

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Provozně ekonomická fakulta**

**Katedra ekonomiky**



**Diplomová práce**

**Ekonometrická analýza mezinárodního obchodu**

**Bc. Adam Mašík**

© 2022 ČZU v Praze



# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Provozně ekonomická fakulta

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Adam Mašík

Hospodářská politika a správa

Podnikání a administrativa

Název práce

**Ekonometrická analýza mezinárodního obchodu**

Název anglicky

**Econometric Analysis of International Trade**

---

### Cíle práce

Cílem diplomové práce je zhodnocení vývoje zahraničního obchodu České republiky ve zvoleném období. Pro naplnění hlavního cíle budou stanoveny dílčí cíle. Dále budou definovány pracovní hypotézy, které budou ověřovány a na jejich základě budou vyvozeny závěry a doporučení.

### Metodika

Diplomová práce bude obsahovat jak teoretickou, tak empirickou část. Teoretická část bude obsahovat teoretické vymezení zkoumané problematiky včetně následně použitého metodického aparátu. Pro zpracování teoretické části bude použita odborná a vědecká literatura. V empirické části bude provedeno s využitím postupů ekonometrického modelování vlastní zhodnocení vývoje zahraničního obchodu České republiky.

**Doporučený rozsah práce**

60 – 80 stran

**Klíčová slova**

Mezinárodní obchod, gravitační model, ekonometrický model, Česká republika.

---

**Doporučené zdroje informací**

CIPRA, T. *Finanční ekonometrie*. Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-86929-93-4.

CIVÍN, L. *Jak porozumět globální ekonomice? : předmět a metody zkoumání globální ekonomiky*. Praha: Olympia, 2018. ISBN 978-80-7376-498-2.

HUŠEK, R. – VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE. *Ekonometrická analýza*. Praha: Oeconomica, 2007. ISBN 978-80-245-1300-3.

JAMES, E. ANDERSON. A Theoretical Foundation for the Gravity Equation. Boston : American Economic Review, 1979. Sv. Vol. 69 Issue 1, p106-116. 11p.

SVATOŠ, M. *Zahraniční obchod : teorie a praxe*. Praha: Grada, 2009. ISBN 978-80-247-2708-0.

ŠTĚRBOVÁ, L. *Mezinárodní obchod ve světové krizi 21. století*. Praha: Grada, 2013. ISBN 978-80-247-4694-4.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2020/21 LS – PEF

**Vedoucí práce**

Ing. Lenka Rumánková, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra ekonomiky

---

Elektronicky schváleno dne 28. 8. 2021

**prof. Ing. Miroslav Svatoš, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2021

**Ing. Martin Pelikán, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 01. 03. 2022

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Ekonometrická analýza mezinárodního obchodu" 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 15.3.2022

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Lence Rumánkové, Ph.D., za užitečné rady, odborné vedení a ochotu po celou dobu psaní této práce. Také bych chtěl poděkovat svým nejbližším, kteří mě podporovali po celou dobu studia.

# Ekonometrická analýza mezinárodního obchodu

## Abstrakt

Diplomová práce je zaměřena na analýzu zahraničního obchodu České republiky v letech 2004 až 2018. Práce je zaměřena na problematiku vývoje obchodní bilance s rozčleněním na export a import, dále na analýzu komoditní a teritoriální struktury. Podstatným cílem práce je aplikace gravitačního modelu, kde cílem je identifikace významných proměnných působících na export a import. Práce je rozčleněna na 3 hlavní části – metodická, teoretická a praktická část. V metodické části je popsán proces ekonometrického modelování. Teoretická část je zaměřena na vymezení základních pojmů z oblasti mezinárodního obchodu, jeho vývojové tendence a analýzu zahraničního obchodu a obchodní politiky. V druhé části literární rešerše je popsán gravitační model společně s identifikací významných proměnných. V praktické části je vyhodnocena obchodní bilance ČR, komoditní a teritoriální struktura. Pomocí ekonometrického modelu je kvantifikován vliv vybraných ukazatelů na export a import a vyhodnocení modelu pomocí ekonomické, statistické a ekonometrické verifikace. V závěru jsou vyhodnoceny dílčí části práce a zjištěné výsledky jsou následně komparovány s výsledky jiných autorů v rámci diskuse.

**Klíčová slova:** mezinárodní obchod, obchodní bilance, export, import, SITC, komoditní struktura, teritoriální struktura, gravitační model, ekonometrický model, Česká republika, bazické a řetězové indexy

# Econometric analysis of international trade

## Abstract

The thesis is focused on analysis foreign trade of the Czech Republic between years 2004 and 2018. Thesis is focused on issues of trade balance development with s breakdown for export and import, analysis commodity and territorial structure. The important goal consists of application of the gravity model, where the aim is to identify important variables affecting export and import. The thesis is divided into 3 main part – methodical, theoretical, and practical part. The methodical part describes econometric modelling process. The theoretical part is focused on the definition of basic concepts in the field of international trade, its development trends and analysis of foreign trade and trade policy. The second part of theoretical describes the gravity model together with the identification of significant variables. The practical part evaluates the trade balance of the Czech Republic, commodity, and territorial structure. The econometric model is used to quantify the impact selected indicators on export and import and to evaluate the model using economic, statistical, and econometric verification. In the end, the partial part of the work evaluated, and the results are then compared with the results of other authors in the discussion.

**Keywords:** international trade, trade balance, export, import, SITC, commodity structure, territorial structure, gravity model, econometric model, Czech Republic, basic and chain index



# Obsah

<b>1 Úvod</b> .....	<b>12</b>
<b>2 Cíl práce a metodika</b> .....	<b>13</b>
2.1 Cíl práce .....	13
2.2 Metodika .....	14
2.2.1 Metodický postup ekonometrického modelování.....	16
2.2.2 Linearizace modelu.....	25
<b>3 Teoretická východiska</b> .....	<b>26</b>
3.1 Mezinárodní obchod.....	26
3.1.1 Mezinárodní obchod jako součást národního hospodářství.....	27
3.2 Základní teoretická východiska mezinárodního obchodu.....	28
3.2.1 Merkantilismus .....	28
3.2.2 Klasická teorie mezinárodního obchodu.....	29
3.2.3 Neoklasická teorie.....	30
3.2.4 Standardní model .....	30
3.2.5 Alternativní teorie mezinárodního obchodu .....	31
3.3 Zahraniční obchod.....	32
3.3.1 Analýza mezinárodního obchodu .....	33
3.3.2 Obchodní politika .....	34
3.4 Gravitační model zahraničního obchodu .....	37
3.4.1 Vybraný přehled formulací autorů a jejich přístupu ke gravitačnímu modelu .....	38
3.4.2 Proměnné v gravitačních modelech.....	38
<b>4 Vlastní práce</b> .....	<b>41</b>
4.1 Analýza zahraničního obchodu České republiky .....	41
4.1.1 Komoditní struktura ČR.....	44
4.1.2 Teritoriální struktura ČR.....	45
4.2 Gravitační model zahraničního obchodu České republiky .....	47
4.2.1 Teoretické vymezení.....	48
4.2.2 Gravitační model pro import.....	50
4.2.3 Gravitační model pro export .....	59
<b>5 Výsledky a diskuse</b> .....	<b>68</b>
5.1 Výsledky vlastní analýzy .....	68
5.2 Diskuse.....	72
<b>6 Závěr</b> .....	<b>74</b>

<b>7 Seznam použitých zdrojů.....</b>	<b>76</b>
<b>8 Přílohy .....</b>	<b>80</b>

## **Seznam Grafů**

Graf 1: Vývoj obchodní bilance ČR v letech 2004–2018 v mil. Kč.....	42
Graf 2: Vývoj SITC kategorií pro vývoz .....	44
Graf 3: Vývoj SITC kategorií pro dovoz .....	45
Graf 4: Vývoj MO dle teritorií.....	46

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1: Klasifikace SITC.....	33
Tabulka 2: Teritoria z hlediska MO.....	34
Tabulka 3: Přehled významných proměnných modelu.....	40
Tabulka 4: Indexy obchodní bilance ČR.....	43
Tabulka 5: Nejvýznamnější partneři v exportu a importu v letech 2004-2018 .....	46
Tabulka 6: Deklarace proměnných .....	50
Tabulka 7: Model: Náhodné efekty, 360 pozorování, 24 průřezových jednotek, délka časové řady 15, závisle proměnná: $l\_import$ .....	52
Tabulka 8: Model: Náhodné efekty, 360 pozorování, 24 průřezových jednotek, délka časové řady 15, závisle proměnná: $l\_export$ .....	61

## **Seznam Schémat**

Schéma 1: Normalita import.....	56
Schéma 2: Graf reziduí pro import .....	58
Schéma 3: Chí kvadrát test pro export .....	66

## **Seznam Výstupů**

Výstup 1: Import-VIF test.....	51
Výstup 2: Hausmannův test pro import .....	52
Výstup 3: Základní ukazatele pro model importu.....	53
Výstup 4: Testová statistika Chí kvadrát .....	56
Výstup 5: Testy normality pro import.....	57
Výstup 6: Autoregresní model pro import.....	57
Výstup 7: Waldův test pro import.....	59
Výstup 8: Normalita-VIF pro export .....	60

Výstup 9: Hausmannův test pro export.....	61
Výstup 10: Základní ukazatele pro model exportu .....	62
Výstup 11: Testy normality pro export.....	65
Výstup 12: Vygenerované hodnoty Chí kvadrát testu pro export .....	66
Výstup 13: Autoregresní model pro export .....	67
Výstup 14: Waldův test pro export .....	67

## **Seznam příloh**

Příloha 1: Hodnoty obrátů vybraných zemí v letech .....	80
Příloha 2: Meziroční změny obrátů vybraných zemí v letech .....	81
Příloha 3: Párová korelační matice .....	82
Příloha 4: Q-Q graf pravděpodobnostní.....	83

## **Seznam použitých zkratk**

HDP .....	Hrubý domácí produkt
SITC.....	Standard international trade classification
OECD.....	Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj
VIF.....	Faktor zvyšující rozptyl
BMNČ.....	Běžná metoda nejmenších čtverců
WTO .....	Světová obchodní organizace
SNS .....	Společenství nezávislých států
EU .....	Evropská unie
ČSÚ.....	Český statistický úřad
ČR.....	Česká republika
V4.....	Visegrádská čtyřka

# 1 Úvod

Zahraniční obchod představuje důležitý makroekonomický ukazatel, pomocí kterého lze hodnotit výkonnost státu. Tato důležitost je dána mimo jiné tím, že bilance zahraničního obchodu je součástí výpočtu HDP země ve výdajové metodě, ve které se počítá s čistým exportem, resp. export mínus import. Z tohoto pohledu správně nastavená zahraniční obchodní strategie dokáže zlepšit ekonomickou úroveň státu (v situaci kdy export převyšuje import), stejně jako v opačném případě tento ukazatel negativně ovlivnit. Důležitost tohoto ukazatele má však i jiné důvody. V podstatě žádná země na světě nedisponuje všemi potřebnými statky, ať už jde o půdu, práci nebo kapitál, v takové míře, aby dokázala pokrýt potřeby státu. Z toho důvodu představuje mezinárodní směna efektivní zajištění všech potřebných zdrojů pro správné zajištění fungování země. Zahraniční směna má i jiné výhody, dokáže utužovat vztahy na nadnárodní úrovni, přispívá k růstu ekonomické či životní úrovně v zemích díky sdílení znalostí a vědomostí, čímž se potvrzuje teorie, že z mezinárodní směny jednotlivé státy profitují.

Při pohledu na zahraniční obchod jakožto ekonomický ukazatel je nutné analyzovat jednotlivé aspekty. Z toho pohledu je vhodné analyzovat vývoj bilance zahraničního obchodu, zaměřit se na strukturu obchodovaných komodit nebo zhodnotit významné obchodní partnery. Celá analýza by měla směřovat k identifikaci slabých a silných míst v rámci zahraniční spolupráce skrze absolutní a relativní výhody, vhodnou diverzifikaci jak na úrovni komoditní, tak i teritoriální struktury. Zároveň je vhodné si uvědomit, že v současném globalizovaném světě hrají nedílnou roli obchodních vztahů nadnárodní organizace, jejichž cílem je zlepšovat obchodní vztahy a podporovat obchod mezi státy, zajistit zlepšování odpovídající životní úrovně v méně vyspělých zemích a také zajistit mírové vztahy mezi všemi zeměmi.

Gravitační modely zahraničního obchodu zaujímají významné postavení v analýzách mezinárodního obchodu, protože s jejich pomocí lze explicitně ověřit v podstatě jakoukoliv teorii mezinárodního obchodu. I přesto, že jde o relativně mladou oblast vědění, šířka i hloubka literatury zabývající se danou tematikou umožňuje komparovat jednotlivé výsledky studií na jejichž základě lze formulovat obecné závěry o vlivu hospodářské úrovně země, vzdálenosti, velikosti populace a dalších faktorů ovlivňujících zahraniční obchod.

## 2 Cíl práce a metodika

### 2.1 Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnocení vývoje zahraničního obchodu České republiky ve zvoleném období 2004 až 2018. Tohoto cíle je dosaženo pomocí konstrukce ekonometrického modelu, analýzy komoditní a teritoriální struktury. Pro naplnění hlavního cíle jsou stanoveny dílčí cíle práce, které jsou následující:

1. charakteristika základních pojmů zkoumané problematiky a identifikace proměnných pro aplikaci modelu
2. zhodnocení vývoje obchodní bilance České republiky s rozčleněním na export a import
3. zanalyzování komoditní struktury dle mezinárodní klasifikace SITC
4. zanalyzování teritoriální struktury
5. modelace ekonometrického modelu

Základem literární rešerše je získání odpovídajícího teoretického základu pro následnou empirickou část, společně s vysvětlujícími proměnnými a jejich vlivem na vysvětlovanou proměnnou. Hodnocení obchodní bilance je základem pro modelaci, která bude rozdělena na model exportu a model importu. Z analýzy teritoriální struktury jsou následně stanoveny významní obchodní partneři země pro jednotlivé ekonometrické modely.

Mezi vysvětlující proměnné jsou zařazeny hrubý domácí produkt na obyvatele v paritě kupní síly jedné či druhé ekonomiky, velikost populace jedné či druhé země, vzdálenost mezi ekonomickými centry zemí, společné hranice zemí, členství v OECD, členství v rámci Visegrádské čtyřky. V rámci diplomové práce jsou stanoveny následující pracovní hypotézy, které jsou následně vyhodnoceny:

Hypotéza č. 1: S růstem HDP jedné či druhé země roste objem exportu či importu.

Hypotéza č. 2: S růstem velikosti populace exportní či importní země dojde k přímému či nepřímému vlivu na hodnotu exportu či importu, následný vliv bude detailně rozebrán v rámci výsledků pro lepší pochopení.

Hypotéza č. 3: S klesající vzdáleností mezi ekonomickými centry zemí poroste objem exportu či importu.

Hypotéza č. 4: Pokud mají země společné hranice, poroste hodnota exportu či importu.

Hypotéza č. 5: Členství zemí v OECD přispívá k růstu objemu exportu či importu.

Hypotéza č. 6: Členství zemí v rámci Visegrádské čtyřky pozitivně ovlivňuje objem exportu či importu.

## 2.2 Metodika

Teoretická část diplomové práce bude zpracována metodou deskripce odpovídajících teoretických oblastí vzhledem k tématu práce. Základem pro vytvoření relevantních teoretických východisek bude využití vhodné odborné a vědecké literatury, a dalších relevantních zdrojů, které budou prostřednictvím kompilace podkladů představovat základní znalostní východiska související s problematikou ekonometrické analýzy a mezinárodního obchodu. Součástí metodické části bude vytvoření metodologického postupu ekonometrických analýz, které představují podrobné postupy v rámci modelování se zaměřením na následné praktické využití v empirické části práce.

Samotná literární rešerše bude rozdělena do dvou základních tematických celků. První část bude zaměřena na problematiku zahraničního obchodu, která v sobě zahrne vymezení základních pojmů z dané problematiky, představení základních vývojových tendencí a způsoby analýzy hodnocení zahraniční politiky jednotlivých subjektů. Druhá část se bude zabývat gravitačními modely. V této části budou provedeny komparace přístupů k této problematice od různých autorů a budou představeny proměnné, které uvedení autoři ve svých modelech využívají společně s předpokládaným působením na zkoumaný jev.

Základem vlastní části práce je zhodnocení zahraničního obchodu České republiky na základě získaných znalostí z teoretické části. Pro zpracování empirické části jsou využity metody analýzy a syntézy, dále sběr a třídění dat. Podkladová data jsou sesbírána z relevantních zdrojů, mezi které patří Český statistický úřad, Ministerstvo zahraničních věcí a Světová banka. Veškerá práce s těmito daty bude následně prováděna prostřednictvím softwaru Gretl a MS Excel. Praktická část bude rozdělena do dvou tematických celků. Časovou řadou je zvolené období let 2004–2018.

V první části bude analyzován zahraniční obchod v čase se zaměřením na obchodní bilanci, komoditní a teritoriální strukturu. Obchodní bilance bude rozčleněna na export a

import. Následně pomocí bazických a řetězových indexů bude vystižen dlouhodobý trend ve vývoji těchto dvou ukazatelů. Komoditní struktura bude vyhodnocena pomocí mezinárodní klasifikace SITC, která dokáže identifikovat jednotlivé skupiny zboží pro komparační účely. Práce bude rozčleněna do 8 SITC kategorií, každá kategorie bude vyhodnocena zvlášť pro export a import. Jednotlivé skupiny zboží jsou separativně vyhodnocovány z vývojového hlediska ve 3 časových bodech s rozestupem 6 let, konkrétně v roce 2005, 2011 a 2017. V teritoriální struktuře dojde ke grafickému vyhodnocení poměrného zastoupení obchodní bilance České republiky v rámci Evropské unie a mimo ni v časovém období 2011-2018. Následně bude provedena identifikace 24 nejvýznamnějších obchodních partnerů, kteří budou představovat datovou základnu použitého modelu, kde základním kritériem je alespoň 90 % zastoupení těchto zemí na celkové hodnotě obratu zahraničního obchodu v 15leté časové řadě, jak bylo uvedeno výše. Z takto sesbíraných dat dojde pomocí řetězových indexů k vyhodnocení vývoje těchto partnerů.

Ve druhé části budou vytvořeny dva ekonometrické modely – jeden pro export a druhý pro import, jejichž teoretická východiska vycházejí z gravitační rovnice. Datová základna bude tvořena panelovými daty, která budou obsahovat průřezová data exportu a importu se 24 nejvýznamnějšími obchodními partneru ve sledovaném období 2004-2018, jak bude uvedeno a analyzováno v předchozích částech práce. Datový soubor bude obsahovat 360 pozorování a 3240 dat. Model bude mít podobu nelineárního jednorovnicového modelu, který bude následně pro potřeby ekonometrického modelování upraven do lineární podoby s využitím přirozených logaritmů. Všechny zahrnuté proměnné do modelu vycházejí z literární rešerše a jejich zařazení je odůvodnitelné. Model bude obsahovat kombinaci kvalitativních i kvantitativních proměnných, z nichž kvalitativní budou tvořeny pomocí dummy proměnných. Proměnné budou pomocí modelu podrobeny kvantifikaci a komparaci vlivů na celkový export či import. Veškeré postupy a metody budou vycházet z konkrétního metodologického postupu tak, jak je popsáno v kapitole 2.2.1. Veškeré dílčí výsledky a hodnoty jsou generovány systémem Gretl a následně slovně vyhodnocovány. Statistické a ekonometrické testy jsou vyhodnocovány na hladině významnosti  $\alpha=0,05$ , a následně porovnávány s p-hodnotou, kterou generuje software. Pro komplexní vyhodnocení dílčích bodů bude využito více než jednoho testu či metody,

případně bude využita i kombinace statistického či ekonometrického testu a grafického hodnocení. Získané výsledky budou následně zhodnoceny v kapitole výsledky a diskuse.

### 2.2.1 Metodický postup ekonometrického modelování

Ekonometrii v nejobecnějším slova smyslu lze charakterizovat jako kvantitativní ekonomickou disciplínu vyjadřující vztahy mezi ekonomickými jevy. Základem ekonometrického modelování jsou nezbytné znalosti z oblasti ekonomické teorie, na jejichž základě pomocí matematických a statistických metod následuje ekonometrické modelování vybraného problému. (Hušek, 2007).

Konstrukci ekonometrického modelu lze rozdělit do několika fází, z nichž každá má své opodstatnění při hodnocení kvality modelu.

1. Výchozí ekonomická teorie neboli hypotéza
2. Matematický (ekonomický) model
3. Ekonometrický model
4. Sběr, zpracování a analýza dat
5. Odhad parametrů ekonometrického modelu
6. Testování hypotéz
7. Aplikace modelu (Krkošková a spol., 2010, s. 10)

Základem **ekonomické teorie** je studium relevantních dokumentů, neboť vhodné vymezení teoretického rámce a získané znalosti, jsou předpokladem kvalitního modelu. Na základě teoretických podkladů je stanovena základní hypotéza modelu, kde její pravdivost je komplexně vyhodnocována skrze jednotlivé fáze modelování. (Krkošková a spol., 2010), (Hušek, 2007)

Převedením ekonomické teorie do matematické podoby lze získat **ekonomický model**, který se zachycuje pomocí rovnice či rovnic, které obsahují zvolené proměnné vstupující do modelu a jejich předpokládané vztahy mezi sebou. Ekonomický model může mít následující podoby:

$$y = fce(x_1, x_2) \quad (2.1)$$

$$Y_t = \beta + \beta_1 X_t \quad (2.2)$$

Modely lze třídit na jednorovnicové a víceroovnicové, kde u víceroovnicových modelů lze zkoumat vztahy mezi vysvětlovanými proměnnými. V ekonometrii se lze setkat s třemi základními typy proměnných. Endogenní neboli vysvětlované proměnné jsou



takové, jejichž hodnoty jsou generovány modelem, a označují se písmenem „y“. Exogenní proměnné představují vysvětlující proměnné, jejich hodnota je dána vnějším prostředím, a označují se písmenem „x“. Třetím typem je stochastická proměnná, která dělá z deterministického modelu ekonometrický, a označuje se písmenem „u“. (Krkoškova a spol., 2010) Pro správné zachycení zkoumaného jevu je obvyklé provádět dynamizaci modelu, která dokáže lépe identifikovat dynamiku zkoumaných vztahů, než je tomu u běžných statických modelů. Nejčastěji se využívají tzv. zpožděné endogenní či exogenní proměnné. Proměnné následně lze rozlišovat na proměnné běžného období a proměnné zpožděné. Po tomto rozšiřujícím rozdělení lze definovat tzv. Predeterminované proměnné, které v sobě zahrnují endogenní zpožděné proměnné, exogenní běžného období a exogenní zpožděné. Hodnoty těchto proměnných jsou dány vnějším prostředím. (Čechura, 2018)

Při praktickém využití modelování je běžné, že do modelu jsou zahrnuty i vlivy, které nemají kvantitativní charakter, ale jsou vyjádřeny pouze kvalitativně. Takové vlivy mohou reprezentovat u průřezových dat ekonomický charakter – například příslušnost subjektu k organizaci. U časových řad jsou využívány v případě identifikace sezónních vlivů případně identifikaci významných šoků v časové řadě. Pro jejich využití se využívá tzv. dummy proměnných, které jsou reprezentovány hodnotami 0 a 1, přičemž hodnota 1 identifikuje přítomnost kvalitativního faktoru a naopak hodnota 0 absenci faktoru. (Hušek, 2007)

Přítomnost náhodné složky vytváří stochastický neboli **ekonometrický model**, jenž je základem pro další zkoumání. Náhodná složka představuje všechny vlivy, které nejsou přímo zahrnuty v modelu, dále chyby z měření a chyby z aproximace funkce neboli zvolené funkční formy. (Čechura, 2018)

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + u_t \quad (2.3)$$

Výše uvedený model (2.3) má lineární podobu, ovšem v praxi se pro modelování většinou užívají nelineární modely, protože dokážou lépe vystihnout danou problematiku. (Krkoškova a spol., 2010)

Řecké znaky  $\beta_0$  a  $\beta_1$  představují strukturální parametry modelu a reprezentují kvantitativní vztahy mezi endogenní proměnnou a exogenní proměnnou.

