrnutí inflačných očakávaní do modelu štatisticky významné zlepšenie bol použitý Diebold-Marianov test s jednostrannou alternatívnou hypotézou. Analýza bola vykonaná na štvrťročných dátach. Pre dostupnosť niektorých veličín s mesačnou frekvenciou a ambíciou preskúmať obdobia aj s väčším počtom pozorovaní bez úpravy priemerovania boli predikcie odhadované aj s touto frekvenciou.

### 6.1 Vyhodnotenie predikcií a porovnanie ich presnosti

Prvé skúmané validačné obdobie je od 2007 Q4 po 2019 Q4 pre dáta so štvrťročnou frekvenciou. V tabuľke č. 2 sú vypočítané RMSE ako ukazovatele presnosti predpovede pre všetky modelové špecifikácie. Ľavý okraj informuje o zástupcovi z množiny ekonomická aktivita. Pravý okraj hovorí o tom, ktorá veličina z kategórie externé vplyvy zo zahraničia je v modeli vybraná. Pre túto prácu najdôležitejšie sa nachádza v hornom riadku, v ktorom sú druhy inflačných očakávaní. Takže napríklad hodnota 1.0044 v prvom riadku reprezentuje RMSE pre modelovú špecifikáciu s pomerom V/U, s nominálnym efektívnym výmenným kurzom a s inflačnými očakávaniami domácností. Pre ilustráciu v akých hodnotách sa rádovo pohybujú vypočítané MAE v tomto období je tu zaradená tabuľka č. 3. Ostatné tabuľky spočítaných RMSE a MAE pre štvrťročné dáta je možné nájsť v prílohe B. DM test je aplikovaný na rozdiel chýb predikcií, či už v absolútnej hodnote alebo umocnených na druhú, pre každú dvojicu zloženú z modelu v prvom stĺpci a modelu v rovnakom riadku v inom stĺpci. Čo znamená porovnanie kvality predpovede modelom bez inflačných očakávaní s rovnakým modelom po zahrnutí určitého druhu inflačných očakávaní. Takto je vyhodnotených napríklad v prípade inflačných očakávaní profesionálnych forecasterov na 1 rok dopredu 28 dvojíc modelov s rôznou kombináciou premenných. DM test je

konštruovaný s jednostrannou alternatívnou hypotézou, ktorá hovorí, že predikcia druhého modelu, v tomto prípade modelu s inflačnými očakávaniami, je presnejšia ako predikcia prvého modelu, modelu bez inflačných očakávaní. P-hodnoty DM testu menšie ako 0,1, čo je hladina významnosti, potvrdzujú zlepšenie presnosti predpovede druhého modelu. P-hodnoty väčšie ako 0,1 znamenajú, že nie je možné rozhodnúť, ktorý model vykazuje lepšie predikčné schopnosti. P-hodnoty DM testu je mož-

**Tabuľka 2: RMSE pre validačné obdobie od 2007 Q4 do 2019 Q4 – rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia**

|                 | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_f</b> | <b>e_h</b> |               |
|-----------------|---------------|-------------|-------------|------------|------------|---------------|
| <b>vu</b>       | 1.0405        | 1.0414      | 1.0595      | 0.8554     | 1.0044     | <b>neer</b>   |
| <b>vu</b>       | 0.9311        | 0.9199      | 0.9382      | 0.7279     | 0.8981     | <b>oil</b>    |
| <b>vu</b>       | 0.9735        | 1.0069      | 0.988       | 0.8028     | 0.942      | <b>ipi</b>    |
| <b>vu</b>       | 0.9574        | 0.9155      | 0.9633      | 0.7077     | 0.9062     | <b>žiadna</b> |
| <b>u</b>        | 1.0575        | 1.0507      | 1.0786      | 0.8572     | 1.0141     | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>        | 0.9377        | 0.9054      | 0.944       | 0.723      | 0.8988     | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>        | 0.9667        | 0.9926      | 0.9805      | 0.7906     | 0.932      | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>        | 0.9764        | 0.9287      | 0.9832      | 0.7237     | 0.9247     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>    | 1.0409        | 1.0329      | 1.0621      | 0.8413     | 0.9967     | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>    | 0.9393        | 0.9036      | 0.9605      | 0.7257     | 0.8976     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 0.9486        | 0.962       | 0.9658      | 0.769      | 0.9134     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 0.9595        | 0.9335      | 0.9774      | 0.7322     | 0.9162     | <b>žiadna</b> |
| <b>y_growth</b> | 0.9211        | 0.9429      | 0.9408      | 0.8089     | 0.9017     | <b>neer</b>   |
| <b>y_growth</b> | 0.8262        | 0.81        | 0.8376      | 0.6727     | 0.8179     | <b>oil</b>    |
| <b>y_growth</b> | 0.8814        | 0.9123      | 0.8977      | 0.7596     | 0.8705     | <b>ipi</b>    |
| <b>y_growth</b> | 0.8509        | 0.8305      | 0.8618      | 0.6675     | 0.8298     | <b>žiadna</b> |
| <b>y_gap</b>    | 0.9305        | 0.9447      | 0.9447      | 0.785      | 0.9112     | <b>neer</b>   |
| <b>y_gap</b>    | 0.8075        | 0.7958      | 0.8133      | 0.6482     | 0.7921     | <b>oil</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 0.8575        | 0.889       | 0.8701      | 0.7278     | 0.8435     | <b>ipi</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 0.8488        | 0.8263      | 0.8535      | 0.6439     | 0.8175     | <b>žiadna</b> |
| <b>ulc</b>      | 0.9791        | 0.9847      | 1.0018      | 0.8344     | 0.9539     | <b>neer</b>   |
| <b>ulc</b>      | 0.8609        | 0.8318      | 0.8681      | 0.6927     | 0.848      | <b>oil</b>    |
| <b>ulc</b>      | 0.9117        | 0.9341      | 0.9275      | 0.7721     | 0.8966     | <b>ipi</b>    |
| <b>ulc</b>      | 0.8896        | 0.8558      | 0.8975      | 0.6881     | 0.8615     | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b>   | 0.9862        | 0.9865      | 1.005       | 0.8097     | 0.9489     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b>   | 0.8367        | 0.811       | 0.844       | 0.6599     | 0.8112     | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 0.9044        | 0.9284      | 0.9194      | 0.7528     | 0.8804     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 0.8795        | 0.8475      | 0.8867      | 0.6558     | 0.8361     | <b>žiadna</b> |

*Zdroj: vlastné spracovanie*

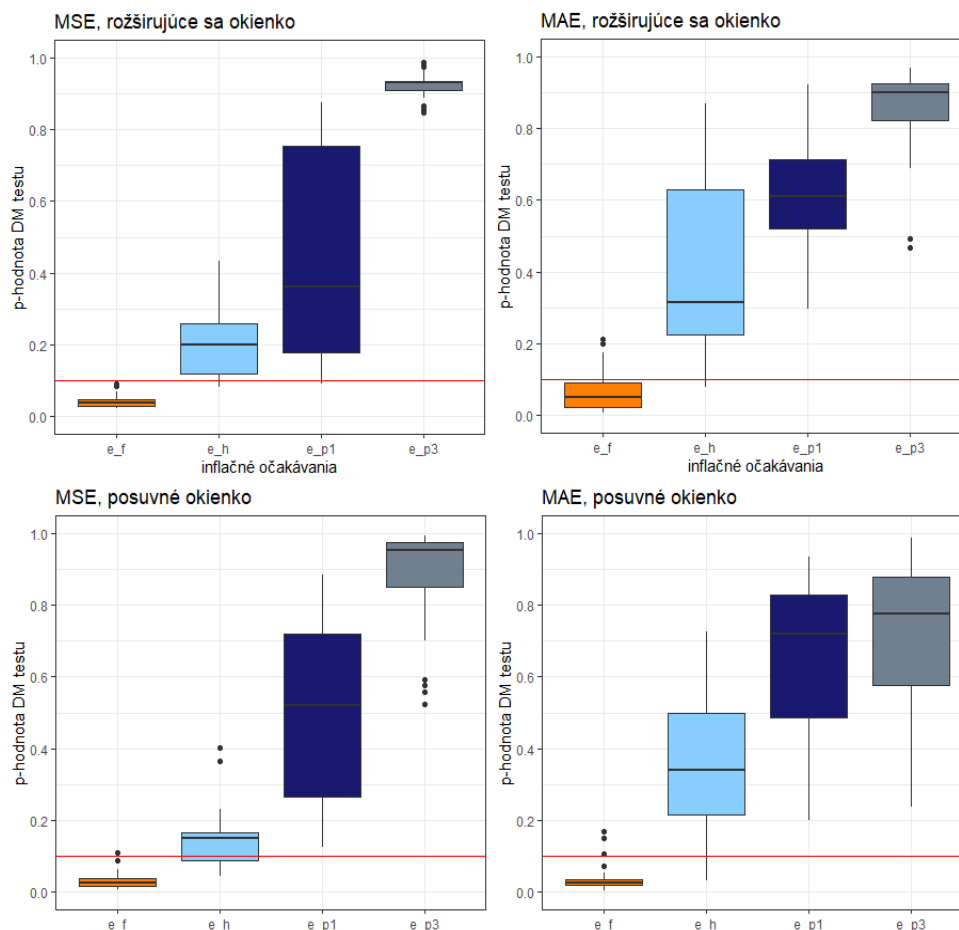
né vidieť na osi y v obrázkoch prezentujúcich výsledky (červená horizontálna čiara označuje hladinu významnosti). V prípade validačného obdobia od 2007 Q4 do 2019 Q4 sú výsledky zobrazené na obrázku č. 6. Obrázok tvoria štyri grafy, horné grafy sú výsledky s použitím rozširujúceho sa okienka, spodné s použitím posuvného okienka. V grafoch vľavo boli v DM teste použité chyby predikcie umocnené na druhú, v grafoch vpravo absolútne hodnoty chýb predikcií.

