

Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta informatiky a statistiky

Studijní program: Kvantitativní metody v ekonomice

Studijní obor: Statistika



**Vícerozměrné statistické metody aplikované na Index
ekonomické svobody**

Diplomová práce

Autor diplomové práce: Bc. Lukáš Sejk

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Michal Vrabec, Csc.

Akademický rok 2017/2018

Chtěl bych zde poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Mgr. Michalovi Vrabcovi, Csc. Za čas, rady, zkušenosti a pomoc, kterou mi při zpracovávání práce poskytl a předal.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité prameny a literaturu, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 20. 6. 2018

.....
podpis

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je statisticky analyzovat Index ekonomické svobody. V úvodní kapitole představíme fenomén ekonomické svobody a instituty zabývající se její kvantifikací. Jsou to Fraser institut a Heritage foundation. Ukážeme strukturu Indexu ekonomické svobody. V další části se zaměříme na historický vývoj indexu od obou institutů.

V hlavní části práce budeme aplikovat metody vícerozměrné statistiky na Indexy ekonomické svobody. Použijeme metodu hlavních komponent a faktorovou analýzu k odhalení latentních faktorů stojících v pozadí. Budeme redukovat množství sledovaných veličin při tvorbě Indexu ekonomické svobody bez výrazné ztráty informace. Provedeme shlukovou analýzu jak jednotlivých zemí, tak proměnných vstupujících do výpočtu Indexu ekonomické svobody.

V závěru okomentujeme výstupy, pokusíme se interpretovat, a zformulovat výsledek naší analýzy Indexu ekonomické svobody.

Klíčová slova: Index ekonomické svobody, IEF, vícerozměrné statistické metody, metoda hlavních komponent, faktorová analýza, shluková analýza, ekonomická svoboda

Abstract

The aim of this diploma thesis is to statistically analyze the Index of Economic Freedom. In the introductory part we will introduce the phenomenon of economic freedom and the institutes dealing with its quantification. They are Fraser Institute and Heritage Foundation. We will show the structure of the Index of Economic Freedom.

In the next part we will focus on the historical development of the index from both institutes. In the main part of the thesis we will apply the multidimensional statistics methods to the Index of Economic Freedom. We use the main component method and factor analysis to detect latent factors. We will reduce the amount of tracked variables in creating of the Index of Economic Freedom without significant loss of information. We will perform a cluster analysis of countries and variables entering the calculation of the Economic Freedom Index. In conclusion, we comment on the outputs, try to interpret and formulate the result of our analysis of the Index of Economic Freedom.

Key words: Index of Economic Freedom, IEF, multidimensional statistical methods, principal component method, factor analysis, cluster analysis, economic Freedom

Obsah:

1.	Úvod	7
2.	Podstata IEF	8
2.1	Instituce zabývající se IEF	8
2.2	Fraser institut	9
2.3	Heritage foundation	11
3.	Struktura IEF	13
3.1	Struktura IEF Fraserova institutu	13
3.2	Struktura IEF Heritage foundation	18
3.3	Historický vývoj IEF	21
3.3.1	Vývoj IEF Heritage foundation	22
3.3.2	Vývoj IEF Fraserova institutu	28
4.	Souvislost IEF s jinými ekonomickými ukazateli	30
4.1	Provázanost IEF A HDP	30
4.1.1	HDP a IEF od Heritage foundation	30
4.1.2	HDP a IEF od Fraserova institutu	31
4.2	Provázanost Indexu vnímání korupce a IEF	33
4.2.1	CPI a IEF od Heritage foundation	33
4.2.2	CPI a IEF od Fraserova institutu	34
5.	Vícerozměrné statistické metody aplikované na IEF	36
5.1	Analýza hlavních komponent	37
5.1.1	PCA aplikovaná na IEF od Fraserova institutu	38
5.1.2	PCA aplikovaná na IEF od Heritage foundation	54
5.2	Faktorová analýza	63
5.2.1	Faktorová analýza IEF od Fraserova institutu	66
5.2.2	Faktorová analýza IEF od Heritage foundation	68
5.3	Latentní faktory IEF v čase	71
5.4	Shluková analýza	73
5.4.1	Shluková analýza IEF od Fraserova institutu	75
5.4.2	Shluková analýza IEF od Heritage foundation	79
6.	Závěr	83
7.	Seznam použitých symbolů	85
8.	Přílohy	86
8.1	Metoda hlavních komponent	86
8.2	Faktorová analýza	91
9.	Seznam obrázků	104

10.	Přehled literatury a použitých zdrojů	106
-----	---	-----

1. Úvod

Ve své diplomové práci, kterou právě začínáte číst, jsem se rozhodl zabývat tématem ekonomické svobody. Na ekonomickou svobodu budeme nahlížet pomocí Indexu ekonomické svobody (Index of Economic Freedom, IEF), jež se ekonomickou svobodu snaží s větší či menší úspěšností rozumně kvantifikovat.

Hned jako první se nabízí otázka, proč právě ekonomická svoboda si zasluhuje pozornost. Je to dáno korelací mezi schopností dané země vykazovat vysokou ekonomickou svobodu měřenou pomocí IEF a dalšími kvantifikátory, jež měří vyspělost státu, jako např.: hrubý domácí produkt na obyvatele, míra korupce dle Transparency International, míra sociální deprivace, střední délka života a mnoha dalšími. Sama vyspělost státu je podstatná pro každého obyvatele, ať si to reálně uvědomuje či nikoli, protože ve vyspělém státu mají obyvatelé v průměru vyšší životní standard než občané státu vyspělého méně. Všichni racionálně uvažující lidé mají přirozenou snahu prožít svůj život při co možná nejvyšším životním standardu. To se jeví, jako stěžejní odpověď na otázku, proč právě ekonomická svoboda tvoří stěžejní pilíř ekonomického růstu a pozitivního vývoje ekonomicko-sociální vyspělosti určitého státu.

IEF není znám a prezentován médií široké veřejnosti jako jiné ekonomické indikátory, jež jsou sledovány a pravidelně publikovány, jako měřítko vyspělosti země. Dle mého názoru je to dáno relativní složitostí oproti jiným indikátorům (např.: HDP), IEF je kompozitní ukazatel skládající se z více částí. U některých komponent je také obtížnější exaktní kvantifikace a místo ní se objevují expertní odhady. Toto však nesnižuje validitu IEF, ale může být obtížněji interpretovatelný laické veřejnosti. Přesto si myslím, že by IEF zasluhoval větší pozornost, než je mu nyní věnována.

Na komponenty Indexu ekonomické svobody budeme aplikovat metody vícerozměrné statistiky a pokusíme se interpretovat výsledky a závěry jimi získané. Nahlédneme, co se skrývá pod finální hodnotou označovanou jako ekonomická svoboda země. Podíváme se na historický vývoj Indexu ekonomické svobody ve světě, a zda se latentní faktory stojící v pozadí měnily plynutím času. Provedeme shlukování jak států, tak proměnných, abychom se podívali, do jakých vnitřně podobných skupin se budou státy a jednotlivé proměnné sdružovat.

V závěru shrneme a ohodnotíme úspěšnost námi provedených analýz.

Přeji Vám příjemnou a zajímavou četbu a věřím, že ve Vás tato diplomová práce vzbudí zájem o fenomén ekonomické svobody.

2. Podstata IEF

V této kapitole se podíváme na podstatu socio-ekonomického fenoménu, jež se nazývá ekonomická svoboda. Na první pohled se jeví ekonomická svoboda jako dosti abstraktní a relativně obtížně uchopitelný termín. Pro přiblížení nastolené problematiky a pro možnost následného posouzení získaných výsledků v rámci kontextu, se seznámíme blížeji s tím, co vlastně měření ekonomické svobody obnáší, a poté také přináší.

2.1 Instituce zabývající se IEF

Podívejme se, kdo se vlastně danou problematikou zabývá, respektive kdo publikuje své závěry, které jsou považovány za relevantní. V oblasti ekonomické svobody jsou v dnešní době dva hlavní „hráči“. Jsou jimi dva instituty zabývající se ekonomickými a sociálními tématy. Index ekonomické svobody publikují Fraserův institut a Heritage foundation. Fraserův institut je kanadská organizace, Heritage foundation je organizace sídlící ve Spojených státech amerických. Nyní se trochu blíže podíváme na oba instituty a poodhalíme metodiku, s jakou ekonomickou svobodu kvantifikují.

Přestože tato problematika je poměrně nový fenomén, postupně o ni roste zájem, jak mezi veřejností odbornou, tak laickou. Oba výše zmíněné instituty se nezabývají pouze ekonomickou svobodou, i když každoroční žebříček států seřazených podle hodnoty indexu přiřazující danému státu jeho ekonomickou svobodu je jejich stěžejní dokument. Oba instituty veškerou svou práci otevřeně a pravidelně publikují na svých webových stránkách, kde jsou k dispozici všem případným zájemcům o dané téma. Publikují jak výsledný report, tak lze stáhnout zdrojová data, ze kterých je žebříček vystavěn. Tyto veřejně a zdarma dostupné datové zdroje využijeme v této diplomové práci. Na nich budeme provádět naše statistické úsudky, a interpretovat dosažené výsledky.

2.2 Fraser institut

Začneme u Fraserova institutu. Fraserův institut sídlí v kanadském městě Vancouver ležící v provincii Britská Kolumbie. Je to nezávislá, nestranná, výzkumná vzdělávací instituce.¹ Fraserův institut v principu funguje jako think tank.

Nelze se obejít ani bez jistého historického kontextu. Fraserův institut byl založen roku 1974, třemi muži, byli to ekonom Michael Walker, podnikatelé T. Patrick Boyle a MacMillan Bloeden. Tato trojice zakladatelů institut pojmenovala po kanadské řece Fraser.² První Indexy ekonomické svobody byly Fraserovým institutem publikovány v roce 1996, to značí, že problém měření ekonomické svobody je relativně novodobou záležitostí, oproti jiným ekonomickým indikátorům měřícím vyspělost jednotlivých zemí. Přes relativně krátkou dobu existence Indexu ekonomické svobody se každým rokem zvyšuje povědomí nejen o něm, ale i o myšlence ekonomické svobody jako určitého socio-ekonomického fenoménu. O tomto svědčí zařazení práce *Economic Freedom of the World* (název každoročního reportu Fraserova institutu pojednávajícího o ekonomické svobodě), jako pátého nejvlivnějšího reportu v oblasti socio-ekonomických publikací na celém světě (dle žebříčku Pensylvánské univerzity, jež se tématem think tanků a jejich činnosti zabývá).³

Fraserův institut stojí na myšlence velmi validních dat, proto veškerá data pro svoji práci v oblasti ekonomické svobody přebírá ze zdrojů třetích stran (Světová banka, Mezinárodní měnový fond, ...). Tím se snaží své závěry co nejvíce zobjektivizovat, a vybudovat na relevantních datech, která jsou validována další autoritou. Tento řekněme dosti akademický přístup zapříčiňuje relativní opoždění výsledků, jako daň za velkou validitu. V letošním roce (tj. v roce 2018) jsou nejnovější výsledky až za rok 2015, to je značně rozdílný postoj oproti přístupu Heritage foundation, o kterém si povíme za malou chvíli.

Jako své motto má Fraserův institut: „*Pokud je to důležité, změř to.*“⁴ To lze považovat za velmi výstižnou frázi u institutu tohoto typu.

Pro rok 2015 bylo do žebříčka Fraserova institutu začleněno 159 států, ke kterým byli analytici Fraserova institutu schopni sesbírat potřebná data v dostatečné kvalitě a rozsahu. To je podstatných 77 % všech zemí světa, těch Organizace spojených národů uznává 206⁵.

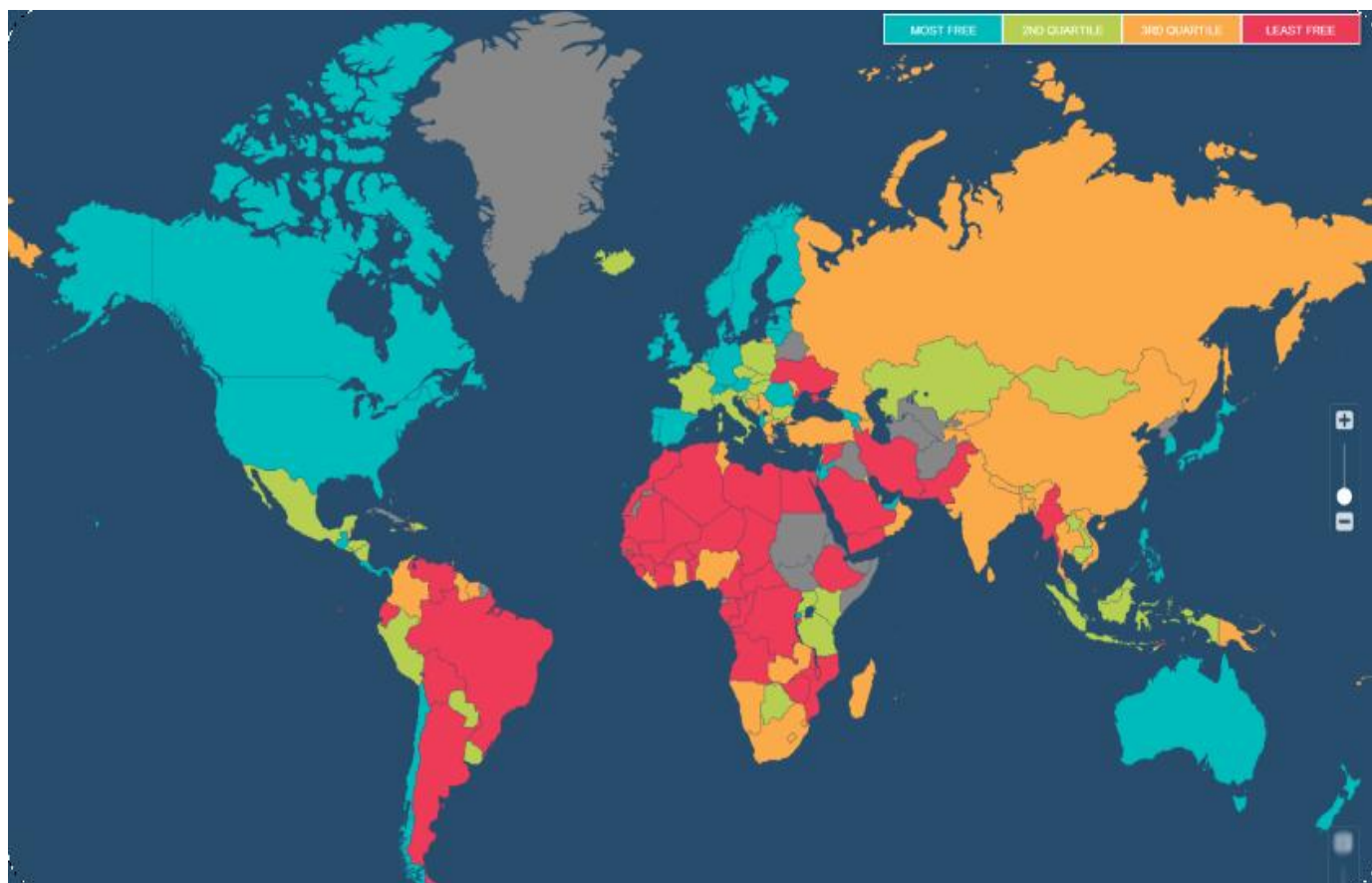
¹ Fraser Institute [online]. [cit. 15. 02. 2018]. Copyright © 2018 Fraser Institute. Dostupné z: <https://www.fraserinstitute.org/about>

² Fraser Institute - Wikipedia. [online]. [cit. 15. 02. 2018]. Dostupné z: https://en.wikipedia.org/wiki/Fraser_Institute

³ [online]. [cit. 15. 02. 2018]. Copyright © Dostupné z: https://repository.upenn.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1012&context=think_tanks (strana 129)

⁴ Fraser Institute. [online]. [cit. 19. 02. 2018]. Copyright © 2018 Fraser Institute. Dostupné z: <https://www.fraserinstitute.org/about>

Obrázek 2-1: Ekonomická svoboda ve světě v roce 2015 podle Fraserova institutu



Zdroj: Převzato z www.fraserinstitute.org/economic-freedom/map

Na obrázku 2.1 je vidět, jak v roce 2015 viděl ekonomickou svobodu ve světě Fraserův institut. Státy jsou rozděleny do čtyř skupin, dle jejich výsledného skóre. Modře jsou vybarveny země, jež jsou ekonomicky svobodné a dosahují velmi dobrých výsledků v oblasti ekonomické svobody (lepší než třetí kvartil). Zeleně jsou vybarveny státy mezi druhým a třetím kvantilem. Tedy státy spíše svobodné. Do této skupiny náleží i Česká republika. Oranžovou barvu mají státy ekonomicky méně svobodné, (mezi prvním a druhým kvantilem). A konečně červenou barvou jsou vybarveny státy, jež jsou ekonomicky nesvobodné (pod prvním kvantilem indexu ekonomické svobody).