**Sběr a analýza dat** představuje pro ekonometra časově nejnákladnější část, která je předpokladem pro samotný odhad parametrů. V ekonometrii lze pracovat a kvantitativními i kvalitativními daty. Pro kvalitativní data jsou zavedeny tzv. dummy proměnné. Kromě

sběru dat je nutné zvolit vhodnou délku časové řady a také její frekvenci. V ekonometrii se lze setkat se třemi typy dat – časové řady, panelová data a průřezová data. (Hušek, 2007)

Panelová neboli longitudiální data představují kombinaci průřezových a časových řad a vznikají opakovaným výběrovým šetřením u stejných subjektů v určitém časovém období. Analýza panelových dat je hojně využívána v různých sférách napříč ekonomickým prostředím, politickou sférou nebo v sociologii. Mezi hlavní výhody analýzy těchto dat patří velké množství pozorování napříč zkoumanými subjekty společně s jejich vzájemnými vztahy. Díky tomu lze podrobněji analyzovat vzájemné chování subjektů. (Cipra, 2013)

Panel je tvořen souborem jednotek s podobnými vlastnosti, které jsou kontinuálně zkoumány a v průběhu času jsou neměnné. Vzhledem k povaze dat je nutné zmínit terminologii značení: počet pozorovaných subjektů  $N$ , počet časových období  $T$  a počet exogenních proměnných  $K$ . Z pohledu indexů dochází k rozšíření, zde průřezové jednotky jsou označovány „i“, exogenní proměnné „j“ a časové období „t.“ (Baltagi, 2005)

**Odhad parametrů** zahrnuje v první řadě výběr vhodné a dostupné metody odhadu parametrů stochastického modelu. Výběr zohledňuje charakter ekonometrického modelu, dále možnosti softwaru využitého pro následný odhad a v neposlední řadě zkušenosti ekonometra. Provedený odhad umožní získat konkrétní hodnoty parametrů  $\beta$ . Dle typu informací, které jsou dostupné, dělíme způsoby odhadu do dvou skupin – metody s úplnou a omezenou informací.

Metoda s úplnou informací umožňuje odhadnout všechny parametry všech rovnic najednou. Příkladem je třístupňová metoda nejmenších čtverců.

Metoda s omezenou informací odhaduje jednotlivé rovnice zvlášť. Příkladem je běžná metoda nejmenších čtverců. (Hančlová, 2012, s. 17)

Metoda nejmenších čtverců představuje nejznámější odhadovou techniku, která je založena na minimalizaci součtu čtverců reziduí při odhadu parametrů  $\beta$ . Touto metodou lze získat nestranné, konzistentní a eficientní odhady. Pokud je střední hodnota rovna hodnotě odhadovaného parametru, lze hovořit o nestranném odhadu, který není vychýlený. Odhad je konzistentní za předpokladu, že s rostoucím počtem pozorování konverguje v pravděpodobnosti ke skutečné hodnotě parametru  $\beta$ . Eficiencí představuje nejlepší možný odhad, tj. rozptyl odhadnutých hodnot od skutečných je menší než ostatní alternativní techniky odhadu. (Cipra, 2013)

Odhadovaná metoda poskytuje parametry s požadovanými vlastnostmi v případě, že jsou splněny předpoklady modelu. Mezi stochastické předpoklady, které jsou v rámci modelování testovány a ověřovány, patří:

1. Nulová střední hodnota náhodné složky pro všechna  $t$ ,  $E(u_t)=0$
2. Rozptyl náhodné složky je konstantní a konečný v čase, tj. je přítomná homoskedasticita v modelu,  $\text{var}(u_t) = \sigma^2 < \infty$
3. Náhodné složky nejsou ve vzájemné korelaci neboli není přítomna autokorelace reziduí, tj. neexistuje sériová závislost,  $\text{cov}(u_i, u_j) = 0$  pro  $i \neq j$
4. Exogenní proměnné jsou nenáhodné a fixní, neboli není přítomen žádný vztah mezi vysvětlující proměnnou a náhodnou složkou,  $\text{cov}(x_{it}, u_j) = 0$
5. Nenáhodná matice  $X$  má lineárně nezávislé sloupce, tj. není přítomná perfektní multikolinearita,  $h(X) = k$  (Cipra, 2013)

Kromě výše zmíněných předpokladů je vhodné zařadit do předpokladů ještě testování normálního rozdělení náhodné složky s nulovou střední hodnotou a konstantním rozptylem,  $u_t \sim N(0; \sigma^2)$ . Tento předpoklad je rovněž součástí ekonometrického modelování.

Druhou skupinu předpokladů tvoří tzv. Specifikační předpoklady, mezi které patří:

1. neopomenutí relevantních proměnných
2. vynechání irelevantních proměnných
3. volba vhodné funkční formy
4. respektování simultánnosti modelu
5. časová invariantnost (ČECHURA, 2018)

### **Testování hypotéz**

Odhadnutý model je nutné před jeho následnou aplikací verifikovat. Z časového hlediska jde o velice náročnou část, neboť u případných nedostatků je nutné adekvátními metodami provést korekci. Verifikaci lze třídit do třech dílčích skupin. (Hančlová, 2012)

- Ekonomická verifikace
- Statistická verifikace
- Ekonometrická verifikace

Ekonomická verifikace spočívá v provedení interpretace jednotlivých parametrů modelu, u kterých se hodnotí správnost směru působení, která byla stanovena na základě teoretických předpokladů. Kromě samotného působení proměnné se hodnotí také její intenzita na vysvětlovanou proměnnou. (Hušek, 2007)

V případě nevyhovujícího znaménka či neadekvátně vysoké hodnoty parametru je nutné provést odpovídající korekci, která může odpovídat zpětné specifikaci modelu z hlediska ekonomické teorie, případně je nutná vhodná úprava datové základny. Zároveň jedna z příčin může být nesprávně zvolená hypotéza. (Hančlová, 2012)

Statistická verifikace v sobě zahrnuje testování významnosti jednotlivých parametrů, celého modelu a zároveň procentuální shodu modelu s daty. Tato část verifikace je založena na statistických testech, kde základem jsou dvě hypotézy  $H_0$  a  $H_1$ . Pro případ testování významnosti jednotlivých parametrů vypadají stanovené hypotézy následovně.

$$H_0: \beta_j = 0 \quad (2.4)$$

$$H_1: \beta_j \neq 0 \quad (2.5)$$

Stanovená nulová hypotéza (2.4) hodnotí, že zvolený parametr  $\beta_j$  nemá žádný vliv na endogenní proměnnou, oproti tomu alternativní hypotéza (2.5) hovoří o opaku. V případě hodnocení významnosti celého modelu by zvolené hypotézy obsahovaly všechny vypočtené parametry. (Hušek, 2007)

Z teoretického hlediska se pro vyhodnocení testů významnosti využívá t-testu v případě hodnocení jednotlivých parametrů a F-testu pro vyhodnocení modelu jako celku, tyto hodnoty jsou následně porovnávány s tabulkovou hodnotou na zvolené hladině významnosti. Ekonometr využívající vhodný software může využít tzv. p-hodnoty. Výhodou je možnost flexibilně využívat hladinu významnosti, protože p-hodnota udává minimální hladinu významnosti, při které ještě bude nulová hypotéza zamítnuta. Tato hodnota je následně porovnávána se zvolenou hladinou významnosti a obecně lze říct, že čím nižší p-hodnota je, tím je větší pravděpodobnost zamítnutí nulové hypotézy. (Cipra, 2013)

Pro vyhodnocení kompatibility modelu s daty se využívá koeficient determinace, který udává „z kolika % je variabilita endogenní proměnné vysvětlena variabilitou exogenních proměnných“ a značí se  $R^2$ . Hodnota koeficientu je v intervalu  $\langle 0; 1 \rangle$ , přičemž čím vyšší číslo blíží se 1, tím lépe funkce vystihuje daný jev. Tato statistická veličina podává informaci o kvalitě modelu. V praxi je vhodnější pro vyhodnocení užití korigovaného koeficientu determinace, který eliminuje nedostatky klasického  $R^2$ , mezi které patří počet pozorování a počet proměnných v modelu. V praxi je totiž patrné, že se zvyšujícím se počtem pozorování případně rostoucím počtem proměnných  $R^2$  neustále

roste. Obě tyto hodnoty opět přímo vyhodnotí software. (Cipra,2013), (Krkošková a spol., 2010)

*„Ekonometrická verifikace spočívá v ověřování podmínek, nutných k úspěšné aplikaci konkrétních ekonometrických metod, testů a technik.“* (Hušek,2010, s.21)  
Základní myšlenkou ekonometrické analýzy je testování nutných předpokladů o náhodné složce, které jsou založeny na statistických principech. Mezi hlavní testované předpoklady náhodné složky patří normalita, nepřítomnost autokorelace reziduí, multikolinearita a homoskedasticita. Zjištěné nedostatky negativně ovlivňují odhadnuté parametry a zároveň zkreslují statistické testování, které se stává méně průkazným. (Krkošková a spol., 2010)

1. *Normální rozdělení* náhodné složky patří mezi základní stochastické předpoklady, a proto je nutné provést testování. Předpoklad normality je součástí základních stochastických předpokladů, a je využíván při specifikacích pravděpodobnostního rozdělení náhodné složky. S tím souvisí testování hypotéz nebo konstrukce intervalů, zároveň normalita je základem pro získání věrohodných odhadnutých parametrů. Základní stanovená hypotéza je následující:

$$H_0: \text{výběrové rozdělení } u_i \text{ pochází z normálního rozdělení} \quad (2.6)$$

$$H_1: \text{výběrové rozdělení } u_i \text{ nepochází z normálního rozdělení} \quad (2.7)$$

Pro vyhodnocení normality lze využít grafické nástroje, případně odpovídající testy normality. Z hlediska čistě grafických možností se využívá pravděpodobnostních Q-Q grafů, ve kterých se porovnávají teoretické kvantily na ose y a empirické kvantily na ose x. Následně dochází k vyhodnocení hodnot reziduální složky podél osy 45°, která představuje ideální vývoj. Kombinaci grafických nástrojů a statistických testů představuje  $\chi^2$  test dobré shody, který obsahuje histogram rozdělení četností reziduí, který se dále porovnává s Gaussovou křivkou. Pro komplexní vyhodnocení je následně použita testová statistika  $\chi^2$ . (Hančlová, 2012) (Cipra, 2013)

Pro vyhodnocení normality lze využít sérii neparametrických testů – Doornik-Hansenův test, Shapiro – Wilkův W test, Lillieforsův test, Test Jarque-Bery. Nejznámější z výše uvedených testů je JB-test, který předpokládá že reziduální složka je charakterizována 4 momenty – střední hodnotou, rozptylem, šikmostí a špičatostí. Při vyhodnocení v rámci softwaru se porovnává zjištěná p-hodnota s hladinou významnosti a pro pozitivní výsledek testu je zapotřebí, aby tato hodnota byla vyšší než  $\alpha$ , pak lze nezamítnout nulovou hypotézu (2.6). (Hančlová, 2012) (Cipra, 2013)

2. *Nepřítomnost autokorelace reziduí* je dalším ze stochastických předpokladů a vychází z předpokladu nezávislosti jednotlivých hodnot jedné náhodné složky na svých budoucích či zpožděných proměnných. Matematicky lze tuto podmínku vyjádřit:

$$\text{Cov}(\varepsilon_s, \varepsilon_t) = 0 \text{ pro } s \neq t \quad (2.8)$$

Ze vzorce (2.8) jednoznačně vyplývá, že nejde o závislost mezi jednotlivými proměnnými nýbrž o závislost v rámci jedné proměnné.  $\varepsilon$  představuje náhodnou složku s a t časovém období. (Cipra,2013), (Hušek,2007)

Pro testování se využívá Durbin – Watson test pro autokorelaci reziduí prvního řádu, případně Breusch – Godfrey test pro vyšší řády. Základem těchto testů je vytvoření pomocného modelu, který je založen na testování náhodné složky. V případě D-W prvního řádu je hypotéza následující:

$$H_0: \rho = 0 \dots \text{nepřítomnost autokorelace} \quad (2.9)$$

$$H_1: \rho \neq 0 \dots \text{přítomnost autokorelace} \quad (2.10)$$

Výše zmíněna hypotéza byla stanovena na základě pomocného modelu, který má následující podobu:

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (2.11)$$

Alternativou D-Q testu je modelace rezidua pomocí autoregresního modelu. V takovém případě doplňkový model neobsahuje úroňovou konstantu. Výsledkem takové modelace je hodnota koeficientu  $\rho$  v intervalu  $<-1;1>$ . Žádoucí je hodnota blížíící se 0, která představuje sériovou nezávislost, tj. přijetí nulové hypotézy. V případě kladného koeficientu je přítomna pozitivní autokorelace, v opačném případě lze hovořit o negativní autokorelaci. (Hušek, 2007)

V rámci ekonometrických softwarů pro následné vyhodnocení je opět použita p-hodnota, která se porovnává s hladinou významnosti. Pro zamítnutí případné pozitivní přítomnosti autokorelace je nutná podmínka  $p > \alpha$ . (Hančlová, 2012)

3. *Multikolinearitu* lze charakterizovat jako vzájemnou korelaci mezi vysvětlujícími proměnnými. Taková závislost je v modelu vždy přítomna, ale stává se významnou až od určité své hodnoty, obvykle se udává hodnota 0,8 případně 0,9. Takto vysoká multikolinearita je již nežádoucí, neboť negativně ovlivňuje celý model. Na druhou stranu je nutné si uvědomit, že závislost mezi vysvětlující a vysvětlovanou proměnnou není multikolinearita, v takovém případě je závislost naopak žádoucí a je známkou kvality

modelu. (Cipra,2013), (Hušek,2007) Multikolinearitu je nutné vždy testovat, protože je součástí stochastických předpokladů modelu a obvykle se provádí před samotným odhadem parametrů, protože v případě neadekvátně vysoké hodnoty nelze provést odhad parametrů.

Přítomnost multikolinearity se obvykle detekuje z párové korelační matice, která obsahuje párové korelační koeficienty, pomocí kterých lze určit přítomnost, sílu a formu závislosti a tato matice je běžně součástí ekonometrických softwarů. Při použití korelační matice se sleduje korelace mezi dvojicemi proměnných, kde pomocí hodnot s výjimkou hlavní diagonály lze přímo identifikovat případnou významnou multikolinearitu. Matematicky lze tuto problematiku napsat následovně. (Hančlová, 2012)

$$|r_{xi}, r_{xj}| < 0,8; 0,9 \quad (2.12)$$

Alternativou párové korelační matice je VIF test (Faktory zvyšující rozptyl), který je založen na vypočtených hodnotách koeficientů determinace  $R^2$  jednotlivých proměnných jako vysvětlovaných ( $x_i$ ) ostatními vysvětlujícími proměnnými. Matematicky lze takovou situaci zapsat následovně:

$$VIF = 1/1 - R^2_{xi} \quad (2.13)$$

Hodnoty koeficientů dosahují hodnot  $(1; \infty)$ , přičemž hodnoty větší než 10 indikují přítomnost multikolinearity. (Cipra, 2013)

4. *Homoskedasticita* jakožto další ze stochastických předpokladů přímo souvisí s náhodnou složkou. Pokud je rozptyl náhodné složky konstantní a konečný v čase, pak lze hovořit o homoskedasticitě a model je v pořádku. V případě porušení této podmínky lze o hovořit o heteroskedasticitě a ta je v modelu nežádoucí. (Hušek,2007) Předpoklad o rozptylu náhodné složky lze matematicky zapsat následujícím způsobem.

$$\text{Var}(u_t) = \sigma^2 < \infty \quad (2.14)$$

Tento matematický zápis udává neměnnost u složky v čase ani v průřezu a vyjadřuje přítomnost homoskedasticity. (Hančlová, 2012)

Pro testování přítomnosti heteroskedasticity se využívá statistických testů, případně grafických nástrojů. Pomocí grafického vymodelování reziduí lze vyhodnocovat rozptyl v daném modelu. Mezi nejznámější testy patří White test případně Waldův test. Základem obou testů stejně jako u testování autokorelace je vytvoření pomocného modelu,

který je následně testován. Stanovená hypotéza pro pomocný model má následující podobu. (Cipra,2013)

$$H_0: \alpha_2=0, \alpha_3=0, \dots \text{ homoskedasticita} \quad (2.15)$$

$$H_1: \alpha_2 \neq 0, \alpha_3 \neq 0, \dots \text{ heteroskedasticita} \quad (2.16)$$

Pro vyhodnocení s využitím softwaru se používá p – hodnota, která je následně porovnávána s  $\alpha$  a v případě, že  $p > \alpha$  lze říct, že v modelu není přítomna heteroskedasticita.

### **Aplikace modelu**

Ekonometrii lze aplikovat na jakoukoliv oblast lidského zkoumání, která je založena na kvantitativních a částečně i kvalitativních datech, pomocí níž lze identifikovat tři základní oblasti použití:

1. Popis ekonomické, politické nebo finanční reality zkoumaných subjektů – zde na základě modelování lze provést matematickou či statistickou interpretaci zvolené ekonomické teorie a ověřit její platnost. Tato oblast představuje spíše teoretickou oblast využití ekonometrie, nicméně její význam je nesporný.

2. Testování hypotéz o zkoumané ekonomické, politické či jiné realitě. Každé zkoumané problematice odpovídá jiný způsob odhadových a testovacích metod, z nichž o žádné nelze jednoznačně říct, že jde o tu nejvhodnější, z toho důvodu je neustálá snaha o inovativní způsoby řešení a neustálé modifikace již fungujících způsobů výpočtů s ohledem na samotný model a empirická data.

3. Aplikace modelů a metod ekonometrického modelování v různých oblastech lidského vědění – ekonomika, politika, historie nebo sociologie, s jejíž pomocí lze pochopit nejen současnost, ale i minulost a částečně předpovídat budoucnost. (Hušek, 2009)

Využití ekonometrického modelování má své opodstatnění v ekonomice na úrovni mikroekonomie či makroekonomie. Z hlediska mikroekonomie lze modelovat poptávkové či nabídkové funkce, provádět jejich prognózování, zkoumat vztahy mezi proměnnými. Na makroekonomické úrovni lze vyhodnocovat základní ukazatele z pohledu státu – analýza měnových agregátů, analýza inflace, HDP, analýza měnových kurzů národních měn. Využití na mezinárodním obchodním poli – analýza obchodních toků států, exportu, importu. Za zmínku stojí využití gravitačních modelů v mezinárodním obchodě, které budou v další části blíže popsány vzhledem k zaměření této práce. Na firemní úrovni jsou zpracovávány modely produkce či nákladů. (KRKOŠKOVÁ, 2010)



### 2.2.2 Linearizace modelu

Při výběru vhodné funkční formy je jednoduché vybrat lineární formu, ovšem ta není vždy vhodná a následně poskytuje zkreslené výsledky. Nelineární modely lze zlinearizovat vhodnou úpravou pro potřeby odhadu metodou BMNČ. Logaritmická transformace je založena na linearizaci funkčního tvaru modelu s využitím přirozených logaritmů. Tuto metodu lze ukázat transformací mocninné funkce, která bude tvořit základ vlastní práce. (Hušek,2007)

$$Y_t = \beta_0 * X_t^{\beta_1} * u_t \quad (2.17)$$

Funkční model v rovnici (2.17) je v mocninné funkci, pro kterou nelze použít BMNČ. S využitím přirozených logaritmů ji lze přetransformovat do lineární podoby, jak je ukázáno v (2.18).

$$\ln Y_t = \ln \beta_0 + \beta_1 \ln X_t + \ln u_t \quad (2.18)$$

Model v tomto tvaru již lze odhadnout běžnou metodou nejmenších čtverců. Pro následné vyhodnocování modelu je nutné odhadnuté parametry zpět odlinearizovat.

### 3 Teoretická východiska

Teoretická část práce v sobě zahrnuje na jedné straně problematiku zahraničního obchodu, jeho vývojové historické tendence a oblasti zahraničně – obchodní politiky. Následná část je zaměřena na tematiku zabývající se teorií gravitačního modelu v mezinárodním obchodě, potřebnou pro následnou empirickou část práce.

