

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra statistiky**



**Diplomová práce**

**Vývoj měnového kurzu a jeho krátkodobé prognózy**

**Vojtěch Eliáš**

© 2022 ČZU v Praze





# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Vojtěch Eliáš

Projektové řízení

Název práce

**Vývoj měnového kurzu a jeho krátkodobé prognózy**

Název anglicky

**Exchange Rate Development and Short Time Forecasting**

---

### Cíle práce

Cílem diplomové práce je analýza vývoje měnového kurzu včetně simulace jeho vývoje a tvorba krátkodobých prognóz. Dílčím cílem práce je vymezení faktorů působící na vývoj měnového kurzu a komparace prognózovaných a reálných hodnot měnového kurzu.

### Metodika

Teoretická rešeršní část diplomové práce se opírá o východiska problematiky měnového kurzu a o aparát časových řad a vlastní modelování vývoje pomocí časových řad.

Praktické část je spojena s níže uvedenými nástroji dostupného software. Intelligence- vlastní analýza vývoje měnového kurzu ve zkoumaném období. Design- aplikace modelů časových řad (ADL, ARIMA, VAR) za užití software Gretl a odvození prognózy. Choice- vyhodnocení výsledků odvozených prognóz vývoje měnového kurzu.

**Doporučený rozsah práce**

50 -70

**Klíčová slova**

měnový kurz, měnová politika, časová řada, ADL, VAR, ARIMA

---

**Doporučené zdroje informací**

ARLT, Josef, Markéta ARLTOVÁ a Eva RUBLÍKOVÁ, 2004. Analýza ekonomických časových řad s příklady.

Vyd. 2. Praha: Oeconomica. ISBN 80-245-0777-3.

ARLT, Josef. Moderní metody modelování ekonomických časových řad. Praha: Grada, 1999. ISBN

80-7169-539-4.

CHATFIELD, Christopher, 2004. The analysis of the time series: an introduction. 6th ed. Boca Raton:

Chapman & Hall/CRC. ISBN 1584883170.

JÍLEK, Josef. Peníze a měnová politika. Praha: Grada, 2004. Finance (Grada). ISBN 80-247-0769-1.

KOČENDA, Evžen a Alexandr ČERNÝ, 2014. Elements of time series econometrics: an applied approach.

2nd ed. Prague: Karolinum. ISBN 978-80-246-2315-3.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2021/22 LS – PEF

**Vedoucí práce**

Ing. Jiří Zmatlík, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra statistiky

---

Elektronicky schváleno dne 12. 2. 2022

**prof. Ing. Libuše Svatošová, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2022

**doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 25. 03. 2022

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Vývoj měnového kurzu a jeho krátkodobé prognózy" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.3.2022

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Jiřímu Zmatlíkovi, PhD. za vstřícný přístup a odborné vedení během psaní této diplomové práce.

# Vývoj měnového kurzu a jeho krátkodobé prognózy

## Abstrakt

Diplomová práce pojednává o vývoji měnových kurzů EUR/CZK a GBP/CZK. Práce obsahuje ve své teoretické části přehled o měnovém kurzu, měnovém trhu a měnové politice pro základní představu čtenáře o fungování a vývoji měnových kurzů. Dále teoreticky popisuje následně užití aparátů k prognózování ekonomických časových řad. Praktická část práce předkládá analyzovaný vývoj měnových kurzů za období 08/2011 až 07/2021 za pomoci základních ekonomických ukazatelů a poznatků uvedených v teoretické části práce. Využití prognostických modelů ARIMA, ADL a VAR v následující části práce čtenáři předkládá prognózované hodnoty měnových kurzů, které autor porovnává s reálným vývojem pro období 08/2021 až 1/2022. Výsledné prognózy jsou porovnány a je vybrán model s nejnižší odchylkou prognózovaných hodnot od reálných hodnot daného období dle dat ČNB. Tento model je označen za nejvhodnější v rámci vymezeného aparátu. V rámci diskuse jsou uvedeny limity užitých modelů pro prognostické účely.

**Klíčová slova:** měnový kurz, měnový trh, měnová politika, prognóza, ARIMA, ADL, VAR

# Exchange Rate Development and Short Time Forecasting

## Abstract

The diploma thesis deals with the development of exchange rates EUR/CZK and GBP/CZK. The thesis contains in its theoretical part an overview of the exchange rate, currency market and monetary policy for the basic idea of the reader about the functioning and development of exchange rates. It also theoretically describes the subsequently used apparatus for forecasting economic time series. The practical part of the work presents the analyzed development of exchange rates for the period 08/2011 to 07/2021 with the help of basic economic indicators and knowledge presented in the theoretical part of the work. The use of prognostic models ARIMA, ADL and VAR in the following part of the work presents the reader with the forecasted values of exchange rates, which the author compares with the real development for the period 08/2021 to 1/2022. The resulting forecasts are compared and the model with the lowest deviation of the forecast values from the real values of the given period according to the CNB is selected. This model is marked as the most suitable within the defined apparatus. The limits of the models used for prognostic purposes are presented in the discussion.

**Keywords:** exchange rate, exchange market, monetary policy, prognosis, ARIMA, ADL, VAR

# Obsah

<b>1 Úvod.....</b>	<b>11</b>
<b>2 Cíl práce a metodika.....</b>	<b>12</b>
2.1 Cíl práce .....	12
2.2 Metodika .....	12
<b>3 Teoretická východiska .....</b>	<b>14</b>
3.1 Měnový kurz .....	14
3.1.1 Měnový trh.....	16
3.1.2 Determinace měnového kurzu .....	17
3.1.2.1 Technická analýza .....	18
3.1.2.2 Kvantitativní analýza.....	18
3.1.2.3 Fundamentální analýza.....	19
3.1.3 Vývoj měnového kurzu v krátkém období .....	19
3.1.4 Vývoj měnového kurzu v dlouhém období.....	21
3.1.4.1 Teorie parity kupní síly .....	21
3.2 Monetární politika.....	23
3.2.1 Cíle monetární politiky .....	24
3.2.2 Transmisní mechanismus.....	24
3.2.3 Expanzivní a restriktivní monetární politika .....	25
3.2.4 Nástroje monetární politiky .....	25
3.2.4.1 Nepřímé nástroje monetární politiky.....	25
3.2.4.2 Přímé nástroje monetární politiky .....	27
3.3 Česká národní banka .....	28
3.3.1 Vznik a historie ČNB.....	28
3.3.2 Cíle ČNB .....	29
3.4 Prognostické metody časových řad.....	30
3.4.1 Časová řada.....	30
3.4.1.1 Dělení časových řad .....	31
3.4.2 Stacionarita .....	31
3.4.3 Autokorelace .....	32
3.4.4 Aditivní dekompozice.....	32
3.4.5 Metrika MAPE.....	33
<b>4 Vlastní práce.....</b>	<b>34</b>
4.1 Elementární analýza ČŘ.....	34
4.1.1 Základní ekonomická analýza ČŘ .....	35

4.1.2	Popisná statistika ČR .....	42
4.1.3	Trendová analýza .....	43
4.1.4	Analýza sezónní složky ČR .....	44
4.1.4.1	Sezónní očištění ČR .....	44
4.2	ARIMA model EUR/CZK .....	45
4.2.1	Stacionarita ČR .....	46
4.2.2	Volba ARIMA modelu .....	47
4.2.3	Aplikace modelu a prognóza .....	50
4.3	ARIMA model GBP/CZK .....	51
4.3.1	Stacionarita ČR .....	51
4.3.2	Volba ARIMA modelu .....	52
4.3.3	Aplikace modelu a prognóza .....	53
4.4	ADL model EUR/CZK .....	55
4.4.1	Volba zpoždění modelu .....	55
4.4.2	Aplikace modelu a prognóza .....	56
4.5	ADL model GBP/EUR .....	57
4.5.1	Volba zpoždění modelu .....	57
4.5.2	Aplikace modelu a prognóza .....	58
4.6	VAR Model .....	59
4.6.1	Volba zpoždění modelu .....	60
4.6.2	Odhad modelu .....	60
4.6.3	Aplikace modelu a prognóza .....	61
4.7	Vyhodnocení kvality modelů dle MAPE .....	63
<b>5</b>	<b>Výsledky a diskuse .....</b>	<b>66</b>
5.1	Prognostické vlastnosti modelů .....	66
5.2	Porovnání skutečného vývoje a prognóz .....	67
5.2.1	Vyhodnocení vzájemného vztahu ČR .....	70
5.3	Ekonomická analýza vývoje měnového kurzu a prognóz .....	71
5.4	Vhodnost aplikace aditivních prognostických modelů pro zvolené ČR .....	72
<b>6</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>73</b>
<b>7</b>	<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>	<b>75</b>
<b>8</b>	<b>Seznam obrázků, tabulek, grafů a použitých zkratk .....</b>	<b>78</b>
<b>9</b>	<b>Přílohy .....</b>	<b>80</b>



# 1 Úvod

Úroveň měnového kurzu přímo ovlivňuje cenu importu a exportu v prostředí mezinárodního obchodu. Měnový kurz udává hodnotu jedné měny v páru s druhou, jinak řečeno svou hodnotou vyjadřuje konkurenceschopnost měny na zahraničním trhu. Měnový kurz je vzhledem k jeho vlivu na zahraniční obchod a zároveň na domácí cenovou hladinu pro hospodářství státu stěžejním makroekonomickým ukazatelem. Pro subjekty podnikající v oblasti importu nebo exportu je měnový kurz přímo spojitelný s výší zisku. V neposlední řadě měnový kurz působí na výši cenové hladiny, tedy přímo na spotřebitelské ceny, za které občané země nakupují statky. Pro tyto vlastnosti je měnový kurz sledovaný řadovými občany, mezinárodními podnikatelskými subjekty, národními institucemi a regulovaný měnovou politikou národní banky.

Měnový kurz v dlouhém období slouží také jako výkonnostní ukazatel ekonomiky. V krátkém období pak lze s hodnotami měnového kurzu pracovat při analýze aktuálního stavu ekonomiky a odvozovat jeho blízkou prognózu a společně s dalšími ekonomickými ukazateli tvořit předpovědi ekonomické situace. Rovnovážná hodnota měnového kurzu je tvořena na měnovém trhu na základě nabídky a poptávky. Ovlivněna je ekonomickými, politickými a jinými faktory, které jsou ze své podstaty těžko předvídatelné. Proto je samotné odvození efektivní prognózy měnového kurzu problematické.

Diplomová práce se zabývá vývojem a krátkodobými prognózami měnových párů EUR/CZK a GBP/CZK. Úvodní, teoretická část práce předkládá základní pojmy a témata přímo související s tématem diplomové práce. Jednotlivé kapitoly postupně čtenáře seznámí s problematikou měnového kurzu, měnové politiky a prognózování ekonomických časových řad.

Analytická část práce obsahuje ekonomickou analýzu vývoje sledovaných časových řad v období od srpna roku 2011 do července roku 2021. V následující části jsou časové řady podrobeny elementární analýze a připraveny k aplikaci modelů (ARIMA, ADL, VAR) za účelem odvození jejich prognózy v časovém horizontu 6 měsíců. Výsledky prognózy jsou analyzovány v závěrečné části práce a je navržen model nejvhodnější pro odvození prognózy měnového kurzu. Čtenář je seznámen s limity odvozených modelů.

## 2 Cíl práce a metodika

### 2.1 Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je analýza vývoje měnového kurzu včetně simulace jeho vývoje a tvorba krátkodobých prognóz. Jedním z dílčích cílů je vlastní ekonomická analýza zaměřená na vývoj kurzů EUR/CZK a GBP/CZK za zvolené období 08/2011-07/2021. Ekonomická analýza cílí na uvedení do souvislosti zejména ekonomických a politických faktorů přímo souvisejících s vývojem měnových kurzů. Součástí cíle je podložení tvrzení měřitelnými ukazateli a jejich interpretace. Navazujícím dílčím cílem práce je základní statistická analýza ekonomických ČŘ EUR/CZK a GBP/CZK poskytující ucelený kvantitativní přehled o jejich vývoji. Posledním a stěžejním dílčím cílem práce je zjistit kvalitu prognostických vlastností aplikovaných modelů ARIMA, ADL a VAR a následně odvodit jejich limity v oboru prognostiky ekonomických ČŘ.

### 2.2 Metodika

Informace shromážděné v teoretické části práce vychází z odborné literatury, internetových zdrojů a databází dle seznamu v kapitole 7. Čtenáři je zprostředkován základní přehled o tématech souvisejících s problematikou diplomové práce.

Praktická část diplomové práce je založena na datech ekonomických časových řad, která byla získána z webových stránek České národní banky. Podkladová data jsou ve formě ČŘ měnových kurzů EUR/CZK a GBP/CZK. Data ČŘ obsahují pro zkoumané období 120 měsíčních hodnot + 6 hodnot skutečného vývoje ČŘ během zvoleného prognostického horizontu.

V první části empirického výzkumu je provedena elementární analýza zvolených časových řad obsahující elementární statistické ukazatele, popis trendu ČŘ a následně vlastní makroekonomickou analýzu vývoje ČŘ od 08/2011 do 07/2021.

Následovně budou ČŘ připraveny na aplikaci prognostických modelů (ARIMA, ADL, VAR) jejich očištěním aditivní dekompozicí. Stacionarita časových řad je zajištěna transformací souboru dat do podoby jeho prvních diferencí a ověřena dle funkce ACF a Dickey-Fullerovým testem. Modely jsou aplikovány v SW Gretl. Modely ARIMA a VAR jsou aplikovány v SW Gretl a následně za pomoci SW Gretl byla odvozena i jejich prognóza. Pro model ADL je prognóza počítána vlastním výpočtem v MS Excel. Pro interpretaci

výsledků na úrovni původních hodnot ČŘ je nutné výsledky odvozených prognóz transformovat na úroveň původních ČŘ, tedy transformovat z prvních diferencí a převést na neočištěné ČŘ, což je provedeno v MS Excel. Kvalita prognóz je posuzována na základě metriky MAPE (střední absolutní procentní chyba).

Následně je vzájemně komparována kvalita modelů s ohledem na vykázané prognostické vlastnosti. V poslední řadě jsou interpretovány výsledky výzkumu a je diskutována vhodnost užití prognostických modelů ekonomických časových řad a jejich limity.

## 3 Teoretická východiska

### 3.1 Měnový kurz

Měnou je považována konkrétní peněžní jednotka a zároveň peněžní soustava, která je užívána a legislativně ukotvena v zákoně na území jednoho či více států (Vlček a kol., 2003). Příkladem měny platící na území jednoho státu je česká koruna (CZK). Měny platící na území více států euro (EUR). Jurečka a kol. (2017) národní měnu uvádí jako prostředek směny přijatelný jako univerzální platidlo v daném státě. Obecně se autoři shodují, že peníze, resp. národní měna, je na daném území prostředkem směny při nakupování statků.

Za zahraniční měnu lze označit měnu, která není užívána a zákonem upravena v dané zemi. Pro provedení platby v zahraničí je zpravidla nutné použít zahraniční měnu. Pro získání zahraniční měny je nutné ji koupit či vypůjčit (Jurečka a kol., 2017). Nákup měny probíhá stejně jako nákup statků na trhu, kde se střetává poptávka a nabídka.

Měnový kurz představuje cenu jedné měny vyjádřenou v měně druhé (Rojíček a kol., 2016). Udává, za kolik jednotek jedné měny je možné zakoupit jednu jednotku druhé měny a tím tvoří měnový pár. Ojedinělostí měnového kurzu a trhu je, že oceňuje či obchoduje hodnotu měny na základě jiné měny, oproti jiným trhům, kdy peníze slouží jako směnný prostředek za statky, služby, a jiné. Jurečka a kol. (2017) označuje měnový kurz jako cenu, směnný poměr dvou měn, který je možné jako i jiné veličiny ohodnotit v nominálních – běžných cenách či reálných – stálých cenách.

#### **Nominální měnový kurz**

Nominální měnový kurz dle Jurečky a kol. (2017) udává cenu jedné měny vyjádřené v jednotkách měny druhé. Rojíček a kol. (2016) dále uvádí přímou kotaci měnového kurzu, kdy je měnový kurz vyjádřen v počtu jednotek domácí měny za jednu jednotku zahraniční měny (25 CZK/EUR). Nepřímá kotace měnového kurzu je udávána jako počet jednotek zahraniční měny za jednu jednotku domácí měny (0,04 EUR/CZK). V případě přímé kotace zapsané výše kupující zaplatí 25 českých korun za 1 euro. Z uvedené nepřímé kotace kurzu EUR/CZK lze vyčíst cenu 0,04 euro za 1 českou korunu. V případě zahraniční cesty nominální měnový kurz slouží k výpočtu, kolik jednotek cizí měny nám bude prodáno za částku (domácí měnu), kterou chceme směnit, ale neuvažuje v potaz kupní sílu měny pro zahraniční statky.

## Reálný měnový kurz

Reálný měnový kurz zohledňuje kupní sílu domácí měny na zahraničním trhu. Dle Jurečky a kol. (2017) lze reálný měnový kurz chápat jako „*poměr, v jakém se směňují statky jedné země za statky druhé země.*“ Poměr udává sílu měny v mezinárodním obchodování neboli míru konkurenceschopnosti v mezinárodním obchodě (Jurečka a kol., 2017). Kupní síla domácí a zahraniční měny je zpravidla rozdílná v závislosti na domácí a zahraniční cenové hladině. Pokud je cenová hladina pečiva na zahraničním trhu vyšší než v ČR, pak z pohledu domácí měny za cenu jedné jednotky pečiva v ČR v zahraničí dostaneme méně než jednu jednotku pečiva. Výsledek formálního zápisu reálného měnového kurzu níže indikuje „*kolik jednotek domácích statků je třeba na získání jedné jednotky stejného statku zahraničního*“ (Jurečka a kol., 2017):

$$R = E * \frac{P'}{P} \quad (1)$$

kde E je nominální měnový kurz, P' je zahraniční cenová hladina a P je domácí cenová hladina.

## Promptní měnový kurz a termínový měnový kurz

Promptní neboli spotový měnový kurz určuje cenu za transakce provedené v daný okamžik dle aktuálního nominálního kurzu. Vypořádání transakce probíhá v daném okamžiku, kdy kupující obdrží nakupovanou měnu dle aktuálně platného měnového kurzu (Jurečka a kol., 2017). Dle Soukupa (2012) a Jílka (2013) však obvyklá doba vypořádání (dodávka cizí měny) je prováděna do 2 pracovních dnů (T+2) po uzavření kontraktu. Uváděné dva dny mezi dnem obchodu a dnem vypořádání transakce jsou časový interval pro konfirmaci a přípravu transakce v závislosti na užitých platební technice a bankovním systémem. Den, kdy dochází k vypořádání, lze nazvat dnem splatnosti.

Měnové neboli devizové obchody s dobou splatnosti delší než dva dny (T+3 a více) jsou nazývány termínové transakce za použití termínového měnového kurzu. Termínový měnový kurz je tedy kotace termínového měnového kontraktu s vypořádáním v čase T+3 dny a více. Termínový měnový kurz je zpravidla odlišný od promptního kurzu a časová prodleva je u termínových měnových kontraktů účelová. Dohoda o kontraktu je prováděna v přítomnosti s dohodnutým datem vypořádání v budoucnosti a předem stanoveným termínovaným kurzem. Takový kontrakt je neprodejný a nelze od něj odstoupit (Soukup, 2012). Výše termínového kurzu bere v potaz úrokový diferenciál mezi měnami (Jílek, 2013), tedy rozdíl v úrokových sazbách mezi zeměmi obchodovaných měn (Soukup, 2012).

Termínové kurzy jsou dle Durčákové a Mandela (2010) dle svého charakteru děleny na tři základní druhy: forward, futures a opce.

### **Bilaterální a efektivní měnový kurz**

Dvojstranný neboli bilaterální měnový kurz je poměr dvou měn. Je nejběžněji užívaným kurzem pro vyjádření hodnoty měny (např. 25 CZK/EUR). Multilaterální neboli efektivní měnový kurz udává poměr jedné měny oproti koši vybraných měn. Používá se k zhodnocení vývoje domácí měny vůči souboru více měn dohromady, vyjádřených jedním číslem. Často sledovaný multilaterální měnový kurz je poměr domácí měny vůči koši zahraničních měn hlavních obchodních partnerů země (Jurečka a kol., 2017).

#### **3.1.1 Měnový trh**

Místo, kde se obchodují národní měny, se nazývá měnový trh. Měnový trh tvoří měnový kurz a určuje jeho cenu, stejně jako na jiných trzích, na základě poptávky a nabídky na trhu. Faktorů ovlivňující poptávku a nabídku na měnovém trhu existuje mnoho, jsou nepředvídatelné a nedefinované, proto doposud nebyl vytvořen model, který by spolehlivě popsal dosavadní vývoj, stanovil aktuální kurz či prognózoval hodnoty měnových kurzů. Rovnovážný měnový kurz či rovnovážná cena na měnovém trhu je v praxi modelována různými způsoby, které se dělí přístupy technické, kvantitativní a fundamentální (Rojíček a kol., 2016).

Na devizovém trhu jsou směňovány peníze za peníze (např. koruny za eura, pár EUR/CZK), kdy účastníci trhu při vstupu nabízejí měnu CZK, čímž vytváří nabídku měny CZK a poptávají měnu EUR, čímž tvoří poptávku měny EUR. Na druhé straně tvoří druhý účastník obchodu nabídku EUR a poptávku CZK.

### **Apreciace a depreciace měny**

Při nárůstu hodnoty měny oproti druhé v rámci měnového páru, nebo vůči měnovému koši více měn, hovoříme o apreciaci – zhodnocení měny. Pokud dochází ke změně měnového kurzu EUR/CZK např. z 26 CZK/EUR na 25 CZK/EUR, nazýváme tento nárůst hodnoty české koruny její zhodnocení – apreciaci. Jednotku EUR lze v takovém případě pořídit o 1 korunu levněji, protože její hodnota stoupla. Jinak řečeno za stejných 26 CZK bychom po zhodnocení koruny dostali více než 1 EUR. Naopak, pokud dochází k poklesu hodnoty CZK vůči jiné měně či koši měn, hovoříme o depreciaci – znehodnocení.

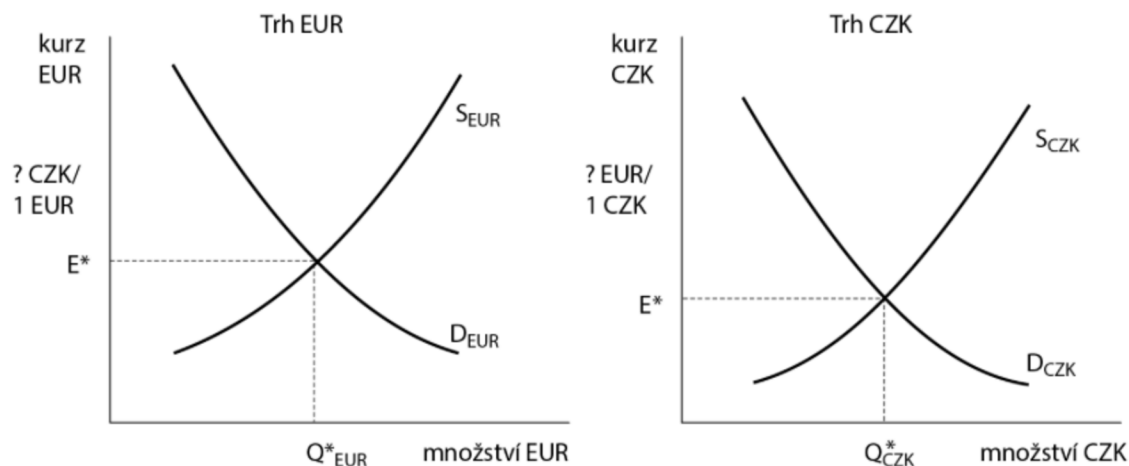
Pokud kurz EUR/CZK vzroste z 25 CZK/EUR na 26 CZK/EUR, česká koruna oslabuje vůči euru, hovoříme o její depreciaci, jejím oslabení.

### 3.1.2 Determinace měnového kurzu

Na obrázku 1 bude vysvětlena determinace měnového kurzu v závislosti na nabídce a poptávce. Jak uvádí Jurečka a kol. (2017), na levé straně grafu je zobrazen trh eur (EUR) z pohledu občana ČR, jemuž je národní měnou česká koruna (CZK). Na horizontální ose je zobrazeno množství nakupovaných/nabízených eur a na vertikální ose je zobrazena hodnota kurzu EUR/CZK vyjádřená v korunách za jedno euro ( $? \text{ CZK/EUR}$ ). Křivka poptávky po eurech ( $D_{\text{EUR}}$ ) tvořená nejspíše subjekty z ČR má klesající tendenci. Při nižší ceně v CZK za 1 EUR je poptáváno větší množství  $Q$  EUR. Při nižší ceně v CZK za 1 EUR je poptáváno více zahraničních statků, proto je poptáváno více zahraniční měny EUR. Křivka nabídky EUR ( $S_{\text{EUR}}$ ) je rostoucí. S růstem kurzu EUR/CZK roste nabízené množství EUR, jelikož zahraniční subjekty za 1 EUR mohou dostat více CZK, a tedy nakoupit více českých statků. Naopak při poklesu ceny v CZK za 1 EUR, kdy koruna zhodnocuje, bude nabídka na trhu EUR nižší, jelikož zahraničním subjektům se při silnější koruně (CZK) prodražují nákupy statků v ČR, proto méně nakupují méně statků a směňují/nakupují méně českých korun.

Na pravé straně obrázku je zrcadlové zobrazení trhu EUR, tedy trh CZK. Předpokládejme zhodnocení CZK, tedy vyšší cenu EUR za 1 CZK, pak nabídka CZK ( $S_{\text{CZK}}$ ) poroste, protože za českou korunu lze vlivem zhodnocení CZK nakoupit relativně více v zahraničí, proto nabízíme CZK a poptáváme EUR.

Obrázek 1- Trh EUR, trh CZK



Zdroj: Jurečka a kol., 2017

Determinace cen na měnovém trhu je závislá na faktorech ovlivňujících nabídku a poptávku po měnách. Teoretické přístupy k objasnění vývoje měnového kurzu a jeho předpověď jsou technické, kvantitativní či fundamentální (Rojíček a kol., 2016).

### 3.1.2.1 Technická analýza

Jeden z přístupů vyjádření vývoje pohybů na finančním trhu, v tomto případě na měnovém trhu, je technická analýza. Základ technické analýzy spočívá v analýze tržních dat, tedy historickém vývoji cenových trendů, průměrů, otevřených pozic a dalších charakteristikách trhu zaznamenaných v datech (Jílek, 2013). Analýza se opírá o trendy, projevy úrovně podpory a odporu či matematické vztahy a podobnosti z minulosti, které by mohly při nalezení podobnosti se současným vývojem pomoci identifikovat očekávaný stav trhu, plynoucí v obchodní příležitost. Rojíček a kol. (2016) doplňuje, že technologická analýza skrz informace vstřebané poptávkou a nabídkou reflektuje také nekvantifikovatelné faktory jako sentiment, očekávání, tržní psychologie a politické faktory.

### 3.1.2.2 Kvantitativní analýza

Využívá sofistikované nástroje statistické analýzy pro odhalení autokorelační struktury časové řady, která je následně využita pro prognózu dané časové řady. Tento přístup, stejně jako technická analýza, je založen na v minulosti získaných datech časové řady (Rojíček a kol. 2016). Jílek (2013) účastníky trhu předpovídající měnové kurzy dělí



pouze na ty, kteří spoléhají na technickou, nebo fundamentální analýzu a připouští jejich kombinace.

### 3.1.2.3 Fundamentální analýza

Fundamentální přístup analyzuje hospodářskou a politickou situaci, ze kterých vyhledává data pro předpověď vývoje finančního trhu. Zdrojem informací fundamentální analýzy jsou např. hospodářské zprávy, výroční zprávy, ukazatele publikované státními institucemi nebo informace sdělené politiky a ekonomy. Makroekonomické veličiny používané pro fundamentální analýzu jsou ovlivnitelné množstvím jiných veličin, které tak nepřímo hrají také roli ve fundamentální analýze. Zároveň se jedná o v čase proměnlivé veličiny, které mají obecné předpoklady svého vývoje, přesto mohou být ovlivněny neočekávanou událostí (válka, politický převrat).

Mezi základní hospodářské veličiny užívané při fundamentální analýze dle Jílka (2013) náleží:

- inflace
- růst reálného HDP
- platební bilance,
- výše úrokových měr,
- politická a sociální stabilita,
- kurzová politika země.

V následující kapitole bude popsán vliv vybraných hospodářských veličin na hodnotu měnového kurzu. Popsané veličiny jsou krátkodobě proměnlivé a mají krátkodobou působnost, proto se jedná o vliv v krátkém období.