⁵ Member States | United Nations. [online]. [cit. 15. 02. 2018]. Dostupné z: <http://www.un.org/en/member-states/>

2.3 Heritage foundation

Dalším důležitým autorem Indexu ekonomické svobody je Heritage foundation. Heritage foundation je americký konzervativní think tank založený roku 1973 se sídlem v americkém hlavním městě Washingtonu, D.C. Založen byl třemi politology, byli to Paul Weyrich, Edwin Feulner a Joseph Coors.⁶

I jeho publikace, řadící jednotlivé státy podle ekonomické svobody, je na předních příčkách žebříčku Pensylvánské univerzity, která zkoumá významnost jednotlivých think tanků (viz výše).

Heritage foundation spolupracuje při publikaci svých závěrů s The Wall Street Journal (WSJ), což je americký mezinárodní deník zabývající se oblastmi financí a podnikání.

Přístup Heritage foundation k Indexu ekonomické svobody je oproti pojetí Fraserova institutu rozdílný v tom, že Heritage foundation pracuje s výrazně aktuálnějšími daty. Sestavený žebříček mají již za minulý kalendářní rok. Z tohoto důvodu musí pracovat s méně validními zdroji dat, které nejsou tolik revidovány a upravovány třetími stranami. Heritage foundation pojímá svoji tabulku zemí podle jejich ekonomické svobody jako pomůcku pro investory, analytiky a podobně zaměřené osoby, které ke své činnosti potřebují data co nejvíce aktuální, a jsou ochotni za co nejrychleji dostupná data platit daň v podobě jejich menší přesnosti a validity.

V roce 2018 organizace Heritage foundation začlenila do svého žebříčku 180⁷ zemí, to představuje 87 % všech států, jež jsou uznávány organizací Spojených národů. Je to o 21 států více než uvádí Fraserův institut, což je způsobeno skutečností, že se Heritage foundation spokojí s méně validními daty od jednotlivých států oproti Fraserovu institutu.

Moto Heritage foundation je: *“Posláním nadace Heritage foundation je formulovat a podporovat konzervativní veřejnou politiku založenou na principech svobodného podnikání, omezené vlády, individuální svobody, tradičních amerických hodnot a silné národní obrany.”*⁸

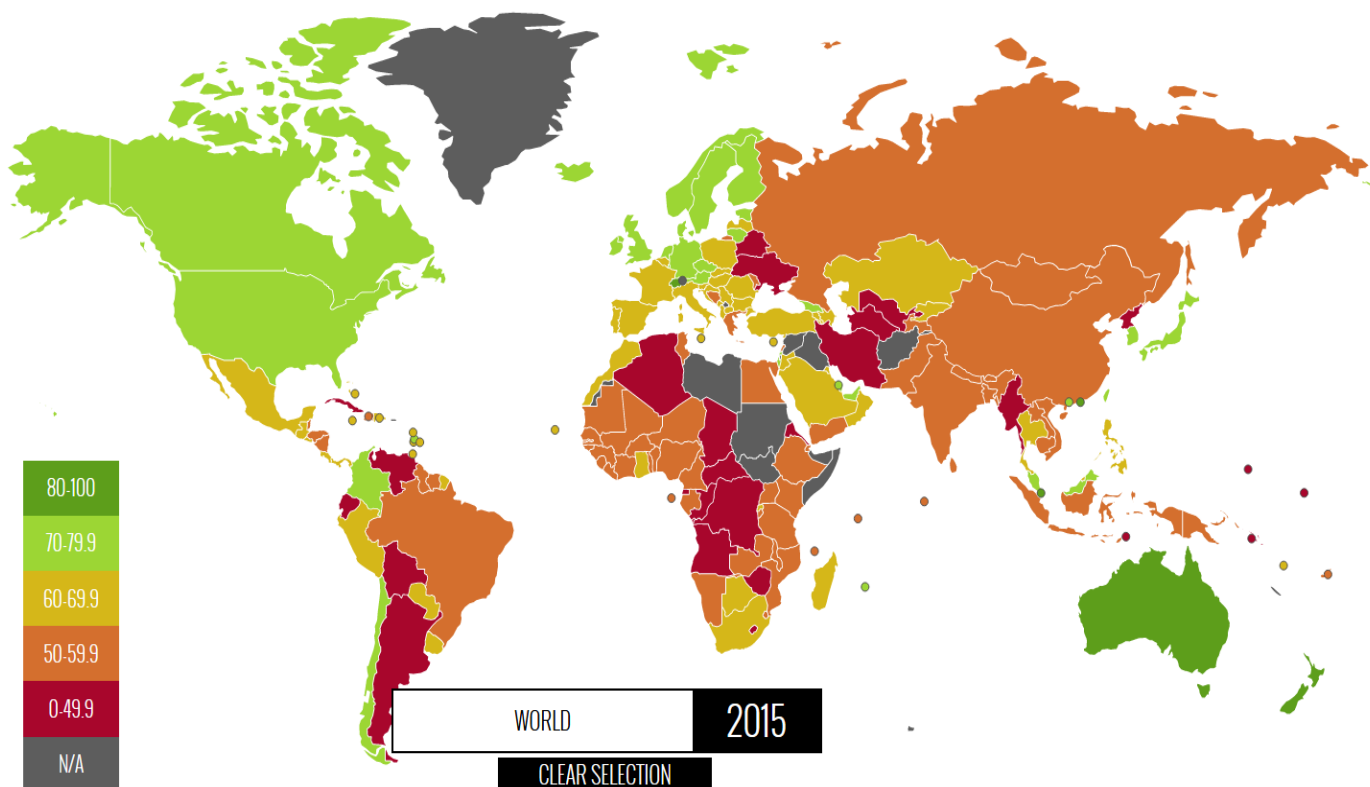
⁶ The Heritage Foundation [online]. Copyright © [cit. 15. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.heritage.org/about-heritage/impact>

⁷ The Heritage Foundation [online]. [cit. 18. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.heritage.org/index/ranking>

⁸ The Heritage Foundation [online]. Copyright © [cit. 18. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.heritage.org/about-heritage/million>

V další kapitole si uvedeme jak je samotná ekonomická svoboda měřena a kvantifikována výše zmíněnými instituty a z jakých ukazatelů se vlastní index ekonomické svobody vytváří.

Obrázek 2-2: Ekonomická svoboda ve světě v roce 2015 podle Heritage foundation



Zdroj: Převzato z www.heritage.org/index/heatmap

Z obrázku 2.2 lze zjistit, jak si svět vedl v oblasti ekonomické svobody v roce 2015 podle institutu Heritage foundation. Tmavě zelené jsou státy excelující v oblasti ekonomické svobody. Světle zeleně jsou vyobrazeny státy svobodné, tato skupina zemí obsahuje rovněž Českou republiku. Zeleno-žlutou barvu mají státy spíše svobodné. Barvou oranžovou jsou vybarveny země spíše nesvobodné. Červenou barvou jsou označeny státy, jež jsou ekonomicky nesvobodné. Šedivou barvou jsou zabarveny státní územní celky, u kterých se nepodařilo sesbírat dostatečné množství dat, aby mohla být určena ekonomická svoboda v těchto zemích.

3. Struktura IEF

V této kapitole si ukážeme skladbu Indexu ekonomické svobody. Jelikož se jedná o ukazatel kompozitního typu, uvedeme jeho jednotlivé komponenty a popíšeme jak se z nich výsledná hodnota IEF vypočte.

3.1 Struktura IEF Fraserova institutu

Jako první se zaměříme na jednotlivé komponenty ukazatele ekonomické svobody od Fraserova institutu.

Fraserův institut komponuje svůj ukazatel ekonomické svobody z pěti hlavních komponent, které jsou ještě děleny na další části, všem je přiřazena hodnota v rozmezí od 0 do 10 bodů. Hodnota 0 by vyšla v situaci nejhorší možné, co se ekonomické svobody týče, naopak hodnota 10 by ukazovala na nejlepší možný výsledek v daném sektoru z hlediska ekonomické svobody. Výsledný index je váženým průměrem, všech participujících komponent. Váhy jsou přiřazovány expertními odhady či určením důležitosti jednotlivých komponent (podle uvážení autorů Indexu ekonomické svobody ve Fraserově institutu). Hlavních pět komponent se skládá z dalších dílčích ukazatelů. Celkově se výsledná hodnota IEF skládá ze 42 dílčích proměnných.⁹

Nyní uvedeme přehled jednotlivých komponent. Abychom si ukázali, z čeho je index počítán a co je pro ekonomickou svobodu důležité. V pěti odrážkách budeme schopni pochopit, z jakých dat lze posuzovat ekonomickou svobodu určité země.

❖ Velikost vlády

- Spotřeba vlády
- Transfery a dotace
- Státní podniky a investice
- Nejvyšší daňová sazba (daň z příjmů, mezd a platů)

Tato komponenta měří do jaké míry je zastoupen politický proces v přerozdělování zdrojů a zboží. Pokud se vládní výdaje zvyšují vzhledem k výdajům individuálním, domácnostmi či podniky, nahrazuje se zde svobodné rozhodování jednotlivých subjektů a ekonomická svoboda se tedy snižuje.

⁹ Approach Fraser Institute [online]. [cit. 18. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.fraserinstitute.org/economic-freedom/approach>

Spotřeba vlády je zde jako podíl vládní spotřeby na spotřebě celkové. Transfery a dotace jsou jako podíl na HDP. Pokud jsou tyto podíly vysoké, substituuje zde politická volba svobodnou volbu jednotlivých subjektů.

Státní podniky a investice udávají, do jaké míry jsou soukromé investice a podnikatelské aktivity vytěšňovány státními investicemi a podniky.

Daňová sazba je chápána jako další odebrání svobodné volby ve prospěch volby politické. Čím menší mezní zdanění, tím větší svoboda pro jednotlivé subjekty vyskytující se na trhu. Tato komponenta popisuje, do jaké míry je spoléháno na osobní volbu a přirozenou činnost trhu, či je spíše spoléháno na volbu politickou a veřejné rozpočty. Nejvyšších hodnot z pohledu ekonomické svobody dosahují státy, kde je spoléháno na osobní volbu a činnost trhu s malými zásahy státu jako nejvyšší autority.¹⁰

❖ Právní systém a vlastnická práva

- Nezávislá justice
- Neovlivnitelnost soudů
- Ochrana vlastnických práv
- Vojenské zásahy do fungování státní politiky a právního státu
- Integrita právního systému
- Právní vymahatelnost závazků plynoucích ze smluv
- Regulace prodeje nemovitostí a náklady na jejich prodej
- Spolehlivost a schopnosti policejních složek
- Trestná činnost

Tento oddíl je zřejmě nejdůležitější, jelikož ochrana osobního vlastnictví je ústřední prvek hospodářské svobody, fungování tržní ekonomiky a občanské společnosti.

Je zde nutnost existence neprolomitelného osobního vlastnictví, garance nezávislého a efektivně fungujícího soudního aparátu. Soudní řízení musí být nestranná a neovlivnitelná, ale také uskutečněna v dostatečně rychlém procesu.

Podstatnou část zde tvoří vymahatelnost závazků plynoucích z platných smluv. Pokud není důvěra ve smluvní ujednání, nelze považovat trhy za fungující a hospodářskou situaci za uspokojivou. Důležité je také garance právního státu a minimalizace trestné činnosti v daném hospodářství pro možnost reálné tvorby produktu a hodnoty.

¹⁰ Approach Fraser Institute [online]. [cit. 18. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.fraserinstitute.org/economic-freedom/approach>

Stát vykazující nedostatečné schopnosti v této oblasti, jen těžko bude schopen zaručit zdravé tržní prostředí a ekonomickou svobodu pro subjekty působící na jeho území.¹¹

❖ Monetární situace

- Peněžní růst
- Standardní odchylka inflace
- Inflace v minulém roce
- Schopnost vlastnit bankovní účet vedený v cizí měně

Peníze jsou jako „mazivo“ v procesu směny. Absence kvalitních peněz případnou směnu podkopává. Inflace myšlena jako peněžní jev, který je způsoben příliš mnoho penězi, které udržují v oběhu příliš málo zboží a služeb. Vysoké míry inflace, či velmi volatilní inflace narušuje relativní ceny na trhu, mění základy dlouhodobých smluv a znemožňují subjektům stanovovat dlouhodobé plány.

Inflace znehodnocuje hodnotu majetku drženého v peněžních instrumentech. Pokud se vládní orgány rozhodnou financovat své výdaje emitováním peněz, ve skutečnosti reálně znehodnocují majetek svých občanů.

Přístup ke kvalitním penězům je zde zastoupena reálnou možností vést svůj bankovní účet v cizí měně.

Možnost vedení účtu v cizí měně a mírná, předvídatelná inflace s malými výkyvy je situace vykazující hodnoty, jež jsou ekonomické svobodě nakloněny.¹²

❖ Svoboda mezinárodního obchodu

- Tarifní bariéry mezinárodního obchodu
 - Výnosy z obchodních daní
 - Průměrná celní sazba
 - Standardní odchylka celních sazeb
- Regulatorní překážky mezinárodního obchodu
 - Netarifní obchodní bariéry
 - Náklady dovozu a vývozu
- Tržní kurzy černého trhu
- Řízení pohybu kapitálu a osob

¹¹ Approach Fraser Institute [online]. [cit. 18. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.fraserinstitute.org/economic-freedom/approach>

¹² Approach. Fraser Institute [online]. [cit. 18. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.fraserinstitute.org/economic-freedom/approach>

- Omezení zahraničního vlastnictví a možnosti investovat za hranicemi
- Kontroly kapitálových toků
- Svoboda pohybu osob

Dobrovolná mezinárodní směna je pozitivní aktivita, která přináší zvýšení produktu pro obě strany směny i světového produktu. Mezinárodní obchod je v dnešním světě jedna z hlavních aktivit prosperující země. Dnešního životního standardu nelze bez mezinárodní směny zboží a služeb dosahovat.

Protekcionistická politika na zmíněná pozitiva mezinárodního obchodu zapomíná. Tarify a kvóty znepríjemňující mezinárodní směnu jsou jasným příkladem, kdy dochází ke snížení mezinárodního obchodu.

Pro vysokou ekonomickou svobodu jsou důležité nízké tarify, kvóty a další omezení mezinárodního obchodu, minimální restrikce pohybu osob a kapitálu přes hranice státu, efektivní celní správa s transparentním aparátem.

Tato komponenta je pro dnešní globalizovaný svět velmi důležitou částí Indexu ekonomické svobody.¹³

❖ **Předpisy a regulace**

- Pravidla úvěrového trhu
 - Vlastnictví bank
 - Úvěry v soukromém sektoru
 - Kontrola úroků/ reálné úrokové sazby
- Regulace pracovního trhu
 - Příjímací předpisy a minimální mzda
 - Regulace propouštění a najímání pracovní síly
 - Schopnosti kolektivního vyjednávání
 - Předpisy pro pracovní dobu
 - Náklady na propuštění pracovníka
- Obchodní předpisy a regulace
 - Požadavky na administrativu
 - Náklady na administrativní aparát
 - Schopnost zahájit podnikání

¹³ Approach Fraser Institute [online]. [cit. 18. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.fraserinstitute.org/economic-freedom/approach>

- Úplatky za zvýhodňování oproti ostatním subjektům
- Omezení licencí
- Náklady na administraci daní

Pátá oblast se zabývá omezením vstupu na trh a narušování dobrovolné směny. Regulační omezení poskytování úvěrů a omezení soukromého vlastnictví bank narušuje úvěrový trh.

Regulace trhu práce má mnoho podob a většinou snižuje efektivitu a konkurenceschopnost dané ekonomiky. Podmínky najímání a propouštění pracovních sil by měly co nejvíce umožňovat flexibilně reagovat na změny neustále probíhající na trhu. Zaměstnavatelé by neměli být svázáni minimálními mzdami, nebo až příliš silnou pozicí odborů. Podniky by měly být schopny pružně reagovat na tržní změny a impulsy.

Zahájení podnikatelské činnosti by mělo být co nejsnazší a nést s sebou minimální náklady (finanční, časové), a i administrativní náročnost by měla být co nejmenší. Daňový systém by měl být v co nejvíce transparentní a jednoduchý s předvídatelným vývojem.

Licenční řízení musí být transparentní a dosažitelné pro subjekty o to usilující. Požadavky na administrativu v podnikatelské sféře by neměly být pro subjekty příliš zatěžující a neměly by odvádět pozornost od jejich hlavní ekonomické činnosti.

Předpisy mají být jasně a pro tržně nastaveny, aby to vedlo k vysoké ekonomické svobodě, regulace by se neměla negativně projevovat v hospodářské činnosti jednotlivých subjektů.¹⁴

Všechny výše zmíněné komponenty jsou ve výsledném indexu váženy dle jejich důležitosti. Váhy jsou stanoveny podle expertního uvážení autorů. Jedná se o propojený systém, ve kterém jedno navazuje na druhé a kde jsou jednotlivé ukazatele spolu provázány. Nic nemůže fungovat autonomně a vše souvisí větší či menší měrou se vším.