#### 3.1 Mezinárodní obchod

Z historického hlediska představuje mezinárodní obchod nejstarší podobu vnějších ekonomických vztahů, jehož vliv a význam postupem času rostl až do současné podoby, kdy zejména v době globalizace získal nesporný význam nejen v rámci světové ekonomiky, ale zejména ve vyspělých zemích, kde dosahuje růst objemu mezinárodního obchodu jako celku rychlejšího tempa než růst hrubého domácího produktu jednotlivých zemí. ( Neumann, 2010)

Obchod v nejobecnějším slova smyslu lze charakterizovat jako „*reálné a finanční hospodářské transakce vztahující se ke směně zboží a služeb mezi dvěma subjekty.*“ (Štěrbová, 2013, s. 13) V ekonomických literaturách se lze setkat se dvěma pojetími obchodu. Funkční pojetí v sobě zahrnuje obchodní operace, jejichž součástí jsou právě statky a služby. V institucionálním pojetí lze nahlížet na obchod skrze škálu podniků, útvarů, či osob, které mezi sebou směnu uskutečňují. Právě kombinace těchto dvou pojetí umožnila vzniku národohospodářského pojetí obchodu, ve kterém se obchod stává významnou součástí odvětví ekonomiky. (Štěrbová, 2013)

Na základě definice obchodu jako takového lze jednodušeji vymezit a definovat mezinárodní obchod: hospodářské transakce mezi dvěma subjekty (rezidenti a nerezidenti), z nichž každý je součástí jiné národní ekonomiky. Z hlediska samotného mezinárodního obchodu jde o vývoz rezidenta na jedné straně a dovoz nerezidenta na druhé, tzv. export. V opačném případě lze hovořit o importu. Rozdíl mezi exportem a importem se nazývá obchodní bilance, která patří mezi významné měřitelné ukazatele všech ekonomik světa. Kladné saldo představuje obchodní přebytek a je typický pro proexportně zaměřené země. Do této skupiny spadá právě Česká republika. Na druhou stranu záporné saldo je charakteristické pro státy, které jsou zaměřeny na import do země. (Majerová, 2011), (Civín,2018)

### 3.1.1 Mezinárodní obchod jako součást národního hospodářství

Zahraniční obchod přináší účastníkům výhody, ovšem pokud vědí, jak co nejefektivněji obchodovat. Proto je nutné hodnotit význam zahraničního obchodu z různých hledisek. **Efektivnost** přímo souvisí s výrobními možnostmi každé země, neboť například v případě malé proexportně zaměřené země je nutností správná identifikace oblastí, do kterých soustředit výzkum, vývoj a další úsilí. V takovém případě si daná země udrží konkurenceschopnost na mezinárodním poli. (Svatoš, 2009) Efektivnost přímo souvisí s principem absolutní výhody, jejíž myšlenku definoval David Hume ve svých teoriích. (Neumann, 2010, s. 17) **Proporcionalita** a její hodnocení je důležité především pro velké ekonomiky světa, které mají dostatečně velký domácí trh a zároveň rozmanitou surovinovou základnu, čímž jsou schopné pokrýt potřeby domácího trhu. **Demonstrativní efekt** v případě importního programu ukazuje ostatním ekonomikám, na jaké úrovni se ekonomika země nachází. Naopak na export se lze dívat z pohledu řešení problému potřeb země. V komplexní rovině lze hovořit o určité demonstraci technického a designového trendu na mezinárodní rovině, který následně povede ke společenskému i ekonomickému pokroku v celosvětovém měřítku. Mezinárodní obchod významně **přispívá k růstu vzdělanosti a snižování ekonomických, kulturních i sociálních rozdílů** formou zahraničních spoluprací mezi různě vyspělými ekonomikami. Zahraniční obchod v neposlední řadě **stimuluje vztahy mezi obchodujícími zeměmi**, čímž přispívá k **snižování rizik konfliktů** na mezinárodní úrovni. (Svatoš, 2009)

Význam zahraničního obchodu je nepřímě úměrný velikosti dané země z ekonomického i geografického hlediska. Na základě dostatečné datové základny je zřejmé, že v zemích malých nebo středních co do počtu obyvatel i rozlohy mezinárodní obchod přispívá ke zdravému růstu ekonomiky, a proto místní vlády věnují zahraničně obchodním vztahům vysokou pozornost, neboť v některých zemích tvoří mezinárodní obchod i 70 % HDP země. K této skupině patří i Česká republika. (Svatoš, 2009)

Přínosy zahraničního obchodu lze spatřovat v:

- Možnost zvyšování produktivity domácích subjektů a s tím spojený růst HDP
- Širší sortiment pro domácí spotřebitele skrz dovážené zboží
- Stimulace cen díky zahraniční konkurenci
- Urychlení hospodářského vývoje země
- Rozvoj mezinárodních vztahů (Mulačová, 2013, s. 446)

Negativa lze spatřovat v následujících:

- Hrozba pro domácí výrobce v případě významných cenových rozdílů v dováženém zboží
- Odliv spotřebních výdajů domácností v příhraničních oblastech. (Mulačová, 2013, s. 446)

## **3.2 Základní teoretická východiska mezinárodního obchodu**

Teorie mezinárodního obchodu zaobírá významné postavení v rámci ekonomických teorií i teorií mezinárodních vztahů. Tyto teoretická východiska, jejich správné pochopení a implementace následně poskytují velmi cenné informace pro nastavení funkce státu a systému subjektivních zásahů ze strany státu v rámci zahraničního obchodu. (Civín,2018)

### **3.2.1 Merkantilismus**

Základní myšlenka této ekonomické teorie se zabývá otázkou národního bohatství a národu jako takového, otázka mezinárodní dělby práce a zvyšování celosvětového bohatství pro ně nebyla důležitá. Hlavní myšlenka stála na skutečnosti, že bohatství země je dáno množstvím drahých kovů, tedy i peněz. Z této skutečnosti vyplívá, že pouze kladné saldo (aktivní obchodní bilance) posiluje postavení státu. V rámci zahraničního obchodu preferovali vývoz zboží s vyšší přidanou hodnotou, a naopak dovoz levného zboží z ciziny, což povede právě k hromadění bohatství státu. Z teorie her je patrné, že merkantilisté považovali mezinárodní obchod za „hru s nulovým součtem.“ V mezinárodním obchodě merkantilisté podporovali protekcionistický přístup. (Civín,2018), (Mulačová, 2013)

Předním představitelem této ekonomické teorie byl Thomas Mun, jehož myšlenky odpovídaly ideálům merkantilismu, nicméně vnesl do dané problematiky nový pohled. Zejména názor, že není důležitá aktivní obchodní bilance s každou zemí zvlášť, nýbrž celková aktivní obchodní bilance zvyšuje bohatství. Zaobíral se problematikou vlivu hromadění peněz v ekonomice na cenovou hladinu případně úrokové sazby. Dále prosazoval výhodnost tzv. reexportů založených na nákupu surovin, jejich následným zpracováním a vývozem v podobě hotových výrobků i za cenu odlivu bohatství v první fázi. Vrcholem myšlenkového pochodu merkantilismu byla Francie za vlády Ludvíka XIV, kdy v čele financí stál Jean-Baptiste Colbert. (Neumann, 2010)

### 3.2.2 Klasická teorie mezinárodního obchodu

Klasická politická ekonomie ustupuje od myšlenky protekcionismu, a naopak prosazuje liberální přístup společně s myšlenkou laissez faire. Klasická teorie se zároveň odvrací od myšlenky, že mezinárodní obchod je „hrou s nulovým součtem“, naopak zastává názor, že samotná účast země v zahraničním obchodě zvyšuje celkový blahobyť. Stěžejními pojmy klasické teorie je mezinárodní dělba práce a specializace. Hlavními představiteli klasické teorie jsou Adam Smith a David Ricardo skrze teorie absolutních a komparativních výhod. (Civín,2018), (Neumann, 2010)

#### Teorie absolutních výhod

Za autora této teorie je považován zakladatel klasické politické ekonomie Adam Smith, jehož dílo *Pojednání o podstatě a původu bohatství národů* je považováno za jedno z nejvýznamnějších děl nejen pro mezinárodní obchod, ale i pro ekonomii jako takovou. (Svatoš, 2009)

Základní myšlenka teorie absolutních výhod je založena na skutečnosti, že každá země se bude specializovat na ty statky, jejichž výrobu lze uskutečnit nejefektivněji vůči ostatním zemím. Tyto statky budou následně exportovány do zemí, které nemají pro tyto statky předpoklady, a naopak do země importovat ty statky, na které se specializuje druhá země. (Mulačová, 2013)

#### Teorie komparativních výhod

Na teorii Adama Smitha následně navázal David Ricardo ve svém díle *Zásady politické ekonomie a zdanění*. Teorie komparativních výhod řeší problematiku, v níž daná země neoperuje žádnou absolutní výhodou, a i přesto je pro ni zahraniční obchod výhodný. Zde komparativní výhoda vzniká v situaci, kdy země neumí statek vyrábět účinněji než jiná země, ale dokáže onen statek produkovat efektivněji než jiné statky. Tato teorie pracuje s pojmem „náklad ušlých příležitostí“ a vyjadřuje skutečnost, že i pro země, které v porovnání s vyspělejšími státy nemají takové možnosti, může být zahraniční obchod přínosný. (Civín,2018)

Principy fungování obou zmíněných teorií stojí na několika pilířích, kterými jsou:

- Svobodný obchod
- Nulové transakční náklady
- Dokonalá mobilita pracovní síly mezi odvětvími a zeměmi
- Indiferentní produkt (Neumann, 2010, s. 17-18)

### 3.2.3 Neoklasická teorie

Neoklasické teorie jsou již hlouběji ponořeny do problematiky mezinárodní směny a více se zaměřují na ekonomickou stránku, případně na dopad na výrobní faktory.

#### Heckscherův a Ohlinův model

Rozšířením oproti klasickým teoriím o další výrobní faktor, čímž je kapitál, se zabývá Heckscherův – Ohlinův model. Tento model vychází ze situace, kdy dvě země mají odlišnou vybavenost výrobními faktory. V takové situaci lze teorii interpretovat následovně: země, ve které je větší zastoupení výrobního faktoru kapitál, se bude specializovat na statky kapitálově náročné, a naopak země lépe vybavena prací, bude specializovat na statky náročné na práci.“ (Neumann, 2010)

#### Stolper – Samuelsonův efekt

Návaznost na Heckscherův – Ohlinův model představuje teorém související se změnami světových cen. Zjednodušená interpretace je následovná: dojde-li k růstu světových cen statků kapitálově náročných, pak poroste i cena kapitálu jako výrobního faktoru a naopak. Zde je nutné si uvědomit na základě teorie nabídky a poptávky následující, růstem cen statků dojde k růstu výroby těchto statků skrze zvyšující se poptávku po kapitálu, která následně povede k růstu cen kapitálu. Takto popsaná situace bude mít zásadní dopad na zemi specializující se na statky náročné na práci. (Neumann, 2010)

#### Rybczynského efekt

Změnou poměru vybavenosti výrobních faktorů kapitálu a práce se zabývá Rybczynského efekt. Pokud dojde k růstu poměru kapitálu vůči práci, pak to bude mít za následek snížení ceny kapitálu a růstu cen práce, čímž dojde ke změně struktury specializace ve prospěch statků náročných na kapitál. (Neumann, 2010)

### 3.2.4 Standardní model

Sloučením několika předešlých modelů došlo k vytvoření univerzálního modelu mezinárodní ekonomie, který poukazuje na výhody zahraniční směny. Tento model je založen na několika vztahových souvislostech mezi:

- hranicí výrobních možností a křivkou relativní nabídky
- Relativní cenou a relativní poptávkou
- Světová rovnováha je průsečíkem světové relativní nabídky a poptávky

- Efekt reálných směnných relací na národní bohatství (Neumann, 2010, s.30)

Hlavní myšlenkou modelu je skutečnost, že mezinárodní obchod posouvá preference spotřebitelů vyjádřené pomocí indiferenčních křivek na vyšší indiferenční křivku, než na jakou by se země díky své hranici výrobních možností mohla dostat. (Soukup, 2009)

### **3.2.5 Alternativní teorie mezinárodního obchodu**

Určitým protipólem k hlavnímu směru teoretických východisek, jak je popsáno výše, jsou tzv. alternativní teorie. Hlavní myšlenkou je kritika klasických a neoklasických teorií ve využitelnosti teoretických předpokladů v reálné situaci. Většina těchto teorií je založena na hodnocení vztahů mezi vyspělými a rozvojovými státy. Z mnoha alternativních teorií lze zmínit teorii dětských odvětví, periferní ekonomiky nebo teorii zbídačujícího růstu.

F. List formuloval teorii dětských odvětví na skutečnosti, že mezinárodní obchod přináší zemi užitek až v určité fázi vyspělosti průmyslu. Podle této teorie by rozvojová země s nedostatečnou úrovní průmyslu svým vstupem do mezinárodního obchodu nedokázala ochránit domácí produkty vůči vyspělým zemím.

Jagdish Bhagwati skrze teorii zbídačujícího růstu poukazuje na problematiku rybczynského efektu v rozvojových zemích, kde dochází k opačnému efektu, než který neoklasická teorie předpokládá. Producenti v případě poklesu světových cen zvyšují výroby za účelem kompenzací svých příjmů, což ovšem způsobuje další pokles světových cen. Tato skutečnost má za následek neúměrně nízké příjmy ku vynaložené práci.

Raul Prebisch skrze teorii periferní ekonomiky poukázal na problematiku odlišného růstu cen základních surovin, potravin a statků s vysokou přidanou hodnotou. Rozvojové země exportují právě základní statky a importují statky s vyšší přidanou hodnotou, zatímco u vyspělých zemí je tomu právě naopak. Podle Prebische je růst důchodů automaticky spojen s růstem poptávky po statcích s vyšší přidanou hodnotou, což má za následek růst jejich cen. V této teorii jsou rozvojové země označovány jako periferie a vyspělé země jako centrum. (Neumann, 2010)

### 3.3 Zahraniční obchod

Mezinárodní obchod tvoří hlavní pilíř globálního hospodářství, kterým se stal postupem času zejména díky absolutním a komparativním výhodám, které přináší. Pro kontrolní, případně pro statistické účely jsou vyčleněny významné mezinárodní organizace. Takové organizace musí být tvořeny alespoň 3 členy či zeměmi, které se dále člení na mezivládní organizace a mezinárodní nevládní organizace. (Civín,2018)

Hlavní organizací na mezinárodním poli je WTO neboli Světová obchodní organizace, která svou činnost zahájila 1. ledna 1995. V současné době je tvořena 164 členy a dalšími 22 zeměmi v různých fázích připojení se k organizaci. Hlavním cílem je dohled nad stabilitou světového obchodu a snaha o dosahování makroekonomických globálních cílů a zlepšování ekonomického postavení všech členů. Dále vykonává kontrolní činnost a řešení případných sporů. WTO dohlíží na základní principy mezinárodního obchodu, tj. princip nediskriminace, zásada předvídatelnosti a transparentnosti a rozvojový princip. (MPO, 2018)

Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj (OECD) je významnou mezivládní organizací, jejímž cílem je zlepšování hospodářské situace a společenského blahobytu ve světě. Skrze tzv. fórum vlády sdílí zkušenosti a řeší problémy na mezinárodním poli formou diskuse. OECD zároveň měří produktivitu a globální toky zboží či služeb, poskytuje datové analýzy a analýzy budoucího vývoje světového obchodu. (MPO, 2018)

Další významné organizace představuje například Konference OSN o obchodu a rozvoji (UNCTAD) zaměřená na integraci rozvojových zemí do mezinárodního obchodu. Na problematiku celní politiky je zaměřena Světová celní organizace (WCO). Mezinárodní obchodní centrum (ITC) pod záštitou WTO a Organizace spojených národů řeší problematiku udržitelného hospodářského rozvoje v rozvojových zemích prostřednictvím obchodu a mezinárodního rozvoje podnikání. (Mulačová, 2013)



### 3.3.1 Analýza mezinárodního obchodu

Strukturu zahraničního obchodu lze analyzovat z několika různých pohledů, nejvýznamnější je statický typ hodnocení, který vyhodnocuje zahraniční obchod ze dvou hledisek:

- Komoditní struktura
- Teritoriální struktura (Civín,2018)

Komoditní struktura analyzuje mezinárodní obchod skrze různé druhy zboží či služeb. Pro potřeby mezinárodního srovnávání byla zavedena tzv. klasifikace SITC neboli Standart International Trade Classification. Hlavní výhodou je velmi podrobné rozčlenění na jednotlivé skupiny druhů zboží podle jejich složení, významu na mezinárodním poli nebo jejich využití. Každá komodita procházející skrze klasifikaci je označena numerickým kódem a hierarchicky uspořádána do 5 úrovní:

- Sekce
- Divize
- Skupina
- Podskupina
- Položka

Nejobecnější uspořádání do sekcí je uvedeno v Tabulka 1.

**Tabulka 1:Klasifikace SITC**

Kód	Sekce
0	Potraviny a živá zvířata
1	Nápoje a tabák
2	Suroviny, s výjimkou paliv
3	Minerální paliva, maziva a příbuzné materiály
4	Živočišné a rostlinné oleje, tuky a vosky
5	Chemikálie a příbuzné výrobky
6	Výrobky zpracovatelského průmyslu tříděné podle materiálu
7	Stroje a dopravní prostředky
8	Různé výrobky zpracovatelského průmyslu
9	Komodity nezatříděné do žádné z předchozích skupin

Vlastní zpracování dle ČSÚ

Teritoriální struktura analyzuje zahraniční obchod skrze kontinenty, části kontinentů i země z hlediska podílu na celkové hodnotě zahraničního obchodu. Dle WTO lze teritoriální struktury rozložit do 6 významných geografických celků, jak je uvedeno v Tabulka 2:

**Tabulka 2: Teritoria z hlediska MO**

<u>Geografická oblast</u>	<u>Významné země z hlediska MO</u>
Severní Amerika	USA, Kanada
Střední a Jižní Amerika	Brazílie
Evropa	Německo, Francie, Velká Británie
Asie	Čína, Japonsko
Afrika	Egypt
SNS	-

Zdroj: WTO

Zde je nutné uvědomit si skutečnost, že na 90 % objemu světového obchodu se podílí pouze kolem 20 % všech zapojených ekonomik světa. Významný vliv má vyspělost a ekonomická síla států. Z výše zmíněných geografických oblastí hraje zanedbatelnou roli Afrika a SNS. (Svatoš, 2009)

### 3.3.2 Obchodní politika

Obchodní politika spadá pod kompetence jednotlivých států se snahou pozitivně ovlivnit vnější ekonomické vztahy. Jedná se o velmi široký pojem zahrnující v sobě strategické záměry, nastavená opatření, nástroje nebo zavedené instituce, jejímž cílem je vytvořit vhodné podnikatelské prostředí jak pro domácí, tak pro zahraniční podnikatelské subjekty. V mezinárodních vztazích existují dva přístupy k obchodní politice – liberalismus a protekcionismus. (Svatoš, 2009)

Liberalismus je charakteristický pro otevřené země s minimem státních zásahů do zahraničně – obchodních vztahů. Stát fungující na liberálních principech podporuje dovoz zboží v nízkých celních sazbách nebo nastavených kvótách. Neomezuje podnikatele v jejich vstupu na místní trh a vytváří všem rovné a výhodné podmínky. Liberalismus je někdy nazýván jako politika volného obchodu. (Svatoš, 2009)

Protekcionistická neboli ochránářská politika představuje opak liberalismu. Existují zde různé státní zásahy skrze cla, kvóty, případně omezení podnikatelských subjektů s cílem ochránit domácí subjekty. Již v teoriích mezinárodních vztahů bylo zmíněno téma

nezralé ekonomiky nebo státu, který podporuje dočasné zavedení protekcionistických opatření. (Civín,2018)

Oba tyto směry představují spíše krajní teoretická východiska, v reálném světě existuje spíše kombinace obou směrů, protože otevřený obchod je většinou doplněn o různá celní opatření, politické boje mocností nebo podporou domácích producentů.

### Nástroje obchodní politiky

Nástroje lze dělit podle několika hledisek, například podle obchodně – právního hlediska:

- Nástroje autonomní
- Nástroje smluvní

Autonomní nástroje vycházejí ze zájmu samotných států a představují jednostranné rozhodnutí státu, které je nutné respektovat. Jedná se o již uzavřené smlouvy či dohody, zejména smlouvy uzavřené skrze WTO. Tyto nástroje mohou na jedné straně podporovat export, pak lze mluvit o aktivních nástrojích, nebo na druhé straně ochránit domácí producenty, pak jde o pasivní prostředky. Tyto dva prostředky budou dále rozebrány dle jiných hledisek. (Mulačová, 2013)

Smluvní nástroje představují dvoustranný nebo vícestranný právní úkon. Jedná se o obchodní dohody, platební dohody nebo jiné specifické obchodní smlouvy. Uzavírají se v podobě bilaterálních či multilaterálních dohod mezi státy. (Mulačová, 2013)

Nástroje lze dále členit dle účelu, ke kterému mají přispívat na:

- Pasivní nástroje obchodní politiky
- Aktivní nástroje obchodní politiky

Pasivní nástroje mají za cíl ochránit vnitřní trh pomocí omezení dovozu zahraničních výrobků na domácí trh a tím pozitivně ovlivnit vývoj platební bilance.

Nejvýznamnějším prostředkem je clo, které představuje tarifní prostředek státu. Jedná se o přírůžku k ceně zboží dováženého na místní trh, která je příjmem státního rozpočtu. V mezinárodním obchodě se nejčastěji setkáváme právě s cly ochrannářskými, v takovém případě mluvíme o dovozních clech. Dle stanovení částky cla lze dělit na specifická, valorická či smíšená. (Kubišta, 1999)

Mezi další pasivní nástroje lze zařadit kvantitativní restriktce založené na množstevním omezení. Dále jsou zde licenční řízení, devizové restriktce, technická,

sanitární a hygienická opatření, v krajním případě dokonce zákaz dovozu zboží. (Kubišta, 1999)

Aktivní nástroje podporují export či import země. V případě podpory domácích producentů a jejich exportu lze využít vývozní subvence, které souvisejí s finanční podporou ze strany státu na export zboží. Státem garantované úvěry, pojištění vývozu nebo daňové zvýhodnění má za cíl zvýšit konkurenceschopnost domácích exportérů na mezinárodních trzích. (Mulačová, 2013)

Dalším hlediskem dělení je podle funkce na:

- Tarifní nástroje
- Netarifní nástroje

Do tarifních nástrojů patří například clo, součástí netarifních nástrojů jsou všechny výše zmíněné překážky s výjimkou cla. (Mulačová, 2013)

#### Mezinárodní obchodní smlouvy

Smlouva jako dvoustranný či vícestranný právní úkon nesmí být v rozporu s WTO, z tohoto důvodu WTO dokonce připravila základní typy smluv pro mezinárodní obchod pro zjednodušení i následnou kontrolu. Mezi významné součásti smluv na mezinárodních trzích patří tzv. doložky.

Doložka nejvyšších výhod představuje alfu a omegu smluv na mezinárodní úrovni. Tato doložka ve smlouvě určuje, že jedna země poskytne té druhé veškeré výhody, které kdy poskytla jakékoliv jiné zemi. Tím se omezí diskriminace a nerovnost například na cla či kvóty.

Reciproční doložka zajišťuje rovnocenná práva a povinnosti všem právnickým osobám a jiným subjektům druhého státu.

Paritní doložka zajišťuje stejné výhody zahraničním subjektům, které mají domácí subjekty. (Beneš, 2004)

### 3.4 Gravitační model zahraničního obchodu

Využitím Newtonovské teorie o přitažlivosti – gravitaci, závisující na velikosti objektů nebo jejich vzájemné vzdálenosti od sebe, docházelo od 60. let 20. století k formulaci základních teoretických východisek gravitačních modelů a jejich využití skrze zahraniční obchod pomocí ekonometrického modelování. Mezi významné autory zabývající se touto teorií patří například Tinbergen (1962) nebo Linnemann (1966). (Bubáková, 2013)

Tinbergen jako první aplikoval Newtonovu teorii na zahraniční obchod, podle které objem obchodních toků mezi dvěma zeměmi je přímo závislý na jejich velikosti vyjádřené skrze ekonomickou sílu (většinou HDP) a nepřímo ovlivněný vzdáleností reprezentovanou vzdáleností mezi ekonomickými centry zemí. V nejjednodušší formě stanovil rovnici do následující podoby:

$$E_{ij} = \alpha_0 Y_i^{\alpha_1} Y_j^{\alpha_2} D_{ij}^{-\alpha_3} \quad (3.1)$$

Kde:

- $E_{ij}$  – objem exportu země  $i$  do země  $j$
- $Y_i$  – HDP země  $i$
- $Y_j$  – HDP země  $j$
- $D_{ij}$  – vzdálenost mezi oběma zeměmi (Tinbergen, 1962)

Pro přesnější formulaci vztahů s využitím gravitační konstanty Tinberger stanovil následovně:

$$F_{ij} = G * Y_i^{\alpha_1} Y_j^{\alpha_2} / D_{ij}^{-\alpha_3} \quad (3.2)$$

Kde:

- $F_{ij}$  – obchodní tok mezi ekonomikami  $i$  a  $j$
- $G$  – gravitační konstanta

Další významné rozšíření teoretických základů model získával koncem 70. let díky autorům Anderson, Bergstrand či Helpman a Krugman. Například Anderson (1979) ve svém díle model popisuje jako nejuspěšnější empirický prostředek pro analýzu mezinárodního obchodu za posledních 25 let. Jakožto datová základna byla na počátku využívána průřezová data, která ovšem kvůli problémům s endogenitou dat a vypovídající schopností výsledných dat nahradila na počátku 21. století panelová data. (Bubáková, 2013)

### 3.4.1 Vybraný přehled formulací autorů a jejich přístupu ke gravitačnímu modelu

Postupem času docházelo k ústupu od původní myšlenky, kdy vzájemný obchod mezi dvěma zeměmi je funkcí hrubého domácího produktu obou zemí a jejich vzájemné vzdálenosti, k postupnému rozšiřování skrze proměnné.

