

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY



VPLYV NEKONVENČNEJ MONETÁRNEJ POLITIKY
ECB NA INFLAČNÉ OČAKÁVANIA V EUROZÓNE

DIPLOMOVÁ PRÁCA

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY

**VPLYV NEKONVENČNEJ MONETÁRNEJ POLITIKY
ECB NA INFLAČNÉ OČAKÁVANIA V EUROZÓNE**

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Študijný program: Ekonomicko-finančná matematika a modelovanie
Študijný odbor: 1114 Aplikovaná matematika
Školiace pracovisko: Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky
Vedúci práce: Mgr. Juraj Falath, MSc.



Univerzita Komenského v Bratislave
Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Meno a priezvisko študenta: Bc. Alena Kiššová
Študijný program: ekonomicko-finančná matematika a modelovanie
(Jednoodborové štúdium, magisterský II. st., denná forma)
Študijný odbor: matematika
Typ záverečnej práce: diplomová
Jazyk záverečnej práce: slovenský
Sekundárny jazyk: anglický

Názov: Vplyv nekonvenčnej monetárnej politiky ECB na inflačné očakávania v eurozóne
The Impact of Unconventional Monetary Policy of the ECB on Inflation Expectations in the Eurozone

Anotácia: Vo svetle finančnej krízy sme v eurozóne pozorovali výrazný pokles jadrovej inflácie a inflačných očakávaní. V snahe oživiť inflačné očakávania znížila Európska centrálna banka (ECB) kľúčovú úrokovú sadzbu na teoretické minimum, teda na tzv. Zero Lower Bound. Strata klasického nástroja menovej politiky (určovanie úrokovej sadzby) viedla ECB ku zavedeniu nekonvenčných nástrojov menovej politiky - kvantitatívneho uvoľňovania (QE) a tzv. forward guidance. Množstvo akademickej literatúry skúma vplyv nekonvenčnej monetárnej politiky ECB na ekonomické ukazovatele eurozóny, najmä úrokové sadzby a rast HDP. Cieľom práce je pozrieť sa na vplyv nekonvenčných opatrení ECB na inflačné očakávania v eurozóne a tiež na slovenskú zero-kupónovú výnosovú krivku.

Vedúci: Mgr. Juraj Falath
Katedra: FMFI.KAMŠ - Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky
Vedúci katedry: prof. RNDr. Marek Fila, DrSc.
Dátum zadania: 11.01.2019

Dátum schválenia: 17.01.2019

prof. RNDr. Daniel Ševčovič, DrSc.
garant študijného programu

.....
študent

.....
vedúci práce

Podakovanie Touto cestou by som sa chcela v prvom rade poďakovať svojmu vedúcemu diplomovej práce Mgr. Jurajovi Falathovi za jeho odborné rady a pripomienky a taktiež za trpezlivosť, ochotu a čas, ktorý mi venoval počas písania tejto práce. Zároveň by som sa rada poďakovala svojej rodine za ich podporu a motiváciu nie len počas písania práce, ale počas celého trvania môjho štúdia. V neposledom rade chcem poďakovať svojmu priateľovi, ktorý stál vždy pri mne.

Abstrakt v štátnom jazyku

KIŠŠOVÁ, Alena: Vplyv nekonvenčnej monetárnej politiky ECB na inflačné očakávania v eurozóne [Diplomová práca], Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky; školiteľ: Mgr. Juraj Falath, MSc., Bratislava, 2020, 80 s.

Náplňou a cieľom diplomovej práce je analýza vplyvu forward guidance a kvantitatívneho uvoľňovania na inflačné očakávania v eurozóne. Zameraním sa na jednoduché časové okno okolo vyhlásení Európskej centrálnej banky odizolujeme pôsobenie ostatných faktorov ovplyvňujúcich ekonomiku. Následne prostredníctvom šokov monetárnej politiky dokážeme empiricky určiť vplyv jednotlivých nástrojov monetárnej politiky. Na meranie inflačných očakávaní používame inflačné swapy so širokou škálou maturít a šoky monetárnej politiky identifikujeme pomocou faktorovej analýzy s použitím dát úrokových swapov a nominálnych výnosov ECB. Výsledky pre vplyv vyhlásenia forward guidance naznačujú, že stimul v podobe zníženia príslušného faktora o 1% spôsobuje signifikantný pokles 5-ročných inflačných očakávaní o 0,23%, čo naznačuje Delphic interpretácii šokov. V rámci práce tiež testujeme hypotézu o zmene vplyvu jednotlivých nástrojov počas rôznych časových období, ktorú výsledky potvrdzujú a naznačujú striedanie Oddysean a Delphic interpretácie vyhlásení ECB v priebehu času. Z pohľadu dvojdnového časového okna a pridania kontrolných premenných sú získané výsledky robustné. Analýzu ďalej rozširujeme o identifikáciu vplyvu nekonvenčných nástrojov ECB na slovenskú zero-kupónovú výnosovú krivku, kde spomínaný stimul spôsobil signifikantné zníženie 2-ročného slovenského úroku o 0,46%.

Kľúčové slová: Monetárna politika, Európska centrálna banka,
Kvantitatívne uvoľňovanie, Forward guidance, Faktorová analýza

Abstract

KIŠŠOVÁ, Alena: The Impact of Unconventional Monetary Policy of the ECB on Inflation Expectations in the Eurozone [Master Thesis], Comenius University in Bratislava, Faculty of Mathematics, Physics and Informatics, Department of Applied Mathematics and Statistics; Supervisor: Mgr. Juraj Falath, MSc., Bratislava, 2020, 80 p.

In our paper we study and analyze the impact of forward guidance and quantitative easing on inflation expectations in the euro area. By focusing on the one-day time window around the statements of the European Central Bank, we isolate the effects of other factors affecting the economy. Subsequently, through the monetary policy shocks, we can empirically determine the impact of individual monetary policy instruments. We use inflation swaps with a wide range of maturities to measure inflation expectations and we identify monetary policy shocks by performing factor analysis using overnight index swaps and nominal ECB yields. The results for the impact of the forward guidance statement suggest that stimulus of reducing the relevant factor by 1 % causes a significant decrease in 5-year inflation expectations by 0,23 %, suggesting a Delphic interpretation of shocks. We also test the hypothesis about change in the impact of individual instruments over different time periods. The results confirm the hypothesis and suggest a change between Oddysean and Delphic interpretations of the ECB's statements over time. Changing to a two-day time window and adding control variables leads to robust results. We further expand the analysis by identifying the impact of unconventional ECB instruments on the Slovak zero-coupon yield curve, where aforementioned stimulus caused significant decrease in 2-year Slovak interest rate by 0,46%.

Keywords: Monetary policy, European central bank, Quantitative easing, Forward guidance, Factor analysis

Obsah

Úvod	9
1 Úvod do témy	11
1.1 Európska centrálna banka	11
1.1.1 Úlohy a ciele Európskej centrálnej banky	11
1.1.2 Konvenčné nástroje monetárnej politiky	12
1.2 Kontext posledných rokov	14
1.3 Zero lower bound	16
2 Nekonvenčné nástroje monetárnej politiky	18
2.1 Kvantitatívne uvoľňovanie	18
2.1.1 Transmisný mechanizmus	18
2.1.2 Dopady	19
2.2 Forward guidance	20
2.2.1 Delenie forward guidance	21
2.2.2 Transmisný mechanizmus	23
2.3 Skúsenosť s nekonvenčnými nástrojmi vo svete	23
3 Vyhlásenia Európskej centrálnej banky	25
3.1 Šok monetárnej politiky	25
3.2 Príklady šokov monetárnej politiky	26
4 Prehľad existujúcej literatúry a empirické výsledky	29
4.1 Naša motivácia a náš príspevok do témy	33
5 Dáta a metodológia	34
5.1 Šok monetárnej politiky	34
5.2 Inflačné očakávania	36
5.3 Kontrolné premenné	36
5.4 Slovenské dáta	37
5.5 Časové obdobie a frekvencia dát	37
5.6 Identifikácia vyhlásení a voľba časového okna	38

5.7	Faktorová analýza	39
5.7.1	Rotácia faktorov	40
5.7.2	Faktorové skóre	41
5.8	Lineárna regresia	42
6	Faktorová analýza na dátach	43
6.1	Rotácia na dátach	45
6.2	Split sample	54
6.3	Škálovanie faktorových skóre	57
7	Vplyv nástrojov monetárnej politiky na očakávania v ekonomike	58
7.1	Lineárna regresia na dátach	58
7.2	Výsledky pre dva faktory	59
7.3	Výsledky pre tri faktory	60
7.4	Výsledky split sample	61
7.5	Rolling window regresia	62
7.6	Vplyv nekonvečných nástrojov na slovenskú zero-kuponovú výnosovú krivku	65
8	Skúšky robustnosti	68
8.1	Dvojďňové okno	68
8.2	Forward	69
8.3	Kontrolné premenné	70
	Záver	72
	Literatúra	74
	Príloha A	77

Úvod

Používanie nekonvenčných nástrojov v rámci monetárnej politiky Európskej centrálnej banky nemá veľmi dlhú históriu. ECB sa väčšinu času spoliehala pri dosahovaní svojho inflačného cieľa na konvenčné nástroje, čiže úpravu krátkodobých úrokových mier, ktorou udržiavala cenovú stabilitu až do vzniku svetovej hospodárskej krízy. Kríza spôsobila v eurozóne výrazný pokles inflácie, jadrovej inflácie a inflačných očakávaní a pri snahe reagovať na túto situáciu narazila ECB na hranicu konvenčných nástrojov monetárnej politiky, takzvanú zero lower bound. Úrokové miery Európskej centrálnej banky sa dostali na hodnotu okolo nuly a nedokázali poskytnúť ekonomike dostatočný stimul. Práve v tom období začala ECB používať dovtedy takmer nevyskúšané nekonvenčné nástroje, medzi ktoré patrí kvantitatívne uvoľňovanie, čiže nákup aktív centrálnou bankou a forward guidance, teda prísľub o budúcom smerovaní monetárnej politiky.

V súčasnosti, pri zotrvávaní úrokových sadzieb v blízkosti nuly, sú nekonvenčné nástroje významným prostriedkom, ktorým dokáže Európska centrálna banka zasahovať do ekonomiky a regulovať ju. Tieto nástroje neboli nikdy používané v takej miere ako je tomu teraz a práve z tohoto dôvodu sa v kontexte posledných rokov stala téma vplyvu nekonvenčných nástrojov monetárnej politiky na očakávania v európskej ekonomike veľmi aktuálnou a skúmanou výskumnou otázkou. Neistota ohľadom týchto nástrojov je podporená faktom, že Európskej centrálnej banke sa naďalej nedarí zvýšiť infláciu z aktuálnej úrovne okolo 1% na jej požadovanú cieľovú úroveň blízku, ale nižšiu ako 2%.

Rozsiahly ekonomický výskum v tejto oblasti sa snaží odpovedať na to, či tieto nástroje vôbec dokážu ovplyvniť ekonomiku a ak áno, tak aký významný a veľký ich vplyv je. Zároveň je dôležité objasniť či spĺňajú účel, za ktorým ich centrálna banka používa, teda zvýšenie inflácie smerom k inflačnému cieľu. Snahu zodpovedať tieto alebo podobné otázky pre eurozónu majú práce ako napríklad [Andrade & Ferroni \(2016\)](#) a [Barrera et al. \(2017\)](#). Podobnými otázkami zameranými však na Spojené štáty americké sa zaoberali napríklad [Campbell et al. \(2012\)](#) a [Hanson & Stein \(2015\)](#). Existuje veľké množstvo prístupov, metodológií a modelov používaných v literatúre, čo spôsobuje veľkú rozmanitosť ich výsledkov.

Pochopenie efektu nekonvenčných nástrojov na ekonomiku je veľmi dôležité ako pre tvorcov monetárnej politiky, tak pre subjekty trhu. Cieľom diplomovej práce preto je

zvoliť si originálny prístup a pokúsiť sa zodpovedať okrem otázky samotného vplyvu nekonvenčných nástrojov na inflačné očakávania v eurozóne aj to, či sa tento vplyv v priebehu rokov mení a tiež ako nekonvenčné nástroje používané Európskou centrálnou bankou vplývajú priamo na úroky v slovenskej ekonomike. Pri analyzovaní výsledkov sa pozrieme aj na to, či zapadajú do makroekonomickej teórie, ktorú dôkladne spracujeme v úvodnej časti práce.

1 Úvod do témy

1.1 Európska centrálna banka

Centrálna banka (CB) je jedna z najdôležitejších verejných finančných inštitúcií, ktorá riadi objem peňazí v obehu, spravuje menu krajiny alebo skupiny krajín a zároveň zastáva úlohu banky pre komerčné banky. Európska centrálna banka (ECB) plní túto funkciu pre krajiny Európskej únie, ktoré prijali euro za svoju menu. Zároveň je politicky nezávislá od jednotlivých členských krajín eurozóny aj od iných inštitúcií, aby mohla rozhodovať autonómne a efektívne. (Carlin & Soskice (2015))

1.1.1 Úlohy a ciele Európskej centrálnej banky

Európska centrálna banka začala plniť funkciu jediného tvorca monetárnej politiky štátov eurozóny v roku 1999. Slovensko sa stalo členom eurozóny 1. januára v roku 2009, kedy prijalo euro. Dovtedy u nás všetky úlohy centrálnej banky zastávala Národná banka Slovenska (NBS). (ECB (2019))

Medzi základné úlohy ECB zaraďujeme podľa *Conference of the Representatives of the Governments of the Member States* (2012) správu devízových rezerv, vykonávanie dohľadu nad komerčnými bankami, rozhodovanie o vydávaní bankoviek a mincí v eurozóne, podporu plynulého fungovania platobných systémov a tiež informovanie verejnosti o stave ekonomiky a zverejňovanie predpovedí budúceho hospodárskeho vývoja. Hlavnou a najdôležitejšou úlohou Európskej centrálnej banky je zabezpečiť cenovú stabilitu, ktorá je definovaná udržiavaním inflácie na úrovni blízkej, ale nižšej ako 2% ¹. ECB spolu s veľkým množstvom centrálnych bánk vo svete má za cieľ udržať infláciu práve na tejto nízkej, ale kladnej hodnote. Takáto úroveň inflácie je považovaná za dostatočne vysokú, aby chránila ekonomiku pred hrozbou deflačnej pasce ². Zároveň je

¹Rada guvernérov ECB prijala kvantitatívnu definíciu cenovej stability v roku 1998. Neskôr v roku 2003 špecifikovala, že cieľom cenovej stability je udržať strednodobú mieru inflácie na úrovni blízkej, ale nižšej ako 2%. (ECB (2019))

²Tá nastáva, ak inflácia klesá do záporných hodnôt a dopyt v ekonomike je príliš slabý na to, aby zníženie nominálneho úroku centrálnou bankou dokázalo znížiť aj reálny úrok a naštartovať investície. V takom prípade sa expanzívna politika centrálnej banky stáva neúčinnou a deflácia sa stále viac prehlbuje. (Carlin & Soskice (2015))

táto hodnota dostatočne nízka, aby ochránila ekonomiku pred veľmi vysokou infláciou, ktorej znižovanie si vyžaduje veľké reštrikcie, čo je pre obyvateľov a podniky veľmi bolestivé ³.

1.1.2 Konvenčné nástroje monetárnej politiky

Európska centrálna banka zasahuje do ekonomiky prostredníctvom monetárnej politiky. To znamená, že robí rozhodnutia, ktorými reguluje cenu a množstvo peňazí v hospodárstve. Tieto rozhodnutia prispôsobuje ekonomickým vyhliadkam a snahe dosiahnuť svoje inflačné ciele a podporiť udržateľný hospodársky rast v strednodobom horizonte. (ECB (2019))

Hlavným nástrojom konvenčnej monetárnej politiky je zmena úrokovej miery. Vzťah medzi nominálnou úrokovou mierou, infláciou a reálnou úrokovou mierou definoval Fisher (1896) a popísal ho vo Fisherovej rovnici

$$i = r + \pi.$$

Centrálna banka upravuje nominálnu úrokovú mieru i v snahe ovplyvniť reálnu úrokovú mieru r . Reálna úroková miera je dôležitá pre ekonomiku, keďže reprezentuje skutočnú cenu úverov, čím ovplyvňuje rozhodnutia obyvateľov a podnikov o investíciách a sporení. Ďalšia verzia Fisherovej rovnice používa miesto inflácie π očakávanú infláciu π^E

$$i = r + \pi^E.$$

Od tejto verzie rovnice sa odvíjajú skutočné investície a spotreba. Dôvodom je, že subjekty trhu si berú pôžičky a robia investície na roky do budúcnosti. Rozhodnutia týchto subjektov teda závisia od očakávania o nákladoch financovania, ktoré sú významne ovplyvnené očakávanou infláciou a nie aktuálnou infláciou v ekonomike. (Carlin & Soskice (2015)) Preto je táto verzia v našom prípade dôležitejšia a aj ďalej v práci sa budeme venovať práve inflačným očakávaniam.

³Jedným z príkladov dopadu znižovania inflácie je situácia vo Veľkej Británii v rokoch 1975 až 1986, kde bola na začiatku tohto obdobia inflácia na úrovni vyše 20%. Obdobie disinflácie tu bolo sprevádzané prudkým nárastom nezamestnanosti zo 4% až na 12%. (Carlin & Soskice (2015))

Európska centrálna banka pracuje s tromi úrokovými sadzbami. Prvá je sadzba pre jednoduché refinančné operácie (MLF), ktorá hovorí, za aký úrok si môžu komerčné banky požičať jednoduchú likviditu od ECB. Ďalšou je sadzba jednoduchých sterilizačných operácií (DF), ktorá zodpovedá úroku, za ktorý si môžu komerčné banky uložiť svoju nadbytočnú likviditu v ECB na jeden deň. Poslednou úrokovou sadzbou, ktorá je považovaná za základnú a kľúčovú, je sadzba hlavných refinančných operácií (MRO), za ktorú si komerčné banky požičiavajú prostriedky od ECB na dobu jedného týždňa. Hodnota sadzby hlavných refinančných operácií sa nachádza medzi zvyšnými dvoma sadzbami. ([ECB \(2019\)](#))

Úrokové sadzby ECB sa premietnu do medzibankových úrokových sadzieb, ktoré sa budú pohybovať v rozmedzí medzi sadzbou jednoduchých sterilizačných operácií, ktorá určuje dolnú hranicu a sadzbou jednoduchých refinančných operácií, ktorá určuje hornú hranicu. To je spôsobené tým, že vďaka konkurencii na medzibankovom trhu bude medzibanková sadzba vyššia ako sadzba DF, lebo žiadna banka by si neuložila likviditu u inej banky, ak by jej ponúkla menší úrok ako ten, ktorý má garantovaný v ECB. Zároveň si žiadna banka nepožičia od inej banky za vyšší úrok ako MLF, za ktorý si môže požičať neobmedzenú likviditu od ECB.

ECB koriguje medzibankové úrokové sadzby, komerčné banky si však musia udržať určitú maržu na úrokoch, ktoré ponúknu svojim klientom. Po pridaní tejto marže sa medzibankové úrokové miery prenášajú do ekonomiky, čiže prostredníctvom toho dokáže centrálna banka ovplyvniť skutočné sadzby, za ktoré komerčné banky požičiavajú podnikom a obyvateľstvu. ([Carlin & Soskice \(2015\)](#))

Zmena inflácie prostredníctvom zmeny rozhodnutí v rámci monetárnej politiky sa vykonáva cez takzvaný transmisný mechanizmus, ktorého kľúčové kanály popíšeme podľa práce [Beyer et al. \(2017\)](#).

Uvažujme situáciu, kedy inflácia klesla výraznejšie pod cieľovú úroveň 2% a pre dosiahnutie cieľa je nutné ju zvýšiť. Centrálna banka sa o to snaží stimuláciou ekonomiky, čo vykoná pomocou expanzívnej monetárnej politiky, teda znížením nominálnej úrokovvej miery. Pre komerčné banky sa stane lacnejšie si požičiavať od Európskej centrálnej banky a to sa premietne aj do nižších medzibankových úrokových sadzieb. Komerčné banky následne dokážu znížiť úrokové miery pre verejnosť a bežné úvery sa stanú do-

stupnejšími. Pri nižších cenách za úvery dôjde k podpore výdavkov citlivých na výšku úroku a k posilneniu investícií. Nastáva teda zvýšenie investícií a dopytu, čo má vplyv na zvýšenie produkcie, ktorá vedie k zvýšeniu zamestnanosti. Nezamestnanosť klesá, čím sa prehĺbuje sila zamestnancov na trhu práce a vďaka tomu dochádza k zvýšeniu miezd. Podniky platia svojim zamestnancom vyššie mzdy, ale keďže nechcú prísť o svoje zisky, tak vzniká inflačný tlak, ktorý sa premietne do zvýšenia cien a teda nárastu inflácie.

Analogicky to prebieha pri snahe centrálnej banky o zníženie inflácie, kedy používa reštriktívnu monetárnu politiku, čiže nominálnu úrokovú mieru zvyšuje.

Podľa výskumu britskej centrálnej banky [George et al. \(1999\)](#) sa zníženie úrokovej miery prejaví v ekonomike za jeden až dva roky a v tomto prípade hovoríme o kanáli trhových sadzieb (market rates).

Medzi ďalšie hlavné transmisné kanály podľa [Beyer et al. \(2017\)](#) patrí kanál očakávaní a dôvery (expectations/confidence). ECB zmenou úrokových mier poskytne informácie o pravdepodobnom budúcom smerovaní monetárnej politiky. Takáto informácia dokáže ovplyvniť aktuálne správanie subjektov trhu a zmeniť ich inflačné očakávania. Uvažujme znova situáciu, kedy je inflácia výraznejšie pod úrovňou 2% a ECB použila zníženie úrokovej miery na zaistenie cenovej stability a stimuláciu ekonomiky. Trhy reagujú už na snahu a zámer centrálnej banky o zvýšenie inflácie. Pokiaľ predpokladáme, že má ECB dostatočnú kredibilitu, tak subjekty trhu veria jej opatreniam a očakávajú, že inflácia v nasledujúcich rokoch narastie. To znamená, že subjekty trhu zvýšia svoje inflačné očakávania a začnú sa podľa nich správať, aj napriek tomu, že aktuálna inflácia ešte nestihla na tento stimul zareagovať. Takýmto správaním sa zvýšia investície a dopyt, čo povedie k zvýšeniu inflácie. Týmto kanálom sa zmena dostane do ekonomiky rýchlejšie práve v podobe inflačných očakávaní, ktoré sú pozitívne ovplyvnené zmenou úrokovej miery.

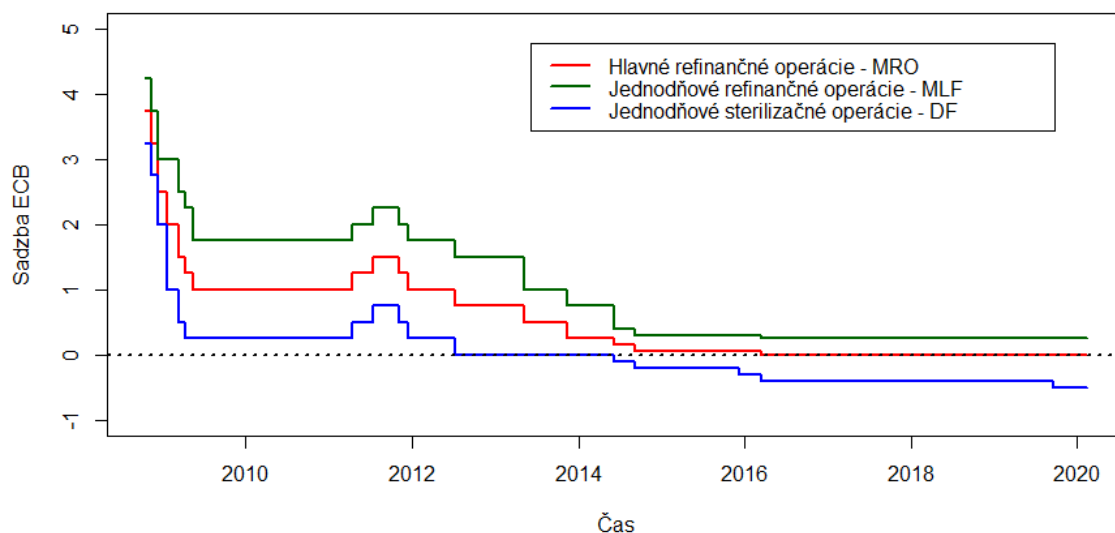
1.2 Kontext posledných rokov

Pred vznikom finančnej krízy v roku 2008 sa Európskej centrálnej banke pomerne dobre darilo udržiavať infláciu v okolí svojho inflačného cieľa. V tomto čase sa tri základné úrokové sadzby ECB, po niekoľkoročnom postupnom zvyšovaní, pohybovali

na hodnotách až okolo 4%. To poskytovalo dostatočný priestor pre ECB na stimuláciu ekonomiky konvenčnými nástrojmi.