**Tabuľka 3: MAE pre validačné obdobie od 2007 Q4 do 2019 Q4 – rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia**

|                 | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_f</b> | <b>e_h</b> |               |
|-----------------|---------------|-------------|-------------|------------|------------|---------------|
| <b>vu</b>       | 0.7513        | 0.7526      | 0.7573      | 0.6579     | 0.7202     | <b>neer</b>   |
| <b>vu</b>       | 0.6316        | 0.6467      | 0.6348      | 0.5588     | 0.649      | <b>oil</b>    |
| <b>vu</b>       | 0.7191        | 0.7335      | 0.7252      | 0.614      | 0.6848     | <b>ipi</b>    |
| <b>vu</b>       | 0.6615        | 0.6751      | 0.6635      | 0.5657     | 0.637      | <b>žiadna</b> |
| <b>u</b>        | 0.7459        | 0.748       | 0.7496      | 0.6419     | 0.7185     | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>        | 0.6165        | 0.6314      | 0.6192      | 0.5427     | 0.6386     | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>        | 0.7001        | 0.7067      | 0.707       | 0.5978     | 0.6577     | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>        | 0.6604        | 0.6542      | 0.6643      | 0.5424     | 0.6296     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>    | 0.7318        | 0.7243      | 0.7383      | 0.6189     | 0.6962     | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>    | 0.6172        | 0.6213      | 0.6247      | 0.5222     | 0.6297     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 0.6747        | 0.6714      | 0.6819      | 0.5642     | 0.6253     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 0.6481        | 0.6366      | 0.654       | 0.5363     | 0.6306     | <b>žiadna</b> |
| <b>y_growth</b> | 0.6747        | 0.685       | 0.6797      | 0.598      | 0.6701     | <b>neer</b>   |
| <b>y_growth</b> | 0.5793        | 0.5725      | 0.5839      | 0.5038     | 0.5874     | <b>oil</b>    |
| <b>y_growth</b> | 0.6043        | 0.6334      | 0.6101      | 0.5547     | 0.6381     | <b>ipi</b>    |
| <b>y_growth</b> | 0.5965        | 0.581       | 0.6012      | 0.5097     | 0.5974     | <b>žiadna</b> |
| <b>y_gap</b>    | 0.677         | 0.6825      | 0.6764      | 0.5726     | 0.6608     | <b>neer</b>   |
| <b>y_gap</b>    | 0.5687        | 0.571       | 0.5714      | 0.5012     | 0.5832     | <b>oil</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 0.6048        | 0.6195      | 0.6047      | 0.5325     | 0.5935     | <b>ipi</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 0.5765        | 0.5906      | 0.5763      | 0.4914     | 0.5626     | <b>žiadna</b> |
| <b>ulc</b>      | 0.6686        | 0.6815      | 0.6757      | 0.5997     | 0.6618     | <b>neer</b>   |
| <b>ulc</b>      | 0.5602        | 0.5702      | 0.5632      | 0.5126     | 0.5908     | <b>oil</b>    |
| <b>ulc</b>      | 0.6019        | 0.6154      | 0.6074      | 0.5536     | 0.6246     | <b>ipi</b>    |
| <b>ulc</b>      | 0.567         | 0.5754      | 0.5714      | 0.5145     | 0.5799     | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b>   | 0.7045        | 0.7114      | 0.7116      | 0.5927     | 0.6877     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b>   | 0.5644        | 0.5657      | 0.5677      | 0.4944     | 0.5767     | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 0.6384        | 0.6484      | 0.6434      | 0.5498     | 0.6172     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 0.5978        | 0.6018      | 0.6016      | 0.5052     | 0.5773     | <b>žiadna</b> |

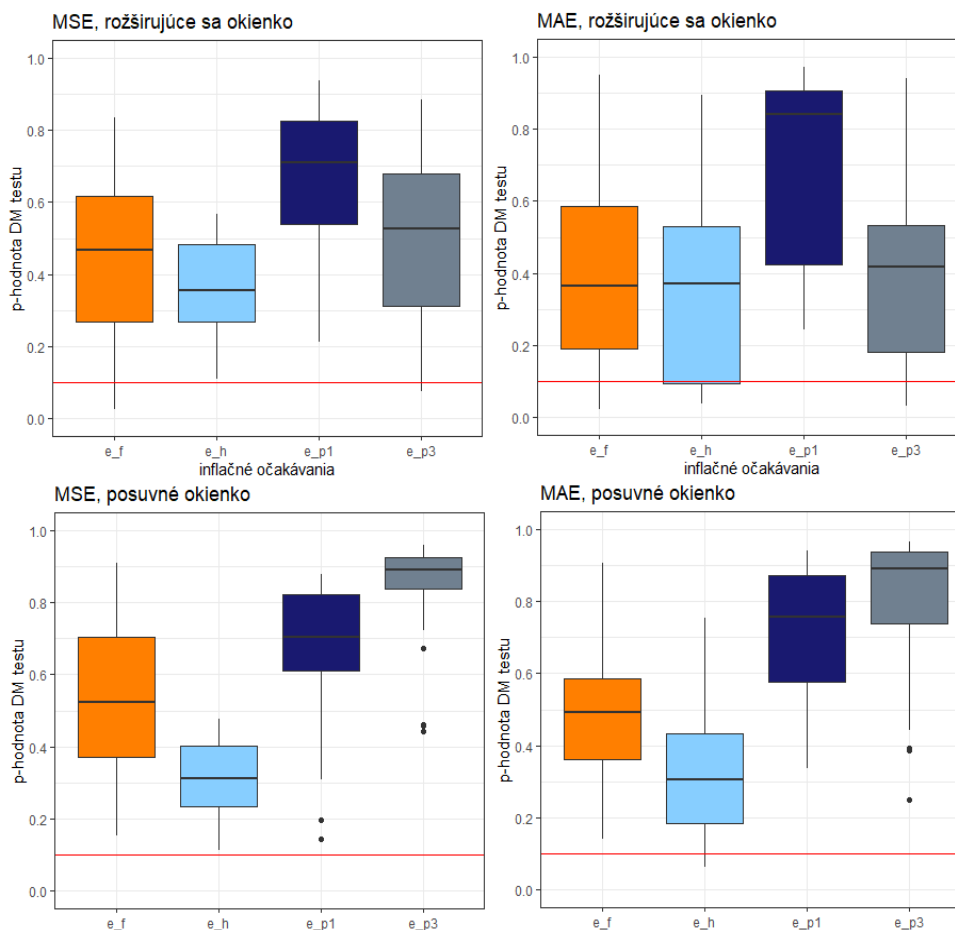
*Zdroj: vlastné spracovanie*

Obrázok 6: Validačné obdobie od 2007 Q4 do 2019 Q4 – štvrťročné dáta



Zdroj: vlastné spracovanie v software R

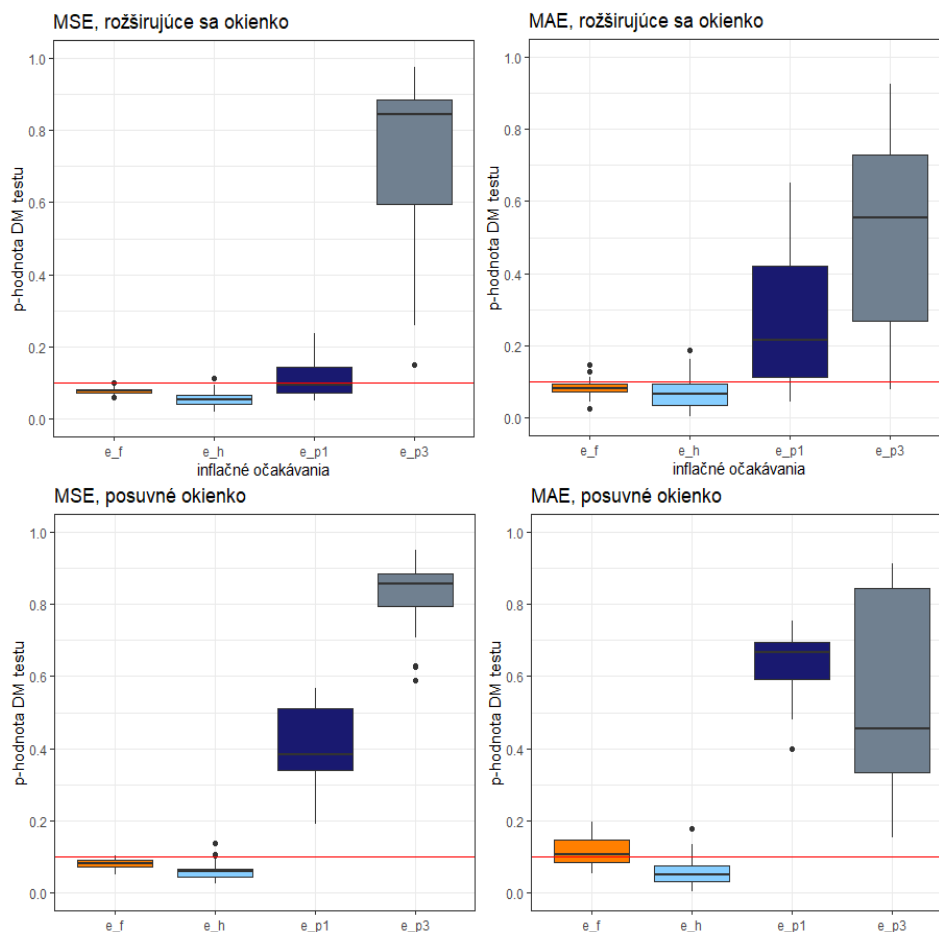
Pre inflačné očakávania firiem sú p-hodnoty nižšie ako 0,1, čo znamená, že zavedenie tohto typu inflačných očakávaní do modelu viedlo k štatisticky významnému zlepšeniu predpovede. Výnimku tvoria niektoré modelové špecifikácie s využitím absolútnych chýb predikcií. Po zavedení inflačných očakávaní domácností do modelu pri využití chýb predikcie umocnených na druhú nastalo zlepšenie, ale toto zlepšenie nie je štatisticky významné. V prípade absolútnych chýb predikcie pri inflačných očakávaniach domácností neexistuje jednoznačný vzťah zlepšenia, respektíve nezlepšenia predikcie. To isté platí pri všetkých typoch predikcií po zavedení inflačných očakávaní profesionálnych forecasterov na jeden rok dopredu do modelov. Po zavedení inflačných očakávaní profesionálnych forecasterov na tri roky dopredu tak isto nie je možné rozhodnúť, ktoré modelové špecifikácie vykazujú presnejšie predpovede.

**Obrázok 7: Validačné obdobie od 2012 Q1 do 2019 Q4 – štvrťročné dáta**

Zdroj: vlastné spracovanie v software R

Modely predikcie inflácie vo validačnom období od 2012 Q1 do 2019 Q4 vykazujú kvalitnejšie predpovede v podobe nižších hodnôt štatistík RMSE a MAE, pozri tabuľky č. 6 a č. 7 v prílohe B. Táto skutočnosť vyplýva z toho, že inflácia je v tomto období pomerne nízka bez žiadnych väčších šokov. Tým ako sú tieto modely pomerne úspešné z hľadiska kvality predpovede, zavedenie inflačných očakávaní hociktorého typu nevedie k jednoznačným výsledkom ako ukazuje obrázok č. 7. Vo všeobecnosti nie je možné hovoriť o zlepšení alebo zhoršení predikcie, výsledky závisia od konkrétného použitého modelu. Napriek tomu je z obrázku očividné, že zahrnutie ani jedného typu inflačných očakávaní nevedlo v tomto období k štatisticky významnému zlepšeniu predpovede inflácie.