Andersonova práce z roku 1979 rozšířila model o proměnnou počet obyvatel obou zemí do následující podoby:

$$M_{ijk} = \alpha_k Y_i^{\beta k} Y_j^{\gamma k} N_i^{\delta k} N_j^{\epsilon k} D_{ij}^{\mu k} u_{ijk} \quad (3.3)$$

Kde:

- $M_{ijk}$  – dolarový tok veličiny  $k$  ze země  $i$  do země  $j$
- $Y_i$  a  $Y_j$ -HDP v zemi  $i$  a  $j$
- $N_i$  a  $N_j$ -velikost populace v zemi  $i$  a  $j$
- $D_{ij}$ -vzdálenost mezi zkoumanými subjekty  $i$  a  $j$
- $u_{ijk}$ -náhodná složka. (Anderson James. E, 1979)

Baier a Bergstrand (2001) rozšířili model do jednoho z nejčastěji používaných gravitačních modelů skrze využití tzv. dummy proměnné, které přes 0 a 1 buď potvrzují nebo vylučují přítomnost jevu, kterým může být například společná hranice, vzájemné obchodní dohody nebo geografická podobnost. (Baier, Bergstrand, 2004)

Konkrétní využití modelu pomocí dummy proměnných provedli v 2004 Zahniser, Pick, Pompelli a Gehlhar, kteří si stanovili za cíl modelově prozkoumat změny zemědělského vývozu do zemí USA, které jsou členy NAFTA. Zároveň vytvořili model, pomocí něhož identifikovali změny v obchodě na úrovni jednotlivých komodit. (Bubáková, 2013)

Mnoho autorů zároveň využívalo model pro ověření správnosti dat a ekonometrických postupů. Jejich výstupy zdůrazňují zejména nutnost správné práce s panelovými daty, problematikou heterogenity se v roce 2009 zabýval Stack. Wang, Wei, Liu (2010) pracovali na rozšíření gravitačního modelu o FDI (přímé zahraniční investice) a R&D (explicitní úprava technologie). Kromě toho se tito autoři zabývali problematikou endogenity mezi vysvětlujícími proměnnými a významností geografické vzdálenosti v modelech. (Bubáková, 2013)

### 3.4.2 Proměnné v gravitačních modelech

Proměnné v gravitačním modelu stejně jako v jakémkoliv jiném ekonometrickém modelu nejsou předem definovány, a vždy záleží na konkrétním ekonometrii, které

proměnné do svého modelu zařadí. Vysvětlovanou proměnnou představuje objem zahraničního obchodu – celkový obchodní tok z jedné země do druhé, případně lze tuto veličinu rozložit a zaměřit se zvlášť na export a import. Vysvětlující proměnné jsou již plně v kompetenci ekonometra, z výše popsaného vybraného historického kontextu je známo, že významnými proměnnými jsou nepochybně velikost obou zemí a vzdálenost. Další budou tvořeny významnými ukazateli souvisejícími se zahraničním obchodem jako jsou různé obchodní bariéry, náklady na přepravu, nebo rozdílnosti skrze kulturní i sociální sféry, případně institucionální bariéry. (Egger, 2002), (Cheng, Wall, 2005)

Rozdělením jednotlivých vysvětlujících proměnných se zabýval již Nilsson (2000), který je rozdělil do třech dílčích skupin:

- Proměnné zastupující celkovou potenciální nabídku exportující země
- Proměnné zastupující celkovou potenciální poptávku importující země
- Proměnné napomáhající či omezující obchod mezi zeměmi

První a druhá skupina související s potenciální nabídkou a poptávkou jsou přímo a jednoznačně reprezentovány makroekonomickými či geografickými ukazateli. Tyto ukazatele jsou kvantitativně vyjádřeny a tvoří významné ukazatele pro model, od jejichž podoby se v konečném důsledku odvíjí kvalita samotného modelu.

Egger a Pfaffemayr (2003) zařazují do první skupiny HDP a velikost populace exportující země, zatímco do druhé HDP a velikost populace importující země. Zde HDP jakožto makroekonomický ukazatel prezentující ekonomickou vyspělost země přímo úměrně ovlivňuje celkový objem obchodu obou zemí. U této pozitivní korelace existuje mezi různými autory shoda, svým výzkumem jí potvrzuje například Shepherd (2012). Oproti tomu proměnná populace způsobuje mezi autory diskusi. Celkový počet obyvatel představuje významnou složku poptávky po zahraničním obchodě. Oguledo a MacPhee (1994) polemizují nad kladným koeficientem v modelu, neboť vysoká populace společně s vyšší úrovní HDP dává možnost diferenciaci výroby, která může být následně použita na export. Druhá skupina autorů předpokládá opačný efekt, neboť ekonomická síla společně s vysokou populací zajistí kvalitní domácí trh, který dokáže být samostatný, a tím se snižuje potřeba zahraničního obchodu. Ukazatel populace lze přetransformovat na ukazatel HDP na obyvatele, který podle některých autorů lépe ukazuje na kupní sílu obyvatelstva.

Třetí skupina ukazatelů již nepředstavuje pouze kvantitativní ukazatele, ale převažují kvalitativní, vyjádřené skrze tzv. dummy proměnné. Významnou proměnnou zde

tvorí geografická vzdálenost zemí, která se objevuje již v ranné historické fázi gravitačního modelu. Tento ukazatel lze kvantifikovat jako nepřímo úměrný, neboť s rostoucí vzdáleností rostou i přepravní náklady, které tvoří obchodní bariéru. Třetí skupina představuje široké spektrum ukazatelů, které lze do modelu zařadit. Do výčtu lze zařadit společné hranice jako pozitivní korelaci společně s jazykovou podobností nebo náboženstvím. Překážky a tím vytváření negativní korelace představují různé celní sazby, kvóty či nestabilní politická situace. Samotnou skupinu zde tvoří obchodní či preferenční dohody, členství v mezinárodních organizacích nebo volatilita směnných kurzů. (Bubáková, 2013)

Pro lepší přehlednost a následné využití v analytické části je níže sestavena Tabulka 3.

**Tabulka 3: Přehled významných proměnných modelu**

<u>Proměnná</u>	<u>Ukazatel</u>	<u>Druh proměnné</u>	<u>Předpoklad působení v modelu</u>
Obchodní tok	Kvantitativní	Vysvětlovaná	+
Export	Kvantitativní	Vysvětlovaná	+
Import	Kvantitativní	Vysvětlovaná	+
HDP exportující země	Kvantitativní	Vysvětlující	+
HDP importující země	Kvantitativní	Vysvětlující	+
Populace exportní země	Kvantitativní	Vysvětlující	+ nebo -
Populace importní země	Kvantitativní	Vysvětlující	+ nebo -
Geografická vzdálenost	Kvantitativní	Vysvětlující	-
Společná hranice	Kvalitativní/dummy	Vysvětlující	+
Jazyková podobnost	Kvalitativní/dummy	Vysvětlující	+
Náboženská podobnost	Kvalitativní/dummy	Vysvětlující	+
Celní sazby a kvóty	Kvalitativní/dummy	Vysvětlující	-
Politická situace	Kvalitativní/dummy	Vysvětlující	+
Obchodní dohody	Kvalitativní/dummy	Vysvětlující	+
Členství v MO	Kvalitativní/dummy	Vysvětlující	+
Směnné kurzy	kvantitativní	Vysvětlující	+

Zdroj: Vlastní zpracování dle Bubáková 2013



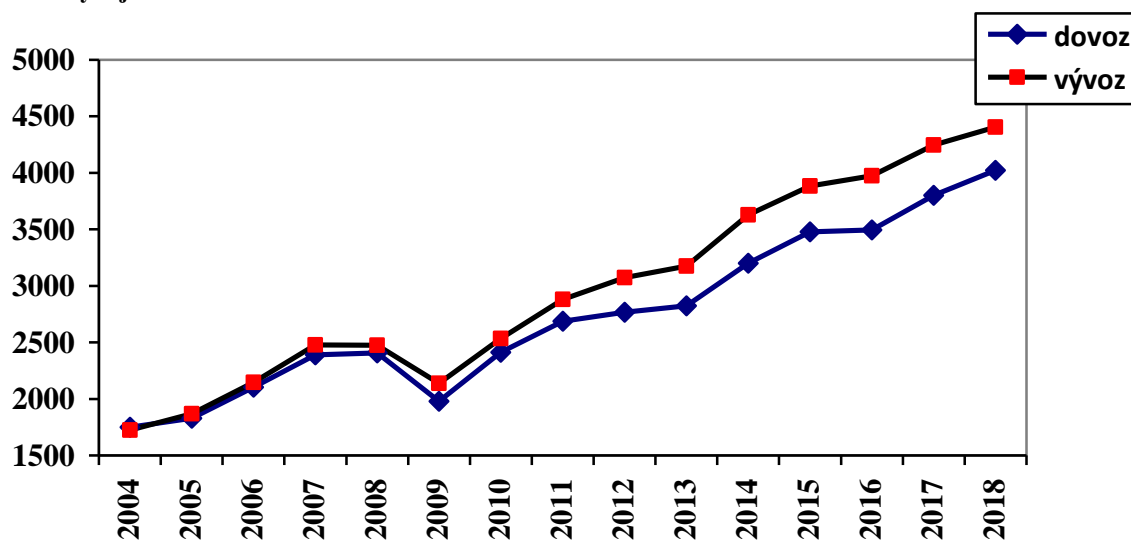
## 4 Vlastní práce

Praktická část práce bude rozdělena do dvou logicky uspořádaných celků. V první části bude stručně analyzován zahraniční obchod České republiky se zaměřením na export a import, komoditní a teritoriální strukturu. Na základě zjištěných poznatků bude sestaven a aplikován gravitační model, který bude obsahem druhé části empirické práce. Zde dojde k vytvoření dvou ekonometrických modelů pro export a import zvlášť, které budou následně podrobeny ekonometrické analýze, jak je popsáno v metodické části.

### 4.1 Analýza zahraničního obchodu České republiky

Českou republiku lze charakterizovat jakou malou otevřenou ekonomikou, ve které zahraniční obchod hraje významnou roli. Hodnota HDP v ČR je z více jak 70 % tvořena právě objemem obchodních transakcí v mezinárodním obchodě. Tato skutečnost je dána výhodnou strategickou polohou země, která se nachází v srdci Evropy. Svou strategickou polohou patří mezi významné tranzitní země, neboť zejména v pozemní dopravě představuje vyhledávanou spojnicí mezi východní a zejména vyspělejší západní Evropou. Mezi další výhody pozitivně ovlivňující zahraniční obchod patří rozvinutý průmysl, který představuje významnou složku výsledné bilance zahraničního obchodu, a také levná pracovní síla, která je ale v poslední době silně ovlivněna migrací z východních zemí, zejména ze zemí bývalých SNS. Tento trend je dán exponenciálním růstem pracovníků z ciziny, jenž i přes současnou covidovou situaci predikuje stále zvyšující poměr těchto pracovníků, který dle dat z ministerstva vnitra přiřazuje až 17 % všech pracovníků v ČR zahraničním pracovníkům, z nichž největší zastoupení mají pracovníci z Ukrajiny. Další významné zastoupení z východní Evropy představuje Rusko nebo Polsko. (Svatoš, 2009), (businessinfo, 2021)

Graf 1: Vývoj obchodní bilance ČR v letech 2004–2018 v mil. Kč



Zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ

Významný milník pro zahraniční obchod představuje vstup země do EU. Z Graf 1 je patrný dynamický růst objemu zahraničního obchodu. Pokles kolem roku 2009 byl způsoben světovou finanční krizí, která od roku 2007 postupně přešla na globální krizi s vrcholem v roce 2009. V době vzniku samostatné České republiky byla typická záporná salda zahraničního obchodu, ovšem se vstupem země do Evropské unie došlo k přeorientování na aktivní bilanci zahraničního obchodu a jejímu dynamickému růstu patrnému z Graf 1. Na základě těchto skutečností lze usuzovat, že pro zemi je velmi významný právě vývoz za hranice. Z grafu jsou patrné „rozevírající se nůžky“ mezi těmito dvěma oblastmi zahraničního obchodu.

**Tabulka 4: Indexy obchodní bilance ČR**

Rok	EXPORT			IMPORT		
	Hodnota	Báz.index	Řet.index	Hodnota	Báz.index	Řet.index
2004	1723	100 %	-	1749	100%	-
2005	1869	109%	109%	1830	105%	105%
2006	2145	125%	115%	2105	120%	115%
2007	2479	144%	116%	2391	137%	114%
2008	2474	144%	99,8%	2406	138%	101%
2009	2139	124%	87%	1979	113%	82%
2010	2533	147%	118%	2412	138%	122%
2011	2879	167%	114%	2688	165%	111%
2012	3073	178%	107%	2767	158%	103%
2013	3174	184%	103%	2823	161%	102%
2014	3629	211%	114%	3200	183%	113%
2015	3883	225%	107%	3477	199%	109%
2016	3974	231%	102%	3495	200%	101%
2017	4245	246%	107%	3801	217%	109%
2018	4404	256%	104%	4023	230%	106%

Zdroj: Vlastní zpracování

V Tabulka 4 lze vidět vypočtené bazické a řetězové indexy ve zkoumaném období, kde jako báze pro stejnojmenný index je použit rok 2004. Z vypočtených hodnot je patrný rostoucí trend pro export i import.

Export ve sledovaném období vzrostl o 156 %. V období finanční krize došlo k poklesu vývozu, v roce 2009 klesla hodnota o 13 procentních bodů oproti předchozímu roku. Zároveň je ale nutné zmínit skutečnost, že i přes významný vliv této krize celková hodnota exportu byla o ¼ vyšší než na začátku sledovaného období. Rok 2010 vykazuje nejvyšší meziroční procentuální růst hodnot, tato skutečnost ukazuje na rychlou obnovu mezinárodního obchodu do stavu před krizí. Průměrný meziroční nárůst v tomto období dosahuje hodnoty 107 %. Medián souboru je rovněž hodnota 107 %.

Import dosáhl maximálního růstu o 130 % za sledované období. Během finanční krize došlo k významnému meziročnímu poklesu o 19 procentních bodů mezi roky 2008 a 2009, i přes tento fakt je bazická hodnota v roce 2009 na čísle 113 %. Nejvyšší procentuální meziroční růst je v roce 2010, tato skutečnost opět souvisí s finanční krizí, a

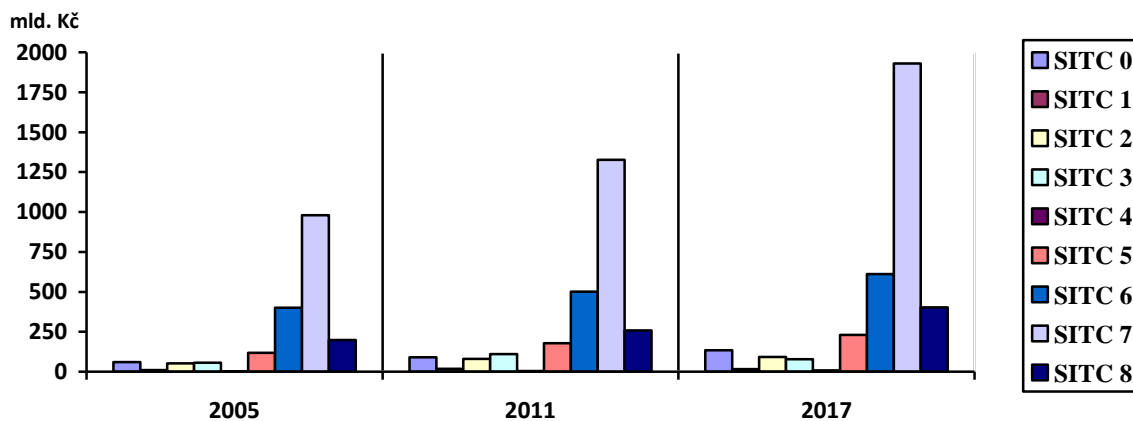
to jejím koncem. Hodnota 122 % ukazuje na rychlou obnovu na mezinárodním poli. Průměrný meziroční růst je 106,6 %, zároveň medián je na hodnotě 107,5 %.

#### 4.1.1 Komoditní struktura ČR

Česká republika nepochybně patří mezi vysoce průmyslové země, tato skutečnost se odráží i na struktuře komodit obchodovanými v rámci zahraničního obchodu. Dominantní postavení v rámci exportu zaujímají 3 skupiny, které tvoří více jak 70 % českého exportu. Patří sem kategorie SITC 7 – stroje a dopravní prostředky, která je silně zastoupena silničními vozidly a jejich díly, dále stroje a zařízení průmyslového zaměření a telekomunikační zařízení. Dále kategorie SITC 6 – výrobky zpracovatelské dle materiálu, v této skupině převažují kovové výrobky, produkty ze železa, oceli nebo papíru. Poslední skupina patří do kategorie SITC 8 – průmyslově zpracovatelské výrobky, prim zde hrají přístroje vodící elektrickou energii, žárovky a baterie. V rámci importního zaměření převažují stejné 3 výše zmíněné skupiny. Významnou položku kategorie 7 představují mezivstupy pro silniční vozidla. Další podstatnou kategorií jsou chemikálie – SITC 5, zastupující z velké části farmaceutické výrobky a jiné chemické prostředky. SITC 3 – minerální paliva a maziva jsou zastoupeny především dovozem ropy a zemního plynu. (MPO, 2019)

Komoditní struktura v oblasti služeb je rovněž rozmanitá. Dlouhodobě kladné saldo převažuje u služeb cestovního ruchu, v oblasti dopravy a služeb spojených se zpracováním zboží. Záporné saldo je specifické u pojišťovacích služeb a jiných finančních produktů. Tato skutečnost je dána vysokým procentem zahraničních subjektů operujících na českém trhu v dané oblasti.

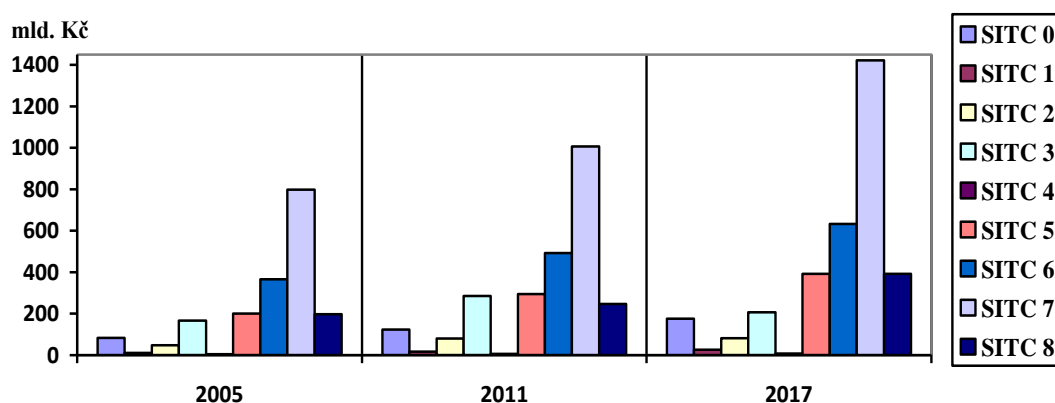
Graf 2: Vývoj SITC kategorií pro vývoz



Zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ

V Graf 2 lze vidět vývoj jednotlivých statistických kategorií ve 3 sledovaných obdobích. Z grafu je patrná silná specializace na silné skupiny SITC 5,6,7,8, z nichž stroje a dopravní prostředky významně převažují a neustále rostou. V kategorii strojů a dopravních prostředků ve sledovaném období 2005-2017 došlo k nárůstu o 97 %. Výrobky zpracovatelského průmyslu vzrostly o 53 %, chemikálie vzrostly o 95 %. Z ostatních zastoupených skupin je výrazný růst u kategorie SITC 0 – potraviny a živá zvířata, zde došlo k nárůstu o 121 %. Tato poslední skupina vykazuje nejvyšší nárůst ve sledovaném období.

**Graf 3: Vývoj SITC kategorií pro dovoz**



Zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ

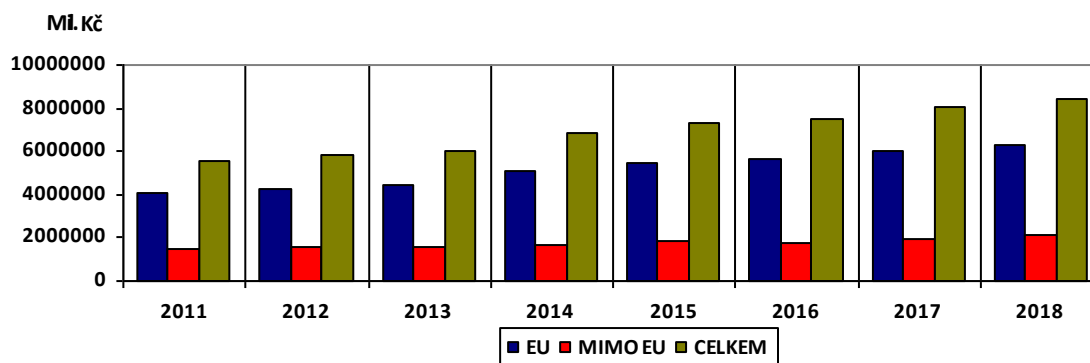
Vývoj dovozu dle kategorií SITC v Graf 3 ukazuje na dynamicky rostoucí tendenci jednotlivých pozorovaných skupin. Významné skupiny představují SITC 3,5,6,7 a 8. Nelze ovšem opomenout potraviny a živá zvířata ze skupiny 0, u kterých došlo k růstu 112 %. Stroje a dopravní prostředky za sledované období zaznamenaly nárůst o 78 %. 73% nárůst zaznamenala skupina 6, kategorie SITC 5 zaznamenala nárůst o 96 % a výrobky zpracovatelského průmyslu vzrostly o 98 %.

#### 4.1.2 Teritoriální struktura ČR

Dominantní postavení v teritoriálním zaměření představují země nacházející se v Evropě. Z nichž více jak 80 % obratu zahraničního obchodu představují země EU, což lze vidět i na následujícím vývojovém grafu. Již historicky patřily mezi důležité obchodní partnery sousední země, z nichž vysoké procento tvořily zejména Německo a Slovensko. Z hlediska exportního zaměření převažuje naprostá dominance na evropský kontinent, z něhož je pozitivní bilance obchodu významná u Německa jakožto hlavního obchodního partnera. Naopak výraznou negativní bilanci lze identifikovat u Ruska nebo Číny a

ostatních východoasijských zemí, jejichž význam ovšem postupem času s pozitivním vlivem EU nepatrně klesá. Obecně lze charakterizovat teritoriální strukturu ČR jako méně diverzifikovanou se silným zaměřením na sousední země. (Svatoš, 2009) Poměrné zastoupení jednotlivých teritoriálních celků lze vidět na Graf 4.

**Graf 4: Vývoj MO dle teritorií**



Zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ

Mezi hlavní exportní země patří Německo, které tvoří bezmála 30 % obratu. Další významné země tvoří Slovensko, Polsko nebo Francie. Významnými dovozovými partnery jsou Německo, Čína, Polsko a Rusko. V následující Tabulka 5 lze vidět seznam nejdůležitějších obchodních partnerů České republiky dle průměrného % obratu za zkoumané období 2004-2018, kteří tvoří v průměru přes 90 % obratu zahraničního obchodu České republiky. Na základě dat z Příloha 1, která je zároveň datovou základnou pro Tabulka 5, lze potvrdit silnou závislost na sousedních zemích, které tvoří 47 % celkového obratu všech níže zmíněných zemí. Tato skutečnost potvrzuje výše zmíněnou nízkou diferenciaci se silným vlivem sousedních zemí. Takto silný vliv může mít negativní dopad na zahraniční politiku v situaci, kdy ekonomika například v Německu bude stagnovat nebo bude v recesi, jak tomu bylo během finanční krize v letech 2008 až 2009. (ČSÚ-zahraněční obchod ČR v letech)

**Tabulka 5: Nejvýznamnější partneři v exportu a importu v letech 2004-2018**

Německo – 29,5 %	Nizozemsko – 3,3 %	Korejská republika – 1 %
Čína – 5,7 %	Maďarsko – 2,6 %	Švýcarsko – 1,3 %
Polsko – 6,4 %	Ruská federace – 3,4 %	Japonsko – 1,3 %
Slovensko – 7 %	Španělsko – 2,2 %	Turecko – 0,9 %
Francie – 4,4 %	Spojené státy – 2,2 %	Dánsko – 0,8 %
Itálie – 4,2 %	Belgie – 2,1 %	Irsko – 0,5 %
Rakousko – 4 %	Rumunsko – 1,1 %	Ukrajina – 0,7 %

Spojené Království – 3,7 %	Švédsko – 1,3 %	Slovinsko – 0,5 %
----------------------------	-----------------	-------------------

Zdroj: Vlastní zpracování dle ČSÚ

Ministerstvo průmyslu a obchodu na základě exportní strategie identifikuje strategicky významné exportní země s vysokým potenciálem pro tuzemské exportéry, mezi tyto země patří například Brazílie, Irák, Indie, Kazachstán nebo Mexiko. Takto stanovené priority by měli vést k větší diverzifikaci v rámci teritoriální struktury České republiky.