Z tohoto důvodu, je dle mého názoru, vždy obtížné přiřadit jednotlivým složkám určitou váhu, jelikož se jedná o kooperující systém. Pokud je hospodářský proces nastaven správně, může daná země vykazovat vysokou ekonomickou svobodu a poskytovat zázemí jednotlivým subjektům na jeho území. Lidem pak může být nabídnuta prosperita a standard jaký odpovídá dnešnímu rozvinutému světu.

Nahlédli jsme „pod pokličku“ sestavování Indexu ekonomické svobody dle metodologie Fraserova institutu. Nyní je na řadě jeho „americký kolega“ Heritage foundation.

¹⁴ Approach. Fraser Institute [online]. [cit. 18. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.fraserinstitute.org/economic-freedom/approach>

3.2 Struktura IEF Heritage foundation

Nyní uvedeme komponenty, jež jsou zahrnuty v Indexu ekonomické svobody Heritage foundation.

Jedná se o čtyři klíčové aspekty ekonomického života v dané zemi, které jsou rozděleny na další kvantitativní a kvalitativní proměnné, jež vstupují do výsledného výpočtu, se stále stejnou vahou. Každá z nich je ohodnocena hodnotou mezi 0 až 100 body. Hodnota 100 bodů je přiřazena v případě ideální situace z pohledu ekonomické svobody, zatímco 0 by byl výsledek nejhorší možný s jasnou tendencí potlačovat ekonomickou svobodu.

Podívejme se na komponenty Indexu ekonomické svobody od Heritage foundation.

❖ Právní stát

- Majetková práva
- Vládní integrita
- Činnost soudní moci

Tento oddíl pojednává a kvantifikuje ochranu soukromého majetku. Pokud je soukromé vlastnictví dostatečně chráněno kvalitními zákony, jež jsou efektivně vymáhány, poté mají subjekty schopnost akumulovat bohatství a přispívat k růstu životního standardu.

Zaobírá se i pravděpodobností vyvlastnění majetku státní autoritou. Pokud je vyvlastnění nepravděpodobné a osobní vlastnictví zaručeno a dostatečně chráněno, získává stát vysoké hodnocení v tomto aspektu ekonomické svobody.

Integrita vlády, její boj proti korupčnímu jednání a podobným praktikám je důležitou součástí vitálního hospodářství, kde se zdroje soustředí v produktivních procesech a neutápějí se v černé sféře ekonomiky.

K tomuto všemu je zapotřebí efektivní práce soudního aparátu, jako garantu vymáhání práva, nestrannost justice a dostatečně rychlého soudního procesu v případě porušení legislativy daného státu.¹⁵

¹⁵ The Heritage Foundation [online]. [cit. 20. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.heritage.org/index/book/methodology#rule-of-law>

❖ Velikost vlády

- Vládní výdaje
- Daňová zátěž
- Fiskální disciplína

Velikost vlády ve smyslu vládních výdajů. Nelze objektivně říci, jak velké výdaje vlády lze považovat za optimální, to se mění vždy podle aktuální situace, historie, hospodářské rozvinutosti a tradic dané země. Přesto lze tvrdit, že v určitém okamžiku se vládní výdaje stávají zátěží pro hospodářský růst, dochází ke ztrátě ekonomické efektivity a hospodářské dynamiky. Je zde zahrnuta jak vládní spotřeba, tak i všechny platby s vládou a její činností spojené, počítané jako podíl na celkovém hrubém domácím produktu.

Daňové zatížení je myšleno, jako veškerá daňová zátěž na všech úrovních vlády, uvalené na fyzické i právnické osoby. T.j. jak daně přímé, tak nepřímé. Daňová zátěž je počítána jako procentní podíl na HDP.

Ukazatel fiskální disciplíny, je zařazen z následujícího důvodu: rostoucí dluhové zatížení, jež je způsobeno špatným řízením státního rozpočtu, vede ke zhoršení fiskální situace v dané zemi. Ta je spojena s makroekonomickou nestabilitou a ekonomickou nejistotou. Dluh, chápán jakou akumulace rozpočtových deficitů v průběhu času, by měl podpořit investiční činnost a ekonomický růst. Rostoucí veřejný dluh ovšem vede spíše ke stagnaci, zvláště pokud jde pouze o zvyšování spotřeby vlády namísto investiční činnosti, která je ještě přijatelná i přesto, že způsobuje rozpočtové schodky.¹⁶

❖ Regulace ekonomické činnosti

- Svoboda podnikání
- Regulace trhu práce
- Měnová svoboda

V tomto sektoru jde o regulaci subjektů při snaze vyvíjet nějakou ekonomickou činnost.

Svoboda podnikání je zde brána jako schopnost subjektů začít podnikat. To je počet nutných úkonů k založení podniku, časová náročnost založení měřená počtem dnů a náklady na minimální kapitál. Schopnost podniku získat licenci a náklady s tím spojené, jak časové, tak finanční, ale také náklady na případné ukončení podnikatelské činnosti.

Svoboda trhu práce se měří regulacemi a právními předpisy upravující nábor a propouštění pracovní síly. To by mělo být co nejsnazší, aby zaměstnavatel byl schopen flexibilně reagovat

¹⁶ The Heritage Foundation [online] [cit. 20. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.heritage.org/index/book/methodology#government-size>

na změny trhu. Je sledována právním rámcem, danou minimální mzdou, či počtem odpracovaných hodin. Sledují se zde zákony týkající se odstupného a obecně možnosti rozvázání pracovního poměru.

Měnová svoboda kombinuje cenovou stabilitu a inflační situaci v dané zemi. Cenová stabilita bez mikroekonomické intervence je ideálním stavem pro volný trh.

Skóre pro složku peněžní svobody je založeno na dvou dílčích faktorech, jimiž jsou vážená průměrná míra inflace za poslední tři roky a případná regulace cen ze strany vládních autorit.¹⁷

❖ Otevřenost trhů

- Svoboda obchodu
- Svoboda investování
- Finanční svoboda

Při mezinárodním obchodování se často setkáváme se situacemi, které jeho svobodu snižují. Jsou to tarifní a netarifní překážky ovlivňující dovoz a vývoz zboží a služeb. Pro funkční mezinárodní obchod je důležité potýkat se s minimem bariér při jeho realizaci.

Svobodou v oblasti investování se rozumí schopnost alokovat zdroje jednotlivým subjektům tam, kam uznají za nejvhodnější a možností disponovat svými zdroji. Používat svůj majetek k dalšímu rozvoji bohatství.

Finanční svoboda je chápána, jako svoboda finančních institucí vykonávat svoji činnost. Stát by měl pouze garantovat vymahatelnost závazků plynoucích z platných smluv, neměl by zasahovat do chodu a rozhodování finančních institucí jako jsou banky, pojišťovny, Nezávislá centrální banka by měla nastavit pravidla na finančním trhu, ty poté vymáhat a provádět dozor nad ostatními finančními institucemi. To je klíč k efektivnímu finančnímu zprostředkování a nabízení finančních produktů.¹⁸

Přiblížili jsme, které faktory považuje Heritage foundation za důležité při měření ekonomické svobody. Jedná se opět o propojený systém, kdy při špatném chodu jednoho „kolečka“ soukolí jsou zákonitě ovlivněna další. Je to komplexní systém, kde musí být vše nastaveno s maximální obezřetností a co nejvíce otevřeně, aby se podporovala ekonomická svoboda.

Ekonomická svoboda je měřítko celkové ekonomické situace daného hospodářství a obecného přístupu autorit v zemi k socio-ekonomickým otázkám a ekonomice jako celku.

¹⁷ The Heritage Foundation [online]. [cit. 20. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.heritage.org/index/book/methodology#regulatory-efficiency>

¹⁸ The Heritage Foundation [online]. [cit. 20. 02. 2018]. Dostupné z: <https://www.heritage.org/index/book/methodology#open-markets>

3.3 Historický vývoj IEF

V této podkapitole si přiblížíme, jak se ekonomická svoboda vyvíjela ve světě plynutím času. Pro každou veličinu je podstatné podívat se na vývoj, jež prodělala v minulosti, pro pochopení její ale i celkového kontextu.

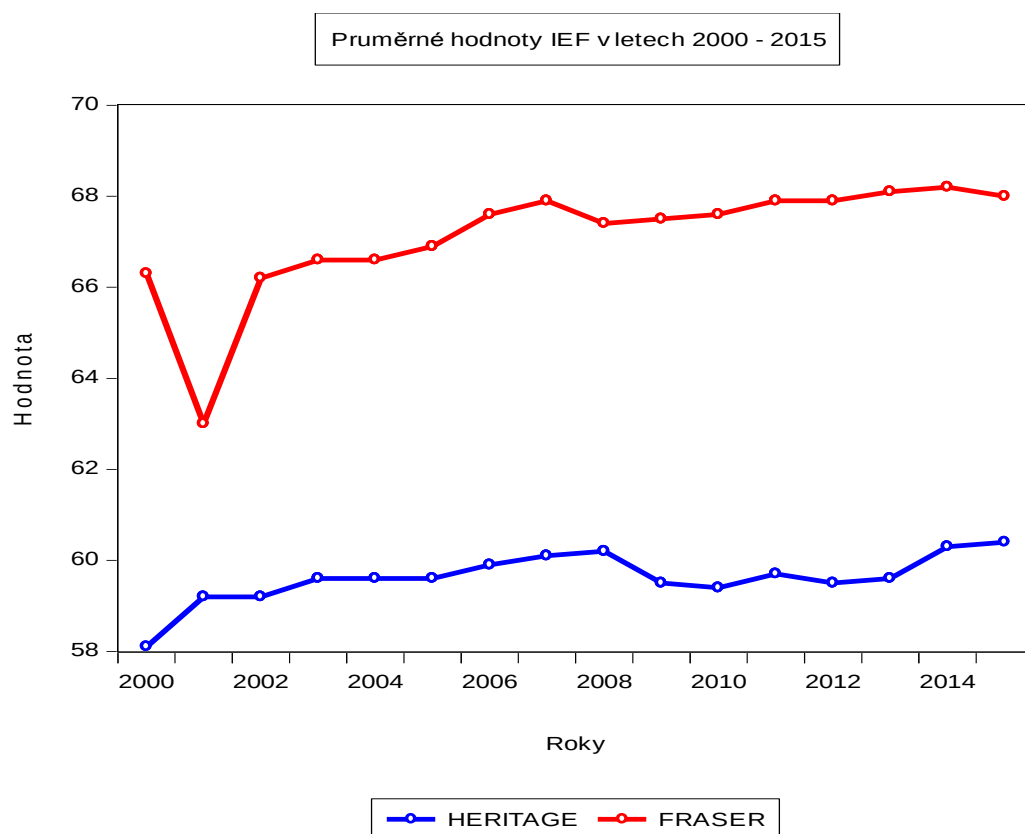
Historický vývoj budeme ilustrovat pomocí dostupných dat obou institutů, jež mají na svých webových stránkách.

Provedeme krátký exkurz do historie IEF, než přejdeme k hlavní části práce. Abychom viděli IEF v širších souvislostech a interpretovali výsledky z aplikování vícerozměrných statistických metod co nesprávněji.

Na obrázku 3.1 vidíme jaký byl celosvětový průměr indexů ekonomické svobody podle obou institutů. Data jsou za roky 2000 – 2015, rok 2015 je poslední zveřejněný oběma institucemi. Graf jsme vytvořily v programu EVIEWS8. Data jsme získali z webových stránek Fraserova institutu a Heritage foundation. Graf ukazuje postupné zvyšování indexu ekonomické svobody ve světě. Pro srovnatelnost jsme průměry Fraserova institutu za všechny roky lineárně transformovali, a to vynásobením konstantou 10, abychom obě řady mohli mít v jednom grafu. Touto transformací nepřicházíme o žádnou informaci, pouze je převedeme na stejnou úroveň.

I takto triviální ilustrace, jako je na obrázku 3.1, poslouží jako důkaz pozitivního trendu zvyšování ekonomické svobody ve světě. To je poselství, že většina států se snaží vytvářet stále více ekonomicky svobodné prostředí.

Obrázek 3-1: Vývoj hodnot Indexu ekonomické svobody v letech 2000 – 2015



Zdroj: www.heritage.org/index, www.fraserinstitute.org/economic-freedom, zpracování vlastní.

3.3.1 Vývoj IEF Heritage foundation

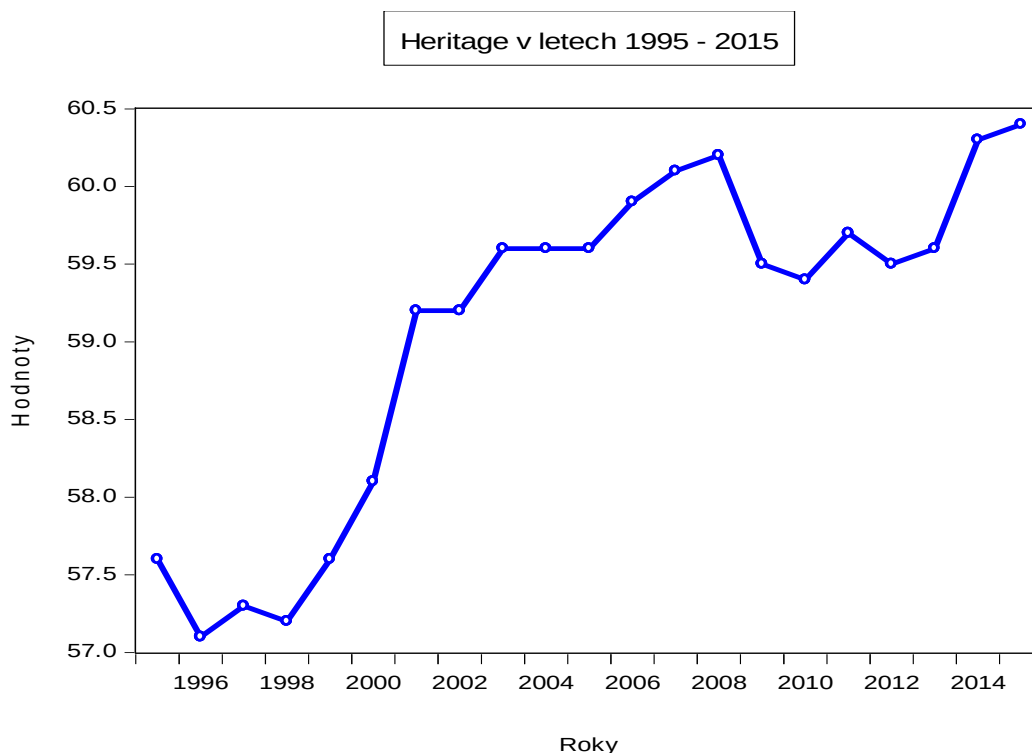
Před hlavní analýzou pomocí vícerozměrných statistických metod, si uděláme představu o tom, jak vypadá generující proces stojící za celkovým Indexem ekonomické svobody pohledem stochastických časových řad. Abychom si udělali představu jak se časová řada IEF chová ze stochastického hlediska.

Analýze nejdříve podrobíme časovou řadu od Heritage foundation. Budou to celosvětové průměry za posledních 20 let, tedy za roky 1995 – 2015. Data jsme získaly z webových stránek Heritage foundation a zpracovali je v programu EViews, což je statistický program vhodný ke zkoumání časových řad. Na časovou řadu budeme nahlížet Box-Jenkinsovou metodologií, jež je založena na stochastickém přístupu k časovým řadám.

Jelikož je časová řada poměrně krátká, obsahuje pouze 20 pozorování. Je nutné brát naše tvrzení v této části s ohledem na tuto skutečnost, tedy že se opírají o kratší časovou řadu. Tvrzení nebudou až tak odolná vůči případné chybě plynoucí z nedostatečné délky časové řady. To je dáno zatím nedostatečně dlouhou historií sledování tohoto ukazatele.

Pokusíme se tedy určit, jaký generující proces stojí za touto časovou řadou. Jako první se podíváme na průběh dat, tedy na IEF od Heritage foundation v letech 1995 – 2015 viz obr. 3.2 vyobrazený níže.

Obrázek 3-2: Vývoj hodnot Indexu ekonomické svobody Heritage foundation v letech 1995 – 2015.



Zdroj: www.heritage.org/index, zpracování vlastní.

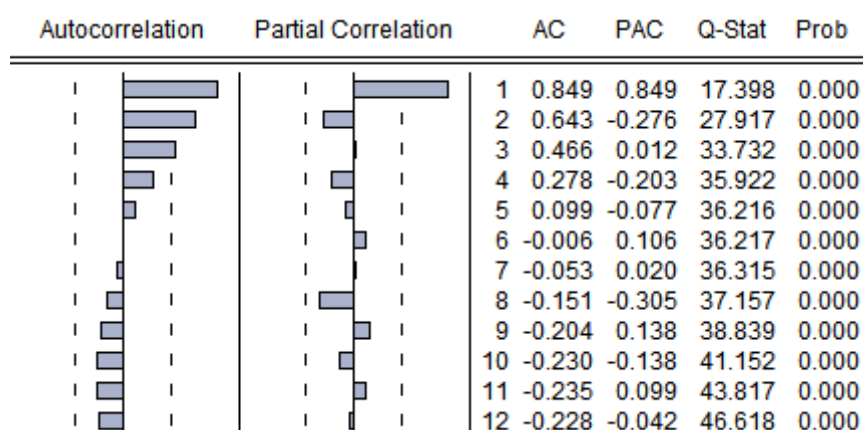
Vidíme rostoucí tendenci datové řady na obrázku 3.2, jako pozitivní trend zvyšování ekonomické svobody ve světě.