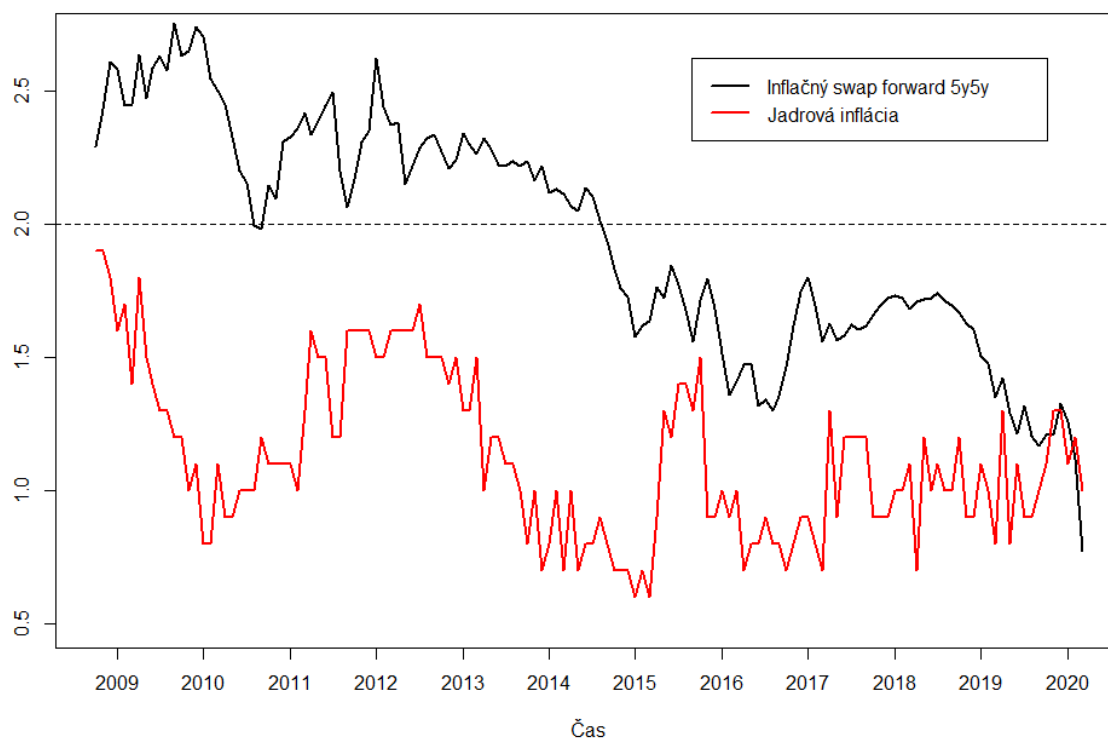
Začiatkom roka 2008 nastala veľká finančná kríza. Jedným z dôvodov jej vzniku je americká hypotekárna kríza, ktorú spôsobilo poskytovanie hypoték klientom s nízkymi príjmami, ktorí následne neboli schopní svoje hypotéky splácať. Postupne prišlo k výraznému poklesu cien nehnuteľností a nárastu nesplatených pôžičiek, čo spôsobilo zrútenie niekoľkých finančných inštitúcií a prepad akciových trhov, čo sa už prejavilo okrem USA aj v Európe a Ázii. Celý priebeh krízy a ďalšie dôvody jej vzniku bližšie popisuje vo svojej práci [Mishkin \(2011\)](#).

Po nástupe finančnej krízy v eurozóne začiatkom roka 2008 prišlo k výraznému oslabeniu vyhliadok ekonomického rastu a inflácie. Európska centrálna banka začala na vzniknutú situáciu reagovať až koncom roka 2008 postupným znižovaním svojich úrokových sadzieb (Obr. 1) s cieľom oživiť infláciu.



Obr. 1: Vývoj úrokových sadzieb ECB v priebehu času. Zdroj dát: [ECB \(2019\)](#)

Z pôvodnej hodnoty 3,75% pre kľúčovú sadzbu v októbri 2008 sa ECB už v máji v roku 2009 dostala na hodnotu len 1%, ale neklesla pod túto úroveň až do polovice roka 2012. Tým sa podaril mierny nárast jadrovej inflácie v rokoch 2011 a 2012, ale ako môžeme pozorovať aj na Obr. 2, tak tento stimul nebol pre hospodárstvo v kríze dostatočný. Krajínám sa aj naďalej nedarilo a ECB musela v rovnakom časovom období poskytnúť viacerým štátom v eurozóne záchranné balíčky. ([Mishkin \(2011\)](#))



Obr. 2: Vývoj jadrovej inflácie a inflačných očakávaní v priebehu času. Zdroj dát: Eurostat a Bloomberg

Následky krízy pretrvávali a neistota v ekonomike rástla, čo spôsobilo ďalšie oslabenie inflácie aj postupné výrazné zhoršovanie inflačných očakávaní. V roku 2012 úrokové sadzby klesli pod hranicu 1% a v priebehu ďalších rokov narazili na dolnú hranicu, nazývanú zero lower bound. (ECB (2019))

1.3 Zero lower bound

Zero lower bound znamená, že krátkodobé nominálne úrokové miery sú buď na nule alebo veľmi blízko nuly a teda ich znižovanie sa už nedá používať ako nástroj na zvyšovanie inflácie a stimuláciu ekonomického rastu. (ECB (2019))

Problém so záporným úrokom a zároveň dôvod na existenciu zero lower bound je fakt, že ak sa nominálny úrok v ekonomike dostane do záporných hodnôt, tak sa dostávame do situácie, kedy klient platí komerčnej banke úrok za to, že si v nej uloží hotovosť a komerčná banka platí klientovi úrok, ak si u nej požičia peniaze. To povedie k tomu, že sa výrazne zvýši dopyt po pôžičkách, ktoré dlžníkov v takomto prípade nič

nestoja a klienti z nich dokonca majú zisk. Zároveň si ľudia svoje úspory nechajú u seba vo forme hotovosti a do banky ich nevložia, aby za to nemuseli zbytočne platiť. To môže spôsobiť, že komerčné banky nemajú žiadne vklady od ľudí, čo znamená, že nemajú žiadnu likviditu. Z toho vyplýva, že nedokážu klientom poskytovať úvery a tým sa celý bankový systém zrúti. (Carlin & Soskice (2015))

Tabuľka 1: Hodnoty úrokových sadzieb ECB aktuálne ku 23.1.2020. Zdroj: ECB (2019)

Jednodňové refinančné operácie	0,25%
Hlavné refinančné operácie	0,00%
Jednodňové sterilizačné operácie	-0,50%

V Tabuľke 1 môžeme vidieť, že jedna z nominálnych sadzieb je aktuálne záporná. Nespôsobuje to problém vďaka tomu, že ide o sadzbu centrálnej banky pre komerčné banky. Tie si dávajú prirážky na úroky, ktoré ponúkajú ďalej svojim klientom, takže nominálny úrok v ekonomike záporný nie je. Z tabuľky je ale dosiahnutie zero lower bound zrejmé.

Ďalším často používaným ukazovateľom dosiahnutia nulovej hranice je Taylorove pravidlo, ktoré hovorí, akú hodnotu nominálnej úrokovej miery by mala centrálna banka nastaviť. Pred dosiahnutím zero lower bound ECB svojimi úrokovými mierami približne kopírovala úrokové miery vyplývajúce z tohto pravidla. Počas svetovej krízy začalo Taylorove pravidlo naznačovať potrebu záporných úrokových mier na to, aby konvenčná monetárna politika poskytla ekonomike dostatočný stimul. (Carlin & Soskice (2015)) Keďže výrazne záporné nominálne úrokové miery nie sú považované za prípustné, tak ECB začala postupne používať aj takzvané nekonvenčné nástroje monetárnej politiky. (Barrera et al. (2017))

2 Nekonvenčné nástroje monetárnej politiky

Medzi neštandardné nástroje monetárnej politiky zaraďujeme kvantitatívne uvoľňovanie (QE) a forward guidance (FG). Ich použitie dokáže centrálnej banke pomôcť v situácii, kedy konvenčné nástroje nezaúčinkovali dostatočne a získa vďaka nim ďalšiu možnosť na reguláciu hospodárstva. ([Barrera et al. \(2017\)](#))

2.1 Kvantitatívne uvoľňovanie

Kvantitatívne uvoľňovanie (QE, quantitative easing) je považované za hlavný nástroj nekonvenčnej monetárnej politiky, ktorý slúži na zvýšenie utlmenej inflácie a inflačných očakávaní. Centrálna banka pri ňom využíva svoju možnosť vydávať peniaze a používa ich na nákup finančných aktív. Kvantitatívne uvoľňovanie dokáže takto znížiť úrokové miery v ekonomike napriek tomu, že krátkodobé úrokové miery dosiahli zero lower bound. Dôvodom je, že QE nemá za cieľ ovplyvňovať tieto krátkodobé úrokové miery, ktoré sú určované Európskou centrálnou bankou, ale ovplyvňuje dlhodobé úrokové miery, ktoré sú nastavené finančnými trhmi. ([Carlin & Soskice \(2015\)](#))

2.1.1 Transmisný mechanizmus

Stimul sa do ekonomiky dostáva transmisným mechanizmom cez viacero kanálov, ktorých popis čerpáme z [Carlin & Soskice \(2015\)](#).

Základom fungovania kvantitatívneho uvoľňovania teda je, že nákup aktív (prevažne dlhopisov) centrálnou bankou zvyšuje cenu týchto aktív. Zvýšenie ceny aktív pri nezmenenom kupóne, ktorý vyplácajú, spôsobí pokles ich výnosu. To zodpovedá poklesu úroku týchto finančných produktov a v dôsledku toho dochádza k poklesu širokej škály úrokových sadzieb v ekonomike. Z toho dôvodu nastáva zlacňovanie úverov a tie sa stávajú dostupnejšie pre podniky aj jednotlivcov. To spôsobí zvýšenie spotreby a investícií, čo má za následok podporu hospodárskeho rastu, redukciiu nezamestnanosti a zvýšenie inflácie rovnako, ako pri znížení krátkodobých úrokových mier.

Jeden z kanálov, vďaka ktorým to funguje je založený na rebalansovaní portfólia investormi (portfolio rebalancing). Funguje tak, že keď centrálna banka nakúpi určitý typ aktív, čím zvýši ich cenu, tak nepriamo zvýši cenu aj ostatných typov aktív. Dôvo-

dom je, že investori, ktorí predali centrálnej banke tieto aktíva majú teraz k dispozícii finančné prostriedky. Tieto finančné prostriedky ďalej investujú práve do takých aktív, ktorých výnos centrálna banka neznížila. Zvýšenie dopytu po ostatných aktívach spôsobí následné zvýšenie ich ceny.

Ďalšie kanály, ktorými sa kvantitatívne uvoľňovanie prejavuje v hospodárstve súvisia s tým, že počas nákupu aktív centrálnou bankou sa zvyšuje objem peňazí v ekonomike. Keď majú subjekty trhu viac peňazí, tak nastane nárast dopytu a investícií, čo poskytne ekonomike stimul.

Transmisný mechanizmus obsahuje aj kanál, ktorý funguje na základe toho, že ECB použitím kvantitatívneho uvoľňovania vysielá do ekonomiky signál, že robí potrebné opatrenia, aby dosiahla svoj inflačný cieľ (signalling channel). Takéto uistenie ľudí vedie k zvýšeniu dôvery a zároveň inflačných očakávaní.

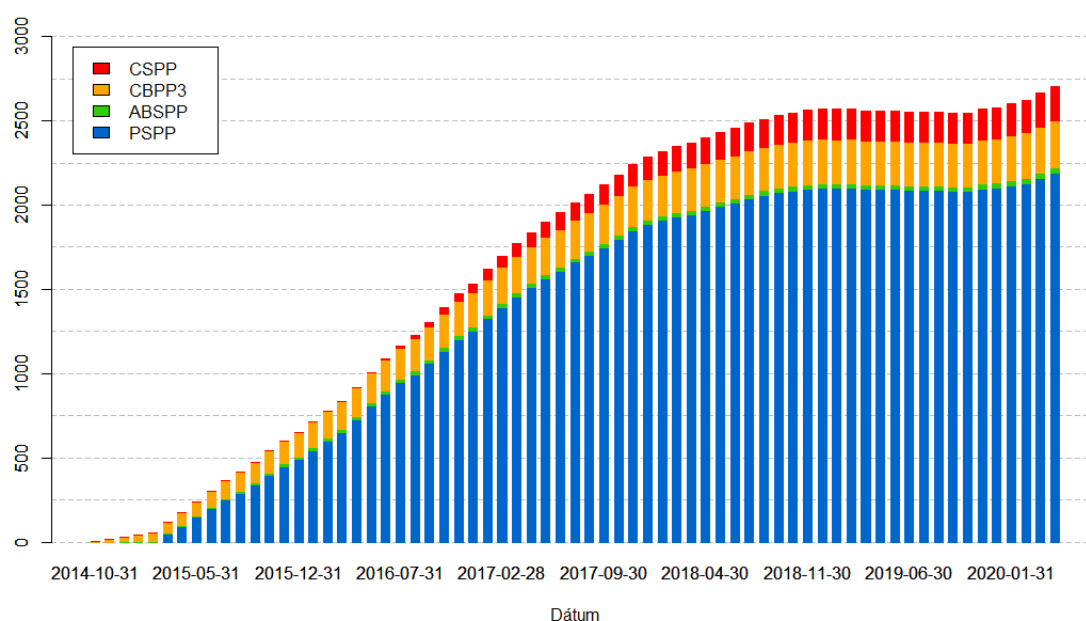
Významnosť a efektívnosť jednotlivých kanálov veľmi závisí od typu nakúpených aktív, zostavenia programu nákupu aktív, no aj od štruktúry ekonomiky a finančného systému. (Haldane et al. (2016))

2.1.2 Dopady

Pri používaní QE sa treba zamyslieť aj nad jeho dopadmi v budúcnosti, keďže centrálna banka počas neho výrazne rozširujú svoju súvalu nákupom veľkého objemu aktív. Priebeh nákupu aktív Európskou centrálnou bankou môžeme vidieť na Obr. 3, kde je znázornený kumulatívny súčet nákupov v štyroch rôznych programoch ⁴.

Kvantitatívne uvoľňovanie sa neskončí len tým, že ECB prestane s nákupom ďalších aktív, ale musí sa vysporiadať aj s množstvom aktív, ktoré už vlastní. Na to existujú dve možnosti, kedy nakúpeným aktívam buď postupne skončí splatnosť alebo sú predané naspäť na finančný trh. Toto však spôsobuje presný opak pôvodného zámeru centrálnej banky, keďže dochádza k výraznému zníženiu inflačného tlaku, poklesu inflácie a makroekonomickej stability. Detaily a potencionálne problémy spojené s ukončením QE sú podrobne rozobrané v štúdiu [Blinder et al. \(2010\)](#).

⁴Do programu nákupov aktív patrí nákup cenných papierov podnikového sektora (CSPP), nákup aktív verejného sektora (PSPP), nákup cenných papierov krytých aktívami (ABSPP) a tretí program nákupu krytých dlhopisov (CBPP3)



Obr. 3: Kumulovaný objem aktív nakúpených Európskou centrálnou bankou v mld. eur v rámci QE od začiatku jeho používania. Zdroj dát: [ECB \(2019\)](#)

2.2 Forward guidance

Účinky menovej politiky na ekonomiku nezávisia iba od krátkodobých úrokových mier, ale aj od očakávaní verejnosti o tom, ako sa budú tieto sadzby vyvíjať v budúcnosti. Očakávania budúcich úrokových mier ovplyvňujú ekonomické rozhodnutia ako sú investície alebo spotreba. Práve na tomto je postavené forward guidance alebo signalizácia budúceho nastavenia menovej politiky. Jeho základom je, že centrálna banka poskytuje informácie o budúcom smerovaní svojej menovej politiky, čím koriguje prevažne strednodobé očakávania ekonomických subjektov. ([ECB \(2019\)](#))

Poskytovanie forward guidance bolo dôležitým posunom v komunikácii. Dôvodom je, že okrem oznámenia toho, ako Rada guvernérov hodnotí súčasné hospodárske podmienky a riziká pre cenovú stabilitu v strednodobom horizonte, dostanú ľudia informáciu aj o tom, ako na ne plánuje v budúcnosti reagovať. Základom je jasnosť a transparentnosť týkajúca sa budúcej stratégie centrálnej banky. Tým sa podporí hlbšie pochopenie konania centrálnej banky a predvídateľnosť menovej politiky, čo zefektívni jej vplyv. Forward guidance je dôležitým nástrojom hlavne v čase zvýšenej neistoty v ekonomike, ktorá by mohla viesť k spomaleniu hospodárskeho rastu. Komunikácia prostredníctvom forward guidance dokáže vtedy pomôcť investorom s rozhodnutiami

ohľadom ich portfólií a tým zabezpečiť pokles trhovej neistoty a plynulejší prechod stimulov monetárnej politiky do ekonomiky. (*The ECB's forward Guidance* (2014))

Vyhlásením budúceho smerovania monetárnej politiky sa centrálna banka zároveň zaviazala k tomu, aby tieto plány dodržala. V opačnom prípade dochádza k strate kredibility a výraznému zníženiu efektu forward guidance, keďže je vo veľkej miere postavené na dôvere ľudí. Zároveň je dôležité zachovanie dôveryhodnosti opatrení centrálnej banky prostredníctvom súladu hodnotenia ekonomickej situácie a budúceho hospodárskeho vývoja s obsahom forward guidance. (*The ECB's forward Guidance* (2014))

2.2.1 Delenie forward guidance

Forward guidance môžeme rozdeliť podľa Campbell et al. (2012) na dva základné typy podľa toho, ako si ekonomickí agenti vysvetlia vyhlásenie centrálnej banky.

A. Delphic forward guidance

Centrálna banka poskytuje informácie o smerovaní monetárnej politiky na základe svojho hodnotenia hospodárskeho výhľadu. Vo vyhlásení môže signalizovať napríklad svoj cieľ udržať úroky na nízkej úrovni počas dlhšej doby ako bolo očakávané. Ak trhy túto informáciu pochopia tak, že centrálna banka svoje rozhodnutie spravila na základe zlých vyhliadok, o ktorých nemajú informáciu, tak toto vyhlásenie môže byť interpretované ako indikátor zhoršených ekonomických prognóz. To môže mať za následok zníženie inflačných očakávaní v ekonomike, čiže účinok takéhoto opatrenia centrálnej banky je presne opačný, ako je bežne očakávané, pretože ekonomickí agenti reagujú pesimisticky.

B. Odyssean forward guidance

Odyssean forward guidance je založené na presne opačnej interpretácii vyhlásenia centrálnej banky ekonomickými agentmi. V tomto prípade, ak je plánom centrálnej banky udržať úroky na nízkej úrovni počas dlhšej doby ako bolo očakávané, tak si trhy takéto vyhlásenie interpretujú ako snahu centrálnej banky spraviť čokoľvek pre dosiahnutie svojho inflačného cieľa. Vyhlásenie je považované za určitý záväzok, ktorý povedie k zlepšeniu situácie. Ekonomickí agenti takto získajú optimistické vyhliadky do budúcnosti, vďaka čomu sa zvýšia inflačné očakávania.

Podľa *The ECB's forward Guidance* (2014) môžeme forward guidance rozdeliť na štyri kategórie podľa toho, akým typom informácie je budúca politika CB podmienená.

1. Pure qualitative forward guidance

Nemá určený dátum, číselný prah ani makroekonomickú podmienku, ktoré by rozhodli, dokedy bude konkrétne vyhlásenie platné. Príkladom tohto typu môže byť vyhlásenie ECB z júla 2013: "rada guvernérov naďalej očakáva, že kľúčové úrokové sadzby zostanú na súčasnej alebo nižšej úrovni počas dlhšieho časového obdobia".

2. Qualitative forward guidance conditional on a narrative

Tento typ sa odkazuje na zvolenú kombináciu makroekonomických podmienok, ktoré určujú dokedy bude centrálna banka pokračovať vo vyhlásenom smerovaní monetárnej politiky. Tomuto typu zodpovedá vyhlásenie sľubujúce, že "zaviazanosť k politike nulových úrokových sadzieb sa nezmení, pokiaľ budú v ekonomike pretrvávať obavy z deflácie", ktoré spravila centrálna banka Japonska v apríli 1999.

3. Calendar-based forward guidance

Forward guidance tohto typu poskytuje presný časový údaj, do kedy centrálna banka neplánuje zmenu v danej monetárnej politike. Príkladom je vyhlásenie kanadskej národnej banky z apríla 2009, ktoré hovorí, že "úroková sadzba zostane na súčasnej úrovni až do konca druhého štvrťroka 2010".

4. Outcome-based forward guidance

Používa presne zvolený číselný prah vybraného súboru pozorovaných ekonomických premenných ako hranicu, ktorá umožňuje zmeniť monetárnu politiku z vyhlásenia. Tento typ použil FED v roku 2012, kedy oznámil, že "výbor očakáva nezmenený rozsah 0 - 0,25% pre úrokové miery minimálne dovtedy, kým miera nezamestnanosti zostane nad 6,5%".

ECB používa najčastejšie Qualitative forward guidance conditional on a narrative, prípadne ešte Calendar-based forward guidance a jej usmernenia sa týkajú všetkých jej úrokových sadzieb súčasne.

2.2.2 Transmisný mechanizmus

Základný kanál transmisného mechanizmu, prostredníctvom ktorého sa forward guidance prejaví v ekonomike, funguje veľmi priamočiaro. V prípade, ak sa centrálna banka snaží zvýšiť infláciu, tak jej vyhlásenie môže obsahovať napríklad informáciu, že kľúčové úrokové sadzby zostanú v budúcnosti na nízkej úrovni a prípadne poskytne aj konkrétne vysvetlenie svojho konania. Takýto prísľub centrálnej banky spôsobí zvýšenie pravdepodobnosti, že komerčné banky znížia úrokové sadzby na úveroch. To je spôsobené tým, že komerčné banky nadobudnú väčšiu istotu, že si v prípade potreby budú môcť aj v budúcnosti požičať peniaze z centrálnej banky s nízkym úrokom. Zlacnenie úverov povedie k zvýšeniu investičnej aktivity a spotreby, čím nastane žiadany stimul ekonomiky. Tento kanál je podporený aj faktom, že verejnosť po obdobnom vyhlásení zníži svoje očakávania budúcich úrokových mier, čo spôsobí zvýšenie dlhodobých investícií a spotreby a tiež nárast inflačných očakávaní. (Beyer et al. (2017))

2.3 Skúsenosť s nekonvenčnými nástrojmi vo svete

Niektoré centrálné banky vo svete implementovali nekonvenčné nástroje do svojej monetárnej politiky oveľa skôr ako ECB.

V prípade forward guidance sa za priekopníka považuje Nový Zéland, ktorého centrálna banka tento nástroj prvýkrát použila už v roku 1997. Naopak Federálny rezervný systém (FED) bol zo začiatku veľmi skeptický voči výhodám transparentnosti a obával sa, že môže zvýšiť nestabilitu trhu. Napriek tomu začal aj FED postupne poskytovať bližšie informácie ohľadom svojej monetárnej politiky a v roku 2003 začal používať forward guidance. Neskôr nasledovala nórska centrálna banka, ktorá začala s forward guidance v roku 2005 a k nej sa pridala švédska centrálna banka v roku 2007. Forward guidance sa stalo obzvlášť dôležitým nástrojom v období počas a po svetovej finančnej kríze. (Carlin & Soskice (2015)) V tomto období začala tento nástroj používať aj Európska centrálna banka, ktorá prvýkrát forward guidance použila na svojom zasadnutí 4. júla 2013. Vtedy vo svojom vyhlásení oznámila, že "očakáva, že jej kľúčové úrokové sadzby zostanú na súčasnej alebo nižšej úrovni počas dlhšieho časového obdobia", čo ďalej vysvetlila tým, že "toto očakávanie vychádza z celkového utlmeného výhľadu inflácie v strednodobom horizonte, zo slabej ekonomiky a utlmenej menovej

dynamiky”. (*The ECB’s forward Guidance* (2014))

Kvantitatívne uvoľňovanie bolo prvýkrát použité centrálnou bankou Japonska v roku 2001 na boj proti defláci. Okrem Japonska však bolo dlhú dobu do značnej miery nevyskúšaným nástrojom. Vo svete sa začalo QE vo veľkom rozsahu používať až v období svetovej finančnej krízy. Federálny rezervný systém začal s prvým nákupom aktív koncom roka 2008 a v podobnom čase sa k nemu pridala aj centrálna banka Veľkej Británie. V eurozóne bolo QE prvýkrát použité o niečo neskôr, v januári 2015, kedy s QE začalo napríklad aj Švédsko. (*Haldane et al.* (2016))

Rozdiel medzi jednotlivými centrálnymi bankami nie je len v čase, kedy implementovali kvantitatívne uvoľňovanie, ale aj v type aktív, ktoré v rámci QE nakupovali. Centrálna banka Veľkej Británie napríklad nakupovala hlavne štátne dlhopisy od nefinančných spoločností. Naopak FED v USA volil prevažne nákup hypotekárnych záložných listov od finančných inštitúcií (MBS) pričom nákup štátnych dlhopisov robil v menšej miere. (*Carlin & Soskice* (2015))

3 Vyhlásenia Európskej centrálnej banky

Rada guvernérov ECB hodnotí hospodársky a menový vývoj a robí svoje rozhodnutia o menovej politike na pravidelných zasadnutiach, ktoré sa konajú každých 6 týždňov. Neskôr nasleduje vyhlásenie prijatých rozhodnutí a tlačová konferencia prezidenta ECB s viceprezidentom, ktorí tieto rozhodnutia podrobne zdôvodňujú a odpovedajú na otázky novinárov. Zverejnenie vyhlásenia na oficiálnej internetovej stránke ECB sa uskutočňuje o 13:45, nasledujúca tlačová konferencia začína o 14:30 a zvykne trvať približne hodinu. (ECB (2019))

Všetky vyhlásenia o budúcom smerovaní monetárnej politiky budeme v práci ďalej označovať ako forward guidance a vyhlásenia týkajúce sa budúceho smerovania nákupu aktív budeme nazývať QE.