V Příloha 2 jsou vypočteny meziroční změny obratu zahraničního obchodu s významnými partnery. V první řadě lze identifikovat negativní vliv v roce 2009 způsobený krizí, kdy došlo k meziročnímu významnému poklesu se všemi partnery s výjimkou Korejské republiky a Turecka. Nejvyšší ztráty dosáhla Česká republika s Německem, Ruskem, Slovenskem a Polskem. Naopak relativně nižší hodnota ztráty je vykázána u Číny. Celková meziroční suma s těmito zeměmi dosáhla v tomto roce záporné hodnoty 698 002 mil. Kč. Z dat je patrný návrat do hodnot před krizí ihned v následujícím roce 2010, kdy celková suma meziročního obratu dosáhla 714 830 mil. Kč, přesto si lze všimnout následného meziročního poklesu celkové hodnoty obchodu v letech 2010 až 2013.

Pokud z analýzy budou vynechány roky 2008 a 2009, lze z vypočtených indexů v Příloha 2 vnímat permanentní rostoucí tendenci s Německem, Polskem, Rakouskem a také Rumunskem. Naopak kolísavý trend je patrný u Ruska, Japonska a Slovenska. Zde zejména u Ruské federace může být tato skutečnost způsobena vrtkavými politickými vztahy a zároveň jejich absencí v mezinárodních organizacích.

## 4.2 Gravitační model zahraničního obchodu České republiky

Předmětem ekonometrického modelování zahraničního obchodu v této práci je identifikace významných proměnných působících na export a import s využitím tzv. gravitačního modelu. Vzhledem k tématu dojde k sestavení dvou různých gravitačních modelů – jeden pro export a druhý pro import. Tyto modely jsou následně modelovány v souladu se stanovenými postupy v rámci ekonometrické teorie. Datovou základnu tvoří panelová data, která obsahují průřezová data exportu a importu se 24 nejvýznamnějšími obchodními partnery, vycházející z teritoriální analýzy České republiky ve sledovaném období – rok 2004–2018 s roční periodicitou, soubor obsahuje 360 pozorování, 24 průřezových jednotek s délkou časové řady 15 let a 3240 daty.

Vysvětlovanou proměnnou je celkový export, resp. import zboží dle mezinárodní klasifikace SITC.

Hlavní vysvětlující proměnné, které vychází z výše uvedené empirické teorie, tvoří hrubý domácí produkt jednotlivých ekonomik, druhou významnou proměnnou představuje velikost populace jednotlivých zemí a třetí proměnnou je geografická vzdálenost mezi ekonomickými centry zemí. Hodnota této proměnné bude vycházet ze vzdušné vzdálenosti mezi hlavními městy, tj. Prahou a dalšími městy.

Vedlejší vysvětlující proměnné jsou ve formě dummy proměnných. Tyto proměnné jsou vybrány na základě znalostí dané problematiky, která vychází z literární rešerše uvedené výše. První proměnnou představují společné hranice obou států. Tato proměnná je považována za významnou, s očekávaným efektem na model. Další proměnnou představuje členství v OECD, kdy význam této mezivládní organizace na zahraniční obchod je nezpochybnitelný. Poslední zařazenou proměnnou je členství v regionálním uskupení Visegrádské čtyřky, tato proměnná je zařazena na základě množství a vývoje obchodu mezi Českou republikou a danými zeměmi tohoto uskupení.

Vzhledem k povaze dat, které mají podobu panelu, je nutné zvolit vhodné nástroje. Odhad parametrů u panelu lze provádět dvěma různými způsoby dle charakteru proměnných:

- panelový model s fixními efekty
- panelový model s náhodnými efekty

Hlavním podstatným rozdílem mezi těmito dvěma odhadovými metodami je přístup k umělým proměnným. Model fixních efektů využívá k modelování individuálních vlivů umělé proměnné a celý model se skládá z velkého počtu vysvětlujících proměnných. Naproti tomu model náhodných efektů přímo nezahrnuje umělé proměnné, ale spojuje je s náhodnou složkou. Doporučení o použití jednoho či druhého modelu se provádí pomocí panelové diagnostiky, konkrétně pomocí Hausmanova testu. (Cipra, 2013)

#### **4.2.1 Teoretické vymezení**

Jednorovnicový nelineární mocninný model zkoumá export, resp. import v rámci České republiky na panelových datech v období 2004-2018, jehož hodnoty jsou ovlivněny hrubým domácím produktem dané země, hrubým domácím produktem vybraných významných obchodních partnerů, velikostí populace dané země, velikostí populace



obchodních partnerů, vzdáleností mezi ekonomickými centry zemí, společnými hranicemi, členstvím v OECD a členstvím v seskupení Visegrádské čtyřky. Předpoklady modelu jsou následující:

**Hrubý domácí produkt (GDP z anglického Gross Domestic Product) na osobu v paritě kupní síly** jedné či druhé ekonomiky pozitivně působí na celkový objem exportu či importu. Tento předpoklad vychází ze základních makroekonomických vztahů mezi ukazateli, a proto se očekává přímá úměra mezi proměnnými. Pro potřeby této práce byl zvolen upravený ukazatel na jednoho obyvatele, protože z hlediska mezinárodního srovnávání představuje lepší vypovídající hodnotu. Když se zvýší HDP země i nebo j, zvýší se objem exportu či importu.

**Velikost populace (population)** exportní či importní země působí pozitivně či negativně na celkový objem exportu či importu. Zde nelze jednoznačně určit vliv působení proměnných, protože zde hraje roli několik dalších faktorů, ze kterých by se muselo vycházet. Když se zvýší/sníží počet obyvatel země i nebo j, zvýší/sníží se objem exportu či importu. I přes tento nejednoznačný vliv působení má proměnná z hlediska teoretických předpokladů s ohledem na cíle diplomové práce svůj význam.

**Vzdálenost (distance)** mezi ekonomickými centry zemí. Předpokládá se negativní vztah mezi proměnnými, neboť rostoucí vzdálenost zvyšuje transakční náklady, což není žádoucí jev. Když se zvýší vzdálenost mezi centry, sníží se objem exportu či importu.

**Společné hranice (border)** mezi zeměmi vykazují pozitivní vztah na proměnnou export či import. Zde hlavní myšlenka souvisí s výše uvedeným bodem. Tato proměnná bude nabývat hodnoty 1 v případě společných hranic a hodnoty 0 v opačné situaci. Pokud jsou mezi zeměmi společné hranice, poroste objem exportu či importu.

**Členství v OECD** pozitivně působí na přeshraniční obchod, čímž se očekává přímá úměrnost mezi dvěma proměnnými. Opět jde o dummy proměnnou, kdy v případě členství země nabývá hodnoty 1, v opačném případě 0. Pokud jsou země členem OECD, předpokládá se růst objemu exportu či importu.

**Členství v rámci Visegrádské čtyřky** pozitivně ovlivní export či import. Proměnná nabývá hodnoty 1 v případě členství, v opačné situaci má hodnotu 0. Pokud je země členem Visegrádské čtyřky, poroste objem exportu či importu.

V Tabulka 6 je provedena souhrnná podrobná deklaráce proměnných.

**Tabulka 6: Deklarace proměnných**

Název proměnné	Typ proměnné	Jednotka	Zkratka_Gretl
Objem exportu	Endogenní	Tis. Kč.	export
Objem importu	Exogenní	Tis. Kč.	import
Jednotkový vektor	Exogenní	-	const
HDP na obyv. zem. I	Exogenní	Dolar	HDPcr
HDP na obyv. zem. J	Exogenní	Dolar	HDP
Vzdálenost zem. I a J	Exogenní	km	DISTANCW
Velikost populace zem. I	Exogenní	Tis. obyv.	POPcr
Velikost populace zem. J	Exogenní	Tis. obyv.	POP
Společné hranice	Dummy	-	BORDER
Členství v OECD	Dummy	-	MOECD
Visegrádská čtyřka	Dummy	-	V4
Náhodná složka	stochastická	-	-

Zdroj: Vlastní zpracování

#### 4.2.2 Gravitační model pro import

##### Tvorba ekonomického modelu

$$y_{ijt} = fce(x_{0t}; x_{1it}; x_{2jt}; x_{3it}; x_{4ij}; x_{5ij}; x_{6ij}; x_{7ij}; x_{8ij})$$

##### Tvorba ekonometrického modelu

$$\beta_1 y_{ijt} = \gamma_0 * x_{1it}^{\gamma_1} * x_{2jt}^{\gamma_2} * x_{3it}^{\gamma_3} * x_{4ij}^{\gamma_4} * x_{5ij}^{\gamma_5} * x_{6ij}^{\gamma_6} * x_{7ij}^{\gamma_7} * x_{8ij}^{\gamma_8} * u_{ijt}$$

Výše zmíněný model nelze odhadnout metodou BMNČ, jelikož není lineární, proto je nutné model zlinearizovat pro další práci. Výsledný ekonometrický model je v této podobě:

$$\ln y_{ijt} = \ln \gamma_0 + \gamma_1 \ln x_{1it} + \gamma_2 \ln x_{2jt} + \gamma_3 \ln x_{3it} + \gamma_4 \ln x_{4ij} - \gamma_5 \ln x_{5ij} + \gamma_6 \ln x_{6ij} + \gamma_7 \ln x_{7ij} + \gamma_8 \ln x_{8ij} + \ln u_{ijt}$$

##### Deklarace proměnných

$y_{ijt}$  – objem importu (tis. Kč.)

$x_{0t}$  – jednotkový vektor

$x_{1it}$  – HDP na obyvatele v paritě kupní síly země I resp. ČR (dolar)

$x_{2jt}$  – HDP na obyvatele země J v paritě kupní síly (dolar)

$x_{3it}$  – velikost populace země I resp. ČR (tis. obyv.)

$x_{4ij}$  – velikost populace země J (tis. obyv.)

- $x_{5ij}$  – vzdálenost země I (ČR) a země J (km)
- $x_{6ij}$  – společné hranice zemí I a J
- $x_{7ij}$  – členství v OECD zemí I a J
- $x_{8ij}$  – členství ve Visegrádské čtyřce zemí I a J
- $u_{ijt}$  - náhodná složka

### Detekce multikolinearity

Před samotným odhadem jednotlivých parametrů je proveden test nepřítomnosti závislosti mezi nezávislými proměnnými. Tato závislost mezi nezávislými proměnnými bude ověřena nejdříve z párové korelační matice a následně pomocí VIF testu.

Párová korelační matice vykazuje vysokou korelaci mezi proměnnými HDP<sub>cr</sub> a POP<sub>cr</sub>, jak lze vidět v Příloha 3. Mezi ostatními proměnnými nebyla nežádoucí závislost detekována. Jedním z důvodů této závislosti může být přítomnost trendové složky neboli permanentní růst obou proměnných v čase, které jsou pro makroekonomické ukazatele typické. (HANČLOVÁ, 2012) Vzhledem k povaze proměnných, jejichž zařazení do modelu přímo vychází z ekonomické teorie, nelze vynechat jednu či druhou proměnnou. Zároveň v případě HDP<sub>cr</sub> jde o významnou proměnnou.

Následně bude proveden VIF test neboli Faktor změny variability, který je alternativou párové korelační matice pro vyhodnocení kolinearit viz Výstup 1.

#### Výstup 1: Import-VIF test

```
Faktory zvyšující rozptyl (VIF)
Minimální možná hodnota = 1.0
Hodnoty > 10.0 mohou indikovat problém kolinearit
```

1_HDP <sub>cr</sub>	9,207
1_HDP	1,861
1_POP <sub>cr</sub>	9,088
1_POP	2,734
1_DISTANCE	3,012
BORDER	2,072
OECD	1,664
V4	1,634

```
VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2), kde R(j) je vícečetný korelační koeficient
mezi proměnnou j a ostatními nezávisle proměnnými
```

Zdroj: Vlastní zpracování

Faktor zvyšující rozptyl vyloučil problém s kolinearitou, protože žádná z hodnot nepřesahuje číslo 10, proto je možné provést odhad jednotlivých parametrů.

## Odhad modelu

Vzhledem k funkčnímu tvaru byl model nejdříve logaritmicou transformací zlinearizován pro následnou aplikaci metody BMNČ. Následně je skrze panelovou diagnostiku použit Hausmannův test pro výběr mezi panelem s fixními nebo náhodnými efekty dle Výstup 2.

### Výstup 2: Hausmannův test pro import

```
Hausman test statistic:  
H = 60,6026 with p-value = prob(chi-square(8) > 60,6026) = 3,54981e-010  
(Nizká p-hodnota vypovídá proti nulové hypotéze, že model s náhodnými efekty  
je konzistentní, a ve prospěch alternativy pevných efektů.)
```

Zdroj: Vlastní zpracování

Výše zmíněný h-test doporučil odhad panelu náhodných efektů. Odhadnuté koeficienty, hodnoty směrodatných chyb a p-hodnoty jsou uvedeny v Tabulka 7.

**Tabulka 7: Model: Náhodné efekty, 360 pozorování, 24 průřezových jednotek, délka časové řady 15, závisle proměnná: l\_import**

	koeficient	směr. chyba	p-hodnota	
Const	65,6981	41,2654	0,1123	
l_HDPcr	0,929332	0,342166	0,0069	***
l_HDP	0,845911	0,0550185	3,80e-041	***
l_POPcr	-7,38393	4,81406	0,1260	
l_POP	0,634725	0,0235997	2,81e-087	***
l_DISTANCE	-0,476487	0,0356569	3,27e-033	***
BORDER	0,818535	0,0816168	5,57e-021	***
OECD	-1,28917	0,136420	4,94e-019	***
V4	0,757433	0,0816687	1,87e-018	***

Zdroj: Vlastní zpracování ze SW Gretl

Níže uvedený Výstup 3 zobrazuje vygenerovaná data systémem Gretl, tato data budou následně využita v další části práce.

### Výstup 3: Základní ukazatele pro model importu

Střední hodnota závisle proměnné	17,85714
Sm. odchylka závisle proměnné	1,018281
Součet čtverců reziduí	56,42102
Sm. chyba regrese	0,400928
Koeficient determinace	0,848431
Adjustovaný koeficient determinace	0,844976
F(8, 351)	245,5968
P-hodnota (F)	9,0e-139
Logaritmus věrohodnosti	-177,2307
Akaikovo kritérium	372,4614
Schwarzovo kritérium	407,4363
Hannan-Quinnovo kritérium	386,3681
rho (koeficient autokorelace)	0,088626
Durbin-Watsonova statistika	1,756843

Zdroj: Vlastní zpracování

Z Tabulka 7 již nyní lze usuzovat, že většina proměnných se jeví jako statisticky významná dle p-hodnoty a hvězdiček. Zároveň dle odhadnutých koeficientů lze přímo hodnotit směr působení jednotlivých proměnných dle stanovených předpokladů. Tato problematika bude následně rozebrána v ekonomické a statistické verifikaci modelu.

Dosazením odhadnutých koeficientů do modelu je získán model v podobě:

$$\ln y_{ijt} = 65,698 + 0,929 \ln x_{1it} + 0,846 \ln x_{2it} - 7,384 \ln x_{3it} + 0,635 \ln x_{4ijt} - 0,477 \ln x_{5ij} + 0,819 \ln x_{6ij} - 1,289 \ln x_{7ij} + 0,757 \ln x_{8ij} + \ln u_{ijt}$$

Zpětnou logaritmicizací lze dostat model do původní podoby, poté bude model v následující podobě:

$$y_{ijt} = 3,4 * 10^{28} * x_{1it}^{0,929} * x_{2it}^{0,846} * x_{3it}^{-7,384} * x_{4ijt}^{0,635} * x_{5ij}^{-0,477} * 0,819 x_{6ij}^{0,819} * x_{7ij}^{-1,289} * x_{8ij}^{0,757} * u_{ijt}$$

### Ekonomická verifikace modelu

Součástí ekonomické verifikace je provedení separované interpretace jednotlivých proměnných a posouzení intenzity jejich působení na vysvětlovanou proměnnou. Jednotlivé proměnné jsou interpretovány v % změnách.

$\gamma_0$ : Za předpokladu, že všechny ostatní vlivy budou nulové, dojde ke zvýšení českého importu o 65,70 %. Z hlediska směru působení je tento parametr reálný a je možné ho považovat za ověřený, neboť meziroční růst je žádoucí a s ohledem na datovou základnu správný, intenzita působení je nadhodnocená a z hlediska reálnosti nelze považovat za ověřenou.

$\gamma_1$ : Pokud se zvýší HDP ČR na obyvatele o 1 %, vzroste český import o 0,9 % za podmínky ceteris paribus. Směr působení parametru je v pořádku a odpovídá ekonomické teorii, zároveň intenzita působení je reálná.

$\gamma_2$ : Pokud se zvýší HDP zemí o 1 %, vzroste český import o 0,8 % za podmínky ceteris paribus. Parametr je z hlediska směru působení v souladu s ekonomickou teorií stejně jako intenzita působení.

$\gamma_3$ : Pokud populace ČR klesne o 1 %, vzroste hodnota importu ČR o 7,4 % za podmínky ceteris paribus. Směr působení parametru je v pořádku a je obhajitelný v ekonomické teorii, intenzita působení je reálná.

$\gamma_4$ : Pokud populace zemí vzroste o 1 %, hodnota českého importu se zvýší o 0,6 % za podmínky ceteris paribus. Směr působení je obhajitelný v ekonomické teorii a intenzita působení je reálná.

$\gamma_5$ : S klesající vzdáleností mezi ekonomickými centry zemí o 1 % dojde ke zvýšení českého importu o 0,48 % ceteris paribus. Parametr je v souladu s ekonomickou teorií a intenzita působení je reálná.

$\gamma_6$ : Společná hranice zemí má předpoklad zvýšit český import o 0,8 % oproti zemím bez společné hranice za podmínky ceteris paribus. Směr působení je v souladu s ekonomickou teorií a intenzita působení je reálná.

$\gamma_7$ : V případě, že jsou obchodní partneři členy OECD, je předpoklad poklesu českého importu o 1,3 % za podmínky ceteris paribus. U této proměnné není směr působení v souladu s ekonomickou teorií. Intenzita působení je reálná.

$\gamma_8$ : V případě, že jsou obchodní partneři členy Visegrádské čtyřky, import do ČR poroste o 0,8 % ceteris paribus. Směr působení odpovídá teoretickým předpokladům a intenzita působení je reálná.

Většina parametrů odpovídá stanoveným předpokladům v reálných poměrech. Proměnná populace nebyla dopředu jednoznačně definována, její zařazení do modelu má spíše teoretický základ než podložené empirické předpoklady, čemuž odpovídá její vliv. Hodnota konstanty vykazuje nereálné hodnoty. Vliv importu a populace ČR je nepřímě úměrný, v takovém případě růst importu do ČR i přes klesající populaci může způsobit změna struktury nákupního chování obyvatel ve sledovaném období. Naopak proměnná populace obchodních partnerů a importu ČR je přímo úměrná, zde je předpoklad že s růstem populace poroste i produktivita země, čímž poroste rovněž export k obchodním

partnerům. Z vypočtených koeficientů lze usuzovat, že největší vliv na vysvětlovanou proměnnou mají proměnné  $x_2$ ,  $x_3$  a  $x_7$ . Naopak nízký vliv má  $x_5$  a  $x_8$ .

### **Statistická verifikace**

Statistická část vyhodnocení modelu v sobě zahrnuje ověření významnosti jednotlivých parametrů, významnost celého modelu a procentuální shodu modelu s daty pomocí koeficientu determinace a jeho korigované verze.

Statistická významnost jednotlivých proměnných vychází ze stanovených hypotéz, u kterých se předpokládá platnost alternativní hypotézy, která například pro parametr  $\gamma_1$  je následující:

$H_0: \gamma_1 = 0$  tj. statisticky nevýznamný parametr

$H_1: \gamma_1 \neq 0$  tj. statisticky významný parametr

Na stanovené hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  jsou statisticky významné proměnné HDP<sub>cr</sub>, HDP, POP, DISTANCE, BORDER, OECD a V4. Tyto proměnné by splňovaly také přesněji stanovenou hladinu významnosti  $\alpha = 0,01$ . Proměnná konstanta a POP<sub>cr</sub> není statisticky významná na žádné hladině významnosti.

Významnost celého modelu opět očekává zamítnutí nulové hypotézy u provedeného F-testu, zde je stanovená hypotéza následující:

$H_0: \gamma_0 = \gamma_1 \dots \gamma_8 = 0$  tj. statisticky nevýznamný model

$H_1: \gamma_0 \neq 0 \vee \gamma_1 \neq 0 \dots \gamma_8 \neq 0$  tj. statisticky významný model

P-hodnota  $9,0e-139$  potvrzuje přijetí alternativní hypotézy o významnosti celého modelu.

Hodnota koeficientu determinace 0,848 udává, že variabilita endogenní proměnné je z 85 % vysvětlena variabilitou exogenních proměnných. Hodnota korigovaného koeficientu determinace 84 %.

Z výše provedených testů je patrná kvalita modelu s vypovídajícími schopnostmi. Stejně tak jednotlivé zahrnuté proměnné na základě svých významností ukazují na svou správnost při jejich zahrnutí do modelu.

### **Ekonometrická verifikace**

Součástí ekonometrické verifikace je testování 4 žádoucích či nežádoucích jevů modelu – multikolinearita, autokorelace reziduí, heteroskedasticita a normalita. Identifikace nežádoucí multikolinearity byla testována již před odhadem samotného modelu pomocí párové korelační matice a následného VIF testu.

Testování normality modelu lze vyhodnocovat pomocí grafických nástrojů a pomocí testů normality. Stanovená hypotéza je následující:

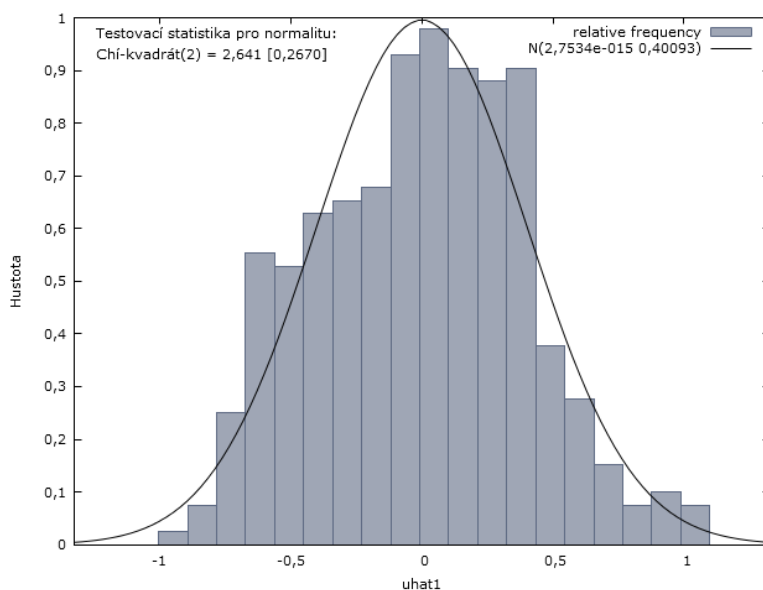
$H_0$ : výběrové rozdělení  $u_t$  pochází z normálního rozdělení

$H_1$ : výběrové rozdělení  $u_t$  nepochází z normálního rozdělení

Z grafických testů je použit pravděpodobnostní Q-Q graf v

Příloha 4. Z grafu je patrné normální rozdělení dle průběhu osy 45°. Přesnější test při stanovení hypotéz představuje  $\chi^2$  test dobré shody, který zobrazuje i grafické znázornění pro porovnání s Gaussovou křivkou na Schéma 1.