Obrázok 8: Validačné obdobie od 2015 Q1 do 2022 Q3 – štvrťročné dáta



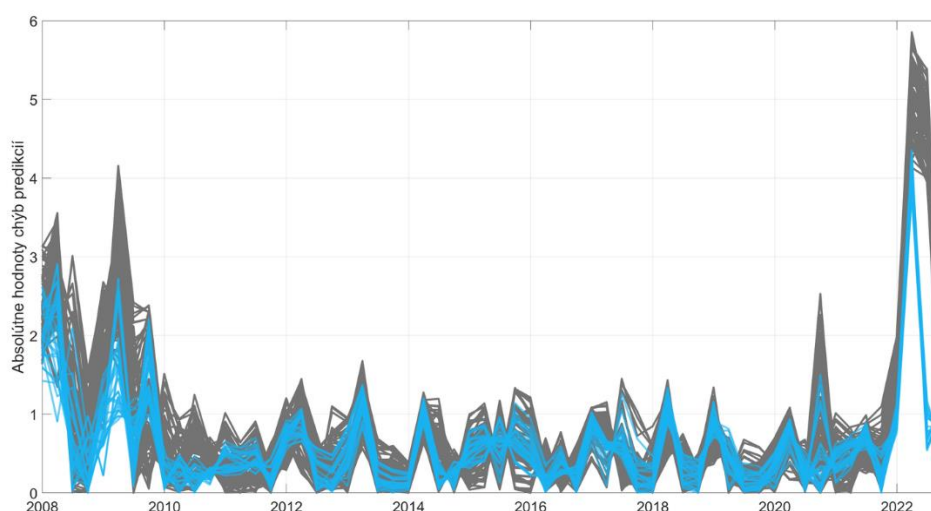
Zdroj: vlastné spracovanie v software R

Pre predpovede mimo vzorku v období od 2015 Q1 do 2022 Q3 sa výsledky podobajú prvému skúmanému obdobiu. Inflačné očakávania firiem zlepšujú presnosť predikcií modelov, na hladine významnosti 10 percent je možné hovoriť o štatisticky významnom zlepšení. Výnimku tvoria niektoré modelové špecifikácie s využitím posuvného okienka a absolútnych chýb predikcií. Na rozdiel od validačného obdobia od 2007 Q4 do 2019 Q4, štatisticky významné zlepšenie predpovede prináša v tomto období aj zahrnutie inflačných očakávaní domácností a to u všetkých skúmaných typov tvorby a vyhodnotenia predikcií. Všetky boxploty inflačných očakávaní domácností ležia na obrázku č. 8 pod červenou čiarou znázorňujúcou hladinu významnosti. Na druhú stranu inflačné očakávania profesionálnych forecasterov na jeden a aj tri roky dopredu nepomohli k štatisticky významnému zlepšeniu presnosti predpovede.



Z analýzy na štvrtročných dátach sa javia inflačné očakávania firiem ako tie, ktoré vo validačných obdobiach 2007Q4 – 2019 Q4 a 2015 Q1 – 2022 Q3 pomáhajú zlepšiť presnosť predpovede inflácie. Obe obdobia v sebe zahŕňajú výrazné zmeny inflácie, a preto je na mieste otázka, či práve v týchto časoch neprišlo k významnému zlepšeniu predikcie. Vykreslenie absolútnych hodnôt chýb predikcií na obrázku č. 9, kde sú modrou farbou vyznačené absolútne hodnoty chýb predikcií z modelových špecifikácií s inflačnými očakávaniami firiem, ukazuje, že by tomu tak skutočne mohlo byť. V obdobiach na prelome rokov 2007/2008 a okolo roku 2009, ktoré sú poznačené Veľkou finančnou krízou, je vidieť menšie chyby predikcií týchto modelových špecifikácií. To isté platí pre obdobie od konca roku 2021, kedy inflácia začala prudko rásť v dôsledku pandémie Covid-19 a vysokých cien energií. V tomto období sú opäť chyby predikcií modelových špecifikácií s inflačnými očakávaniami firiem významne menšie.

**Obrázok 9: Absolútne hodnoty chýb predikcií modelových špecifikácií**



*Zdroj: vlastné spracovanie*

## 6.2 Analýza na mesačných dátach

Konštrukcia ekonometrických modelov, tvorba predikcií, vyhodnocovanie predikcií a skúmané obdobia zostávajú pri analýze dát s mesačnou frekvenciou bez zmeny. Pre užšiu množinu veličín ekonomickej aktivity a absenciu inflačných očakávaní firiem s touto frekvenciou je vyhodnocované menšie množstvo modelových špecifikácií. V tabuľke č. 4 sú

spočítané RMSE pre jednotlivé modelové špecifikácie. Okraje tabuľky a horný riadok nesú rovnaké informácie ako v prípade štvrťročných dát. Následne tabuľka č. 5 uvádza aj vypočítané MAE, ako druhú štatistiku na vyhodnotenie kvality predpovede inflácie jednotlivými modelmi.

**Tabuľka 4: RMSE pre validačné obdobie od 2007 okt do 2019 dec – rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia**

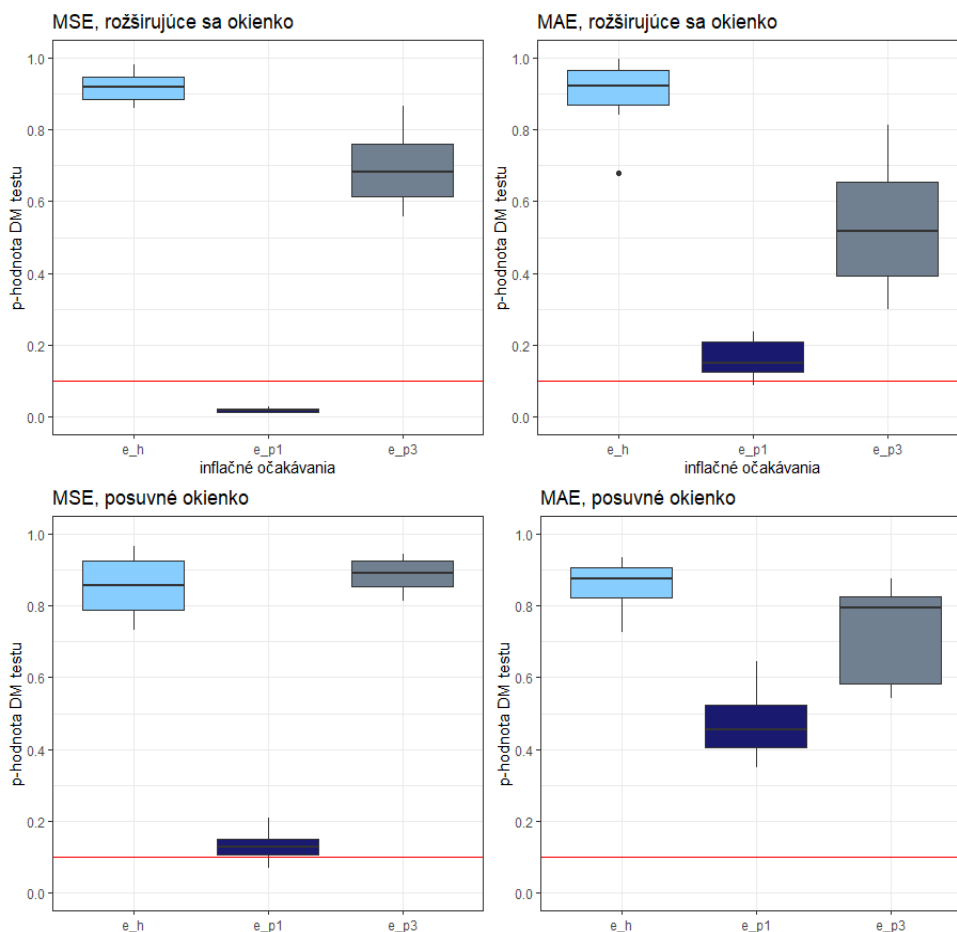
|               | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_h</b> |               |
|---------------|---------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| <b>u</b>      | 0.5043        | 0.4892      | 0.5046      | 0.506      | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>      | 0.4686        | 0.4544      | 0.4694      | 0.4707     | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>      | 0.4837        | 0.4707      | 0.4841      | 0.4853     | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>      | 0.4826        | 0.4677      | 0.4827      | 0.4842     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>  | 0.4974        | 0.4835      | 0.4979      | 0.4987     | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>  | 0.4645        | 0.4507      | 0.4651      | 0.4659     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.4786        | 0.466       | 0.479       | 0.4797     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.4767        | 0.4629      | 0.4772      | 0.478      | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b> | 0.4946        | 0.4804      | 0.495       | 0.4957     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b> | 0.4582        | 0.4443      | 0.4588      | 0.4594     | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.4755        | 0.4631      | 0.4758      | 0.4766     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.4707        | 0.4561      | 0.4709      | 0.4718     | <b>žiadna</b> |

*Zdroj: vlastné spracovanie*

**Tabuľka 5: MAE pre validačné obdobie od 2007 okt do 2019 dec – rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia**