3.1 Šok monetárnej politiky

Ekonomika, očakávania v nej a správanie ekonomických subjektov závisia od množstva faktorov a vyhlásenia centrálnej banky sú len jeden z nich. Celkový vplyv vyhlásení je náročné odmerať, pretože ovplyvňujú ekonomiku nie len v momente ich publikovania, ale po celú dobu ich transmisie do realnej ekonomiky. Ak by sme sa snažili odmerať ich vplyv na očakávania v ekonomike, tak by sme museli odizolovať vplyvy ostatných ekonomických, politických a ďalších faktorov. Riešenie tohto problému ponúka zamerať sa len na úzke časové okno okolo jednotlivých vyhlásení ECB. Na ďalšiu analýzu konkrétnych vplyvov nekonvenčných nástrojov monetárnej politiky si preto potrebujeme definovať šoky monetárnej politiky.

ECB publikuje svoje vyhlásenia na zasadnutiach, pred ktorými trhoví analytici a ekonómovia publikujú svoje predpoklady o tom, čo bude obsahom vyhlásenia. Trhy neustále aktualizujú svoje očakávania o ekonomike a prispôbia im svoje správanie. Ekonomickí agenti konajú tak, ako keby očakávané vyhlásenie ECB už prebehlo. To má za následok skomplikovanie odmerania reakcie trhov na jednotlivé vyhlásenia a zároveň aj vplyvu týchto vyhlásení, pretože ak sa trhy vo svojich prognózach nemýlili, tak už sú na jeho obsah pripravené a samotné vyhlásenie nebude mať žiaden okamžitý signifikantný vplyv na ekonomiku. Spôsob ako tento vplyv dokážeme merať je založený

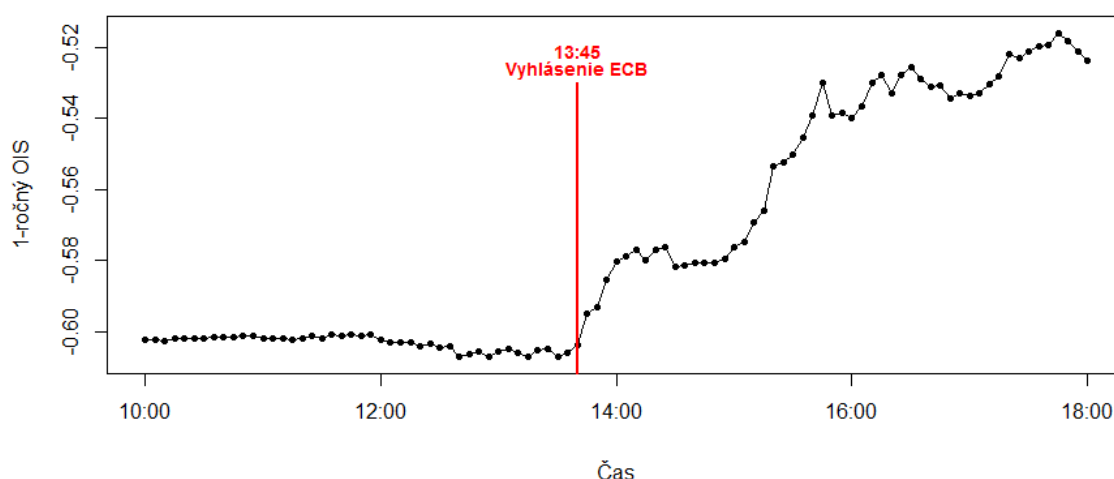
na tom, že sa centrálnej banke podarí prekvapiť trhy svojim rozhodnutím. Ak ECB nastaví svoju monetárnu politiku inak ako to trhy dopredu očakávali, tak dochádza k ich takmer okamžitej reakcii. Zároveň aj nečinnosť centrálnej banky môže viesť k zmenám očakávaní, pokiaľ trhy pôvodne predpokladali niečo iné. Takýto jav nazývame šokom monetárnej politiky a práve pomocou neho dokážeme identifikovať vplyv jednotlivých použitých nástrojov. Takáto identifikácia je založená na pohľade na zmeny v očakávaných úrokových mierach alebo výnosoch dlhopisov počas úzkeho časového okna okolo vyhlásení ECB.

3.2 Príklady šokov monetárnej politiky

V tejto časti uvedieme príklady jednotlivých šokov monetárnej politiky, ktoré môžu nastať. Vysvetlíme čo k nim viedlo pomocou ich obsahu z oficiálnej stránky [ECB \(2019\)](#) a očakávaní trhov získaných z finančného portálu [FXStreet \(2020\)](#). Graficky ich znázorníme na dátach jednoročných inflačných očakávaní, ktoré pochádzajú zo softvéru Bloomberg.

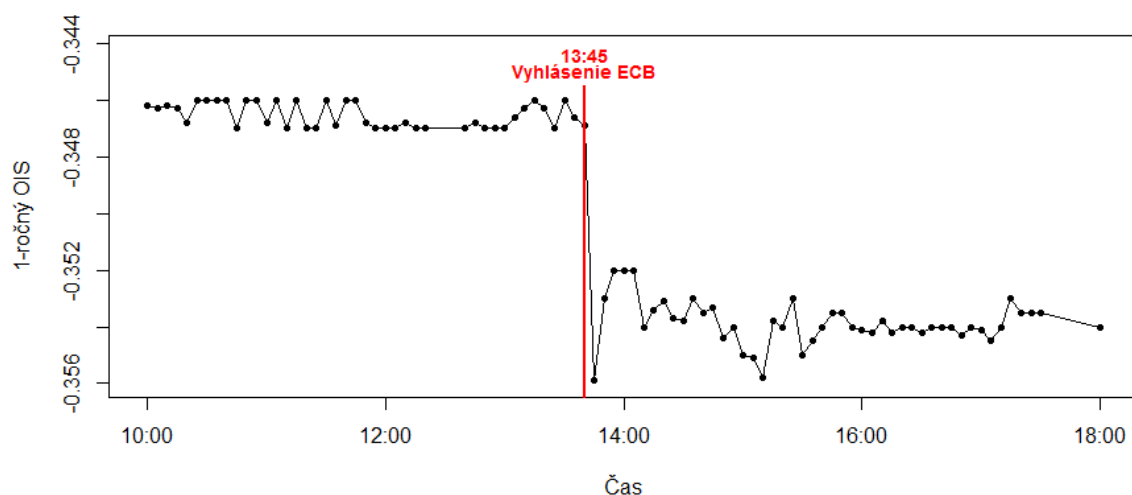
Negatívny šok monetárnej politiky môžeme pozorovať po vyhlásení z 12. 9. 2019. Ide o veľmi sledované posledné vyhlásenie, ktoré spravil prezident ECB Mario Draghi vo svojej funkcii. Trhy boli vo svojich očakávaniach veľmi optimistické a predpokladali výrazné zmeny v konvenčnej aj nekonvenčnej monetárnej politike. ECB v rámci tohto vyhlásenia znížila jednu zo svojich troch úrokových sadzieb - sadzbu jednoduchých sterilizačných operácií z hodnoty -0,4% na hodnotu -0,5%. Išlo o prvé zníženie úrokovej sadzby od roku 2016. ECB zároveň obnovila kvantitatívne uvoľňovanie v rozsahu 20 miliárd eur za mesiac, pričom po prvýkrát neuviedla presný časový údaj, do kedy bude tento nákup aktív trvať. Okrem toho bola mierne zmenená aj formulácia forward guidance, ktoré obsahovalo informáciu, že úroky nebudú zvýšené, kým sa inflácia nebude približovať cieľu a teda podobne ako pri QE aj tu nastalo vynechanie presného časového údaje. Napriek pomerne rozsiahlej zmene a zníženiu úrokovej sadzby po dlhom čase pozorujeme na trhoch negatívny šok monetárnej politiky. Väčšina analytikov pred týmto vyhlásením predpokladala, že úroková sadzba jednoduchých sterilizačných operácií bude znížená až na úroveň -0,6% a súčasne obnovenie QE bolo očakávané v rozsahu medzi 20 až 40 miliárd eur za mesiac. Práve tieto prehnané očakávania spôso-

bili hneď po zverejnení vyhlásenia viditeľný nárast výnosov jednoročného OIS, ako je znázornené na Obr. 4. To je ekvivalentné zvýšeniu úrokov a takýto nárast klasifikujeme ako negatívne prekvapenie.



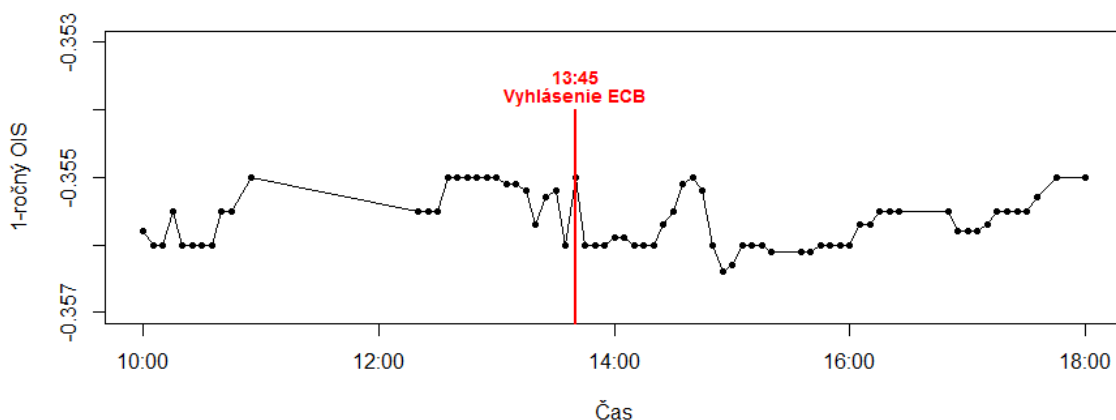
Obr. 4: Reakcia 1-ročného OIS v čase okolo vyhlásenia ECB z 12. septembra 2019

Príkladom pre pozitívny šok monetárnej politiky môže byť vyhlásenie zo dňa 14. 6. 2018, od ktorého trhy nič významné nečakali. Analytici správne nepredpokladali akúkoľvek zmenu úrokových sadzieb. Očakávali však predĺženie trvania kvantitatívneho uvoľňovania do konca roka 2018 v objeme 10 až 15 miliárd eur, prípadne tiež odloženie oznámenia ohľadom QE až na ďalšie vyhlásenie. Zároveň odhadovali, že prvé zvyšovanie úrokových mier môže nastať už v polovici roka 2019, čo by zodpovedalo ponechaniu formulácie forward guidance. ECB svojim vyhlásením predĺžila trvanie QE. Ku pôvodným 30 miliárdam eur do konca septembra 2018 pridala ešte 15 miliárd do konca decembra 2018 s následným ukončením nákupu aktív. Okrem toho však ECB výrazne zosilnila svoju formuláciu forward guidance, v rámci ktorého prvýkrát použila konkrétny časový údaj. Vyhlásenie, že nízke úrokové miery zostanú nezmenené minimálne do leta 2019, ovplyvnilo očakávania ohľadom ich budúceho zvyšovania. To spôsobilo okamžitú reakciu trhov, ktorú môžeme vidieť na Obr. 5 ako zníženie výnosu jednoročného OIS, čo zodpovedá poklesu úrokov.



Obr. 5: Reakcia 1-ročného OIS v čase okolo vyhlásenia ECB z 14. júna 2018

Vyhlásenie z 26.7.2018 znázorňuje príklad poslednej situácie, ktorá môže nastať, kedy ECB svojim smerovaním monetárnej politiky potvrdí predchádzajúce očakávania. Ide o nasledujúce vyhlásenie po spomínanom vyhlásení z dátumu 14.6.2018, kedy sa ECB podarilo prekvapiť trhy. Práve výraznejšie zmeny z predchádzajúceho mesiaca boli dôvodom toho, že trhy nič významné neočakávali. Analytici predpokladali, že ECB v rámci svojej monetárnej politiky nespraví žiadnu zmenu a bude sa držať svojho vyhlásenia, ktoré bolo odprezentované už v júni. ECB podľa odhadov nevyhlásila žiadnu novú informáciu, takže trhy ničím neprekvapila a ako vidíme na Obr. 6, tak kvôli tomu ani nespôsobila zmenu vo výnosoch jednoročného OIS.



Obr. 6: Reakcia 1-ročného OIS v čase okolo vyhlásenia ECB z 26. júla 2018

4 Prehľad existujúcej literatúry a empirické výsledky

Relatívne krátka história používania nekonvenčných nástrojov je dôvodom existencie veľkého množstva otázok ohľadom ich skutočného vplyvu na ekonomiku, ktorých zodpovedanie je obsahom ekonomického výskumu. Najväčšia časť výskumu v tejto oblasti je však zameraná na Spojené štáty americké, odkiaľ pochádzajú aj prelomové štúdie. Dôvodom je, že FED začal s používaním nekonvenčných nástrojov o niečo skôr ako ECB a eurozónou sa preto zaoberá výrazne menej prác. Empirická literatúra sa medzi sebou výrazne líši v prístupoch a dátach, ktoré používa. Medzi dve základné metodológie zaraďujeme takzvané event studies a vektorové autoregresné modely (VAR).

Event studies sa zvyčajne zameriavajú na okamžitý efekt, ktorý spôsobí vyhlásenie centrálnej banky na očakávania na finančných trhoch, čiže pracujú so šokmi monetárnej politiky. Z tohto dôvodu si vyžadujú dáta s vysokou frekvenciou (denné, prípadne hodinové či minútové), čo obmedzuje voľbu premenných prevažne na premenné z finančných trhov ako sú úrokové miery, výnosové krivky alebo ceny aktív. Priekopníkmi tohto prístupu boli [Kuttner \(2001\)](#), [Cochrane & Piazzesi \(2002\)](#) a [Gurkaynak et al. \(2005\)](#), ktorí použili na identifikáciu šokov monetárnej politiky dáta s vysokou frekvenciou v úzkom časovom okne okolo vyhlásenia FED. Na túto prácu ďalej nadviazali [Campbell et al. \(2012\)](#) a [Swanson \(2017\)](#). Všetky tieto práce sú zamerané výhradne na Spojené štáty americké. V rámci eurozóny si podobný prístup zvolili štúdie ako [Andrade & Ferroni \(2016\)](#) a [Barrera et al. \(2017\)](#) a rozhodli sme sa ho použiť aj v našej práci. Najdôležitejšou výhodou tejto metódy je jej schopnosť správne identifikovať šok monetárnej politiky a s ním súvisiace výsledné reakcie trhov, inak povedané dokážeme vyfiltrovať reakcie trhov, ktoré s vyhlásením ECB nesúvisia. Ďalšou výhodou je jasná interpretácia tohto prístupu a zároveň priamočiarosť rozlíšenia medzi jednotlivými nástrojmi monetárnej politiky.

Naopak autori ako [D'Amico & King \(2015\)](#) a [Bundick & Smith \(2016\)](#) vo svojich prácach využívajú VAR modely, ktoré sa používajú na odhad vplyvu vyhlásení na premenné s nižšou frekvenciou ako sú inflácia alebo produkcia, ktoré sú kľúčové pre centrálnu banku. Ich výhodou je, že dokážu odhadnúť vplyv nástrojov monetárnej politiky úmerne k ich rozsahu, pretože umožňujú zobrať do úvahy aj veľkosť súvahy centrálnej banky alebo samotných opatrení monetárnej politiky. Zároveň umožňujú autorom tento

vplyv odhadnúť priamo, bez toho aby museli uvažovať šoky monetárnej politiky, no ich použitie nevylučujú. Významnou nevýhodou však je náročnosť ich použitia, ktoré si vyžaduje predchádzajúcu identifikáciu pozorovaných vzťahov nekonvenčnej monetárnej politiky, čo je výrazne obmedzené ich krátkou históriou. Kvôli nízkej frekvencii dát je tiež veľkým problémom vylúčiť vplyv ostatných udalostí na ekonomiku.

Existujú tiež výskumy ako [Gertler & Karadi \(2015\)](#), v ktorých bola použitá kombinácia týchto dvoch prístupov.

Dôležitou vecou, ktorá odlišuje jednotlivé štúdie, je ich zameranie na konkrétne nástroje monetárnej politiky. Jednou z možností je výber len jedného nástroja ako v prípade [Andrade & Ferroni \(2016\)](#) a [Campbell et al. \(2012\)](#), ktorí skúmali iba forward guidance. Naopak v práci [Andrade et al. \(2016\)](#) sa zamerali čisto na vplyv kvantitatívneho uvoľňovania na inflačné očakávania a jeho vplyv na úrokové miery zas skúmali v prácach [Krishnamurthy & Vissing-Jorgensen \(2011\)](#) alebo [Haldane et al. \(2016\)](#). Ďalším prístupom v štúdiách ako je [Hanson & Stein \(2015\)](#) a [Nakamura & Steinsson \(2018\)](#) je nerozlišovanie medzi jednotlivými nástrojmi, kedy autori skúmajú vplyv nástrojov monetárnej politiky FED bez ohľadu na ich typ. Posledným prístupom používaným v literatúre je zameranie sa na viac nástrojov súčasne, kedy je potrebné oddeliť jednotlivé typy nástrojov monetárnej politiky podľa zvoleného pravidla. Napríklad v práci [Barrera et al. \(2017\)](#) určili autori príslušnosť jednotlivých stretnutí ECB k určitému nástroju monetárnej politiky podľa obsahu a formulácie konkrétnych vyhlásení.

Práce ďalej rozdeľuje spôsob voľby konkrétnych dát a ich frekvencie. Základom je voľba závislej premennej, inak povedané musíme určiť na akej premennej chceme merať výsledný vplyv nástrojov centrálnej banky. Veľké množstvo prác ako [Gurkaynak et al. \(2005\)](#) a [Swanson \(2017\)](#) sa zameriava na vplyv na úrokové sadzby, ktoré sú najčastejšou voľbou závislej premennej. Prípadne štúdie ako [Nakamura & Steinsson \(2018\)](#) pridávajú k úrokovým sadzbám aj vplyv nástrojov na ekonomický rast. My sme sa podobne ako [Andrade & Ferroni \(2016\)](#) rozhodli pozrieť na vplyv nástrojov monetárnej politiky na inflačné očakávania, ktorými sa zaoberá menšia časť literatúry.

Existuje viacero možných spôsobov merania inflačných očakávaní. [Campbell et al. \(2012\)](#) si zvolili prieskumové dáta s nízkou frekvenciou (štvrtročné Blue Chip forecast). Častejšie používaným prístupom je voľba vysoko-frekvenčných dát, kedy sa môžu po-

užiť pre eurozónu napríklad swapy naviazané na infláciu (inflation linked swaps, ILS) s rôznymi maturitami ako zvolili [Barrera et al. \(2017\)](#) a [Andrade & Ferroni \(2016\)](#), ktorí uvádzajú aj použitie dlhopisov naviazaných na pohyb inflácie ako alternatívu. V prípade analýzy na amerických dátach je častou voľbou na následné získanie breakeven inflácie použitie TIPS (Treasury Inflation Protected Securities) ako v prácach [Nakamura & Steinsson \(2018\)](#) a [Hanson & Stein \(2015\)](#), ktorí v oboch prípadoch uvádzajú ako alternatívu aj spomínané inflačné swapy.

Meranie šoku monetárnej politiky ponúka rovnako niekoľko alternatív. Jednou je voľba viacerých ukazovateľov budúceho vývoja kľúčovej sadzby, ktorý očakávajú trhy a následné aplikovanie faktorovej analýzy na ich redukciu do niekoľkých faktorov ⁵. Väčšina prác ako [Campbell et al. \(2012\)](#) a [Andrade & Ferroni \(2016\)](#) s takýmto prístupom používa dva faktory, takzvaný target faktor, ktorý ovplyvňuje len aktuálne miery a path faktor, ovplyvňujúci len budúce miery, ktoré reflektujú forward guidance. Pre Spojené štáty americké je častou voľbou dát do faktorovej analýzy kombinácia federal funds futures s rôznymi maturitami, eurodollar futures s rôznymi maturitami a amerických vládnych výnosov (Treasury yield), ako si zvolili napríklad [Swanson \(2017\)](#) alebo [Gurkaynak et al. \(2005\)](#), ktorí pridali medzi svoje ukazovatele aj ceny akcií. V eurozóne tento prístup použili iba [Andrade & Ferroni \(2016\)](#), ktorí faktory určili na základe úrokových swapov (Overnight index swap, OIS) s 8 rôznymi maturitami od jedného mesiaca až po 2 roky. Druhým spôsobom je si zvoliť iba jeden výnos ako napríklad [Hanson & Stein \(2015\)](#), ktorí pre Spojené štáty americké používajú dvojročný nominálny výnos amerických vládnych dlhopisov a ako alternatívy tiež uvádzajú použitie jednoročnej maturity alebo federal funds futures, ktoré vedú k podobným výsledkom. [Barrera et al. \(2017\)](#) zas zvolili v prípade eurozóny dvojročný nominálny výnos ECB.

Časové okno okolo vyhlásenia centrálnej banky musí byť podľa [Gagnon et al. \(2010\)](#) dostatočne veľké na zachytenie úplného účinku oznámenia a zároveň dostatočne malé na elimináciu vplyvu iných nových informácií v ekonomike. [Hanson & Stein \(2015\)](#) používajú dvojdnové okno okolo vyhlásenia FED a ako alternatívu použili aj jednodňové okno, pričom ale naznačovali významné rozdiely vo výsledkoch. Jednodňové okno

⁵Niektoré štúdie používajú ako alternatívu metódu hlavných komponentov (Principal component analysis, PCA). PCA vytvára linerárnu kombináciu premenných, na rozdiel od faktorovej analýzy, ktorá odhaduje latentnú premennú ovplyvňujúcu skúmané premenné.

používajú aj autori [Barrera et al. \(2017\)](#) a [Campbell et al. \(2012\)](#). Podobne aj [Gurkaynak et al. \(2005\)](#) považujú dáta na dennej báze za postačujúce a nezaznamenávajú výrazné zhoršenie výsledkov analýzy na denných dátach v porovnaní s analýzou na minútových dátach, pri ktorej si zvolili úzke okno začínajúce 10 minút pred a končiace 20 minút po vyhlásení FED a širšie okno začínajúce 15 minút pred a končiace 45 minút po vyhlásení. [Nakamura & Steinsson \(2018\)](#) na druhej strane nepovažujú denné dáta za vhodné a postačujúce na elimináciu všetkých vedľajších vplyvov na ekonomiku Spojených štátov amerických. Dôvodom je, že na začiatku nimi zvoleného časového obdobia 1995-2012 sa zvykli v ten istý deň konať nie len vyhlásenia FED, ale aj vyhlásenia ohľadom vývoja ekonomiky a nezamestnanosti. Ich vplyv sa nedá pri použití denných dát úplne odizolovať, preto na svoju analýzu používajú 30-minútové okno okolo vyhlásenia FED.

Časový horizont, na ktorý sa jednotliví autori zameriavajú, sa veľmi líši. Jeho začiatok je najčastejšie podmienený historickou dostupnosťou zvolených dát. Zároveň môžeme vo viacerých prácach vidieť vylúčenie niektorých konkrétnych dátumov, ktoré sa správali ako outliers. Najčastejšie ide o september 2001 v Spojených štátoch amerických.

Niektorí autori sa v rámci svojich prác rozhodli použitý časový horizont ešte rozdeliť na viac častí za účelom otestovania hypotézy zmeny vplyvu nástrojov monetárnej politiky v čase. Prirodzenou voľbou deliaceho bodu je rok 2009, ktorým štúdie ako [Swanson \(2017\)](#) a [Barrera et al. \(2017\)](#) oddelili obdobie pred krízou a po kríze. Ďalšou možnosťou v rámci eurozóny je rozdelenie horizontu rokom 2011, ktorý oddeľuje funkčné obdobie dvoch prezidentov ECB: Jean-Claude Trichet a Mario Draghi. [Andrade & Ferroni \(2016\)](#) sa zas pokúšajú nájsť takýto deliaci bod pomocou štatistických metód.