Dále si poodhalíme generující proces stojící za touto časovou řadou. O jaký proces z kategorie ARIMA procesů se jedná. Jelikož jde o sledování s roční periodicitou, nevyskytuje se problematika týkající se sezonnosti, sezonnost se vyskytuje pouze u časových řad s periodicitou sledování kratší než jeden rok. Bude se tedy jednat o nějaký proces typu Autoregresní Integrovaný Klouzavý průměr (AutoRegressive Integrated Moving Average, ARIMA).

V programu EViews provedeme odhad, o jaký proces typu ARIMA jde.

Budeme posuzovat, o jaký proces se jedná dle pohledu na korelogram na obrázku 3.3, z něj je patrný exponenciální pokles autokorelační funkce a pouze první statisticky výrazný sloupec u parciální autokorelační funkce. To je typický průběh autokorelačních funkcí u Autoregresního procesu. Budeme předpokládat, že se jedná o AR (AutoRegressive) proces.

Obrázek 3-3: Autokorelační struktura časové řady



Dále bude proveden test, zda je časová řada stacionární tzn. její charakter je v čase neměnný. K otestování stacionarity provedeme rozšířený Dickey-Fuller test (Augmented Dickey-Fuller test, ADF test), je to test jednotkových kořenů. Testovanou hypotézou je:

$H_0: |\Phi| = 0$, tj. časová řada je nestacionární, typ $I(1)$,

$H_1: |\Phi| < 0$, tj. časová řada je stacionární, typ $I(0)$.¹⁹

Test provedeme na 5% hladině významnosti. Obrázek 3.4 je výstupem tohoto testu provedeném v programu EViews.

Obrázek 3-4: Rozšířený Dickey-Fuller test jednotkového kořene

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	1.565186	0.9662
Test critical values:		
1% level	-2.685718	
5% level	-1.959071	
10% level	-1.607456	

Na pětiprocentní hladině významnosti zamítáme testovanou hypotézu, že časová řada obsahuje jednotkový kořen, časová řada je tedy nestacionární a bude muset být diferencována. Diferencování časových řad se používá k jejich stacionarizaci, první difference je dána předpisem $y_t - y_{t-1} = a_t$, jedná se o absolutní přírůstky. Po prvním diferencování provedeme opět ADF test, jehož výsledek je na obrázku číslo 3.5.

¹⁹ Arlt, J., Arltová, M.: Ekonomické časové řady [vlastnosti, metody modelování, příklady a aplikace]. vyd. Grada Publishing, 2007, ISBN: 978-80-247-1319-9

Obrázek 3-5: Rozšířený Dickey-Fuller test jednotkového kořene po první diferenci

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-3.568127	0.0012
Test critical values:		
1% level	-2.692358	
5% level	-1.960171	
10% level	-1.607051	

Zde na pětiprocentní hladině významnosti alfa, zamítáme testovanou hypotézu H_0 , jelikož zvolená hladina významnosti alfa je větší než P-hodnota z ADF testu. Časová řada je po první diferenci stacionární. Jedná se tedy o proces ARIMA(1,1,0).

Jako další krok bude nutné námi vybraný model podrobit diagnostické kontrole, zda se jedná o korektně zvolený model.

Diagnostická kontrola se v Box-Jenkinsově metodologii časových řad obvykle skládá z podrobení modelu třem statistickým testům. Testy se zde zaměřují na rezidua, tj. na nesystematickou složku modelu, která při správně zvoleném modelu bude vykazovat chování tzv. bílého šumu. Bílý šum je řada v čase seřazených, normálně rozdělených náhodných veličin s nulovou střední hodnotou, konstantním rozptylem a vzájemnou nezávislostí.

Jako první otestujeme vzájemnou nezávislost zbytkové složky modelu, tj. rezidua by měla mít nulovou kovarianci, tzn., že jsou vzájemně nezávislá. Nezávislost v reziduích je požadována z důvodu, že pokud byl model korektně odhadnut, odfiltroval z datové řady veškerou systematickост a zbytková složka je již zbavena veškerého systematického aspektu.

K tomuto se podíváme na korelogram reziduální složky na obrázku 3.6. Ten ukazuje na neautokorelovanost reziduí v námi zvoleném modelu. Pro kontrolu našeho vizuálního dojmu, ještě uděláme statistický test na autokorelovanost reziduí.

Obrázek 3-6: Autokorelační struktura reziduí

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.077	0.077	0.1359	
		2	0.033	0.028	0.1629	0.686
		3	-0.099	-0.104	0.4152	0.813
		4	-0.126	-0.114	0.8524	0.837
		5	-0.348	-0.334	4.4086	0.354
		6	-0.010	0.025	4.4115	0.492
		7	0.022	0.018	4.4273	0.619
		8	-0.141	-0.250	5.1556	0.641
		9	-0.178	-0.294	6.4241	0.600
		10	-0.064	-0.228	6.6028	0.678
		11	0.038	-0.018	6.6730	0.756
		12	-0.001	-0.143	6.6731	0.825

Pro test autokorelace využijeme Breusch-Godfrey test. Jež testuje nulovou hypotézu:

$H_0: \rho_1 = \rho_2 = \rho_3 = \dots = \rho_k = 0$, autokorelace v reziduích není,

$H_1: \text{non } H_0$, rezidua v modelu jsou autokorelována.²⁰

Test provedeme na hladině významnosti $\alpha = 0,05$, tj. na standardní pětiprocentní hladině významnosti. Výstup k tomuto testu z EViews je na obrázku 3.7.

Obrázek 3-7: Breusch-Godfrey test autokorelace reziduí

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.066163	Prob. F(2,16)	0.9362
Obs*R-squared	0.164050	Prob. Chi-Square(2)	0.9212

V našem testu na 5% hladině významnosti nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o neexistenci autokorelace v reziduích, jelikož námi zvolená hladina významnosti $\alpha = 0,05$ je menší nežli P-hodnota Breusch-Godfrey testu autokorelace reziduí. Po autokorelační stránce je náš model zvolený korektně, jelikož na 5% hladině významnosti se autokorelace v reziduích neprokázala a námi zvolený model odfiltroval systematickou část časové řady.

Dále náš model otestujeme na přítomnost podmíněné heteroskedasticity, respektive jeho reziduální část. Test heteroskedasticity je testem o konstantním rozptylu, kdy v reziduích je požadován při korektně zvoleném modelu konstantní rozptyl, tj. rezidua musí být homoskedastická. Pro tento diagnostický krok použijeme tzv. ARCH test (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity test), jež testuje heteroskedasticitu v reziduích. ARCH test testuje nulovou hypotézu:

$H_0: \delta_1^2 = \delta_2^2 = \delta_3^2 = \dots = \delta_k^2$, podmíněná homoskedasticita reziduí,

$H_1: \text{non } H_0$, podmíněná heteroskedasticita reziduí.²¹

Na obrázku 3.8 vidíme výstup tohoto testu pro náš model.

Obrázek 3-8: ARCH test

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	1.186890	Prob. F(1,17)	0.2912
Obs*R-squared	1.239954	Prob. Chi-Square(1)	0.2655

²⁰ Arlt, J., Arltová, M.: Ekonomické časové řady [vlastnosti, metody modelování, příklady a aplikace]. vyd. Grada Publishing, 2007, ISBN: 978-80-247-1319-9

²¹ Arlt, J., Arltová, M.: Ekonomické časové řady [vlastnosti, metody modelování, příklady a aplikace]. vyd. Grada Publishing, 2007, ISBN: 978-80-247-1319-9

Na 5% hladině významnosti nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o podmíněné homoskedasticitě, P-hodnota testu ARCH = 0,2912 > $\alpha = 0,05$. Rezidua jsou tedy podmíněně homoskedastická. Z hlediska konstantnosti rozptylu, tedy homoskedasticity je náš model zvolen korektně.

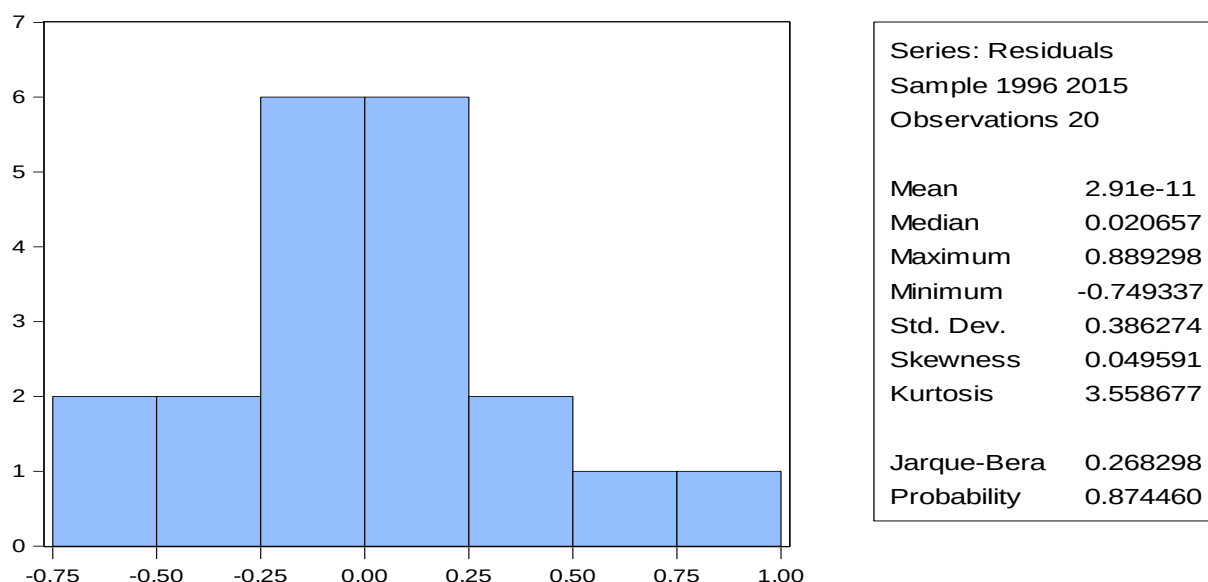
V tomto okamžiku diagnostiky modelu, otestujeme normalitu reziduální složky. Pro test, zda je reziduální složka normálně rozdělena použijeme Jarque-Bera test normality, ten testuje nulovou hypotézu:

H_0 : normalita, normálně rozdělená rezidua,

H_1 : non H_0 , nenormálně rozdělená rezidua.²²

Testovat budeme na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Na obrázku 3.9 vidíme výsledek Jarque-Bera testu normality.

Obrázek 3-9: Jarque-Bera test normality



Na hladině významnosti $\alpha = 0,05$ nezamítáme testovanou hypotézu H_0 o normalitě reziduální složky, jelikož P-hodnota Jarque-Bera testu 0,87 je větší nežli námi zvolená hladina významnosti testu $\alpha = 0,05$. Byla prokázána normalita reziduální složky našeho modelu, z tohoto hlediska je model zvolen korektně.

Diagnostickou částí prošel náš model v pořádku a splnil všechny požadované náležitosti korektně zvoleného modelu časové řady Box-Jenkinsovou metodologií. Námi zvolený model

²² Arlt, J., Arltová, M.: Ekonomické časové řady [vlastnosti, metody modelování, příklady a aplikace]. vyd. Grada Publishing, 2007, ISBN: 978-80-247-1319-9

ARIMA (1,1,0) odfiltruje systematickou část a zůstane pouze zbytková složka, která vykazuje chování bílého šumu. Zvolený model je korektní pro danou časovou řadu a vhodně vystihuje její stochastické vlastnosti a chování.

Časová řada Indexu ekonomické svobody od Heritage foundation, je generováno procesem ARIMA (1,1,0). To popisuje, jak závisí aktuálnější hodnoty na hodnotách jim předešlých. Ukazuje, jak jsou na sebe jednotlivé hodnoty navázány a modeluje jejich postupný vývoj v čase. Udělali jsme si představu, jakým stochastickým procesem je generována řada IEF od Heritage foundation.

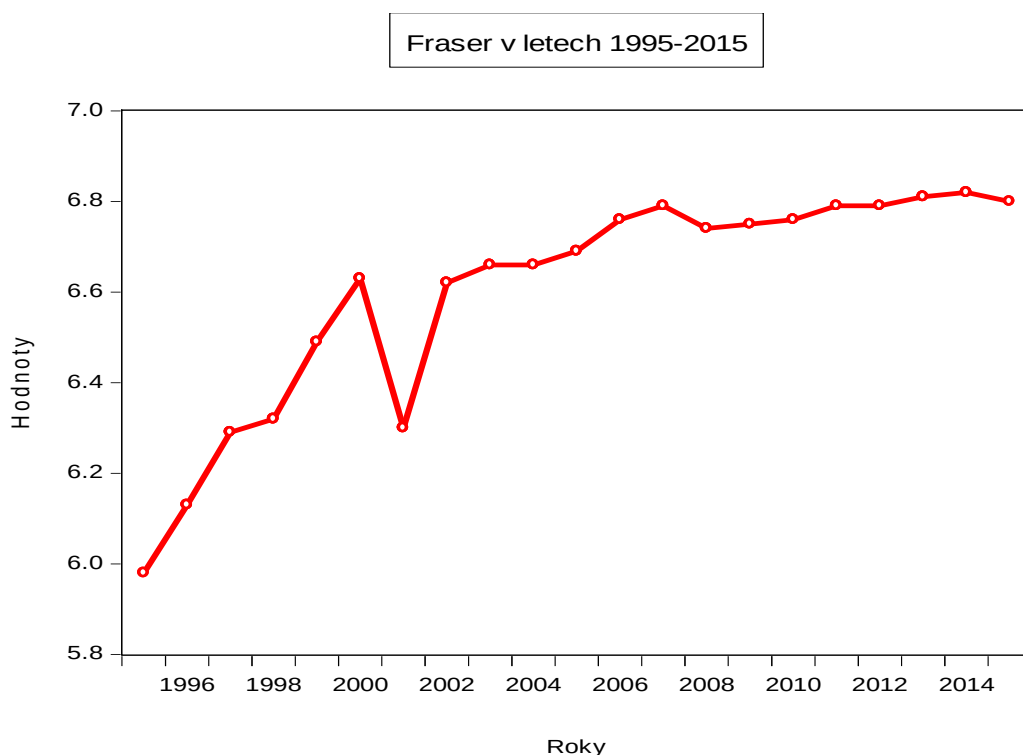
To samé uděláme v další podkapitole pro druhý institut zabývající se ekonomickou svobodou, tedy pro časovou řadu Indexu ekonomické svobody od Fraserova institutu.

3.3.2 Vývoj IEF Fraserova institutu

Nyní se optikou časových řad podíváme i na Index ekonomické svobody od Fraserova institutu, opět k tomu využijeme Box-Jenkinsovu metodiku. Abychom si udělali představu o stochastickém procesu, který je generujícím pro tuto časovou řadu.

Začneme pohledem na vývoj indexu za posledních 20 let, tedy v letech 1995 – 2015. To budeme ilustrovat grafem na obrázku 3.10.

Obrázek 3-10: Vývoj hodnot Indexu ekonomické svobody Fraserova institutu v letech 1995 – 2015



Zdroj: www.fraserinstitute.org/economic-freedom, zpracování vlastní.

Na obrázku 3.10 jsme ilustrovaly průběh hodnot Fraserova institutu za posledních 20 let, je viditelný pozvolný růst ekonomické svobody ve světě, což je trend velmi pozitivní a ekonomicky prospěšný.

Provedeme zcela analogický postup analýzy Box-Jenkinsovou metodologií jako v předešlé podkapitole, bude tedy stačit u tohoto krátkého pohledu na vývoj a generující proces se pouze zaměřit na výsledek.

Pro Fraserův institut Box-Jenkinsovou metodologií časových řad jsme dospěli po analogické analýze k předešlé podkapitole ke generujícímu procesu stojícímu v pozadí časové řady. Generující proces, který stojí za Indexem ekonomické svobody od Fraserova institutu je proces ARIMA (3,0,0). Proces ARIMA (3,0,0) ukazuje souvislost jednotlivých hodnot v čase, jejich vzájemnou provázanost. Model lze použít pro případné predikce časové řady do budoucna, k odhadu hodnot v dalších letech na základě znalosti modelu vytvořeného z historického vývoje veličiny.

Odhalili jsme stochastické procesy, které stojí za oběma Indexy ekonomické svobody. Kdy Heritage foundation má jako generující proces ARIMA (1,1,0), zatímco Fraserův institut má jako generující proces ARIMA (3,0,0). Po této vsuvce týkající se časových řad, přecházíme ke stěžejním kapitolám této práce. Zabývající se aplikací vícerozměrných statistických metod na IEF od obou institutů a interpretací dosažených výsledků.