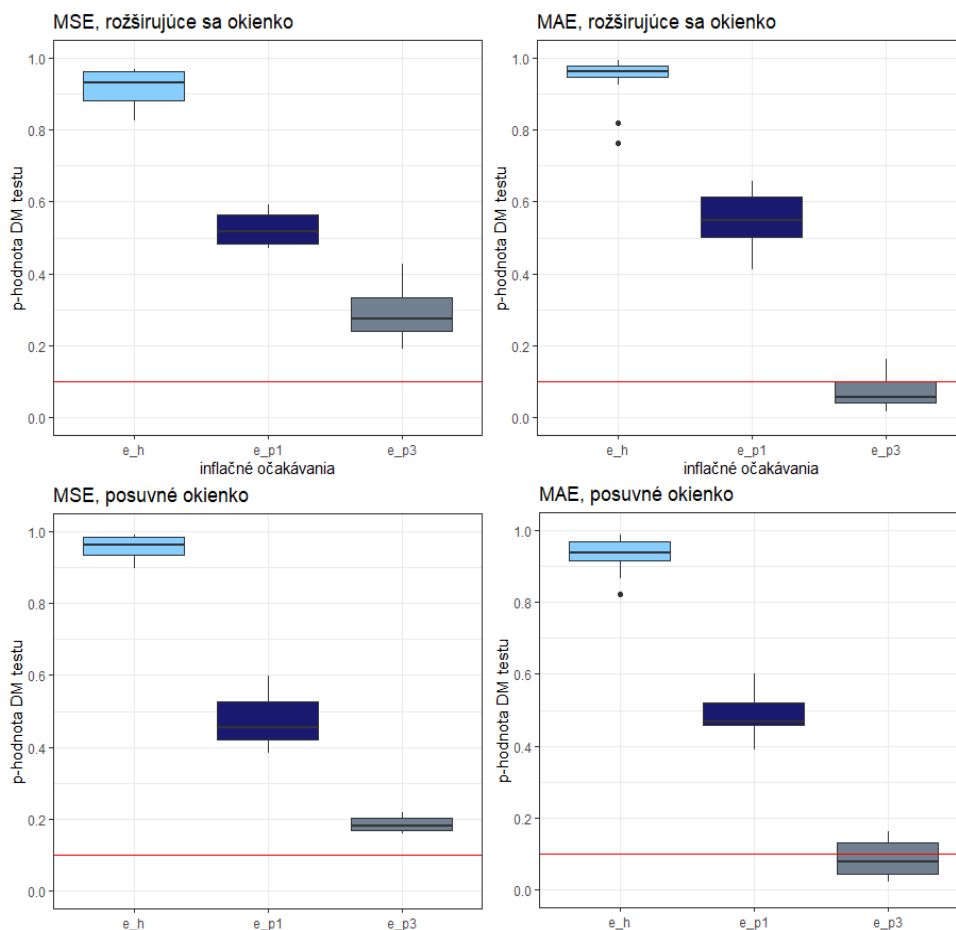
|               | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_h</b> |               |
|---------------|---------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| <b>u</b>      | 0.3371        | 0.3298      | 0.3369      | 0.3393     | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>      | 0.3299        | 0.3224      | 0.3303      | 0.332      | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>      | 0.3276        | 0.3219      | 0.3275      | 0.329      | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>      | 0.3292        | 0.3196      | 0.3288      | 0.3303     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>  | 0.3318        | 0.3263      | 0.3323      | 0.3341     | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>  | 0.3242        | 0.3161      | 0.3243      | 0.3256     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.3209        | 0.3167      | 0.3205      | 0.3217     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.3251        | 0.3182      | 0.3251      | 0.3263     | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b> | 0.3324        | 0.3271      | 0.3326      | 0.3336     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b> | 0.3182        | 0.3101      | 0.3186      | 0.3196     | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.3189        | 0.3147      | 0.3184      | 0.3193     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.3188        | 0.3141      | 0.3188      | 0.3198     | <b>žiadna</b> |

*Zdroj: vlastné spracovanie*

**Obrázok 10: Validačné obdobie od 2007 okt do 2019 dec – mesačné dáta**

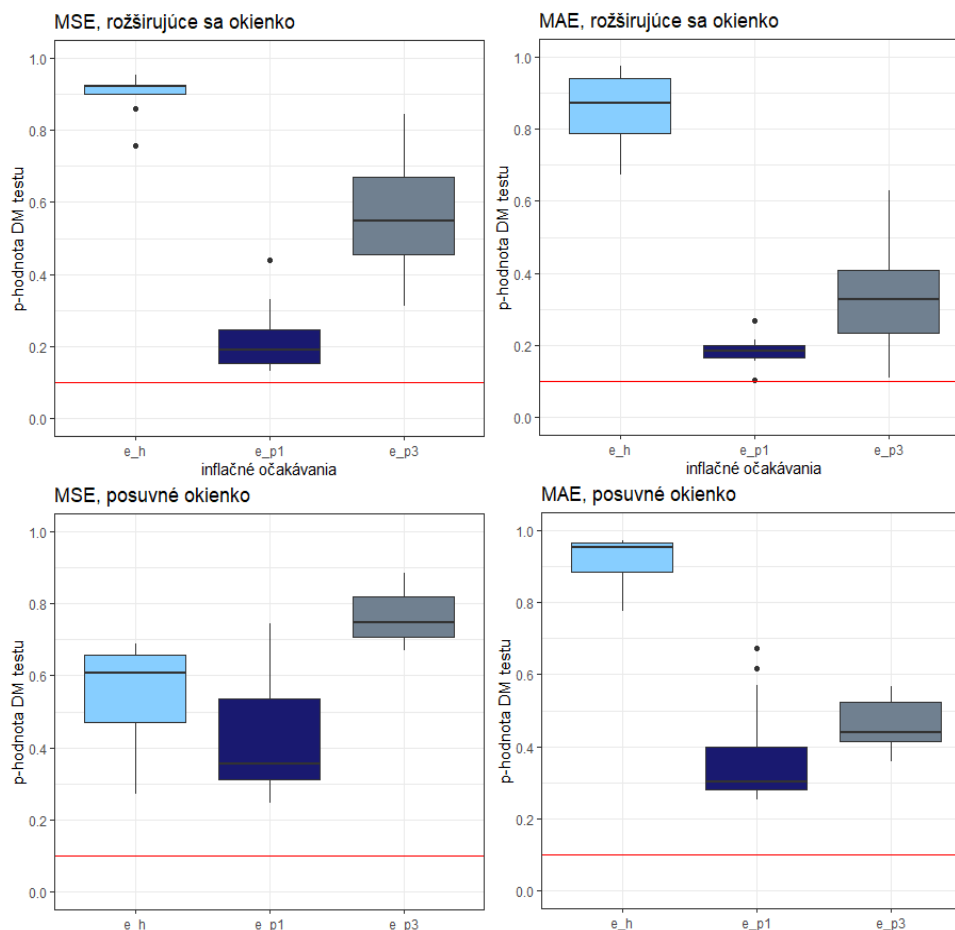
*Zdroj: vlastné spracovanie v software R*

V prípade inflačných očakávaní profesionálnych forecasterov na 3 roky dopredu pre validačné obdobie od 2007 okt do 2019 dec je možné aj po analýze mesačných dát tvrdiť, že tieto inflačné očakávania nevedú k jednoznačným výsledkom. Rovnaké tvrdenie platí pre inflačné očakávania domácností, pri ktorých sú dokonca p-hodnoty DM testu o dosť vyššie ako pri štvrťročnej frekvencii. Na druhú stranu, zahrnutie inflačných očakávaní profesionálov na jeden rok dopredu do modelov viedlo pri tvorbe predikcií pomocou rozširujúceho sa okienka a DM teste s použitím chýb predikcií umocnených na druhú k štatisticky významnému zlepšeniu predpovede inflácie. Celkovo nie je možné hovoriť ani o jednom type inflačných očakávaní v tomto období ako o tom, ktoré pomáha štatisticky významne zlepšiť kvalitu predpovede, pozri výsledky znázornené na obrázku č. 10.

**Obrázok 11: Validačné obdobie od 2012 jan do 2019 dec – mesačné dáta**

*Zdroj: vlastné spracovanie v software R*

Vo validačnom období od 2012 jan do 2019 dec, ktorého výsledky prezentuje obrázok č. 11, nastalo tak ako pri dátach so štvrťročnou frekvenciou zlepšenie predpovedí v podobe nižších štatistík RMSE a MAE. Inflačné očakávania domácností rovnako ako v predchádzajúcom skúmanom období nezlepšovali presnosť predikcií. Schopnosť predpovedať infláciu zostala zhruba rovnaká po zahrnutí inflačných očakávaní profesionálnych forecasterov na jeden rok dopredu. Tento typ očakávaní na tri roky dopredu zabezpečil zlepšenie predpovedí. Pri DM teste s použitím absolútnych chýb predikcií je zlepšenie štatisticky významné. Avšak treba dodať, že reálne je pokles chýb predikcií veľmi malý, rádovo v tisícinách percenta. Štatisticky významné sa toto zlepšenie stáva z dôvodu veľkého počtu pozorovaní a relatívne malých chýb predikcií.

**Obrázok 12: Validačné obdobie od 2015 jan do 2022 sep – mesačné dáta**

*Zdroj: vlastné spracovanie v software R*

V poslednom skúmanom validačnom období od 2015 jan do 2022 sep sa výsledky opäť mierne podobajú prvému skúmanému obdobiu. Výsledky tohto obdobia sú obsahom obrázku č. 12. Zahrnutie inflačných očakávaní domácností znovu nevedie k zlepšeniu presnosti predpovede inflácie. To je v rozpore s dátami so štvrťročnou frekvenciou, kde inflačné očakávania domácností v tomto validačnom období zapríčinili štatisticky významné zlepšenie. Inflačné očakávania profesionálnych forecasterov, či už na jeden alebo tri roky dopredu, nepriniesli do modelov dodatočnú informáciu, ktorá by znamenala jednoznačné zlepšenie kvality predpovede. Toto sa udialo aj pri skúmaní dát so štvrťročnou frekvenciou.

### 6.3 Zhrnutie výsledkov

Zhrnutím výsledkov všetkých skúmaných období na dátach so štvrťročnou a mesačnou frekvenciou je možné dospieť k nasledujúcim záverom. Zahrnutie inflačných očakávaní firiem, ktoré sú analyzované iba ako štvrťročné dáta, viedlo k štatisticky významnému zlepšeniu predpovede inflácie vo validačných obdobiach 2007Q4 – 2019 Q4 a 2015 Q1 – 2022 Q3. Po detailnejšej analýze chýb predikcií sa ukázalo, že tieto inflačné očakávania dokázali priniesť užitočnú informáciu do modelov práve v obdobiach výrazných zmien inflácie. Čo sa týka inflačných očakávaní domácností, tak tie vo všeobecnosti neviedli k zlepšeniu kvality predikcií modelov. Výnimku tvorí validačné obdobie od 2015 Q1 do 2022 Q3 pri analýze štvrťročných dát, kde je zlepšenie presnosti predikcie vo všetkých prípadoch štatisticky významné. Okrem skúmaného obdobia 2007 Q4 - 2019 Q4 na mesačných dátach v prípade rozširujúceho sa okienka a chýb predikcií umocnených na druhú neviedlo zavedenie inflačných očakávaní profesionálnych forecasterov na jeden rok dopredu ku kvalitnejším predpovediam. Tento typ inflačných očakávaní na tri roky dopredu nepomohol zlepšiť predikciu v žiadnom skúmanom období, či už v prípade štvrťročných alebo mesačných dát.