Výsledky, ktoré poskytujú konkrétne práce sú veľmi rôznorodé a niekedy aj protichodné, čo je spôsobené práve rôznymi použitými spôsobmi analýzy a náročnosťou identifikovať a izolovať pozorované javy od zvyšku udalostí. Pre nás relevantné výsledky poskytujú len práce zamerané na inflačné očakávania. [Andrade & Ferroni \(2016\)](#) uvádzajú, že stimul v podobe zníženia faktora forward guidance o 1% zvýšil inflačné očakávania v eurozóne o 0,6% pre skrátené časové obdobie 2011 - 2016, čo je relatívne veľký

efekt. Analogické výsledky ponúkli [Barrera et al. \(2017\)](#), ktorým vyšlo, že stimul v podobe zníženia ukazovateľa monetárnej politiky o 1% zvýšilo 5-ročné inflačné očakávania v eurozóne o 0,33% v prípade forward guidance a o 0,79% v prípade kvantitatívneho uvoľňovania. Podobné výsledky avšak pre Spojené štáty americké dostávajú [Nakamura & Steinsson \(2018\)](#), ktorí uvádzajú, že takéto zníženie ukazovateľa monetárnej politiky bez oddelenia jednotlivých nástrojov zvýšilo inflačné očakávania o 0,21% na 5-ročnom horizonte. Všetky z týchto výsledkov zodpovedajú klasickej makroekonomickej teórii a zároveň identifikujú Odyssean forward guidance. Na druhej strane autori [Hanson & Stein \(2015\)](#) a [Campbell et al. \(2012\)](#) našli pre Spojené štáty americké opačný efekt, ktorý naznačuje, že na trhoch prevládla Delphic interpretácia vyhlásení. [Hanson & Stein \(2015\)](#) uvádza, že stimul v podobe zníženia ukazovateľa monetárnej politiky o 1% znížil inflačné očakávania na 5-ročnom horizonte o 0,19% bez rozlišovania jednotlivých nástrojov. [Campbell et al. \(2012\)](#) podobne dostali, že takýto stimul v prípade forward guidance viedol k zníženiu inflačných očakávaní o trištvrte roka o 0,23%. Tento výsledok pre druhé skúmané časové obdobie 2007 - 2011 však nie je signifikantný. V prípade prvého skúmaného časového obdobia 1994 - 2007 uvádza signifikantné zvýšenie inflačných očakávaní pomocou forward guidance o 0,19%.

4.1 Naša motivácia a náš príspevok do témy

Rozhodli sme sa nasledovať tú časť literatúry, ktorá používa prístup identifikácie šokov monetárnej politiky v rámci event study. Naším cieľom je zvoliť si originálnu metodológiu a kombináciu premenných a vďaka tomu poskytnúť relevantné výsledky. Zameriame sa na analýzu eurozóny a pracovať budeme s vysoko frekvenčnými dátami, keďže sú pre naše účely presnejšie. Takýto prístup používajú práce [Andrade & Ferroni \(2016\)](#) a [Barrera et al. \(2017\)](#), pričom od obidvoch sa táto práca odlišuje zmenou v identifikácii šokov monetárnej politiky a použitých dátach. Zároveň máme k dispozícii dáta až po začiatok roku 2020, čím dokážeme rozšíriť analýzu aj o aktuálne obdobie, ktoré v podobných výskumoch nebolo zahrnuté. Prínosom práce je tiež príspevok do diskusie ohľadom zmeny vplyvu monetárnej politiky v čase, kde budeme analyzovať viacero období. Ako prví aplikujeme zvolenú metodológiu aj na dáta o slovenskej ekonomike, v rámci čoho identifikujeme vplyv opatrení ECB na výnosy slovenských dlhopisov.

5 Dáta a metodológia

Pri voľbe dát sme sa zamerali hlavne na to, aby boli dosť známe a obchodované na trhoch, vďaka čomu sú dosť likvidné, čo zaručuje, že dokážu dostatočne dobre zachytiť dianie v ekonomike a na ich priebehu sa odrážajú reakcie trhov na významné udalosti. To znamená tiež, že informácia, ktorú nám poskytnú, je hodnotnejšia a presnejšia. V tejto kapitole uvedieme konkrétne dáta, s ktorými budeme pracovať a bližšie zdôvodníme vhodnosť ich výberu. Pri definovaní jednotlivých produktov trhu budeme čerpať predovšetkým z *Investopedia* (2020) a všetky trhové dáta pochádzajú z finančného softvéru Bloomberg. Ďalej objasníme teoretický základ použitej metodológie.

5.1 Šok monetárnej politiky

Šok monetárnej politiky sa na trhu prejavuje ako zmena v očakávaných úrokových mierach a existuje veľa možností, ktorými dokážeme zaznamenať jeho veľkosť v čase vyhlásenia Európskej centrálnej banky. Na jeho identifikáciu budeme používať kombináciu viacerých trhových premenných s rôznymi maturitami.

V rámci literatúry je najčastejšou voľbou práca s Federal Funds Futures, ktoré ale obmedzujú analýzu na Spojené štáty americké. Ako ich náhradu by sme v rámci eurozóny mohli zvažovať EURIBOR futures, ktoré sú však málo likvidné a preto by takáto voľba nebola vhodná. *Lloyd (2018)* vo svojej práci ukázal, že dobrú alternatívu ponúkajú jednoduchové úrokové swapy (Overnight index swap, OIS), ktoré sú dostupné pre rôzne meny vrátane eura.

Overnight index swap je druh úrokového swapu, pri ktorom sa dve strany dohodnú, že si na konci doby splatnosti vymenia fixnú úrokovú sadzbu a pohyblivú úrokovú sadzbu z vopred dohodnutého peňažného základu, ktorý sa nevymieňa. Takáto výmena značí, že strana platiaca pohyblivú sadzbu zo svojho peňažného základu si myslí, že táto sadzba bude rásť a preto má záujem platiť radšej fixný úrok. Naopak strana s fixnou úrokovou mierou očakáva, že pohyblivá sadzba bude klesať a preto ju považuje za výhodnejšiu. Pohyblivá sadzba je v prípade eurozóny naviazaná na sadzbu EONIA (Euro overnight index average), ktorá vyjadruje vážený priemer úrokových mier nezabezpečených jednoduchových medzibankových úverov. OIS sú obľúbeným produktom

medzi finančnými inštitúciami a používajú sa napríklad na zabezpečenie krátkodobého úrokového rizika. Okrem toho predstavujú indikátor zdravia úverových trhov sledovaný ekonómami a analytikmi.

OIS sa obchoduje pre veľké množstvo maturít a ich popularita sa výrazne zvýšila v čase finančnej krízy. Aktuálne je trh s jednoduchými úverovými swapmi pomerne veľký, čo zaručuje, že sú dostatočne likvidné. Vhodnosť výberu OIS kontraktov s maturitou od 1 do 24 mesiacov na odmeranie trhových očakávaní ohľadom budúcich úrokových mier je potvrdená aj v práci [Lloyd \(2018\)](#), ktorá zároveň ukázala, že v prípade týchto krátkych maturít nie sú OIS v priemere významne ovplyvnené rizikovými prirážkami. To je z časti spôsobené tým, že nedochádza k žiadnej výmene istiny, čo minimalizuje riziko protistrany (counterparty risk). OIS nezahŕňajú žiadne počiatočné peňažné toky, čo znižuje riziko likvidity (liquidity risk) a zároveň je veľa OIS kontraktov zabezpečených kolaterálom, vďaka čomu sa aj kreditné riziko (credit risk) minimalizuje.

Druhou trhovou premennou, ktorú zahrnieme do našej analýzy, je zmena v nominálnych výnosoch ECB. Výnos ECB je syntetický index zostavený z výnosov vysoko kvalitných AAA vládnych dlhopisov, čo sú dlhopisy s najvyšším dosiahnuteľným ratingom, ktorý zaručuje ich vysokú kredibilitu. Nominálne ECB výnosy sú rovnako dostupné v širokej škále maturít, pričom my sa zameriame na strednodobé a dlhodobější maturity od jedného do desiatich rokov.

Použitie samotných nominálnych výnosov ECB alebo len výnosov niektorej z krajín eurozóny bez OIS kontraktov by nemuselo veľmi dobre zachytiť reakcie trhov, keďže výnosy dlhopisov obsahujú aj pri krátkych maturitách dodatočné informácie a prirážky a preto samotné nie sú dostatočne čistým ukazovateľom. Ich kombinácia však poskytuje dobrý nástroj na sledovanie očakávaní ohľadom úrokových mier v ekonomike nie len pre kratšie časové horizonty pomocou OIS, ale aj pre dlhé časové horizonty, čo podporili aj výsledky z práce [Lloyd \(2018\)](#). Z toho dôvodu takto dokážeme oddelene sledovať vplyv zmeny úrokových mier, ktorá sa prejaví okamžite, forward guidance, ktoré sa prejaví na krátkodobých až strednodobých maturitách a aj kvantitatívneho uvoľňovania, ktoré má najväčší vplyv na strednodobé a dlhodobé maturity.

5.2 Inflačné očakávania

Na meranie inflačných očakávaní sme sa rozhodli primárne zvoliť swapy naviazané na infláciu (ILS), ktoré fungujú na rovnakom princípe ako OIS. Predstavujú dohodu dvoch strán o výmene fixnej percentuálnej sadzby a pohyblivej sadzby naviazanej na hodnotu inflácie. Obidve zúčastnené strany, v prípade najbežnejšieho bezkupónového swapu, platia svoju sadzbu na konci doby splatnosti a z vopred dohodnutej istiny, ktorá samotná sa ale nevymieňa. Používajú sa za účelom presunu inflačného rizika z jedného účastníka trhu na druhého a v snahe o využitie výhod fluktuácie cien.

Hlavným dôvodom tohto výberu je, že ILS poskytujú priamu a pomerne presnú informáciu o tom, aký vývoj inflácie očakávajú agenti trhu, keďže obidve strany dospejú k dohode na základe ich názorov na to, aká bude pravdepodobne miera inflácie v danom období. Trh s inflačnými swapmi sa v eurozóne výrazne rozrástol, vďaka čomu sú tiež dostatočne likvidné a odolné voči sezónnosti. Ďalšou výhodou je ich dostupnosť pre veľkú škálu maturít od jedného roku až po 50 rokov. S týmto je spojená možnosť oddelene sledovať zmenu krátkodobých, strednodobých a dlhodobých inflačných očakávaní v eurozóne. Pre naše účely budeme používať maturity od jedného roku do 30 rokov.

Ako alternatívu sme si zvolili inflačný forward swap 5y5y, ktorý meria očakávanú mieru inflácie podobne ako klasický inflačný swap, s tým rozdielom, že sa pozerá na časový interval piatich rokov, ktorý sa začína až o päť rokov od teraz. Takáto premenná je v rámci literatúry menej používaná, no je to hlavný ukazovateľ inflačných očakávaní, s ktorým pracuje Európska centrálna banka. Vďaka tomu je tento inštrument dostatočne populárny a likvidný, je však dostupný len v jednej maturite, ktorá ale zodpovedá pre nás najdôležitejším strednodobým inflačným očakávaniam.

5.3 Kontrolné premenné

Kontrolné premenné sú v našom prípade ľubovoľné faktory, ktoré priamo nesúvisia s nástrojmi monetárnej politiky centrálnej banky a aj napriek tomu by sme mohli namerať ich vplyv na infláciu. Aby sme odstránili takéto nechcené vplyvy, tak premenné, ktoré by ich mohli spôsobovať, zohľadníme v použitom modeli.

Cena ropy je považovaná za premennú, ktorá dokáže ovplyvňovať trhy a infláciu, pretože ropa významne vstupuje do hospodárstva a výrobných procesov, kde slúži ako

palivo a častokrát aj ako materiál. Popri tom tiež vstupuje do prepravných nákladov. Ak sa teda zvýšia vstupné náklady, tak môžeme očakávať aj nárast cien konečných produktov. Keďže ani pri použití dát s vysokou frekvenciou nedokážeme úplne odizolovať vplyv fluktuácií na trhu s ropou, ktorá sa obchoduje súbežne s ostatnými premennými, tak sme sa rozhodli overiť aj potrebu očistiť výsledky o zmeny v cene ropy.

5.4 Slovenské dáta

Jednou z pridaných hodnôt našej práce je použitie slovenských dát a pohľad na to, ako zmeny monetárnej politiky ECB vplývajú priamo na slovenskú ekonomiku. Dôležitou modifikáciou však je, že v prípade analýzy slovenskej ekonomiky nebudeme sledovať vplyv monetárnej politiky na inflačné očakávania, ale na úrokové miery. Dôvodom je problém s dostupnosťou slovenských inflačných očakávaní, ktoré existujú len vo forme prieskumových dát s nízkou frekvenciou, čo je pre naše účely nepostačujúce.

Úrokové miery v slovenskej ekonomike získame ako zmenu vo výnosoch slovenských dlhopisov. Používať budeme slovenskú zero-kupónovú výnosovú krivku štátnych dlhopisov. Ide o špeciálny typ výnosovej krivky, ktorá zobrazuje úrokové sadzby dlhopisov s nulovým kupónom na rôzne splatnosti. Považuje sa za jeden z najdôležitejších ukazovateľov očakávaní finančných trhov pretože obsahuje informácie o predpokladnom vývoji menovej politiky a tiež o rizikových prirážkach. Zero-kupónové výnosové krivky sledujú investori nie len pri obchodovaní s vládnymi dlhopismi, ale aj ako indikátor budúceho vývoja úrokových sadzieb. Odhad výnosovej krivky pre Slovensko, s ktorým budeme pracovať, je vypracovaný v práci [Ódor & Povala \(2015\)](#) a dostupný pre splatnosti od 1 roka do 15 rokov. Trh so slovenskými dlhopismi je však pomerne malý a preto kvôli jeho nízkej likvidite môžu byť dostupné dáta menej kvalitné. Napriek tomu však ide o najvhodnejšie dáta na účel sledovania zmien v úrokových mierach pre Slovensko. ([NBS \(2020\)](#))

5.5 Časové obdobie a frekvencia dát

Kvôli obmedzenej dostupnosti dát do histórie sme sa rozhodli používať dáta s dennou frekvenciou, ktoré máme k dispozícii pre všetky premenné na časové obdobie od začiatku augusta roku 2005 až po najaktuálnejšie dáta do polovice februára roku 2020.

Údaje ku všetkým trhovým premenným máme vo forme poslednej zobchodovanej ceny na burze (last price).

5.6 Identifikácia vyhlásení a voľba časového okna

Voľbou denných dát sa nám obmedzila možnosť výberu veľkosti časového okna na najmenej jednodňovú zmenu okolo času vyhlásenia. Z dôvodu čo najväčšej presnosti sme sa rozhodli použiť práve toto najkratšie možné, jednodňové časové okno, ktoré označili za postačujúce aj viacerí autori ako napríklad [Gurkaynak et al. \(2005\)](#), ktorí ho porovnávali s užšími časovými oknami.

Za účelom analýzy sme sa zamerali len na dni, kedy sa konali jednotlivé vyhlásenia, keďže ostatné dni nám nedokážu poskytnúť žiadnu potrebnú informáciu. Za sledované časové obdobie sa konalo 155 plánovaných vyhlásení Európskej centrálnej banky. Všetky pre nás dôležité informácie ohľadom kvantitatívneho uvoľňovania týkajúce sa oznámenia, zverejňovania významných detailov a zmeny parametrov programu boli poskytnuté počas plánovaných vyhlásení. Pridať sme sa ale rozhodli dátum dôležitého vyjadrenia, kedy prezident ECB Mario Draghi prisľúbil, že ECB spraví všetko čo sa dá pre to, aby zachránila euro. Toto známe "whatever it takes" vyhlásenie sa uskutočnilo 26. 7. 2012, kedy nebolo plánované vyhlásenie monetárnej politiky a je považované za jedno z najvýznamnejších vyhlásení počas nami sledovaného obdobia. ([ECB \(2019\)](#))

V dátach sa zároveň nachádzajú dva dátumy vyhlásení, pri ktorých vznikol problém s údajmi. Prvým prípadom je vyhlásenie zo dňa 8. 10. 2008, ktoré obsahuje chybné údaje. Druhý prípad je vyhlásenie z 2. 5. 2013, pre ktoré chýbajú údaje z predchádzajúceho dňa potrebné na výpočet zvolenej jednodňovej diferencie. V oboch prípadoch je problém len s dátami výnosov dlhopisov ECB. Keďže majú tieto dátumy pre zvyšné premenné údaje v poriadku a nechceme stratiť informáciu, ktorú poskytujú, tak sme sa rozhodli dáta neodstrániť. Ich používanie ale vyžaduje opravu nesprávnych údajov. To zabezpečíme nahradením jednodňovej diferencie dvojdnovou a následným použitím lineárnej interpolácie na získanie nových hodnôt. Takto vypočítame odhady pre jednodňové diferencie, ktoré nahradia chybné dáta.

Keďže jednotlivé dáta sú vo forme poslednej zobchodovanej ceny na burze, tak údaj z konca dňa vyhlásenia už zachytáva reakciu trhov na jeho obsah. Na získanie jedno-

dňovej zmeny preto používame tento údaj z dňa vyhlásenia t a údaj z jedného dňa pred vyhlásením $t - 1$, ktorý je zas posledným údajom, ktorý nie je ovplyvnený zverejnenými informáciami. Ďalej teda pracujeme so 156 diferenciami a meniacim sa počtom premenných v závislosti od konkrétneho účelu.

5.7 Faktorová analýza

Faktorová analýza patrí medzi štatistické metódy používané na redukciu dimenzie dát pomocou analýzy skrytých vzťahov medzi premennými a to hlavne v situácii, kedy je potrebné jej výsledky použiť na následnú ďalšiu analýzu alebo výpočty. Matematické pozadie faktorovej analýzy budeme čerpať zo zdrojov [Harman \(2020\)](#) a [DiStefano et al. \(2009\)](#).

Predpokladom pre vykonanie faktorovej analýzy je, že máme náhodný vektor p pozorovaných premenných $\mathbb{X} = (X_1, X_2, \dots, X_p)^T$. Každá z premenných $X_1, X_2, \dots, X_p$ obsahuje n pozorovaní, pričom v našom prípade považujeme za pozorovania jednotlivé vyhlásenia ECB a za premenné trhové produkty ako OIS alebo výnosy ECB. Cieľom faktorovej analýzy je čo najviac zredukovať počet premenných, no zároveň pri tom nestratiť veľa informácie. Potrebujeme teda menším počtom nových premenných vysvetliť čo najväčší podiel celkovej variancie pôvodných dát. Pozorované premenné preto chceme popísať pomocou náhodného vektora $\mathbb{F} = (F_1, F_2, \dots, F_m)^T$, takzvaných skrytých alebo latentných premenných, či faktorov, pričom m zodpovedá zvolenému počtu faktorov. Rovnako každý z m faktorov v sebe obsahuje realizácie n pozorovaní a platí, že m je výrazne menšie ako p . Základom faktorovej analýzy je nasledujúci štatistický model uvedený vo vektorovom tvare:

$$\mathbb{X} = \Lambda \mathbb{F} + \mathbb{U},$$

kde Λ je $p \times m$ matica faktorových nákladov a jej prvky $\lambda_{i,j}$ sú korelácie medzi pozorovanými premennými a skrytými faktormi. Náhodný vektor $\mathbb{U} = (U_1, U_2, \dots, U_p)^T$ s n realizáciami je takzvaný vektor špecifických faktorov, ktorý zodpovedá šumu alebo chybe v rámci tohto modelu a predstavuje neznámy parameter modelu. Faktorové náklady sa rovnako považujú za neznáme parametre modelu a podobne to platí aj pre skryté premenné $F_1, F_2, \dots, F_m$, ktoré sú považované za náhodné a teda ich nedokážeme priamo pozorovať. To je hlavným rozdielom faktorovej analýzy a viacrozmernej

lineárnej regresie, v ktorej sú vysvetľujúce premenné vopred známe. Ďalším rozdielom je, že pri faktorovej analýze sa môže líšiť variancia vektora chýb, čiže je umožnená heteroskedasticita, zatiaľ čo pri regresii najčastejšie vyžadujeme homoskedasticitu.

Prvým krokom faktorovej analýzy je nájsť vhodný odhad $\hat{\Lambda}$ neznámeho parametra Λ pre zvolený počet faktorov. V rámci štatistického softvéru R použijeme na vykonanie faktorovej analýzy zabudovanú funkciu `factanal()`.

5.7.1 Rotácia faktorov

Pomocou faktorovej analýzy vyjadríme X_i ako lineárnu kombináciu skrytých faktorov a chyby. Toto vyjadrenie však poskytuje veľké množstvo možných riešení. To je spôsobené práve prítomnosťou príliš veľa neznámych premenných vo faktorovej analýze, ktoré spôsobujú preparametrizovanosť faktorového modelu a to vedie k jeho nejednoznačnej identifikácii. Z toho dôvodu nie sme schopní rozlíšiť medzi modelmi

$$\mathbb{X} = \Lambda \mathbb{F} + \mathbb{U} \quad \text{a} \quad \mathbb{X} = (\Lambda V)(V^T \mathbb{F}) + \mathbb{U},$$

kde V je $m \times m$ rotačná matica. Z toho vyplýva, že faktorové náklady Λ s faktormi $\mathbb{F}$ rovnako dobre vysvetľujú pozorované dáta ako zrotované faktorové náklady ΛV s faktormi $V^T \mathbb{F}$. Ak z faktorovej analýzy dostaneme ako výstup odhad $\hat{\Lambda}$ matice Λ , tak vysvetľuje dáta rovnako dobre ako tento odhad po pre násobením rotačnou maticou $\hat{\Lambda}V$. Výber konkrétnej rotácie pre získaný odhad je podmienený čo najlepšou interpretovateľnosťou výsledkov, ktoré poskytuje.

Pôvodné riešenie bez rotácií má často za následok silnú koreláciu premennej s viacerými faktormi alebo naopak neexistenciu silnej korelácie premennej so žiadnym faktorom. Samotné rotácie faktorov sú založené na rotácii osí faktorov, ktorej hlavným cieľom je dosiahnutie jednoduchšej štruktúry odhadnutej matice nákladov $\hat{\Lambda}$. To zjednodušené znamená, že obsahuje čo najviac prvkov blízkyh 0, 1 a -1 , pretože hodnoty blízke -1 a 1 predstavujú veľkú koreláciu konkrétnej premennej s faktorom a naopak pri hodnote 0 nemá tento faktor na danú premennú vplyv. Takýto prístup väčšinou vedie k jednoduchšej interpretácii faktorov.

Rotačná matica V môže byť ortogonálna, ktorá zachováva ortogonalitu výsledných faktorov alebo šikmá, ktorá umožňuje koreláciu medzi faktormi, čo je vo veľa prípadoch žiadané. Medzi dve najčastejšie používané rotácie zaraďujeme šikmú rotáciu oblimin a

ortogonálnu rotáciu varimax. Pre naše účely potrebujeme, aby získané faktory neboli korelované, keďže vo všeobecnosti predpokladáme, že zmena jedného faktora nemôže ovplyvniť hodnoty tých ostatných.

Varimax rotácii zodpovedá ortogonálna matica V , ktorá maximalizuje hodnotu funkcie

$$f_v(V) = \frac{1}{m} \sum_{t=1}^m \left[\frac{1}{p} \sum_{j=1}^p \left((\hat{\Lambda}V)_{jt}^2 - \frac{1}{p} \sum_{k=1}^p (\hat{\Lambda}V)_{kt}^2 \right)^2 \right].$$

Použitie tejto rotácie je implementované priamo do funkcie `factanal()` v softvéri R v rámci parametra s názvom `rotation` a zadávanou hodnotou "varimax".

5.7.2 Faktorové skóre

V poslednom kroku faktorovej analýzy potrebujeme za účelom ďalšieho použitia získaných výsledkov vypočítať faktorové skóre. Faktorové skóre je odhad realizácie neznámych (latentných) faktorov. Podľa úvodného predpokladu pracujeme s náhodným vektorom p pozorovaných premenných $\mathbb{X} = (X_1, X_2, \dots, X_p)^T$, pričom každá z týchto premenných obsahuje n riadkov údajov, respektíve pozorovaní, kde n v našom prípade zodpovedá počtu sledovaných vyhlásení. Faktorové skóre nám poskytne pre každý z m faktorov $F_1, F_2, \dots, F_m$ odhad jeho hodnoty pre každý pozorovaný objekt, teda dátum vyhlásenia. Rovnako ako pri riešení faktorovej analýzy aj v tomto prípade platí, že faktorové skóre nie je určené jednoznačne a mení sa v závislosti od použitej rotácie. Na jeho výpočet budeme používať regresnú metódu, ktorá patrí k najpoužívanejším. Výsledné faktorové skóre sú pri jej použití štandardizované na strednú hodnotu 0 a jednotkovú varianciu. Jej nedostatkom však je, že takto získané odhady faktorového skóre sú vychýlené a korelované. Tieto nedostatky však vyvažuje fakt, že táto metóda poskytuje najväčšiu koreláciu faktorových skóre s faktormi zo všetkých metód.

Regresná metóda je rovnako implementovaná priamo do funkcie `factanal()` v softvéri R, kde v rámci parametra s názvom `scores` zadáme hodnotu "regression". Ďalšou možnosťou je použitie samostatnej funkcie `factor.scores()` so zvoleným parametrom metódy ako "Thurstone", ktorá umožňuje vložiť aj faktorové náklady zrotované vlastnou rotačnou maticou.