### 3.1.3 Vývoj měnového kurzu v krátkém období

#### Vliv inflace na měnový kurz

Nárůst inflace znamená nárůst cen statků. Pokud by růst ceny statku dosáhl takové hodnoty, kdy statek na domácím trhu stojí více než na zahraničním, klesla by poptávka po statku na domácím trhu. Účastníci domácího trhu by směřovali poptávat statek na zahraniční trh a tím pádem by domácí měnu měnili za zahraniční. Poptávka po zahraniční měně vzroste a poptávka po domácí měně klesá, což zapříčiní zhodnocení zahraniční měny oproti domácí (Jurečka a kol., 2017). Brčák a kol. (2014) uvádějí, že při existenci zákona jedné ceny

zvýšení domácí cenové hladiny vede k proporcionálnímu znehodnocení domácí měny vůči zahraniční, a to ve stejném poměru, v jakém byla zvýšena domácí cenová hladina oproti zahraniční.

### **Vliv růstu reálného HDP na měnový kurz**

S růstem reálného HDP roste spotřeba statků a poptávka po domácích i zahraničních statcích. Poptávka po zahraničních statcích vyvolává zhodnocení zahraniční měny. Pokud domácí měna oslabuje, klesá cena domácích statků pro zahraniční účastníky, čímž roste poptávka po domácích statcích a hodnota domácí měny opět posiluje. Posílení domácí měny při růstu HDP však způsobí zejména příliv poptávajících na trhu finančních aktiv země (domácích i zahraničních), čímž opět dochází ke zhodnocení domácí měny rychleji rostoucí ekonomiky. Rychleji rostoucí ekonomika (HDP) přináší relativní zhodnocování měny oproti zemi s pomaleji rostoucí ekonomikou (Jurečka a kol., 2017).

### **Vliv změny úrokových sazeb na měnový kurz**

Důležitou roli má úrokový diferenciál, který vyjadřuje rozdíl domácí a zahraniční úrokové míry. Pokud je domácí úroková míra vyšší než zahraniční, mluvíme o kladném úrokovém diferenciálu. Pokud je domácí úroková míra nižší než zahraniční, mluvíme o záporném úrokovém diferenciálu. Investoři orientovaní na výnosy vyhledávají oblast s relativně vyššími úrokovými sazbami a tím podporují poptávku po národní měně dané oblasti. Při nárůstu poptávky po měně oblasti daná měna zhodnocuje oproti měně, za kterou se nakupuje, čímž ovlivňuje hodnotu měnového kurzu (Jurečka a kol., 2017). Účastníci devizových trhů se orientují na výnosy, stejně jako na jiných trzích. Výnosy věřitelů jsou určeny úrokovou mírou, která udává, kolik peněz dlužník zaplatí věřiteli za každou vypůjčenou jednotku měny. Věřitelé se orientují na země s vyššími úrokovými mírami oproti zahraničí, jelikož zde dosahují vyšších výnosů. Příliv věřitelů znamená zhodnocení domácí měny (Soukup, 2012).

### **Vliv změny růstu nabídky peněz**

Nabídka peněz přímo souvisí s předchozími vlivem inflace a úrokových sazeb. Dojde-li ke zvýšení nabídky peněz, projeví se to také na nárůstu spotřebitelských cen a z toho plynoucím nárůstu inflace. Zároveň platí, že při růstu nabídky peněz dochází ke snížení úrokových sazeb. Obě tyto situace znehodnocují domácí měnu dle výše popsaných principů. Pokud v domácí ekonomice roste nabídka peněz relativně rychleji než v zahraniční

ekonomice, měla by růst inflace, klesat úroková míra a depreciovat domácí měna (Jurečka a kol., 2017).

### **Vliv očekávání společnosti a politika země**

Zprávy o ukazatelích mající vliv na vývoj měnového kurzu zveřejněných např. v rámci politických debat či sdělení guvernéra ČNB působí na ceny na měnovém trhu. Při zveřejněném podezření na budoucí snížení úrokových sazeb a zvýšení inflace obchodující společnost zpravidla promptně zareaguje. V tomto případě společnost očekává budoucí pokles hodnoty domácí měny, proto po domácí měně klesne poptávka. Předpoklady budoucího znehodnocení měny se na měnových trzích do cen propisují prakticky okamžitě, tím po vydání informace o budoucím vývoji hospodářského ukazatele nastává okamžitý vývoj cen měnových kurzů (Jurečka a kol., 2017). Mezi faktory ovlivňující vývoj měnového kurzu patří také politika země, resp. politické klima (stabilita vlády) a vyjádření politiků či hrozba různých konfliktů (Brčák, Sekerka, 2010).

#### **3.1.4 Vývoj měnového kurzu v dlouhém období**

V dlouhém období je kolísavý vliv výše zmíněných ukazatelů zanedbatelný. Krátkodobé výkyvy způsobené změnou úrokových sazeb či inflace v dlouhém období neposkytují dostatečný a relevantní podklad pro stanovení rovnovážného měnového kurzu. V dlouhém období je měnový kurz ovlivněn zejména ekonomickým vývojem země, hlavně vývojem cen a mezinárodního obchodování.

##### **3.1.4.1 Teorie parity kupní síly**

Jedná se o jeden z nejznámějších teoretických konceptů stanovení rovnovážného měnového kurzu. Teorie je zobecněním zákona jediné ceny, který říká, že hodnota statku v domácí měně má po přepočtu měnovým kurzem mít stejnou hodnotu v zahraničí. Měnový kurz má v této teorii roli vyrovnání kupní síly mezi dvěma měnami, tedy zachování parity kupních sil (Purchasing power parity- PPP) obou měn (Rojíček, 2016). Model je odvozen ve dvou verzích, absolutní verze PPP a relativní verze PPP.

##### **Absolutní verze teorie parity kupní síly**

Podle absolutní PPP (PKS) teorie měnový kurz odpovídá poměru domácí a zahraniční cenové hladiny (Jurečka a kol., 2017). Podle Jílka (2013) měnové kurzy vyrovnávají cenové úrovně zboží a služeb dvou zemí. Obecně řečeno nominální měnový

kurz dle teorie slouží k přepočtu hodnoty peněz, např. hodnota za 1 ks rohlíku v domácí ekonomice a měně by kurzem po přepočtu do zahraniční měny vyšla jako hodnota za 1 ks rohlíku v zahraniční ekonomice a její měně. Mohli bychom kupovat statky v zahraničí za stejnou úroveň průměrné cenové hladiny, jako doma.

Pokud stejné zboží v cizí zemi stojí méně než doma, mechanismus, který cenu dle absolutní verze PPP srovná za pomoci měnového kurzu, se nazývá zbožová arbitráž. V případě levnějšího statku v zahraničí se přesouvá poptávka do zahraničí, roste poptávka po zahraniční měně, která tak posiluje, čímž se poptávka po zahraniční měně zase snižuje. Zahraniční obchodníci zvýší poptávku po domácí měně, protože pro ně zlevní, čímž domácí měnu posilují a uvádí kurz opět do rovnováhy dle teorie PPP.

Teorie PPP v absolutní verzi předpokládá (Jílek, 2013):

- identické zboží,
- obchodovatelnost všech druhů zboží,
- neexistence transportních nákladů, rozdílů v daních, informacích, tarifech a omezeních na obchodování.

Jmenované předpoklady jsou však v praxi nereálné, proto teorie může ztrácet na prognostickém významu. Model je jednoduchý, avšak omezený na dlouhé období, a hlavně bilaterální měnové kurzy ekonomicky vyspělých zemí (Jurečka a kol., 2017). Problémem teorie je také neobchodovatelnost všech statků. U takových statků nelze zajistit zbožovou arbitráž a určit rovnovážnou cenu. Jedná se např. o cenu hromadné dopravy v různých evropských metropolích. Přesto, že poměr cen za hromadnou dopravu neodpovídá nominálnímu kurzu, nelze nakupovat hromadnou dopravu v jedné zemi a přenášet ji do druhé, kde je nepoužitelná a neprodejná (Jurečka a kol., 2017).

### **Relativní verze teorie parity kupní síly**

Relativní verze teorie parity kupní síly se oproti absolutní verzi zaměřuje na relativní změny cen a měnových kurzů, nikoli absolutní hodnotu nominálního měnového kurzu. Po zvolené období sledované pohyby cenových úrovní dvou zemí, resp. jejich poměr, vyjadřuje hodnotu změny poměru měnových kurzů (Jílek, 2013). Nedostatkem teorie je, že vychází pouze ze změn cenových hladin, tedy poměru inflace doma a v zahraničí. Tvorbu měnového kurzu však ovlivňuje řada jiných faktorů. Matematicky lze relativní verzi PPP zapsat následovně:

$$\% \Delta E = \pi - \pi' \quad (2)$$

Kde  $\pi$  a  $\pi'$  značí procentní míru inflace v daných zemích a levá strana rovnice značí procentní změnu nominálního měnového kurzu (Jurečka a kol., 2017).

Protože relativní verze PPP vychází ze změn inflace, která má nepochybně vliv na změnu měnových kurzů, má tato teorie částečnou platnost. Není však vhodná pro krátkodobé a střednědobé odhady. Dle Revendy a kol. (2012) je vhodná pro dlouhodobé odhady měnových kurzů a jejich rovnováhy, kdy rozhodující je rozdílné tempo cenových hladin porovnávaných zemí. Pro krátké období je teorie vhodná pouze v případě, kdy hodnoty inflace zastiňují ostatní vlivné faktory na měnový kurz a tím pádem je inflace hlavním zdrojem změn měnového kurzu (Jílek, 2013).

Mezi další teorie determinace měnového kurzu patří např. teorie parity platební bilance a teorie parity úrokové míry.

### **3.2 Monetární politika**

Primárním cílem monetární politiky je stabilita domácí cenové hladiny. Dalšími stanovenými cíli mohou být např. hospodářský růst, rovnováha platební bilance, výše zaměstnanosti či stabilita měnového kurzu. Udržování stability domácí cenové hladiny je v dlouhodobém horizontu předpokladem pro plnění cílů hospodářské politiky (Holman, 2018).

Monetární neboli měnová politika je aktivita státu zaměřená na kontrolu množství peněz v ekonomice, regulaci úrokových měr a podmínek poskytování úvěrů. V tržní ekonomice je monetární politika společně s fiskální politikou základem hospodářské politiky země (Revenda, 2015).

Předpoklad pro aplikaci monetární politiky je dle Brčáka a kol. (2014) existence rozvinutého tržního mechanismu. Dále je pro vykonávání měnové politiky předpokládána možnost vstupu státních orgánů na trh peněz a existence centrální banky. Centrální banka je vykonavatelem monetární politiky, kterou provádí prostřednictvím tzv. nástrojů monetární politiky.

V ČR působí v této roli Česká národní banka (ČNB), dle které je úlohou měnové politiky zajištění nízké, stabilní a předvídatelné inflace v blízkosti stanoveného cíle 2 %. Tímto je vytvářeno příznivé prostředí pro rozvoj podnikatelských aktivit a růst životní úrovně českých domácností.

### 3.2.1 Cíle monetární politiky

Monetární politika dle Brčáka a kol. (2012) primárně reguluje množství peněz v ekonomice a tím dosahuje požadovaných makroekonomických cílů. Kromě hlavního cíle, kterým je stabilní cenová hladina a nízká míra inflace má monetární politika dále za cíl:

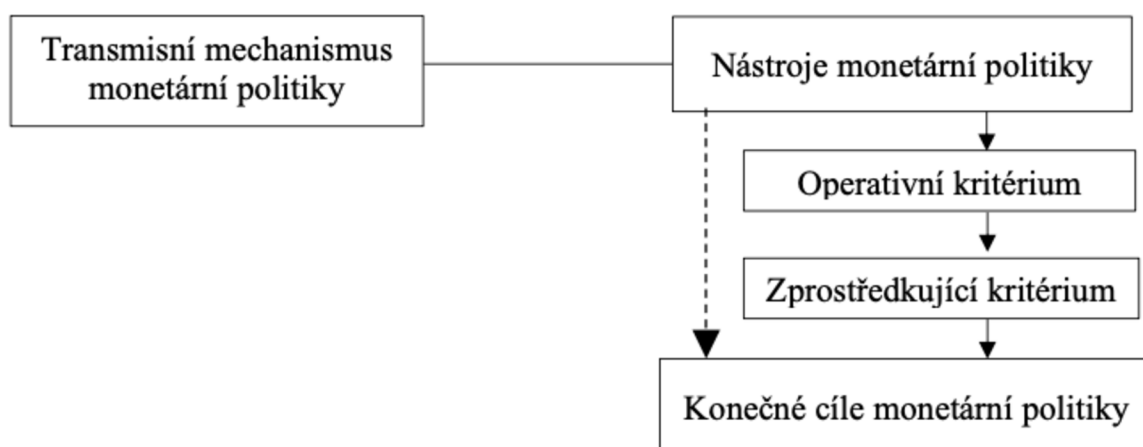
- vyrovnanou platební bilanci,
- stabilní růst HDP,
- nízkou nezaměstnanost,
- stabilitu měnového kurzu.

### 3.2.2 Transmisní mechanismus

Cíle monetární politiky jsou plněny skrze řetězec vztahů nazývaný transmisní mechanismus. Centrální banka užívá nástroje monetární politiky, které skrze transmisní mechanismus ovlivňují dosažení stanoveného cíle. ČNB nemá přímý vliv na výši inflace, proto měnovými nástroji působí na operativní kritérium (krátkodobá úroková míra), které působí na zprostředkovací kritérium (úroková míra, měnový kurz, peněžní zásoba) a tím zprostředkovaně konečně také na výši inflace, viz. obrázek 2 (Revenda, 2011).

Transmisní mechanismus působí různými kanály. V závislosti na zvolený nástroj monetární politiky Sekerka a kol. (2015) uvádí peněžní a úrokový kanál.

Obrázek 2: *Transmisní mechanismus monetární politiky*



Zdroj: Revenda (2011)

### **3.2.3 Expanzivní a restriktivní monetární politika**

Dle Brčáka a kol. (2014) centrální banka využívá nástrojů měnové politiky k regulaci výkonu ekonomiky. Dle směru působení na ekonomiku je rozlišována expanzivní a restriktivní monetární politika. V případě expanzivní měnové politiky se jedná o podporu ekonomického růstu zvýšením množství peněz v ekonomice. V případě restriktivní měnové politiky se jedná o utlumení výkonnosti ekonomiky snížením množství peněz v oběhu.

Revenda a kol. (2012) uvádí, že restriktivní měnovou politikou je zvyšování úrokové sazby nebo snížení relativního přírůstku měnové báze oproti předcházejícímu období. V situaci snižování úrokové sazby nebo zvýšení relativního přírůstku měnové báze oproti předcházejícímu období je měnová politika nazývána expanzivní.

### **3.2.4 Nástroje monetární politiky**

Nástrojem měnové politiky je konkrétní činnost centrálních bank prováděná za účelem dodržování operačního cíle měnové politiky. Nástroje jsou zpravidla děleny na přímé a nepřímé.

Dle Mejstříka a kol. (2014) mají centrální banky následující možnosti dosahování měnově politických cílů:

- operace na volném trhu,
- povinné minimální rezervy,
- úrokové sazby,
- další nástroje.

Brčák a kol. (2014) uvádí přímé nástroje měnové politiky jako administrativní a nepřímé nástroje měnové politiky jako tržně orientované. Centrální banka aplikuje většinou nástroje nepřímé, protože mají plošnou působnost a nejsou tak agresivní vůči trhu jako nástroje přímé (direktivní).

#### **3.2.4.1 Nepřímé nástroje monetární politiky**

##### **Operace na volném trhu**

Hlavním cílem tohoto měnového nástroje je řízení úrokových sazeb v ekonomice. Používány jsou repo operace, přímé operace a switch operace. Většinou jsou využívány krátkodobé repo operace se splatností 2 týdny. Repo operace zahrnují nákup a prodej

cenných papírů. Mejstřík a kol. (2014) uvádí, že z pohledu českého práva se jedná o úvěr zajištěný cennými papíry.

Brčák a kol. (2014) operace na volném trhu uvádí jako hlavní měnový nástroj centrální banky. Prodejem a nákupem cenných papírů centrální banka vytváří konkurenci na trhu peněz a zvyšuje se jejich cena, a tedy úroková sazba. Při prodeji cenných papírů dochází ke snižování množství peněz v ekonomice, a naopak při nákupu cenných papírů se množství peněz zvyšuje a úroková sazba klesá.

### **Povinné minimální rezervy bank**

Jedná se nařízení bankám o uložení minimální rezervy na běžném účtu centrální banky. V závislosti na výši povinných rezerv centrální banka reguluje množství peněz v ekonomice. Výše rezervy může být různá v závislosti na stanovené části vkladů. Rezervy mohou být uloženy v hotovosti i jiných formách (Brčák a Sekerka, 2010).

Výše rezerv ovlivňuje možnost bank poskytovat úvěry. S vyšší mírou rezerv banky poskytují méně úvěrů a do ekonomiky plyne méně peněz. Naopak při nižších rezervách dochází k navýšení objemu peněz v ekonomice. Dle Mejstříka a kol. (2014) je zavedena od roku 2000 v ČR výše minimálních rezerv 2 % z vkladů banky a úvěrů od nebankovních subjektů nebo vybraných emitovaných cenných papírů se splatností do 2 let. Povinné minimální rezervy jsou u centrální banky v ČR úročeny dvoutýdenní repo sazbou.

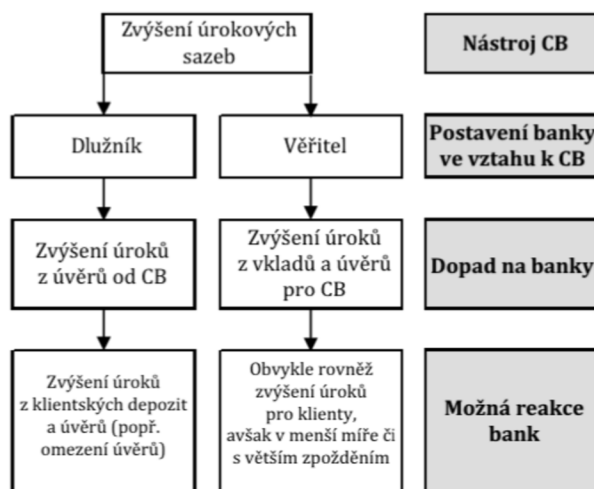
### **Diskontní politika**

Centrální banka ovlivňuje nepřímo množství peněz v ekonomice nastavením diskontní sazby. Diskontní sazba neboli úroková míra, za kterou jsou poskytovány obchodním bankám úvěry, je centrální bankou navyšována s účelem snížit poptávku po získání úvěru. Zároveň tím centrální banka omezuje úvěrové zdroje obchodních bank, čímž snižují jejich nabídku peněz dalším aktérům ekonomiky. Nabídka peněz poroste v případě, kdy centrální banka snižuje diskontní sazbu a tím obchodním bankám nabízí levnější úvěr (Brčák a Sekerka, 2010).

Jak uvádí Mejstřík a kol. (2014) v ČR určuje Česká národní banka tři základní úrokové sazby- diskontní sazbu, repo sazbu a lombardní sazbu. Za diskontní sazbu banky mají uložené peníze v ČNB. Repo sazba je limitní sazbou, za kterou jsou ČNB prováděny repo operace s komerčními bankami a lombardní sazba určuje úrok, za který ČNB půjčuje komerčním bankám, které druhou stranou zastavují cenné papíry.



Obrázek 3: Dopad zvýšení úrokových sazeb



Zdroj: Mejstřík a kol. (2014)

### Devizové intervence

Peněžní zásoba může být centrální bankou ovlivněna nákupy a prodeji cizí měny. Pokud centrální banka ve velkém objemu nakupuje za domácí měnu zahraniční, působí tak pro oslabení domácí měny a snižuje domácí peněžní zásobu. Naopak při nákupu domácí měny dochází k jejímu posílení a zvýšení jejího množství v ekonomice.

Mejstřík a kol. (2014) uvádí, že od roku 2008, kdy vypukla globální krize, byly dále užívány centrálními bankami tyto nekonvenční nástroje:

- likviditní facility,
- úvěrové facility,
- kvantitativní uvolňování,
- předvídatelné kroky.

#### 3.2.4.2 Přímé nástroje monetární politiky

Užití přímých nástrojů je méně časté než nepřímých nástrojů, protože se jedná o nástroje direktivní, které bankám přikazují regulaci a tím omezují jejich nezávislost. Zpravidla je k jejich využití přistupováno více v centrálně řízených ekonomikách. Jedná převážně se o povinné vklady, pravidla likvidity a úrokové limity, shodně označované jako administrativní opatření (Brčák a kol., 2014).

Dle Brčáka a kol. (2012) jsou přímé nástroje užívány v případech, kdy nástroje nepřímé nejsou efektivní a administrativní opatření centrální banky mají regulovat činnost obchodních bank. Výše jmenované nástroje doplňuje Brčák o úvěrové kontingenty.

### **Regulace investičního úvěru**

Pokud je státem stanovený maximální limit úvěru, pak žadatel o úvěr, který takový limit překračuje, potřebuje doložit bance souhlas státních orgánů, že mu takový úvěr může poskytnout. Získá-li žadatel povolení od státu čerpat takový úvěr, je plně v rámci rozhodování případné věřitelské banky, zda žadateli a za jakých podmínek úvěr poskytne (Brčák a Sekerka, 2010).

### **Regulace spotřebního úvěru**

Regulace dle Brčáka a Sekerky (2010) spočívá např. v omezení doby splatnosti spotřebního úvěru. Zda a za jakých dalších podmínek úvěr banky poskytnou či nikoli je v jejich kompetenci. Dalšími přímými nástroji měnové politiky mohou být požadavky centrální banky na měsíční zprávy o úvěrech poskytnutých nad stanovený limit, určení úvěrových limitů, stanovení maximálně přípustné rozpětí diskontní sazby a úroků banky uvalených na své klienty a jiná, podobná omezení.

## **3.3 Česká národní banka**

### **3.3.1 Vznik a historie ČNB**

Původně pod jménem Národní banka Československá (NBČ) vznikla na území Česko-slovenské republiky po jejím založení až v roce 1926. Československá koruna již existovala několik let a do vzniku NBČ byla spravována Bankovním úřadem Ministerstva financí. Důvodem vzniku centrální banky bylo vytvoření centrální bankovní instituce s vysokou autonomií, nezávislé na vládě. Nezávislost na vládě podporovala důvěru centrální banky u zahraničních subjektů a zejména zamezila, aby banka sloužila potřebám vlády. Ustavující schůze NBČ se konala v březnu 1926 a prvním guvernérem banky byl blízký spolupracovník Aloise Rašína Vilém Pospíšil. Po vzniku protektorátu Čechy a Morava byla po dobu války banka podřízena Říšské bance pod jménem Národní banka pro Čechy a Moravu (Jílek, 2013).

Po válce se banka v roce 1948 stala veřejnou institucí a byla opět v roce 1950 přejmenována na Státní banku československou (SBČS). Banka nadále měla funkci centrální i obchodní banky s úvěrovými aktivitami pro československé hospodářství. Působnost

banky byla prováděna skrze rozsáhlou síť úřadů a poboček, kde podniky a spořitelny mohli manipulovat se svými vklady u SBČS. Od poloviny 70. let byl aplikován nový celostátní systém platebního styku, který zdokonalil identifikaci účtů (sjednocené číslování) a označení plateb (číselné místo slovního), předávání dat na technických nosičích, zrušil fyzický oběh platebních dokladů (šeky atd.). V České republice se v listopadu roku 1989 nacházelo 5 obchodních bank:

- Česká státní spořitelna a Slovenská štátná sporiteľna,
- Československá obchodní banka, a.s.,
- Živnostenská banka, n.p. a
- Investiční banka, státní peněžní ústav.

Úloha centrální banky a současně vykonávání bankovního dohledu Státní bankou československou ji byla nadále zanechána po přijetí zákona č. 130/1989 v roce 1989 Federálním shromážděním Československé socialistické republiky (Jílek, 2013).

Na začátku 90 let vznikla Komerční banka, státní peněžní ústav a Všeobecná úverová banka, štátny peňažný ústav, které převzaly některé funkce SBČS. V roce 1992 zákonem č. 22/1992 Sb. byla SBČS legislativně posunuta do role standardní ústřední banky. Ve stejné době počet bank na československém území desetinásobně vzrostl a vzniklo zúčtovací centrum pro zprostředkování mezibankovních plateb, které je dodnes v provozu. Se vznikem ČR 1.1. roku 1993 zároveň zanikly dosavadní orgány České a Slovenské Federativní Republiky, což dalo vzniknout novým centrálním bankám Česka a Slovenska. SBČS byla rozdělena na Českou národní banku a Národní banku Slovenska. Charakteristika České národní banky byla Ústavou ČR přijata 16.12. roku 1992 a o den později byl přijat zákon č. 6/1993 Sb. o ČNB (Jílek, 2013).

### **3.3.2 Cíle ČNB**

Obecné cíle centrálních bank jsou dle Farkačové (2020) působení na inflaci, měnový kurz, hrubý domácí produkt a případně na další makroekonomické veličiny. Centrální banky se snaží plnit výše popsané cíle za účelem vnitřní (inflace, HDP) i vnější (měnový kurz) stability.

Cíl ČNB je uveden v zákoně následovně: *„Hlavním cílem činnosti České národní banky je péče o cenovou stabilitu. Česká národní banka dále pečuje o finanční stabilitu a o bezpečné fungování finančního systému v České republice. Pokud tím není dotčen její*

*hlavní cíl, Česká národní banka podporuje obecnou hospodářskou politiku vlády vedoucí k udržitelnému hospodářskému růstu a obecné hospodářské politiky v Evropské unii se záměrem přispět k dosažení cílů Evropské unie. Česká národní banka jedná v souladu se zásadou otevřeného tržního hospodářství.“ (Zákon č. 6/1993 Sb. České národní rady o České národní bance).*

Dle Jílka (2013) je ČNB dle zákona centrální bankou ČR, vykonává od roku 2006 dohled nad finančním trhem a jejím hlavním cílem je péče o cenovou stabilitu. Každoročně je banka alespoň 2x povinna předložit Poslanecké sněmovně zprávu o měnovém vývoji. Sněmovna si může vyžádat mimořádnou zprávu o měnovém vývoji s lhůtou dodání 30 dnů. Dalšími funkcemi ČNB jsou:

- provádění měnové politiky,
- emise bankovek a mincí,
- řízení finančního oběhu, platebního styku a zúčtování bank,
- dohlížení nad osobami působícími na finančním trhu v České republice,
- informovat o měnovém vývoji veřejnost.

### **3.4 Prognostické metody časových řad**

#### **3.4.1 Časová řada**

*„Stochastický proces je v čase uspořádaná řada náhodných veličin  $\{y(s,t), s \in S, t \in T\}$ , kde  $S$  je výběrový prostor a  $T$  je indexní řada. Pro každé  $t \in T$  je  $y(.,t)$  náhodná veličina definovaná na výběrovém prostoru  $S$ . Pro každé  $s \in S$  je  $y(s,.)$  realizace stochastického procesu definovaná na indexní řadě  $T$ , tj. uspořádaná řada čísel, z nichž každé odpovídá jedné hodnotě indexní řady. Časovou řadu lze tedy chápat jako realizaci stochastického procesu.“ (Arlt a kol., 2012)*

Časová řada je posloupnost věcně a prostorově srovnatelných pozorování, která jsou z hlediska času uspořádána jednoznačně ve směru z minulosti do budoucnosti (Hindls a kol., 2007). Dle Štědroneš a kol. (2012) je časová řada označení pro chronologicky uspořádané údaje.

### 3.4.1.1 Dělení časových řad

#### **Deterministické a stochastické**

V závislosti na náhodnosti prvků časové řady lze jako deterministické označit řady neobsahující náhodný prvek. Takové řady jsou bezchybně předvídatelné analytickou funkcí. Většina ekonomických časových řad obsahuje náhodné prvky, a proto jsou nazývané stochastické ČŘ. Tyto řady nelze precizně matematicky popsat (Štědroň a kol., 2012).

#### **ČŘ primárních a sekundárních ukazatelů**

Primární neodvozené ukazatele jsou data nasbíraná pozorováním nebo měřením. Sekundární ukazatele jsou odvozené z primárních ukazatelů, např. tempo růstu, cenový index (Štědroň a kol., 2012).

#### **ČŘ intervalové a okamžikové**

Intervalové časové řady zachycují ukazatele sledované po určitý interval. Na délce intervalu zpravidla závisí hodnota ukazatele, např. měsíční tržba podniku. Okamžikové ČŘ zachycují data pro přesný okamžik (Hindls a kol. 2007).