**Schéma 1: Normalita import**



Zdroj: Vlastní zpracování

Na výše uvedeném Schéma 1 je viditelné normální rozdělení, neboť data korespondují s Gaussovou křivkou. Tuto skutečnost potvrzuje i testová statistika na Výstup 4, jenž potvrdila přijetí nulové hypotézy o normálním rozdělení náhodných složek na základě porovnání p-hodnoty a  $\alpha = 0,05$ .

#### **Výstup 4: Testová statistika Chi kvadrát**

```
Test normality reziduí -  
Nulová hypotéza: chyby jsou normálně rozdělené  
Testovací statistika: Chi-kvadrát(2) = 2,64116  
s p-hodnotou = 0,266981
```

Zdroj: Vlastní zpracování

Na závěr je provedena ještě potvrzující série neparametrických testů, z nichž 3 ze 4 testů potvrzují přijetí nulové hypotézy. Zde pouze Shapiro – Wilkův W test tuto skutečnost



nepotvrdil a zamítl nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05, ovšem na hladině 0,01 tento test nulovou hypotézu přijal. Výsledné testy společně s p-hodnotou jsou uvedeny na následujícím Výstup 5.

#### Výstup 5: Testy normality pro import

```
Test normality uhat1
Doornik-Hansenův test = 2,64116, s p-hodnotou 0,266981
Shapiro-Wilkův W test = 0,990746, s p-hodnotou 0,0232261
Lillieforsův test = 0,0420136, s p-hodnotou ≈ 0,12
Test Jarque-Bery = 2,7638, s p-hodnotou 0,251101
```

Zdroj: Vlastní zpracování

Nepřítomnost autokorelace reziduí představuje nežádoucí závislost na svých zpožděných hodnotách. Stanovená hypotéza zní následovně:

$H_0$ :  $\rho=0$  autokorelace reziduí 1. řádu není významná

$H_1$ :  $\rho \neq 0$  autokorelace reziduí 1. řádu je významná

Tuto nežádoucí závislost lze vyhodnocovat pomocí grafických testů, Durbin – Watsonova testu a také modelováním reziduální složky jakožto autoregresního modelu.

Durbin – Watson test představuje testování autokorelace 1. řádu. P-hodnota D-W testu v porovnání s  $\alpha = 0,05$  potvrzuje přijetí nulové hypotézy o nepřítomnosti. Pro potvrzení hypotézy  $H_0$  bude provedeno modelování náhodné složky autoregresního modelu, kde hodnota parametru kolem 0 představuje neautokorelovatelnost a hodnoty  $> \pm 1$  pozitivní či negativní autokorelovatelnost. Výsledný autoregresní model je na Výstup 6. Hodnota regresního parametru 0,089 potvrzuje neautokorelovatelnost v původním modelu.

#### Výstup 6: Autoregresní model pro import

```
Model 4: Hromadné OLS, za použití 336 pozorování
Zahrnuto 24 průřezových jednotek
Délka časové řady = 14
Závisle proměnná: uhat1
```

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota
uhat1_1	0,0884065	0,0530078	1,668	0,0963 *

Zdroj: Vlastní zpracování

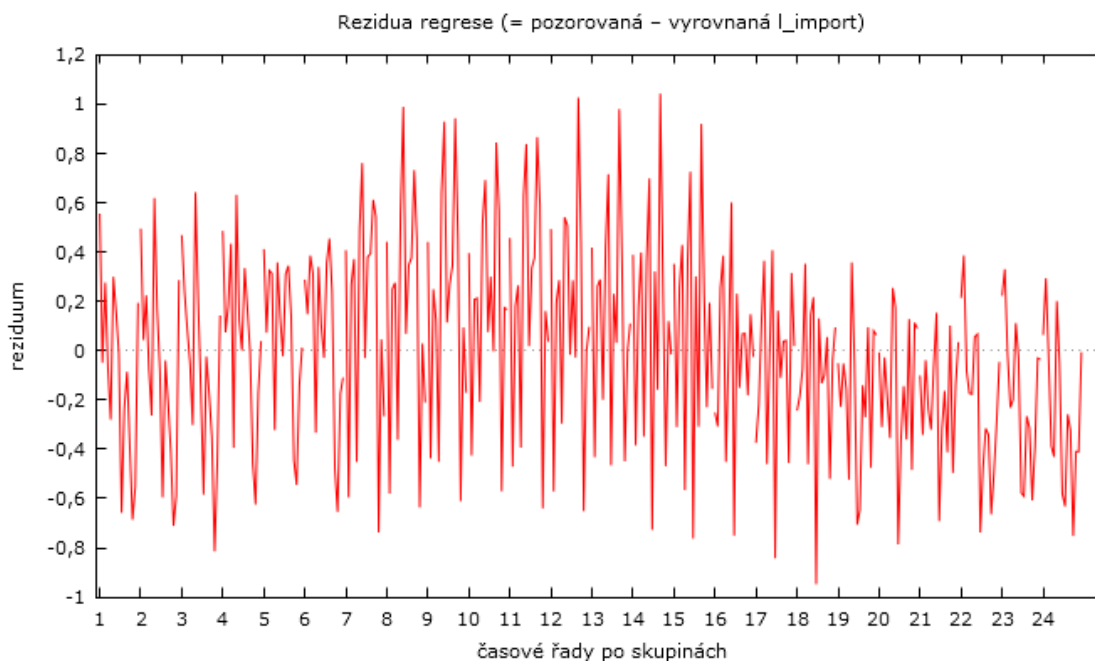
Heteroskedasticita představuje nežádoucí jev, v jehož důsledku rozptyl náhodné složky není konstantní a konečný v čase. V případě, že rozptyl vykazuje opačné charakteristiky, jedná se o požadovanou homoskedasticitu. Základní stanovená hypotéza je následující:

$H_0$ : v modelu není přítomná heteroskedasticita

$H_1$ : v modelu je přítomná heteroskedasticita

Z grafického vyobrazení daných reziduí lze vyhodnocovat, zda jsou rozptyly spíše homoskedastické či heteroskedastické, následně je ovšem nutné potvrzení odpovídajícím testem. Ze Schéma 2 níže je patrné, že rezidua určitých výkyvů dosahují, i když se nejedná o výrazně dramatické výkyvy.

**Schéma 2: Graf reziduí pro import**



Zdroj: Vlastní zpracování

Pro výsledné vyhodnocení dané hypotézy je použit Waldův test, jehož výsledky zobrazuje níže uvedený Výstup 7. Vypočtená p – hodnota porovnávána s  $\alpha=0,05$  potvrdila přijetí nulové hypotézy o výskytu žádoucí homoskedasticity.

### Výstup 7: Waldův test pro import

Waldův test heteroskedasticity nezávislý na rozdělení -  
Nulová hypotéza: jednotky mají stejný rozptyl chyb  
Asymptotická testovací statistika: Chí-kvadrát(24) = 32,727  
s p-hodnotou = 0,109965

Zdroj: Vlastní zpracování

## 4.2.3 Gravitační model pro export

### Tvorba ekonomického modelu

$$y_{ijt} = f_{ce}(x_{0t}; x_{1it}; x_{2jt}; x_{3it}; x_{4ij}; x_{5ij}; x_{6ij}; x_{7ij}; x_{8ij})$$

### Tvorba ekonometrického modelu

$$\beta_1 y_{ijt} = \gamma_0 * x_{1it}^{\gamma_1} * x_{2jt}^{\gamma_2} * x_{3it}^{\gamma_3} * x_{4ij}^{\gamma_4} * x_{5ij}^{\gamma_5} * x_{6ij}^{\gamma_6} * x_{7ij}^{\gamma_7} * x_{8ij}^{\gamma_8} * u_{ijt}$$

Výše zmíněný model nelze odhadnout metodou BMNČ, jelikož není lineární, proto je nutné model zlinearizovat pro další práci. Ekonometrický model je v této podobě:

$$\ln y_{ijt} = \ln \gamma_0 + \gamma_1 \ln x_{1it} + \gamma_2 \ln x_{2jt} + \gamma_3 \ln x_{3it} + \gamma_4 \ln x_{4ij} - \gamma_5 \ln x_{5ij} + \gamma_6 \ln x_{6ij} + \gamma_7 \ln x_{7ij} + \gamma_8 \ln x_{8ij} + \ln u_{ijt}$$

### Deklarace proměnných

$y_{ijt}$  – objem exportu (tis. Kč.)

$x_{0t}$  – jednotkový vektor

$x_{1it}$  – HDP na obyvatele země I resp. ČR v paritě kupní síly (dolar)

$x_{2jt}$  – HDP na obyvatele v paritě kupní síly země J (dolar)

$x_{3it}$  – velikost populace země I resp. ČR (tis. obyv.)

$x_{4ij}$  – velikost populace země J (tis. obyv.)

$x_{5ij}$  – vzdálenost země I (ČR) a země J (km)

$x_{6ij}$  – společné hranice zemí I a J

$x_{7ij}$  – členství v OECD zemí I a J

$x_{8ij}$  – členství ve Visegrádské čtyřce zemí I a J

$u_{ijt}$  - náhodná složka

### Detekce multikolinearity

Stejně jako u modelování importu budou ověřeny závislosti mezi nezávislými proměnnými na základě párové korelační matice a vyhodnocení VIF testu.

Korelační matice ukazuje na vyšší míru závislosti mezi proměnnými HDPcr a POPcr jak je uvedeno v Příloha 3, mezi ostatními proměnnými nebyla multikolinearita potvrzena. Jedním z důvodů této nežádoucí závislosti je přítomnost trendové složky, která je u makroekonomických ukazatelů zařazených do modelů častým problémem. Z důvodu významu těchto dvou proměnných z teoretického hlediska není vhodné proměnné z modelu vyřadit. Pro vyhodnocení bude proveden VIF test neboli Faktor změny variability, který je alternativou párové korelační matice pro vyhodnocení kolinearit viz Výstup 8.

#### Výstup 8: Normalita-VIF pro export

```
Faktory zvyšující rozptyl (VIF)
Minimální možná hodnota = 1.0
Hodnoty > 10.0 mohou indikovat problém kolinearit
```

1_HDPcr	9,207
1_HDP	1,861
1_POPcr	9,088
1_POP	2,734
1_DISTANCE	3,012
BORDER	2,072
OECD	1,664
V4	1,634

```
VIF(j) = 1/(1 - R(j)^2), kde R(j) je vícečetný korelační koeficient
mezi proměnnou j a ostatními nezávisle proměnnými
```

Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledkem výše uvedeného testu je potvrzení existence zvýšené závislosti. Jednotlivé hodnoty u proměnných ukazují na míru závislosti, vzhledem k ekonometrické teorii hodnota nad 10 ukazuje na silnou multikolinearitu identifikující problém pro model. (HANČLOVÁ, 2012)

Hodnoty proměnných HDPcr a POPcr ukazují na zvýšenou multikolinearitu, nicméně výsledek provedeného VIF testu nedetekuje kolinearitu způsobující problém se závislostí, zároveň vzhledem k významnosti zmíněných proměnných budou brány hodnoty závislosti za dostačující pro následný odhad parametrů.

#### Odhad modelu

Matematickou úpravou, tj. logaritmickeou transformací vybraných proměnných, je model upraven do podoby, na kterou je možné aplikovat metodou nejmenších čtverců. Vzhledem k povaze zkoumaných dat je nejdříve proveden Hausmannův test pro určení

adekvátního odhadu metodou fixních nebo náhodných efektů. Výsledek tohoto testu je uveden na následujícím Výstup 9.

**Výstup 9: Hausmannův test pro export**

```
Hausmanův test -
Nulová hypotéza: GLS odhady jsou konzistentní
Asymptotická testovací statistika: Chi-kvadrát(2) = 15,0389
s p-hodnotou = 0,000542421
```

Zdroj: Vlastní zpracování

Výsledná p – hodnota 0,0005, která je menší než  $\alpha = 0,005$  vypovídá o vhodnosti užití metody náhodných efektů. Tuto skutečnost ukazuje i odhad metodou efektů fixních, u kterého je nemožnost provést adekvátní odhad z důvodu existencí multikolinearit u dummy proměnných.

Hodnoty koeficientů, směrodatných chyb a p-hodnoty jsou uvedené v následující Tabulka 8.

**Tabulka 8: Model: Náhodné efekty, 360 pozorování, 24 průřezových jednotek, délka časové řady 15, závisle proměnná: I\_export**

	koeficient	směr. chyba	p-hodnota	
Const	34,8793	18,1215	0,0543	*
I_HDPcr	0,669379	0,162696	3,88e-05	***
I_HDP	1,30317	0,0915409	5,49e-046	***
I_POPcr	-4,07183	2,11171	0,0538	*
I_POP	0,899517	0,0781894	1,25e-30	***
I_DISTANCE	-1,31552	0,121770	3,32e-027	***
BORDER	0,0723838	0,277259	0,7940	
OECD	0,124131	0,443096	0,7794	
V4	0,970374	0,267264	0,0003	***

Zdroj: Vlastní zpracování podle SW Gretl

Níže uvedený Výstup 10 ukazuje vygenerovaná data systémem, tyto ukazatele budou dále využity v práci.

## Výstup 10: Základní ukazatele pro model exportu

Střední hodnota závisle proměnné	17,80496
Sm. odchylka závisle proměnné	1,192198
Součet čtverců reziduí	50,94644
Sm. chyba regrese	0,380439
Logaritmus věrohodnosti	-158,8586
Akaikovo kritérium	335,7172
Schwarzovo kritérium	370,6922
Hannan-Quinnovo kritérium	349,6239
rho (koeficient autokorelace)	0,639640
Durbin-Watsonova statistika	0,555307

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedené tabulky s hodnotami koeficientů, chyb a p-hodnot lze již nyní vidět intenzitu, směr působení proměnných a statistickou významnost, tyto ukazatele jsou součástí ekonomické a statistické verifikace, kde budou podrobněji vyhodnoceny.

Dosažením odhadnutých koeficientů do modelu dostáváme model v podobě:

$$\ln y_{ijt} = 34,8793 \ln + 0,6694 \ln x_{1it} + 1,3032 \ln x_{2jt} - 4,0718 \ln x_{3it} + 0,8995 \ln x_{4ijt} - 1,3155 \ln x_{5ij} + 0,0724 \ln x_{6ij} + 0,1241 \ln x_{7ij} + 0,9704 \ln x_{8ij} + \ln u_{ijt}$$

Zpětnou logaritmizací lze dostat model do původní podoby, poté bude model v následující podobě:

$$y_{ijt} = 1,4 * 10^{15} * x_{1i}^{0,6694} * x_{2jt}^{1,3032} * x_{3it}^{-4,0718} * x_{4ijt}^{0,8995} * x_{5ij}^{-1,3155} * 0,819 x_{6ij}^{0,0724} * x_{7ij}^{0,1241} * x_{8ij}^{0,9704} * u_{ijt}$$

### Ekonomická verifikace modelu

Součástí ekonomické části ověření kvality modelu je stejně jako u modelu importu ověření správného směru a intenzity působení jednotlivých exogenních proměnných na vysvětlovanou proměnnou. Vliv proměnných je vyjádřen v %.

$\gamma_0$ : Za předpokladu, že všechny ostatní vlivy budou nulové, dojde ke zvýšení českého exportu o 34,88 %. Z hlediska směru působení je tento parametr v pořádku, neboť meziroční růst je žádoucí a z hlediska dlouhodobého vývoje odpovídá realitě, intenzita působení je nadhodnocená a z hlediska reálných hodnot nelze považovat tento parametr za ověřený.

$\gamma_1$ : Pokud se zvýší HDP ČR na obyvatele o 1 %, vzroste český import o 0,67 % za podmínky ceteris paribus. Směr působení parametru je v pořádku a odpovídá ekonomické teorii, zároveň intenzita působení je reálná a odůvodnitelná.

$\gamma_2$ : Pokud se zvýší HDP zemí o 1 %, vzroste český import o 1,3 % za podmínky ceteris paribus. Parametr je z hlediska směru působení v souladu s ekonomickou teorií stejně jako intenzita působení.

$\gamma_3$ : Pokud populace ČR klesne o 1 %, vzroste hodnota importu ČR o 4,1 % za podmínky ceteris paribus. Směr působení parametru je v pořádku a je obhajitelný v ekonomické teorii, intenzita působení je reálná a obhajitelná.

$\gamma_4$ : Pokud populace zemí vzroste o 1 %, hodnota českého importu se zvýší o 0,9 % za podmínky ceteris paribus. Směr působení je obhajitelný v ekonomické teorii a intenzita působení je reálná.

$\gamma_5$ : S klesající vzdáleností mezi ekonomickými centry zemí o 1 % dojde ke zvýšení českého importu o 1,3 % ceteris paribus. Parametr je v souladu s ekonomickou teorií a intenzita působení je reálná.

$\gamma_6$ : Společná hranice zemí má předpoklad zvýšit český import o 0,07 % oproti zemím bez společné hranice za podmínky ceteris paribus. Směr působení je v souladu s ekonomickou teorií a intenzita působení je lehce podhodnocená vzhledem k % hodnotě.

$\gamma_7$ : V případě, že jsou obchodní partneři členy OECD, je předpoklad růstu českého importu o 0,12 % za podmínky ceteris paribus. Směr působení proměnné je v pořádku dle ekonomické teorie, intenzita působení dosahuje reálných hodnot.

$\gamma_8$ : V případě, že jsou obchodní partneři členy Visegrádské čtyřky, import do ČR poroste o 0,979 % ceteris paribus. Směr působení odpovídá teoretickým předpokladům a intenzita působení je reálná.

Jednotlivé proměnné jsou v souladu s ekonomickou teorií s výjimkou konstanty, jejíž hodnota neodpovídá reálným hodnotám parametru. Proměnná populace ČR je nepřímo úměrná českému exportu. Tato skutečnost je dána nízkým praktickým využitím této proměnné v modelech, avšak z hlediska teoretické má své opodstatnění. Z vypočtených hodnot lze usuzovat, že významný vliv na import ČR mají HDP obchodujících zemí, populace ČR a vzdálenost mezi ekonomickými centry zemí. Naopak společné hranice a členství v OECD mají nejmenší vliv.

### **Statistická verifikace modelu**

Součástí statistické verifikace je vyhodnocení významnosti jednotlivých proměnných na jednotlivých hladinách významnosti, dále statistické vyhodnocení modelu jako celku a koeficientu determinace pro shodu modelu s daty.

Význam všech proměnných je stanoven dle hypotézy na požadovaných hladinách  $\alpha = 0,05; 0,01; 0,1$  a pro model je očekávána alternativní hypotéza. Pro proměnnou  $x^2$  je hypotéza následující:

$H_0: \gamma_2 = 0$  tj. statisticky nevýznamný parametr

$H_1: \gamma_2 \neq 0$  tj. statisticky významný parametr

Na požadovaných hladinách významnosti odpovídá většina proměnných alternativní hypotéze, a tudíž jako statisticky významná, výjimku o nezamítnutí nulové hypotézy představují dummy proměnné společné hranice a členství v OECD. Oproti tomu proměnné HDP obou zemí, populace obchodních partnerů, vzdálenost mezi ekonomickými centry a členství V4 jsou významné na  $\alpha = 0,01$ , čímž lze předpokládat pouze 1% riziko nesprávnosti výroku. Proměnná konstanta a populace ČR vyšla rovněž statisticky významná, nicméně na nižší hladině  $\alpha=0,1$ , zde lze očekávat nižší procentuální spolehlivost výroku.

Pro vyhodnocení významnosti modelu jako celku se využívá F – testu, u kterého je stanovená hypotéza následující:

$H_0: \gamma_0 = \gamma_1 \dots \gamma_8 = 0$  tj. statisticky nevýznamný model

$H_1: \gamma_0 \neq 0 \vee \gamma_1 \neq 0 \dots \gamma_8 \neq 0$  tj. statisticky významný model

Model lze považovat za statisticky významný, protože vygenerovaná p-hodnota  $6,7e-184$  v porovnání s  $\alpha = 0,05$  zamítá nulovou hypotézu ve prospěch alternativní.

Hodnota koeficientu determinace  $0,916$  udává, že variabilita endogenní proměnné je z 92 % vysvětlena variabilitou exogenních proměnných. Takto vysoká hodnota poukazuje na vysokou datovou shodu s modelem.

Z výše provedených testů je patrná kvalita modelu s vypovídajícími schopnostmi. Stejně tak jednotlivé zahrnuté proměnné na základě svých významností ukazují na svou správnost při jejich zahrnutí do modelu.

### **Ekonometrická verifikace odhadnutého modelu**

Testování vlastností odhadnuté náhodné složky je součástí ekonometrické části modelování, do které spadají 4 žádoucí vlivy, u kterých předpokládáme přijetí hypotéz: nepřítomnost multikolinearity, normální rozdělení s nulovou střední hodnotou, konstantní a konečný rozptyl, sériová nezávislost zpožděných proměnných. Multikolinearita byla



testována již před samotným odhadem parametrů a tento nežádoucí vliv byl skrze korelační matici a následný VIF test zamítnut.

Normální rozdělení v modelu bude testováno kombinací grafických a matematických metod, u kterých je základní hypotéza stanovena následovně:

$H_0$ : výběrové rozdělení  $u_t$  pochází z normálního rozdělení

$H_1$ : výběrové rozdělení  $u_t$  nepochází z normálního rozdělení

Grafické vyhodnocení lze provádět pomocí Q-Q grafu pracujícího s empirickými kvantily, které jsou následně porovnávány s teoretickými hodnotami. Z grafu, který je součástí Příloha 4, lze vidět že získané hodnoty oscilují kolem přímky  $45^\circ$ , což ukazuje na žádoucí normální rozdělení náhodné složky. Pro komplexnější vyhodnocení této problematiky jsou následně provedeny neparametrické testy normality jejichž výsledky zobrazuje Výstup 11.

#### **Výstup 11: Testy normality pro export**

```
Test normality uhat2
```

```
Doornik-Hansenův test = 9,10023, s p-hodnotou 0,010566
```

```
Shapiro-Wilkův W test = 0,988622, s p-hodnotou 0,0065597
```

```
Lillieforsův test = 0,0551427, s p-hodnotou ≈ 0,01
```

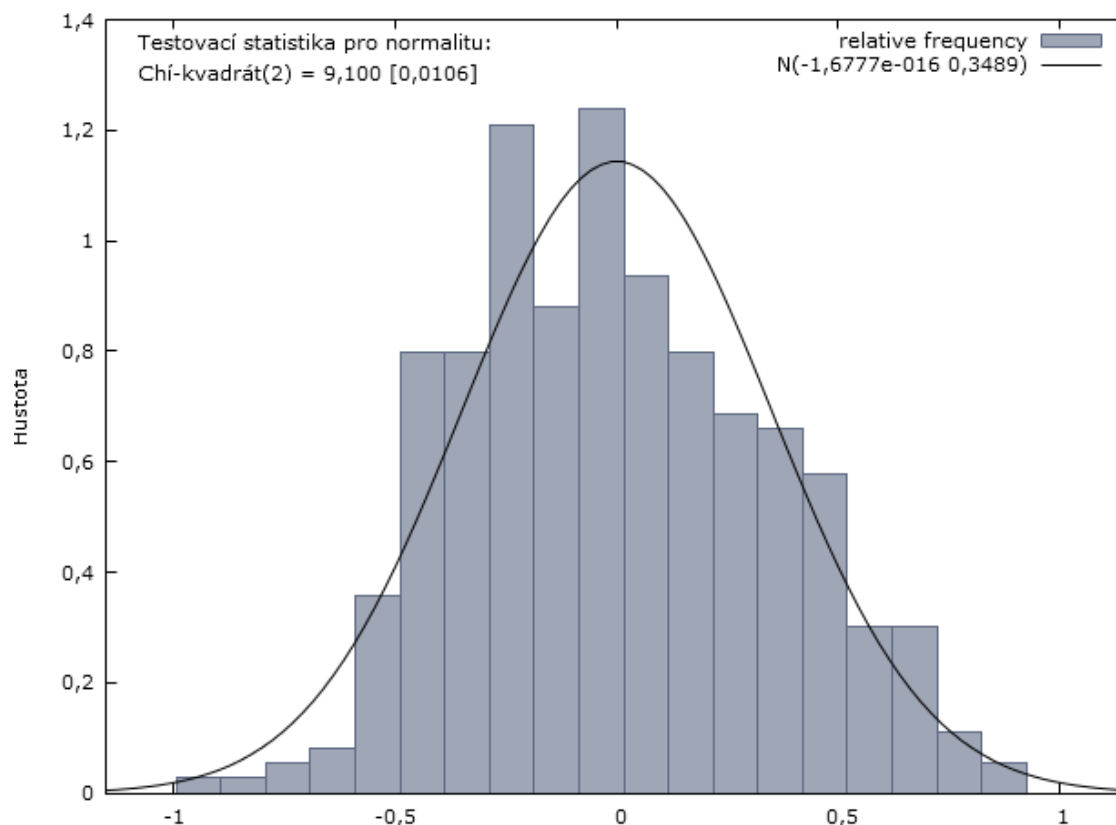
```
Test Jarque-Bera = 6,56367, s p-hodnotou 0,0375593
```

Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedených testů dle výsledných  $p$  – hodnot je patrné, že testy potvrzují přijetí nulové hypotézy o normálním rozdělení náhodných složek na hladině významnosti  $\alpha=0,01$ . Na této hladině pouze Shapiro – Wilkův test přijal alternativní hypotézu. Nejvyšší  $p$ -hodnotu má Jarque-Bera test.