Zasadenie do kontextu odbornej literatúry predstavenej v kapitole prehľad literatúry nie je úplne jednoznačné, čo vyplýva hlavne zo špecifik skúmaných inflačných očakávaní. Pre kvalitatívne inflačné očakávania domácností zbierané Európskou Komisiou sa výsledky zhodujú s článkami Banbura a kol. (2021) a Stockhammar a Österholm (2018). Okrem validačného obdobia 2015 Q1 - 2022 Q3 pri analýze štvrťročných dát nie sú užitočné pri predikcii inflácie. Inflačné očakávania profesionálnych forecasterov nepomohli zlepšiť presnosť predpovede inflácie, čo je v rozpore s väčšinou odbornej literatúry. Jediní Álvarez a Correa-López (2020), ktorí tiež použili model Phillipsovej krivky a prístup thick modelovania tvrdili, že inflačné očakávania ekonomických expertov nie sú dôležité. Výsledok v tejto práci môže byť ovplyvnený aj samotnými expertmi s inflačnými očakávaniami, ktorí sú v dátovom súbore pre Česko odborníci na peňažný a kapitálový trh a nie úzko profilovaní profesionálni forecasteri. S článkami od Basselier a kol. (2018) a Álvarez a Correa-López (2020) sa výsledky tejto práce zhodujú pre inflačné očakávania firiem. Ich zahrnutie do modelových špecifikácií vedie k štatisticky významnému zlepšeniu predpovede inflácie a to hlavne v obdobiach prudkých zmien cenovej hladiny.

## 7 Záver

Cieľom tejto práce bolo rozhodnúť, či inflačné očakávania rôznych ekonomických subjektov ako sú domácnosti, firmy a profesionálni forecasteri dokážu zvýšiť predikčnú výkonnosť modelov určených na predpoveď inflácie v Českej republike. Porovnávané boli predpovede inflácie modelmi bez inflačných očakávaní s rovnakými modelmi po zahrnutí informácií o inflačných očakávaniach.

Práca začína prehľadom odbornej literatúry, ktorá sa zaoberá inflačnými očakávaniami v modeloch určených na predpoveď inflácie. Prehľad literatúry naznačil, že vplyv na dosiahnuté výsledky presnosti predpovede po zahrnutí inflačných očakávaní do modelu má výber modelu a nastavenie začiatku predpovede mimo vzorku.

Prvý spomínaný vplyv zohľadňuje prístup thick modelovania. Ten neskúma iba jeden konkrétny model, ale analyzuje celú sadu alternatívnych modelov. Základným modelom, z ktorého sú odvodené alternatívne je model Phillipsovej krivky. Premenné využívané v modeloch sú rozdelené do troch kategórií: ekonomická aktivita v ČR, externé vplyvy zo zahraničia a inflačné očakávania. Celý rad ekonometrických modelov vzniká kombináciou premenných a rozširovaním samotného modelu.

Celkovo boli v práci skúmané tri validačné obdobia. Prvé obdobie od 2007 Q4 do 2019 Q4, v ktorom je skutočná inflácia vyššia ako očakávaná. Druhé obdobie od 2012 Q1 do 2019 Q4 s opačným charakterom správania inflácie, kedy je očakávaná inflácia vyššia ako tá skutočná. Tretie skúmané obdobie malo za úlohu preskúmať prechod z obdobia nízkej inflácie do obdobia súčasnej vysokej inflácie. Validačným obdobím od 2015 Q1 do 2022 Q3 je táto práca prínosná, pretože v súvislosti s inflačnými očakávaniami nebolo toto obdobie veľmi preskúmané.

Aby boli výsledky práce dostatočne robustné, bola analýza vykonaná nielen na štvrťročných dátach, ale aj na mesačných dátach. Zároveň v každom skúmanom období boli rekurzívne predikcie tvorené pomocou rozširujúceho sa ako aj posuvného okienka. Na vyhodnotenie kvality predikcií boli použité chyby predikcií umocnené na druhú a absolútne hodnoty chýb predikcií.

Zahrnutie inflačných očakávaní firiem do modelov určených na predpoveď inflácie viedlo k štatisticky významnému zlepšeniu predpovede inflácie vo validačných obdobiach 2007Q4 – 2019 Q4 a 2015 Q1 – 2022 Q3. Obe obdobia sú charakteristické tým, že v sebe zahŕňajú výrazné zmeny inflácie. Analýza chýb predikcií ukázala užitočnosť inflačných očakávaní firiem práve pri prudkých zmenách inflácie. Výsledky sa v prípade tohto typu inflačných očakávaní najviac zhodujú s článkami Basselier a kol. (2018) a Álvarez a Correa-López (2020), ktorí tiež považovali inflačné očakávania firiem za užitočné pri predpovedi inflácie.

Inflačné očakávania domácností vo všeobecnosti neposkytovali užitočné informácie pri predikcii inflácie. Výnimku tvorí validačné obdobie 2015 Q1 – 2022 Q3 v prípade štvrťročných dát, v ktorom zahrnutie inflačných očakávaní domácností znamenalo zvýšenie presnosti predpovedí. V ostatných skúmaných obdobiach sa výsledky zhodujú s odbornými článkami Banbura a kol. (2021) a Stockhammar a Österholm (2018).

V rozpore s väčšinou súčasnej literatúry sú výsledky pre inflačné očakávania profesionálnych forecasterov. Ich zavedenie, či už na jeden alebo tri roku dopredu, neprinieslo do modelov dodatočnú informáciu, ktorá by zapríčinila zlepšenie predikcií. Jediní Álvarez a Correa-López (2020) dospeli k rovnakému záveru. Výsledok môže byť ovplyvnený aj samotnými expertmi s inflačnými očakávaniami, ktorí sú skôr odborníci na peňažný a kapitálový trh ako typickí profesionálni forecasteri.



## Použité zdroje

ÁLVAREZ, Luis J., Mónica CORREA-LÓPEZ, 2020. *Inflation expectations in euro area Phillips curves* [online]. *Economics Letters* [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2020.109449>

BANBURA, Marta, Danilo LEIVA-LEON, Jan-Oliver MENZ, 2021. *Do Inflation Expectations Improve Model-Based Inflation Forecasts?* [online]. *ECB Working Paper No. 2021/2604* [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3940806>

BARNICHON, Regis, Adam Hale SHAPIRO, 2022. *What's the Best Measure of Economic Slack?* [online]. *FRBSF Economic Letter* [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://www.frbsf.org/wp-content/uploads/sites/4/el2022-04.pdf>

BASSELIER, Raïsa, David de Antonio LIEDO, Jana JONCKHEERE, Geert LANGENUS, 2018. *Can inflation expectations in business or consumer surveys improve inflation forecasts?* [online]. *NBB Working Paper No. 348* [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://econpapers.repec.org/paper/nbbreswpp/201810-348.htm>

CONSTANCIO, Vitor, 2015. *Understanding inflation dynamics and monetary policy* [online]. [cit. 2023-03-10] Dostupné z: [https://www.kansas-cityfed.org/Jackson%20Hole/documents/7077/ConstancioPanelist\\_JH2015.pdf](https://www.kansas-cityfed.org/Jackson%20Hole/documents/7077/ConstancioPanelist_JH2015.pdf)

ČNB, 2022. *Databáze časových řad ARAD*. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY\\_PKG.STROM\\_DRILL?p\\_strid=ACA&p\\_lang=CS](https://www.cnb.cz/cnb/STAT.ARADY_PKG.STROM_DRILL?p_strid=ACA&p_lang=CS)

ČSÚ, 2023. *Veřejná databáze*. Zaměstnanost, nezaměstnanost. Dostupné z: [Statistiky VDB \(czso.cz\)](https://statistiky.vdb.czso.cz)

ENDERS, Walter, 2015. *Applied econometric time series*. 4th ed. Hoboken: Wiley. ISBN 978-1-118-80856-6

## POUŽITÉ ZDROJE

---

EUROSTAT, 2023. *Eurostat database*. Dostupné z: <https://ec.europa.eu/eurostat/data/database>

EUROPEAN COMMISSION, 2022. *Business and consumer survey database*. Dostupné z: [https://economy-finance.ec.europa.eu/economic-forecast-and-surveys/business-and-consumer-surveys/download-business-and-consumer-survey-data/time-series\\_en](https://economy-finance.ec.europa.eu/economic-forecast-and-surveys/business-and-consumer-surveys/download-business-and-consumer-survey-data/time-series_en)

GRANGER, Clive WJ, Yongil JEON, 2004. *Thick modeling* [online]. *Economic Modelling* [cit. 2023-03-10]. marec 2004, s. 323-343. Dostupné z: [https://doi.org/10.1016/S0264-9993\(03\)00017-8](https://doi.org/10.1016/S0264-9993(03)00017-8)

HILL, R. Carter, William E. GRIFFITHS, Guay C. LIM, 2012. *Principles of econometrics*. 4th ed. Hoboken: John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-87372-4

JAHAN, Sarwat, Ahmed Saber MAHMUD, 2013. *What is the output gap* [online]. *Finance & Development* [cit. 2023-03-10]. september 2013, s. 38-39. Dostupné z: [https://pavelsolis.github.io/files/teaching/macro/Reading-Output Gap 2.pdf](https://pavelsolis.github.io/files/teaching/macro/Reading-Output%20Gap%202.pdf)

KLEIBER, Christian, Achim ZEILEIS, 2008. *Applied Econometrics with R*. Springer Science & Business Media. ISBN 978-0-387-77316-2

KOOP, Gary, 2008. *Introduction to econometrics*. Chichester: John Wiley & Sons. ISBN 978-0-470-03270-1

KULIKOV, Dmitry, Nicolas REIGL, 2019. *Inflation Expectations in Phillips Curve Models for the Euro Area* [online]. *Eesti Pank* [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.23656/25045520/082019/0171>

KVASNIČKA, Michal, Štěpán MIKULA, 2021. *Analýza a vizualizace dat v jazyce R*. Brno: Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta.

LÜTKEPOHL, Helmut, Markus KRÄTZIG, 2004. *Applied time series econometrics*. Cambridge university press. Dostupné z: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511606885>

MANKIW, N. Gregory, 1999. *Zásady ekonomie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-7169-891-3

NĚMEC, Daniel, 2019. *Základy ekonometrie*. Brno: Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta.