#### **ČŘ krátkodobé a dlouhodobé**

Údaje krátkodobé časové řady jsou zaznamenávány zejména ve čtvrtletních, měsíčních, či týdenních periodách. Údaje dlouhodobé či roční časové řady jsou dle názvu sledovány s roční periodicitou (Hindls a kol., 2007).

Štědroň a kol. (2012) dále uvádí členění na ekvidistantní (s konstantní časovou délkou mezi pozorováními) a neekvidistantní (s proměnnou časovou délkou mezi pozorováními) a Hindls a kol. (2007) členění na naturální ČŘ (vyjádřené v naturálních jednotkách) a peněžní.

### **3.4.2 Stacionarita**

Dle Práškové (2016) je proces striktně stacionární, pokud všechny náhodné veličiny mají stejné rozdělení. Souběžně platí, že základní charakteristiky (střední hodnota, rozptyl,...) jsou v čase neměnné.

Pokud je časová řada transformována do podoby prvních diferencí a vykazuje stacionaritu, lze odvodit existenci jednotkového kořene v autoregresním operátoru (Cipra, 2008).

Dle Ježka (2015) je stacionarita náhodné funkce podmíněna na posunutí nezávislou pravděpodobností strukturou.

### 3.4.3 Autokorelace

Dle Arlta a kol. (2002) „*autokorelační funkce (ACF) podává informaci o síle lineární závislosti mezi veličinami  $y_t$  a  $y_{t-k}$ . Korelace mezi náhodnými veličinami  $y_t$  a  $y_{t-k}$  však může být způsobena jejich korelací s veličinami  $y_{t-1}$ ,  $y_{t-2}$ , ...,  $y_{t-k+1}$ . Parciální autokorelační funkce (PACF) podává informaci o korelaci veličin  $y_t$  a  $y_{t-k}$  očištěnou o vliv veličin ležících mezi nimi.*“

### 3.4.4 Aditivní dekompozice

Provedení sezónního očištění ČŘ slouží k odstranění periodicky se opakujícího kolísání hodnot časové řady. Takové očištění je přípravou dat pro odvození prognostického modelu a prognóz. Dle Cipry (2008) aditivní dekompozice je metoda očištění ČŘ v následujících 5 krocích.

- 1) Konstrukce centrovaných klouzavých průměrů  $\bar{y}^{(12)}$

Klouzavý průměr je počítán v případě měsíčních dat z 13 hodnot (vzorec 3), kdy první a poslední hodnoty mají poloviční váhu a jsou děleny číslem 2. V čitateli se objevuje součet těchto 13 hodnot a ve jmenovateli hodnota 12. Pro výpočet KP v čase  $t$  je zapotřebí dosadit do vzorce také hodnoty 6 předchozích a 6 následujících pozorování. Proto není možné spočítat KP pro 6 prvních a 6 posledních hodnot ČŘ.

$$\bar{y} = \frac{\frac{y_1}{2} + y_2 + y_3 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8 + y_9 + y_{10} + y_{11} + y_{12} + \frac{y_{13}}{2}}{12} \quad (3)$$

- 2) Trendové očištění ČŘ

Odečtením klouzavých průměrů (trendové složky) od neočištěných hodnot ČŘ je řada očištěna od trendu.

$$y_t^* = y_t - \bar{y}_t^{(12)} \quad (4)$$

- 3) Odhad necentrováných sezónních faktorů  $I_j^*$

Výpočet necentrováných sezónních faktorů je počítán pro každý  $j$ -tý měsíc roku jako aritmetický průměr všech hodnot  $y_t^*$  časové řady pro daný  $j$ -tý měsíc. Celkem je při výpočtu vyčísleno 12 hodnot, kdy pro každý  $j$ -tý měsíc (např. leden) je hodnota stejná.

$$I_j^* = \frac{y_{2/2012}^* + y_{2/2013}^* + \dots + y_{2/2019}^* + y_{2/2020}^*}{9} \quad (5)$$

4) Centrování hodnot  $I_j^*$  odečtením jejich aritmetického průměru

Výpočet je proveden odečtením hodnot průměrného necentrovaného sezónního faktoru  $\bar{I}^*$  od jednotlivých hodnot  $I_j^*$ .

$$I_j = I_j^* - \bar{I}^* = I_j^* - \frac{I_1^* + \dots + I_{12}^*}{12} \quad (6)$$

5) Konečné sezónní očištění

Centrované sezónní faktory jsou odečteny od původních hodnot časové řady.

$$y_t^O = y_t - I_j \quad (7)$$

### 3.4.5 Metrika MAPE

MAPE (the mean of the absolute percentage errors) neboli průměr absolutních procentních chyb je základní metrika přesnosti prognostického modelu. Je udávána v procentech a lze ji jednoduše interpretovat, protože není spojená s jednotkami (např. korunami). MAPE 1,5 % indikuje, že předpovědi se v průměru lišily o 1,5 %. MAPE poskytuje perspektivu na velikost chyb prognózy bez nutné znalosti jednotek dat. Pokud by byla metrikou sdělena chyba předpovědi v průměru 10 metrů, nelze odvodit, zda se jedná o velkou či malou chybu. Pokud však metrika uvádí chyby v průměru 1,5 %, poskytuje určitý základ pro úsudek. Je žádoucí, aby při vyhodnocení přesnosti prognózy metrika MAPE byla co nejbližší nule. Pokud by se MAPE rovnalo 0, pak se prognóza shoduje s reálnými daty (Gilliland a kol., 2015).

$$MAPE = \frac{100}{h} \sum_{t=n+1}^{n+h} \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \quad (8)$$

## 4 Vlastní práce

Hlavní cíl empirické části práce je vlastní analýza vývoje měnových kurzů EUR/CZK a GBP/CZK včetně simulace jeho vývoje pomocí prognostických metod časových řad. Identifikované faktory působící na vývoj měnového kurzu budou v provedené analýze specificky spojovány s deviacemi měnového kurzu. Prognózované hodnoty budou výsledkem aplikace prognostických modelů časových řad (ARIMA, ADL, VAR). Následně bude provedena komparace výsledků prognóz časových řad a reálných hodnot kurzů zvoleného období. Dle zjištění bude vybrán prognostický model poskytující hodnoty s nejnižší odchylkou od skutečných hodnot měnových kurzů zvoleného období a posouzena jeho celková vhodnost aplikace při řešení problematiky předpovědi vývoje měnového kurzu.

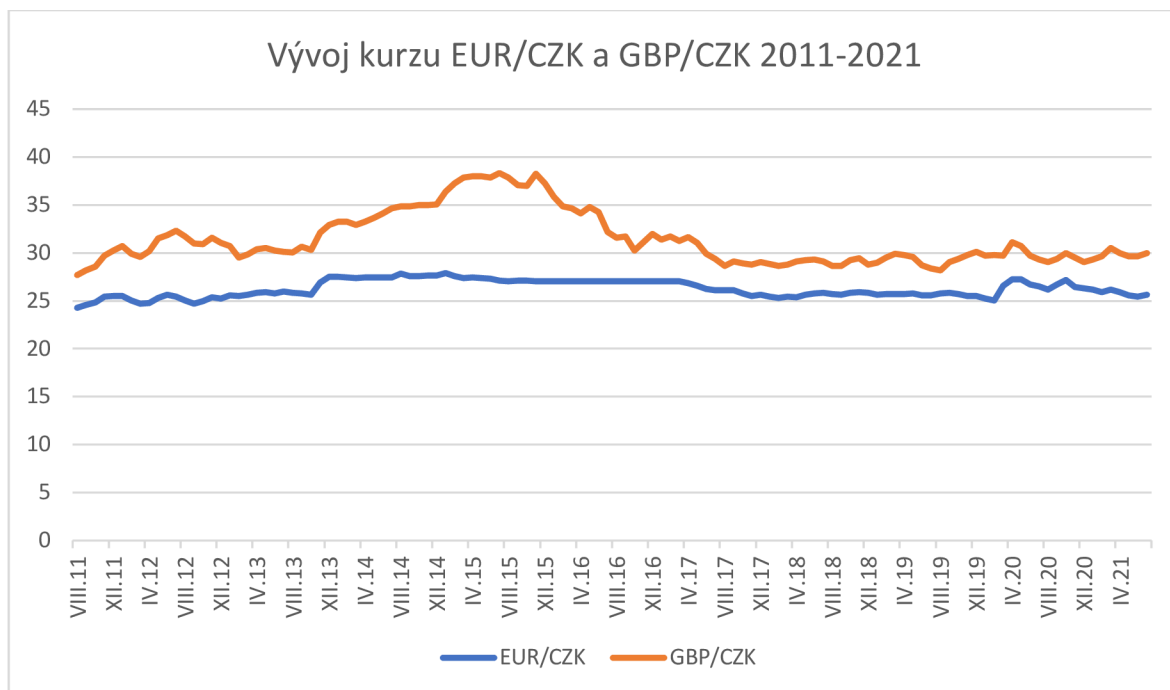
### 4.1 Elementární analýza ČŘ

Elementární analýza a následné prognózy budou provedeny na dvou časových řadách. Časová řada jsou v čase sbíraná a uspořádaná data, v případě této studie s intervalem 1 měsíc po dobu 10 let o celkovém počtu 120 pozorování. První ČŘ zachycuje průměrný měsíční kurz EUR/CZK (dále jen kurz EUR/CZK), druhá průměrný měsíční kurz GBP/CZK (dále jen kurz GBP/CZK). Studie obou ČŘ budou prováděny separátně a s předpokladem, že makro veličiny působící na rovnovážný měnový kurz mohou mít, ale nemusí, na obě ČŘ podobný vliv. Vývoj obou časových řad pro období 08/2011- 07/2021 je zobrazen grafem 1. Na horizontální ose je uveden čas a na vertikální ose výše kurzů. Z jejich podstaty křivky časových řad viditelně vykazují v některých intervalech (např. 08/11- 04/12) vzájemné korelační vlastnosti. Zkoumané řady se však výrazně odlišují variabilitou, hodnoty zobrazené oranžovou křivkou GBP/CZK výrazněji kolísají oproti hodnotám křivky EUR/CZK.

V kapitole Elementární analýza bude provedena základní ekonomická analýza vývoje měnových kurzů za zvolené období. Budou statisticky popsány ČŘ za pomoci základních popisných charakteristik a dále bude provedeno očištění ČŘ.



Graf 1: Vývoj kurzu EUR/CZK a GBP/CZK 2011-2021



Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.1.1 Základní ekonomická analýza ČŘ

V roce 2011 se České národní bance dařilo korigovat výši inflace po většinu roku v předem stanoveném cíli, který od roku 2010 pro meziroční nárůst cenové hladiny činí 2 % s limitem tolerance  $\pm 1$  procentní bod. Kurz EUR/CZK se od ledna do srpna 2011 držel hodnoty přibližně 24,3 Kč/EUR a následně od srpna do prosince připsal na průměrnou prosincovou hodnotu 25,515 Kč/EUR. Toto oslabení koruny bylo zapříčiněno averzí k riziku a negativním výhledem zahraniční poptávky na území jižního křídla eurozóny, na které dolehla dluhová krize. Relativně velký skok připsal také kurz GBP/CZK, který za stejné období od srpna do prosince 2011 vzrostl o 2,548 Kč na hodnotu 30,235 Kč/GBP (Výroční zpráva ČNB, 2012).

Hodnota kurzu EUR/CZK v roce 2012 oscilovala mezi měsíčními průměry 24,676 až 25,641 Kč/EUR, což činí rozsah 0,965 koruny v průběhu roku. Dle guvernéra České národní banky byl v roce 2012 kurz koruny i přes domácí ekonomický útlum a pokračující dluhové krizi v eurozóně relativně stabilní. V průběhu roku 2012 byla základní úroková sazba národní banky třikrát ponížena až na technicky téměř nulovou hodnotu 0,05 %. Česká koruna i přes tuto skutečnost neprokázala vůči euru viditelné oslabení, nicméně potenciál růstu z konce roku 2011 nebyl využit (Výroční zpráva ČNB, 2013). Nadále se na vývoji

koruny vůči euru podepisoval spíše vývoj v eurozóně než vývoj domácích fundamentálních faktorů, a to stále trvající vliv dluhové krize (Analýza vývoje ekonomiky ČR, 2013). Hodnota kurzu GBP/CZK do března roku 2012 klesala na úroveň 29,570 Kč/GBP, ale následně otočila a do července vykazovala rostoucí trend na průměrnou měsíční hodnotu 32,307 Kč/GBP. Po zbytek roku se hodnota libry držela kolem 31 Kč a vývoj kurzu byl trendově podobný vývoji kurzu eura.

Rok 2013 byl využit Radou ČNB k využití nástrojů monetární politiky. Cílem bylo zamezit pokračování ekonomické recese a stabilizovat inflaci na hranici dlouhodobého cíle. Pro udržení cenové stability ČNB vydala prohlášení, že bude zasahovat do měnové politiky oslabením koruny tak, aby se kurz EUR/CZK pohyboval kolem 27 Kč, což je oproti roku 2012 navýšení oproti maximální průměrné měsíční hodnotě o 1,359 Kč. Kurz EUR/CZK se hranici 27 korun za euro přiblížil v listopadu a překonal ji v prosinci 2013, kdy ČNB provedla nejvýznamnější opatření měnové politiky roku a za pomoci devizových intervencí oslabila českou měnu. Stejně jako kurz EUR/CZK byl kurz GBP/CZK po většinu roku relativně stabilní o hodnotě kolem 30 Kč za libru, ale v listopadu razantně reagoval na provedené devizové operace ČNB. V prosinci průměrná měsíční cena libry odpovídala 32,9 Kč. V závislosti na provedených intervencích libra zdražila za listopad a prosinec o 2,603 Kč (Výroční zpráva ČNB, 2014).

Po dobu roku 2014 průměrný měsíční kurz EUR/CZK neklesl pod 27 Kč a nepřekročil 28 Kč. Jeho vývoj po celý rok byl stabilní, bez vysoké volatility, s výjimkou srpna a prosince, kdy se kurz odchýlil od téměř stabilní celoroční hodnoty zhruba 27,5 Kč/EUR. Přesto kurz zůstal v rozmezí měsíčních průměrů 27,394 až 27,816 Kč/EUR. ČNB neprovedla v roce 2014 změny v měnové politice vzhledem k makroekonomické situaci ČR. Makroekonomický vývoj v ČR byl příznivější než v eurozóně, proto ČNB nadále do situace nezasahovala. Hlavní úrokové sazby zůstaly na technicky nulové úrovni (Analýza ekonomiky ČR, 2015). Na kurzu GBP/CZK během roku bylo znatelné posílení libry, která stejně tak posilovala vůči euru a americkému dolaru ve 2. čtvrtletí roku. Evropská centrální banka oznámila odložení programu nákupů aktiv veřejného sektoru v hodnotě 60 miliard eur měsíčně na rok 2015. Britská libra posílila vůči euru i v posledním kvartálu roku a stejně tak posilovala vůči koruně (Bank of England, 2015). S výjimkou dvou měsíců kurz GBP/CZK celoročně rostl. V lednu roku 2014 byl průměrný měsíční kurz 33,245 Kč a postupným nárůstem dosáhl v prosinci průměru 35,051 Kč. Průměrný měsíční kurz GBP/CZK s

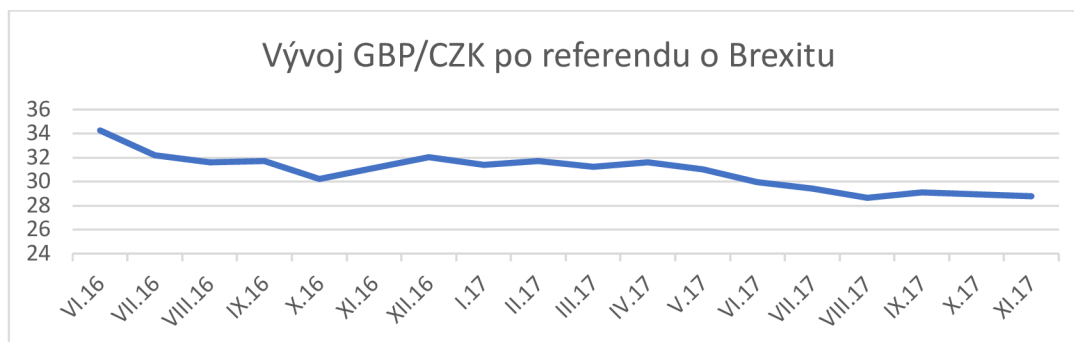
výjimkami stoupal od intervencí ČNB v listopadu 2013 a růst bude pokračovat i nadále v roce 2015.

Nejvyšší hodnotou ČŘ EUR/CZK v roce 2015 byla první – lednová hodnota 27,895. V prvním a druhém čtvrtletí kurz v obou případech klesal a červencová hodnota činila 27,091 Kč/EUR. Do konce roku se kurz EUR/CZK pohyboval velice stabilně v podobné hladině, těsně nad 27 Kč. Velká očekávání evropské i americké měnové politiky pro tento rok byla odložena až na jeho závěr. Očekávané změny měnové politiky byly zapříčiněné rozdílným tempem hospodářského růstu v USA a eurozóně, kde růst byl postupnější, a především mírou inflace, která se pohybovala na obou územích okolo nulových hodnot. Ekonomický vývoj v ČR byl příznivý a s politikou ECB situace nahrávala posílení koruny. ČNB nadále odolávala tlakům a závazek udržovat kurz eura nad 27 Kč prodloužila do konce roku 1. čtvrtletí roku 2017. V roce 2015 ČNB v rámci intervencí nakoupila 9 mld. EUR (Analýza ekonomiky ČR, 2016). Začátkem roku 2015 pokračoval růst kurzu libry, který trval do dubna, kdy činil 38,020 Kč/GBP. Po zbytek roku byl kurz libry poměrně volatilní v pásmu od 37,038 do 38,329 Kč/GBP se střídavými nárůsty a poklesy meziměsíčních průměrů. V prosinci hodnota kurzu činila 37,251 Kč za libru (Výroční zpráva ČNB, 2016).

Růst domácí ekonomiky pokračoval i v roce 2016, byť zpomalující. Měnověpolitické úrokové sazby od roku 2012 zůstaly na technicky nulové úrovni. Inflační cíl 2 % se povedl dosáhnout až koncem roku vlivem doznívajícího deflačního vývoje v zahraničí. V polovině roku došlo ke změně obsazení postu guvernéra ČNB. V čele banky skončil svůj mandát Miroslav Singer a nahradil ho Jiří Rusnok. Měnový kurz EUR/CZK byl po celý rok téměř perfektně stabilní, těsně nad hodnotou 27 Kč/EUR. Objem uskutečněných intervencí dosáhl 16,851 mld. EUR. Na zářijovém zasedání bankovní rady byl závazek udržovat kurz EUR/CZK nad hranicí 27 Kč prodloužen minimálně do začátku 2. čtvrtletí roku 2017 (Výroční zpráva ČNB, 2017). Z pohledu kurzu GBP/CZK se jednalo o prozatím nejvíce citlivý rok sledovaného období, během kterého došlo k posílení koruny v maximu o více než 5 Kč. Britská libra v roce 2016 utrpěla na devízovém trhu výrazný šok. Důvodem bylo referendum o vystoupení Británie z EU. Nejistota ohledně budoucích vztahů obchodních vztahů Spojeného království po Brexitu a jejich dopady na ekonomiku zvýšily citlivost libry. Míra vnímaného rizika na trhu ukazovala koncem roku 2016 na zvýšenou míru nejistoty ohledně výhledu libry (Bank of England, 2017). Oslabení libry a vývoj jejího kurzu po

vyhlášení výsledků referenda v červnu 2016 zobrazuje následující graf na časové ose 06/2016 až 11/2017. Za uvedené období libra depreciovala z 34,258 na 28,77 Kč/GBP.

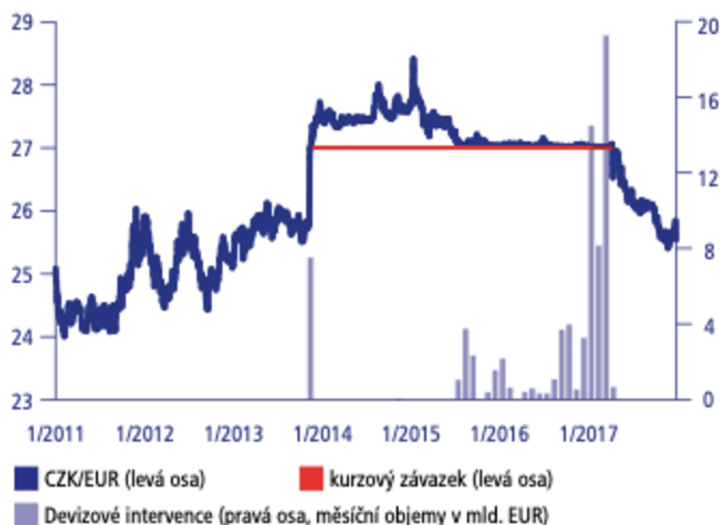
Graf 2: Vývoj GBP/CZK po referendu o Brexitu



Zdroj: vlastní zpracování

Z pohledu české měnové politiky byl rok 2017 významný ukončením kurzového závazku ČNB. Konec regulace měnového kurzu eura nastal začátkem měsíce dubna. Dle komunikace ČNB byly splněny podmínky udržitelného plnění inflačního cíle a intervence v podobě objemných nákupů eur byly ukončeny. Graf 3 zachycuje kurz koruny a intervence ČNB, které trvaly 3,5 roku. Sloupcové prvky grafu zobrazují měsíční objemy devizových intervencí prováděných ČNB. Důležité je rozmístění objemů v čase, kdy nejdražší nákupy byly provedeny na začátku a na konci období intervencí. Při ukončování intervencí začátkem roku 2017 ČNB nakoupila postupně 42,5 mld. EUR z celkových 76 mld. EUR. Koruna po ukončení kurzového závazku do konce roku pozvolně, bez otřesů trhu, posilovala na hodnotu 25,647 Kč/EUR. ČNB v čele s Jiřím Rusnokem za použití tohoto nekonvenčního nástroje měnové politiky a způsob, jakým kurzový závazek završila, obdržela různá ocenění. Česká ekonomika za podpory uvolněné měnové politiky a rostoucí zahraniční poptávky vykázala růst 4,6 %. Inflace se pohybovala v horní polovině tolerančního pásma, což ČNB umožnilo za rok 2017 2x zvýšit hlavní měnověpolitickou úrokovou sazbu na konečných 0,5 % (Výroční zpráva ČNB, 2018).

Graf 3: Kurz koruny vůči euru a intervence ČNB



Zdroj: ČNB

Libra v roce 2017 vykazovala po turbulentním roce 2016 klidnější vývoj. Do května se kurz pohyboval těsně nad 31 Kč/GBP a po zbytek roku kolísavě klesal na prosincovou hodnotu 29,057 Kč/GBP. Kurz libry se tímto dostal na hodnoty, ze kterých v následujících letech libra nadále neoslabilo a kurz dospěl do relativně stabilního vývoje. Přesto hodnota libry zůstala nadále znatelně pod úrovněmi před evropským referendem (Bank of England, 2018).

Euro oproti české koruně v roce 2018 mírně posílilo. Průměrný měsíční kurz EUR/CZK během prvních 4 měsíců osciloval těsně kolem hranice 25,4 Kč/EUR. Následně koruna během května, června a července postupně oslabilo na 25,8 Kč/EUR a pod tuto hodnotu se dostala do konce roku již jen v průměrech měsíců srpna a září. Celkově se jednalo o klidný rok bez prudších kurzových pohybů. ČNB v průběhu roku 5x zvýšila měnověpolitické úrokové sazby. Národní ekonomika vykazovala zpomalený, ale stále pokračující růst. Přes inflační tlaky zapříčiněnými jak domácími faktory, tak zahraničními, se inflace pohybovala v rámci tolerančního pásma 2 %. Zahraniční faktory působící proinflačně byly dovozní ceny, kterým oslabující měnový kurz v tomto ohledu přidával na negativním proinflačním efektu. Libra v lednu 2018 v průměru činila 28,814 Kč/GBP a v posledním měsíci roku 28,779 Kč/EUR. Výchozí a konečná hodnota roku pro libru byla téměř identická, během roku však hodnoty po většinu času přesahovaly 29 Kč/GBP s výjimkami na začátku roku a během 2 měsíců 3. čtvrtletí (Výroční zpráva ČNB, 2019).

Koncem roku se ERI libry pohyboval kolem 17 % pod jeho vrcholem z listopadu 2015 (Bank of England, 2019).

Průměrná inflace roku 2019 odpovídala cíli ČNB a činila 2,8 %, pohybovala se tedy v horní mezi tolerančního pásma. Globální ekonomický růst zpomalil také evropské velkoekonomiky, včetně pro Česko důležité Německo. Česká ekonomika si udržela nadále solidní tempo růstu. Růst mezd a spotřebitelských cen působil dál inflační tlak, na který ČNB v květnu reagovala jediným zvýšením úrokových sazeb tohoto roku. Dvoutýdenní repo sazba se zvýšila o 0,25 procentního bodu na 2 %. Kurz eura se bez větších výkyvů pohyboval mezi nejnižší průměrnou měsíční hodnotou 25,498 a nejvyšší průměrnou měsíční hodnotou 25,867 Kč/EUR. Koruna během roku spíše slábla, v posledním čtvrtletí pak posílila o téměř 0,4 Kč/EUR. Na měnovém trhu stále působila nejistota negativní obava spojená s odchodem Spojeného království Velké Británie a Severního Irska z EU a také nepřívětivý výhled zahraniční poptávky (Výroční zpráva ČNB, 2020). Libra, silně ovlivněná vývojem a očekáváním spojeným s rozhodnutím o Brexitu, od začátku roku posílila oproti koruně z 28,957 na 29,916 Kč/GBP v březnovém měsíčním průměru. Následoval postupný pokles na nejnižší měsíční průměr roku 28,183 Kč/GBP v srpnu, odkud se kurz odrazil k růstu na prosincovou hodnotu 30,109 Kč/GBP.

Hospodářský vývoj roku 2020 byl globálně zasažen celosvětovou pandemií koronaviru. S pandemií spojená protiepidemická opatření negativně působila na ekonomiky celého světa. Česká ekonomika v 1. čtvrtletí roku zaznamenala pokles HDP mezičtvrtletně o 3,3 % a meziročně o 2 %. Jednalo se o největší propad ekonomiky od vrcholu globální finanční krize v roce 2009. V souladu s vládními opatřeními docházelo k uzavírání obchodů a přerušování výroby, souběžně se snižovali export a investice firem. Nejvýraznější negativní dopad na hospodářský vývoj ČR měl slabý výkon zpracovatelského průmyslu, odvětví obchodu, dopravy, ubytování a pohostinství. Ojedinělý růst přidané hodnoty charakterizoval odvětví stavebnictví a ICT činnosti. Pro další vývoj roku byly prognózy výrazněji horší (Analýza vývoje ekonomiky ČR, 2021). Česká koruna oproti euru výrazně oslabil. Mezi únorem a březnem došlo v denních hodnotách k oslabení o více než 12 % až na 27,810 Kč/EUR. Celkem stabilní vývoj měnového kurzu minulých let byl vinou pandemie skokově oslaben. Od května do srpna koruna posílila na průměrnou srpnovou hodnotu 26,166 Kč/EUR. V druhém čtvrtletí roku se HDP rekordně snížil o 8,7 %, meziročně o 11 %. Celkově se HDP v roce 2020 snížilo o rekordních 5,8 %. ČNB přistoupila

během roku dvakrát ke snížení úrokových sazeb. Hlavní úrokovou sazbu ČNB omezila o 2 % na hodnotu 0,25 %. Průměrná roční inflace dosáhla 3,2 %. Po větší část roku se nacházela nad horní hranicí tolerančního pásma inflačního cíle. Oslabení koruny se projevilo mezi březnem a dubnem taktéž vůči britské libře. První 3 měsíce roku se libra pohybovala v okolí hranice 29,7 Kč/GBP. V dubnu se již průměrná měsíční hodnota kurzu GBP/CZK pohybovala na 31,139 Kč/GBP. Ve zbytku roku však koruna vůči libře převážně posilovala s výjimkou oslabování v srpnu a září. Prosincový průměr kurzu libry činil 29,023 Kč/GBP. Koruna tedy rok ukončila v silnější pozici vůči libře, než jej začla (Výroční zpráva ČNB, 2021).