Na závěr je proveden ještě  $\chi^2$  test dobré shody společně s grafem zobrazujícím Gaussovu rovinu na Schéma 3.

### Schéma 3: Chí kvadrát test pro export



Zdroj: Vlastní zpracování

Z výše uvedeného grafu je patrné, že náhodná složka se blíží normálnímu rozdělení při porovnání s Gaussovou rovinou. Tato skutečnost je následně potvrzena neparametrickým testem, který potvrdil nulovou hypotézu na stejné hladině významnosti jako předešlé testy, tj.  $\alpha=0,01$ . Výsledné hodnoty testu lze vidět na následujícím Výstup 12.

#### Výstup 12: Vygenerované hodnoty Chí kvadrát testu pro export

```
Test normality reziduí -  
Nulová hypotéza: chyby jsou normálně rozdělené  
Testovací statistika: Chí-kvadrát(2) = 9,10023  
s p-hodnotou = 0,010566
```

Zdroj: Vlastní zpracování

Nepřítomnost autokorelace reziduí představuje nežádoucí závislost náhodné složky na svých zpožděných hodnotách, kde stanovená hypotéza je následující:

$H_0$ :  $\rho=0$  autokorelace reziduí 1. řádu není významná

$H_1$ :  $\rho \neq 0$  autokorelace reziduí 1. řádu je významná

Pro vyhodnocení je využit Durbin – Watson test pro vyhodnocení autokorelace 1. řádu a následně provedena modelace náhodné složky autoregresního modelu. D-W p-hodnota 0,14 v porovnání s hladinou významnosti 0,05 potvrzuje přijetí nulové hypotézy. Pro potvrzení hypotézy bude provedena modelace autoregresního modelu  $u_t$ , kde hodnoty parametru v intervalu  $(0; \pm 1)$  potvrzují neautokorelovatelnost. Výsledná hodnota regresního parametru 0,92, viz Výstup 13, spadá do intervalu, čímž je potvrzena hypotéza  $H_0$ . Nicméně tato hodnota zároveň může indikovat případnou pozitivní autokorelaci, která je přítomná od hodnoty větší než 1.

#### Výstup 13: Autoregresní model pro export

```
Model 5: Hromadné OLS, za použití 336 pozorování
Zahrnuto 24 průřezových jednotek
Délka časové řady = 14
Závisle proměnná: uhat2
```

	koeficient	směr. chyba	t-podíl	p-hodnota
uhat2_1	0,915831	0,0204132	44,86	1,07e-143 ***

Zdroj: Vlastní zpracování

Heteroskedasticita představuje nežádoucí jev, v jehož důsledku rozptyl náhodné složky není konstantní a konečný v čase. V případě, že rozptyl vykazuje opačné charakteristiky, jedná se o požadovanou homoskedasticitu. Základní stanovená hypotéza je následující:

$H_0$ : v modelu není přítomná heteroskedasticita

$H_1$ : v modelu je přítomná heteroskedasticita

Pro vyhodnocení hypotézy je použit Waldův test, jehož p – hodnota v porovnání s hladinou významnosti vyhodnotí stanovenou hypotézu. Z Výstup 14 lze vyčíst, že dle p – hodnoty je v modelu přítomna heteroskedasticita a tudíž se přijímá alternativní hypotéza.

#### Výstup 14: Waldův test pro export

```
Waldův test heteroskedasticity nezávislý na rozdělení -
Nulová hypotéza: jednotky mají stejný rozptyl chyb
Asymptotická testovací statistika: Chí-kvadrát(24) = 25323,1
s p-hodnotou = 0
Zdroj: Vlastní zpracování
```

## 5 Výsledky a diskuse

Kapitola č. 5 je rozdělena do dvou částí, z nichž první část je zaměřena na vyhodnocení výsledků empirické části diplomové práce, kde vzhledem ke stanovenému cíli budou vyhodnoceny 4 hlavní aspekty, ke kterým lze na základě výsledků dospět – vývoj obchodní bilance, zhodnocení komoditní struktury, teritoriální struktury a ekonometrických modelů. Tyto výsledky budou dále v kapitole diskuse komparovány s názory či výsledky jiných autorů zabývajících se podobnou či stejnou tematikou.

### 5.1 Výsledky vlastní analýzy

Při hodnocení analýzy zahraničního obchodu České republiky byly stanoveny čtyři základní oblasti – vývoj obchodních toků v čase, s kým daná země obchoduje, co je předmětem obchodu a identifikace proměnných pozitivně ovlivňujících zahraniční obchod.

Ve výsledné struktuře obchodní bilance po vstupu do Evropské unie (rok 2004, začátek časové řady v Graf 1) převažuje aktivní bilance zahraničního obchodu se stále zvyšujícím se rozdílem mezi exportem a importem. Jak lze vidět z Graf 1, obchodní bilance vykazuje rostoucí trend obou výše zmíněných ukazatelů i přes výrazný pokles v letech 2008 a 2009 způsobený finanční krizí. Dle hodnot řetězových indexů z Tabulka 4 během krize došlo k poklesu u exportu o 16,2 procentních bodů v prvním roce a 12,8 procentních bodů v druhém roce, nicméně hodnoty bazických indexů v těchto dvou letech neklesly pod úroveň v roce 2004. Podobný pokles je patrný u importu, v roce 2008 klesla hodnota řetězového indexu o 13 procentních bodů a v roce 2009 o 19 procentních bodů, stejně jako u exportu ale nedošlo k poklesu bazického indexu pod hodnoty v roce 2004. Rok 2010 ukázal na opětovný rychlý meziroční nárůst hodnot, a to o 31 procentních bodů u exportu o 40 procentních bodů u importu. Průměrný meziroční růst u exportu dosáhl hodnoty 107 % a u importu 106,6 %.

Z pohledu komoditní struktury v období 2005 až 2017, jak je vidět z Graf 2 a Graf 3, je patrná silná specializace u exportu i importu na kategorie SITC 6 výrobky zpracovatelské dle materiálu, SITC 7 stroje a dopravní prostředky a SITC 8 průmyslové zpracovatelské výrobky. Tyto 3 skupiny představují ve sledovaném období nejvyšší podíl na celkovém počtu obchodů a zároveň vykazují významný růst. SITC 7 vykazuje růst u

exportu o 97 % a importu o 78 % a SITC 6 o 53 % u vyváženého zboží a 73 % u dovozu. Další významnou rostoucí kategorií exportujícího a importujícího zboží jsou Chemikálie SITC 5 s nárůstem o 95 % u vývozu a 96 % u dovozu. Zároveň nejvyšší procentuální přírůstek byl zaznamenán u SITC 0 potraviny a živá zvířata, a to o 121 % u vývozu a 112 % u dovozu. Významnou položku dovozu představují paliva a maziva ze skupiny SITC 3, ve které hrají významnou roli dovoz ropy a zemního plynu.

Z pohledu teritoriální struktury je zřejmá silná specializace na země v Evropě, případně Evropské unie. Při bližší analýze z Tabulka 5 lze vidět úzkou spolupráci s blízkými sousedy České republiky – Německo 29,5 %, Slovensko 7 %, Polsko 6,4 %, Rakousko 4 %. Tyto 4 země představují 47 % celkového obrátu mezi nejvýznamnějšími obchodními partnery. Mimo jiné z 24 nejvýznamnějších obchodních partnerů pouze 4 země nejsou součástí Evropského kontinentu – Spojené státy, Japonsko, Korejská republika a Čína. Při pohledu na meziroční změny obrátu z

Příloha 2 u těchto zemí zobrazuje vliv hospodářské krize na obchod. V roce 2009 se obchod ČR dostal do meziroční ztráty 698 002 mil. Kč, kde s výjimkou Korejské republiky a Turecka došlo ke ztrátě se všemi partnery, nejvýznamnější ztráta byla zaznamenána u Německa, Polska, Slovenska a Ruska. Z dat je patrný rychlý nárůst po konci krize, kdy se hodnota meziročně zvýšila o 714 830 mil. Kč, nicméně v následujících třech letech celková hodnota obchodu meziročně klesala. Z celkového pohledu na vývojová hlediska při vyloučení roku 2008 a 2009 je patrná rostoucí tendence obchodu s Německem, Polskem a Rakouskem, u kterých dochází k růstu v celém zkoumaném období. Naopak kolísavých hodnot dosahuje zahraniční obchod s Ruskem, Japonskem a také Slovenskem.

Pro analýzu zahraničního obchodu s využitím ekonometrického modelování byly na začátku zvoleny dva modely – jeden pro export a druhý pro import jakožto endogenní proměnné, a k nim 8 exogenních proměnných – HDP ČR, HDP obchodních partnerů, vzdálenost mezi ekonomickými centry, velikost populace ČR, velikost populace obchodních partnerů, společné hranice a členství v OECD a Visegrádské čtyřky. K těmto proměnným byly stanoveny pracovní hypotézy v cíli práce.

První byl vymodelován import, následně proběhlo jeho vyhodnocení. V rámci ekonomické verifikace modelu byly vyhodnoceny pracovní hypotézy, které vzhledem k předpokladům vychází následovně:

Hypotéza č. 1 předpokládala, že s růstem HDP jedné či druhé země poroste objem importu. Tento předpoklad byl splněn u obou proměnných  $x_1$  a  $x_2$ .

Hypotéza č. 2 nedefinovala, jakým směrem bude proměnná působit. U proměnné  $x_3$  ukazuje model na nepřímý vliv mezi populací ČR a hodnotou importu. Oproti tomu u proměnné  $x_4$  je výsledkem přímý vliv mezi populací zemí a hodnotou importu.

Hypotéza č. 3 předpokládala, že s klesající vzdáleností mezi centry zemí poroste objem importu. Tento předpoklad byl modelem ověřen.

Hypotéza č. 4 předpokládala pozitivní vliv společných hranic zemí na hodnotu importu. Předpoklad byl modelem potvrzen.

Hypotéza č. 5 stanovila pozitivní korelaci mezi členstvím v OECD a hodnotou importu. Tato hypotéza nebyla modelem potvrzena, neboť model vykazuje nepřímý vliv na import.

Hypotéza č. 6 předpokládala pozitivní vliv v případě, že země jsou členy Visegrádské čtyřky. Tato hypotéza byla modelem potvrzena.

Z pohledu intenzity vlivů jednotlivých proměnných na hodnotu importu lze říct, že největší vliv na dovoz mají proměnné  $x_2$  (HDP zemí),  $x_3$  (velikost populace ČR) a  $x_6$  (společné hranice). Z hlediska statistické významnosti byl model jako celek vyhodnocen jako významný, z pohledu jednotlivých proměnných byly stanoveny jako významné všechny proměnné s výjimkou konstanty a populace ČR ( $x_3$ ). Hodnota koeficientu determinace 85 % ukazuje na vysokou shodu modelu s daty.

Pro vyhodnocení ekonometrické verifikace byly testovány 4 vlivy. Již před samotným odhadem byla vyloučena přítomnost nežádoucí multikolinearity. Poté v rámci testování kvality modelu byla potvrzena normalita modelu, byla vyloučena nežádoucí autokorelace reziduí a také byla vyloučena heteroskedasticita v modelu.

Totožným způsobem byl modelován export. Vyhodnocení pracovních hypotéz je opět součástí ekonomické verifikace a výsledné hypotézy jsou následující:

Hypotéza č. 1 předpokládala že s růstem HDP jedné či druhé země poroste objem exportu. Tento předpoklad byl stejně jako u importu splněn u obou proměnných  $x_1$  a  $x_2$ .

Hypotéza č. 2 nedefinovala jakým směrem bude proměnná působit. U proměnné  $x_3$  ukazuje model na nepřímý vliv mezi populací ČR a hodnotou exportu podobně jako u modelu importu. Oproti tomu u proměnné  $x_4$  je stejně jako u importu výsledkem přímý vliv mezi populací zemí a hodnotou exportu.

Hypotéza č. 3 předpokládala, že s klesající vzdáleností mezi centry zemí poroste objem exportu. Tento předpoklad byl modelem ověřen stejně jako u importu.

Hypotéza č. 4 předpokládala pozitivní vliv společných hranic zemí na hodnotu exportu. Předpoklad byl modelem potvrzen stejně jako u importu.

Hypotéza č. 5 stanovila pozitivní korelaci mezi členstvím v OECD a hodnotou exportu. Tato hypotéza byla oproti modelu importu potvrzena.

Hypotéza č. 6 předpokládala pozitivní vliv v případě, že země jsou členy Visegrádské čtyřky. Rovněž tato hypotéza byla modelem potvrzena.

Z hlediska vlivů proměnných na export je patrné, že největší vliv na endogenní proměnnou má  $x_2$  (HDP zemí),  $x_3$  (populace ČR) a  $x_5$  (vzdálenost mezi ekonomickými centry). Při pohledu na model importu je patrná shoda u vlivu proměnné  $x_2$  a  $x_3$ . Z pohledu statistické významnosti je rovněž model exportu vyhodnocen jako statisticky významný. Z hlediska jednotlivých proměnných vycházejí jako statisticky významné všechny proměnné s výjimkou společných hranic ( $x_6$ ) a členství v OECD ( $x_7$ ). Zde je rozdíl oproti modelu importu, kde vyšly jako nevýznamné konstanta a populace ČR ( $x_3$ ). Koeficient determinace je 92 %, tato hodnota ukazuje na vysokou shodu modelu s daty, která je nepatrně vyšší než u modelu importu.

Totožně jako u importu byly v rámci ekonometrické verifikace hodnoceny 4 vlivy. V modelu byla potvrzena nepřítomnost multikolinearity, dále byla potvrzena normalita modelu, vyloučena autokorelace reziduí. V modelu byla ovšem detekována nežádoucí heteroskedasticita. Zde je rozdíl oproti modelu importu, kde byly všechny 4 nežádoucí vlivy vyloučeny.

## 5.2 Diskuse

Primárním cílem obou modelů byl především pohled na jednotlivé proměnné vzhledem ke směru a intenzitě působení a následná komparace se stanovenými pracovními hypotézami. U exportu došlo k potvrzení všech stanovených hypotéz. Tato skutečnost ukazuje na správnou specifikaci modelu a jeho odpovídající kvalitu. U modelu importu došlo k potvrzení všech hypotéz až na hypotézu č.5, která očekávala pozitivní korelaci mezi členstvím v OECD a hodnotou importu, která se modelem nepotvrdila. Ke stejnému závěru u vlivu této proměnné dospěl ve své práci Jakubů (2016), který rovněž dopředu předpokládal pozitivní vliv, ale tento vliv nebyl potvrzen. Naopak u proměnné členství V4 byla stanovená hypotéza potvrzena u obou modelů. Obecně lze ale zařazení proměnných souvisejících se členstvím v organizacích podporujících obchod považovat za vhodné, neboť tyto relevantní proměnné poskytují odpovídající výsledky. Vhodných výsledků dosahuje například proměnná členství v Evropské Unii, u které se očekává pozitivní korelace. Tato proměnná byla využita ve studii Šimákové (2014) zaměřené na bilaterální obchod mezi Českou republikou a jejími partnery, a poskytla odpovídající směr působení. Stejnou proměnnou se ve své práci zabývali Grančay a spol. (2015) a také potvrdili směr působení. Dle závěrů jiných autorů vychází zařazení proměnné EU do modelu lépe než OECD.

U proměnné populace jedné či druhé země nebyl předem definován směr působení. Je to z toho důvodu, že nelze jednoznačně určit jeho vliv. V této práci u obou modelů ukazuje populace ČR na nepřímý vliv na export či import. Nad působením této proměnné se vedou diskuse, jak je nastíněno v literární rešerši. Záporné znaménko u tohoto parametru je obhajitelné vzhledem k myšlence, že s rostoucí populací bude růst její soběstačnost, čímž bude klesat potřeba zahraničních statků a růst spotřeba statků domácích, jak uvádí Hamilton a Winters (1992).

Naopak populace druhých zemí vykazuje u obou modelů pozitivní vliv, tato myšlenka je spojena s teorií, že s rostoucí populací poroste trh, který se bude více diferenciovat, bude konkurenceschopnější a tím poroste hodnota zahraničního obchodu, jak uvádí ve své práci Oguledo a MacPhee (1994).

Hodnoty parametrů dalších proměnných ukazují na správné výsledky. Například parametr u proměnné HDP by měl být okolo 1 a hodnota parametru u vzdálenosti okolo -1,



jak uvádí Anderson (2011). Výsledné parametry proměnné HDP a vzdálenosti v této práci uvedenou teorii potvrzují.

Z pohledu teritoriální struktury je patrné zaměření na státy EU, které tvoří kolem 80 % obratu zahraničního obchodu ČR. I přes tento statistický údaj zaujímají mezi obchodními partnery významného postavení země mimo EU, kde v Tabulka 5 lze vidět nezanedbatelných poměrových hodnot u Číny (5,7 %) a Ruska (3,4 %). S těmito zeměmi má Česká republika pasivní obchodní bilanci, která i přes kolísavé meziroční změny obratu ve zkoumaném období významně ovlivňuje strukturu procentuální hodnoty ve struktuře exportu a importu, na což samotná práce zaměřená není. Z dat Ministerstva průmyslu a obchodu z roku 2013 lze vidět, že při pohledu na export ČR 81 % obchodu směřovalo do EU, zatímco mimo EU pouze necelých 19 %. (ČSÚ,2014) Nicméně z pohledu importu do ČR byl poměr významně odlišný, zde již země mimo EU tvořily bezmála 35 %. Z těchto údajů je patrné, že i přes velkou vzdálenost mezi centry naší země a Ruskem, případně Čínou jde o významné obchodní partnery. A nejde jen o vzdálenost, ale i absence členství v mezinárodních organizacích a společných hranic nehraje významnou roli.

## 6 Závěr

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnocení vývoje zahraničního obchodu České republiky mezi roky 2004 až 2018. Dosažení tohoto cíle bylo pomocí ekonometrického modelování, analýzy komoditní a teritoriální struktury, na které byly navázány dílčí cíle práce.

Prvním dílčím cílem bylo získání odpovídajícího teoretického základu zkoumané problematiky mezinárodního obchodu a oblastí pro využití gravitačních modelů v ekonometrii. Zejména kapitola 3.4. zabývající se právě gravitačním modelem poskytla nezbytné předpoklady pro vlastní práci, z jejíž výsledků byly identifikovány významné proměnné, které byly následně zařazené do modelu. Zároveň byly předem stanoveny předpoklady o proměnných, u kterých byly stanoveny pracovní hypotézy v cíli práce. Jako exogenní proměnné byly vybrány HDP na obyvatele v paritě kupní síly země I a J, velikost populace země I a J, vzdálenost mezi ekonomickými centry zemí, společné hranice zemí, členství v OECD a členství V4. Jako endogenní proměnné byly zvoleny proměnná export a proměnná import.

Vlastní práce byla rozdělena do dvou hlavních kapitol, kde v první části byl analyzován zahraniční obchod země z pohledu obchodní bilance, komoditní a teritoriální struktury. Ve druhé části byly modelovány dva gravitační modely. Druhým dílčím cílem bylo zhodnocení vývoje obchodní bilance. Z výsledků byla zjištěna změna struktury ve zkoumaném období z pasivní bilance na aktivní bilanci zahraničního obchodu, která získává na stále větším významu. Z pohledu časové řady byly blíže identifikovány změny během hospodářské krize, která způsobila meziroční poklesy v hodnotách exportu a importu. Přesto ale nedošlo k poklesu hodnot pod úroveň roku 2004.

Třetí dílčí cíl byl zaměřen na komoditní strukturu pomocí mezinárodní klasifikace SITC. Z analýzy časových řad byly identifikovány významné skupiny pro export a import, z nichž nejvýznamnější představují SITC 6 výrobky zpracovatelského průmyslu, SITC 7 stroje a dopravní prostředky, SITC 8 průmyslové zpracovatelské výrobky. Další významné skupiny představují SITC 5 chemikálie, SITC 3 paliva a maziva a SITC 0 potraviny a živá zvířata. Z těchto skupin byla identifikována největší rostoucí dynamika u SITC 0 a SITC 5.

Čtvrtým dílčím cílem byla analýza teritoriální struktury ve zkoumaném období. U tohoto cíle bylo zjištěno silné zaměření na Evropu, potažmo Evropskou unii. Při bližším zkoumání bylo identifikováno 24 nejvýznamnějších obchodních partnerů země. Během

toho bylo zjištěno, že podstatná část obchodu je zaměřena na geografické sousedy České republiky – Německo, Slovensko, Polsko a Rakousko. Ze sestavených meziročních indexů bylo zjištěno, že během krize poklesl obchod se všemi vybranými partnery. I přes následný opětovný rychlý nárůst po konci krize nerostla dynamika růstu v následujících letech tak významně jako před krizí. Při pohledu na jednotlivé obchodní partnery byla identifikována významná rostoucí tendence u Německa, Polska nebo Rakouska, a naopak kolísavých hodnot dosahoval zahraniční obchod s Ruskem, Japonskem a Slovenskem.

Pátým dílčím cílem byla modelace ekonometrických modelů, jejímž cílem bylo vyhodnocení modelu z pohledu ekonomické, statistické a ekonometrické verifikace. Podstatná část byla zaměřena na vyhodnocení významných proměnných a jejich vlivu na endogenní proměnnou skrze stanovené pracovní hypotézy. Datovou základnu tvořily panelová data tvořená 24 nejvýznamnějšími obchodními partnery vycházející z teritoriální struktury ve sledovaném období s roční periodicitou. Soubor dat byl tvořen 360 pozorováními, 24 průřezovými jednotkami s časovou řadou 15 obdobími a 3240 daty. U modelu importu nedošlo k potvrzení jedné z hypotéz, a to pozitivní korelace mezi členstvím v OECD a importem. I přes tuto skutečnost model vykazoval požadovanou kvalitu, neboť vykazoval vysokou míru shody modelu s daty, většina proměnných byla stanovena jako statisticky významná, stejně tak model byl stanoven jako statisticky významný. Jako nejvýznamnější proměnné byly stanoveny proměnná  $x_2$  HDP zemí,  $x_3$  velikost populace a  $x_6$  společné hranice. Z pohledu ekonometrických testů nebyl v modelu identifikován žádný negativní vliv.