5.8 Lineárna regresia

Lineárna regresia je štatistický prístup používaný na modelovanie vzťahu medzi závislou premennou na ľavej strane rovnice a jednou alebo viacerými vysvetľujúcimi premennými na pravej strane rovnice. V práci [Freedman \(2009\)](#) je definovaná ako

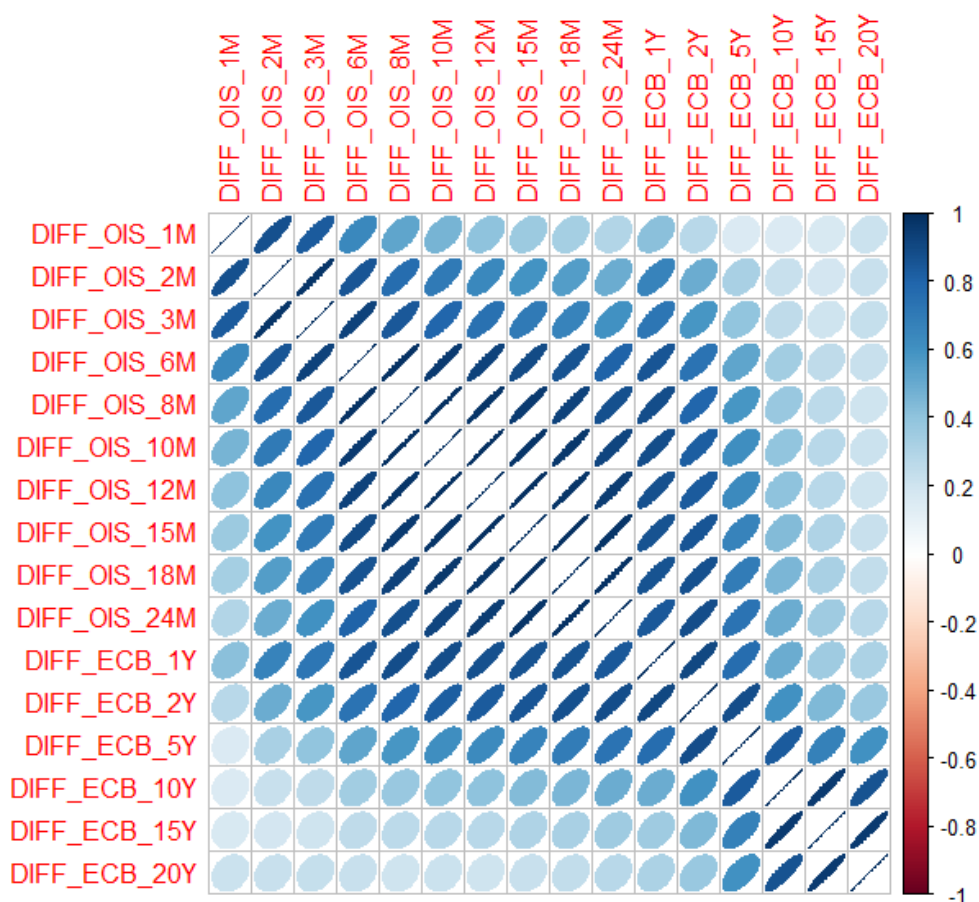
$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \epsilon,$$

kde vektor Y je závislá premenná, vektory $X_1, \dots, X_k$ predstavujú k vysvetľujúcich premenných, ϵ je neznámy vektor chyby a $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$ sú neznáme koeficienty. Cieľom lineárnej regresie je nájsť odhady $\hat{\beta}_0, \hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k$ neznámych parametrov $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_k$, pričom na hľadanie týchto parametrov používame metódu najmenších štvorcov. Každý zo získaných odhadov $\hat{\beta}_1, \dots, \hat{\beta}_k$ môžeme interpretovať ako percentuálnu zmenu závislej premennej, ak sa príslušná vysvetľujúca premenná zvýši o 1%. Odhad $\hat{\beta}_0$ sa nazýva priesečník (intercept) a má špeciálny význam. Hovorí, o koľko sa zmení závislá premenná, ak sú všetky vysvetľujúce premenné nulové.

Na vykonanie lineárnej regresie v softvéri R slúži zabudovaná funkcia `lm()`, z ktorej výstupu získame odhadnuté hodnoty neznámych parametrov aj s ich signifikanciou.

6 Faktorová analýza na dátach

Na Obr. 7 vidíme korelácie jednotlivých premenných používaných na identifikáciu šokov monetárnej politiky. Vzhľadom na ich relatívne vysoké hodnoty považujeme faktorovú analýzu za vhodnú metódu, keďže môžeme predpokladať prítomnosť vzájomných vzťahov medzi premennými. Vďaka tomu očakávame, že pomocou malého množstva skrytých faktorov dokážeme popísať veľkú časť variancie z našich dát.

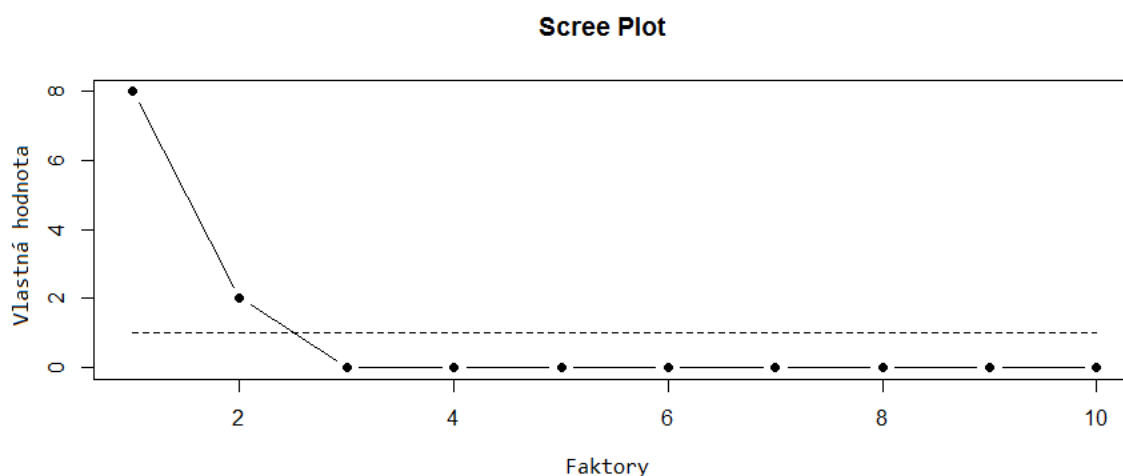


Obr. 7: Korelácie medzi používanými trhovými premennými

Začiatok našej analýzy bude tvoriť faktorová analýza založená len na jednoduchých úrokových swapoch. Použijeme diferencie premenných OIS s desiatimi rôznymi maturitami z krátkodobého a strednodobého horizontu, konkrétne 1, 2, 3, 6, 8, 10, 12, 15, 18 a 24 mesiacov. Na určenie vhodného počtu faktorov pre naše dáta použijeme scree plot.

Je to lineárny graf vlastných hodnôt faktorov, zobrazených od najväčšej po najmenšiu, pomocou ktorého dokážeme sledovať prítomnosť takzvaného ostrého lakťa, respektíve nejakého zlomu pri niektorom z faktorov. Ten značí, že zvyšovanie počtu faktorov už nebude výrazne zvyšovať podiel celkovej variancie vysvetlenej danými faktormi. Okrem toho dokážeme použitím scree plotu sledovať aj ďalšie kritérium na voľbu faktorov, podľa ktorého treba vybrať faktory s vlastnou hodnotou väčšou ako 1.

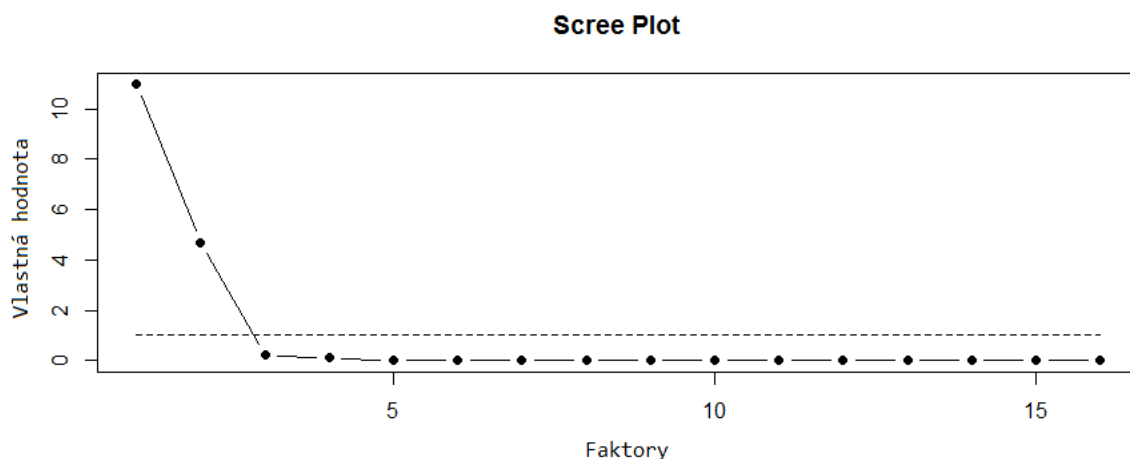
Z Obr. 8 môžeme síce vidieť zlom pri treťom faktore, ale tretí faktor už vysvetľuje len marginálne množstvo variancie. Zameriame sa preto na druhé kritérium na výber počtu faktorov a zoberieme prvé dva faktory, pretože majú vlastné hodnoty nad 1 a zároveň spolu pokrývajú až 95,1% celkovej variancie dát. Pri voľbe troch faktorov je pokrytých 97,7% variancie dát, takže zlepšenie výsledkov modelu po pridaní faktora nie je významné a zároveň vlastná hodnota prislúchajúca tretiemu faktoru je výrazne menšia ako 1. Z toho dôvodu sme sa rozhodli ďalej pracovať len s dvomi faktormi, ktoré považujeme aj na základe scree plotu za postačujúce.



Obr. 8: Scree plot v prípade desiatich zvolených premenných

Krátkodobý a strednodobý časový horizont do 24 mesiacov, ktorý pokrývajú OIS, neposkytuje dostatok informácií, aby sme na ňom dokázali zachytiť a analyzovať vplyv forward guidance a kvantitatívneho uvoľňovania oddelene. Preto k pôvodným dátam pridáme výnosy dlhopisov ECB s maturitami 1 rok, 2 roky, 5 rokov, 10 rokov, 15 rokov a 20 rokov. Pracovať teda budeme so 16 premennými, ktoré pokrývajú krátkodobý, strednodobý a aj dlhodobý horizont. Po vykreslení scree plot dostávame podobný vý-

sledok ako v prvom prípade, ale na tomto obrázku je výrazne viditeľnejší ostrý laket, ktorý naznačuje očakávanú potrebu voľby troch faktorov. Vlastná hodnota tretieho faktora síce nie je väčšia ako 1, ale je k tejto hodnote bližšie ako v prvom prípade. Použitie troch faktorov zároveň vysvetľuje až 91,7% celkovej variance a ponúka možnosť rozšírenia analýzy do väčších detailov.



Obr. 9: Scree plot v prípade šestnástich zvolených premenných

Práve pridanie premenných a novej informácie do faktorovej analýzy nám umožnilo pokúsiť sa identifikovať tri faktory miesto pôvodných dvoch a vďaka tomu očakávame možnosť rozlíšiť medzi nekonvenčnými nástrojmi monetárnej politiky.

Pre všetky používané premenné sme si zaviedli jednotné značenie vo forme OIS_iM , kde i je konkrétna maturita v mesiacoch pre jednoduché úrokové swapy a ECB_jY , kde j je konkrétna maturita v rokoch pre výnosy dlhopisov ECB. Ak sú dáta vo forme diferencie, tak pred tieto skratky premenných pridáme označenie DIFF.

6.1 Rotácia na dátach

Samotné použitie niektorej zo zabudovaných rotácií v našom prípade nemusí zaručovať, že výsledné faktory spĺnia všetky potrebné teoretické očakávania, aby sme v nich mohli identifikovať šoky monetárnej politiky spôsobené jednotlivými nástrojmi, tak ako je našim zámerom. Aby bola analýza čo najpresnejšia, tak sme sa rozhodli pridať do rotácie aj určité obmedzenia, ktoré by mali jednotlivé faktory spĺňať. Za týmto účelom

potrebujeme pre každý výsledok faktorovej analýzy vypočítať ďalšiu rotačnú maticu, keďže pomocou klasických rotácií nedokážeme dosiahnuť zavedenie reštrikcií.

V prvom prípade, kedy identifikujeme dva faktory dostávame bez použitia rotácie výsledky uvedené v tabuľke 2. Očakávame, že faktory z tabuľky 2 budú zodpovedať

Tabuľka 2: Faktorové náklady získané identifikáciou dvoch faktorov bez použitia rotácie

Premenná	Faktor 1	Faktor 2
DIFF–OIS1M	0,686	0,505
DIFF–OIS2M	0,621	0,739
DIFF–OIS3M	0,522	0,829
DIFF–OIS6M	0,232	0,970
DIFF–OIS8M	0,063	0,995
DIFF–OIS10M	-0,045	0,997
DIFF–OIS12M	-0,136	0,989
DIFF–OIS15M	-0,208	0,973
DIFF–OIS18M	-0,263	0,954
DIFF–OIS24M	-0,332	0,909

konvenčným a nekonvenčným nástrojom monetárnej politiky. Z toho dôvodu vyžadujeme aby faktor 2 prislúchajúci nekonvenčným nástrojom nebol korelovaný s premennou zodpovedajúcou aktuálnej úrokovej miere, teda s diferenciou OIS s najkratšou maturitou DIFF–OIS1M. To znamená, že potrebujeme faktory zrotovať tak, aby sme zároveň s vhodnou interpretáciou dosiahli aj splnenie očakávanej podmienky, že nekonvenčné nástroje vôbec neovplyvňujú aktuálne úrokové miery a teda majú vplyv výlučne na očakávané sadzby v budúcich časových horizontoch. Zároveň očakávame, že faktor 1 prislúchajúci konvenčným nástrojom monetárnej politiky zostane s diferenciou pre OIS1M významne korelovaný a teda reaguje práve na rozhodnutia o súčasných úrokových mierach.

Na zavedenie tejto reštrikcie potrebujeme vypočítať vhodnú 2×2 rotačnú maticu

$$V = \begin{bmatrix} \alpha_1 & \beta_1 \\ \alpha_2 & \beta_2 \end{bmatrix}.$$

Jej jednotlivé prvky vypočítame podľa práce [Gurkaynak et al. \(2005\)](#) pomocou nasledujúcich štyroch rovníc o štyroch neznámých, ktoré prislúchajú štyrom podmienkam na túto maticu.

$$\sqrt{\alpha_1^2 + \alpha_2^2} = 1, \quad (1)$$

$$\sqrt{\beta_1^2 + \beta_2^2} = 1, \quad (2)$$

$$\alpha_1\beta_1 + \alpha_2\beta_2 = 0, \quad (3)$$

$$\hat{\lambda}_{1,2}\alpha_1 - \hat{\lambda}_{1,1}\alpha_2 = 0, \quad (4)$$

kde $\hat{\lambda}_{1,1}$ a $\hat{\lambda}_{1,2}$ sú odhadnuté faktorové náklady prvej premennej pre obidva faktory. Prvé tri rovnice kontrolujú technické predpoklady, ktoré musí ortogonálna rotačná matica spĺňať. Rovnice (1) a (2) zaručujú jednotkovú dĺžku stĺpcov matice V a rovnica (3) spôsobí, že zrotované faktory si zachovajú svoju ortogonalitu. Pre nás najdôležitejšia je rovnica (4), ktorá práve zaručuje splnenie vyžadovaného obmedzenia a spôsobí nulovú koreláciu druhého faktora s aktuálnymi úrokovými mierami, takže vynuluje faktorové náklady $\hat{\lambda}_{1,2}$.

Za $\hat{\lambda}_{1,1} = 0,686$ a $\hat{\lambda}_{1,2} = 0,505$ sme dosadili číselné hodnoty odhadov získaných zo softvéru R a po numerických úpravách sme vypočítali prvky matice V . Riešenie sústavy štyroch rovníc nám vďaka dvom kvadratickým rovniciam poskytuje štyri správne riešenia.

$$V_1 = \begin{bmatrix} 0,805 & 0,593 \\ 0,593 & -0,805 \end{bmatrix}, \quad V_2 = \begin{bmatrix} -0,805 & -0,593 \\ -0,593 & 0,805 \end{bmatrix},$$

$$V_3 = \begin{bmatrix} 0,805 & -0,593 \\ 0,593 & 0,805 \end{bmatrix}, \quad V_4 = \begin{bmatrix} -0,805 & 0,593 \\ -0,593 & -0,805 \end{bmatrix}.$$

Zo štyroch rotačných matíc vyberieme tú, ktorá vedie k najlepšie interpretovateľným výsledkom. Po prenasobení odhadnutej nezrotovej matice faktorových nákladov $\hat{\Lambda}$ vypočítanou maticou V_3 dostávame výsledné odhady zobrazené v tabuľke 3.

Tabuľka 3: Faktorové náklady získané identifikáciou dvoch faktorov s použitím vypočítanej rotačnej matice

Premenná	Faktor 1	Faktor 2
	Konvenčný	Nekonvenčný
DIFF–OIS1M	0,852	0,000
DIFF–OIS2M	0,939	0,227
DIFF–OIS3M	0,912	0,358
DIFF–OIS6M	0,762	0,644
DIFF–OIS8M	0,640	0,764
DIFF–OIS10M	0,555	0,830
DIFF–OIS12M	0,477	0,877
DIFF–OIS15M	0,409	0,907
DIFF–OIS18M	0,353	0,925
DIFF–OIS24M	0,271	0,929

Výsledky z tabuľky 3 naznačujú jednoznačnú a cielenú interpretáciu faktorov po použití rotácií. Prvý faktor je najsilnejšie korelovaný s diferenciami pre OIS1M, OIS2M a OIS3M, čiže s premennými, ktoré vyjadrujú aktuálne úrokové miery a očakávané úrokové miery na najbližšieho štvrt roka. To znamená, že tento faktor má najvýraznejší vplyv práve na krátkodobý horizont a vysvetľuje pohyby na ňom, takže zodpovedá šoku monetárnej politiky, ktorý spôsobili konvenčné nástroje. Faktor s takouto interpretáciou je v literatúre označovaný ako target faktor a my ho budeme ďalej označovať ako konvenčný faktor. Naopak druhý faktor zodpovedá vplyvu nekonvenčných nástrojov monetárnej politiky a v literatúre je nazývaný ako path faktor. Tento faktor prislúcha šoku monetárnej politiky spôsobenému nástrojmi, ktoré neovplyvňujú aktuálne miery, ale očakávania o úrokových mierach na strednodobom horizonte, pretože má najsilnejšie korelácie s diferenciami premenných OIS12M, OIS15M, OIS18M a OIS24M. Zároveň jeho nulová korelácia s prvou premennou potvrdzuje správnosť rotačnej matice. Druhý faktor budeme nazývať nekonvenčný faktor.

V druhom prípade, kedy sme sa rozhodli získať z faktorovej analýzy 3 faktory, použijeme na získané odhady najskôr zabudovanú varimax rotáciu, ktorá sama o sebe

poskytuje celkom dobre interpretovateľné faktory, ktoré môžeme vidieť v tabuľke 4.

Tabuľka 4: Faktorové náklady získané identifikáciou troch faktorov s použitím zabudovanej varimax rotácie

Premenná	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
DIFF–OIS1M	0,825	0,119	0,093
DIFF–OIS2M	0,886	0,356	0,074
DIFF–OIS3M	0,843	0,480	0,083
DIFF–OIS6M	0,667	0,735	0,100
DIFF–OIS8M	0,534	0,835	0,102
DIFF–OIS10M	0,440	0,888	0,117
DIFF–OIS12M	0,355	0,925	0,119
DIFF–OIS15M	0,278	0,946	0,149
DIFF–OIS18M	0,218	0,954	0,174
DIFF–OIS24M	0,130	0,946	0,219
DIFF–ECB1Y	0,398	0,772	0,225
DIFF–ECB2Y	0,173	0,805	0,329
DIFF–ECB5Y	0,038	0,604	0,606
DIFF–ECB10Y	0,047	0,304	0,918
DIFF–ECB15Y	0,072	0,146	0,982
DIFF–ECB20Y	0,149	0,042	0,952

Výsledky z tabuľky 4 ukazujú, že pomocou varimax rotácie nedokážeme dosiahnuť úplné splnenie potrebných teoretických obmedzení. Z tohto dôvodu je aj pre tento prípad potrebný výpočet 3×3 rotačnej matice s reštrikciami, ktorý je ale vzhľadom na väčší rozmer rotačnej matice náročnejší. Z dôvodu väčšieho počtu faktorov potrebujeme definovať aj väčší počet podmienok. Voľbu vhodných podmienok prispôbujeme cieľovej interpretácii jednotlivých faktorov. Podobne ako v prvom prípade s dvomi faktormi očakávame, že prvý faktor bude ekvivalentný konvenčnému faktoru. Ďalej očakávame, že v rámci zvyšných dvoch faktorov dokážeme oddelene identifikovať vplyv forward guidance a kvantitatívneho uvoľňovania vďaka rozšíreniu analýzy o premenné z dlhodobého časového horizontu. Dôvodom je, že reakcia trhov na kvantitatívne uvoľňova-

nie sa v prevažnej miere zobrazí práve na dlhodobom horizonte, čiže na premenných s maturitami dlhšími ako 5 rokov, ktoré v prvom prípade neboli zahrnuté. Najsilnejšia reakcia trhov na forward guidance sa zas očakáva na strednodobom horizonte pre maturity okolo 1 až 2 rokov, čo naznačuje možnosť identifikovať samostatne faktor FG a faktor QE. Práve pre tieto dva faktory potrebujeme zaručiť splnenie prirodzených podmienok, ktoré vyžadujú, aby ani jeden z nich nebol korelovaný so zmenou aktuálnych úrokových sadzieb, ktorá je určená prvou premennou. Tieto dve podmienky na výpočet rotačnej matice nestačia, takže si definujeme aj tretiu reštrikciu. V rámci nej vyžadujeme, aby posledný faktor zodpovedajúci šoku spôsobenému kvantitatívnym uvoľňovaním mal čo najmenší možný vplyv pred vyhlásením z 22. 1. 2015, kedy bolo prvýkrát použité kvantitatívne uvoľňovanie Európskou centrálnou bankou.

Tri reštrikcie sú postačujúce na jednoznačnú identifikáciu vhodnej rotačnej matice

$$U = \begin{bmatrix} u_{1,1} & u_{1,2} & u_{1,3} \\ u_{2,1} & u_{2,2} & u_{2,3} \\ u_{3,1} & u_{3,2} & u_{3,3} \end{bmatrix},$$

ktorú vypočítame podľa práce [Swanson \(2017\)](#). Pre ďalšie účely si jednotlivé stĺpce matice U označíme ako U_1, U_2, U_3 .

Budeme pracovať s maticou odhadnutých faktorových nákladov $\hat{\Lambda}$ s rozmerom 16×3 , ktorý zodpovedá 16 riadkom premenných a 3 stĺpcom faktorov a s maticou odhadnutých faktorov, respektíve faktorových skóre $\hat{F}$ s rozmerom 3×156 , čiže 3 riadky faktorov a 156 stĺpcov zodpovedajúcich jednotlivým vyhláseniam.

Prvé dve obmedzenia zaručujúce nulovú koreláciu obidvoch nekonvenčných nástrojov s aktuálnymi úrokovými sadzbami môžeme zapísať v maticovom tvare ako

$$\hat{\Lambda}_1 U = \begin{bmatrix} * & 0 & 0 \end{bmatrix},$$

kde $\hat{\Lambda}_1$ je prvý riadok matice $\hat{\Lambda}$ a prvok $*$ znázorňuje, že faktorové náklady aktuálnych úrokových mier pre prvý faktor nie sú obmedzené. Tieto dve reštrikcie môžeme zapísať aj jednotlivo pomocou rovníc

$$\hat{\Lambda}_1 U_2 = 0, \tag{5}$$

$$\hat{\Lambda}_1 U_3 = 0, \tag{6}$$

kde rovnica (5) prislúcha prvému obmedzeniu FG faktora a rovnica (6) zas druhému obmedzeniu QE faktora.

Posledné, tretie obmedzenie vyjadríme ako úlohu kvadratickej minimalizácie, pomocou ktorej chceme dosiahnuť, že faktor kvantitatívneho uvoľňovania bude najmenší ako sa dá pre dáta z časového obdobia rokov 2005 - 2015, kedy QE nebolo používané. Odhadnutý QE faktor po rotácii je daný ako $U_3^T \hat{F}$, takže toto obmedzenie vedie k úlohe tvaru

$$U_3^T \hat{F}_{QE} (\hat{F}_{QE})^T U_3 \longrightarrow \min, \quad (7)$$

kde $\hat{F}_{QE}$ je 3×115 matica faktorových skóre prislúchajúcich len vyhláseniam do 22. 1. 2015.