Koronavirová pandemie dále způsobovala nejistotu na trzích i v roce 2021. Česká koruna však během roku posílila a začátkem roku 2022 kurz EUR/CZK dokonce poklesl na lednovou průměrnou hodnotu 24,469 Kč/EUR. Předpokládané oživení české ekonomiky pro rok 2021 přišlo v menším než očekávaném měřítku a nedotýkalo se všech sektorů. Faktory přispívající k oživení ekonomiky byla spotřeba domácností a vládních institucí a růst investiční aktivity na trzích. Proti růstu HDP působil zahraniční obchod, resp. růst importu. Částečné oživení ekonomiky potvrdil meziroční nárůst HDP ve 3. čtvrtletí roku o 3,1 %, který přesto zůstal ve stínu poklesu předchozího roku o 5,4 % (Analýza vývoje ekonomiky ČR, 2021). ČNB v roce 2021 v reakci na narůstající inflaci celkem 5x zvýšila úrokové sazby. V prosinci byla dvoutýdenní repo sazba nastavena na 3,75 %. Inflace nadále rostla a pohybovala se vysoko nad hranicí tolerančního pásma ČNB. Průměrná roční míra inflace činila 3,8 % (největší od roku 2008). V prosinci dosáhla meziroční míra inflace o 6,6 % a pro začátek roku 2022 prognózy ČNB předpovídali pokračování meziročního růstu inflace až k hranici 9 %. Ceny pohonných hmot v roce 2021 narostly o 30,6 %. Jádrová inflace reagující na dlouhotrvající růst cen nemovitostí činila 8,6 % (Král, 2022). Britská libra oproti české koruně v roce 2021 posílila z lednové průměrné hodnoty 29,287 Kč/GBP na prosincovou hodnotu 29,751 Kč/GBP. Přes rok se denní i průměrné měsíční hodnoty dostávaly přes 30 Kč/GBP. Vývoj kurzu EUR/CZK a GBP/CZK byl opačný. Zatímco oproti euru koruna posílila, tak v měnovém páru s librou oslabila. Posílení oproti libře přišlo v říjnu a pokračovalo až do února roku 2022, kdy kurz GBP/CZK dosáhl v průměru hodnoty 29,170 Kč/EUR, tedy hodnotu, pod kterou kurz v měsíčním průměru naposledy klesl 18 měsíců zpět v srpnu roku 2020.

## 4.1.2 Popisná statistika ČŘ

### Časová řada EUR/CZK

Vygenerované popisné statistiky (obrázek 4, příloha 1) indikují pro zvolené období střední hodnotu měnového kurzu EUR/CZK 26,252, kdy minimální hodnota klesla na 24,273 a maximální hodnota dosáhla 27,895. Rozdíl maximální a minimální hodnoty činí rozsah hodnot ČŘ 3,622. Medián rozděluje hodnoty seřazené vzestupně v polovině a činí 25,942. Polovina hodnot řady je tedy menších nebo rovno a druhá polovina větších nebo rovno mediánu 25,942. Nejčastější hodnotou souboru je 27,026. Variabilitu rozdělení souboru určuje směrodatná odchylka 0,879, rozptyl 0,773 a variační koeficient 0,033.

*Obrázek 4: Popisné statistiky ČŘ CZK/EUR (SW GRETL)*

Popisné statistiky, za použití pozorování 2011:08 – 2021:07  
pro proměnnou 'v1' (120 platných pozorování)

Střední hodnota	26.252
Medián	25.942
Minimum	24.273
Maximum	27.895
Směrodatná odchylka	0.87907
variační koeficient	0.033485
Šikmost	0.069220
Stand. špičatost	-1.1477
5% percentile	24.852
95% percentile	27.597
Interquartile range	1.4655
Missing obs.	0

Zdroj: vlastní zpracování

### Časová řada GBP/CZK

Časová řada GBP/CZK vykazuje střední hodnotu 31,399, kde minimální hodnotou je 27,687 a maximální hodnotou 38,329. Prostřední hodnota řady činí 30,238. Rozdíl maximální a minimální hodnoty činí rozsah hodnot 10,642, což je téměř 3x vyšší hodnota než u ČŘ EUR/CZK. Nejčastější hodnotou souboru je 30,485. Variabilitu rozdělení souboru určuje směrodatná odchylka 2,783, rozptyl 7,745 a variační koeficient 0,089. Generované popisné statistiky potvrzují viditelné poznatky z grafu 1 o vyšší variabilitě této ČŘ (obrázek 5, příloha 2).



Obrázek 5: Popisné statistiky ČR GBP/EUR (SW Gretl)

Popisné statistiky, za použití pozorování 2011:08 – 2021:07  
pro proměnnou 'GBPCZK' (120 platných pozorování)

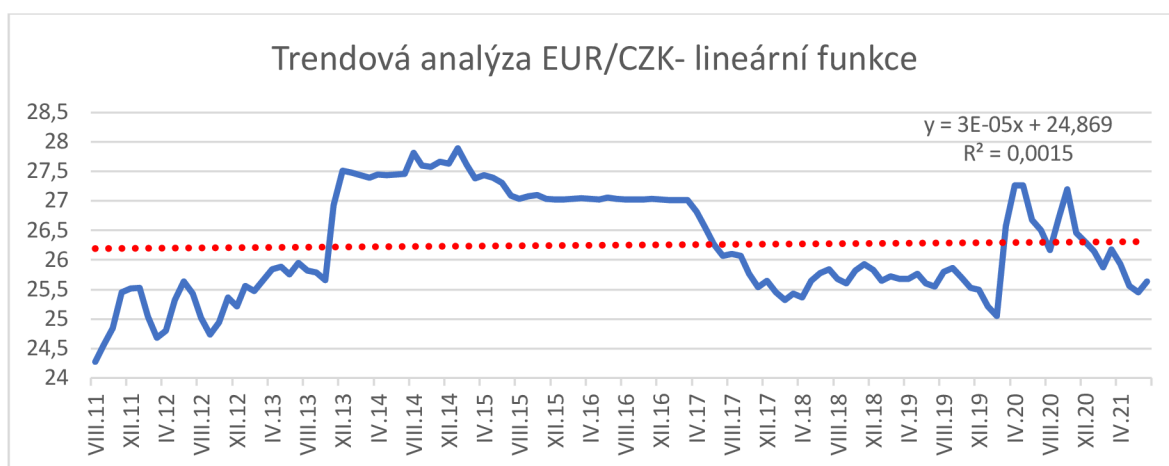
Střední hodnota	31.399
Medián	30.238
Minimum	27.687
Maximum	38.329
Směrodatná odchylka	2.7830
variační koeficient	0.088635
Šikmost	1.1079
Stand. špičatost	0.12902
5% percentile	28.638
95% percentile	37.863
Interquartile range	3.5482
Missing obs.	0

Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.1.3 Trendová analýza

Cílem analýzy je zachytit trend ČR. Trendem je chování ČR v dlouhodobém časovém horizontu neboli dlouhodobá vývojová tendence časové řady. Tendence řady v čase může být rostoucí, stagnující, či klesající. Trendovou složku lze zachytit matematickými funkcemi různých typů (lineární, polynomické, kvadratické a další). Vhodnost trendové funkce bude posuzována za pomoci koeficientu determinace  $R^2$ .

Graf 4: Trendová analýza EUR/CZK- lineární funkce

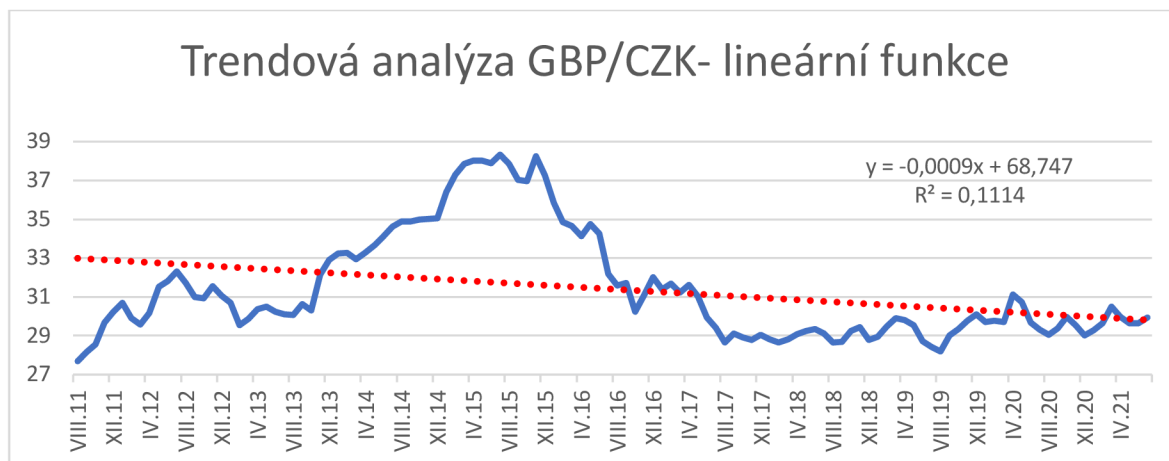


Zdroj: vlastní zpracování

Dle koeficientu determinace ( $R^2 = 0,0015$ ) lze lineární funkci označit pro ČR EUR/CZK za nevhodnou jako trendovou. Zkoumaná ČR nevykazuje prvky lineárního

trendu. Pro popis vývoje časové řady je nutné zvolit jinou, dynamičtější funkci. Vyšší hodnoty koeficientu determinace vykazuje polynommická funkce 3. a vyššího stupně (příloha 3).

Graf 5: Trendová analýza GBP/CZK- lineární funkce



Zdroj: vlastní zpracování

Lineární funkce se neprokázala vhodná jako trendová funkce ani u ČŘ GBP/CZK. Koeficient determinace  $R^2$  se rovná 0,1114. Ani u této ČŘ nebyl prokázán dlouhodobý lineární trend. Vyšší shodu se skutečnými daty vykazuje i u této ČŘ pouze polynommická funkce 3. a vyššího stupně (příloha 4).

#### 4.1.4 Analýza sezónní složky ČŘ

Sezónní složka je dána periodicky se opakujícími jevy ČŘ. Tyto jevy mohou být dány např. sezónní prodejností služby či produktu (zmrzlina). Toto kolísání ČŘ bude odstraněno jejím sezónním očištěním.

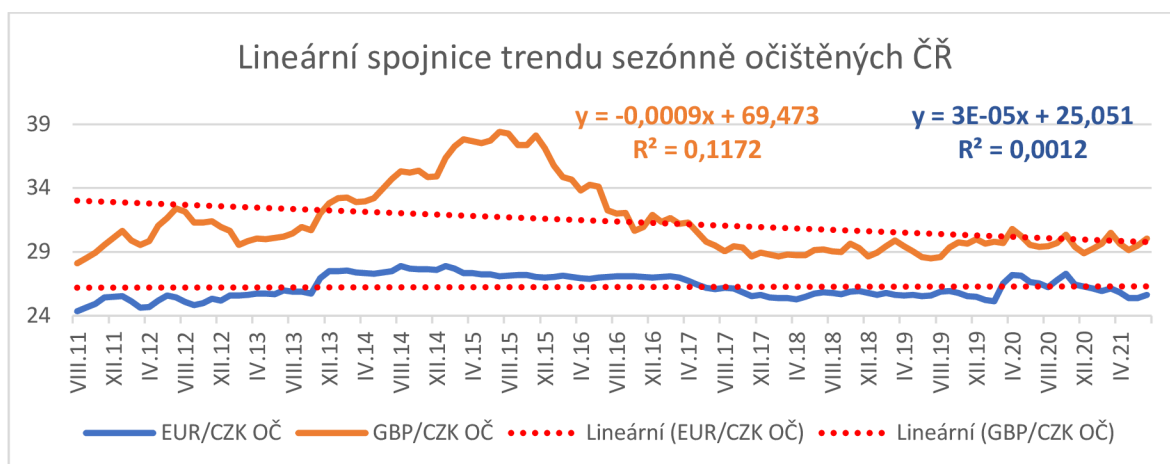
##### 4.1.4.1 Sezónní očištění ČŘ

Pro sezónní očištění studovaných ČŘ byla provedena aditivní dekompozice. V pěti krocích byly ČŘ nejprve trendově očištěny dle následujícího postupu.

- 1) Konstrukce centrovaných klouzavých průměrů
- 2) Trendové očištění
- 3) Odhad necentrováných sezónních faktorů
- 4) Centrování hodnot
- 5) Konečné sezónní očištění

Sezónně očištěné časové řady nadále nevykazují lineární trend. Pro řadu EUR/CZK (graf 6, modrá) je hodnota koeficientu determinace rovna  $R^2 = 0,0012$  a pro řadu GBP/CZK (graf 6, oranžová)  $R^2 = 0,1172$ . V obou případech je míra kvality regresní přímky, tedy lineární spojnice trendu, téměř nulová. Nepatrný rozdíl výsledků trendové analýzy mezi očištěnými a neočištěnými řadami může naznačovat, že sezónnost se ve zkoumaných časových řadách nevyskytuje. Sezónní očištění bylo provedeno aditivní dekompozicí (kapitola 3.3.1). Očištěné časové řady jsou součástí příloh 5 a 6.

Graf 6: Lineární spojnice trendu sezónně očištěných ČŘ



Zdroj: vlastní zpracování

## 4.2 ARIMA model EUR/CZK

Autoregresní integrovaný klouzavý průměr neboli Auto- Regressive Integrated Moving- Average je označení pro model ARIMA. Tento druh modelu je využíván ke studiu vlastností časových řad a je možné na jeho základě odvodit časovou prognózu. Model je rozdělen do tří řádů, které se značí ARIMA (p, d, q).

AR část vyjadřuje regresní část modelu, kdy část hodnot časové řady lze odůvodnit dle jejich lineární kombinace minulých hodnot. AR řád je označený písmenem p. Pokud  $p=2$ , pak hodnota v čase T je vysvětlována hodnotami T-1 a T-2.

Řád integrace I, značen písmenem d, označuje diferenci ČŘ při vstupu do modelu. Pokud  $d=1$  znamená to, že časová řada byla transformována do prvních diferencí před aplikací v modelu. Zpravidla se transformace provádí pro odstranění nestacionarity ČŘ.

MA část označuje klouzavé průměry a vyjadřuje možnost vyjádření reziduální chyby časové řady jako kombinaci minulých chyb. Řád části MA je označován q a indikuje kolik

zahrnout do modelu chyb, resp. z kolika předchozích období historické chyby modelu zahrnout nadále.

#### 4.2.1 Stacionarita ČŘ

Ukazatelem stacionarity může být samotný graf ČŘ, ACF funkce či testy jednotkového kořene. Stacionarita ČŘ bude nadále zkoumána za využití ACF funkce a SW Gretl. Stacionarita ČŘ je zásadní pro sestavení modelu. Funkce ACF indikuje stacionaritu pokud pro zvolenou ČŘ její hodnoty zpočátku přesahují konfidenční interval a následně strmě klesají k nule.

Příloha 7 zobrazuje korelogram pro očištěnou ČŘ EUR/CZK. ČŘ vykazuje nestacionaritu, proto pro zjištění jejího řádu integrace byla dále provedena transformace ČŘ v podobě odvození jejích prvních diferencí a opětovné posouzení dle autokorelační funkce. Po převedení do prvních diferencí vykazuje řada stacionaritu, což bylo ověřeno rozšířeným Dickey- Fullerovým testem (obrázek 6).

Hypotéza  $H_0$ :  $a = 1$ , ČŘ je nestacionární

Hypotéza  $H_1$ : ČŘ není nestacionární

Hladina významnosti  $\alpha = 0,05$

Pokud dle rozšířeného Dickey- Fullera testu p-hodnota je menší než hladina významnosti  $\alpha = 0,05$ , pak neplatí  $H_0$  a je přijata  $H_1$ : ČŘ není nestacionární.

Dle výsledků testu jsou p-hodnoty pod hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$ , lze zamítnout  $H_0$  a dle přijaté  $H_1$  lze říct, že ČŘ je stacionární. ČŘ EUR/CZK je integrovaná v řádu  $d = 1$ .

Obrázek 6: Rozšířený Dickey-Fullerův test ČŘ  $d_{EUR/CZK}$  (SW Gretl)

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro d_EURCZK0A
testing down from 12 lags, criterion BIC
počet pozorování 117
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

test s konstantou
s použitím jedné zpožděné proměnné (1-L)d_EURCZK0A
model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e
odhadovaná hodnota (a - 1): -0.974155
testovací statistika: tau_c(1) = -8.66653
asymptotická p-hodnota 5.063e-15
autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0.044

s konstantou a trendem
s použitím jedné zpožděné proměnné (1-L)d_EURCZK0A
model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e
odhadovaná hodnota (a - 1): -0.99806
testovací statistika: tau_ct(1) = -8.75867
asymptotická p-hodnota 4.641e-15
autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0.046
```

Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.2.2 Volba ARIMA modelu

Dle předchozí kapitoly byl určen řád integrace modelu  $d=1$ . Řád AR je roven dle PACF  $d_{EUR/CZK}$  (příloha 7)  $p=2$ , protože dvě první hodnoty korelačních koeficientů přesahují konfidenční interval. Řád MA ( $q$ ) je určen průběhem ACF a v případě ČŘ EUR/CZK bude v modelu použita hodnota  $q=3$ , protože první tři hodnoty korelačních koeficientů funkce ACF  $d_{EUR/CZK}$  přesahují konfidenční interval a následně hodnoty klesají pod jeho úroveň (příloha 7). Pracovní verze modelu pro odvození prognózy je odvozena dle ARIMA (2,1,3) (obrázek 7).

Obrázek 7: Výstup model ARIMA (2,1,3) ČŘ EUR/CZK (SW Gretl)

Model 38: ARIMA, za použití pozorování 2011:09–2021:07 (T = 119)  
 Estimated using AS 197 (přesné ML)  
 Závisle proměnná: (1-L) EURCZKOA  
 Směrodatné chyby založené na matici vnějších produktů

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota	
const	0.00976527	0.0228411	0.4275	0.6690	
phi_1	0.973494	0.228848	4.254	2.10e-05	***
phi_2	-0.739340	0.175419	-4.215	2.50e-05	***
theta_1	-0.742616	0.250387	-2.966	0.0030	***
theta_2	0.351415	0.201962	1.740	0.0819	*
theta_3	0.115105	0.139826	0.8232	0.4104	
Střední hodnota závisle proměnné			0.011002		
Sm. odchylka závisle proměnné			0.286596		
Střední hodnota inovací			0.001368		
Sm. odchylka inovací			0.263008		
Koeficient determinace			0.909761		
Adjustovaný koeficient determinace			0.906594		
Logaritmus věrohodnosti			-10.10065		
Akaikovo kritérium			34.20129		
Schwarzovo kritérium			53.65515		
Hannan-Quinnovo kritérium			42.10089		

Zdroj: vlastní zpracování

Model obsahuje tři statisticky významné proměnné na hladině významnosti  $\alpha=0,01$  a jednu statisticky významnou proměnnou na hladině významnosti  $\alpha=0,1$ . Zároveň model obsahuje jednu statisticky nevýznamnou proměnnou (+konstantu). Za účelem eliminace nevýznamných proměnných byl dále odvozen model ARIMA (2,1,2) (obrázek 8).

Obrázek 8: Výstup model ARIMA (2,1,2) ČŘ EUR/CZK

Model 39: ARIMA, za použití pozorování 2011:09–2021:07 (T = 119)  
 Estimated using AS 197 (přesné ML)  
 Závisle proměnná: (1-L) EURCZKOA  
 Směrodatné chyby založené na matici vnějších produktů

	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota	
const	0.00980077	0.0216374	0.4530	0.6506	
phi_1	0.856154	0.162560	5.267	1.39e-07	***
phi_2	-0.702523	0.160404	-4.380	1.19e-05	***
theta_1	-0.658867	0.206781	-3.186	0.0014	***
theta_2	0.413183	0.206432	2.002	0.0453	**
Střední hodnota závisle proměnné			0.011002		
Sm. odchylka závisle proměnné			0.286596		
Střední hodnota inovací			0.001608		
Sm. odchylka inovací			0.263864		
Koeficient determinace			0.909022		
Adjustovaný koeficient determinace			0.906649		
Logaritmus věrohodnosti			-10.48549		
Akaikovo kritérium			32.97098		
Schwarzovo kritérium			49.64572		
Hannan-Quinnovo kritérium			39.74206		

Zdroj: vlastní zpracování

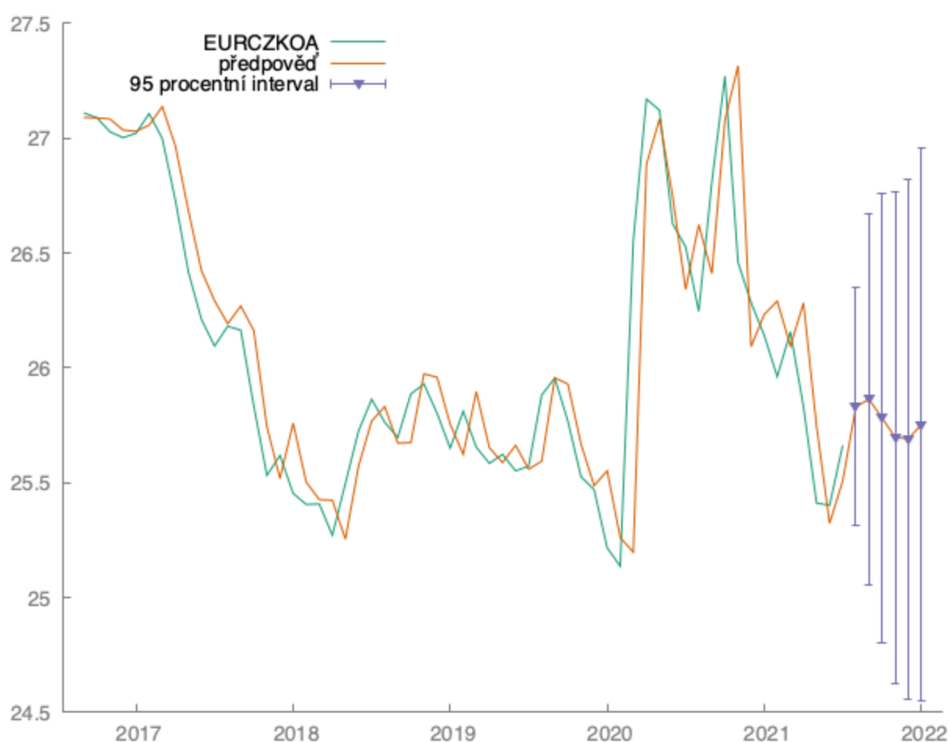
Vlastnosti modelu ARIMA (2,1,2) jsou v porovnání s modelem ARIMA (2,1,3) vhodnější pro prognózu, protože obsahuje pouze statisticky významné proměnné a na nižší hladině významnosti než parametry modelu ARIMA (2,1,3). Model ARIMA (2,1,2) neobsahuje žádnou nevýznamnou proměnnou a nejméně významnou proměnnou je theta\_2, která je statisticky významná na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Koeficienty determinace obou výše sestavených modelů jsou téměř identické. Ve prospěch modelu ARIMA (2,1,2) lze přičíst nižší hodnoty Akaikova, Schwarzova i Hannan-Quinnova kritéria. Pro časovou řadu EUR/CZK bude prognóza provedena za užití modelu ARIMA (2,1,2) z výše popsáných důvodů, přestože ACF d\_EUR/CZK (příloha 7) indikuje celkem tři po sobě jdoucí hodnoty korelačních koeficientů přesahujících konfidenční interval, což pro sestavení modelu odvozuje řád MA procesu  $q = 3$ . Oba modely poskytují velice podobné výstupy prognózy pro následujících 6 období (graf 7, příloha 9).



### 4.2.3 Aplikace modelu a prognóza

Model byl aplikován v SW Gretl. Hodnoty očištěné ČŘ EUR/CZK byly importovány do SW, proveden výběr modelu ARIMA (2,1,2) a dále výpočet prognózy pro následujících 6 období včetně grafického zobrazení (příloha). Grafické zobrazení pracuje s očištěnou časovou řadou EUR/CZK (zelená křivka) a její předpovědí (oranžová křivka). Hodnoty 95 procentního konfidenčního intervalu jsou zobrazeny modrou vertikální křivkou.

Graf 7: Prognóza ARIMA (2,1,2) EUR/CZK SW Gretl



Zdroj: vlastní zpracování

Výsledné hodnoty prognózy SW Gretl vycházejí ze sezónně očištěné ČŘ EUR/CZK, proto je pro získání dat srovnatelných s reálným vývojem kurzu nutné výsledky prognózy zpětně převést na neočištěný, původní formát datového souboru. Převedení na neočištěnou ČŘ (EUR/CZKNEOČ) bylo provedeno přičtením sloupce centrovaných sezónních faktorů  $I_t$  ke sloupci prognózovaných hodnot ČŘ EUR/CZKOČ. V pravém sloupci tabulky jsou zapsané reálné hodnoty kurzu EUR/CZK v daném období.



Tabulka 1: Prognóza ARIMA (2,1,2) EUR/CZK

Období	Prognóza EUR/CZKOČ	lj	Prognóza EUR/CZKNEOČ	Reálné hodnoty EUR/CZK
T+1 (srpen 2021)	25,83016	-0,076139	25,754021	25,468
T+2 (září 2021)	25,86355	-0,084958	25,778592	25,387
T+3 (říjen 2021)	25,78234	-0,064458	25,717882	25,485
T+4 (listopad 2021)	25,69767	0,007796	25,705466	25,4
T+5 (prosinec 2021)	25,69051	0,031903	25,722413	25,257
T+6 (leden 2022)	25,75217	0,002366	25,754536	24,469

Zdroj: vlastní zpracování

### 4.3 ARIMA model GBP/CZK

#### 4.3.1 Stacionarita ČŘ

Stacionarita ČŘ GBP/CZK bude zkoumána stejným postupem jako v případě ČŘ EUR/CZK.

V prvním kroku byla zkoumána stacionarita očištěné ČŘ bez provedení transformace v podobě převedení ČŘ do jejích prvních diferencí. Dle očekávání tato ČŘ vykazuje nestacionární průběh (příloha 10). Pro odstranění nestacionarity byla ČŘ transformována do podoby jejích prvních diferencí. Takto transformovaná ČŘ je stacionární, protože hodnotu konfidenčního intervalu přesahuje pouze první korelační koeficient funkce ACF a následující koeficienty klesají k nule (příloha 11). Stacionarita byla dále ověřena provedením rozšířeného Dickey-Fullerova testu jednotkového kořene.

Hypotéza  $H_0$ :  $a=1$ , ČŘ je nestacionární

Hypotéza  $H_1$ : ČŘ není nestacionární

Hladina významnosti  $\alpha=0,05$

Pokud dle rozšířeného Dickey- Fullerova testu p-hodnota je menší než hladina významnosti  $\alpha=0,05$ , pak neplatí  $H_0$  a je přijata  $H_1$ : ČŘ není nestacionární.

Dle výsledků testu (obrázek 9) jsou p-hodnoty pod hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$ , lze zamítnout  $H_0$  a dle přijaté  $H_1$  je ČŘ stacionární. ČŘ GBP/CZK je integrovaná v řádu  $d=1$ .

Obrázek 9: Rozšířený Dickey-Fullerův test ČŘ  $d\_GBP/CZK$