V modelu exportu byly potvrzeny všechny pracovní hypotézy. Jako nevýznamnější proměnné byly identifikovány  $x_2$  HDP zemí,  $x_3$  velikost populace a  $x_5$  vzdálenost ekonomických center zemí. Z tohoto pohledu lze říct, že jako nejvýznamnější proměnné pozitivně ovlivňující export a import byly stanoveny právě  $x_2$  a  $x_3$ . Obecně byl model exportu vyhodnocen jako kvalitní, neboť vykazoval vysokou míru shody modelu s daty, většina proměnných byla statisticky významná, stejně jako celý model. Z pohledu ekonometrických testů byla v modelu detekována nežádoucí heteroskedasticita, všechny ostatní negativní vlivy byly vyloučeny.

## 7 Seznam použitých zdrojů

**ANDERSON, J. E.** The Gravity Model. *Annual Review of Economics*. 2011, Vol. 3, No. 1, pp. 133–160. doi: 10.1146/annurev-economics-111809-125114.

**BAIER S. L. a BERGSTRAND, H. J. 2004.** Economic determinants of free trade agreements. *Journal of international economics*. Sv. vol. 64, issue 1, 29–63 s.

**BALTAGI, B. H. 2005.** *Econometric Analysis of Panel Data*. West Sussex : John Wiley & Sons Ltd. 302 s. ISBN:13-978-0-470-01456-1.

**BENEŠ, Vlastislav a kol. 2004.** *Zahraniční obchod*. Praha : Grada Publishing, a.s. 328s. ISBN:80-247-0558-3.

**BUBÁKOVÁ, Petra. 2013.** Gravitační model mezinárodní směny, jeho proměnné, předpoklady, problémy a aplikace. *Acta Oeconomica Pragensia*. [Online] Oeconomica. [Citace: 22. 7 2021.] Dostupné z: [https://aop.vse.cz/artkey/aop-201302-0001\\_gravitacni-model-mezinarodni-smeny-jeho-promenne-predpoklady-problemy-a-aplikace.php](https://aop.vse.cz/artkey/aop-201302-0001_gravitacni-model-mezinarodni-smeny-jeho-promenne-predpoklady-problemy-a-aplikace.php).

**BUSINESSINFO.CZ. 2021.** *Cizinci v Česku vydělávají až třikrát víc než doma*. [online] Grafton Recruitment. [Citace: 16. 12. 2021] Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/clanky/cizinci-v-cesku-vydelavaji-az-trikrat-vic-nez-doma/>.

**CIPRA, Tomáš. 2013.** *Finanční ekonometrie*. Praha : Ekopress, s.r.o. 538 s. ISBN 978-80-86929-93-4.

**CIVÍN, Lubomír. 2018.** *Jak porozumět globální ekonomice*. Praha : Olympia. 180 s. ISBN: 978-80-7376-498-2.

**ČECHURA, Lukáš a kol. 2018.** *Cvičení z ekonometrie*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta. ISBN:978-80-213-2405-3.

**ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2014.** *Vývoj zahraničního obchodu České republiky od jejího vstupu do Evropské unie do roku 2013*. [online]. [cit. 25. 2 2022]. Dostupné z: [https://www.czso.cz/documents/10180/20542677/241005-14k\\_c.pdf/fdd05e94-75ad-4f6c-b6f5-915d9cc4d4b5?version=1.0](https://www.czso.cz/documents/10180/20542677/241005-14k_c.pdf/fdd05e94-75ad-4f6c-b6f5-915d9cc4d4b5?version=1.0).

**ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD.** *databáze-registry*. [Online] [Citace: 2. 5 2020.] dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/databaze-registry>.

**EGGER, P. a PFAFFERMAYR, M. 2003.** The proper panel econometric specification of the gravity equation. *Empirical Economics*, 2003. Sv. vol. 28, issue 3, s. 33 - 57.

**EGGER, Paul. 2002.** An Econometric View on the Estimation of Gravity Models and the Calculation of Trade . *World Economy*, 2002. Sv. vol. 25, issue 2, s. 297–312.

**GRANČAY, Martin, Nóra GRANČAY, Jana DRUTAROVSKÁ a Ladislav MURA, 2015.** Gravity Model of Trade of the Czech and Slovak Republics 1995-2012: How Have Determinants of Trade Changed? *Politická ekonomie*. 63(6), 759-777. ISSN 00323233. Dostupné z: doi: 10.18267/j.polek.1025.

**HAMILTON C. B., WINTERS A. L.** Opening up International Trade with Eastern Europe. *Economic Policy*. 1992, vol. 7, issue 1, s. 78–116.

**HANČLOVÁ, Jana. 2012.** *Ekonometrické modelování: klasické přístupy s aplikacemi*. Praha : Professional Publishing. 214 s. ISBN:978-80-7431-088-1.

**HUŠEK, Roman. 2007.** *Ekonometrická analýza*. Praha : Oeconomica, 368 s. ISBN: 978-80-245-1300-3.

**HUŠEK, Roman. 2009.** *Aplikovaná ekonometrie: teorie a praxe*. Praha : nakladatelství Oeconomica. 346 s. ISBN:978-80-245-1623-3.

**CHENG, I.-H. a WALL, H. J. 2005.** *Controlling for Heterogeneity in Gravity Models of Trade and Integration*. St. Louis : Federal Reserve Bank of St. Louis Review, 2005. Sv. vol. 87, issue 1, s. 49–63.

**JAKUBŮ, Vladislav. 2016.** *Gravitační model zahraničního obchodu České republiky pro vybrané odvětví* [Online]. Brno, 2016 [cit. 2022-02-19]. Dostupné z: <https://these.cz/id/xbtv6x/>. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně, Provozně ekonomická fakulta. Vedoucí práce Ing. Vladimír Hajko, Ph.D.

**Anderson, James, E. 1979.** *A Theoretical Foundation for the Gravity Equation*. Boston : American Economic Review, 1979. Sv. Vol. 69 Issue 1, p106-116. 11p.

**KRKOŠKOVÁ, Šárka, RÁČKOVÁ, Adéla a ZOUHAR, Jan. 2010.** *Základy ekonometrie v příkladech*. Praha : Oeconomica. 276 s. ISBN:978-80-245-1708-7.

**KUBIŠTA, Václav a kol. 1999.** *Mezinárodní ekonomické vztahy*. Praha : HZ Editio spol. s.r.o. str. 378. ISBN:8086009-29-7.

**LINNEMANN, Hans. 1966.** *An econometric study of world trade flows*. Amsterdam : North-Holland Publishing, 1966.

**MAJEROVÁ, Ingrid a NEZVAL, Pavel. 2011.** *Mezinárodní ekonomie v teorii a praxi*. Brno : Computer Press. 357 s. ISBN:978-80-2513421-4.

**MPO. 2018.** MPO.cz. *Stručná charakteristika organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj*. [Online] Copyright 2005 - 2020 MPO. [Citace: 18. 7 2021.] <https://www.mpo.cz/cz/zahranicni-obchod/mezinarodni-organizace-a-obchod/oecd/strucna-charakteristika-organizace-pro-hospodarskou-spolupraci-a-rozvoj--5915/>.

**MPO. 2018.** MPO.cz. *Základní informace k WTO a DDA*. [Online] Copyright 2005 - 2020 MPO. [Citace: 18. 7 2021.] <https://www.mpo.cz/cz/zahranicni-obchod/spolecna-obchodni-politika-eu/svetova-obchodni-organizace/zakladni-informace/zakladni-informace-k-wto-a-dda--7894/>.

**MPO. 2019.** MPO.cz. *Zpráva o plnění exportní strategie České republiky pro období 2012-20 za rok 2018*. [Online] Copyright 2005 - 2020 MPO. [Citace: 10. 11 2021.] Dostupné z: <https://www.mpo.cz/cz/zahranicni-obchod/podpora-exportu/exportni-strategie/zprava-o-plneni-exportni-strategie-ceske-republiky-pro-obdobi-2012-20-za-rok-2018--246413/>.

**MULAČOVÁ, Věra, Mulač, Petr a kol. 2013.** *Obchodní podnikání ve 21. století*. Praha : Grada Publishing, a.s. 520 s. ISBN: 978-80-247-4780-4.

**NEUMANN, Pavel, ŽAMBERSKÝ, Pavel a JIRÁNKOVÁ, Martina. 2010.** *Mezinárodní ekonomie*. Praha : Grada Publishing, a.s. 159 s. ISBN:978-80-247-3276-3.

**NILLSON, Louis. 2000.** . Trade Integration and the EU Economic Membership Criteria. *European Journal of Political Economy*, 2000. Sv. vol. 16, issue 4, s. 807–827.

**OGULEDO V. I., MACPHEE, C. R.** *Gravity models: A reformulation and an application to discriminatory trade arrangements*. *Applied Economics*. 1994, vol. 26, issue 2, s. 107–120.

**SOUKUP, Alexandr. 2009.** *Mezinárodní ekonomie*. Plzeň : Vydavatelství Aleš Čeněk. 283 s. ISBN:978-80-7380-197-7.

**SVATOŠ, Miroslav. 2009.** *Zahraniční obchod: teorie a praxe.* Praha : Grada Publishing, a.s. 368 s. ISBN: 978-80-247-2708-0.

**ŠIMÁKOVÁ, J., 2014.** Extended Gravity Model of International Trade: An Empirical Application to Czech Trade Flows. In: STAVÁREK, D. and P. VODOVÁ, eds. *Proceedings of the 14th International Conference on Finance and Banking.* Karviná: Silesian University, School of Business Administration, s. 416-421. ISBN 978-80-7248-939-8.

**ŠTĚRBOVÁ, Ludmila a kolektiv. 2013.** *Mezinárodní obchod ve světové krizi 21. století.* Praha : Grada Publishing, a.s. 368 s. ISBN: 978-80-247-4694-4.

**TINBERGEN, Jan. 1962.** *Shaping the World Economy: Suggestion for an International Economic Policy.* New York : Twentieth Century Fund, 1962.

**WANG, Ch., WEI, Y. a LIU, X. 2010.** *Determinants of Bilateral Trade Flows in OECD Countries: Evidence from Gravity panel data model.* World Economy, 2010, vol. 33, issue 7, s. 367-915.

## 8 Přílohy

Příloha 1: Hodnoty obrátů vybraných zemí v letech

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Celkový poměr
Mil. Kč	1177435	1179025	1279860	1432526	1402990	1223132	1432943	1616651	169438	177347	1995972	2149794	2210800	2365437	2428515	29,46931045
Německo	173540	193341	239431	284205	300900	249709	308885	358139	382068	402441	465470	503562	518023	547819	572234,1	6,413232407
Polsko	97978	101257	137169	199743	225712	215793	318978	364045	338278	340984	405559	512911	478789	531852,7	624176	5,705948401
Čína	239457	261150	290874	342676	360900	295569	343236	410623	441730	440847	473508	526412	508992	507478,8	531532,4	6,967380366
Slovensko	162539	175534	219015	244918	233883	199592	214994	243121	240499	247270	286169	304416	316174	335577,5	353693,7	4,405313678
Francie	167632	166195	196572	235721	222811	180614	206472	224033	216818	227235	264393	287627	320193	332807,4	335544,8	4,180051689
Itálie	131977	131372	157524	191597	176818	148811	174075	180973	202478	206768	252165	280643	301405	309711,6	286706,9	3,653393602
Spojené království	173756	177693	187282	204890	206504	172479	200894	219199	229548	231063	256249	261603	269816	306228	314409,1	3,978235488
Rakousko	122521	141017	161806	185399	171895	150298	171118	189278	195058	180854	206727	210493	213126	250484,9	273373,2	3,292399164
Nizozemsko	83428	90312	114747	145655	135707	100018	110608	123825	134593	150229	173367	197270	195395	216672,8	228246,4	2,567819186
Maďarsko	95080	138244	168763	171657	222402	152222	197458	235608	272892	268299	242512	182528	159296	198454,4	212858,4	3,402974679
Ruská federace	73284	83058	97850	112007	100971	88716	104414	105457	104564	114409	141018	162682	176277	189255,7	206230,7	2,169155959
Španělsko	93429	95620	98415	101867	92870	76188	98270	108275	130451	130206	158634	173689	167074	180913,7	191836,2	2,213169517
Spojené státy	78769	85473	103224	117144	112883	96633	106600	119210	120328	128206	145006	147248	152166	157447,9	15750,4	2,129386291
Belgie	19846	28316	36817	42775	46958	34517	43569	51408	55479	67339	81163	90811	96429	109984,3	119981	1,079092307
Řumunsko	15896	16285	18918	26005	30075	31651	45629	55731	71439	70091	77055	95155	96514	109432,6	103885,2	1,007225433
Korea	39515	58001	57894	72084	67014	51735	63447	73880	71283	73767	81172	88798	86612	97469,72	109237,6	1,271517211
Švédsko	48126	51582	57867	62742	61808	57882	67468	77028	78718	78542	87517	95454	91204	96097,57	96506,28	1,292661396
Svýcarsko	24391	25272	25438	30642	30104	30166	38370	46899	54899	65661	72507	78346	88520	89504,05	85234,85	0,916494278
Turecko	65003	66056	72946	87668	89144	70461	68808	65249	69927	69042	74097	77674	83439	85265,08	88014,6	1,330941237
Japonsko	21086	26070	37399	41110	35290	29223	35020	37822	39080	42914	61603	58277	59381	61865,07	65418,05	0,759776485
Dánsko	15862	18695	20918	25096	21353	19495	22272	24086	22648	25916	31122	44918	47214	56513,84	58811,52	0,530478836
Irsko	26385	33860	36394	38379	44376	25338	38672	49226	55658	55888	44530	35968	41684	51253,33	58966,82	0,74230886
Ukrajina	19349	19761	21715	26200	25508	20632	23504	25567	24983	26065	29344	30010	31284	35787,27	39351,42	0,465131437
Slovinsko	3166284	3363389	3838838	4422526	4418876	3720874	4435704	5003833	5213307	5361383	6108859	6596299	6709807	7223314	7540514	
celkem suma obrátů	3471752	3698548	4249385	4870553	4880225	4127659	4944353	5566254	5839486	5998189	6828456	7360249	7468714	8046020	8406710	
celkový obrát země	91,20133	90,33809	90,33867	90,80131	90,54656	90,1449	89,71253	89,89588	89,27681	89,38336	89,46179	89,62046	89,83885	89,775	89,69638	90,04212845
dl. Poměr																průměr čl. poměru

Zdroj: Vlastní zpracování

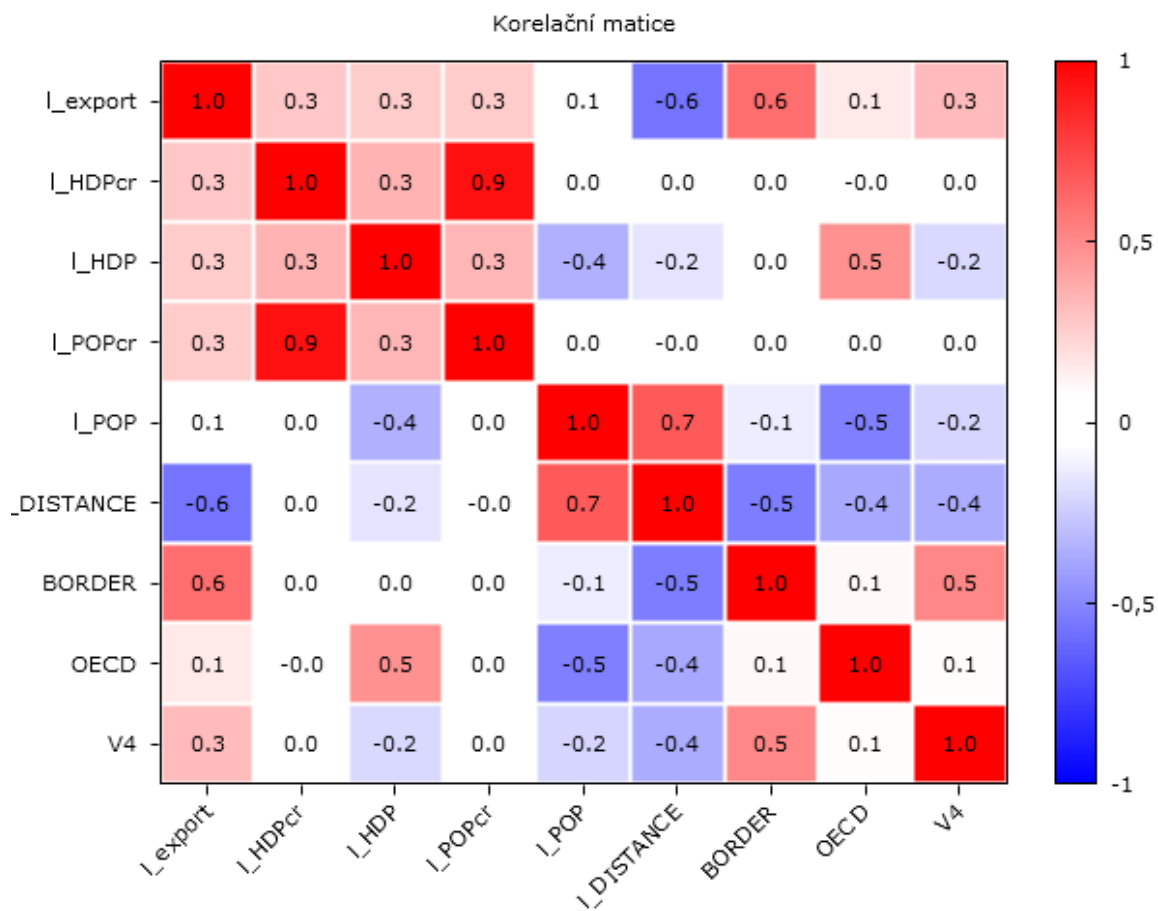


**Příloha 2: Meziroční změny obrátů vybraných zemí v letech**

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Německo	1590	100835	152666	-29536	-179858	209811	183708	42787	57909	278625	153822	61006	154637,1	63077,66
Polsko	19801	46090	44774	16695	-51191	59176	49254	23929	20373	63029	38092	14461	29795,98	24415,09
Čína	3279	35912	62574	25969	-9919	103185	45067	-25767	2706	64575	107352	-34122	53063,68	92323,3
Slovensko	21693	29724	51802	18224	-65331	47667	67387	31107	-883	32661	52904	-17420	-1513,18	24053,6
Francie	12995	43481	25903	-11035	-34291	15402	28127	-2172	6321	38899	18247	11758	19403,47	18116,21
Itálie	-1437	30377	39149	-12910	-42197	25858	17561	-7215	10417	37158	23234	32566	12614,45	2737,348
Spojené království	-605	26152	34073	-14779	-28007	25264	6898	21505	4290	45397	28478	20762	8306,58	-23004,7
Rakousko	3937	9589	17608	1614	-34025	28415	18305	10349	1515	25186	5354	8213	36412	8181,053
Nizozemsko	18496	20789	23593	-13504	-21597	20820	18160	5780	-14204	25873	3766	2633	37358,85	22888,33
Maďarsko	6884	24435	30908	-9948	-35689	10590	13217	10768	15636	25138	21903	-1875	21277,8	11573,61
Ruská federace	43164	30519	2894	50745	-70180	45236	38150	37284	-4593	-25787	-59994	-23232	39158,37	14404,05
Španělsko	9774	14792	14157	-11036	-12255	15698	1043	-893	9845	26609	21664	13595	12978,68	16975,02
Spojené státy	2391	2595	3452	-8997	-16682	22082	10005	22176	-245	28428	15055	-6615	13839,65	10922,58
Belgie	6704	17751	13920	-4261	-16250	9967	12610	1118	7878	16800	2242	4918	5281,91	-1697,54
Rumunsko	8470	8501	5958	4183	-12441	9052	7839	4071	11860	13824	9648	5618	13555,33	9996,698
Korea	389	2633	7087	4070	1576	13978	10102	15708	-1348	6964	18100	1359	12918,63	-5547,44
Švédsko	18486	-107	14190	-5070	-15279	11712	8933	-1097	2484	7405	7626	-2186	10857,72	11767,9
Švýcarsko	3456	6285	4875	-934	-3926	9586	9560	1690	-176	8975	7937	-4250	4893,573	408,709
Turecko	881	166	5204	-538	62	8204	8529	8000	10762	6846	5839	10174	984,05	-4269,2
Japonsko	1053	6890	14722	1476	-18683	-1653	-3559	4678	-885	5055	3577	5765	1826,076	2749,52
Daňsko	4984	11329	3711	-5820	-6067	5797	2802	1258	3834	18689	-3326	1104	2484,072	3552,98
Irsko	2833	2223	4178	-3743	-1858	2777	1814	-1438	3268	5206	13736	2296	9299,841	2297,682
Ukrajina	7475	2534	1985	5997	-19038	13334	10554	6432	230	-11358	-8562	5716	9569,332	7713,484
Slovensko	412	1954	4305	-512	-4876	2872	2063	-584	1082	3279	666	1274	4503,27	3564,147
suma	197105	475449	583688	-3650	-698002	714830	568129	209474	148076	747476	487430	113518	513507,2	317200,1

Zdroj: Vlastní zpracování

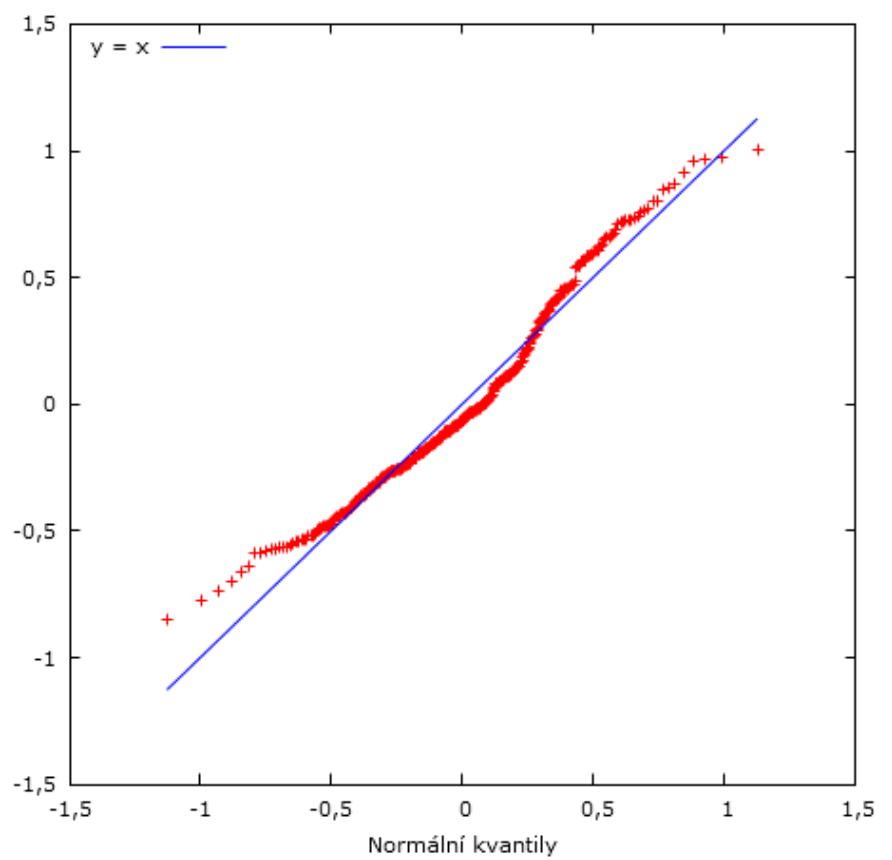
**Příloha 3: Párová korelační matice**



Zdroj: Vlastní zpracování

#### Příloha 4: Q-Q graf pravděpodobnostní

Q-Q graf pro uhat3



Zdroj: Vlastní zpracování