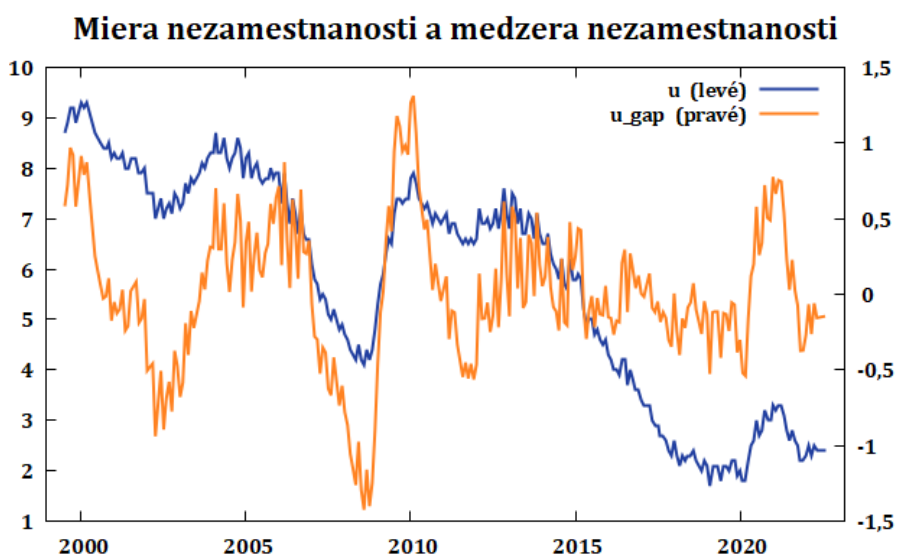
SCHEUFELE, Rolf, 2011. *Are qualitative inflation expectations useful to predict inflation?* [online]. *OECD Journal: Journal of Business Cycle Measurement and Analysis* [cit. 2023-03-10]. vol. 2011/1, s. 29-53. Dostupné z: <https://doi.org/10.1787/jbcma-2011-5kgg5k52xb5c>

STOCK, James H., Mark W. WATSON, 2008. *Phillips curve inflation forecasts* [online]. *NBER Working Paper Series* [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://www.nber.org/papers/w14322>

STOCKHAMMAR, Pär, Pär ÖSTERHOLM, 2018. *Do inflation expectations granger cause inflation?* [online]. *Economia Politica* [cit. 2023-03-10]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s40888-018-0111-9>

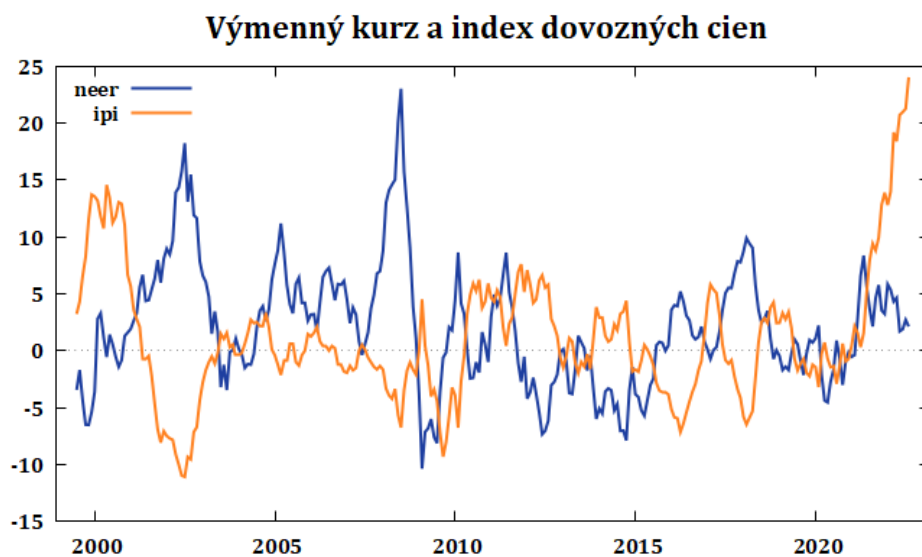
## Příloha A Vykreslené časové rady

Obrázok 13: Premenné ekonomickej aktivity v ČR – mesačné dáta



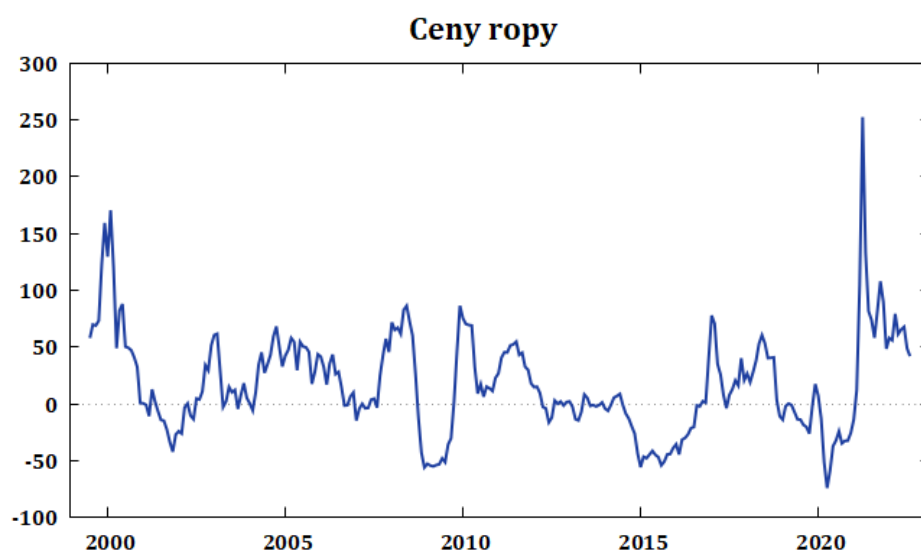
Zdroj: vlastné spracovanie

Obrázok 14: Premenné externých vplyvov zo zahraničia – mesačné dáta 1.časť



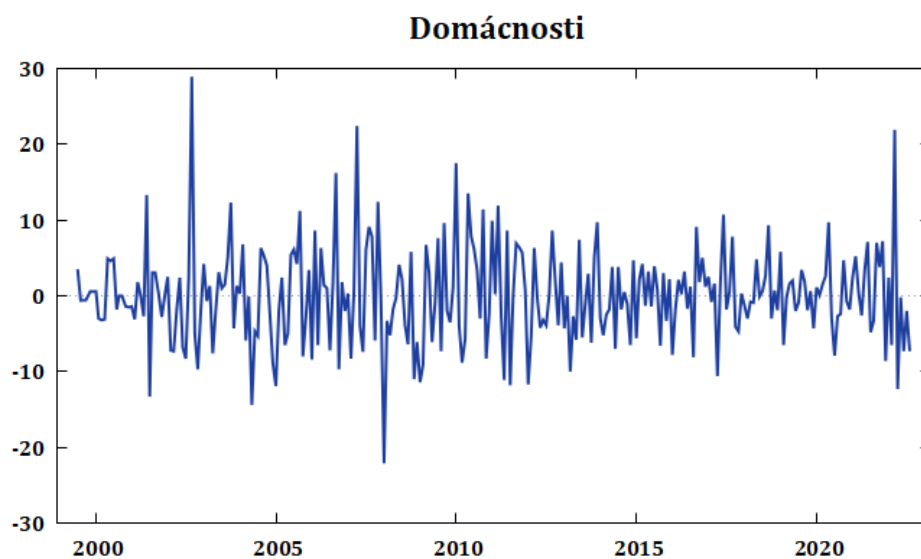
Zdroj: vlastné spracovanie

Obrázok 15: Premenné externých vplyvov zo zahraničia – mesačné dáta 2.časť



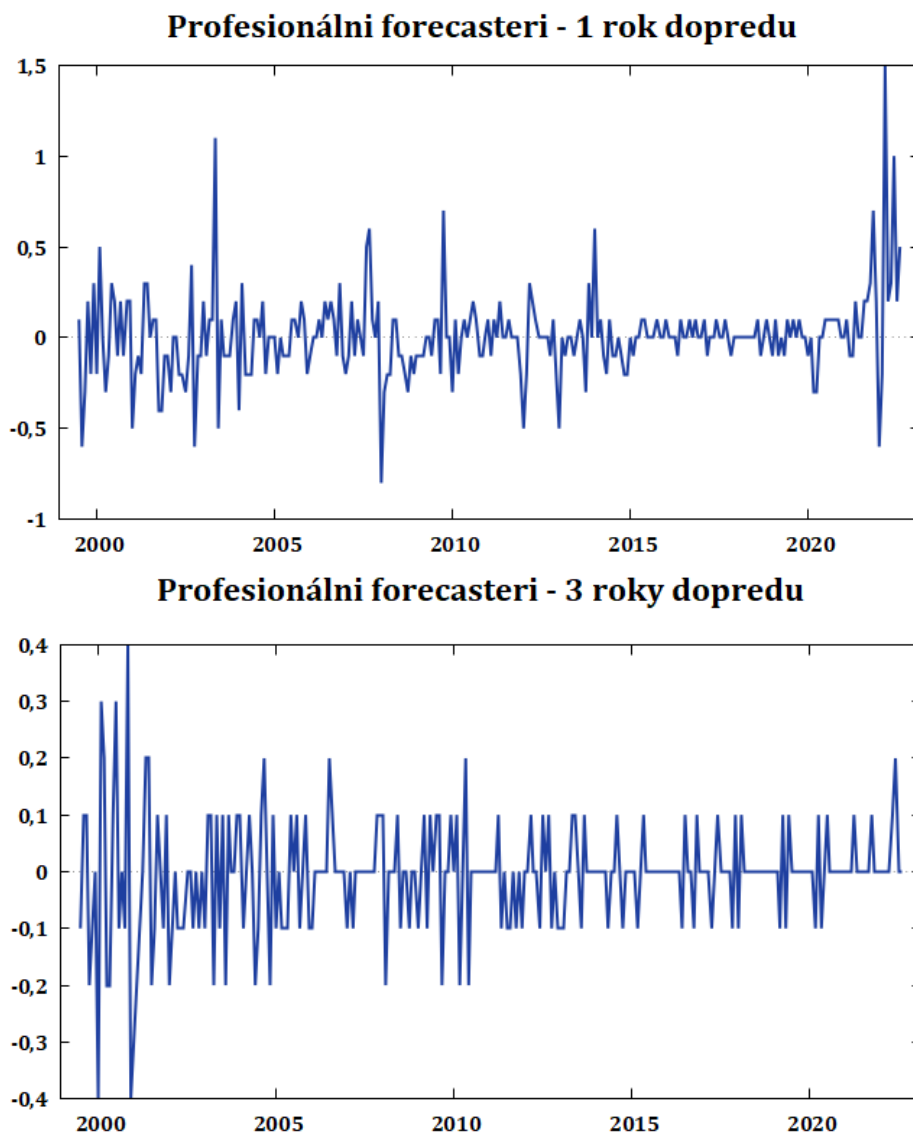
*Zdroj: vlastné spracovanie*

Obrázok 16: Inflačné očakávania ekonomických subjektov mesačné dáta – časť  
1



*Zdroj: vlastné spracovanie*

**Obrázok 17: Inflačné očakávania ekonomických subjektov mesačné dáta – časť  
2**



*Zdroj: vlastné spracovanie*

## Příloha B Tabulky s výsledkami

**Tabulka 6: RMSE pre validačné obdobie od 2012 Q1 do 2019 Q4 – rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia**