```
Rozšířený Dickey-Fullerův test pro d_GBPCZK0A
testing down from 12 lags, criterion BIC
počet pozorování 118
nulová hypotéza jednotkového kořenu: a = 1

test s konstantou
s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)d_GBPCZK0A
model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + e
odhadovaná hodnota (a - 1): -0.783727
testovací statistika: tau_c(1) = -8.63043
p-hodnota 5.996e-12
autokorelační koeficient 1. řádu pro e: 0.027

s konstantou a trendem
s použitím 0 zpožděných proměnných (1-L)d_GBPCZK0A
model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + e
odhadovaná hodnota (a - 1): -0.794666
testovací statistika: tau_ct(1) = -8.66621
p-hodnota 6.247e-11
autokorelační koeficient 1. řádu pro e: 0.029
```

Zdroj: vlastní zpracování

### 4.3.2 Volba ARIMA modelu

Dle předchozí kapitoly byl určen řád integrace modelu  $d=1$ . Řád AR je roven dle PACF  $d\_GBP/CZK$  (příloha 11)  $p=1$ , protože hodnota prvního korelačního koeficientu funkce přesahuje konfidenční interval a dále hodnoty koeficientů nepřesahují konfidenční interval a klesají k nule. Řád MA ( $q$ ) je určen průběhem ACF a v případě ČŘ GBP/CZK bude v modelu použita hodnota  $q=1$ , protože hodnota prvního korelačního koeficientu funkce ACF  $d\_EUR/CZK$  přesahuje konfidenční interval a následně hodnoty klesají pod jeho úroveň (příloha 11). Pracovní verze modelu pro odvození prognózy je odvozena dle ARIMA (1,1,1) (obrázek 10).

Model vykazuje jednu statisticky významnou proměnnou na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ .

Obrázek 10: Výstup model ARIMA (1,1,1) ČŘ GBP/CZK

Model 44: ARIMA, za použití pozorování 2011:09–2021:07 (T = 119)  
 Estimated using AS 197 (přesné ML)  
 Závisle proměnná: (1-L) GBPCZK0A  
 Směrodatné chyby založené na matici vnějších produktů

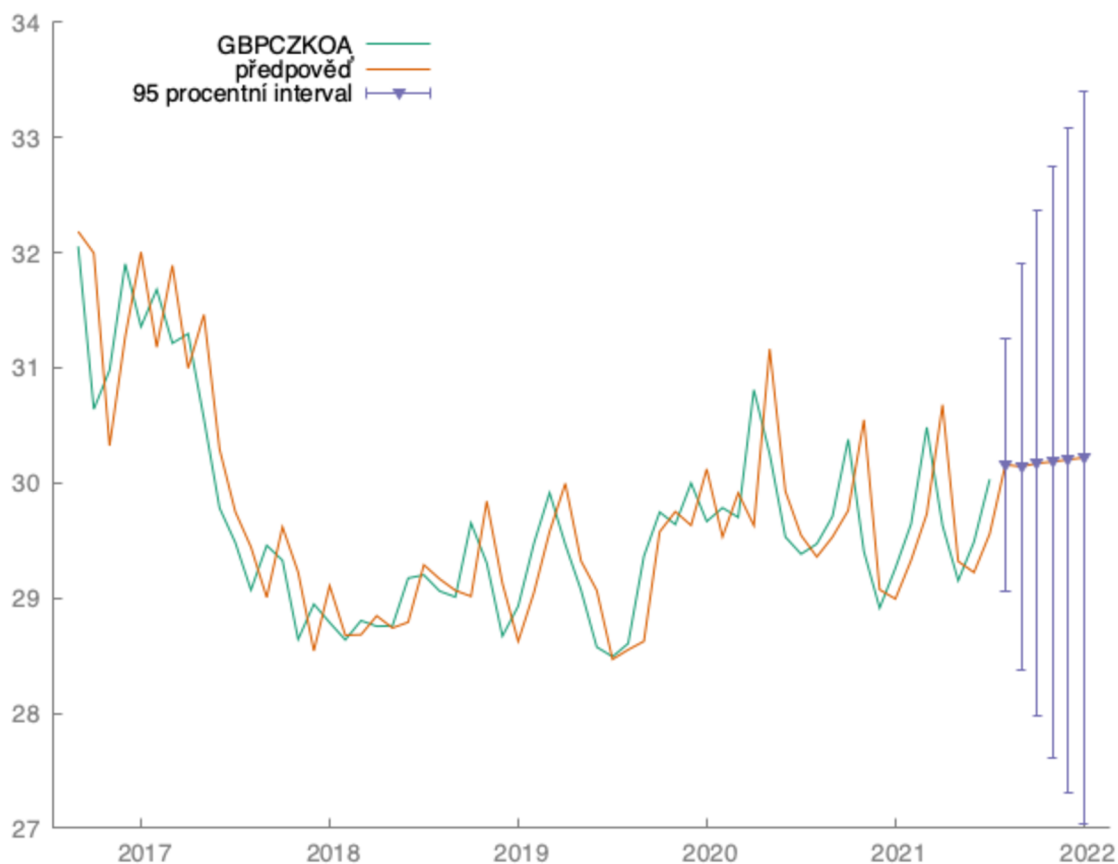
	koeficient	směr. chyba	z	p-hodnota	
const	0.0173701	0.0617622	0.2812	0.7785	
phi_1	-0.300232	0.276931	-1.084	0.2783	
theta_1	0.563700	0.240412	2.345	0.0190	**
Střední hodnota závisle proměnné			0.016151		
Sm. odchylka závisle proměnné			0.584526		
Střední hodnota inovací			-0.000478		
Sm. odchylka inovací			0.560830		
Koeficient determinace			0.959248		
Adjustovaný koeficient determinace			0.958900		
Logaritmus věrohodnosti			-100.0845		
Akaikovo kritérium			208.1690		
Schwarzovo kritérium			219.2855		
Hannan-Quinnovo kritérium			212.6831		

Zdroj: vlastní zpracování

### 4.3.3 Aplikace modelu a prognóza

Dle postupu v kapitole 4.2.3. byl model aplikován za pomoci SW Gretl a odvozena prognóza pro následujících 6 období modelem ARIMA (1,1,1) (graf 8). Grafické zobrazení pracuje s očištěnou časovou řadou GBP/CZK (zelená křivka) a její předpovědi (oranžová křivka). Hodnoty 95 procentního konfidenčního intervalu jsou zobrazeny modrou vertikální křivkou.

Graf 8: Prognóza ARIMA (1,1,1) ČŘ GBP/CZK



Zdroj: vlastní zpracování

Prognózované hodnoty jsou číselně uvedeny v tabulce 2.

Tabulka 2: Prognóza ARIMA (1,1,1) GBP/EUR

Období	Prognóza GBP/CZK OČ	lj	Prognóza GBP/CZK NEOČ	Reálné hodnoty GBP/CZK
T+1 (srpen 2021)	30,15736	-0,422588	29,73477	29,862
T+2 (září 2021)	30,14207	-0,334134	29,80794	29,634
T+3 (říjen 2021)	30,16925	-0,401509	29,76774	30,086
T+4 (listopad 2021)	30,18368	0,128625	30,3123	29,949
T+5 (prosinec 2021)	30,20193	0,10987	30,3118	29,751
T+6 (leden 2022)	30,21903	0,026759	30,24579	29,303

Zdroj: vlastní zpracování

## 4.4 ADL model EUR/CZK

Modely ADL předpokládají, že časová řada může být reprezentována lineární funkcí jejích zpožděných hodnot a zpoždění jiné časové řady. Je žádoucí, aby ČŘ vstupující do modelu jako proměnné byly stacionární a integrované ve stejném řádu. Na základě předchozího šetření lze konstatovat, že obě ČŘ budou vstupovat do modelu integrované v řádu  $p=1$  (v podobě prvních diferencí). Budou odvozeny dva modely. V ADL modelu EUR/CZK vstupuje do modelu jako endogenní proměnná ČŘ EUR/CZK a jako exogenní proměnná ČŘ GBP/CZK a jejich případné zpoždění.

### 4.4.1 Volba zpoždění modelu

Volba zpoždění modelu bude provedena na základě hodnot informačních kritérií AIC, BIC a HQN. Pro model bude vybráno zpoždění indikující nejnižší hodnoty zmíněných kritérií. Výběr zpoždění bude omezen na maximální zpoždění ADL (6,6), které je dostatečné.

Tabulka 3: Volba zpoždění modelu ADL EUR/CZK – hodnoty kritérií

Kritérium/zpoždění	AIC	BIC	HQC
ADL (1,1)	38,31	<b>46,62</b>	41,69
ADL (2,2)	34,6	48,41	<b>40,21</b>
ADL (3,3)	<b>33,34</b>	52,61	41,16
ADL (4,4)	34,95	59,66	44,98
ADL (5,5)	33,85	63,95	46,07
ADL (6,6)	34,74	70,2	49,13

Zdroj: vlastní zpracování

V SW Gretl bylo sestaveno 6 ADL modelů s délkou zpoždění 1-6. Výsledné hodnoty kritérií pro jednotlivé modely jsou uvedeny v tabulce 3 výše. Na základě kritérií není jednoznačné, jaké zpoždění je pro sestavení modelu k prognóze nejvhodnější. Byly otestovány všechny tabulkou indikované modely a přihlédnuto ke statistické významnosti proměnných obsažených v modelu. Pro modely se zpožděním 1-3 platí, že jako statisticky významné proměnné indikují zpoždění časové řady EUR/CZK o 1-2 období ( $d_{EURCZKOA_1}$ ,  $d_{EURCZKOA_2}$ ). Z porovnaných modelů byl vybrán k aplikaci model ADL (2,2) jelikož obsahuje dvě statisticky významné proměnné, z toho jednu na hladině významnosti  $\alpha=0,05$  a jednu na hladině významnosti  $\alpha=0,01$  (přílohy 12, 13, 14). Pro všechny zpracované modely je hodnota koeficientu determinace nízká ( $R^2=$  cca 0,1).

#### 4.4.2 Aplikace modelu a prognóza

Zvolený obecný model ADL (2,2) (příloha 12) byl redukován ve specifický model, do kterého vstupují statisticky významné proměnné (zpožděné ČŘ EUR/CZK o 1 a 2 období) a stejné zpožděné druhé ČŘ GBP/CZK. Redukovaný model ADL (2,2) (obrázek 11) má stejnou podobu, jako obecný model ADL (2,2).

Obrázek 11: Redukovaný model ADL (2,2) EUR/CZK

Model 2: OLS, za použití pozorování 2011:11-2021:07 (T = 117)  
Závisle proměnná: d\_EURCZKOA

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	0.00692087	0.0254147	0.2723	0.7859	
d_GBPCZKOA_1	-0.00845712	0.0490665	-0.1724	0.8635	
d_GBPCZKOA_2	-0.0288594	0.0488263	-0.5911	0.5557	
d_EURCZKOA_1	0.283216	0.0999374	2.834	0.0055	***
d_EURCZKOA_2	-0.226408	0.100494	-2.253	0.0262	**

Zdroj: vlastní zpracování

Zápis odhadnutého specifického modelu ADL (2,2) EUR/CZK:

$$\Delta y_t = 0,00692087 + 0,283216 \Delta y_{t-1} - 0,226408 \Delta y_{t-2} - 0,00845712 \Delta x_{t-1} - 0,0288594 \Delta x_{t-2} + u_t$$

Výpočty prognózy byly provedeny ručně v SW Excel (příloha 15). Pro neznámé hodnoty proměnné  $\Delta x_t$  byl použit její průměr. Zde je uvedený konkrétní postup pro dopočítání prognózy v čase T+1 (08/2021):

$$\Delta y_{08/2021} = 0,00692087 + 0,283216 \Delta y_{07/2021} - 0,226408 \Delta y_{06/2021} - 0,00845712 \Delta x_{07/2021} - 0,0288594 \Delta x_{06/2021} + u_t$$

Prognózou odvozené hodnoty pro období T+1 až T+6 jsou první diference očištěné ČŘ EUR/CZK, proto je nutné hodnoty převést v prvním kroku na hodnoty očištěné ČŘ EUR/CZK a v druhém kroku na hodnoty původní – neočištěné ČŘ EUR/CZK (tabulka 4).

Tabulka 4: Prognóza ADL (2,2) EUR/CZK

Období	Prognóza $\Delta yt$	Prognóza EUR/CZKOČ	lj	Prognóza EUR/CZKNEOČ	Reálné hodnoty EUR/CZK
T+1 (srpen 2021)	0,0685	25,7306	-0,0761	25,6545	25,4680
T+2 (září 2021)	-0,0485	25,6821	-0,0850	25,5972	25,3870
T+3 (říjen 2021)	-0,0229	25,6592	-0,0645	25,5948	25,4850
T+4 (listopad 2021)	0,0108	25,6700	0,0078	25,6778	25,4000
T+5 (prosinec 2021)	0,0146	25,6846	0,0319	25,7165	25,2570
T+6 (leden 2022)	0,0080	25,6926	0,0024	25,6949	24,4690

Zdroj: vlastní zpracování

## 4.5 ADL model GBP/EUR

V ADL modelu GBP/CZK vstupuje do modelu jako endogenní proměnná ČR GBP/CZK a jako exogenní proměnná ČR EUR/CZK a jejich případné zpoždění.

### 4.5.1 Volba zpoždění modelu

Volba zpoždění modelu bude provedena na základě hodnot informačních kritérií AIC, BIC a HQN. Pro model bude vybráno zpoždění indikující nejnižší hodnoty zmíněných kritérií. Výběr zpoždění bude omezen na maximální zpoždění ADL (6,6), které je dostatečné.

Tabulka 5: Volba zpoždění modelu ADL GBP/CZK – hodnoty kritérií

Kritérium/zpoždění	AIC	BIC	HQC
ADL (1,1)	206,0113	<b>214,3233</b>	<b>209,3862</b>
ADL (2,2)	205,5732	219,3841	211,1803
ADL (3,3)	204,4159	223,691	212,2405
ADL (4,4)	206,8892	231,5936	216,9166
ADL (5,5)	204,1916	234,2897	216,4067
ADL (6,6)	<b>201,7327</b>	237,1887	216,1204

Zdroj: vlastní zpracování

Na základě nejnižších hodnot kritérií byly vybrány a otestovány dva modely, model ADL (1,1) a model ADL (6,6). Oba modely nevykazují žádné významné parametry. Pro další šetření byl vybrán model ADL (1,1), protože obsahuje nižší počet proměnných a bude jednodušeji aplikovatelný při ručním výpočtu prognózy. Do modelu budou vstupovat exogenní a endogenní proměnné se zpožděním 1 dle výstupu SW Gretl na obrázku 12.

#### 4.5.2 Aplikace modelu a prognóza

Obrázek 12: Model ADL (1,1) GBP/CZK

Model 1: OLS, za použití pozorování 2011:10–2021:07 (T = 118)  
Závisle proměnná: d\_GBPCZK0A

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota
const	0.00851371	0.0526870	0.1616	0.8719
d_EURCZK0A_1	0.290171	0.203206	1.428	0.1560
d_GBPCZK0A_1	0.156392	0.0996580	1.569	0.1193

Zdroj: vlastní zpracování

Zápis odhadnutého modelu ADL (1,1) GBP/CZK:

$$\Delta x_t = 0,00851371 + 0,156392 \Delta x_{t-1} + 0,290171 \Delta y_{t-1} + u_t$$

Výpočty prognózy byly provedeny ručně v SW Excel (příloha 16). Pro neznámé hodnoty proměnné  $\Delta y_t$  byl použit její průměr. Zde je uvedený konkrétní postup pro dopočítání prognózy v čase T+1 (08/2021):

$$\Delta x_{08/2021} = 0,00851371 + 0,156392 \Delta x_{07/2021} + 0,290171 \Delta y_{07/2021} + u_t$$



Prognózou odvozené hodnoty pro období T+1 až T+6 jsou první diference očištěné ČŘ GBP/CZK, proto je nutné hodnoty převést v prvním kroku na hodnoty očištěné ČŘ GBP/CZK a v druhém kroku na hodnoty původní – neočištěné ČŘ GBP/CZK (tabulka 6).

Tabulka 6: Prognóza ADL (1,1) GBP/CZK

Období	Prognóza $\Delta_{xt}$	Prognóza GBP/CZK OČ	lj	Prognóza GBP/CZK NEOČ	Reálné hodnoty GBP/CZK
T+1 (srpen 2021)	0,1692	30,2004	-0,4226	29,7778	29,8620
T+2 (září 2021)	0,0382	30,2386	-0,3341	29,9045	29,6340
T+3 (říjen 2021)	0,0177	30,2563	-0,4015	29,8548	30,0860
T+4 (listopad 2021)	0,0145	30,2707	0,1286	30,3994	29,9490
T+5 (prosinec 2021)	0,0140	30,2847	0,1099	30,3946	29,7510
T+6 (leden 2022)	0,0139	30,2986	0,0268	30,3254	29,3030

Zdroj: vlastní zpracování

#### 4.6 VAR Model

VAR model bude tvořen v rámci této práce dvěma endogenními proměnnými a jejich zpožděním. Jedná se o dvou rovnicový model. Opět je nutné, aby do modelu vstupovaly ČŘ po sezónním očištění a zajištění jejich stacionarity, proto budou do modelů ČŘ vstupovat v podobě jejich prvních diferencí, viz. tvorba ARIMA modelu. Předpokládána je stejná délka zpoždění všech proměnných na vstupu modelu. Výběr délky zpoždění je prováděn na základě kritérií AIC, BIC a HQC.

#### 4.6.1 Volba zpoždění modelu

Volba zpoždění byla provedena na základě výstupu SW Gretl, který shrnuje hodnoty kritérií AIC, BIC a HQC a označuje hvězdičkou jejich nejmenší hodnoty.

Obrázek 13: Volba zpoždění VAR modelu

VAR systém, maximální řád zpoždění 12

Hvězdička dole označuje nejlepší (tedy minimalizované) hodnoty příslušného informačního kritéria, AIC = Akaikovo kritérium, BIC = Schwartz Bayesovské kritérium a HQC = Hannan-Quinnovo kritérium.

zpoždění	logvěr.	p(LR)	AIC	BIC	HQC
1	-96.00008		1.906543*	2.056422*	1.967302*
2	-92.48495	0.13430	1.915607	2.165404	2.016871
3	-90.77940	0.49152	1.958494	2.308209	2.100264
4	-89.48209	0.62777	2.009011	2.458646	2.191287
5	-85.37395	0.08397	2.006990	2.556543	2.229771
6	-83.33972	0.39682	2.043733	2.693205	2.307020

Zdroj: vlastní zpracování

Všechna použitá kritéria shodně indikují jedno zpoždění modelu. Vzhledem k jednoznačné shodě pomocných kritérií bude nadále aplikován model VAR (1).

#### 4.6.2 Odhad modelu

Model byl vytvořen v SW Gretl. První rovnice modelu obsahuje statisticky významnou proměnnou první diference očištěné ČŘ EUR/CZK (na hranici  $\alpha=0,05$ ). Druhá proměnná modelu první diference ČŘ GBP/CZK nevykazuje statistickou významnost. V rámci druhé rovnice VAR (1) modelu se nevyskytuje statisticky významná proměnná. Na základě výstupu SW Gretl (obrázek 14 a 15) byl sestaven kompletní VAR (1) model o dvou rovnicích.

Obrázek 14: VAR model rovnice 1

Rovnice 1: d\_EURCZK0A

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	0.00671270	0.0258880	0.2593	0.7959	
d_EURCZK0A_1	0.252869	0.0998465	2.533	0.0127	**
d_GBPCZK0A_1	-0.0296791	0.0489675	-0.6061	0.5456	

Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 15: VAR model rovnice 2

Rovnice 2: d\_GBPCZK0A

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota
const	0.00851371	0.0526870	0.1616	0.8719
d_EURCZK0A_1	0.290171	0.203206	1.428	0.1560
d_GBPCZK0A_1	0.156392	0.0996580	1.569	0.1193

Zdroj: vlastní zpracování

Zápis rovnic modelu VAR (1):

$$\Delta y_t = 0,00671270 + 0,252869 \Delta y_{t-1} - 0,0296791 \Delta x_{t-1} + u_t$$

$$\Delta x_t = 0,00851371 + 0,156392 \Delta x_{t-1} + 0,290171 \Delta y_{t-1} + u_t$$

#### 4.6.3 Aplikace modelu a prognóza

Model byl aplikovaný ve formě VAR (1) v SW Gretl pro prognózu 6 následujících období. Grafické znázornění prognózovaných hodnot prvních diferencí očištěné ČŘ EUR/CZK vč. 95% intervalu spolehlivosti zobrazuje příloha 17. Prognózu prvních diferencí očištěných hodnot ČŘ GBP/CZK zobrazuje příloha 18.

Hodnoty prognózy (první diference oč. ČŘ) byly použity pro dopočet hodnot očištěných ČŘ. Následně byly dopočítány hodnoty na úrovni původních, neočištěných ČŘ přičtením sezónních faktorů. Výsledné hodnoty prognózy zobrazují tabulky 7 a 8.

Tabulka 7: Prognóza VAR (1) EUR/CZK

Období	Prognóza $\Delta_{yt}$	Prognóza EUR/CZKOČ	lj	Prognóza EUR/CZKNEOČ	Reálné hodnoty EUR/CZK
T+1 (srpen 2021)	0,05644	25,7185	-0,0761	25,6424	25,4680
T+2 (září 2021)	0,01596	25,7345	-0,0850	25,6495	25,3870
T+3 (říjen 2021)	0,00922	25,7437	-0,0645	25,6792	25,4850
T+4 (listopad 2021)	0,00842	25,7521	0,0078	25,7599	25,4000
T+5 (prosinec 2021)	0,00841	25,7605	0,0319	25,7924	25,2570
T+6 (leden 2022)	0,00845	25,7690	0,0024	25,7714	24,4690

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 8: Prognóza VAR (1) GBP/CZK

Období	Prognóza $\Delta_{xt}$	Prognóza GBP/CZKOČ	lj	Prognóza GBP/CZKNEOČ	Reálné hodnoty GBP/CZK
T+1 (srpen 2021)	0,169204	30,2004297	-0,4226	29,7778	29,8620
T+2 (září 2021)	0,051353	30,2517827	-0,3341	29,9176	29,6340
T+3 (říjen 2021)	0,021177	30,2729597	-0,4015	29,8715	30,0860
T+4 (listopad 2021)	0,014502	30,2874617	0,1286	30,4161	29,9490
T+5 (prosinec 2021)	0,013224	30,3006857	0,1099	30,4106	29,7510
T+6 (leden 2022)	0,013022	30,3137077	0,0268	30,3405	29,3030

Zdroj: vlastní zpracování

## 4.7 Vyhodnocení kvality modelů dle MAPE

Kvalita jednotlivých modelů a jejich vhodnost pro prognostické účely byla hodnocena na základě ukazatele MAPE. Dle výsledků této metriky bude pro každou časovou řadu vybrán nejvhodnější model z hlediska nejlepších prognostických vlastností. Nej kvalitnější prognostické vlastnosti vykazuje model s nejnižší hodnotou MAPE.

$$MAPE = \frac{100}{h} \sum_{t=n+1}^{n+h} \left| \frac{y_t - \hat{y}_t}{y_t} \right| \quad (8)$$

Ve vzorci 8  $y$  je skutečná hodnota,  $\hat{y}$  je prognózovaná hodnota,  $n$  je délka časové řady a  $h$  je prognostický horizont. Výsledky MAPE pro aplikované modely ARIMA jsou shrnuty v tabulce 9. Postup výpočtu v MS Excel je zobrazen přílohou 19.

Tabulka 9: Kvalita modelů ARIMA (MAPE)

Model	Období	Prognóza	Reálná hodnota	$(y_t - \hat{y}_t)/y_t$	MAPE
ARIMA (2,1,2) EUR/CZK	T+1	25,75402	25,468	0,01123	1,97974
	T+2	25,77859	25,387	0,01542	
	T+3	25,71788	25,485	0,00914	
	T+4	25,70547	25,400	0,01203	
	T+5	25,72241	25,257	0,01843	
	T+6	25,75454	24,469	0,05254	
ARIMA (1,1,1) GBP/CZK	T+1	29,73477	29,862	0,00426	1,39771
	T+2	29,80794	29,634	0,00587	
	T+3	29,76774	30,086	0,01058	
	T+4	30,31230	29,949	0,01213	
	T+5	30,31180	29,751	0,01885	
	T+6	30,24579	29,303	0,03217	

Zdroj: vlastní zpracování

Pro oba modely ARIMA jsou hodnoty MAPE nižší než 2 %. V případě modelu ARIMA (2,1,2) pro ČŘ EUR/CZK se prognózované hodnoty v průměru lišily od skutečných o 1,98 % a v modelu ARIMA (1,1,1) pro ČŘ GBP/CZK pouze o 1,4 %.

Výsledky MAPE pro aplikované modely ADL obsahuje tabulka 10.

Tabulka 10: Kvalita modelů ADL (MAPE)

Model	Období	Prognóza	Reálná hodnota	$(y_t - \hat{y}_t)/y_t$	MAPE
ADL (2,2) EUR/CZK	T+1	25,65449	25,468	0,00732	1,65233
	T+2	25,59718	25,387	0,00828	