Pri výpočte budeme postupovať postupne po jednotlivých stĺpcoch matice U . V prvom kroku využijeme naraz dve požadované reštrikcie týkajúce sa QE faktora a riešime úlohu kvadratickej minimalizácie s lineárnym obmedzením na výpočet tretieho stĺpca U_3 , pričom dočasne ignorujeme technickú požiadavku o jeho jednotkovej dĺžke. Zároveň bez ujmy na všeobecnosti zvolíme za ľubovoľný jeden z prvkov tohto stĺpca jednotku a vypočítame zvyšné dva neznáme prvky pomocou nasledujúcej úlohy

$$\begin{bmatrix} u_{1,3} & u_{2,3} & 1 \end{bmatrix} \hat{F}_{Pred} (\hat{F}_{Pred})^T \begin{bmatrix} u_{1,3} \\ u_{2,3} \\ 1 \end{bmatrix} \longrightarrow \min$$

$$\hat{\Lambda}_1 \begin{bmatrix} u_{1,3} \\ u_{2,3} \\ 1 \end{bmatrix} = 0.$$

Práve lineárne obmedzenie v tomto prípade zaručuje splnenie druhej podmienky, teda že po zrotovaní nebude QE faktor korelovaný s prvou premennou. Po matematických úpravách úlohu vyriešime v softvéri Wolfram a dostávame vektor, ktorý po naškálovaní na jednotkovú dĺžku použijeme vo výsledku ako tretí stĺpec rotačnej matice

$$U = \begin{bmatrix} u_{1,1} & u_{1,2} & -0,106 \\ u_{2,1} & u_{2,2} & -0,039 \\ u_{3,1} & u_{3,2} & 0,994 \end{bmatrix}.$$

Druhý stĺpec U_2 vypočítame pomocou prvej zvolenej reštrikcie. Tú sme ako jedinú nevyužili v predchádzajúcom kroku a hovorí, že FG faktor nemá byť je korelovaný s prvou premennou. Rovnako ako pri výpočte stĺpca U_3 aj teraz nebudeme dočasne zohľadňovať technickú požiadavku na jednotkovú dĺžku počítaného stĺpca a pre potreby výpočtu zvolíme za jeden z jeho prvkov jednotku. Na výpočet zvyšných dvoch prvkov budeme teda riešiť nasledovnú sústavu dvoch rovníc o dvoch neznámych

$$\begin{bmatrix} \hat{\Lambda}_1 \\ U_3^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{1,2} \\ u_{2,2} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix},$$

kde prvá rovnica zaručuje splnenie požadovanej podmienky a druhá rovnica zabezpečí splnenie technického predpokladu o ortogonalite stĺpcov matice U . Vyriešením sústavy dostávame vektor, ktorý znova naškálujeme na jednotkovú dĺžku a dosadíme do výslednej rotačnej matice na pozíciu druhého stĺpca

$$U = \begin{bmatrix} u_{1,1} & -0,145 & -0,106 \\ u_{2,1} & 0,989 & -0,039 \\ u_{3,1} & 0,023 & 0,994 \end{bmatrix}.$$

Posledný stĺpec U_1 doplníme tak, aby bol ortogonálny na predchádzajúce dva vypočítané stĺpce U_2 a U_3 . Táto technická požiadavka spolu s voľbou jednotky za ľubovoľný z prvkov vektora U_1 vedú k sústave dvoch rovníc o dvoch neznámych

$$\begin{bmatrix} U_2^T \\ U_3^T \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{1,1} \\ u_{2,1} \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}.$$

Riešením sústavy je vektor, ktorý rovnako ako v predchádzajúcich prípadoch nespĺňa technickú požiadavku na jednotkovú dĺžku a po naškálovaní ho môžeme dosadiť za prvý stĺpec rotačnej matice U , ktorej výsledný tvar vyzerá nasledovne

$$U = \begin{bmatrix} 0,984 & -0,145 & -0,106 \\ 0,141 & 0,989 & -0,039 \\ 0,111 & 0,023 & 0,994 \end{bmatrix}.$$

Výslednú maticu odhadnutých faktorových nákladov $\hat{\Lambda}$ po zrotovaní maticou U uvádzame v tabuľke 5.

Tabuľka 5: Faktorové náklady získané identifikáciou troch faktorov s použitím zabudovanej varimax rotácie a vypočítanej rotačnej matice

Premenná	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
	Konvenčný	FG	QE
DIFF–OIS1M	0,839	0,000	0,000
DIFF–OIS2M	0,930	0,225	-0,034
DIFF–OIS3M	0,906	0,355	-0,026
DIFF–OIS6M	0,771	0,633	-0,001
DIFF–OIS8M	0,654	0,751	0,012
DIFF–OIS10M	0,571	0,817	0,034
DIFF–OIS12M	0,493	0,866	0,044
DIFF–OIS15M	0,423	0,899	0,081
DIFF–OIS18M	0,368	0,917	0,113
DIFF–OIS24M	0,285	0,922	0,167
DIFF–ECB1Y	0,526	0,711	0,151
DIFF–ECB2Y	0,320	0,779	0,277
DIFF–ECB5Y	0,190	0,606	0,574
DIFF–ECB10Y	0,191	0,316	0,895
DIFF–ECB15Y	0,201	0,157	0,962
DIFF–ECB20Y	0,258	0,043	0,928

Podobne ako v predchádzajúcom prípade s dvomi faktormi, tak aj teraz vidíme z výsledkov v tabuľke 5, že sa nám podarilo dosiahnuť žiadanú interpretáciu jednotlivých faktorov. Prvý faktor má rovnako najsilnejšie korelácie s diferenciami premenných OIS1M, OIS2M a OIS3M. Vysvetľuje pohyb premenných z krátkodobého horizontu, čiže zodpovedá šoku monetárnej politiky, ktorý spôsobili konvenčné nástroje a nazveme ho rovnako konvenčný faktor. Druhý faktor je najviac korelovaný s diferenciami pre OIS12M, OIS15M, OIS18M a OIS24M a tiež s diferenciami OIS8M, OIS10M, ECB1Y a ECB2Y, pri ktorých sú ale korelácie o trochu nižšie. Všetky tieto premenné majú

maturity zo strednodobého horizontu, čo potvrdzuje očakávanú interpretáciu druhého faktora, ktorý popisuje šoky monetárnej politiky spôsobené vyhláseniami forward guidance. Posledný faktor má najväčšie korelácie s diferenciami premenných ECB10Y, ECB15Y a ECB20Y, čiže premennými z dlhodobého horizontu, čo potvrdzuje predpoklad, že pomocou tretieho faktora môžeme identifikovať šoky monetárnej politiky spôsobené kvantitatívnym uvoľňovaním. Z výsledkov zároveň vidíme, že rotačná matica dokázala správne vynulovať koreláciu zmeny prvej premennej OIS1M s faktormi, ktoré nazveme ako faktor FG a faktor QE.

Takáto interpretácia získaných faktorov zodpovedá aj výsledkom viacerých autorov, napríklad aj [Altavilla et al. \(2019\)](#), ktorí sa zamerali práve na určenie najvhodnejšieho spôsobu na identifikovanie šoku monetárnej politiky v eurozóne. Svoju analýzu však nerozvíjali ďalej, takže odpovedajú na inú výskumnú otázku ako my.

6.2 Split sample

Analyzované obdobie 15 rokov je veľmi dlhé, aby sme mohli predpokladať, že trhy počas neho reagovali na rozhodnutia ECB stále rovnako a stabilne. Z tohto dôvodu sme sa rozhodli podobne ako viacerí autori rozdeliť základné časové obdobie 2005-2020 na dve časti.

Najčastejším prístupom v literatúre, ktorým začneme aj my, je rozdelenie skúmaného obdobia podľa aktuálne pôsobiaceho prezidenta ECB. V priebehu rokov 2005 až 2020 sa na tejto pozícii vystriedali traja rôzni prezidenti. Prvým bol Jean-Claude Trichet, ktorý zastával post prezidenta ECB od 1. novembra 2003 do 31. októbra 2011. Po ňom nastúpil Mario Draghi, ktorý bol prezidentom od 1. novembra 2011 do 31. októbra 2019. Poslednou a aktuálnou prezidentkou je Christine Lagarde, ktorá na tento post nastúpila iba 1. novembra 2019, takže zo 156 vyhlásení, ktoré máme v dátovom súbore jej prislúchajú len dve. ([ECB \(2019\)](#)) Ako deliaci bod sme si preto zvolili 1. novembra 2011 čím dostávame obdobie Trichet a obdobie Draghi.

V tabuľke 6 uvádzame výsledky faktorovej analýzy s použitím troch faktorov na zvolených dvoch obdobiach. Získané faktorové náklady sú zrotované rotáciou varimax a tiež rotačnou maticou vypočítanou rovnakým spôsobom ako v prípade celého časového obdobia.

Tabuľka 6: Faktorové náklady získané identifikáciou troch faktorov s použitím zabudovanej varimax rotácie a vypočítanej rotačnej matice pre obdobie Trichet a Draghi

Premenná	Trichet			Draghi		
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
	Konvenčný	FG	QE	Konvenčný	FG	QE
DIFF–OIS1M	0,871	0,000	0,000	0,980	0,000	0,000
DIFF–OIS2M	0,937	0,256	-0,073	0,977	0,187	0,016
DIFF–OIS3M	0,899	0,391	-0,073	0,946	0,311	0,028
DIFF–OIS6M	0,728	0,678	-0,042	0,809	0,576	0,064
DIFF–OIS8M	0,598	0,795	-0,020	0,744	0,655	0,087
DIFF–OIS10M	0,514	0,854	0,018	0,686	0,717	0,097
DIFF–OIS12M	0,435	0,897	0,036	0,628	0,769	0,097
DIFF–OIS15M	0,375	0,919	0,090	0,579	0,798	0,122
DIFF–OIS18M	0,324	0,930	0,131	0,530	0,825	0,142
DIFF–OIS24M	0,248	0,927	0,186	0,471	0,826	0,207
DIFF–ECB1Y	0,481	0,747	0,100	0,604	0,645	0,313
DIFF–ECB2Y	0,286	0,806	0,272	0,465	0,676	0,355
DIFF–ECB5Y	0,194	0,664	0,532	0,225	0,555	0,633
DIFF–ECB10Y	0,280	0,372	0,853	0,055	0,377	0,890
DIFF–ECB15Y	0,330	0,174	0,909	-0,001	0,272	0,959
DIFF–ECB20Y	0,443	0,017	0,822	-0,034	0,215	0,965

Okrem tohto klasického delenia podľa prezidentov ECB používaného veľkou časťou literatúry sme sa rozhodli si zvoliť aj iný deliaci bod. Dôvodom je, že zmena prezidentov sa konala v čase kedy ešte mala na ekonomiku výrazný vplyv prebiehajúca ekonomická kríza, počas ktorej sa môže správanie ekonomických subjektov odlišovať od normálu. S približným časom slabnutia veľkej hospodárskej krízy sa zároveň spája dosiahnutie zero lower bound a začiatok používania nekonvenčných nástrojov monetárnej politiky v eurozóne, čo je tiež významnou zmenou, ktorá môže mať vplyv na reakcie trhov. Z tohto dôvodu sme za deliaci bod zvolili práve vyhlásenie zo 4. júla 2013, ktorému sa pripisuje prvé použitie forward guidance a teda začiatok používania nekonvenčných nástrojov monetárnej politiky Európskou centrálnou bankou.

Výsledky v tabuľke 7 zodpovedajú rovnako faktorovej analýze s tromi faktormi použitej na dve zvolené obdobia, uvedené po zrotovaní pomocou varimax a vypočítanej rotačnej matice.

Tabuľka 7: Faktorové náklady získané identifikáciou troch faktorov s použitím zabudovanej varimax rotácie a vypočítanej rotačnej matice pre obdobie pred nekonvenčnými nástrojmi a po nekonvenčných nástrojoch

Premenná	Pred nekonvenčnými nástrojmi			Po nekonvenčných nástrojoch		
	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
	Konvenčný	FG	QE	Konvenčný	FG	QE
DIFF–OIS1M	0,875	0,000	0,000	0,960	0,000	0,000
DIFF–OIS2M	0,942	0,238	-0,054	0,937	0,331	0,040
DIFF–OIS3M	0,911	0,371	-0,041	0,885	0,455	0,031
DIFF–OIS6M	0,747	0,659	-0,003	0,706	0,700	0,034
DIFF–OIS8M	0,621	0,778	0,014	0,647	0,753	0,057
DIFF–OIS10M	0,537	0,839	0,048	0,598	0,796	0,053
DIFF–OIS12M	0,457	0,884	0,060	0,550	0,830	0,060
DIFF–OIS15M	0,396	0,908	0,105	0,482	0,865	0,093
DIFF–OIS18M	0,344	0,920	0,141	0,463	0,870	0,122
DIFF–OIS24M	0,269	0,918	0,192	0,418	0,859	0,210
DIFF–ECB1Y	0,506	0,728	0,137	0,508	0,726	0,313
DIFF–ECB2Y	0,310	0,784	0,297	0,415	0,722	0,362
DIFF–ECB5Y	0,184	0,626	0,571	0,288	0,566	0,680
DIFF–ECB10Y	0,208	0,333	0,886	0,178	0,369	0,907
DIFF–ECB15Y	0,240	0,155	0,945	0,093	0,244	0,941
DIFF–ECB20Y	0,334	0,022	0,891	0,035	0,171	0,924

Z tabuliek 6 a 7 môžeme vidieť podobné správanie faktorov pre prvé obdobia obidvoch delení a tiež podobné správanie faktorov získaných z druhých období zvolených delení. Takáto podobnosť je očakávaná, keďže zvolené deliace body sú od seba vzdialené iba jeden a pol roka. Naopak medzi dvomi obdobiami z toho istého delenia sa ukazujú mierne rozdiely, čo potvrdzuje odlišnosti vznikajúce v priebehu času. V prípade obdobia pred nekonvenčnými nástrojmi a obdobia, kedy bol prezidentom ECB Trichet nemô-

žeme FG a QE faktory interpretovať priamo ako šoky monetárnej politiky spôsobené zmenami forward guidance alebo kvantitatívneho uvoľňovania, keďže ide o obdobia, kedy tieto nástroje ECB nevyužívala. Identifikácia týchto faktorov ale má aj napriek tomu význam. Dôvodom je, že aj počas týchto období na trhoch dochádzalo k pohybu strednodobých a dlhodobých očakávaní o úrokových mierach, ktoré dokážeme popísať práve pomocou týchto faktorov. Zároveň pokiaľ by sme zvolili menší počet faktorov, tak by výsledky neboli dobre porovnateľné a znemožnili by identifikáciu konvenčného faktora, ktorého význam sa nezmenil.

6.3 Škálovanie faktorových skóre

Faktorové skóre získané z faktorovej analýzy použijeme v lineárnej regresii. Pred tým ale potrebujeme tieto novo získané premenné naškálovať, aby zmena jednotlivých faktorov jasne korešpondovala so zmenou vhodnej trhovej premennej v ekonomike. V prípade konvenčného faktora sme zvolili škálovanie na najkratší 1-mesačný OIS, pretože zodpovedá aktuálnym úrokovým mieram, ktorých zmenu má vysvetľovať práve konvenčný faktor. Faktor nekonvenčných nástrojov a FG faktor sme naškálovali na najdlhšiu používanú maturitu OIS, čiže na 24-mesačný OIS. OIS24M dobre reprezentuje zmenu očakávaní o úrokových mierach na strednodobom horizonte, ktorou sa prejavuje práve forward guidance. Od posledného QE faktora predpokladáme, že sa bude hýbať podobne ako niektorá z premenných popisujúca zmenu v očakávaných úrokových sadzbách na dlhodobom horizonte, preto sme ho naškálovali na 15-ročný výnos ECB.

Takéto škálovanie dát spravíme pomocou jednoduchšej lineárnej regresie

$$\text{Zvolená Premenná} = \beta_0 + \beta_1 * \text{Zvolený Faktor} + \epsilon,$$

kde za vysvetľujúcu premennú zvolíme vektor s faktorovým skóre, ktoré chceme škálovať a za závislú premennú zas vektor jednej z pôvodných premenných. Jednotlivé faktory následne pre násobíme odhadnutým koeficientom $\hat{\beta}_1$, čím zaručíme, že 1% zmena zvoleného faktora bude v priemere zodpovedať 1% zmene príslušajúcej premennej.

7 Vplyv nástrojov monetárnej politiky na očakávania v ekonomike

V nasledujúcej kapitole uvidíme a interpretujeme výsledky získané metodológiou opísanou v kapitole 6. Zároveň uvidíme výsledky po použití viacerých modifikácii tejto základnej úlohy a porovnáme ich.

7.1 Lineárna regresia na dátach

Lineárnu regresiu používame na zistenie veľkosti vplyvu nástrojov monetárnej politiky na inflačné očakávania, ktoré si preto zvolíme ako závislú premennú. Na odmeranie zmeny v inflačných očakávaniach budeme používať inflačné swapy so siedmymi rôznymi maturitami od krátkodobého až po dlhodobý horizont (1, 2, 5, 10, 15, 20 a 30 rokov) a ako alternatívu inflačný swap forward 5y5y. Tieto premenné budeme označovať $ILSiY$, kde i vyjadruje maturitu a zvolený forward označíme ako ILS FW 5y5y. Ako spoločné označenie pre inflačné očakávania budeme používať π_m , kde m zodpovedá maturite. Zmenu inflačných očakávaní označíme ako $\Delta\pi_m$.

Ako vysvetľujúce premenné zoberieme získané a naškálované faktorové skóre, ktoré zodpovedá šokom monetárnej politiky spôsobeným jednotlivými nástrojmi.

Pre každú z ôsmich zvolených závislých premenných máme dve regresie. Prvú, ktorá používa výsledky z prvej faktorovej analýzy s dvomi faktormi, môžeme zapísať ako

$$\Delta\pi_m = \beta_0 + \beta_1 F_{KONV} + \beta_2 F_{NEKONV} + \epsilon.$$

Druhá používaná regresia

$$\Delta\pi_m = \beta_0 + \beta_1 F_{KONV} + \beta_2 F_{FG} + \beta_3 F_{QE} + \epsilon$$

berie za vysvetľujúce premenné tri faktory získané z druhej faktorovej analýzy.

Pre obidve rovnice platí, že $\Delta\pi_m$, F_1 , F_2 , F_{FG} a F_{QE} sú vektory so 156 prvkami, zodpovedajúcimi jednotlivým pozorovaným vyhláseniam. Vektor so 156 prvkami ϵ a koeficienty β_0 , β_1 , β_2 a v druhom prípade aj β_3 sú neznámymi parametrami modelu. Samotná interpretácia interceptu β_0 , ktorý hovorí o tom, o koľko sa zmenia inflačné očakávania ak nenastane žiaden šok monetárnej politiky, v našom prípade nemá veľký

význam. Dôvodom pre jeho zahrnutie je očistenie výsledkov od vplyvu prípadného rastúceho alebo klesajúceho trendu v dátach.

7.2 Výsledky pre dva faktory

V tabuľke 8 uvádzame výsledky lineárnej regresie pre všetkých osem pozorovaných premenných inflačných očakávaní s použitím výsledkov faktorovej analýzy s dvomi faktormi z tabuľky 3. Z použitých maturít budeme najviac sledovať 5-ročný inflačný swap, keďže najlepšie slúži na kontrolu strednodobých inflačných očakávaní.

Tabuľka 8: Výsledky lineárnej regresie inflačných očakávaní rôznych maturít na identifikovaný konvenčný a nekonvenčný faktor

	ILS1Y	ILS2Y	ILS5Y	ILS10Y	ILS15Y	ILS20Y	ILS30Y	ILS FW 5y5y
Intercept	-0,004	0,002	0,001	0,003	-0,003	0,000	-0,003	0,005.
Faktor 1 - konvenčný	0,279.	-0,307	0,207*	0,055	-0,045	0,138	0,021	0,021
Faktor 2 - nekonvenčný	0,062	0,662***	0,252***	0,215***	0,158*	0,195**	0,137*	0,189***
Signifikancia:	. (p<0.1)	* (p<0.05)	** (p<0.01)	*** (p<0.001)				

Z výsledkov vidíme, že odhad parametra $\hat{\beta}_0$ má vo všetkých prípadoch hodnoty veľmi blízke nule, ktoré sú nesignifikantné. Tento výsledok nám naznačuje, že inflačné očakávania neobsahujú žiadnu konštantnú zložku, ktorá by spôsobovala ich dlhodobý rast alebo pokles bez ohľadu na vplyv šokov monetárnej politiky, ktorý by sme potrebovali z výsledkov izolovať.

Odhad parametra $\hat{\beta}_1$ vyjadruje vplyv šokov monetárnej politiky, ktoré spôsobila zmena úrokových mier. Na dlhodobom horizonte sa jeho vplyv znižuje a ukazuje sa byť nesignifikantný. To potvrdzuje teóriu, že ak zmeníme očakávania o krátkodobých úrokových mierach, tak by sa to malo prejavíť prevažne na krátkodobých inflačných očakávaniach. Najväčšie hodnoty $\hat{\beta}_1$ dosahuje na krátkodobom až strednodobom horizonte, čiže pre 1, 2 a 5-ročné inflačné swapy. Iba pre 2-ročný inflačný swap má odhad záporné znamienko, no tento výsledok nie je signifikantný. Pre 5-ročný inflačný swap dostávame jediný signifikantný výsledok na hladine 5%. V tomto prípade výsledky naznačujú, že zníženie úrokových mier, ktoré vedie k zníženiu konvenčného faktora o 1% spôsobí zníženie inflačných očakávaní o 0,21%. Kladné znamienko odhadnutého

parametra $\hat{\beta}_1$ poukazuje na Delphic interpretáciu konvenčných nástrojov.

Pre naše účely je najzaujímavejší vplyv šokov monetárnej politiky spôsobených nekonvenčnými nástrojmi, ktorý vyjadruje práve odhad posledného parametra $\hat{\beta}_2$. Jeho vplyv je na najkratšom horizonte, ktorý reprezentuje 1-ročný inflačný swap nesignifikantný a len na úrovni 0,062, čo rovnako potvrdzuje, že efekt nekonvenčných nástrojov očakávame prevažne až na strednodobom a dlhodobom horizonte. Pre všetky zvyšné maturity sú odhady signifikantné minimálne na hladine 5% a rovnako ako v prípade konvenčných nástrojov aj tieto výsledky naznačujú, že počas skúmaného 15-ročného obdobia je interpretácia nekonvenčných nástrojov v priemere vnímaná ako Delphic. Najvýraznejší vplyv nekonvenčných nástrojov pozorujeme pre dvojročný inflačný swap. Výsledky pre 5-ročnú maturitu znázorňujú, že stimul v podobe zníženia nekonvenčného faktora o 1% vedie k zníženiu inflačných očakávaní o 0,25%, pričom tento odhad je signifikantný na hladine 0,1%.

7.3 Výsledky pre tri faktory

Tabuľka 9 obsahuje výsledky druhej lineárnej regresie, ktorá používa výsledky faktorovej analýzy s tromi faktormi z tabuľky 5.

Tabuľka 9: Výsledky lineárnej regresie inflačných očakávaní rôznych maturít na identifikovaný konvenčný, FG a QE faktor

	ILS1Y	ILS2Y	ILS5Y	ILS10Y	ILS15Y	ILS20Y	ILS30Y	ILS FW 5y5y
Intercept	-0,004	0,002	0,001	0,003	-0,003	0,000	-0,003	0,005.
Faktor 1 - konvenčný	0,281.	-0,218	0,250*	0,099	-0,004	0,151	0,069	0,047
Faktor 2 - FG	0,064	0,624***	0,232***	0,193**	0,137*	0,191**	0,112.	0,177***
Faktor 3 - QE	-0,064	0,132	0,172*	0,188*	0,118	0,079	0,147.	0,117.
Signifikancia: . (p<0.1) * (p<0.05) ** (p<0.01) *** (p<0.001)								

Intercept je v tomto prípade úplne totožný s interceptom z tabuľky 8 a platia preňho rovnaké závery.

V prípade výsledkov pre konvenčný faktor vidíme veľmi podobné správanie ako pri konvenčnom faktore identifikovanom z dvoch faktorov. Najvýraznejší vplyv šokov monetárnej politiky, ktoré spôsobili zmeny úrokových mier vychádza pre inflačné očaká-

vania s maturitami 1 až 5 rokov. Jediným odhadom, ktorý je signifikantný na hladine 5% je odhad pre 5-ročné inflačné očakávania, ktorý hovorí, že stimul v podobe zníženia konvenčného faktora o 1% spôsobí pokles 5-ročných inflačných očakávaní o 0,25%.

Podobnosť FQ faktora s nekonvenčným faktorom je očakávaná, keďže obidva majú silné korelácie práve s premennými strednodobého horizontu a tiež boli naškálované na 2-ročný OIS. Vplyv tohto faktora na inflačné očakávania s najkratšou a najdlhšou používanou maturitou je nízky a nesignifikantný, čo zodpovedá tomu, že zmena strednodobých očakávaní o úrokových mierach spôsobená forward guidance vyhláseniami by mala mať vplyv prevažne na tom istom horizonte. Odhad parametra $\hat{\beta}_2$ pre 5-ročné inflačné očakávania ukazuje, že stimul v podobe poklesu FG faktora o 1% má za následok pokles týchto očakávaní o 0,23% a je signifikantný na hladine 0,1%.

Posledný QE faktor má signifikantný vplyv len na inflačné očakávania s maturitou 5 a 10 rokov. Z výsledkov vidíme, že zníženie QE faktora o 1% vedie k zníženiu inflačných očakávaní s 5-ročnou maturitou o 0,17% čo rovnako ako v predchádzajúcich prípadoch nasvedčuje Delphic interpretácii.