|                 | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_f</b> | <b>e_h</b> |               |
|-----------------|---------------|-------------|-------------|------------|------------|---------------|
| <b>vu</b>       | 0.6689        | 0.6664      | 0.6726      | 0.6388     | 0.6474     | <b>neer</b>   |
| <b>vu</b>       | 0.5728        | 0.5957      | 0.5739      | 0.58       | 0.5773     | <b>oil</b>    |
| <b>vu</b>       | 0.6857        | 0.6725      | 0.6891      | 0.6373     | 0.6708     | <b>ipi</b>    |
| <b>vu</b>       | 0.5611        | 0.5915      | 0.5611      | 0.5842     | 0.5501     | <b>žiadna</b> |
| <b>u</b>        | 0.63          | 0.6304      | 0.6292      | 0.5959     | 0.6024     | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>        | 0.5337        | 0.5601      | 0.534       | 0.5455     | 0.5373     | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>        | 0.5802        | 0.5849      | 0.579       | 0.575      | 0.5707     | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>        | 0.5646        | 0.5867      | 0.5657      | 0.5547     | 0.5431     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>    | 0.622         | 0.6216      | 0.6219      | 0.5895     | 0.594      | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>    | 0.5349        | 0.5546      | 0.5359      | 0.5326     | 0.5332     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 0.5607        | 0.5699      | 0.561       | 0.5535     | 0.5521     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 0.5689        | 0.5807      | 0.5693      | 0.5486     | 0.5434     | <b>žiadna</b> |
| <b>y_growth</b> | 0.6516        | 0.644       | 0.6472      | 0.5985     | 0.6226     | <b>neer</b>   |
| <b>y_growth</b> | 0.5309        | 0.5496      | 0.5311      | 0.5349     | 0.5273     | <b>oil</b>    |
| <b>y_growth</b> | 0.5527        | 0.5619      | 0.551       | 0.5519     | 0.5424     | <b>ipi</b>    |
| <b>y_growth</b> | 0.5673        | 0.5794      | 0.5659      | 0.5488     | 0.5441     | <b>žiadna</b> |
| <b>y_gap</b>    | 0.6421        | 0.6304      | 0.6358      | 0.6018     | 0.6153     | <b>neer</b>   |
| <b>y_gap</b>    | 0.5205        | 0.5334      | 0.5191      | 0.5328     | 0.52       | <b>oil</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 0.5534        | 0.5546      | 0.5491      | 0.5531     | 0.5455     | <b>ipi</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 0.5563        | 0.565       | 0.5525      | 0.5534     | 0.5351     | <b>žiadna</b> |
| <b>ulc</b>      | 0.5464        | 0.5694      | 0.5454      | 0.5627     | 0.5417     | <b>neer</b>   |
| <b>ulc</b>      | 0.5198        | 0.5501      | 0.5226      | 0.5306     | 0.5242     | <b>oil</b>    |
| <b>ulc</b>      | 0.5117        | 0.5339      | 0.5136      | 0.5436     | 0.5168     | <b>ipi</b>    |
| <b>ulc</b>      | 0.499         | 0.5431      | 0.5027      | 0.5364     | 0.4976     | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b>   | 0.6181        | 0.6194      | 0.6175      | 0.5857     | 0.5914     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b>   | 0.5274        | 0.5509      | 0.5283      | 0.5321     | 0.5278     | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 0.5656        | 0.5721      | 0.5656      | 0.5552     | 0.5541     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 0.5346        | 0.5634      | 0.535       | 0.5443     | 0.5182     | <b>žiadna</b> |

*Zdroj: vlastné spracovanie*

**Tabuľka 7: MAE pre validačné obdobie od 2012 Q1 do 2019 Q4 – rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia**

|                 | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_f</b> | <b>e_h</b> |               |
|-----------------|---------------|-------------|-------------|------------|------------|---------------|
| <b>vu</b>       | 0.5651        | 0.5438      | 0.5667      | 0.5401     | 0.514      | <b>neer</b>   |
| <b>vu</b>       | 0.4548        | 0.4866      | 0.4539      | 0.4587     | 0.4541     | <b>oil</b>    |
| <b>vu</b>       | 0.546         | 0.5463      | 0.5435      | 0.5084     | 0.5114     | <b>ipi</b>    |
| <b>vu</b>       | 0.4529        | 0.5022      | 0.4503      | 0.4855     | 0.4409     | <b>žiadna</b> |
| <b>u</b>        | 0.5411        | 0.5284      | 0.5383      | 0.5057     | 0.5007     | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>        | 0.4152        | 0.4561      | 0.4133      | 0.4328     | 0.423      | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>        | 0.4977        | 0.4904      | 0.4981      | 0.4863     | 0.4595     | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>        | 0.4675        | 0.5033      | 0.4675      | 0.4559     | 0.4464     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>    | 0.5326        | 0.5139      | 0.5319      | 0.4877     | 0.4879     | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>    | 0.4226        | 0.4544      | 0.4224      | 0.409      | 0.4218     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 0.4805        | 0.4808      | 0.4814      | 0.4529     | 0.4406     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 0.4817        | 0.4928      | 0.481       | 0.443      | 0.4525     | <b>žiadna</b> |
| <b>y_growth</b> | 0.5227        | 0.5176      | 0.5198      | 0.4894     | 0.4797     | <b>neer</b>   |
| <b>y_growth</b> | 0.4226        | 0.448       | 0.4205      | 0.4184     | 0.4436     | <b>oil</b>    |
| <b>y_growth</b> | 0.439         | 0.4754      | 0.4352      | 0.4518     | 0.4457     | <b>ipi</b>    |
| <b>y_growth</b> | 0.4335        | 0.4707      | 0.4306      | 0.4349     | 0.436      | <b>žiadna</b> |
| <b>y_gap</b>    | 0.5302        | 0.5192      | 0.525       | 0.4761     | 0.495      | <b>neer</b>   |
| <b>y_gap</b>    | 0.4204        | 0.4278      | 0.4205      | 0.4103     | 0.4219     | <b>oil</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 0.4451        | 0.4636      | 0.4376      | 0.4362     | 0.4448     | <b>ipi</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 0.4236        | 0.452       | 0.4196      | 0.4183     | 0.4126     | <b>žiadna</b> |
| <b>ulc</b>      | 0.4416        | 0.4667      | 0.438       | 0.4592     | 0.4364     | <b>neer</b>   |
| <b>ulc</b>      | 0.3851        | 0.425       | 0.3866      | 0.4075     | 0.419      | <b>oil</b>    |
| <b>ulc</b>      | 0.4136        | 0.4451      | 0.415       | 0.4441     | 0.4213     | <b>ipi</b>    |
| <b>ulc</b>      | 0.3704        | 0.4312      | 0.3726      | 0.4206     | 0.3902     | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b>   | 0.5238        | 0.5062      | 0.5235      | 0.4864     | 0.4825     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b>   | 0.4176        | 0.4509      | 0.4173      | 0.4145     | 0.4191     | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 0.4864        | 0.4825      | 0.4866      | 0.4632     | 0.4493     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 0.438         | 0.4732      | 0.4382      | 0.4379     | 0.4261     | <b>žiadna</b> |

*Zdroj: vlastné spracovanie*



**Tabuľka 8: RMSE pre validačné obdobie od 2015 Q1 do 2022 Q3 – rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia**

|                 | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_f</b> | <b>e_h</b> |               |
|-----------------|---------------|-------------|-------------|------------|------------|---------------|
| <b>vu</b>       | 1.4322        | 1.3221      | 1.4414      | 0.953      | 1.3675     | <b>neer</b>   |
| <b>vu</b>       | 1.3969        | 1.2762      | 1.3997      | 0.9349     | 1.3477     | <b>oil</b>    |
| <b>vu</b>       | 1.2837        | 1.2276      | 1.2917      | 0.936      | 1.2522     | <b>ipi</b>    |
| <b>vu</b>       | 1.4368        | 1.3086      | 1.4401      | 0.9365     | 1.3662     | <b>žiadna</b> |
| <b>u</b>        | 1.459         | 1.3489      | 1.4636      | 0.938      | 1.378      | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>        | 1.4165        | 1.2937      | 1.4185      | 0.9255     | 1.3579     | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>        | 1.2367        | 1.1967      | 1.2402      | 0.8948     | 1.2048     | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>        | 1.4857        | 1.3505      | 1.4871      | 0.9315     | 1.3975     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>    | 1.4389        | 1.3398      | 1.4453      | 0.9319     | 1.3613     | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>    | 1.4453        | 1.3304      | 1.4464      | 0.9262     | 1.3763     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 1.3061        | 1.2417      | 1.3079      | 0.8875     | 1.2591     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 1.4365        | 1.3324      | 1.4403      | 0.922      | 1.3565     | <b>žiadna</b> |
| <b>y_growth</b> | 1.4683        | 1.3849      | 1.4797      | 0.9637     | 1.3834     | <b>neer</b>   |
| <b>y_growth</b> | 1.4855        | 1.3493      | 1.485       | 0.9353     | 1.405      | <b>oil</b>    |
| <b>y_growth</b> | 1.3267        | 1.2693      | 1.3301      | 0.9122     | 1.2704     | <b>ipi</b>    |
| <b>y_growth</b> | 1.5059        | 1.3731      | 1.5076      | 0.939      | 1.4088     | <b>žiadna</b> |
| <b>y_gap</b>    | 1.6075        | 1.4806      | 1.6182      | 1.0095     | 1.4931     | <b>neer</b>   |
| <b>y_gap</b>    | 1.5553        | 1.4109      | 1.5545      | 0.9838     | 1.4598     | <b>oil</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 1.4214        | 1.3534      | 1.4252      | 0.961      | 1.3486     | <b>ipi</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 1.5941        | 1.4419      | 1.5953      | 0.9773     | 1.4734     | <b>žiadna</b> |
| <b>ulc</b>      | 1.5078        | 1.3937      | 1.5112      | 0.9692     | 1.4253     | <b>neer</b>   |
| <b>ulc</b>      | 1.4902        | 1.3513      | 1.4878      | 0.9356     | 1.4103     | <b>oil</b>    |
| <b>ulc</b>      | 1.3342        | 1.2709      | 1.3337      | 0.9184     | 1.2828     | <b>ipi</b>    |
| <b>ulc</b>      | 1.5256        | 1.3781      | 1.5232      | 0.9435     | 1.4294     | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b>   | 1.465         | 1.3462      | 1.4707      | 0.9278     | 1.3803     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b>   | 1.4669        | 1.327       | 1.4651      | 0.9229     | 1.3932     | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 1.297         | 1.2363      | 1.2994      | 0.8936     | 1.2498     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 1.4879        | 1.344       | 1.488       | 0.9202     | 1.3965     | <b>žiadna</b> |