	T+3	25,59475	25,485	0,00431	
	T+4	25,67781	25,4	0,01094	
	T+5	25,71648	25,257	0,01819	
	T+6	25,69494	24,469	0,05010	
ADL (1,1) GBP/CZK	T+1	29,77784	29,862	0,00282	1,51984
	T+2	29,90446	29,634	0,00913	
	T+3	29,85476	30,086	0,00769	
	T+4	30,39937	29,949	0,01504	
	T+5	30,39458	29,751	0,02163	
	T+6	30,32536	29,303	0,03489	

Zdroj: vlastní zpracování

Aplikované modely ADL stejně jako modely ARIMA vykazují nízkou metriku MAPE pod úrovní 2 %. V případě modelu ADL (2,2) EUR/CZK se prognózované hodnoty v průměru lišily od skutečných o 1,65 %. V případě modelu ADL (1,1) GBP/CZK o 1,52 %.

Výsledky MAPE pro aplikovaný model VAR (1) jsou zachyceny v tabulce 11.

Tabulka 11: Kvalita modelu VAR (MAPE)

Model	Období	Prognóza	Reálná hodnota	$(y_t - \hat{y}_t)/y_t$	MAPE
VAR (1) EUR/CZK	T+1	25,64239	25,468	0,00685	1,89009
	T+2	25,64953	25,387	0,01034	
	T+3	25,67925	25,485	0,00762	
	T+4	25,75992	25,4	0,01417	
	T+5	25,79244	25,257	0,02120	
	T+6	25,77135	24,469	0,05322	
VAR (1) GBP/CZK	T+1	29,77784	29,862	0,00282	1,54485
	T+2	29,91765	29,634	0,00957	
	T+3	29,87145	30,086	0,00713	
	T+4	30,41609	29,949	0,01560	
	T+5	30,41056	29,751	0,02217	
	T+6	30,34047	29,303	0,03540	

Zdroj: vlastní zpracování

Prognóza modelu VAR (1) pro ČR EUR/CZK vykazuje hodnotu MAPE= 1,89 a pro ČR GBP/CZK hodnotu MAPE= 1,54. I v posledním aplikovaném modelu se předpovězené hodnoty nelišily v průměru od skutečných hodnot o více než 2 %.

## 5 Výsledky a diskuse

Odvozené prognózy byly provedeny ex post pro období 6 měsíců (8/2021 do 1/2022). Výhodou ex post provedení prognózy je dostupnost skutečných dat měnových kurzů zvoleného období, která umožnila autorovi práce výsledky aplikovaných modelů konfrontovat s reálným vývojem časových řad.

### 5.1 Prognostické vlastnosti modelů

#### ČŘ EUR/CZK

Pro časovou řadu EUR/CZK se prokázal prognosticky nejúčinnější model ADL (2,2) se střední absolutní procentní chybou odhadu MAPE= 1,65 %. Nejpřesnější prognóza byla pro období T+3, kdy se odhadnutá hodnota od skutečné lišila o pouhých 0,10975 (Kč), což znamená, že se odhad od reálné hodnoty vychýlil o 0,4 %. Naopak nejméně přesný odhad ADL (2,2) v rámci zvoleného období byl T+6, kdy se vychýlil o 5 % od skutečnosti. Přesto je hodnota MAPE pro tento model příznivá, protože zbylých 5 odhadů se nelišilo od skutečnosti o více než 1,8 %.

Druhý nejúčinnější model pro prognózu ČŘ EUR/CZK byl prokázán model VAR (1), kde metrika MAPE= 1,89 %. V rámci této prognózy se povedlo nejpřesněji určit odhad období T+1, kdy vychýlení prognózy od skutečnosti činilo 0,6 % z hodnoty skutečného kurzu EUR/CZK. Stejně jako v případě modelu ADL (2,2) pro poslední období T+6 model nedokázal odvodit odhad s rozdílem od skutečné hodnoty ČŘ nižší než 5 %.

Nejméně účinnou prognózu pro ČŘ EUR/CZK poskytl model ARIMA (2,1,2), kde MAPE= 1,98 %. Většina odhadů modelu se lišilo od skutečných hodnot o více než 1 %. Stejně jako u předchozích modelů se ani ARIMA (2,1,2) nepovedlo pro období T+6 snížit chybu odhadu pod 5 %.

Pro všechny modely shodně platí, že nejvyšší chyba odhadu prognózy ČŘ EUR/CZK byla zapříčiněna skokem ve skutečném měnovém kurzu v období T+6. Tento skok o více než 0,788 Kč v měsíčním průměru kurzu EUR/CZK nedokázaly modely zachytit. Poměrně přesné prognóze předešlých 5 hodnot přispívá nízká variabilita skutečných hodnot daného období, která činila 0,228.



## ČŘ GBP/EUR

Pro časovou řadu GBP/CZK byla nejpřesnější prognóza odvozena modelem ARIMA (1,1,1) se střední absolutní procentní chybou odhadu MAPE= 1,4 %. Nejpřesnější prognóza byla odvozena pro období T+1, kdy se odhadnutá hodnota od skutečné lišila o 0,4 %, resp. o 0,12723 (Kč). Odhadované hodnoty modelu ARIMA (1,1,1) vykazaly v čase narůstající vychýlení předpovídaných hodnot, kdy každé další období se ukázalo procentuálně odlišnější od skutečné hodnoty než předchozí období. V souladu s nárůstem nepřesnosti odhadu v čase byla nejméně přesná prognóza modelu ARIMA (1,1,1) pro období T+6, kde MAPE= 3,2 %. Přesto metrika MAPE pro prognózu ČŘ GBP/CZK užitím modelu ARIMA (1,1,1) jako celek= 1,4 %.

Druhý nejpřesnější model dle MAPE= 1,51 % byl v rámci ČŘ GBP/CZK model ADL (1,1). Opět nejpřesnější prognóza v rámci zvoleného období platila pro T+1. Protože modely vychází ze závislosti endogenní proměnné na jejím zpoždění, je nejpřesnější prognóza v horizontu T+1 odůvodnitelná právě tím, že v následujících obdobích je již prognóza ovlivněna chybou prognózy předcházejícího období. Nejméně přesná predikce modelu ADL (1,1) pro ČŘ GBP/CZK platí pro období T+6, ve kterém se liší od skutečnosti o 3,4 %.

Velice podobné výsledky jako model ADL (1,1) nabídl model VAR (1). Podobnost vychází z volby zpoždění, které v obou modelech bylo na základě doporučení užitých kritérií (AIC, BIC, HQC) 1. Nepatrný rozdíl ve výsledcích je důsledkem užití průměrných hodnot prvních diferencí očištěné ČŘ EUR/CZK ( $y_t$ ) vstupujících do modelu ADL (1,1) zatímco model VAR (1) nepracuje s průměrem, ale s výsledky druhé rovnice modelu VAR (1).

### Vyhodnocení užití pomocných kritérií

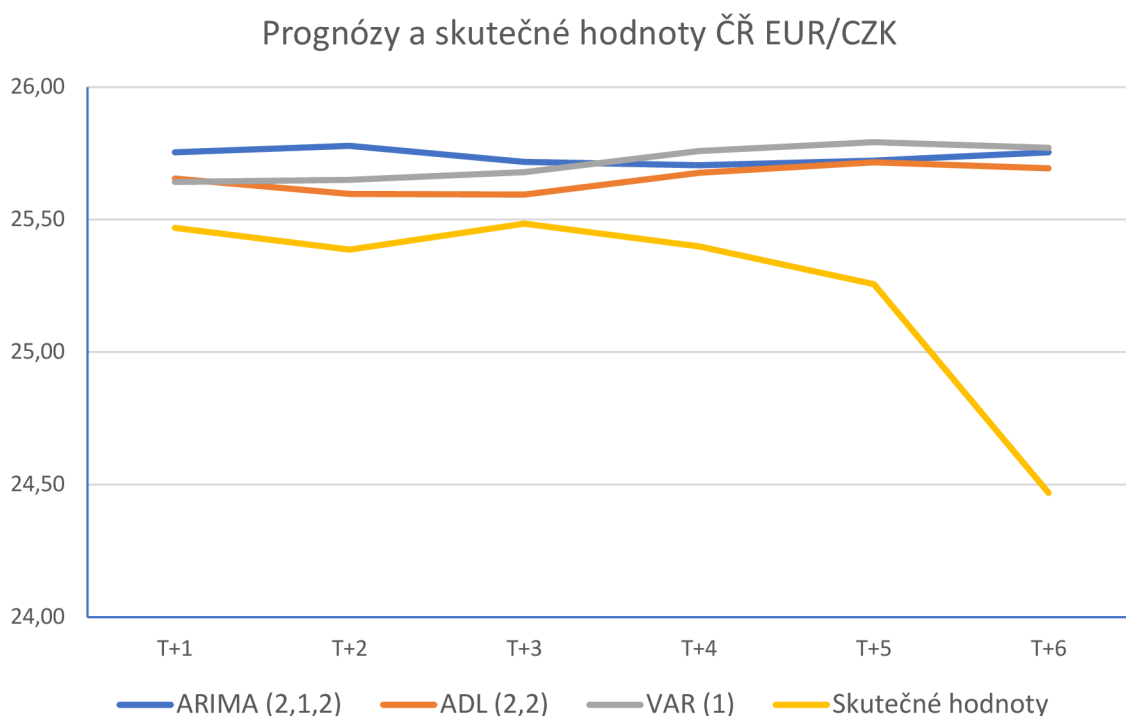
Nejlépe indikujícím pomocným kritériem bylo v rámci praktické části HQC, dle kterého byly sestaveny oba modely ADL a také model VAR.

## 5.2 Porovnání skutečného vývoje a prognóz

Rok 2021 byl z pohledu měnové politiky ČNB neefektivní v primárním úkolu držet hladinu inflace na úrovni 2 %, případně v tolerančním pásmu inflace. Průměrná roční míra inflace v roce 2021 činila 3,8 % a v prosinci meziroční míra inflace činila 6,6 %. ČNB v průběhu roku 5x navýšila úrokové sazby na konečných 3,75 % v prosinci. Ekonomika ČR souběžně vykazala částečné oživení oproti předešlému roku. Ve 3. čtvrtletí meziroční nárůst HDP činil 3,1 %.

Měnový kurz po dobu prognostického horizontu v případě eura poklesl o 1 Kč, v případě libry o zhruba 50 haléřů. Vysoká inflace v ČR tak byla provázena posílením koruny. Odvozené prognózy však přes relativně dobré prognostické vlastnosti vývoj měnových kurzů popisují v opačném směru, ve směru oslabování koruny. Grafické znázornění skutečného vývoje a prognóz pro časovou řadu EUR/CZK zobrazuje graf 9.

Graf 9: Prognózy a skutečné hodnoty ČR EUR/CZK



Zdroj: vlastní zpracování

Dle grafického znázornění je evidentní propad kurzu EUR/CZK v posledním období, který nebyl zachycen prognózami. Modely VAR a ADL sice vykazují pokles hodnot v tomto období, nicméně pokles je v měřítku grafu téměř zanedbatelný oproti poklesu skutečných hodnot. Model ARIMA v daném období protikladně odvozuje nárůst hodnoty kurzu.

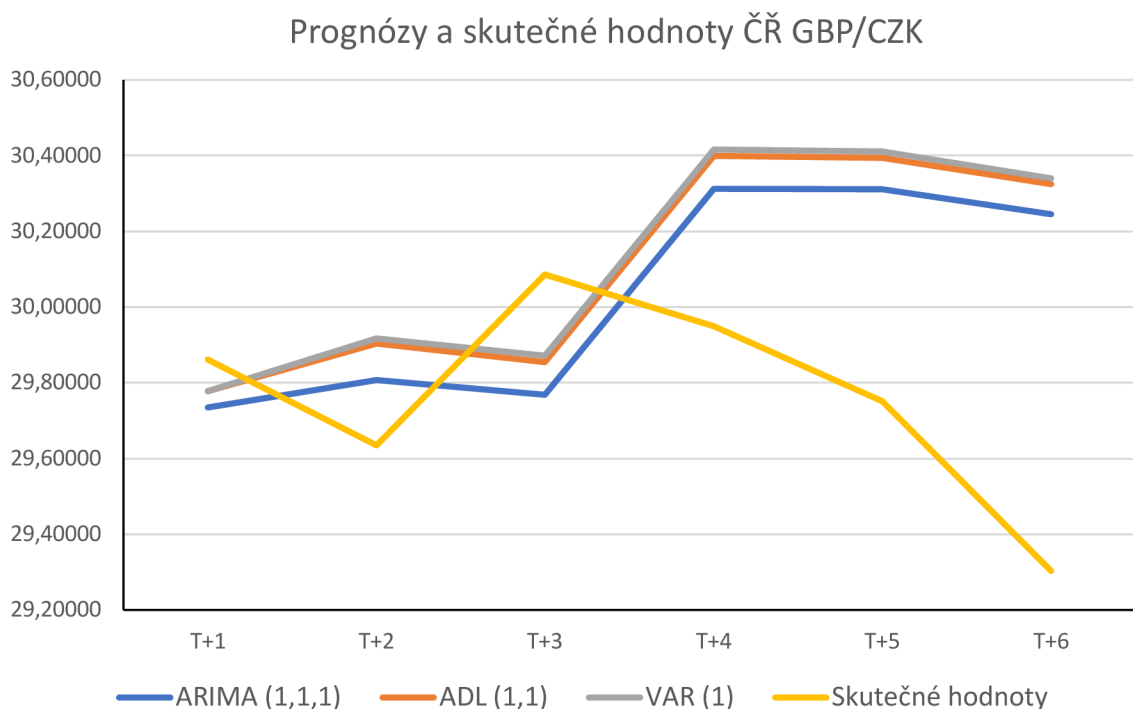
Graf 9 dokládá, že relativně volatilní a nevyzpytatelný vývoj měnového kurzu není možné na základě odvozených modelů simulovat spolehlivě, protože zpožděné hodnoty časové řady neobsahují signál, který by možný skok hodnot v následujícím období zohlednil v prognóze. Prognóza by mohla být v období T+6 přesnější, pokud by do modelu vstupoval současně jiný ekonomický ukazatel ve formě vysvětlující proměnné s vlivem na měnový kurz (inflace, úroková sazba). Přesto neexistuje spolehlivý model, který by vývoj měnového kurzu efektivně odhadl. Důvodem je závislost měnového kurzu na množství ekonomických,

politických a jiných faktorů, jejichž vliv je jasně prokazatelný, ale doposud nekvantifikovatelný. Zároveň samotné faktory mající vliv na měnový kurz nelze spolehlivě předpovídat (válka, ekonomické sankce...).

Grafické zobrazení ČŘ GBP/CZK zachycuje graf 10. Vývoj ČŘ GBP/CZK je ve smyslu meziměsíčních nárůstů a poklesů stejný jako vývoj EUR/CZK. Všechny měsíce, kdy došlo k poklesu kurzu EUR/CZK, došlo ve sledovaném období také k poklesu kurzu EUR/GBP a zároveň kurzy společně rostly.

Z grafu je patrné, pořadí modelů dle přesnosti jejich prognózy. Předpověď modelu ARIMA (1,1,1) se po většinu prognostického horizontu pohybuje nejbližší křivce skutečných hodnot. Naopak nejdále od skutečných hodnot se viditelně staví křivka VAR (1). Vývoj jednotlivých prognóz je velmi podobný. Od období T+2 je vývoj prognóz téměř identický. Klesající tendence skutečných hodnot posledních 3 období opět nebyla modely zachycena a konečné hodnoty T+6 prognóz a skutečného vývoje se liší o cca 1 Kč.

Graf 10: Prognóza a skutečné hodnoty ČŘ GBP/CZK

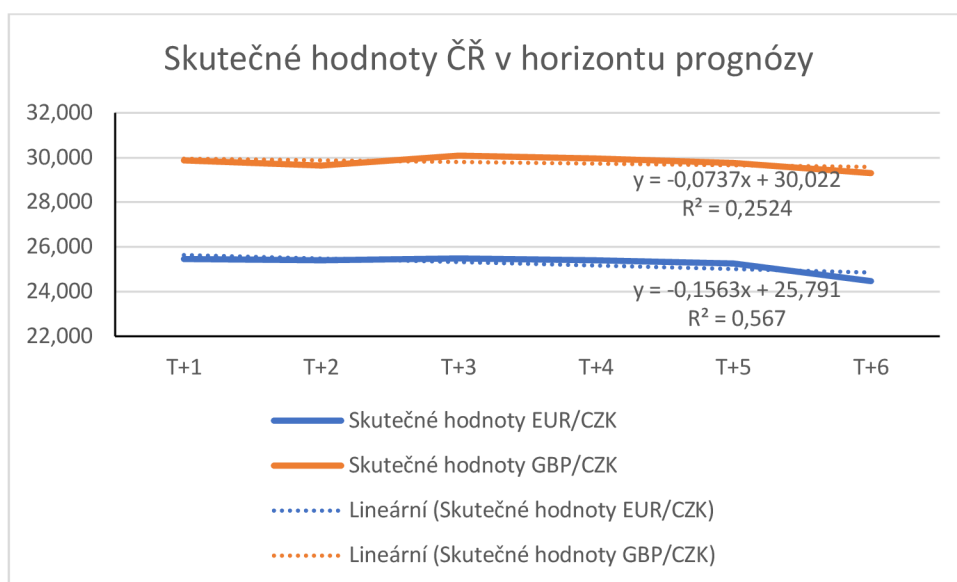


Zdroj: vlastní zpracování

### 5.2.1 Vyhodnocení vzájemného vztahu ČŘ

Dle výsledků aplikovaných modelů byl zkoumán vzájemný vliv ČŘ. Modely ARIMA založené pouze na hodnotách zkoumané řady nebyly k vyhodnocení vzájemného vlivu ČŘ použity. Dle modelu ADL (2,2) pro ČŘ EUR/CZK neexistuje mezi řadami vzájemný vztah, protože do modelu jako statisticky významné proměnné vstupují pouze hodnoty zpožděné ČŘ EUR/CZK. Modelem byly proměnné GBP/CZK vyhodnoceny jako statisticky nevýznamné. Ani model ADL (1,1) GBP/CZK neindikoval parametry druhé ČŘ jako statisticky významné. Stejný závěr byl odvozen dle modelu VAR (1). Cena eura a cena libry, dle vyhodnocení vzájemného vztahu mezi ČŘ, tedy nebyly v simultánním ani jednostranném vztahu.

Graf 11: Skutečné hodnoty ČŘ v horizontu prognózy



Zdroj: vlastní zpracování

Vývoj ČŘ po dobu prognostického horizontu je zachycen grafem 11. Graf je doplněný o přímku lineární spojnice trendu. V obou případech je koeficient determinace spojnice trendu značně vyšší, než pro časové řady jako celek o 120 pozorováních. Přesto jsou hodnoty  $R^2$  spojnice trendu nízké a nelze spolehlivě určit rostoucí či klesající trend časových řad. Graf v příloze 20 zobrazuje spojnice lineárního trendu pro prognózy ČŘ EUR/CZK. Pouze spojnice pro křivku prognózy dle modelu ARIMA vykazuje stejně jako spojnice trendu skutečné ČŘ EUR/CZK klesající tendenci, avšak opět s velice nízkým koeficientem determinace.

Spojnice lineárního trendu pro prognózy ČŘ GBP/CZK zachycuje příloha 21. Funkce trendu je téměř identická pro všechny prognózy, což znamená, že konstruované modely pro ČŘ GBP/CZK jsou si navzájem vysoce podobné. Trend prognóz je rostoucí a koeficient determinace  $R^2$  pro všechny modely = cca 0,75. Naopak spojnice trendu skutečných hodnot ČŘ GBP/CZK po dobu prognózovaného období má klesající tendenci a  $R^2 = 0,25$ . Přesto, že koeficienty determinace se neblíží hodnotě 1 a trend nejde spolehlivě prokázat je pravděpodobné, že pokud bychom zvolili delší prognostický horizont byly by prognostické vlastnosti modelů méně přesné a průměrná absolutní procentuální chyba odhadu by vzrostla. Proto zvolený prognostický horizont 6 období lze považovat za vhodný pro účely této práce. Vhodnost volby delšího prognostického horizontu však je tématem k dalšímu šetření.

### **5.3 Ekonomická analýza vývoje měnového kurzu a prognóz**

Přestože makroekonomické ukazatele působící na měnové kurzy působí současně na všechny měnové páry české koruny není jejich vliv definitivně určující pro vývoj daného měnového páru. Výsledky kapitoly 4.1.1 (viz níže). říkají, že v roce 2021 se oba studované kurzy vyvíjely opačným směrem. Zatímco v páru EUR/CZK posilovala česká koruna, v páru GBP/CZK posilovala libra.

Koronavirová pandemie dále způsobovala nejistotu na trzích i v roce 2021. Česká koruna však během roku posílila a začátkem roku 2022 kurz EUR/CZK dokonce poklesl na lednovou průměrnou hodnotu 24,469 Kč/EUR. Předpokládané oživení české ekonomiky pro rok 2021 přišlo v menším než očekávaném měřítku a nedotýkalo se všech sektorů. Faktory přispívající k oživení ekonomiky byla spotřeba domácností a vládních institucí a růst investiční aktivity na trzích. Proti růstu HDP působil zahraniční obchod, resp. růst importu. Částečné oživení ekonomiky potvrdil meziroční nárůst HDP ve 3. čtvrtletí roku o 3,1 %, který přesto zůstal ve stínu poklesu předchozího roku o 5,4 % (Analýza vývoje ekonomiky ČŘ, 2021). ČNB v roce 2021 v reakci na narůstající inflaci celkem 5x zvýšila úrokové sazby. V prosinci byla dvoutýdenní repo sazba nastavena na 3,75 %. Inflace nadále rostla a pohybovala se vysoko nad hranicí tolerančního pásma ČNB. Průměrná roční míra inflace činila 3,8 % (největší od roku 2008). V prosinci dosáhla meziroční míra inflace o 6,6 % a pro začátek roku 2022 prognózy ČNB předpovídali pokračování meziročního růstu inflace až k hranici 9 %. Ceny pohonných hmot v roce 2021 narostly o 30,6 %. Jádrová inflace

reagující na dlouhotrvající růst cen nemovitostí činila 8,6 % (Král, 2022). Britská libra oproti české koruně v roce 2021 posílila z lednové průměrné hodnoty 29,287 Kč/GBP na prosincovou hodnotu 29,751 Kč/GBP. Přes rok se denní i průměrné měsíční hodnoty dostávaly přes 30 Kč/GBP. Vývoj kurzu EUR/CZK a GBP/CZK byl opačný. Zatímco oproti euru koruna posílila, tak v měnovém páru s librou oslabila. Posílení oproti libře přišlo v říjnu a pokračovalo až do února roku 2022, kdy kurz GBP/CZK dosáhl v průměru hodnoty 29,170 Kč/EUR, tedy hodnotu, pod kterou kurz v měsíčním průměru naposledy klesl 18 měsíců zpět v srpnu roku 2020 (kapitola 4.1.1.).

Výsledky kapitoly podporují vlastnosti aplikovaných modelů ADL a VAR, dle kterých mezi studovanými ČŘ neexistuje statisticky významné působení jedné ČŘ na druhou, a to ani jednostranné.

Ekonomické využití aplikace modelu je přínosné v jeho výpovědní hodnotě o závislosti ceny eura a libry. Subjekt podnikající na trhu zahraničních měn může informaci využít a na zjištěné nezávislosti mezi danými proměnnými zakládat svá rozhodnutí o nákupu či prodeji jedné nebo druhé měny.

## **5.4 Vhodnost aplikace aditivních prognostických modelů pro zvolené ČŘ**

U všech aplikovaných modelů bylo prokázáno, že přesnost prvních tří hodnot předpovědi je zdaleka kvalitnější než přesnost posledních tří prognózovaných hodnot. Poslední tři prognózované hodnoty byly ovlivněny dosavadním vývojem ČŘ, včetně již prognózovaných hodnot tří období horizontu. Zároveň zejména poslední dvě období prognostického horizontu byly skutečné hodnoty kurzu poměrně volatilní a poměrně prudce klesaly. Výše zmíněné poznatky modelu komplikují odvození přesné prognózy.

Měnový kurz je ze své podstaty velmi těžko předvídatelný. Přestože odvozené prognózy vyšly relativně přesné, je nutné zmínit, že zvolený prognostický horizont byl z pohledu vývoje kurzů relativně klidný (až na závěr prognostického horizontu), čímž podmínky odvození přesné prognózy byly ulehčeny.

Je důležité vyzdvihnout prognostické vlastnosti modelů, ale zároveň při práci s nimi pamatovat jejich limity. Protože měnový kurz je ovlivněn nepředvídatelnými faktory (politické, ekonomické,...) je třeba jeho prognózy interpretovat s riziky.

## 6 Závěr

V první části práce je představena minimální teoretická báze o měnovém kurzu, měnové politice, České národní bance a prognostických metodách časových řad. Jednotlivé kapitoly postupně popisují podstatu a vlastnosti měnového kurzu, za který jsou národní měny obchodovány na měnovém trhu. Autor se dále zaměřuje na faktory vlivné vůči měnovému kurzu a způsobech determinace měnových kurzů. Je představena monetární politika, její cíle a způsoby, kterými jsou dosahovány prostřednictvím centrálních bank. Centrální bance ČR je věnována samostatná kapitola o její historii a aplikovaných postupech pro dosahování zákonem daných cílů ČNB. Poslední kapitola teoretické části práce uvádí prognostické metody časových řad a poskytuje ucelený přehled v praktické části použitého metodického aparátu.

Druhá, praktická část práce, předkládá analýzu vývoje měnových kurzů EUR/CZK a GBP/CZK v období let 2011-2021 a jejich prognózy pro následujících 6 měsíčních období. Měnové kurzy byly studovány v podobě časových řad s měsíčními intervaly. Hlavním cílem práce byla analýza vývoje měnových kurzů ve zmíněném časovém intervalu a následná simulace kurzů pro zvolený prognostický horizont. Analýza historického vývoje byla provedena převážně dle výročních zpráv českých i zahraničních bankovních a státních institucí a dává do souvislosti měnový kurz, výkon ekonomiky ČR a související makroekonomické ukazatele. Kurz EUR/CZK se po zkoumaný časový interval pohyboval mezi hodnotami 24,273 až 27,895 Kč/EUR. Průměrná cena za euro činila 26,252 Kč. Po sledované období měl nejvýraznější vliv na kurz EUR/CZK aplikovaný nepřímý (tržní) nástroj ČNB v podobě devizových intervencí mezi lety 2013 až 2017. Po dobu 3,5 roku ČNB těmito zásahy kurz eura usměrnila nad hranici 27 Kč/EUR. V následujících letech česká koruna posílila a v roce 2019 se pohybovala kolem 25,5 Kč/EUR, ale počátkem roku 2020 vlivem koronavirové krize kurz skokově oslabil. Mezi únorem a březnem roku 2020 činil maximální rozdíl denních hodnot kurzu více než 12 %, kdy se hodnota kurzu zastavila na 27,810 Kč/EUR. Na vývoji druhého sledovaného kurzu GBP/CZK se nejvýrazněji projevil odchod Spojeného království Velké Británie a Severního Irska z EU (Brexit). V době vyhlášení výsledků referenda o Brexitu v červnu 2016 činila hodnota kurzu 34,258 Kč/EUR. V následujících 18 měsících hodnota libry klesala až na 28,77 Kč/GBP a do konce sledovaného období vč. prognostického horizontu nedosáhla ceny z období před referendem o Brexitu roku 2016. Analýzu obsahuje kapitola 4.1.