4. Souvislost IEF s jinými ekonomickými ukazateli

V této kapitole si ilustrativně zdokumentujeme souvislost vyspělosti země a Indexu ekonomické svobody, podíváme se na jeho souvislost s jinými ekonomickými ukazateli. K ukázání spojitosti mezi ekonomickou svobodou a dalšími kvantifikátory ekonomické vyspělosti určitého státu.

4.1 Provázanost IEF A HDP

Hrubý domácí produkt (HDP) je považován za základní ukazatel výkonnosti národní ekonomiky dané země. My budeme uvažovat HDP per capita, což je HDP na obyvatele, počítaný jako hrubý domácí produkt vydělený počtem obyvatel v dané zemi. Ukazatel HDP per capita je díky svému výpočtu porovnatelný mezi zeměmi navzájem, jelikož je to ukazatel výkonnosti ekonomiky. Ukazuje, jaká je produktivita hospodářské činnosti v určitém státu a jak je národní ekonomika výkonná.

4.1.1 HDP a IEF od Heritage foundation

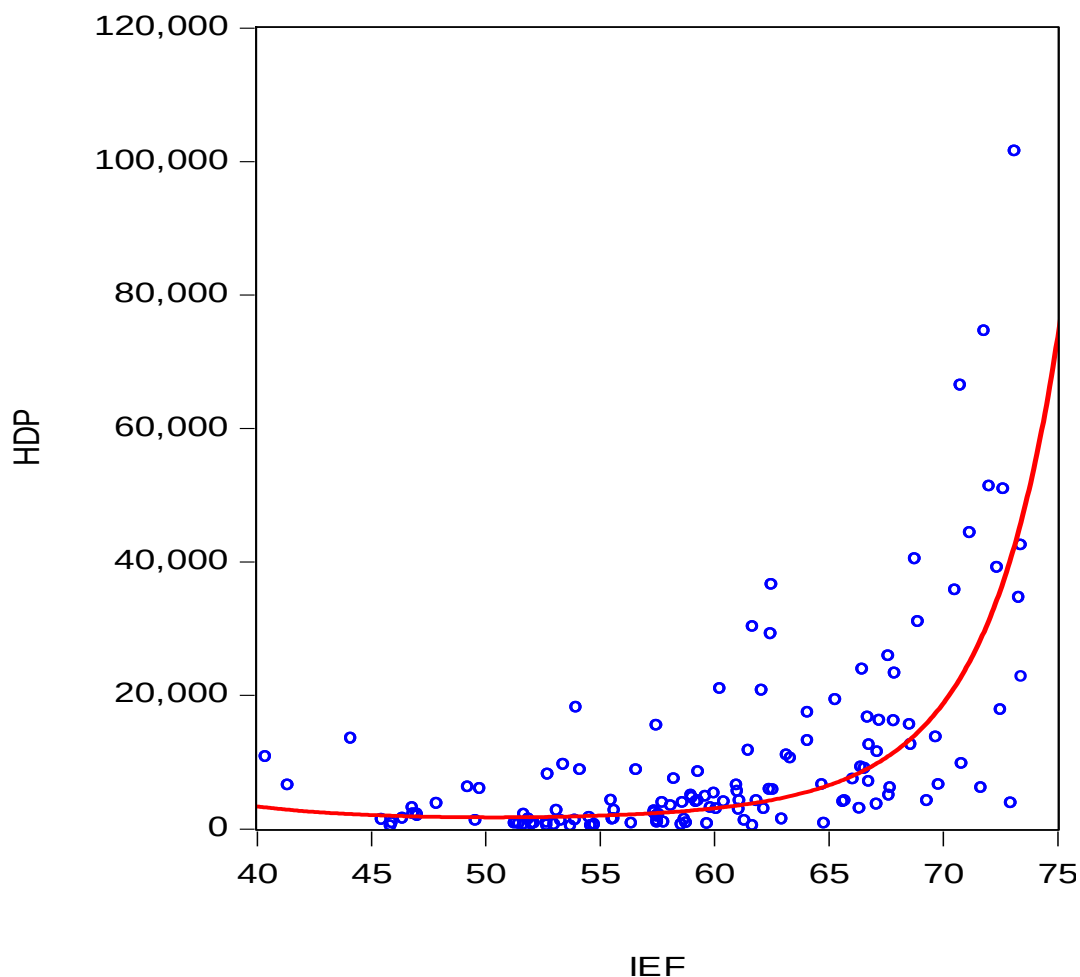
Podíváme se na očekávanou souvislost IEF od Heritage foundation s HDP per capita pro rok 2015. V níže uvedeném obrázku 4.1 je vyobrazen bodový graf jednotlivých hodnot hrubého domácího produktu per capita a hodnoty ekonomické svobody pro jednotlivé země.

Je vidět, že s rostoucím HDP per capita obecně roste i ekonomická svoboda, respektive s rostoucí ekonomickou svobodou se zvyšuje HDP per capita. Data jsme rovněž proložili regresní křivkou potvrzující souvislost růstu HDP per capita a ekonomické svobody. Je zřejmé, že ekonomická svoboda je důležitý pilíř hospodářského růstu.

Data pro HDP per capita jsme získali z webových stránek světové banky (World Bank, WB), kde jsou k dispozici na adrese www.data.worldbank.org.

Jednotlivé body v grafu jsme proložili regresní křivkou, jež ilustruje situaci kdy růst ekonomické svobody je spojen s růstem HDP per capita. Regresní křivka je exponenciálního typu. Lze říci, že státy s vyšší ekonomickou svobodou v průměru vykazují vyšší hospodářskou vyspělost a úroveň.

Obrázek 4-1: Bodový graf IEF (Heritage foundation) a HDP per capita



Zdroj: www.heritage.org/index, www.data.worldbank.org, zpracování vlastní.

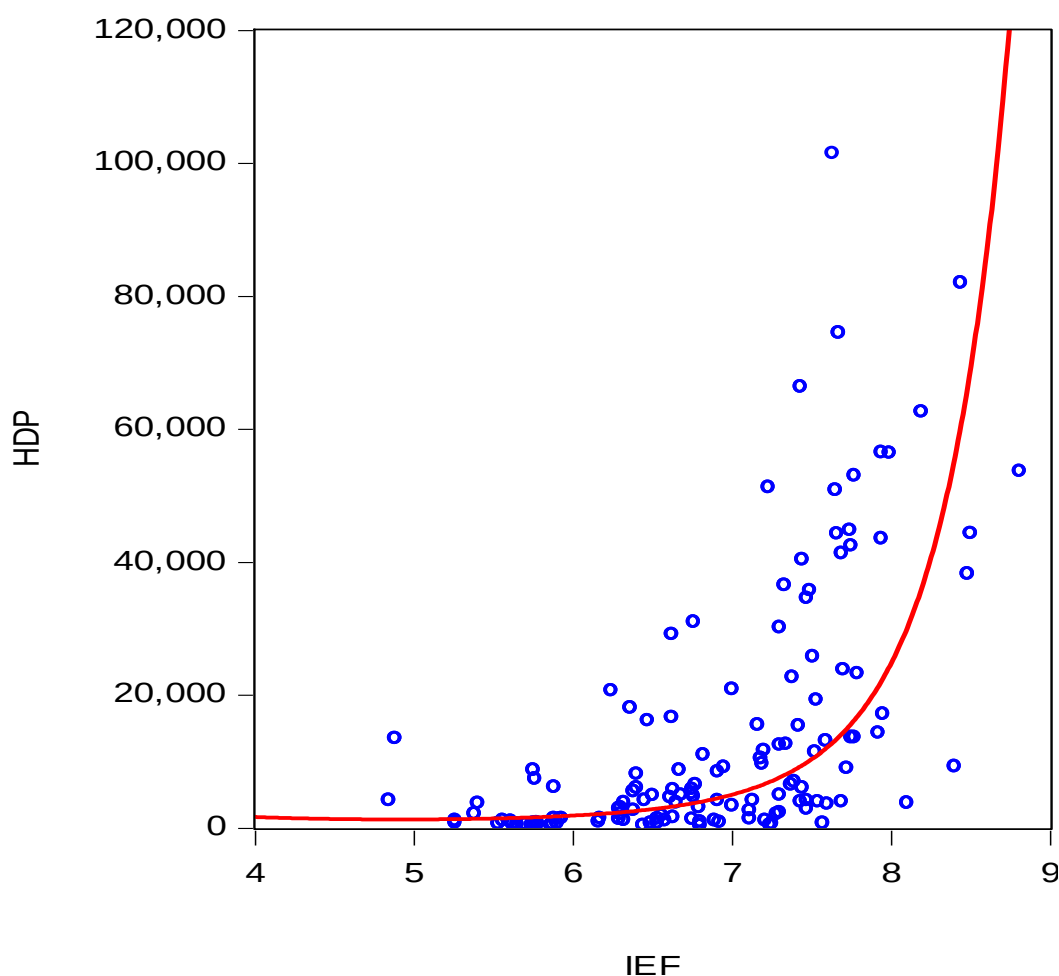
4.1.2 HDP a IEF od Fraserova institutu

Analogickou operaci provedeme zde pro Index ekonomické svobody od Fraserova institut, opět pro rok 2015. Ukážeme si jeho souvislost s HDP per capita.

Zde i v předchozím grafu jsme uvažovali státy, které mají data dostupná pro obě veličiny, tzn. pouze státy s dostupnou kvantifikovanou ekonomickou svobodou i hrubým domácím produktem per capita. Států s kvantifikovanou ekonomickou svobodou je méně, než států s kvantifikovaným HDP per capita.

Na obrázku 4.2 opět uvedeme bodový graf, kde na jedné ose je IEF od Fraserova institutu pro rok 2015 (osa x) a na druhé HDP per capita (osa y) ve stejném roce pro jednotlivé státy s dostupnými daty pro obě veličiny.

Obrázek 4-2: Bodový graf IEF (Fraser institut) a HDP per capita



Zdroj: www.fraserinstitute.org/economic-freedom, www.data.worldbank.org , zpracování vlastní.

I u dat od Fraserova institut se potvrzuje, že s rostoucí ekonomickou svobodou roste hospodářská vyspělost země.

Je patrné, že souvisí ekonomická svoboda a hospodářská vyspělost. Tuto skutečnost jsme ilustrovali na souvislosti HDP per capita a IEF. S rostoucí ekonomickou svobodou se zvyšuje hospodářská vyspělost dané země.

Je zřejmé, že ekonomická svoboda se řadí mezi hlavní pilíře ekonomiky a funguje jako „podhoubí“ pro úspěšné a prosperující hospodářství dané země. Tato skutečnost dělá z Indexu ekonomické svobody jeden ze stěžejních ekonomických ukazatelů hospodářské situace v dané zemi a její obecný postoj k hospodářství a fungování státu. Proto se v posledních letech stále zvyšuje důležitost tohoto ukazatele a více akcentuje ekonomická svoboda jako důležitý aspekt růstu a prosperity.

4.2 Provázanost Indexu vnímání korupce a IEF

Poukážeme na propojení vnímání korupce občany s ekonomickou svobodou. Vnímání korupce budeme kvantifikovat Indexem vnímání korupce (Corruption Perceptions Index, CPI).

CPI je žebříček států seřazených podle míry korupce vnímané občany daného státu. Tabulku každoročně sestavuje mezinárodní nevládní nezisková organizace Transparency International (TI). Korupci tato organizace definuje jako zneužití postavení k vlastnímu prospěchu. Index je sestavován od roku 1995. V roce 2015 obsahoval 180 států. Míra korupce je určena na stupnici od 0 do 100. Sto znamená téměř bez korupce, zatímco nula popisuje situace zcela korupční.²³

Tato publikace je sestavována na základě výzkumu veřejného mínění, z tohoto důvodu je někdy kritizován jako ne zcela objektivní. V každém státě lidé vnímají korupci jinak a proto je obtížná vzájemná komparace. Ovšem je vhodné ukázat, že v zemích s vysokou ekonomickou svobodou občané považují korupční situaci za poměrně dobrou.

Korupce je považována za značný ekonomický problém. Korupci je těžké odhalit, jelikož obě strany mají často zájem na tomto ilegálním jednání. Sama o sobě způsobuje hospodářské oslabení státu, jelikož se zdroje utápí v šedé a černé sféře ekonomiky namísto produktivní činnosti. Korupce vytváří nestabilní ekonomickou situaci a podkopává hospodářský růst a prosperitu země jí zasaženou.

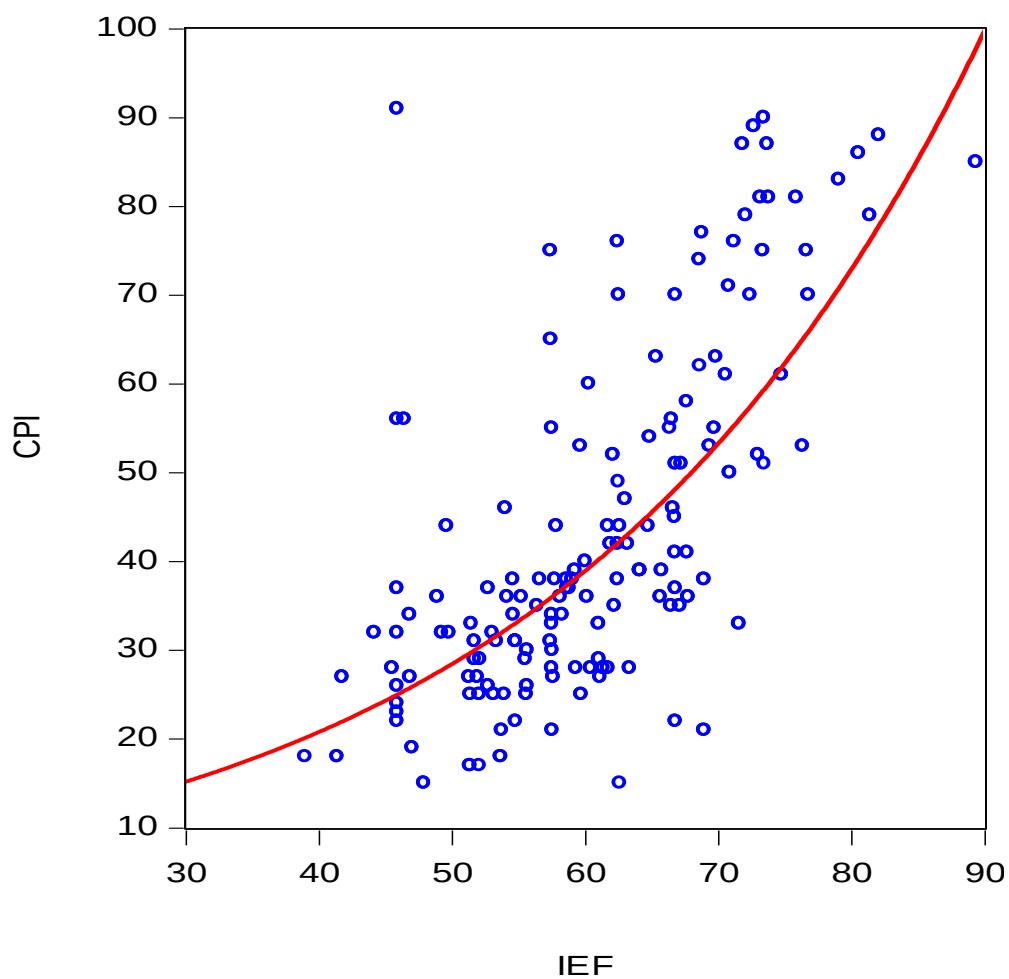
4.2.1 CPI a IEF od Heritage foundation

Souvislost Indexu ekonomické svobody od Heritage foundation a Indexu vnímání korupce v roce 2015 je obrázku 4.3 popsána bodovým grafem. Ukazuje v průměru růst Indexu vnímání korupce při růstu Indexu ekonomické svobody. Ve státech s vyšší mírou ekonomické svobody je korupce vnímána jako menší riziko a představuje méně významný ekonomický problém.

Data jsme proložili regresní křivkou pro poukázání korelace mezi těmito veličinami. S rostoucí ekonomickou svobodou dochází ke zlepšení situace v oblasti korupce.