*Zdroj: vlastné spracovanie*

**Tabuľka 9: MAE pre validačné obdobie od 2015 Q1 do 2022 Q3 – rozširujúce sa okienko – štvrťročná frekvencia**

|                 | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_f</b> | <b>e_h</b> |               |
|-----------------|---------------|-------------|-------------|------------|------------|---------------|
| <b>vu</b>       | 0.8347        | 0.8117      | 0.8436      | 0.6547     | 0.8064     | <b>neer</b>   |
| <b>vu</b>       | 0.831         | 0.7688      | 0.8307      | 0.6435     | 0.7961     | <b>oil</b>    |
| <b>vu</b>       | 0.8034        | 0.7985      | 0.8088      | 0.6543     | 0.7749     | <b>ipi</b>    |
| <b>vu</b>       | 0.817         | 0.7919      | 0.8175      | 0.6447     | 0.7843     | <b>žiadna</b> |
| <b>u</b>        | 0.8356        | 0.8272      | 0.8364      | 0.6146     | 0.7993     | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>        | 0.7993        | 0.7488      | 0.797       | 0.6146     | 0.7742     | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>        | 0.7312        | 0.7436      | 0.7348      | 0.6062     | 0.7027     | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>        | 0.8541        | 0.82        | 0.854       | 0.608      | 0.7985     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>    | 0.8042        | 0.8049      | 0.8089      | 0.598      | 0.7677     | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>    | 0.8051        | 0.7722      | 0.8039      | 0.5953     | 0.7691     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 0.7611        | 0.7584      | 0.7623      | 0.5868     | 0.7239     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>    | 0.8031        | 0.7973      | 0.8056      | 0.59       | 0.7574     | <b>žiadna</b> |
| <b>y_growth</b> | 0.8462        | 0.8374      | 0.8545      | 0.6354     | 0.7856     | <b>neer</b>   |
| <b>y_growth</b> | 0.8508        | 0.7934      | 0.8482      | 0.6146     | 0.816      | <b>oil</b>    |
| <b>y_growth</b> | 0.7813        | 0.7853      | 0.7821      | 0.6131     | 0.749      | <b>ipi</b>    |
| <b>y_growth</b> | 0.8439        | 0.8118      | 0.8436      | 0.6169     | 0.7859     | <b>žiadna</b> |
| <b>y_gap</b>    | 0.9778        | 0.9305      | 0.9812      | 0.6714     | 0.8935     | <b>neer</b>   |
| <b>y_gap</b>    | 0.8683        | 0.8074      | 0.8678      | 0.6288     | 0.8135     | <b>oil</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 0.8545        | 0.8433      | 0.8517      | 0.6369     | 0.8085     | <b>ipi</b>    |
| <b>y_gap</b>    | 0.9092        | 0.8618      | 0.9055      | 0.6277     | 0.8209     | <b>žiadna</b> |
| <b>ulc</b>      | 0.8391        | 0.8128      | 0.8405      | 0.6167     | 0.791      | <b>neer</b>   |
| <b>ulc</b>      | 0.8179        | 0.768       | 0.8159      | 0.6054     | 0.7843     | <b>oil</b>    |
| <b>ulc</b>      | 0.7617        | 0.7545      | 0.7609      | 0.6044     | 0.7298     | <b>ipi</b>    |
| <b>ulc</b>      | 0.8224        | 0.7777      | 0.8202      | 0.5974     | 0.7711     | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b>   | 0.8137        | 0.7976      | 0.8183      | 0.5951     | 0.7765     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b>   | 0.8182        | 0.7635      | 0.8157      | 0.5957     | 0.7797     | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 0.7525        | 0.7562      | 0.7541      | 0.5899     | 0.7189     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b>   | 0.8196        | 0.7826      | 0.8199      | 0.5862     | 0.7729     | <b>žiadna</b> |

*Zdroj: vlastné spracovanie*

**Tabuľka 10: RMSE pre validačné obdobie od 2012 jan do 2019 dec – rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia**

|               | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_h</b> |               |
|---------------|---------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| <b>u</b>      | 0.3522        | 0.352       | 0.352       | 0.3528     | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>      | 0.3409        | 0.3418      | 0.3408      | 0.3415     | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>      | 0.3436        | 0.3433      | 0.3433      | 0.3441     | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>      | 0.3437        | 0.3449      | 0.3434      | 0.3444     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>  | 0.3482        | 0.3486      | 0.3479      | 0.3488     | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>  | 0.343         | 0.3431      | 0.3429      | 0.3436     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.3432        | 0.343       | 0.3428      | 0.3437     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.3417        | 0.343       | 0.3414      | 0.3424     | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b> | 0.3489        | 0.3486      | 0.3486      | 0.3495     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b> | 0.3406        | 0.341       | 0.3404      | 0.3412     | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.3419        | 0.3415      | 0.3415      | 0.3424     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.3369        | 0.3385      | 0.3365      | 0.3376     | <b>žiadna</b> |

*Zdroj: vlastné spracovanie*

**Tabuľka 11: MAE pre validačné obdobie od 2012 jan do 2019 dec – rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia**

|               | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_h</b> |               |
|---------------|---------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| <b>u</b>      | 0.2671        | 0.2678      | 0.2661      | 0.2676     | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>      | 0.2651        | 0.2674      | 0.2648      | 0.2659     | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>      | 0.2637        | 0.2641      | 0.263       | 0.2642     | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>      | 0.2666        | 0.265       | 0.265       | 0.2674     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>  | 0.2628        | 0.2656      | 0.2621      | 0.2636     | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>  | 0.2689        | 0.2689      | 0.2686      | 0.2696     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.2643        | 0.2643      | 0.2633      | 0.2649     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.2621        | 0.2639      | 0.261       | 0.2628     | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b> | 0.2656        | 0.2668      | 0.2647      | 0.2659     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b> | 0.2671        | 0.2681      | 0.2666      | 0.268      | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.2639        | 0.2635      | 0.2629      | 0.2644     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.2611        | 0.2637      | 0.2599      | 0.2618     | <b>žiadna</b> |

*Zdroj: vlastné spracovanie*

**Tabuľka 12: RMSE pre validačné obdobie od 2015 jan do 2022 sep – rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia**

|               | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_h</b> |               |
|---------------|---------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| <b>u</b>      | 0.581         | 0.5667      | 0.5813      | 0.5828     | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>      | 0.591         | 0.5749      | 0.5911      | 0.5928     | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>      | 0.5247        | 0.523       | 0.5251      | 0.5256     | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>      | 0.5894        | 0.5717      | 0.5896      | 0.5913     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>  | 0.5772        | 0.5641      | 0.5772      | 0.5788     | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>  | 0.5927        | 0.5776      | 0.5927      | 0.5945     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.5389        | 0.5336      | 0.5389      | 0.5402     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.5798        | 0.5657      | 0.5798      | 0.5815     | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b> | 0.5808        | 0.5654      | 0.5807      | 0.5826     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b> | 0.5987        | 0.58        | 0.5985      | 0.6006     | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.5376        | 0.5321      | 0.5376      | 0.5389     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.5883        | 0.5695      | 0.5881      | 0.5902     | <b>žiadna</b> |

*Zdroj: vlastné spracovanie*

**Tabuľka 13: MAE pre validačné obdobie od 2015 jan do 2022 sep – rozširujúce sa okienko – mesačná frekvencia**

|               | <b>žiadne</b> | <b>e_p1</b> | <b>e_p3</b> | <b>e_h</b> |               |
|---------------|---------------|-------------|-------------|------------|---------------|
| <b>u</b>      | 0.356         | 0.3429      | 0.3557      | 0.3565     | <b>neer</b>   |
| <b>u</b>      | 0.358         | 0.3474      | 0.3576      | 0.3591     | <b>oil</b>    |
| <b>u</b>      | 0.3296        | 0.3233      | 0.3298      | 0.3307     | <b>ipi</b>    |
| <b>u</b>      | 0.3597        | 0.3428      | 0.3595      | 0.3601     | <b>žiadna</b> |
| <b>u_gap</b>  | 0.353         | 0.3415      | 0.3527      | 0.3535     | <b>neer</b>   |
| <b>u_gap</b>  | 0.3613        | 0.3517      | 0.3608      | 0.3624     | <b>oil</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.3365        | 0.3273      | 0.3361      | 0.3375     | <b>ipi</b>    |
| <b>u_gap</b>  | 0.3542        | 0.3419      | 0.3538      | 0.3546     | <b>žiadna</b> |
| <b>žiadna</b> | 0.3529        | 0.3411      | 0.3527      | 0.3533     | <b>neer</b>   |
| <b>žiadna</b> | 0.3632        | 0.3508      | 0.3627      | 0.3643     | <b>oil</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.3341        | 0.3255      | 0.334       | 0.3352     | <b>ipi</b>    |
| <b>žiadna</b> | 0.3539        | 0.3412      | 0.354       | 0.3541     | <b>žiadna</b> |

*Zdroj: vlastné spracovanie*

## Příloha C Elektronická příloha

Elektronická příloha obsahuje tri skripty v software R. Prvý z nich s názvom `bpdata.R` načíta dátové súbory z MS Excel a spracuje ich pre účely analýzy dát so štvrtročnou frekvenciou. Druhý skript `bpmodelset.R` zahŕňa vytváranie ekonometrických modelov, predikcie a ich vyhodnocovanie a vizualizáciu výsledkov. Potrebné prepojenie medzi prvým a druhým skriptom zabezpečuje súbor `results_data`. Posledný skript s názvom `monthly.R` je spojenie prvých dvoch aplikovaných na dáta s mesačnou frekvenciou. Rozšírenia v podobe iných skúmaných období a posuvného okienka vznikali vhodnými úpravami v skriptoch `bpmodelset.R` a `monthly.R`. Okrem toho sú predmetom elektronickej prílohy časové rady jednotlivých premenných vo formáte excelovských súborov. Aby ich bolo možné nahráť do R je potrebné v treťom riadku v skriptoch nastaviť cestu.