V další části praktické práce byly sestaveny a aplikovány prognostické modely časových řad pro odvození jejich předpovědí pro 6 následujících období. Pro každou ČŘ byly odvozeny modely ARIMA, ADL a VAR. Byla provedena trendová analýza a testována stacionarita ČŘ za pomoci autokorelační funkce a Dickey-Fullerova testu jednotkového kořene. Výsledné stacionární řady byly na základě výsledků autokorelační funkce, parciální autokorelační funkce, řádu integrace a kritérií AIC, BIC a HQC aplikovány v konkrétních modelech ARIMA (2,1,2), ADL (2,2) a VAR (1) pro EUR/CZK a ARIMA (1,1,1), ADL (1,1) a VAR (1) pro GBP/CZK. Do jednotlivých modelů vstupovaly ČŘ očištěné o sezónní trend.

Odvozené modely pro obě ČŘ byly následně podrobeny testu kvality na základě metriky MAPE. Byly porovnány prognózované hodnoty dle jednotlivých modelů a skutečné hodnoty měnových kurzů v období prognostického horizontu. Detailní poznatky komparace kvality poskytuje kapitola Vyhodnocení kvality modelů (4.7) a Výsledky a diskuse (5).

Výsledky provedené analýzy a odvozených prognóz vymezipily faktory působící na vývoj měnového kurzu a dle komparace kvality jednotlivých modelů byl určen nejvhodnější prognostický model pro jednotlivé zkoumané ČŘ, čímž byl splněn dílčí cíl diplomové práce.

Modelem s nejlepšími prognostickými vlastnostmi byl pro kurz EUR/CZK vyhodnocen model ADL (2,2), dle kterého se odvozené prognózované hodnoty v průměru lišily od skutečných hodnot o 1,5 % (MAPE= 1,5 %) . Druhým nejlepším modelem dle hodnocených prognostických vlastností byl pro ČŘ EUR/CZK model VAR (1). Nejméně přesná předpověď dle MAPE byla odvozena modelem ARIMA (2,1,2), který generoval předpověď s MAPE= 1,98 %.

Pro kurz GBP/CZK vykázal nejlepší prognostické vlastnosti model ARIMA (1,1,1) s MAPE= 1,4 %. Tento model vykazoval nejlepší výsledky ze všech aplikovaných modelů diplomové práce. Druhým nejpřesnějším modelem v rámci prognóz byl model ADL (1,1), dle kterého se předpovězené hodnoty v prognostickém horizontu lišily od skutečných o 1,52 %. Nejméně přesný se stal model VAR (1), který přesto zůstal s hodnotou MAPE=1,54 % blízko modelům ARIMA (1,1,1) a ADL (2,2).



## 7 Seznam použitých zdrojů

BRČÁK, J., SEKERKA, B. 2010. *Makroekonomie*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-245-5.

BRČÁK, J. a kol. 2012. *Česká republika ve světle ekonomických teorií*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. 206 s. ISBN 978-80-7380-369-8.

BRČÁK, J. a kol. 2014. *Makroekonomie – teorie a praxe*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-492-3.

CIPRA, T. 2008. *Finanční ekonometrie*. Praha: Ekopress. ISBN 978-80-86929-43-9.

DURČÁKOVÁ, J., MANDEL, M. 2010. *Mezinárodní finance*. 4., aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-221-5.

FARKAČOVÁ, L. 2021. *Neučebnice ekonomie: pro každého na každý den*. Praha: Grada. ISBN 978-80-271-3193-8.

GILLILAND, M. a kol. 2015. *Business Forecasting: Practical Problems and Solutions*. New Jersey: John Wiles and Sons. ISBN 978-1-119-22456-3.

HINDLS, R. a kol. 2007. *Statistika pro ekonomy*. 8. vyd. Praha: Professional Publishing. ISBN 978-80-86946-43-6.

HOLMAN, R. 2018. *Makroekonomie: středně pokročilý kurz*. 3. vydání. V Praze: C.H. Beck. Beckovy ekonomické učebnice. ISBN 978-80-7400-541-1.

JEŽEK, Josef, 2015. *Geostatistika a prostorová interpolace*. V Praze: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3076-2.

JÍLEK, J. 2013. *Finance v globální ekonomice II: Měnová a kurzová politika*. Praha: Grada. Finanční trhy a instituce. ISBN 978-80-247-4516-9.

JUREČKA, V. a kol. 2017. *Makroekonomie*. 3., aktualizované a rozšířené vyd. Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-80-271-0251-8.

MEJSTRŮK, M. a kol. 2014. *Bankovníctví v teorii a praxi: Banking in theory and practice*. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-2870-7.

PRÁŠKOVÁ, Z. 2016. *Základy náhodných procesů II*. 2., upravené vyd. Praha: Univerzita Karlova, nakladatelství Karolinum. ISBN 978-80-246-3516-3.

REVENDA, Z. 2011. *Centrální bankovníctví*. 3., aktualiz. vyd. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-230-7.

REVENDA, Z. a kol., 2012. *Peněžní ekonomie a bankovníctví*. 5., aktualiz. vyd. Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-240-6.

- REVENDA, Z. a kol., 2015. *Peněžní ekonomie a bankovníctví. 6., aktualiz. vyd.* Praha: Management Press. ISBN 978-80-7261-279-6.
- ROJÍČEK, M. a kol. 2016. *Makroekonomická analýza: teorie a praxe.* Praha: Grada Publishing. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-5858-9.
- SEKERKA, B. a kol. 2015. *Ekonomie trochu jinak.* Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-534-0.
- ŠTĚDRŮŇ, B. a kol. 2012. *Prognostické metody a jejich aplikace.* V Praze: C.H. Beck. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-80-7179-174-4.
- SOUKUP, A., 2012. *Mezinárodní ekonomie.* 2. upr. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk. ISBN 978-80-7380-392-6.
- VLČEK, J. a kol., 2003. *Ekonomie a ekonomika.* 2. přeprac. vyd. Praha: ASPI. ISBN 80-86395-45-6.

## INTERNETOVÉ ZDROJE

- ARLT, J. a kol., 2002. *Analýza ekonomických časových řad s příklady* [online]. Praha: VŠE v Praze. [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <http://nb.vse.cz/~arltova/vyuka/crsbir02.pdf>.
- Bank of England, 2015. *Inflation Report February 2015.* [cit. 2022-02- 29]. Dostupné z: <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/inflation-report/2015/february-2015.pdf?la=en&hash=33F425F8255A750046116A01B1B2B6B2F8AA2004>
- Bank of England, 2017. *Inflation report February 2017.* [cit. 2022-02- 25]. Dostupné z: <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/inflation-report/2017/february-2017.pdf?la=en&hash=F1FDCF03241263662F06E6DEC3591E7518CB2C54>
- Bank of England, 2018. *Inflation report May 2018.* [cit. 2022-02- 26]. ISSN 2514-4103. Dostupné z: <https://www.bankofengland.co.uk/-/media/boe/files/inflation-report/2018/may/inflation-report-may-2018.pdf?la=en&hash=50C30B6F32DE7CB3232EA2F0A025D849EEC1EBAA>
- Bank of England, 2019. *Monetary Policy Report November 2019.* [cit. 2022-02- 27]. ISSN 2514-4103. Dostupné z: <https://www.bankofengland.co.uk/monetary-policy-report/2019/november-2019>
- ČNB, 2012. *Výroční zpráva České národní banky 2011.* Cnb.cz [online]. [cit. 2022-02-23]. ISBN 978-80-87225-35-6. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/cs/o\\_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/](https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/)
- ČNB, 2013. *Výroční zpráva České národní banky 2012.* Cnb.cz [online]. [cit. 2022-02-23]. ISBN 978-80-87225-42-4. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/cs/o\\_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/](https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/)

- ČNB, 2014. *Výroční zpráva České národní banky 2013*. Cnb.cz [online]. [cit. 2022-02-24]. ISBN 978-80-87225-50-9. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/cs/o\\_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/](https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/)
- ČNB, 2016. *Výroční zpráva České národní banky 2015*. Cnb.cz [online]. [cit. 2022-02-24]. ISBN 978-80-87225-62-2. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/cs/o\\_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/](https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/)
- ČNB, 2017. *Výroční zpráva České národní banky 2016*. Cnb.cz [online]. [cit. 2022-02-25]. ISBN 978-80-87225-69-1. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/cs/o\\_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/](https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/)
- ČNB, 2018. *Výroční zpráva České národní banky 2017*. Cnb.cz [online]. [cit. 2022-02-25]. ISBN 978-80-87225-77-6. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/cs/o\\_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/](https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/)
- ČNB, 2019. *Výroční zpráva České národní banky 2018*. Cnb.cz [online]. [cit. 2022-02-26]. ISBN 978-80-87225-84-4. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/cs/o\\_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/](https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/)
- ČNB, 2020. *Výroční zpráva České národní banky 2019*. Cnb.cz [online]. [cit. 2022-02-27]. ISBN 978-80-87225-92-9. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/cs/o\\_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/](https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/)
- ČNB, 2021. *Výroční zpráva České národní banky 2020*. Cnb.cz [online]. [cit. 2022-02-28]. ISBN 978-80-87225-98-1. Dostupné z: [https://www.cnb.cz/cs/o\\_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/](https://www.cnb.cz/cs/o_cnb/hospodareni/vyrocnizpravy-ceske-narodni-banky/)
- Král, 2022. *Inflace v prosinci 2021 výrazně nad prognózou ČNB a vysoko nad horní hranici tolerančního pásma cíle*. [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://www.cnb.cz/cs/verejnost/servis-pro-media/komentare-cnb-ke-zverejnenym-statistickym-udajum-o-inflaci-a-hdp/Inflace-v-prosinci-2021-vyrazne-nad-prognozou-CNB-a-vysoko-nad-horni-hranici-tolerancniho-pasma-cile/>
- MPO, 2013. *Analýza vývoje Ekonomiky ČR za rok 2012*. [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/48686/54874/601806/priloha001.pdf>
- MPO, 2015. *Analýza vývoje Ekonomiky ČR za rok 2014*. [cit. 2022-02-24]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53214/60683/635076/priloha001.pdf>
- MPO, 2017. *Analýza vývoje Ekonomiky ČR za rok 2016*. [cit. 2022-02-25]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/analyticke-materialy-a-statistiky/analyticke-materialy/analiza-vyvoje-ekonomiky-cr-za-rok-2016--230378/>
- MPO, 2021. *Analýza vývoje ekonomiky ČR- prosinec 2021*. [cit. 2022-02-28]. Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/rozcestnik/analyticke-materialy-a-statistiky/analyticke-materialy/analiza-vyvoje-ekonomiky-cr---prosinec-2021--265254/>

## 8 Seznam obrázků, tabulek, grafů a použitých zkratk

### Seznam obrázků

Obrázek 1- Trh EUR, trh CZK.....	18
Obrázek 2: Transmisní mechanismus monetární politiky.....	24
Obrázek 3: Dopad zvýšení úrokových sazeb.....	27
Obrázek 4: Popisné statistiky ČR CZK/EUR (SW GRETL).....	42
Obrázek 5: Popisné statistiky ČR GBP/EUR (SW Gretl).....	43
Obrázek 6: Rozšířený Dickey- Fullerův test ČR d <sub>EUR/CZK</sub> (SW Gretl).....	47
Obrázek 7: Výstup model ARIMA (2,1,3) ČR EUR/CZK (SW Gretl).....	48
Obrázek 8: Výstup model ARIMA (2,1,2) ČR EUR/CZK.....	49
Obrázek 9: Rozšířený Dickey-Fullerův test ČR d <sub>GBP/CZK</sub> .....	52
Obrázek 10: Výstup model ARIMA (1,1,1) ČR GBP/CZK.....	53
Obrázek 11: Redukovaný model ADL (2,2) EUR/CZK.....	56
Obrázek 12: Model ADL (1,1) GBP/CZK.....	58
Obrázek 13: Volba zpoždění VAR modelu.....	60
Obrázek 14: VAR model rovnice 1.....	60
Obrázek 15: VAR model rovnice 2.....	61

### Seznam tabulek

Tabulka 1: Prognóza ARIMA (2,1,2) EUR/CZK.....	51
Tabulka 2: Prognóza ARIMA (1,1,1) GBP/EUR.....	54
Tabulka 3: Volba zpoždění modelu ADL EUR/CZK – hodnoty kritérií.....	55
Tabulka 4: Prognóza ADL (2,2) EUR/CZK.....	57
Tabulka 5: Volba zpoždění modelu ADL GBP/CZK – hodnoty kritérií.....	58
Tabulka 6: Prognóza ADL (1,1) GBP/CZK.....	59
Tabulka 7: Prognóza VAR (1) EUR/CZK.....	62
Tabulka 8: Prognóza VAR (1) GBP/CZK.....	62
Tabulka 9: Kvalita modelů ARIMA (MAPE).....	63
Tabulka 10: Kvalita modelů ADL (MAPE).....	64
Tabulka 11: Kvalita modelu VAR (MAPE).....	64

### Seznam grafů

Graf 1: Vývoj kurzu EUR/CZK a GBP/CZK 2011-2021.....	35
Graf 2: Vývoj GBP/CZK po referendu o Brexitu.....	38
Graf 3: Kurz koruny vůči euru a intervence ČNB.....	39
Graf 4: Trendová analýza EUR/CZK- lineární funkce.....	43
Graf 5: Trendová analýza GBP/CZK- lineární funkce.....	44
Graf 6: Lineární spojnice trendu sezónně očištěných ČR.....	45
Graf 7: Prognóza ARIMA (2,1,2) EUR/CZK SW Gretl.....	50
Graf 8: Prognóza ARIMA (1,1,1) ČR GBP/CZK.....	54
Graf 9: Prognózy a skutečné hodnoty ČR EUR/CZK.....	68
Graf 10: Prognóza a skutečné hodnoty ČR GBP/CZK.....	69
Graf 11: Skutečné hodnoty ČR v horizontu prognózy.....	70

## **Seznam použitých zkratk**

CZK- česká koruna

ČŘ- časová řada

EUR- euro

GBP- libra

SW- software

PPP- purchase parity power

## 9 Přílohy

### Seznam příloh

Příloha 1: Deskriptivní statistiky EUR/CZK .....	81
Příloha 2: Deskriptivní statistiky GBP/CZK.....	81
Příloha 3: Graf: Trendová analýza EUR/CZK- polynomická funkce 3. stupně .....	82
Příloha 4: Graf: Trendová analýza GBP/CZK- polynomická funkce 3. stupně.....	82
Příloha 5: Časová řada EUR/CZK .....	82
Příloha 6: Časová řada GBP/CZK .....	86
Příloha 7: Autokorelační funkce očištěné ČŘ EUR/CZK.....	90
Příloha 8: Autokorelační funkce ČŘ EUR/CZK (první diference).....	90
Příloha 9: Prognóza ARIMA (2,1,3) EUR/CZK SW Gretl.....	91
Příloha 10: Autokorelační funkce očištěné ČŘ GBP/CZK.....	91
Příloha 11: Autokorelační funkce ČŘ d_GBP/EUR (první diference).....	92
Příloha 12: ADL (1,1) EUR/CZK .....	92
Příloha 13: ADL (2,2) EUR/CZK .....	93
Příloha 14: ADL (3,3) EUR/CZK .....	93
Příloha 15: Výpočet prognózy prvních diferencí ČŘ EUR/CZK ADL (2,2) MS Excel.....	94
Příloha 16: Výpočet prognózy prvních diferencí ČŘ GBP/CZK (1,1) MS Excel .....	94
Příloha 17: Prognóza VAR (1) EUR/CZK.....	95
Příloha 18: Prognóza VAR (1) GBP/CZK.....	95
Příloha 19: Postup výpočtu MAPE MS Excel .....	96
Příloha 20: Spojnice trendu prognóz ČŘ EUR/CZK .....	97
Příloha 21: Spojnice trendu prognóz ČŘ GBP/CZK .....	97

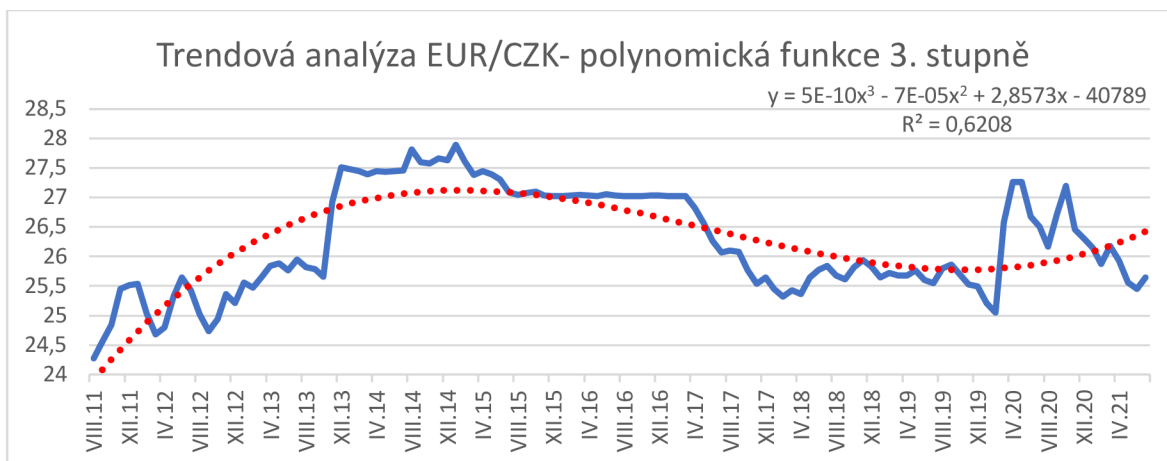
*Příloha 1: Deskriptivní statistiky EUR/CZK*

<i>Descriptive statistics EUR CZK</i>	
Mean	26,252325
Standard Error	0,08024743
Median	25,9415
Mode	27,026
Standard Deviation	0,87906656
Sample Variance	0,77275802
Kurtosis	-1,1452685
Skewness	0,07009949
Range	3,622
Minimum	24,273
Maximum	27,895
Sum	3150,279
Count	120
Confidence Level(95,0%)	0,15889793

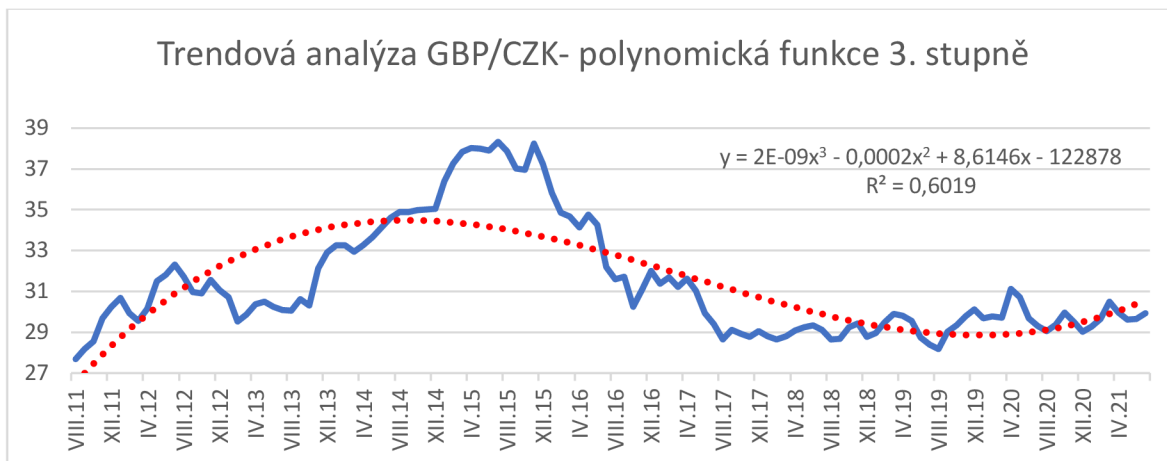
*Příloha 2: Deskriptivní statistiky GBP/CZK*

<i>Descriptive statistics GBP CZK</i>	
Mean	31,3987083
Standard Error	0,25405515
Median	30,2375
Mode	30,485
Standard Deviation	2,78303472
Sample Variance	7,74528228
Kurtosis	0,18628291
Skewness	1,12201357
Range	10,642
Minimum	27,687
Maximum	38,329
Sum	3767,845
Count	120
Confidence Level(95,0%)	0,50305457

Příloha 3: Graf: Trendová analýza EUR/CZK- polynomická funkce 3. stupně



Příloha 4: Graf: Trendová analýza GBP/CZK- polynomická funkce 3. stupně



Příloha 5: Časová řada EUR/CZK

y	KP(12)	y*	lj*	l	yo
24,273				-0,079879	24,35288
24,557				-0,088699	24,6457
24,848				-0,068199	24,9162
25,453				0,004056	25,44894
25,515				0,028162	25,48684
25,532				-0,001375	25,53337
25,041	25,12204	-0,081042	-0,082755	-0,086495	25,12749
24,676	25,16042	-0,484417	0,025241	0,0215	24,6545
24,799	25,17142	-0,372417	0,096435	0,092695	24,70631



25,322	25,1715	0,1505	0,150639	0,146899	25,1751
25,641	25,15538	0,485625	0,056162	0,052422	25,58858
25,434	25,14421	0,289792	-0,017347	-0,021088	25,45509
25,02	25,16363	-0,143625	-0,076139	-0,079879	25,09988
24,731	25,22283	-0,491833	-0,084958	-0,088699	24,8197
24,938	25,30729	-0,369292	-0,064458	-0,068199	25,0062
25,365	25,37429	-0,009292	0,007796	0,004056	25,36094
25,216	25,40292	-0,186917	0,031903	0,028162	25,18784
25,563	25,42938	0,133625	0,002366	-0,001375	25,56437
25,476	25,48408	-0,008083	-0,082755	-0,086495	25,56249
25,662	25,56133	0,100667	0,025241	0,0215	25,6405
25,84	25,63533	0,204667	0,096435	0,092695	25,74731
25,889	25,73033	0,158667	0,150639	0,146899	25,7421
25,761	25,89121	-0,130208	0,056162	0,052422	25,70858
25,949	26,06713	-0,118125	-0,017347	-0,021088	25,97009
25,818	26,22913	-0,411125	-0,076139	-0,079879	25,89788
25,787	26,38325	-0,59625	-0,084958	-0,088699	25,8757
25,658	26,5225	-0,8645	-0,064458	-0,068199	25,7262