²³ Transparency International [online]. [cit. 19. 06. 2018]. Dostupné z: <https://www.transparency.org/what-is-corruption#define>

Obrázek 4-3: Bodový graf IEF (Heritage foundation) a CPI



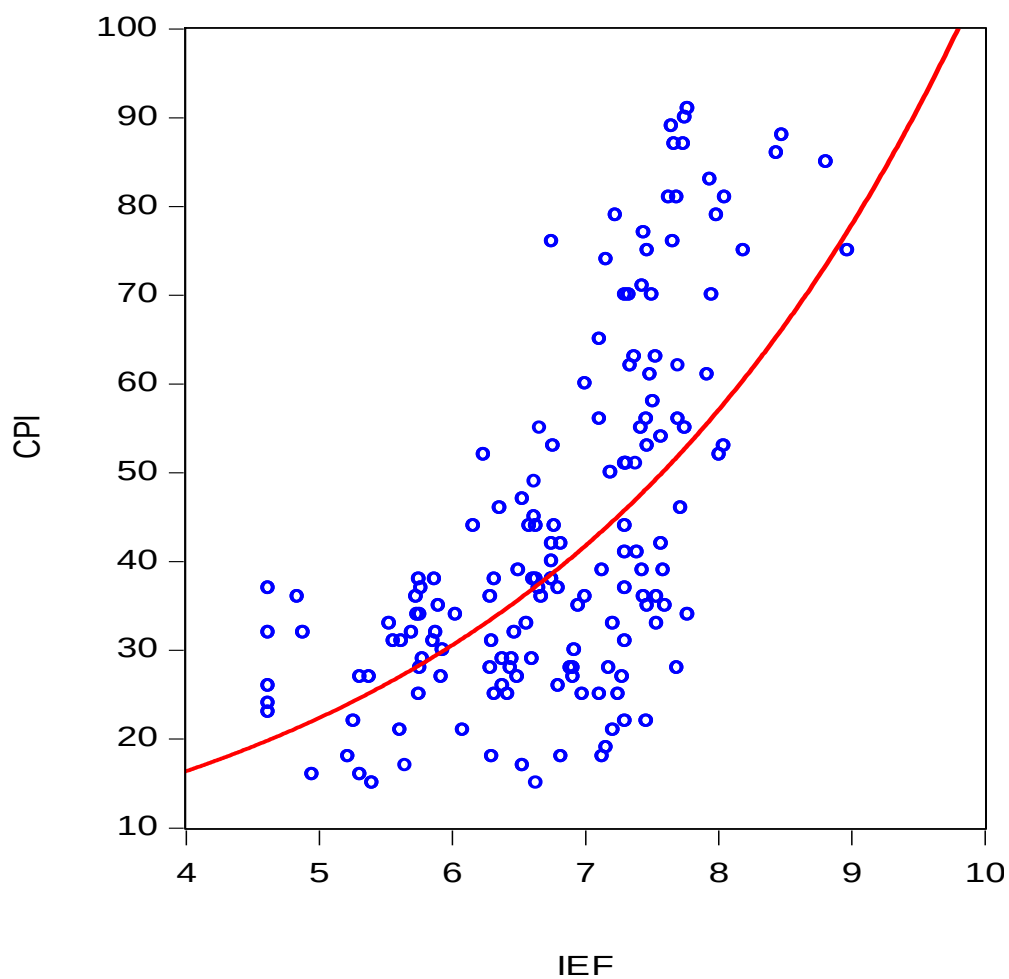
Zdroj: www.heritage.org/index, www.transparency.org, zpracování vlastní.

4.2.2 CPI a IEF od Fraserova institutu

Opět předvedeme korelaci mezi Indexem ekonomické svobody, tentokrát od Fraserova institutu a Indexu vnímání korupce od Transparency international.

Regresní křivkou je zvýrazněna korelace mezi těmito kvantifikátory hospodářské situace v dané zemi.

Obrázek 4-4: Bodový graf IEF (Fraser institut) a CPI



Zdroj: : www.fraserinstitute.org/economic-freedom, www.transparency.org , zpracování vlastní

Jde o potvrzení důležitosti ekonomické svobody. V ekonomicky svobodných státech se korupce neprojevuje tolik jako v zemích ekonomicky nesvobodných. Ona nesvoboda nutí subjekty, aby se uchýlovaly ke korupčním praktikám a jím podobným nekalým činnostem.

5. Vícerozměrné statistické metody aplikované na IEF

Dostáváme se k hlavní části práce, kde budeme aplikovat metody vícerozměrně statistiky na zdrojová data Indexu ekonomické svobody. Zatím jsme se podívali vývoj Indexu ekonomické svobody, souvislost IEF a HDP per capita a strukturu IEF.

V této kapitole diplomové práce se zaměříme na jednotlivé komponenty, na které budeme aplikovat metody vícerozměrně statistiky. Pokusíme se nalézt „skryté“ (které nelze přímo měřit) proměnné, které stojí na „pozadí“ konstrukce indexu. Použijeme metodu hlavních komponent a faktorovou analýzu. Pro potřeby interpretace se pokusím pomocí shlukové analýzy vytvořit skupiny zemí, které jsou si podobné jak v indexu ekonomické svobody, tak v jednotlivých „zdrojových“ proměnných. Následně se pokusíme tyto shluky interpretovat.

Abychom si ilustrovali použití vícerozměrných statistických metod, zaměříme se na jednotlivé komponenty, ze kterých autoři Indexu ekonomické svobody svůj žebříček sestavují a které z jejich pohledu hrají relevantní roli pro určení, do jaké míry se zem jeví jako ekonomicky svobodná či nikoli. Budeme se zabývat, jaká komponenta se ukazuje jako nejpodstatnější. Jinak řečeno jaký aspekt hospodářské situace hraje při vytváření ekonomicky svobodného prostředí důležitější roli oproti ostatním, případně zda existují nějaké latentní faktory ovlivňující úroveň ekonomické svobody. S jistou nadsázkou lze říci, že se bude jednat o oblast působnosti státu, ve kterém se utváří „podhoubí“ pro ekonomicky svobodnou a hospodářsky prosperující zem. Podíváme se, jak dopadne shluková analýza jednotlivých států i proměnných vstupujících do tvorby IEF.

Vícerozměrné statistické metody se pro tento druh analýzy jeví jako vhodný nástroj, z tohoto důvodu jej budeme v další části práce aplikovat, vyhodnocovat a komentovat dosažené výsledky.

Analýzu pomocí vícerozměrných metod budeme provádět v programu IBM SPSS. Jedná se o statisticko-analytický počítačový program, s relativně univerzálním použitím, vlastněný a vytvářený americkou společností IBM (International Business Machines Corporation). Zkratka SPSS v názvu softwaru je utvořena počátečními písmeny ze slov Statistical Package for the Social Sciences.

5.1 Analýza hlavních komponent

Analýza hlavních komponent (Principal Component Analysis, PCA) je jedna z metod vícerozměrné statistiky, v našem případě budeme analýzu hlavních komponent aplikovat na komponenty Indexu ekonomické svobody od Heritage foundation a Fraserova institutu.

Nyní je na čase si analýzu hlavních komponent představit a ukázat její podstatu.

Začátky analýzy hlavních komponent se datují k roku 1901, kdy anglický matematik, filozof a zakladatel matematické statistiky Karl Pearson tuto metodu poprvé použil ve své oblasti působnosti, jež byla biometrika. Pearson tuto metodu vytvořil jako popisně statistickou metodu, měla sloužit k redukci dat při co nejmenší ztrátě informace. V roce 1933 tuto metodu Harold Hotelling zobecnil na náhodný vektor a rozšířil její použití také pro rozbor kovarianční struktury proměnných. Tímto jsme uvedli historické pozadí vzniku této vícerozměrné statistické metody.²⁴ Tuto metodu lze také najít v některých textech pod názvem Hotellingova transformace.

PCA je metoda, jejíž podstatou je redukovat příliš velký počet původních proměnných s minimální ztrátou informace. Případně k nalezení nějakých proměnných, které stojí v pozadí daného problému a jsou tedy neměřitelné nebo latentní. Vytváří se tak nové umělé proměnné, které by měly dostatečně vysvětlovat variabilitu původních proměnných a vazby mezi nimi, bez větší ztráty informace, která byla obsažena v původní datové matici.

Jak je metoda analyzující hlavní komponenty vlastně vystavěna. Na to se podíváme v následujícím textu.

PCA se snaží nalézt v pozadí stojící a tedy skryté (umělé, latentní, neměřitelné) proměnné, jež jsou lineární transformací původních proměnných, označovány jsou jako komponenty. Jsou navzájem nekorelované a je jich méně než původně sledovaných proměnných. Komponenty by měly co nejlépe reprezentovat originální proměnné, vazby mezi nimi a vysvětlovat maximum původní variability. Vztah mezi původní proměnnou a komponentou je popsán korelačním koeficientem nazývaným faktorová zátěž.

Pro každou komponentu je podstatná její míra variability nebo jinak řečeno její rozptyl. Komponenty se tedy seřazují podle své podstatnosti, kdy nejdůležitější je ta, která vysvětluje nejvíce z variability původní datové matice. První hlavní komponenta vysvětluje maximum původní variability, druhá hlavní komponenta vysvětluje největší část rozptylu původních dat neobsaženého v první hlavní komponentě. Postupně se hlavní komponenty seřazují podle své důležitosti. Nejméně informace z původního souboru obsahuje poslední hlavní komponenta.

²⁴ Hebák P., Hustopecký J., Malá I. : Vícerozměrné statistické metody I., II., III., Informatorium, Praha 2005

Tento postup dává možnost při analýze, namísto původního počtu vzájemné vnitřně propojených proměnných, analyzovat menší počet nekorelovaných proměnných. To je principiální myšlenka metody analýzy hlavních komponent, jako jedné z podstatných metod vícerozměrné statistické analýzy dat.

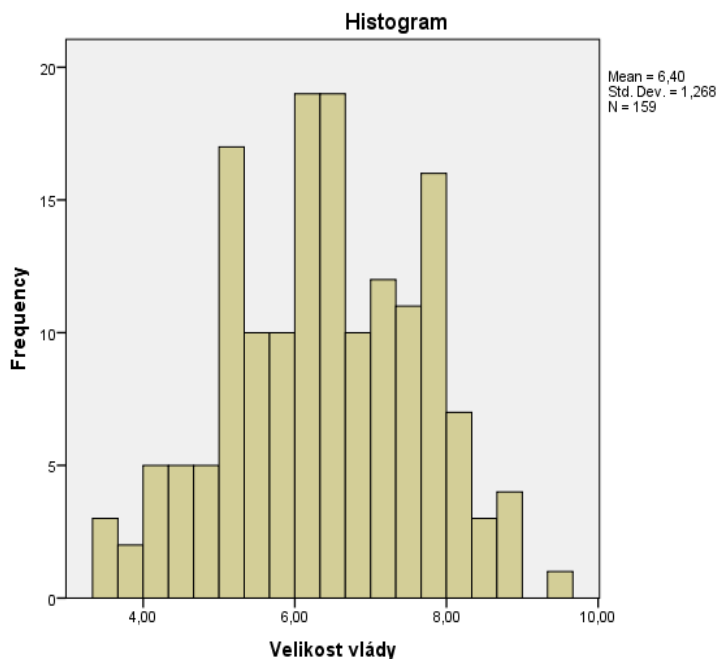
Metoda hlavních komponent vychází ze zdrojové matice o rozměru $n \times m$, jedná se tedy matici o n řádcích a m sloupcích. A výsledkem by měla být transformace původních proměnných $x_{i,j}$ kde $i = 1, \dots, n; j = 1, \dots, m$, do početně menšího souboru latentních proměnných y_j . Jež by měly disponovat vhodnějšími vlastnostmi (nekorelovanost, korelační koeficient mezi novými proměnnými vzniklými z PCA $y_1, \dots, y_m$ je 0) a vystihovat téměř celou variabilitu původního souboru.²⁵

5.1.1 PCA aplikovaná na IEF od Fraserova institutu

Zde budeme metodu hlavních komponent aplikovat na Index ekonomické svobody vydaný Fraserovým institutem v roce 2018, obsahuje tedy údaje za rok 2015.

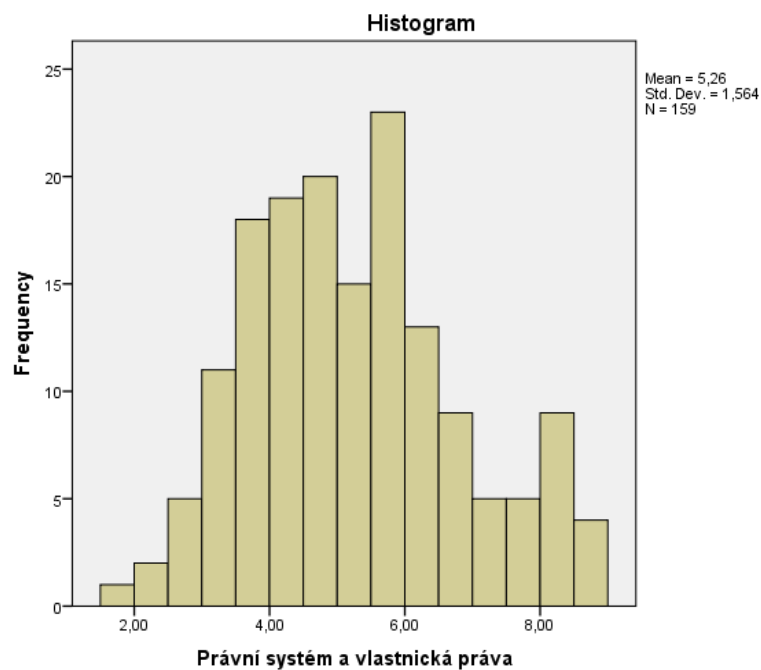
Prvním úkonem ověříme předpoklady metody hlavních komponent. Jako první z předpokladů budeme posuzovat, jsou-li data blízké či vzdálené normalitě. Toto provedeme pohledem na histogramy jednotlivých proměnných.

Obrázek 5-1: Histogram proměnné *Velikost vlády*

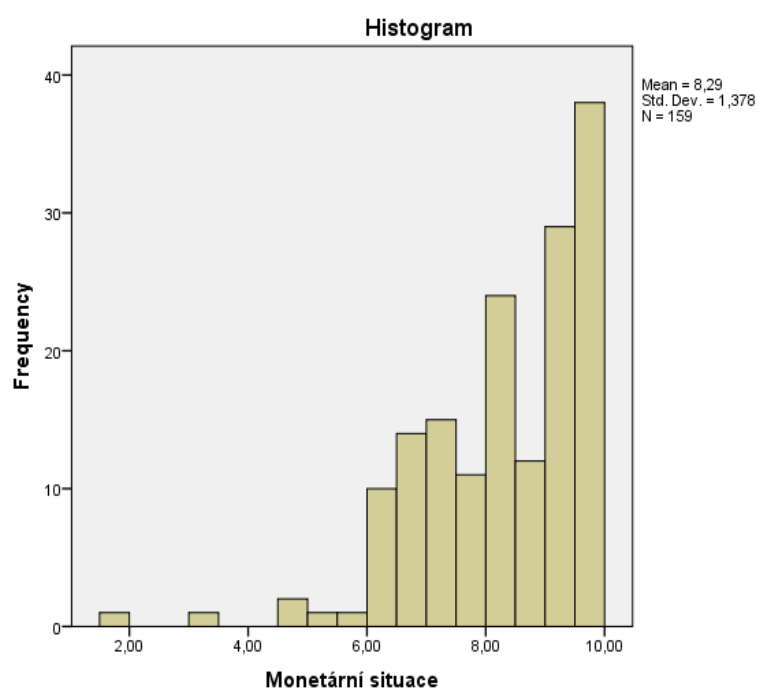


²⁵ HEBÁK, P. -- PECÁKOVÁ, I. -- ŘEZANKOVÁ, H. Vícerozměrné statistické metody. [3]. Praha: Informatorium, 2007. ISBN 978-80-7333-001-9

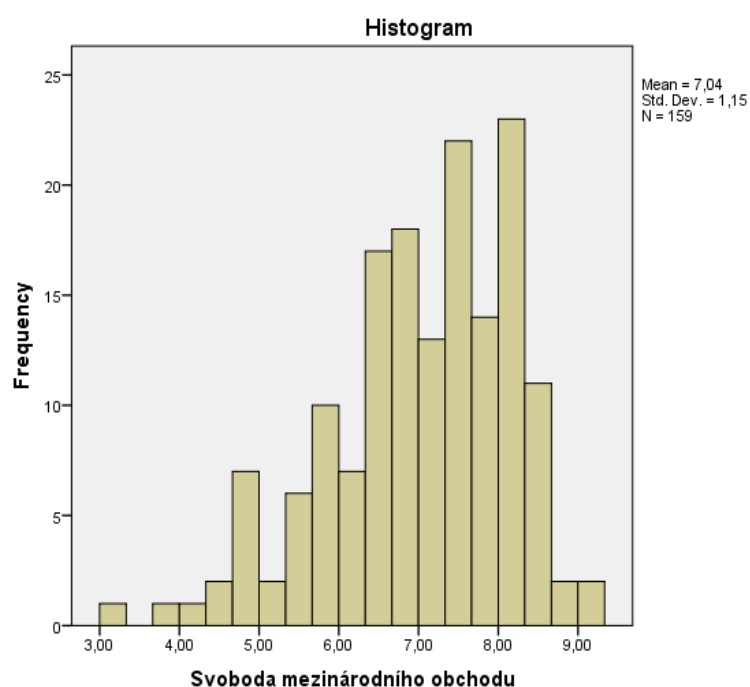
Obrázek 5-2: Histogram proměnné *Právní systém a vlastnická práva*



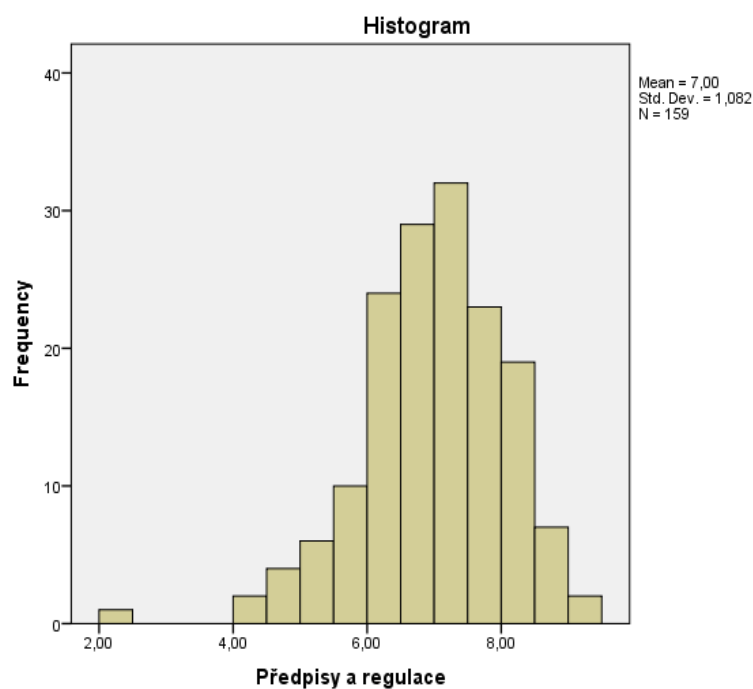
Obrázek 5-3: Histogram proměnné *Monetární situace*



Obrázek 5-4: Histogram proměnné *Svobody mezinárodního obchodu*



Obrázek 5-5: Histogram proměnné *Předpisy a regulace*



Pohledem na histogramy jednotlivých proměnných, si lze udělat představu o tom, zda jde o normálně rozdělená data, či tomu tak není. Poměrně blízko normálně distribuovaným datům se jeví všechny proměnné až na proměnnou *Monetární situace*, která je relativně dosti záporně zešikmená, ostatní se poměrně dobře přibližují histogramu dat vygenerovaných z normálního rozdělení.