7.4 Výsledky split sample

Pre faktorové skóre získané na všetkých štyroch obdobiach sme vykonali lineárnu regresiu pre všetkých osem premenných inflačných očakávaní.

Tabuľka 10: Výsledky lineárnej regresie inflačných očakávaní rôznych maturít na identifikovaný konvenčný, FG a QE faktor pre použité delenie podľa prezidentov ECB

Trichet/Draghi	ILS1Y	ILS2Y	ILS5Y	ILS10Y	ILS15Y	ILS20Y	ILS30Y	ILS FW 5y5y
Intercept	-0,003	0,003	-0,008	0,002	-0,009	0,000	-0,009	0,007
Faktor 1 - konvenčný	0,415.	-0,367	0,254*	0,151	0,056	0,153	0,119	0,096
Faktor 2 - FG	0,084	0,691***	0,252***	0,194*	0,144.	0,188*	0,114.	0,181**
Faktor 2 - QE	0,008	0,302	0,237.	0,442*	0,360*	0,323.	0,447**	0,305*
Intercept	-0,005	0,001	0,009*	0,005	0,003	0,001	0,003	0,003
Faktor 1 - konvenčný	-0,372.	0,177	0,003	-0,053	-0,354*	0,367*	-0,196	-0,097
Faktor 2 - FG	-0,054	-0,018	0,096	0,077	0,045	-0,003	0,041	0,082
Faktor 2 - QE	-0,155	0,070	0,123	0,018	-0,079	-0,057	-0,074	-0,005
Signifikancia: . (p<0.1) * (p<0.05) ** (p<0.01) *** (p<0.001)								

Tabuľka 11: Výsledky lineárnej regresie inflačných očakávaní rôznych maturít na identifikovaný konvenčný, FG a QE faktor pre použité delenie podľa začiatku používania nekonvenčných nástrojov

Pred FG/Po FG	ILS1Y	ILS2Y	ILS5Y	ILS10Y	ILS15Y	ILS20Y	ILS30Y	ILS FW 5y5y
Intercept	-0,006	0,003	-0,001	0,004	-0,006	-0,001	-0,006	0,006
Faktor 1 - konvenčný	0,297	-0,285	0,256*	0,121	-0,025	0,178	0,0054	0,078
Faktor 2 - FG	0,098	0,701***	0,258***	0,200*	0,151.	0,201*	0,123.	0,179**
Faktor 2 - QE	-0,077	0,242	0,298**	0,341*	0,211	0,161	0,281*	0,251**
Intercept	-0,001	0,001	0,003	0,003	0,003	0,003	0,002	0,003
Faktor 1 - konvenčný	-0,374.	-0,342.	-0,195	-0,203	-0,147	-0,168	-0,160	-0,275
Faktor 2 - FG	-0,270*	-0,194.	-0,108	-0,005	-0,038	-0,034	-0,044	0,049
Faktor 2 - QE	-0,029	-0,007	0,019	-0,010	-0,015	-0,019	-0,035	-0,045

Signifikancia: . (p<0.1) * (p<0.05) ** (p<0.01) *** (p<0.001)

Z výsledkov v tabuľkách 10 a 11 môžeme vidieť, že rozdelenie pôvodného časového obdobia neviedlo k zlepšeniu výsledkov a zvýšeniu ich signifikancie ako sme očakávali.

V prípade prvých období obidvoch delení, čiže obdobia pred používaním nekonvenčných nástrojov a obdobia prezidenta Tricheta nenastalo výrazné zhoršenie výsledkov a pri výsledkoch pre QE faktor môžeme pozorovať mierne zvýšenie signifikancie. Výsledky týchto dvoch období sa správajú podobne ako výsledky v tabuľke 9, ktoré sme dostali z pôvodného dátového súboru. Naopak ale, v prípade druhých období delenia, teda obdobia po zavedení nekonvenčných nástrojov a obdobia prezidenta Draghiho, tento postup spôsobil takmer úplnú absenciu signifikantných výsledkov. Výsledky pre faktory FG a QE sa pre väčšinu maturít inflačných očakávaní pohybujú veľmi blízko nuly. To nasvedčuje možnej potrebe zvýšenia počtu deliacich bodov kvôli predpokladu, že v priebehu týchto období dochádza k zmeneniu interpretácie nástrojov monetárnej politiky z Delphic na Odyssean alebo naopak. Práve takéto striedanie znamienok odhadnutých parametrov môže spôsobiť ich nesignifikantné hodnoty blízke nule.

7.5 Rolling window regresia

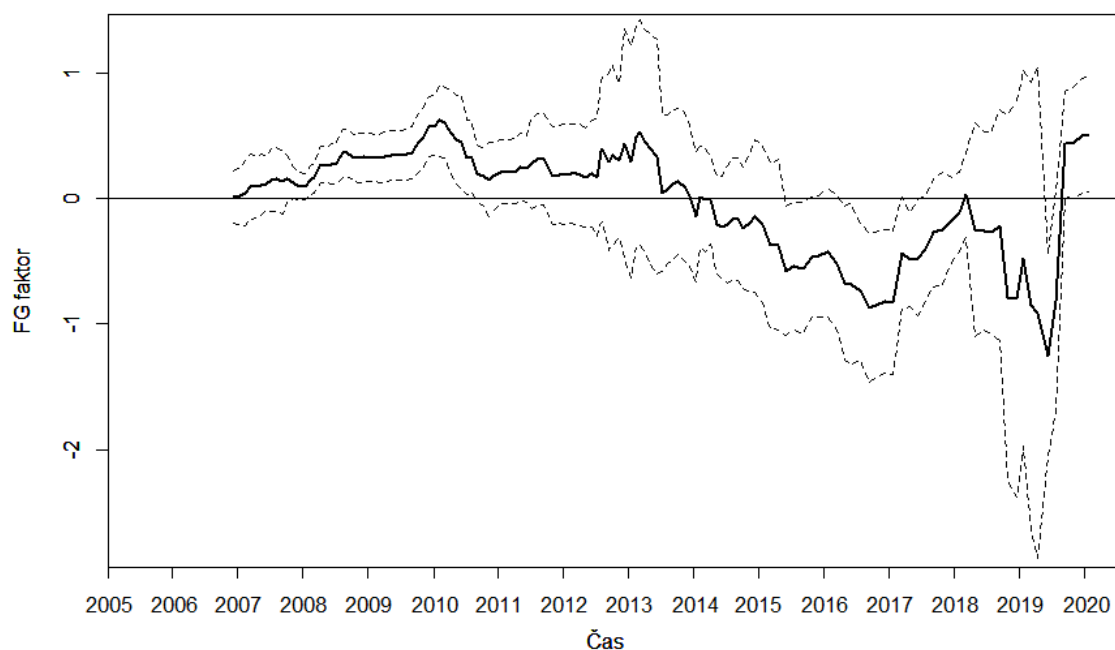
Na hlbšiu analýzu zmeny vzťahov medzi premennými budeme používať rolling window regresiu, pomocou ktorej dokážeme sledovať mieru stability odhadov získaných z lineárnej regresie v priebehu času.

Rolling window regresia je cyklus, v ktorom vykonávame tú istú lineárnu regresiu na postupne sa posúvajúcom časovom okne dát. Veľkosť časového okna, ktoré budeme posúvať, zvolíme dva roky. Prvú regresiu vykonáme na prvých dvoch rokoch dát, čiže na vyhláseniach od augusta 2005 do augusta 2007. Z druhej regresie odstránime prvé vyhlásenie a zároveň pridáme ďalšie vyhlásenie a takto postupujeme až po poslednú lineárnu regresiu, ktorú vykonáme na okne od januára 2018 do januára 2020. Voľba posúvania dvojročného časového okna však spôsobuje, že sa v priebehu času menil počet vyhlásení, ktoré sa v danom okne nachádzajú. Pri aktuálnom konaní vyhlásení so 6-týždňovými rozostupmi sa za dva roky uskutoční 17 vyhlásení. ECB takýto harmonogram pre zasadnutia ohľadom menovej politiky používa len od roku 2015. Do roku 2015 sa intenzita uskutočňovania vyhlásení pomaly znižovala z pôvodných štyroch týždňov, čo zodpovedá 25 vyhláseniam počas dvoch rokov. Veľkosť časového okna teda v našom prípade nie je fixná ale mení sa v priebehu vykonávania rolling window regresie.

Dôvodom pre vykonanie takejto analýzy je zhoršenie výsledkov, ktoré spôsobilo využitie zvolených deliacich bodov. Pomocou nej dokážeme lepšie analyzovať správanie odhadov parametrov $\hat{\beta}_2$ a $\hat{\beta}_3$, ktoré zodpovedajú vplyvu zmeny forward guidance a kvantitatívneho uvoľňovania na očakávania v ekonomike. Za týmto účelom použijeme len inflačné očakávania s 5-ročnou maturitou, ktorá je považovaná za jednu z najvhodnejších na reprezentáciu strednodobého horizontu. Výsledky sme zobrazili na grafe spolu s 95%-ným intervalom spoľahlivosti pre jednotlivé odhady.

Na grafe 10 môžeme vidieť ako sa v priebehu skúmaného časového obdobia vyvíjal odhad parametra $\hat{\beta}_2$, ktorý je znázornený prostrednou hrubou čiarou a zároveň aj 95% interval spoľahlivosti ohraničený dvomi prerušovanými čiarami. Výsledky potvrdzujú očakávania ohľadom zmeny výsledného vplyvu v priebehu času. Na začiatku skúmaného časového obdobia bola zmena očakávaných úrokových mier na strednodobom horizonte trhmi interpretovaná ako Delphic a teda zníženie očakávaných úrokových mier na tomto horizonte viedlo k zníženiu inflačných očakávaní. Približne do roku 2012 sa nie len odhad parametrov ale aj jeho 95% interval spoľahlivosti pohybujú nad nulou alebo zasahujú do oblasti len mierne pod nulou, čo naznačuje vysokej signifikancii, ktorú na týchto obdobiach dosahujú. Okolo roku 2014 sa interpretácia zmeny v očakávaných úrokových mierach, ktoré spôsobuje práve forward guidance zmenila z pôvodnej Delphic

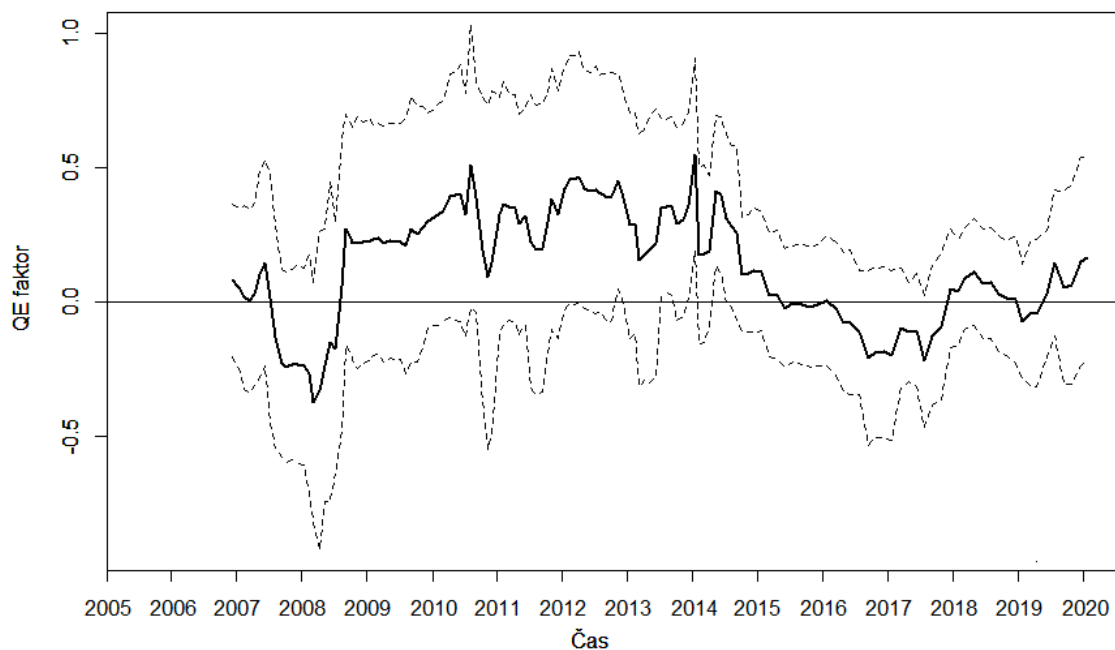
na Oddysean. To znamená, že zníženie očakávaných úrokových mier viedlo k zvýšeniu inflačných očakávaní, čo je cieľom ECB. Približne v čase poslednej zmeny prezidenta ECB, teda vo štvrtom kvartáli roka 2019 sa vo výsledkoch znova mení interpretácia na pôvodnú Delphic. Všetky tieto zmeny spolu s relatívne širokými intervalmi spoľahlivosti od roku 2012 vysvetľujú absenciu signifikancie odhadov parametra $\hat{\beta}_2$ na druhých zvolených obdobiach obidvoch delení a tiež nznaučujú potrebu zvolenia viacerých deliacich bodov.



Obr. 10: Rolling window regresia pre odhad vplyvu zmeny FG faktora na 5-ročné inflačné očakávania

Na ďalšom grafe 11 môžeme pozorovať zmeny odhadov parametra $\hat{\beta}_3$ počas pozorovaného časového obdobia. V prípade odhadu $\hat{\beta}_3$ rolling window regresia ukazuje častejšie striedanie interpretácie zmeny očakávaní o dlhodobých úrokových sadzbách z Delphic na Oddysean. Na vykreslenom 95% intervale spoľahlivosti však vidíme, že získané odhady sú signifikantné iba v zriedkavých prípadoch. Jedniným obdobím so signifikantným odhadom je obdobie pred používaním nekonvenčných nástrojov. Dôvodom tejto signifikancie na hladine 1% pre obdobie do polky roka 2013 je, že veľká časť plochy, ktorú pokrýva interval spoľahlivosti spolu so samotným nameraným odhadom sa nachádza nad nulou. V prípade druhých období obidvoch delení môžeme vidieť, že nízky a nesignifikantný odhad vplyvu šokov monetárnej politiky spôsobenými QE

vysvetľuje fluktuácia tohto odhadu okolo nuly.



Obr. 11: Rolling window regresia pre odhad vplyvu zmeny QE faktora na 5-ročné inflačné očakávania

Výsledky získané pomocou rolling window regresie zodpovedajú výsledkom z práce [Andrade & Ferroni \(2016\)](#), ktorých dátový súbor končí už v roku 2016. Do tohto obdobia pozorujeme porovnateľné výsledky s týmito autormi.

7.6 Vplyv nekonvečných nástrojov na slovenskú zero-kuponovú výnosovú krivku

Pridanou hodnotou našej práce je aj analýza zameraná priamo na slovenskú ekonomiku. Táto práca je prvá, ktorá používa identifikované šoky monetárnej politiky pomocou faktorovej analýzy v lineárnej regresii so slovenskými trhovými dátami. Vďaka tomuto prístupu dokážeme skúmať, či zníženie očakávaní o úrokových mierach pomocou nástrojov monetárnej politiky, ktoré používa Európska centrálna banka spôsobuje zníženie očakávaných úrokových mier priamo aj pre premenné na slovenskom trhu, inak povedané či opatrenia, ktoré robí ECB dokážu pomôcť aj Slovensku. Za týmto účelom vykonáme lineárnu regresiu, v ktorej používame ako závislú premennú slovenskú zero-kupónovú výnosovú krivku pre maturity 2, 5, 7 a 10 rokov, aby sme videli

ako sa výsledky menia s predlžovaním časového horizontu. Používané vysvetľujúce premenné zostávajú nezmenené, teda naďalej pracujeme s faktorovým skóre pre pôvodne identifikované faktory. Lineárnu regresiu spravíme pre faktorovú analýzu s dvomi aj tromi faktormi a získané výsledky uvádzame v tabuľkách 12 a 13.

Tabuľka 12: Výsledky lineárnej regresie slovenskej zero-kupónovej krivky pre rôzne maturity na identifikovaný konvenčný a nekonvenčný faktor

	YIELD CURVE 2Y	YIELD CURVE 5Y	YIELD CURVE 7Y	YIELD CURVE 10Y
Intercept	0,002	-0,005	-0,006	-0,004
Faktor 1 - konvenčný	0,290*	0,018	0,037	0,087
Faktor 2 - nekonvenčný	0,449***	0,328***	0,269**	0,213**
Signifikancia: . (p<0.1) * (p<0.05) ** (p<0.01) *** (p<0.001)				

Tabuľka 13: Výsledky lineárnej regresie slovenskej zero-kupónovej krivky pre rôzne maturity na identifikovaný konvenčný, FG a QE faktor

	YIELD CURVE 2Y	YIELD CURVE 5Y	YIELD CURVE 7Y	YIELD CURVE 10Y
Intercept	0,002	-0,005	-0,006	-0,004
Faktor 1 - konvenčný	0,293*	0,044	0,086	0,160
Faktor 2 - FG	0,456***	0,319***	0,244**	0,172*
Faktor 3 - QE	0,088	0,195	0,306**	0,412***
Signifikancia: . (p<0.1) * (p<0.05) ** (p<0.01) *** (p<0.001)				

V prípade odhadov koeficientov $\hat{\beta}_0$ pozorujeme pre obidve tabuľky identické výsledky, ktorých nízke a nesignifikantné hodnoty potvrdzujú, že slovenské výnosy neobsahujú konštantnú zložku spôsobujúcu ich nárast alebo pokles v priebehu času.

Šoky monetárnej politiky spôsobené zmenou úrokových mier, ktoré sú vyjadrené konvenčným faktorom majú signifikantný vplyv na hladine 5% iba pre najkratšiu, 2-ročnú maturitu výnosovej krivky. Pre zvyšné splatnosti sú odhady parametra $\hat{\beta}_1$ nesignifikantné v tabuľke 12 aj 13. Takýto výsledok je predpokladaný, keďže zmena úrokovej miery ECB by sa mala prejaviť práve ako zmena očakávaných úrokových sadzieb pre slovenský trh na krátkodobom, prípadne na začiatku strednodobého horizontu, ktorý v našom prípade reprezentuje najkratšia zvolená maturita. Odhadnutý vplyv naznačuje, že ak ECB zníži svoje úrokové miery o 1%, tak to spôsobí aj pokles očakávaných úrokových mier na Slovensku o 0,29% na 2-ročnom horizonte.

Zvyšné vysvetľujúce premenné používané v regresii sa už od seba mierne odlišujú. V prípade tabuľky 12, kde identifikujeme vplyv nekonvenčného faktora bez rozlíšenia jednotlivých nástrojov, môžeme vidieť, že získané odhady sú signifikantné pre všetky použité maturity a so zvyšujúcou sa maturitou ich výška postupne klesá. Nekonenčný faktor má najväčšie korelácie práve s premennými strednodobého horizontu s maturitami okolo dvoch rokov, čo vysvetľuje takéto správanie získaných odhadov. Stimul v podobe zníženia nekonvenčného faktora o 1% spôsobí pokles očakávaných úrokových mier na Slovensku od 0,45% pre 2-ročnú maturitu, kde je jeho vplyv najväčší, po 0,21% pre 10-ročný výnos slovenských dlhopisov, kde sme zas získali najmenší efekt.

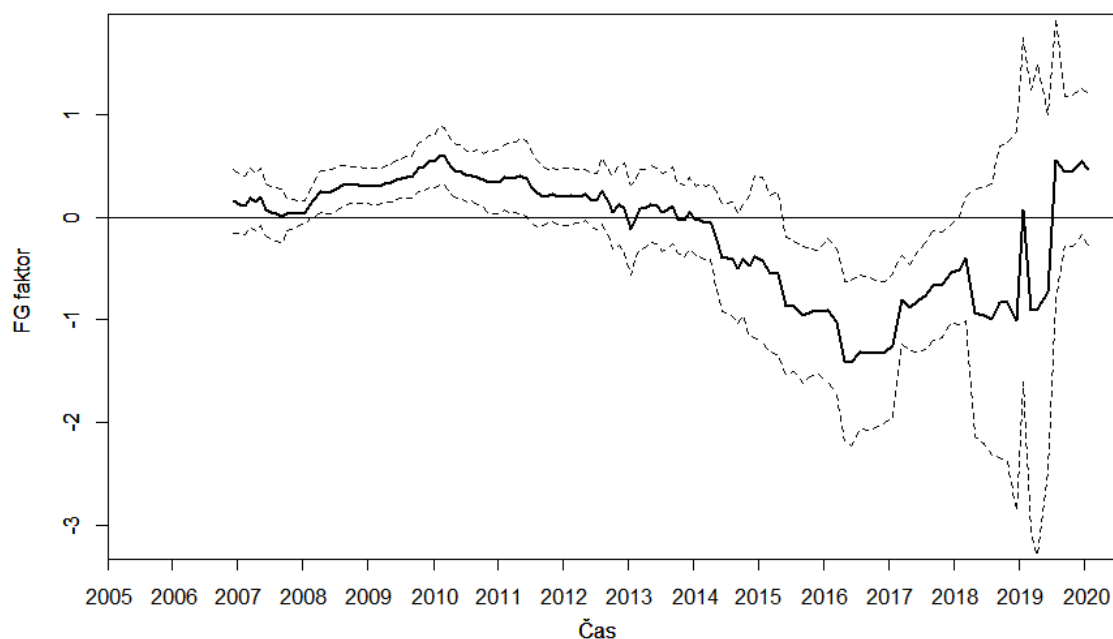
V tabuľke 13 zas vidíme, že odhady vplyvu FG faktora sú rovnako ako v prípade nekonvenčného faktora signifikantné pre všetky maturity, no výška týchto odhadov klesá s rastúcou maturitou o niečo rýchlejšie. Zníženie FG faktora o 1% vedie k zníženiu očakávaní o slovenských úrokových mierach pre 2-ročnú maturitu o 0,47%. Zároveň v prípade najdlhšej 10-ročnej maturity je získaný odhad signifikantný len na hladine 5% a hovorí, že vplyv poklesu FG faktora o 1% spôsobuje zníženie slovenských výnosov o 0,17%. Dôvodom je, že pridanie tretieho faktora dokázalo oddeliť vplyv na strednodobý a dlhodobý horizont. Odhady parametra $\hat{\beta}_3$ vychádzajú nesignifikantné pre 2 a 5-ročné maturity. Na rozdiel od FG faktora, v prípade QE faktora sa odhad jeho vplyvu a jeho signifikancia zvyšuje so zvyšujúcou sa maturitou výnosov slovenských dlhopisov. Šok monetárnej politiky spôsobený kvantitatívnym uvoľňovaním má najvýraznejší vplyv na najdlhšom 10-ročnom horizonte, kde 1% pokles QE faktora vedie k 0,41% poklesu očakávaných úrokových mier pre Slovensko.

8 Skúšky robustnosti

Skúšky robustnosti sú založené na vykonaní rovnakého postupu za mierne zmenených podmienok a následnom porovnaní takto získaných výsledkov s pôvodnými. Dôvodom na vykonanie skúšok robustnosti je zistiť či a v akom rozsahu sa menia získané závery pri zmene používaných predpokladov, pričom tieto malé zmeny by nemali viesť k výrazným interpretačným zmenám v pôvodných výsledkoch.

8.1 Dvojdňové okno

Pri prvej modifikácii sme sa zamerali na zmenu veľkosti časového okna okolo vyhlásení ECB. Jednodňovú diferenciu sme rozšírili na dvojdňovú, ktorá používa dáta z jedného dňa pred a jedného dňa po vyhlásení. Takouto skúškou dokážeme overiť, či je používanie jednodňovej diferencie postačujúce a či subjekty trhu stihnú plne zareagovať v priebehu pár hodín medzi ukončením vyhlásenia ECB a zavretím trhov. Pokiaľ zareagovať nestihnú, tak sa významná časť zmeny prejaví až v priebehu ďalšieho dňa, čo zachytí dvojdňová diferencia. Na takto upravených dátach sme zopakovali celý postup zo základnej úlohy a uvádzame iba konečné výsledky v podobe rolling window regresie.



Obr. 12: Rolling window regresia pre odhad vplyvu zmeny FG faktora na 5-ročné inflačné očakávania s použitím dvojdňového časového okna



Obr. 13: Rolling window regresia pre odhad vplyvu zmeny QE faktora na 5-ročné inflačné očakávania s použitím dvojdnového časového okna

Z Obr. 12 a Obr. 13 vidíme, že priebeh rolling window regresie zostáva veľmi podobný, no intervaly spoľahlivosti sú vo väčšej časti mimo nulovej hodnoty a teda výsledky sa ukazujú byť o niečo viac signifikantné.

8.2 Forward

Ako ďalšiu modifikáciu sme si zvolili úpravu dát, ktoré vstupujú do faktorovej analýzy. Z pôvodných OIS dát sme vypočítali forwardové sadzby. Detaily k forwardovým sadzbám a ich výpočet spolu s výsledkami faktorovej analýzy uvádzame v Apendixe. Na získaných faktorových skóre sme následne spravili lineárnu regresiu.