26,925	26,65421	0,270792	0,007796	0,004056	26,92094
27,517	26,78925	0,72775	0,031903	0,028162	27,48884
27,484	26,9225	0,5615	0,002366	-0,001375	27,48537
27,443	27,06858	0,374417	-0,082755	-0,086495	27,52949
27,394	27,22729	0,166708	0,025241	0,0215	27,3725
27,45	27,38283	0,067167	0,096435	0,092695	27,35731
27,44	27,49379	-0,053792	0,150639	0,146899	27,2931
27,451	27,52954	-0,078542	0,056162	0,052422	27,39858
27,457	27,55154	-0,094542	-0,017347	-0,021088	27,47809
27,816	27,57554	0,240458	-0,076139	-0,079879	27,89588
27,598	27,58179	0,016208	-0,084958	-0,088699	27,6867
27,58	27,58088	-0,000875	-0,064458	-0,068199	27,6482
27,666	27,57875	0,08725	0,007796	0,004056	27,66194
27,634	27,57088	0,063125	0,031903	0,028162	27,60584
27,895	27,54958	0,345417	0,002366	-0,001375	27,89637
27,608	27,50204	0,105958	-0,082755	-0,086495	27,69449
27,379	27,44825	-0,06925	0,025241	0,0215	27,3575

27,443	27,40688	0,036125	0,096435	0,092695	27,35031
27,396	27,36092	0,035083	0,150639	0,146899	27,2491
27,306	27,3095	-0,0035	0,056162	0,052422	27,25358
27,091	27,24796	-0,156958	-0,017347	-0,021088	27,11209
27,041	27,18804	-0,147042	-0,076139	-0,079879	27,12088
27,082	27,15067	-0,068667	-0,084958	-0,088699	27,1707
27,103	27,11983	-0,016833	-0,064458	-0,068199	27,1712
27,04	27,08725	-0,04725	0,007796	0,004056	27,03594
27,026	27,06163	-0,035625	0,031903	0,028162	26,99784
27,026	27,04921	-0,023208	0,002366	-0,001375	27,02737
27,039	27,04633	-0,007333	-0,082755	-0,086495	27,12549
27,051	27,04313	0,007875	0,025241	0,0215	27,0295
27,031	27,03717	-0,006167	0,096435	0,092695	26,93831
27,026	27,03342	-0,007417	0,150639	0,146899	26,8791
27,061	27,03325	0,02775	0,056162	0,052422	27,00858
27,038	27,03317	0,004833	-0,017347	-0,021088	27,05909
27,025	27,03213	-0,007125	-0,076139	-0,079879	27,10488
27,021	27,03004	-0,009042	-0,084958	-0,088699	27,1097
27,021	27,02013	0,000875	-0,064458	-0,068199	27,0892
27,032	26,99225	0,03975	0,007796	0,004056	27,02794
27,03	26,93975	0,09025	0,031903	0,028162	27,00184
27,02	26,86633	0,153667	0,002366	-0,001375	27,02137
27,02	26,78767	0,232333	-0,082755	-0,086495	27,10649
27,02	26,70975	0,31025	0,025241	0,0215	26,9985
26,824	26,618	0,206	0,096435	0,092695	26,73131
26,564	26,50333	0,060667	0,150639	0,146899	26,4171
26,263	26,38338	-0,120375	0,056162	0,052422	26,21058
26,074	26,26042	-0,186417	-0,017347	-0,021088	26,09509
26,101	26,12421	-0,023208	-0,076139	-0,079879	26,18088
26,075	25,98704	0,087958	-0,084958	-0,088699	26,1637
25,765	25,85992	-0,094917	-0,064458	-0,068199	25,8332
25,536	25,76075	-0,22475	0,007796	0,004056	25,53194
25,647	25,70217	-0,055167	0,031903	0,028162	25,61884
25,452	25,67225	-0,22025	0,002366	-0,001375	25,45337
25,319	25,64517	-0,326167	-0,082755	-0,086495	25,40549

25,429	25,60829	-0,179292	0,025241	0,0215	25,4075
25,364	25,59104	-0,227042	0,096435	0,092695	25,27131
25,644	25,60983	0,034167	0,150639	0,146899	25,4971
25,777	25,63404	0,142958	0,056162	0,052422	25,72458
25,842	25,64988	0,192125	-0,017347	-0,021088	25,86309
25,683	25,675	0,008	-0,076139	-0,079879	25,76288
25,608	25,70221	-0,094208	-0,084958	-0,088699	25,6967
25,818	25,72554	0,092458	-0,064458	-0,068199	25,8862
25,934	25,74383	0,190167	0,007796	0,004056	25,92994
25,83	25,74188	0,088125	0,031903	0,028162	25,80184
25,649	25,72254	-0,073542	0,002366	-0,001375	25,65037
25,725	25,71538	0,009625	-0,082755	-0,086495	25,81149
25,676	25,73113	-0,055125	0,025241	0,0215	25,6545
25,677	25,73696	-0,059958	0,096435	0,092695	25,58431
25,77	25,71517	0,054833	0,150639	0,146899	25,6231
25,604	25,6845	-0,0805	0,056162	0,052422	25,55158
25,551	25,65258	-0,101583	-0,017347	-0,021088	25,57209
25,802	25,60638	0,195625	-0,076139	-0,079879	25,88188
25,867	25,61571	0,251292	-0,084958	-0,088699	25,9557
25,699	25,71925	-0,02025	-0,064458	-0,068199	25,7672
25,53	25,84775	-0,31775	0,007796	0,004056	25,52594
25,498	25,955	-0,457	0,031903	0,028162	25,46984
25,215	26,03958	-0,824583	0,002366	-0,001375	25,21637
25,05	26,0945	-1,0445	-0,082755	-0,086495	25,13649
26,575	26,14525	0,42975	0,025241	0,0215	26,5535
27,263	26,24346	1,019542	0,096435	0,092695	27,17031
27,268	26,34496	0,923042	0,150639	0,146899	27,1211
26,68	26,41775	0,26225	0,056162	0,052422	26,62758
26,505	26,49025	0,01475	-0,017347	-0,021088	26,52609
26,166	26,56321	-0,397208	-0,076139	-0,079879	26,24588
26,721	26,58108	0,139917	-0,084958	-0,088699	26,8097
27,202	26,50879	0,693208	-0,064458	-0,068199	27,2702
26,463	26,38175	0,08125	0,007796	0,004056	26,45894
26,312	26,25942	0,052583	0,031903	0,028162	26,28384
26,141	26,17233	-0,031333	0,002366	-0,001375	26,14237

25,875				-0,086495	25,96149
26,179				0,0215	26,1575
25,924				0,092695	25,83131
25,558				0,146899	25,4111
25,454				0,052422	25,40158
25,641				-0,021088	25,66209
		průměr	0,00374		

*Příloha 6: Časová řada GBP/CZK*

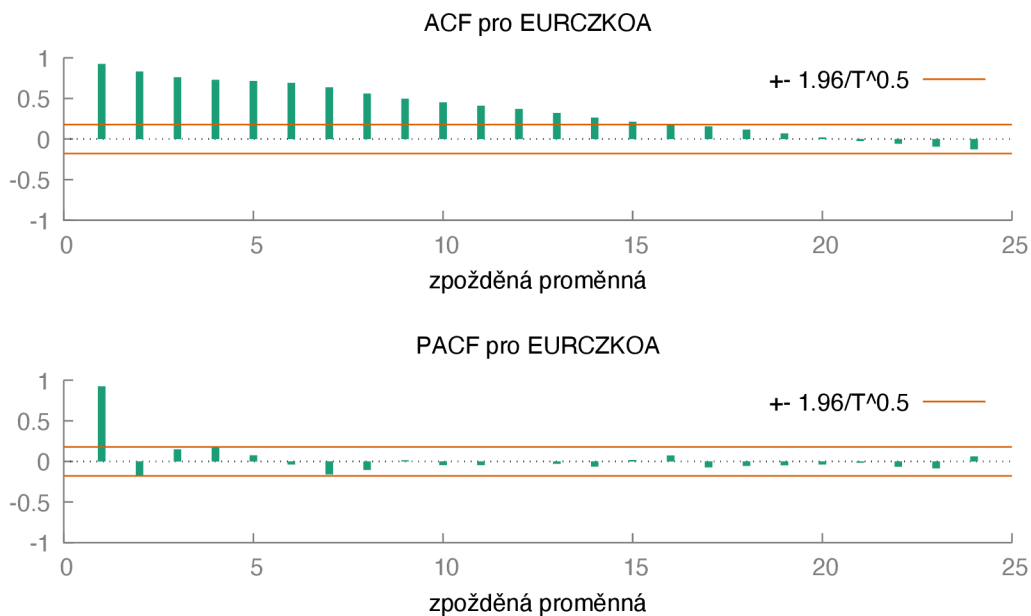
y	KP(12)	y*	lj*	l	yo
27,687				-0,422281	28,10928
28,173				-0,333828	28,50683
28,563				-0,401203	28,9642
29,68				0,128932	29,55107
30,235				0,110177	30,12482
30,686				0,027066	30,65893
29,921	30,19513	-0,274125	0,006144	0,00645	29,91455
29,57	30,48017	-0,910167	0,001611	0,001918	29,56808
30,171	30,69521	-0,524208	0,330278	0,330584	29,84042
31,512	30,87125	0,64075	0,478194	0,478501	31,0335
31,821	30,98342	0,837583	0,155602	0,155909	31,66509
32,307	31,01838	1,288625	-0,082532	-0,082226	32,38923
31,718	31,00329	0,714708	-0,422588	-0,422281	32,14028
30,983	30,99996	-0,016958	-0,334134	-0,333828	31,31683
30,914	31,02104	-0,107042	-0,401509	-0,401203	31,3152
31,554	30,98671	0,567292	0,128625	0,128932	31,42507
31,053	30,87788	0,175125	0,10987	0,110177	30,94282
30,707	30,72004	-0,013042	0,026759	0,027066	30,67993
29,538	30,559	-1,021	0,006144	0,00645	29,53155
29,873	30,47529	-0,602292	0,001611	0,001918	29,87108
30,374	30,43513	-0,061125	0,330278	0,330584	30,04342
30,485	30,43383	0,051167	0,478194	0,478501	30,0065
30,236	30,53521	-0,299208	0,155602	0,155909	30,08009

30,104	30,71792	-0,613917	-0,082532	-0,082226	30,18623
30,056	30,97879	-0,922792	-0,422588	-0,422281	30,47828
30,636	31,26167	-0,625667	-0,334134	-0,333828	30,96983
30,297	31,51008	-1,213083	-0,401509	-0,401203	30,6982
32,14	31,76354	0,376458	0,128625	0,128932	32,01107
32,9	32,05904	0,840958	0,10987	0,110177	32,78982
33,245	32,40992	0,835083	0,026759	0,027066	33,21793
33,261	32,79938	0,461625	0,006144	0,00645	33,25455
32,939	33,17775	-0,23875	0,001611	0,001918	32,93708
33,27	33,54967	-0,279667	0,330278	0,330584	32,93942
33,672	33,86429	-0,192292	0,478194	0,478501	33,1935
34,141	34,07371	0,067292	0,155602	0,155909	33,98509
34,62	34,29429	0,325708	-0,082532	-0,082226	34,70223
34,887	34,59275	0,29425	-0,422588	-0,422281	35,30928
34,886	34,96454	-0,078542	-0,334134	-0,333828	35,21983
34,973	35,36675	-0,39375	-0,401509	-0,401203	35,3742
35,015	35,74542	-0,730417	0,128625	0,128932	34,88607
35,051	36,08225	-1,03125	0,10987	0,110177	34,94082
36,388	36,39288	-0,004875	0,026759	0,027066	36,36093
37,281	36,67146	0,609542	0,006144	0,00645	37,27455
37,842	36,88517	0,956833	0,001611	0,001918	37,84008
38,02	37,05796	0,962042	0,330278	0,330584	37,68942
38,01	37,27608	0,733917	0,478194	0,478501	37,5315
37,887	37,50275	0,38425	0,155602	0,155909	37,73109
38,329	37,57096	0,758042	-0,082532	-0,082226	38,41123
37,864	37,44688	0,417125	-0,422588	-0,422281	38,28628
37,038	37,21408	-0,176083	-0,334134	-0,333828	37,37183
36,968	36,9195	0,0485	-0,401509	-0,401203	37,3692
38,255	36,6215	1,6335	0,128625	0,128932	38,12607
37,251	36,33471	0,916292	0,10987	0,110177	37,14082
35,825	35,92767	-0,102667	0,026759	0,027066	35,79793
34,866	35,41096	-0,544958	0,006144	0,00645	34,85955
34,67	34,92854	-0,258542	0,001611	0,001918	34,66808
34,122	34,42663	-0,304625	0,330278	0,330584	33,79142
34,756	33,84846	0,907542	0,478194	0,478501	34,2775

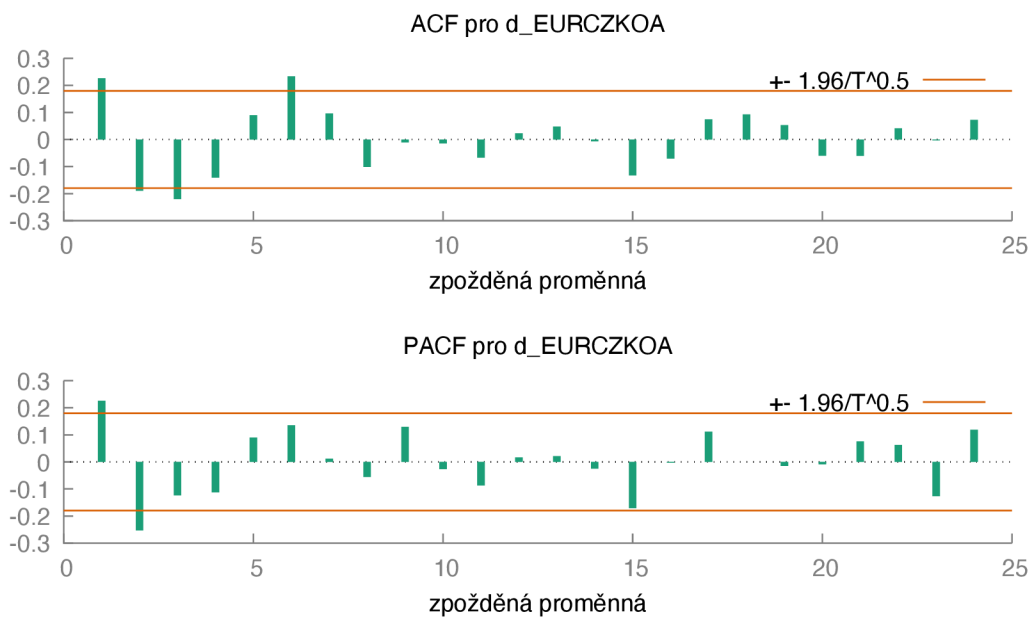
34,258	33,33242	0,925583	0,155602	0,155909	34,10209
32,189	32,92913	-0,740125	-0,082532	-0,082226	32,27123
31,603	32,61163	-1,008625	-0,422588	-0,422281	32,02528
31,721	32,33525	-0,61425	-0,334134	-0,333828	32,05483
30,239	32,08733	-1,848333	-0,401509	-0,401203	30,6402
31,108	31,82838	-0,720375	0,128625	0,128932	30,97907
32,013	31,49342	0,519583	0,10987	0,110177	31,90282
31,384	31,19717	0,186833	0,026759	0,027066	31,35693
31,687	30,95775	0,72925	0,006144	0,00645	31,68055
31,216	30,72633	0,489667	0,001611	0,001918	31,21408
31,626	30,56338	1,062625	0,330278	0,330584	31,29542
31,037	30,41125	0,62575	0,478194	0,478501	30,5585
29,938	30,19067	-0,252667	0,155602	0,155909	29,78209
29,399	29,96042	-0,561417	-0,082532	-0,082226	29,48123
28,647	29,7265	-1,0795	-0,422588	-0,422281	29,06928
29,123	29,49925	-0,37625	-0,334134	-0,333828	29,45683
28,926	29,29296	-0,366958	-0,401509	-0,401203	29,3272
28,77	29,11208	-0,342083	0,128625	0,128932	28,64107
29,057	29,01171	0,045292	0,10987	0,110177	28,94682
28,814	28,97463	-0,160625	0,026759	0,027066	28,78693
28,643	28,96254	-0,319542	0,006144	0,00645	28,63655
28,806	28,9435	-0,1375	0,001611	0,001918	28,80408
29,085	28,93838	0,146625	0,330278	0,330584	28,75442
29,237	28,9795	0,2575	0,478194	0,478501	28,7585
29,329	28,9955	0,3335	0,155602	0,155909	29,17309
29,118	28,98988	0,128125	-0,082532	-0,082226	29,20023
28,638	29,03079	-0,392792	-0,422588	-0,422281	29,06028
28,675	29,112	-0,437	-0,334134	-0,333828	29,00883
29,251	29,18783	0,063167	-0,401509	-0,401203	29,6522
29,432	29,23033	0,201667	0,128625	0,128932	29,30307
28,779	29,21829	-0,439292	0,10987	0,110177	28,66882
28,957	29,16375	-0,20675	0,026759	0,027066	28,92993
29,482	29,11521	0,366792	0,006144	0,00645	29,47555
29,916	29,11104	0,804958	0,001611	0,001918	29,91408
29,795	29,12975	0,66525	0,330278	0,330584	29,46442

29,547	29,14767	0,399333	0,478194	0,478501	29,0685
28,73	29,21708	-0,487083	0,155602	0,155909	28,57409
28,408	29,30313	-0,895125	-0,082532	-0,082226	28,49023
28,183	29,34658	-1,163583	-0,422588	-0,422281	28,60528
29,03	29,35054	-0,320542	-0,334134	-0,333828	29,36383
29,345	29,39767	-0,052667	-0,401509	-0,401203	29,7462
29,768	29,50296	0,265042	0,128625	0,128932	29,63907
30,109	29,59208	0,516917	0,10987	0,110177	29,99882
29,692	29,66908	0,022917	0,026759	0,027066	29,66493
29,79	29,74229	0,047708	0,006144	0,00645	29,78355
29,703	29,79271	-0,089708	0,001611	0,001918	29,70108
31,139	29,83342	1,305583	0,330278	0,330584	30,80842
30,73	29,84992	0,880083	0,478194	0,478501	30,2515
29,686	29,79483	-0,108833	0,155602	0,155909	29,53009
29,3	29,73271	-0,432708	-0,082532	-0,082226	29,38223
29,048	29,71008	-0,662083	-0,422588	-0,422281	29,47028
29,375	29,73692	-0,361917	-0,334134	-0,333828	29,70883
29,977	29,72042	0,256583	-0,401509	-0,401203	30,3782
29,532	29,62546	-0,093458	0,128625	0,128932	29,40307
29,023	29,57779	-0,554792	0,10987	0,110177	28,91282
29,287	29,60304	-0,316042	0,026759	0,027066	29,25993
29,652				0,00645	29,64555
30,485				0,001918	30,48308
29,961				0,330584	29,63042
29,629				0,478501	29,1505
29,643				0,155909	29,48709
29,949				-0,082226	30,03123
		průměr	-0,000307		

Příloha 7: Autokorelační funkce očištěné ČŘ EUR/CZK

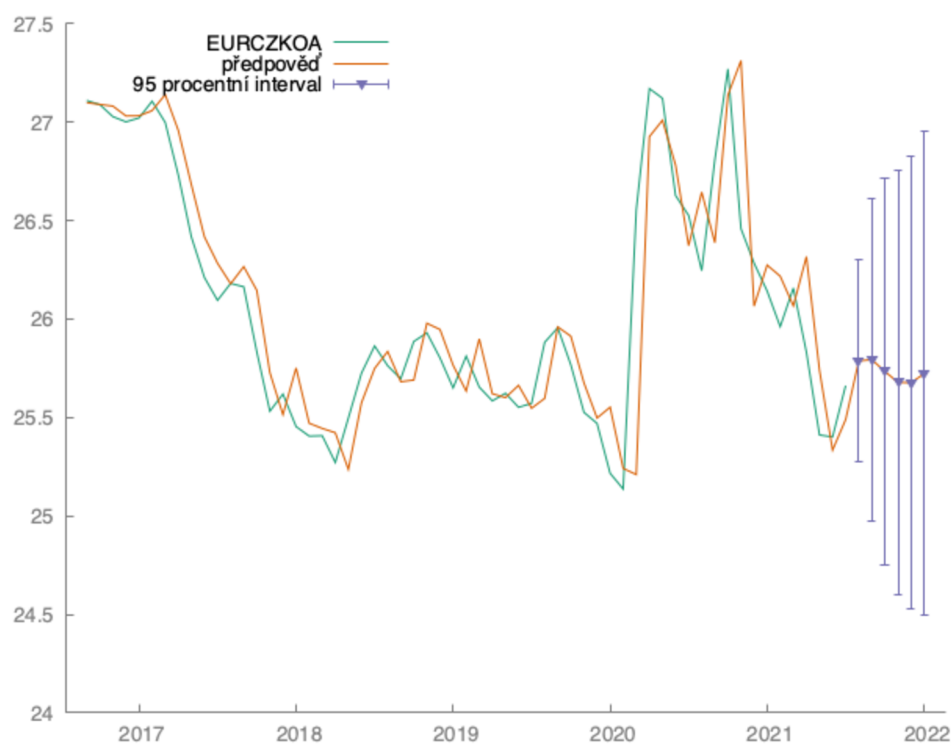


Příloha 8: Autokorelační funkce ČŘ EUR/CZK (první diference)

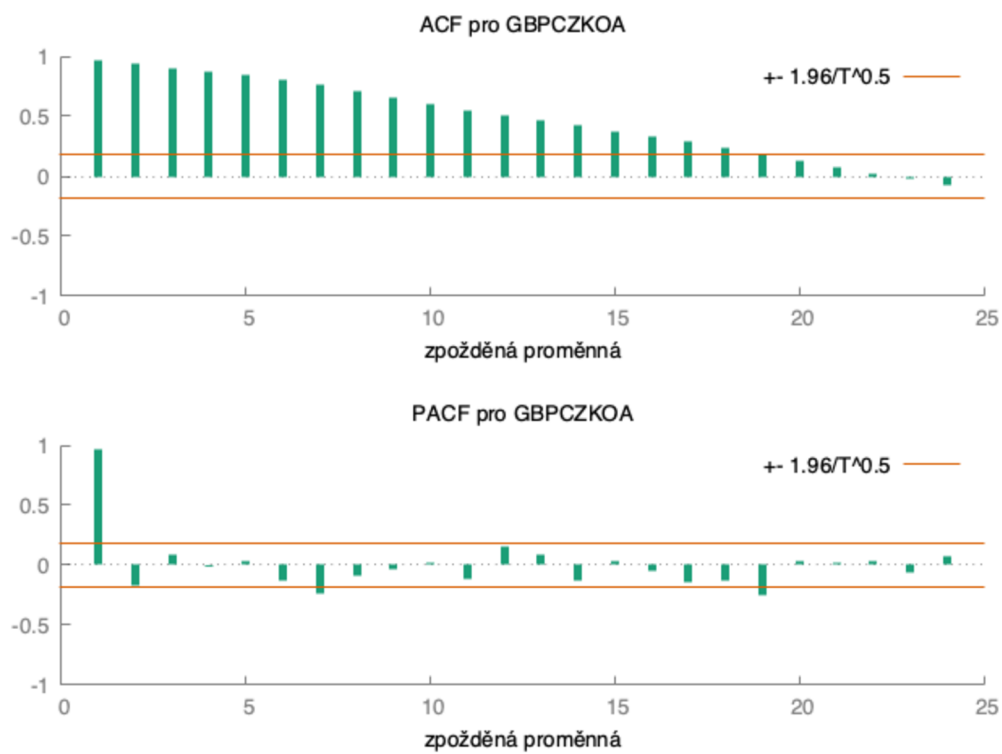




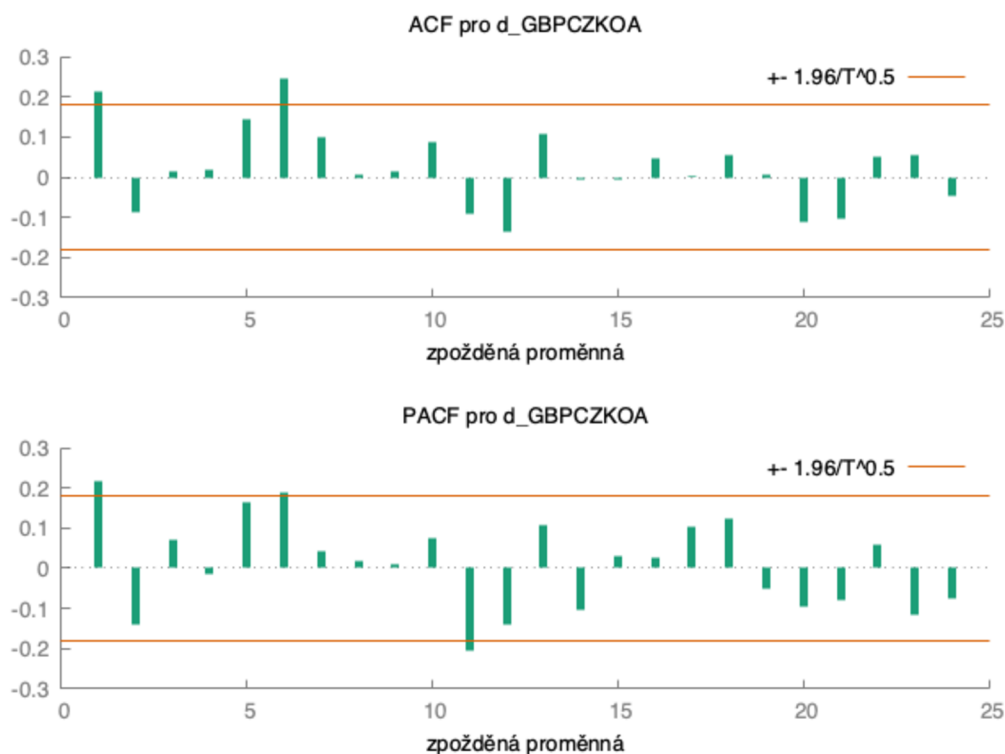
Příloha 9: Prognóza ARIMA (2,1,3) EUR/CZK SW Gretl



Příloha 10: Autokorelační funkce očištěné ČR GBP/CZK



Příloha 11: Autokorelační funkce ČŘ d\_GBP/EUR (první diference)



Příloha 12: ADL (1,1) EUR/CZK

Model 4: OLS, za použití pozorování 2011:10–2021:07 (T = 118)  
 Závisle proměnná: d\_EURCZKOA

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	0.00671270	0.0258880	0.2593	0.7959	
d_GBPCZKOA_1	-0.0296791	0.0489675	-0.6061	0.5456	
d_EURCZKOA_1	0.252869	0.0998465	2.533	0.0127	**

Střední hodnota závisle proměnné 0.008613  
 Sm. odchylka závisle proměnné 0.286627  
 Součet čtverců reziduí 9.085144  
 Sm. chyba regrese 0.281072  
 Koeficient determinace 0.054825  
 Adjustovaný koeficient determinace 0.038387  
 F(2, 115) 3.335298  
 P-hodnota(F) 0.039080  
 Logaritmus věrohodnosti -16.15614  
 Akaikovo kritérium 38.31229  
 Schwarzovo kritérium 46.62434  
 Hannan-Quinnovo kritérium 41.68723  
 rho (koeficient autokorelace) 0.047909  
 Durbin-Watsonova statistika 1.892659  
 zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Příloha 13: ADL (2,2) EUR/CZK

Model 2: OLS, za použití pozorování 2011:11–2021:07 (T = 117)  
Závisle proměnná: d\_EURCZKOA

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	0.00692087	0.0254147	0.2723	0.7859	
d_GBPCZKOA_1	-0.00845712	0.0490665	-0.1724	0.8635	
d_GBPCZKOA_2	-0.0288594	0.0488263	-0.5911	0.5557	
d_EURCZKOA_1	0.283216	0.0999374	2.834	0.0055	***
d_EURCZKOA_2	-0.226408	0.100494	-2.253	0.0262	**
Střední hodnota závisle proměnné		0.006375			
Sm. odchylka závisle proměnné		0.286822			
Součet čtverců reziduí		8.453368			
Sm. chyba regrese		0.274730			
Koeficient determinace		0.114177			
Adjustovaný koeficient determinace		0.082541			
F(4, 112)		3.609038			
P-hodnota(F)		0.008323			
Logaritmus věrohodnosti		-12.30068			
Akaikovo kritérium		34.60137			
Schwarzovo kritérium		48.41223			
Hannan-Quinnovo kritérium		40.20841			
rho (koeficient autokorelace)		-0.040274			
Durbin-Watsonova statistika		2.044331			

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

Příloha 14: ADL (3,3) EUR/CZK

Model 5: OLS, za použití pozorování 2011:12–2021:07 (T = 116)  
Závisle proměnná: d\_EURCZKOA

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota	
const	0.00388126	0.0252249	0.1539	0.8780	
d_GBPCZKOA_1	-0.0128109	0.0486299	-0.2634	0.7927	
d_GBPCZKOA_2	-0.0265955	0.0495541	-0.5367	0.5926	
d_GBPCZKOA_3	0.0205247	0.0484142	0.4239	0.6724	
d_EURCZKOA_1	0.247110	0.100956	2.448	0.0160	***
d_EURCZKOA_2	-0.203886	0.102297	-1.993	0.0488	**
d_EURCZKOA_3	-0.140938	0.102126	-1.380	0.1704	
Střední hodnota závisle proměnné		0.001838			
Sm. odchylka závisle proměnné		0.283817			
Součet čtverců reziduí		8.023945			
Sm. chyba regrese		0.271319			
Koeficient determinace		0.133812			
Adjustovaný koeficient determinace		0.086132			
F(6, 109)		2.806446			
P-hodnota(F)		0.014078			
Logaritmus věrohodnosti		-9.669588			
Akaikovo kritérium		33.33918			
Schwarzovo kritérium		52.61431			
Hannan-Quinnovo kritérium		41.16378			
rho (koeficient autokorelace)		-0.013428			
Durbin-Watsonova statistika		2.024463			

zde je poznámka o zkratkách statistik modelu

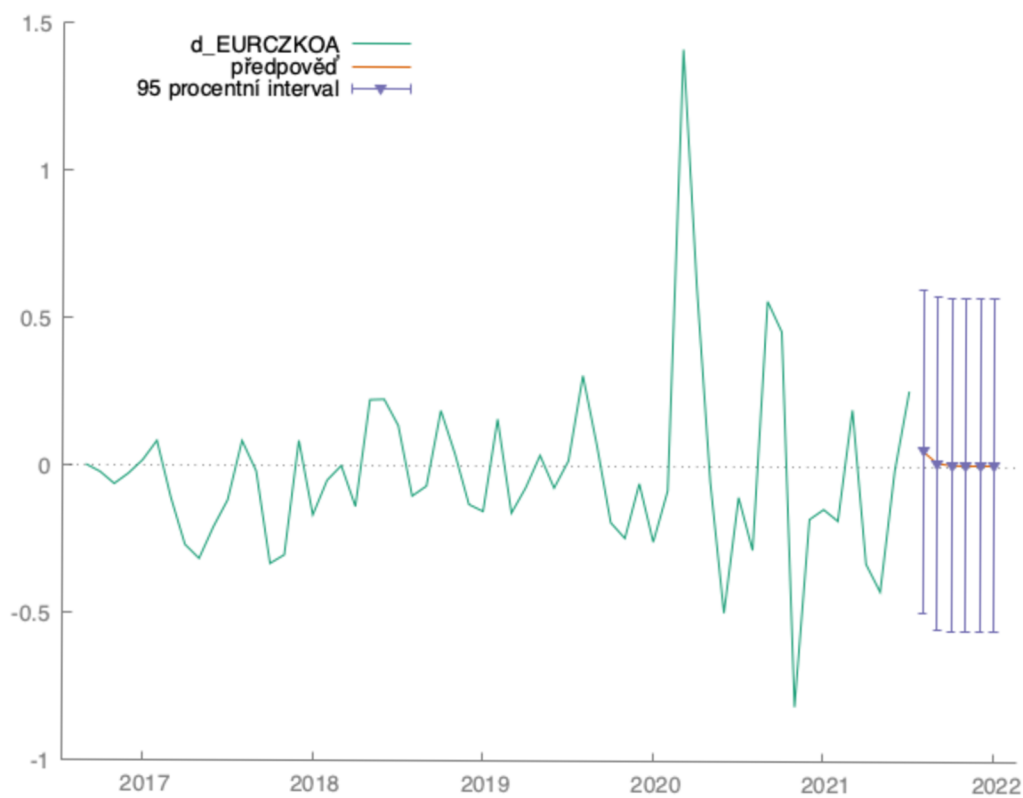
Příloha 15: Výpočet prognózy prvních diferencí ČŘ EUR/CZK ADL (2,2) MS Excel

	d EUR/CZK	d GBP/CZK
čvn.21	-0,009523148	0,336592593
čvc.21	0,260509259	0,544134259
y1	=0,00692087+0,283216*B15-0,226408*B14-0,00845712*C15-0,0288594*C14	
y2	-0,048488379	0,016150794
y3	-0,022932897	0,016150794
y4	0,010801372	0,016150794
y5	0,014569491	0,016150794
y6	0,007998975	0,016150794

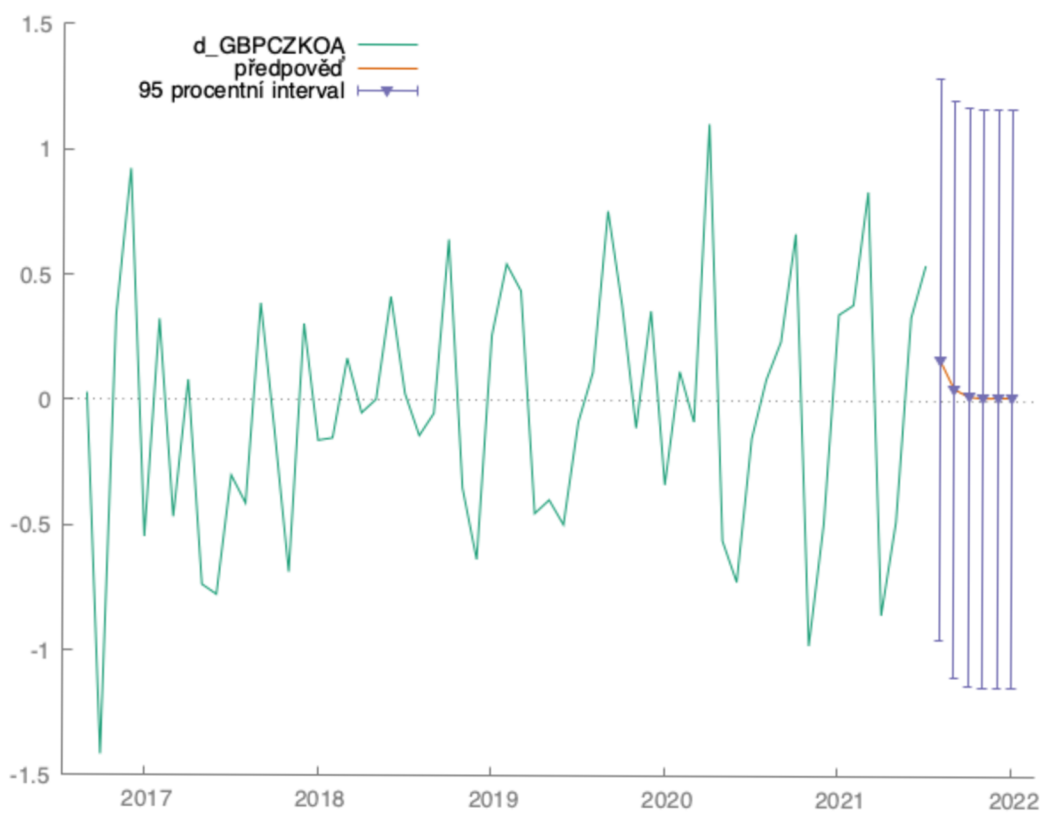
Příloha 16: Výpočet prognózy prvních diferencí ČŘ GBP/CZK (1,1) MS Excel

Prognóza ADL (1,1) difference GBP		
	d_EUR/CZK	d_GBP/CZK
čvn.21	-0,009523148	0,336592593
čvc.21	0,260509259	0,544134259
x1	0,011001751	=0,00851371+0,156392*J14+0,290171*I14
x2	0,011001751	0,03816828
x3	0,011001751	0,017675313
x4	0,011001751	0,014470377
x5	0,011001751	0,01396915
x6	0,011001751	0,013890762
vypočtené prognózy		
průměry diferencí oČ ČŘ		

Příloha 17: Prognóza VAR (1) EUR/CZK



Příloha 18: Prognóza VAR (1) GBP/CZK

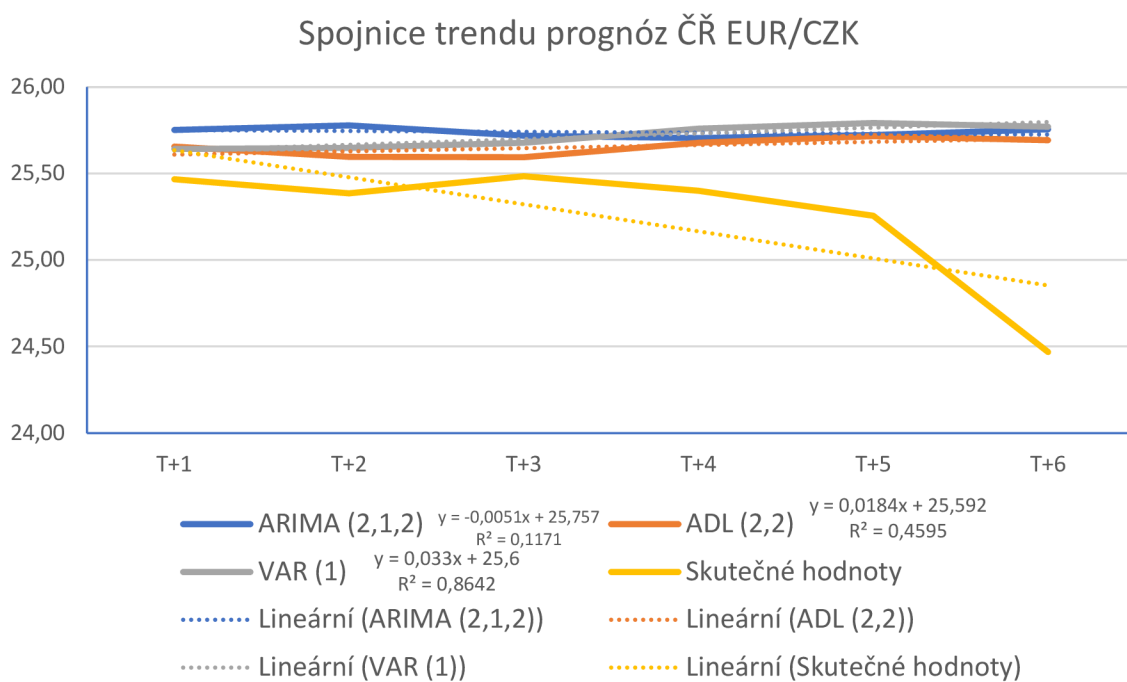


Příloha 19: Postup výpočtu MAPE MS Excel

Model	Období	Prognóza	Reálná hodnota	$(y_t - \hat{y}_t) / y_t$	MAPE
ARIMA (2,1,2) EUR/CZK	T+1	25,75402	25,468	$=ABS((D3-C3)/D3)$	1,97974
	T+2	25,77859	25,387	0,01542	
	T+3	25,71788	25,485	0,00914	
	T+4	25,70547	25,400	0,01203	
	T+5	25,72241	25,257	0,01843	
	T+6	25,75454	24,469	0,05254	
ARIMA (1,1,1) GBP/CZK	T+1	29,73477	29,862	0,00426	1,39771
	T+2	29,80794	29,634	0,00587	
	T+3	29,76774	30,086	0,01058	
	T+4	30,31230	29,949	0,01213	
	T+5	30,31180	29,751	0,01885	
	T+6	30,24579	29,303	0,03217	

Model	Období	Prognóza	Reálná hodnota	$(y_t - \hat{y}_t) / y_t$	MAPE
ARIMA (2,1,2) EUR/CZK	T+1	25,75402	25,468	0,01123	1,97974
	T+2	25,77859	25,387	0,01542	
	T+3	25,71788	25,485	0,00914	
	T+4	25,70547	25,400	0,01203	
	T+5	25,72241	25,257	0,01843	
	T+6	25,75454	24,469	0,05254	
ARIMA (1,1,1) GBP/CZK	T+1	29,73477	29,862	0,00426	$=SUMA(E9:E14)/6*100$
	T+2	29,80794	29,634	0,00587	
	T+3	29,76774	30,086	0,01058	
	T+4	30,31230	29,949	0,01213	
	T+5	30,31180	29,751	0,01885	
	T+6	30,24579	29,303	0,03217	

Příloha 20: Spojnice trendu prognóz ČŘ EUR/CZK



Příloha 21: Spojnice trendu prognóz ČŘ GBP/CZK