Abychom si o normalitě a splnění podmínky normality dat udělali více objektivní obrázek, provedeme statistický test, jenž testuje normalitu dat. Využijeme Kolmogorov-Smirnov test normality testující, zda mají data normální rozdělení či tomu tak není.

Obrázek 5-6: Kolmogorov-Smirnov test normality

Tests of Normality			
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
Velikost vlády	,053	159	,200*
Právní systém a vlastnická práva	,065	159	,200*
Monetární situace	,133	159	,000
Svoboda mezinárodního obchodu	,082	159	,011
Předpisy a regulace	,071	159	,050

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Kolmogorov-Smirnov test normality testuje hypotézu ve tvaru:

H_0 : normalita dat, tj. data mají přibližně normální rozdělení,

H_1 : non H_0 , tj. data se výrazně odlišují od normálně rozdělených dat.

Hladinu významnosti alfa, tedy pravděpodobnost chyby I. druhu budeme uvažovat relativně obvyklých 5%, tzn. $\alpha = 0,05$.

Chyba I. druhu je, pokud mylně zamítneme testovanou hypotézu H_0 , přestože platí. Jinak řečeno, testovaná hodnota T padne do kritického oboru hodnot $\mathbf{W}$, přestože platí H_0 a měla by tedy správně být v oboru přijetí $\mathbf{V}$.

Chybu I. druhu lze zapsat jako: $\alpha = P(T \in W \mid H_0)$.

Pro úplnost se sluší u testování hypotéz doplnit popis tzv. chyby II. druhu, ta nestává v případě chybného přijetí testované hypotézy. Jedná se o analogicky obrácenou logiku, tj. testovaná hodnota T padne do oboru přijetí $\mathbf{V}$, přestože neplatí H_0 a měla by tedy správně být v kritickém oboru hodnot $\mathbf{W}$.

Chybu II. druhu lze zapsat jako: $\beta = P(T \in V \mid H_1)$. U testování hypotéz se ještě zmiňme o tzv. síle testu (někdy se hovoří o silofunkci), což je doplněk β do jedničky. To lze napsat jako: $1 - \beta = P(T \in W \mid H_1)$.²⁶

²⁶ HEBÁK, Petr. *Testování statistických hypotéz*. V Praze: Vysoká škola ekonomická, 1995. ISBN 80-7079-294-9.

Zpět k našemu testování, zda jsou data u jednotlivých proměnných blízka normálnímu rozdělení, nebo se od něj významně odchylojí. Testujeme výše stanovenou hypotézu o normalitě dat, k tomuto využijeme Kolmogorov-Smirnov test normality s Lilliforsovou korekcí. Hladinu významnosti jsme stanovili na 5 %, tzn. $\alpha = 0,05$.

Proměnná *Velikost vlády* má P-hodnotu 0,2, z tohoto důvodu nezamítáme testovanou hypotézu o normalitě dat, jelikož námi zvolená hladina významnosti je menší než P-hodnota testu. Jinak řečeno s pravděpodobností 95 % (získaného jako $1 - \alpha$) jsou data u proměnné *Velikost vlády* z hlediska distribuce hodnot blízka normálnímu rozdělení a tudíž vhodná z hlediska normality pro aplikaci metody hlavních komponent.

Proměnná *Právní systém a vlastnická práva* má P-hodnotu 0,2 tudíž nezamítáme testovanou hypotézu o normalitě dat, jelikož námi zvolená hladina významnosti je menší než P-hodnota testu. Proměnná *Právní systém a vlastnická práva* je distribucí dat blízka normálnímu rozdělení, a tudíž vhodná pro naše účely metody PCA.

Proměnná *Monetární situace* má P-hodnotu 0,000 a z tohoto titulu zamítáme testovanou hypotézu o normalitě dat, jelikož námi zvolená hladina významnosti je větší než P-hodnota testu. Proměnná *Monetární situace* je tedy významně odchylena od normálně distribuovaných hodnot, z tohoto hlediska se nejeví jako zcela vhodná pro aplikaci metody hlavních komponent.

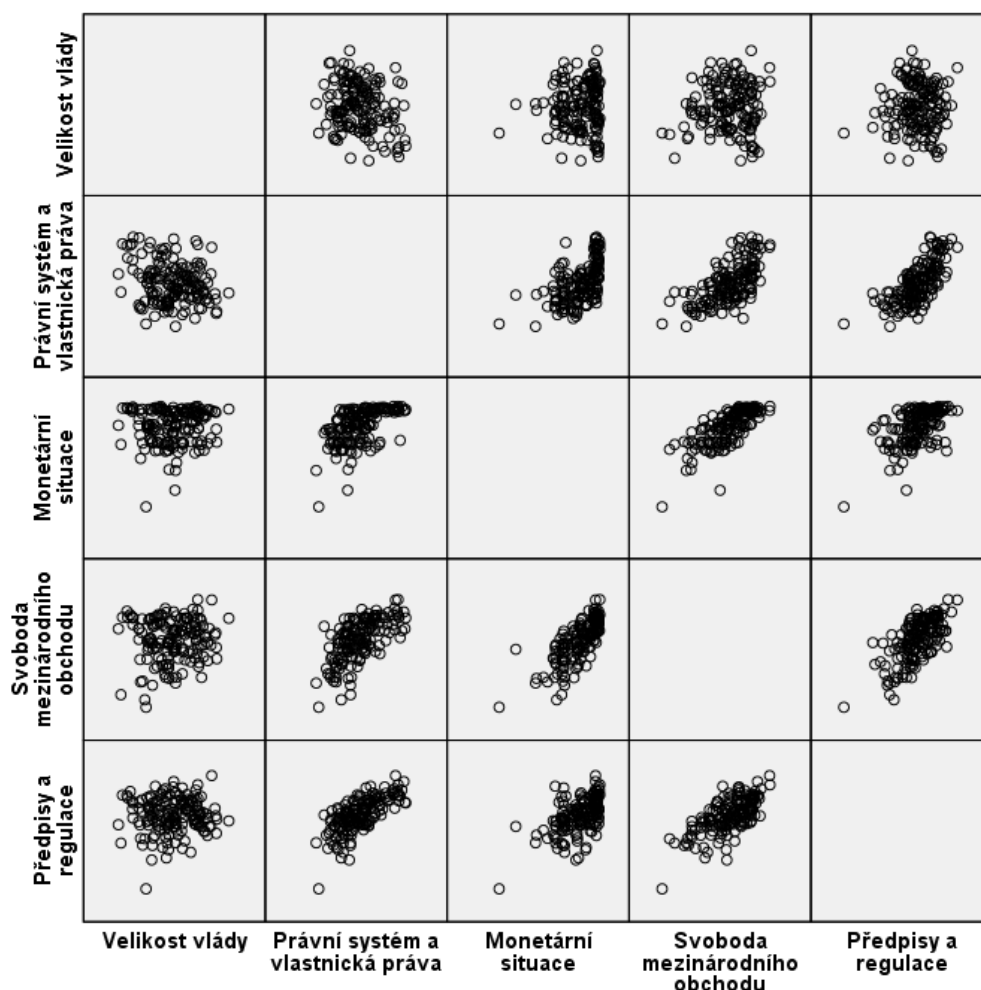
Proměnná *Svoboda mezinárodního obchodu* má P-hodnotu 0,11, proto nezamítáme testovanou hypotézu o normalitě dat, jelikož námi zvolená hladina významnosti je menší než P-hodnota testu. Proměnná *Svoboda mezinárodního obchodu* je z hlediska distribucí hodnot blízka normálnímu rozdělení a tudíž vhodná z hlediska normality pro aplikaci metody hlavních komponent.

Proměnná *Předpisy a regulace* má P-hodnotu 0,05, což je číslo rovné námi zvolené hladině významnosti. Přesto nezamítáme testovanou hypotézu o normalitě dat. Proměnnou *Předpisy a regulace* budeme považovat za ještě normálně rozdělenou veličinu a z hlediska normality za přijatelnou pro PCA.

Až na jednu proměnnou jsme prokázali, že na námi zvolené hladině významnosti mají jednotlivé proměnné rozdělení blízke normálně distribuovaným hodnotám. Pouze proměnná *Monetární situace* se jeví výrazně odchylena svou distribucí hodnot od normálního rozdělení, přesto ji ponecháme v námi aplikované metodě hlavních komponent, jelikož v praxi se občas nad nějakou podmínkou musí expresivně řečeno „přimhouřit oko“, respektive nebudeme v kladení předpokladů tolik přísní. Budeme považovat všechny námi vybrané proměnné jako vhodné pro použití PCA.

Nebude bez zajímavosti se podívat také na vícerozměrnou normalitu našich proměnných. Tu budeme ilustrovat na obrázku 5.7. Je vidět, že se v našem vzorku poměrně odchylujeme od vícerozměrné normality. Vícerozměrnou normalitu by značilo, pokud by shluky v jednotlivých grafech, tvořeny vzájemnými kombinacemi proměnných, vytvářely eliptické obrazce. Na obrázku je vidět, že se většina grafů od eliptického tvaru poměrně významně liší. Výsledek se dal předpokládat minimálně u kombinací proměnné *Monetární politika* s ostatními, jelikož ta neměla ani jednodimenzionální normalitu. Jako vícerozměrně normální by se jevila kombinace proměnné *Právní systém a vlastnická práva* v kombinaci s proměnnou *Předpisy a regulace*, tato dvojice vzájemně tvoří poměrně eliptický tvar grafu, což značí multidimenzionální normalitu. Pro naše účely to není velká překážka v pokračování v metodě hlavních komponent, jelikož PCA neklade požadavek vícerozměrné normality. Tuto analýzu jsme provedli pro lepší celkovou představu a našich proměnných respektive o našich datech jako celku.

Obrázek 5-7: Grafy vícerozměrné normality



Jako další předpoklad pro PCA se podíváme, zda data neobsahují nějaká odlehlá pozorování. K tomu použijeme tzv. krabičkový graf (box plot). Odlehlá, případně extrémní pozorování (tzv. outliers) mohou mít negativní vliv na výsledky analýzy. Za odlehlá pozorování lze považovat takové, jež leží v intervalu:

$$\text{buď } \tilde{x}_{25} - 3(\tilde{x}_{75} - \tilde{x}_{25}) \text{ do } \tilde{x}_{25} - 1,5(\tilde{x}_{75} - \tilde{x}_{25}),$$

$$\text{nebo } \tilde{x}_{75} + 1,5(\tilde{x}_{75} - \tilde{x}_{25}) \text{ do } \tilde{x}_{75} + 3(\tilde{x}_{75} - \tilde{x}_{25}).$$

Taková pozorování lze označit jako odlehlá, v našich grafech vygenerovaných softwarem SPSS jsou značeny u krabičkových grafů symbolem °. Jako extrémní se označují pozorování, jehož hodnota je:

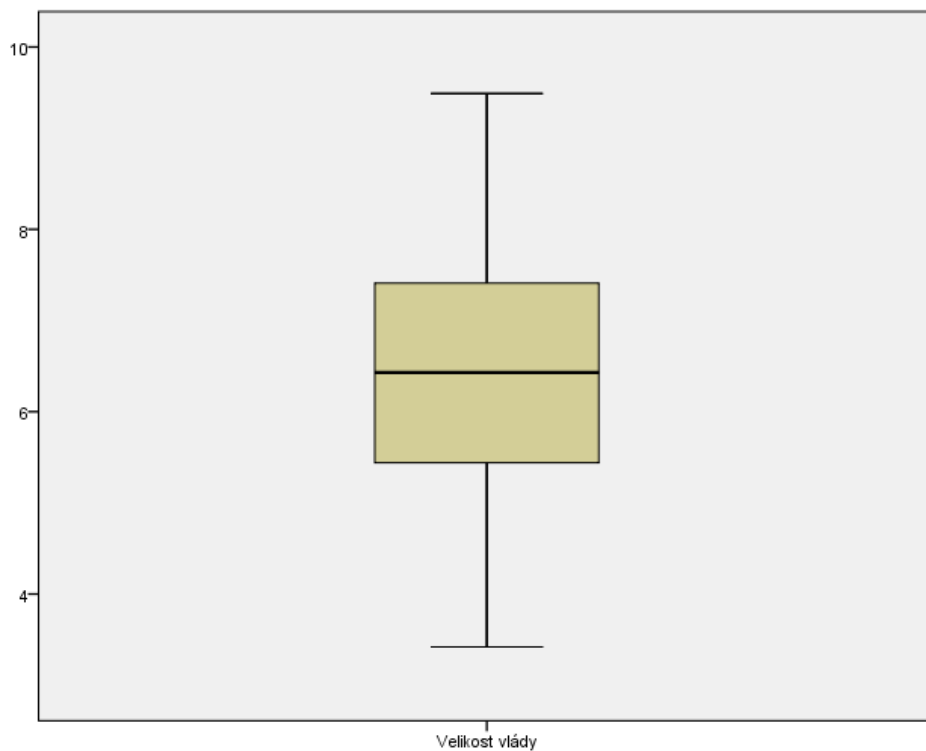
$$\text{buď menší než } \tilde{x}_{25} - 3(\tilde{x}_{75} - \tilde{x}_{25}),$$

$$\text{nebo větší než } \tilde{x}_{75} + 3(\tilde{x}_{75} - \tilde{x}_{25}).$$

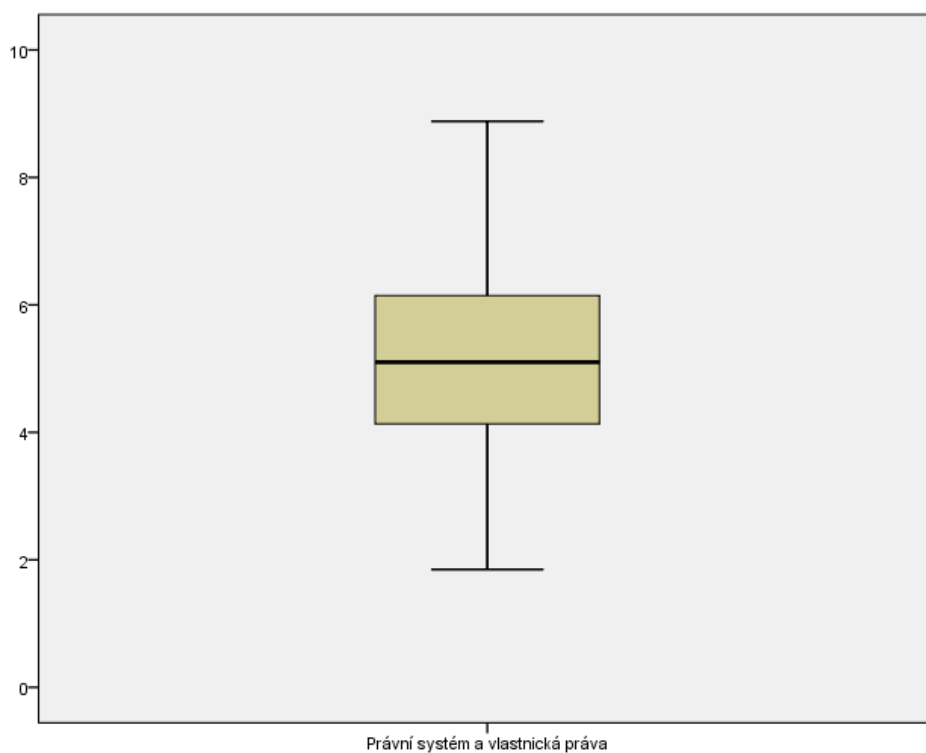
Toto pozorování by v našem případě bylo označeno symbolem * v krabičkovém grafu. Tento pohled na odlehlá a extrémní pozorování je založen na kvartilech, respektive na

mezikvartilovém rozpětí, existují ještě další možné přístupy k této problematice. U krabičkových grafů se jeví kvartilová filozofie odlehlých pozorování poměrně vhodná. Podíváme se na krabičkové grafy jednotlivých proměnných.