Tabuľka 14: Výsledky lineárnej regresie inflačných očakávaní rôznych maturít na identifikovaný konvenčný a nekonvenčný faktor z forward dát

	ILS1Y	ILS2Y	ILS5Y	ILS10Y	ILS15Y	ILS20Y	ILS30Y	ILS FW 5y5y
Intercept	-0,004	0,002	0,001	0,003	-0,003	0,000	-0,003	0,005.
Faktor 1 - konvenčný	0,389.	0,240	0,364**	0,146	0,104	0,114	0,162	0,094
Faktor 2 - nekonvenčný	0,021	0,437***	0,182***	0,165**	0,102.	0,170***	0,085.	0,143***

Signifikancia: . (p<0.1) * (p<0.05) ** (p<0.01) *** (p<0.001)

Tabuľka 15: Výsledky lineárnej regresie inflačných očakávaní rôznych maturít na identifikovaný konvenčný, FG a QE faktor z forward dát

	ILS1Y	ILS2Y	ILS5Y	ILS10Y	ILS15Y	ILS20Y	ILS30Y	ILS FW 5y5y
Intercept	-0,004	0,002	0,001	0,003	-0,003	0,000	-0,003	0,005.
Faktor 1 - konvenčný	0,349.	0,004	0,360**	0,176	0,095	0,148	0,156	0,098
Faktor 2 - FG	0,013	0,439***	0,166***	0,144**	0,086	0,155**	0,072	0,134***
Faktor 3 - QE	-0,067	0,124	0,159*	0,180*	0,114	0,077	0,144.	0,110.

Signifikancia: . (p<0.1) * (p<0.05) ** (p<0.01) *** (p<0.001)

Výsledky v tabuľkách 14 a 15 naznačujú, že vplyv konvenčného faktora na jednotlivé maturity vychádza v priemere o niečo silnejší ako pri použití OIS dát, no výsledky pre väčšinu maturít stále nie sú signifikantné. Odhad efektu šokov monetárnej politiky, ktoré spôsobila zmena úrokových sadzieb na 5-ročné inflačné očakávania vychádza signifikantný na hladine 1% a zodpovedá poklesu inflačných očakávaní o 0,36% pri znížení konvenčného faktora o 1% v prípade použitia dvoch aj troch faktorov.

Naopak odhady vplyvu nekonvenčného a FG faktora vychádzajú nižšie v porovnaní s pôvodnými výsledkami. Výsledky naznačujú, že stimul v podobe zníženia FG faktora o 1% spôsobuje zníženie 5-ročných inflačných očakávaní iba o 0,17% a podobne v prípade nekonvenčného faktora, spôsobuje takýto stimul pokles tejto očakávanej inflácie iba o 0,18%, pričom obidva odhady sú signifikantné na hladine 0,1%.

Správanie výsledkov pre QE faktor vychádza veľmi podobné ako pri použití OIS dát, čo je pravdepodobne spôsobené tým, že tento faktor je najviac korelovaný s premennými dlhodobého horizontu, čiže s výnosmi dlhopisov ECB, na ktoré nemá použitá modifikácia žiaden vplyv. Pokles QE faktora o 1% prislúcha zníženiu 5-ročných inflačných očakávaní o 0,16%. Získaný odhad je signifikantný na hladine 5% a potvrdzuje, že v priemere prevláda Delphic interpretácia rovnako ako pri ostatných používaných nástrojoch.

8.3 Kontrolné premenné

V rámci poslednej modifikácie sme sa rozhodli pridať do rovnice lineárnej regresie kontrolnú premennú, za ktorú sme si zvolili ceny ropy. Takouto úpravou zistíme aký významný vplyv má trh s ropou a či je dôležité očistiť získané výsledky od tohto vplyvu.

Zvolenú modifikáciu aplikujeme v základných regresiach s použitím faktorových analýz s identifikáciou dvoch aj troch faktorov na celom časovom období.

Tabuľka 16: Výsledky lineárnej regresie inflačných očakávaní rôznych maturít na identifikovaný konvenčný a nekonvenčný faktor s cenou ropy ako kontrolnou premennou

	ILS1Y	ILS2Y	ILS5Y	ILS10Y	ILS15Y	ILS20Y	ILS30Y	ILS FW 5y5y
Intercept	-0,004	0,002	0,001	0,003	-0,003	0,000	-0,003	0,005.
Faktor 1 - konvenčný	0,202	-0,272	0,184.	0,016	-0,032	0,152	-0,002	0,016
Faktor 2 - nekonvenčný	-0,014	0,696***	0,230***	0,176*	0,170*	0,209**	0,115.	0,184***
OIL	0,007*	-0,003	0,002	0,004	-0,001	-0,001	0,002	0,000

Signifikancia: . (p<0.1) * (p<0.05) ** (p<0.01) *** (p<0.001)

Tabuľka 17: Výsledky lineárnej regresie inflačných očakávaní rôznych maturít na identifikovaný konvenčný, FG a QE faktor s cenou ropy ako kontrolnou premennou

	ILS1Y	ILS2Y	ILS5Y	ILS10Y	ILS15Y	ILS20Y	ILS30Y	ILS FW 5y5y
Intercept	-0,004	0,002	0,001	0,003	-0,003	0,001	-0,003	0,005.
Faktor 1 - konvenčný	0,198	-0,182	0,227*	0,060	0,011	0,166	0,046	0,044
Faktor 2 - FG	-0,012	0,658***	0,212***	0,157*	0,150*	0,205**	0,091	0,174***
Faktor 3 - QE	-0,084	0,141	0,167*	0,178*	0,122	0,083	0,142.	0,116.
OIL	0,007*	-0,003	0,002	0,003	-0,001	-0,001	0,002	0,000

Signifikancia: . (p<0.1) * (p<0.05) ** (p<0.01) *** (p<0.001)

Výsledky v tabuľkách 16 a 17 ukazujú, že takáto modifikácia nevedie k výraznej zmene výšky jednotlivých odhadov ani k interpretačnej zmene oproti pôvodným výsledkom uvedeným v tabuľkách 8 a 9. Získané odhady sú veľmi podobné, ale môžeme pozorovať mierne zhoršenie ich signifikancie hlavne v prípade FG faktora. Zároveň vidíme, že odhady parametrov, ktoré prislúchajú zmene ceny ropy v jednotlivých tabuľkách nie sú signifikantné. Jedinou výnimkou sú odhady vplyvu zmeny cien ropy na 1-ročné inflačné očakávania, ktoré sú signifikantné na hladine 5%. Napriek tomu sú výsledné hodnoty veľmi malé a preto nepovažujeme kontrolovanie výsledkov analýzy pomocou tejto premennej za potrebné.

Záver

Otázka efektu nekonvenčných nástrojov je v súčasnej dobe veľmi aktuálna a získanie odpovede na ňu môže výrazne pomôcť centrálnym bankám pri plnení svojho mandátu aj v časoch krízy, akú môžeme momentálne pozorovať. Napriek tomu, že do dátového súboru, ktorý používame, sme sa rozhodli nezahrnúť vyhlásenia z obdobia krízy spôsobenej koronavírusom z dôvodu ich výraznej odlišnosti, tak porozumenie fungovaniu monetárnej politiky je veľkým prínosom práve v takýchto situáciach.

Centrálne banky predpokladajú, že nástroje monetárnej politiky by mali mať na ekonomiku vplyv známy z makroekonomickej teórie a podľa toho tieto nástroje aj používajú. Na základe teoretických poznatkov očakávame, že oznámenia kvantitatívneho uvoľňovania a prísľub nízkych úrokových sadzieb, ktoré identifikujeme ako pokles vo faktorových skóre im prislúchajúcich faktorov, spôsobia nárast inflačných očakávaní. Skutočný vplyv nekonvenčných nástrojov monetárnej politiky však nie je jednoznačný, čo dokazujú aj rôznorodé výsledky ekonomických výskumov. Podobne ako viacerým autorom ako [Hanson & Stein \(2015\)](#) aj nám v tomto prípade vyšlo, že vplyv oznámení jednotlivých nástrojov nezodpovedá očakávaniam známym z teórie. Stimul v podobe zníženia jednotlivých faktorov o 1% spôsobuje signifikantný pokles inflačných očakávaní na 5-ročnom horizonte o 0,25% v prípade vyhlásenia týkajúceho sa konvenčných nástrojov, 0,23% v prípade vyhlásenia FG a 0,17% v prípade vyhlásenia QE pre časové obdobie 2005-2020. Po rozdelení časového obdobia pozorujeme veľmi podobné a signifikantné výsledky počas rokov 2005-2011 a 2005-2013. Na obdobiach 2011-2020 a 2013-2020 vychádzajú odhady pre všetky maturity nesignifikantné. Takýto výsledok sme následne vysvetlili pomocou rolling window regresie, ktorá nasvedčuje prítomnosti rôznych interpretácii nástrojov monetárnej politiky v čase. Jej priebeh zodpovedá tiež autorom [Andrade & Ferroni \(2016\)](#), ktorí ale pracujú s dátami iba do roku 2016. Vďaka dlhšiemu pozorovanému obdobiu v našej práci poskytujeme aj výsledky z najaktuálnejších rokov, kde môžeme pozorovať výrazné zmeny v skúmaných efektoch a prechody medzi Delphic a Odyssean interpretáciami vyhlásení. Pri použití dvojdnového časového okna okolo vyhlásení, kontrolovaní výsledkov o zmeny na trhu s ropu aj pri použití vypočítaných forwardov miesto pôvodných OIS dát sú naše výsledky robustné.

Prínosom tejto práce je tiež analýza zameraná priamo na slovenskú ekonomiku s

použitím slovenských trhových dát. Výsledkom v tomto prípade je, že stimul v podobe zníženia jednotlivých faktorov o 1% vedie k signifikantnému zníženiu 2-ročného slovenského výnosu o 0,29% v prípade konvenčných nástrojov a 0,46% v prípade FG. Rovnaký stimul pri použití 10-ročného výnosu spôsobuje jej signifikantný pokles o 0,17% v prípade FG a 0,41% v prípade QE. Takéto výsledky zodpovedajú očakávaniám a potvrdzujú, že opatrenia ECB majú signifikantný efekt aj na Slovensko.

Literatúra

- Altavilla, C., Brugnolini, L., Gürkaynak, R. S., Motto, R. & Ragusa, G. (2019), ‘Measuring euro area monetary policy’, *Journal of Monetary Economics* **108**, 162–179.
- Andrade, P., Breckenfelder, J., De Fiore, F., Karadi, P. & Tristani, O. (2016), ‘The ECB’s asset purchase programme: an early assessment’, *ECB Working Paper* (1956).
- Andrade, P. & Ferroni, F. (2016), ‘Delphic and odyssean monetary policy shocks: Evidence from the euro area’, *Discussion Papers in Economics* .
- Barrera, M., Falath, J., Henricot, D. & Vaglio, J. (2017), ‘The impact of forward guidance on inflation expectations: Evidence from ecb’, *Barcelona GSE Working Paper Series* (Working Paper 1010).
- Beyer, A., Nicoletti, G., Papadopoulou, N., Papsdorf, P., Rünstler, G., Schwarz, C., Sousa, J. & Vergote, O. (2017), ‘The transmission channels of monetary, macro- and microprudential policies and their interrelations’, *Occasional Paper Series* (191).
- Blinder, A. S. et al. (2010), ‘Quantitative easing: entrance and exit strategies’, *Federal Reserve Bank of St. Louis Review* **92**(6), 465–479.
- Bundick, B. & Smith, A. L. (2016), ‘The dynamic effects of forward guidance shocks’, *Review of Economics and Statistics* pp. 1–45.
- Campbell, J., Evans, C., Fisher, J. & Justiniano, A. (2012), ‘Macroeconomic Effects of Federal Reserve Forward Guidance’, *Brookings Papers on Economic Activity* **43**(1), 1–80.
- Carlin, W. & Soskice, D. (2015), *Macroeconomics: Institutions, Instability, and the Financial System*, Oxford University press. Great Britain, 2015.
- Cochrane, J. H. & Piazzesi, M. (2002), ‘The fed and interest rates-a high-frequency identification’, *American Economic Review* **92**(2), 90–95.
- Conference of the Representatives of the Governments of the Member States (2012), ‘Consolidated version of the treaty on the functioning of the european union’, *Official Journal of the European Union* **326**, 47–390.

- D'Amico, S. & King, T. B. (2015), 'What does anticipated monetary policy do?', *FRB of Chicago Working Paper* (WP-2015-10).
- DiStefano, C., Zhu, M. & Mindrila, D. (2009), 'Understanding and using factor scores: Considerations for the applied researcher', *Practical Assessment, Research, and Evaluation* **14**(1), 20.
- ECB (2019), 'European central bank website'. Dostupné na internete (17.11.2019): <https://www.ecb.europa.eu/home/html/index.en.html>.
- Fisher, I. (1896), *Appreciation and Interest: A Study of the Influence of Monetary Appreciation and Depreciation on the Rate of Interest with Applications to the Bimetallic Controversy and the Theory of Interest*, Vol. 11, American economic association.
- Freedman, D. A. (2009), *Statistical models: theory and practice*, Cambridge university press. Great Britain, 2009.
- FXStreet (2020). Dostupné na internete (15.1.2020): <https://www.fxstreet.com/>.
- Gagnon, J., Raskin, M., Remache, J. & Sack, B. P. (2010), 'Large-scale asset purchases by the federal reserve: did they work?', *FRB of New York Staff Report* (441).
- George, E. et al. (1999), 'The transmission mechanism of monetary policy', *Bank of England* pp. 1–12.
- Gertler, M. & Karadi, P. (2015), 'Monetary policy surprises, credit costs, and economic activity', *American Economic Journal: Macroeconomics* **7**(1), 44–76.
- Gurkaynak, R. S., Sack, B. P. & Swanson, E. T. (2005), 'Do actions speak louder than words? the response of asset prices to monetary policy actions and statements', *International Journal of Central Banking* **1**(1), 55–93.
- Haldane, A., Roberts-Sklar, M., Young, C. & Wieladek, T. (2016), 'Qe: the story so far', *Bank of England Working Paper* (624).
- Hanson, S. & Stein, J. (2015), 'Monetary policy and long-term real rates', *Journal of Financial Economics* **115**(3), 429–448.

- Harman, R. (2020), 'Multivariate statistical analysis: Selected lecture notes for the students of faculty of mathematics, physics and informatics, comenius university in bratislava'. Dostupné na internete (1.2.2020): <http://www.iam.fmph.uniba.sk/ospm/Harman/VSAp.pdf>.
- Investopedia* (2020). Dostupné na internete (7.1.2020): <https://www.investopedia.com/>.
- Krishnamurthy, A. & Vissing-Jorgensen, A. (2011), 'The effects of quantitative easing on interest rates: channels and implications for policy', *National Bureau of Economic Research Working paper* (17555).
- Kuttner, K. N. (2001), 'Monetary policy surprises and interest rates: Evidence from the fed funds futures market', *Journal of monetary economics* **47**(3), 523–544.
- Lloyd, S. (2018), 'Overnight index swap market-based measures of monetary policy expectations', *Bank of England Working Paper* (709).
- Mishkin, F. S. (2011), 'Over the cliff: From the subprime to the global financial crisis', *Journal of Economic Perspectives* **25**(1), 49–70.
- Nakamura, E. & Steinsson, J. (2018), 'High-frequency identification of monetary non-neutrality: the information effect', *The Quarterly Journal of Economics* **133**(3), 1283–1330.
- NBS (2020), 'Webová stránka národnej banky slovenska'. Dostupné na internete (12.1.2020): <https://www.nbs.sk/sk/titulna-stranka>.
- Ódor, L. & Povala, P. (2015), 'Estimates of the slovak zero-coupon yield curve', *Inštitút finančnej politiky - manuál* (November 2015), 1–8.
- Swanson, E. (2017), 'Measuring the effects of federal reserve forward guidance and asset purchases on financial markets', *NBER Working Paper* (w23311).
- The ECB's forward Guidance* (2014), *ECB Monthly bulletin* (April 2014), 65–73.

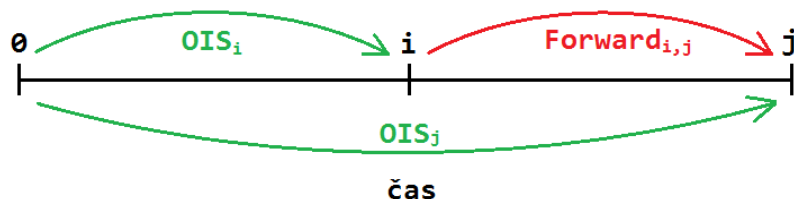
Príloha A

Výpočet forwardov z dát

V rámci robustnosti sme sa rozhodli z jednoduchových úrokových swapov pred ich použitím vypočítať forwardovú sadzbu podobne, ako to robia vo svojej práci [Andrade & Ferroni \(2016\)](#).

Forwardovú sadzbu $Forward_{i,j}$ definujeme podľa [Investopedia \(2020\)](#) ako úrokovú mieru dohodnutú dnes v čase 0, ale platnú pre finančnú transakciu, ktorá sa uskutoční v budúcnosti, čiže v časovom intervale od i do j , kde platí, že $0 < i < j$. Pri jej výpočte musí platiť, že investor dosiahne rovnaký výnos v prípade, že investuje na obdobie od teraz do času j za sadzbu r_j a tiež v prípade jeho investície od teraz do kratšieho času i za sadzbu r_i a následnej ďalšej investície tohto výnosu za forwardovú sadzbu $Forward_{i,j}$ od času i do času j . Obidve tieto investície musia dosiahnuť rovnakú návratnosť, čo zaručuje, že nevznikla arbitrážna príležitosť. S cieľom zmierniť riziká spojené s reinvestíciou teda účastník trhu môže uzavrieť zmluvnú dohodu, ktorá by mu umožnila investovať prostriedky v budúcnosti v čase i pri súčasnej známej forwardovej sadzbe.

Všeobecná definícia platí analogicky aj v našom prípade, ale miesto úrokových mier r_j a r_i používame hodnoty OIS s maturitami j a i ako môžeme vidieť na Obr. A.14.



Obr. A.14: Znáozornenie forwardových sadzieb na časovej osi

Na potrebný výpočet používame nasledujúci vzorec

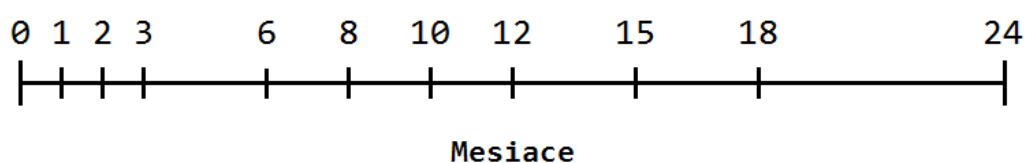
$$Forward_{i,j} = \left(\frac{(1 + OIS_j)^j}{(1 + OIS_i)^i} \right)^{\frac{1}{j-i}} - 1,$$

kde OIS_j zodpovedá jednoduchovému úrokovému swapu s maturitou j a OIS_i jednoduchovému úrokovému swapu s maturitou i .

Dôvodom pre použitie takéhoto prerátania pre naše účely je, že OIS vyjadrujú očakávanú priemernú hodnotu sadzby EONIA na celé obdobie od teraz až do jeho maturity,

naopak forward vyjadruje očakávaný priemer sadzby EONIA len vo vybraný časový úsek začínajúci až v budúcnosti. To znamená, že v prípade použitia OIS s maturitami od 1 až do 24 mesiacov dostávame v rámci dlhších maturít aj časť informácie z tých kratších. Pomocou forwardov však dokážeme pokryť 24-mesačný časový horizont navzájom sa neprekrývajúcimi očakávanými sadzbami pre zvolené časové obdobia. Zároveň dosiahneme, že očakávané sadzby počas neskorších období nebudú ovplyvnené sadzbami, ktoré sú očakávané len na najbližšie obdobia, keďže ani nekonvenčné nástroje nemajú na tieto najaktuálnejšie úrokové miery vplyv. Forwardová sadzba tiež slúži ako ekonomický ukazovateľ očakávaní trhov.

Rozdelenie 24-mesačného intervalu pomocou forwardov nám vytvorilo 10 podintervalov, ktoré sú znázornené na Obr. A.15.



Obr. A.15: Delenie 24-mesačného intervalu

Hustejšie delenie na prvých troch mesiacoch je z dôvodu potreby oddelenia vplyvu zmeny úrokových mier. Nerovnomerné rozdelenie intervalov na zvyšku časovej osi je spôsobené nedostupnosťou dát pre 4, 5, 9 a 21 mesiacov.

Zo všetkých forwardov vypočítaných z OIS vypočítame pre jednotlivé vyhlásenia jednoduchú diferenciu rovnako, ako pri zvyšku dát, ktoré neboli takto prepočítané.

Výsledky faktorovej analýzy

Po úprave premenných vstupujúcich do faktorovej analýzy sme sa rozhodli rovnako ako v základnej úlohe pre vykonanie faktorovej analýzy s dvomi a tromi faktormi, čo umožňuje porovnanie výsledkov. V prípade obidvoch faktorových analýz sme rovnakým postupom vypočítali rotačné matice, zaručujúce splnenie podmienok definovaných v podkapitole 6.1. V rámci literatúry sme prví, čo sa zameriavajú na porovnanie použitia trhových OIS premenných s forwardami z týchto premenných. Tabuľka získaných faktorových nákladov pri použití dvoch faktorov vyzerá nasledovne.

Tabuľka 18: Faktorové náklady získané identifikáciou dvoch faktorov na forward dátach s použitím vypočítanej rotačnej matice

Premenná	Faktor 1	Faktor 2
	Konvenčný	Nekonvenčný
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{0,1}$	0,612	0,000
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{1,2}$	0,810	0,263
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{2,3}$	0,719	0,465
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{3,6}$	0,767	0,638
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{6,8}$	0,517	0,800
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{8,10}$	0,446	0,868
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{10,12}$	0,347	0,889
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{12,15}$	0,243	0,889
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{15,18}$	0,167	0,882
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{18,24}$	0,044	0,873

Najväčším rozdielom je výrazne nižšia korelácia konvenčného faktora s prvou premennou $\text{DIFF} - \text{Forward}_{0,1}$, ktorá je ale totožná s pôvodnou premennou $\text{DIFF} - \text{OIS1M}$. Zároveň môžeme vidieť celkový pokles korelácií nového konvenčného faktora so všetkými použitými premennými. Nekonvenčný faktor už nemá najvyššie korelácie s poslednou premennou zodpovedajúcou 2-ročnej maturite, ale s forwardami na intervale od 10 do 15 mesiacov.

Výsledok po pridaní premenných z dlhodobého horizontu a identifikácii troch faktorov uvádzame v nasledovnej tabuľke 19. Rovnako vidíme pokles korelácie konvenčného faktora s prvou premennou. Keďže pomocou tohto faktora identifikujeme šoky monetárnej politiky spôsobené zmenou úrokových sadzieb, tak takýto pokles korelácie s premennou, ktorá prislúcha práve aktuálnym sadzbám, nie je žiadaný. Zároveň pozorujeme pokles korelácií konvenčného faktora s forwardovými premennými, ale ich nárast pri výnosoch dlhopisov. V prípade FG faktora sa jeho najsilnejšia korelácia presunula z 2-ročnej maturity na interval od 10 do 12 mesiacov. Pre QE faktor nenastala žiadna výrazná zmena vo výsledkoch okrem toho, že sa ani pomocou vypočítanej rotačnej matice s reštrikciami nepodarilo dosiahnuť jeho úplnú nekorelovanosť s prvou premennou.

Tabuľka 19: Faktorové náklady získané identifikáciou troch faktorov na forward dátach s použitím zabudovanej varimax rotácie a vypočítanej rotačnej matice

Premenná	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3
	Konvenčný	FG	QE
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{0,1}$	0,690	0,000	0,003
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{1,2}$	0,813	0,316	-0,085
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{2,3}$	0,732	0,488	-0,041
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{3,6}$	0,703	0,689	-0,031
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{6,8}$	0,454	0,828	-0,011
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{8,10}$	0,403	0,884	0,039
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{10,12}$	0,285	0,903	0,026
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{12,15}$	0,229	0,879	0,144
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{15,18}$	0,153	0,867	0,190
$\text{DIFF} - \text{Forward}_{18,24}$	0,057	0,842	0,252
$\text{DIFF} - \text{ECB1Y}$	0,573	0,697	0,103
$\text{DIFF} - \text{ECB2Y}$	0,364	0,797	0,231
$\text{DIFF} - \text{ECB5Y}$	0,225	0,658	0,536
$\text{DIFF} - \text{ECB10Y}$	0,231	0,350	0,875
$\text{DIFF} - \text{ECB15Y}$	0,240	0,177	0,952
$\text{DIFF} - \text{ECB20Y}$	0,277	0,064	0,919

Pri porovnaní základných výsledkov z tabuliek 3 a 5 s tabuľkami 18 a 19 môžeme konštatovať, že zmena vstupných dát nevedla k zlepšeniu výsledkov ako by sme mohli očakávať. Dôvodom môže byť fakt, že forwardy izolujú efekty na rôzne časové úseky dané ich maturitami, ale v rámci toho zachytávajú aj relatívne reakcie OIS. Takže ak OIS s nejakou maturitou zareaguje mierne inak ako ostatné OIS, tak forward, túto odlišnosť zachytí napriek tomu, že to pre účely našej analýzy nie je užitočná informácia. Použitie forwardov sa ukazuje byť prehnane citlivé na zmeny a OIS preto poskytujú o niečo hladšie meranie šokov monetárnej politiky.