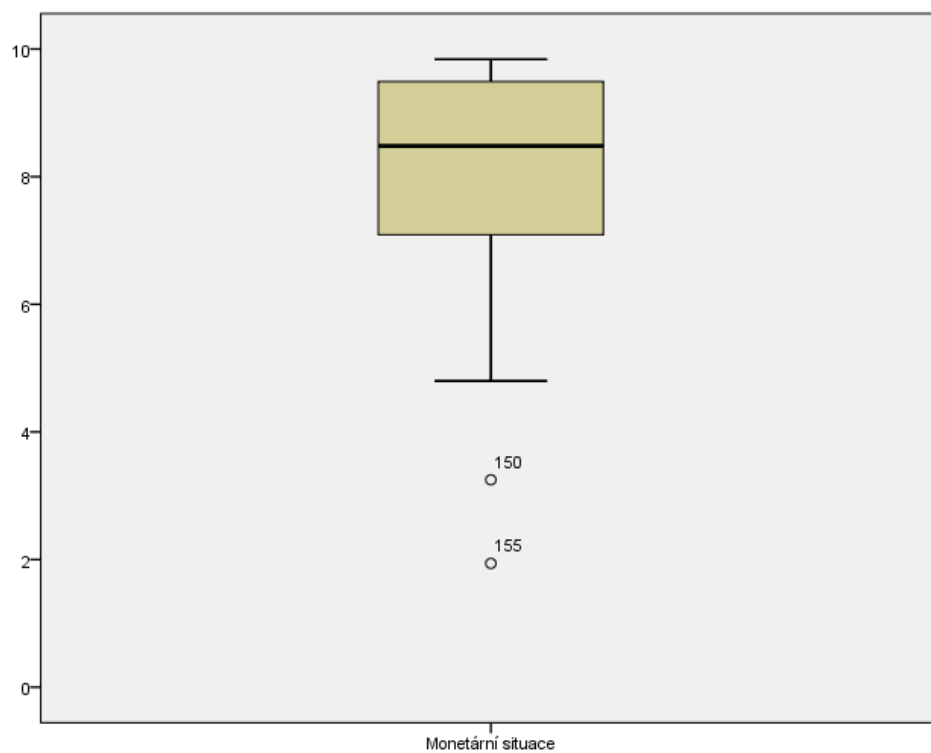
Obrázek 5-8: Krabičkový graf pro proměnnou *Velikost vlády*



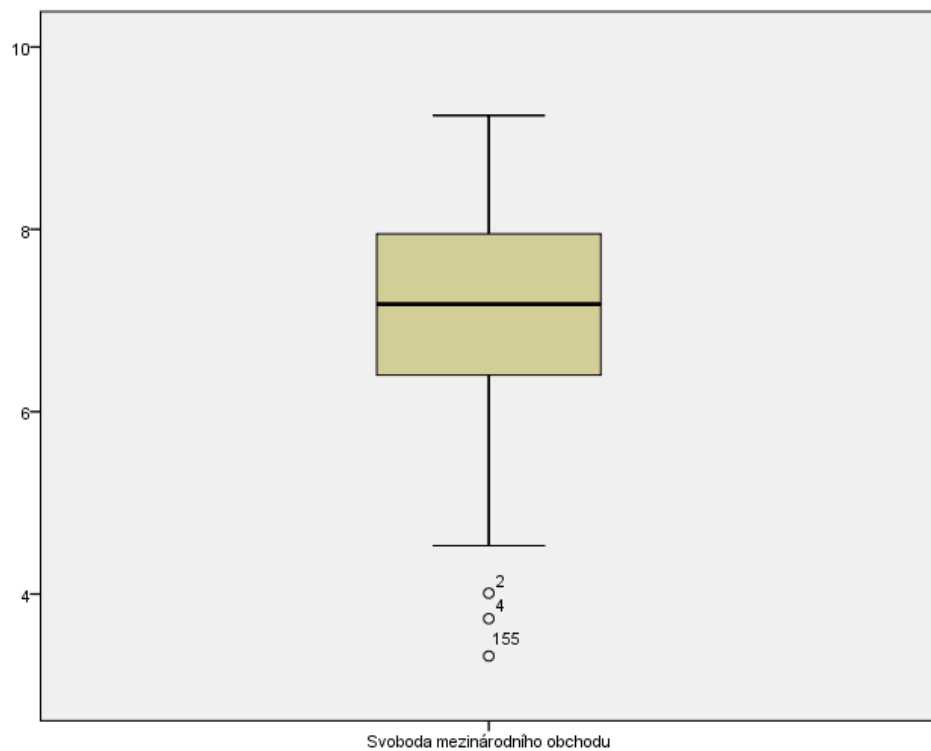
Obrázek 5-9: Krabičkový graf pro proměnnou *Právní systém a vlastnická práva*



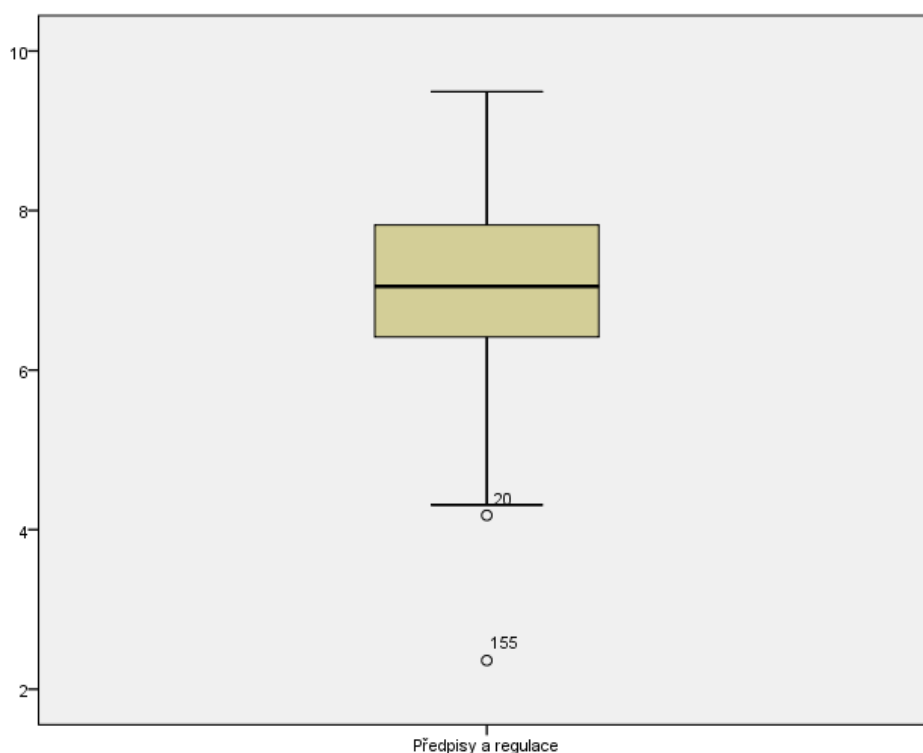
Obrázek 5-10: Krabičkový graf pro proměnnou *Monetární situace*



Obrázek 5-11: Krabičkový graf pro proměnnou *Svoboda mezinárodního obchodu*



Obrázek 5-12: Krabičkový graf pro proměnnou *Předpisy a regulace*



Tři z našich pěti vybraných proměnných obsahují odlehlé hodnoty. Jsou to proměnné *Monetární situace*, *Svoboda mezinárodního obchodu* a *Předpisy a regulace*. Hodnoty vybočují o tolik, protože v dané zemi v roce 2015 byla situace velmi špatná z pohledu těchto odlehlých veličin. Stát poté obdržel malé hodnocení oproti ostatním zemím v daném ukazateli. U proměnné *Monetární situace* je to nejčastěji způsobeno velkou inflací, u *Svobody mezinárodního obchodu* zase mezinárodní situací daného státu a u proměnné *Předpisy a regulace* je to nejčastěji zapříčiněno restriktivním legislativním opatřením.

Nejedná se ovšem o tak zásadně odlehlé hodnoty, abychom je odebírali z našeho datového souboru. Ponecháme tedy všechna získaná data a nebudeme se obírat o informaci v souboru obsaženou odebráním těchto odlehlých pozorování.

Nyní se podíváme na to, zda jsou původní proměnné korelované a tudíž by mohla metoda hlavních komponent poskytnout relevantní výstupy. Tuto vzájemnou korelaci budeme pozorovat na obrázku 5.13. Z korelační matice je zřejmé, že většina proměnných je ve vzájemné korelaci, měřeno Pearsonovým korelačním koeficientem. Značná část se jeví jako korelovaná i na poměrně striktní hladině významnosti $\alpha = 0,01$. To je pro naše účely poměrně vhodné, pokud jsou proměnné vzájemně propojeny, tj. jsou ve společné korelaci, můžeme z analýzy hlavních komponent získat relevantní a interpretovatelné výstupy. Z tohoto hlediska jsou data vhodná pro aplikování PCA.

Obrázek 5-13: Korelační matice

Correlations

		a	b	c	d	e
Velikost vlády (a)	Pearson Correlation	1	-,230**	,048	,061	,030
	Sig. (2-tailed)		,004	,549	,449	,706
	N	159	159	159	159	159
Právní systém a vlastnická práva (b)	Pearson Correlation	-,230**	1	,551**	,648**	,714**
	Sig. (2-tailed)	,004		,000	,000	,000
	N	159	159	159	159	159
Monetární situace (c)	Pearson Correlation	,048	,551**	1	,774**	,551**
	Sig. (2-tailed)	,549	,000		,000	,000
	N	159	159	159	159	159
Svoboda mezinárodního obchodu (d)	Pearson Correlation	,061	,648**	,774**	1	,686**
	Sig. (2-tailed)	,449	,000	,000		,000
	N	159	159	159	159	159
Předpisy a regulace (e)	Pearson Correlation	,030	,714**	,551**	,686**	1
	Sig. (2-tailed)	,706	,000	,000	,000	
	N	159	159	159	159	159

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Ověřením posledního předpokladu metody hlavních komponent zjistíme, zda jsou data homogenní, tj. mají konstantní rozptyl. Také lze říci, zda jsou homoskedastická. Na to využijeme Levenův test homogenity, jež testuje nulovou hypotézu:

H_0 : homogenní data, tj. podobný rozptyl jednotlivých proměnných,

H_1 : non H_0 , tj. významně rozdílné rozptyly jednotlivých proměnných.²⁷

Výstup Levenova testu homogenity ze softwaru SPSS je obrázku 5.14. Přestože je patrné, že pouze u 2 z 5 našich proměnných je dle Levenova testu homogenity homogenita, tj. nezamítli jsme nulovou hypotézu H_0 . U ostatních třech jsme testovanou hypotézu o homogenitě zamítli ve prospěch alternativy, tj. jsou významně nehomogenní. Přes toto negativní zjištění z hlediska splnění předpokladu PCA, lze tuto metodu relevantně použít. Protože naše data se mohou pohybovat v předem daném intervalu hodnot (od 0 do 10).

²⁷ PECÁKOVÁ, Iva. *Statistika v terénních průzkumech*. 2. dopl. vyd. Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-039-3

Námi vybrané proměnné shledáváme jako relativně vhodné pro aplikaci metody hlavních komponent i přes lehké porušení poměrně striktních předpokladů, což je postup, jež se v prakticky využívané statistické analýze někdy používá a je přijatelný.

Obrázek 5-14: Levenův test homogeneity

Test of Homogeneity of Variance		Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Velikost vlády	Based on Mean	2,828	3	155	,040
	Based on Median	2,202	3	155	,090
	Based on Median and with adjusted df	2,202	3	143,947	,090
	Based on trimmed mean	2,677	3	155	,049
Svoboda mezinárodního obchodu	Based on Mean	6,267	3	155	,000
	Based on Median	6,267	3	155	,000
	Based on Median and with adjusted df	6,267	3	123,856	,001
	Based on trimmed mean	6,154	3	155	,001
Předpisy a regulace	Based on Mean	2,649	3	155	,051
	Based on Median	2,702	3	155	,048
	Based on Median and with adjusted df	2,702	3	133,380	,048
	Based on trimmed mean	2,684	3	155	,049
Právní systém a vlastnická práva	Based on Mean	4,576	3	155	,004
	Based on Median	4,477	3	155	,005
	Based on Median and with adjusted df	4,477	3	148,452	,005
	Based on trimmed mean	4,617	3	155	,004
Monetární situace	Based on Mean	11,416	3	155	,000
	Based on Median	8,838	3	155	,000
	Based on Median and with adjusted df	8,838	3	89,789	,000
	Based on trimmed mean	10,314	3	155	,000

Přejdeme k samotné metodě hlavních komponent. Podíváme se na KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) kritérium, pokud je blízké hodnotě 1, svědčí to o vhodnosti použití PCA. KMO kritérium je dáno podílem součtu druhých mocnin korelačních koeficientů ku součtu druhých

mocnin korelačních a parciálních koeficientů.²⁸ Na obrázku 5.16 vidíme, že KMO má hodnotu 0,728, tedy je poměrně blízké hodnotě 1. Je vhodné použít PCA a bude mít relevantní výstupy. Pokud u KMO kritéria hodnota klesne pod 0,5, ukazuje se použití metody hlavních komponent na takovýto soubor jako nevhodné a do značné míry problematické. Uvedme si na obrázku 5.15 orientační tabulku hodnocení KMO kritéria.

Obrázek 5-15: Orientační hodnoty KMO kritéria a jejich vhodnost pro použití PCA

KMO	Hodnocení KMO
0,9 - 1,0	výborný
0,8 - 0,9	vysoký
0,7 - 0,8	střední
0,6 - 0,7	nízký
0,5 - 0,6	špatný
Do 0,5	PCA nemá smysl

Zdroj: http://kps.pedf.cuni.cz/skalouda/fa/zakl_pojmy.htm (citováno dne 2. 4. 2018), zpracování vlastní.

Pro potvrzení vhodnosti použití PCA metody, lze využít Bartlettův test sféricity. Tento test má nulovou hypotézu (H_0), že korelační matice daných proměnných má jednotkový tvar (tzn., mimo hlavní diagonálu jsou samé nuly, na ní jsou samé jedničky). To by znamenalo, že korelační koeficienty mezi proměnnými jsou nulové, je tedy porušen principiální předpoklad použití PCA²⁹. Pokud se podaří testovanou hypotézu zamítnout, jsou proměnné smysluplně použitelné pro metodu hlavních komponent. Pro náš případ vidíme výsledek Bartlettova testu sféricity na obrázku 5.16.

Na základě P-hodnoty Bartlettova testu sféricity zamítáme nulovou hypotézu tohoto statistického testu. P-hodnota 0,000 je menší číslo, než obvyklá hladina významnosti 0,05. Proto zamítáme nulovou hypotézu ve prospěch alternativy. Potvrzuje se zjištění získané z KMO kritéria, že jsou tyto námi vybrané proměnné vhodné pro aplikaci metody hlavních komponent.

²⁸ Faktorová analýza. *Katedra psychologie* [online]. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: http://kps.pedf.cuni.cz/skalouda/fa/zakl_pojmy.htm

²⁹ Faktorová analýza. *Katedra psychologie* [online]. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: http://kps.pedf.cuni.cz/skalouda/fa/zakl_pojmy.htm

Obrázek 5-16: Hodnoty KMO kriteria a Bartlettův test sféricity

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,728
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	396,959
	df	10
	Sig.	,000

K samotnému výstupu z metody hlavních komponent přejdeme v této části. Na obrázku 5.17 je vyobrazena komponentní matice z naší analýzy. Je patrné, že jsme metodou hlavních komponent došli ke dvěma hlavním komponentám. Dojde tedy k redukci poměných, z původních pěti proměnných dochází k redukci na pouze dvě hlavní komponenty (nové proměnné vysvětlující značnou část původní variability souboru).

Obrázek 5-17: Komponentní matice

Component Matrix ^a		
	Component	
	1	2
Velikost vlády	-,038	,978
Právní systém a vlastnická práva	,847	-,292
Monetární situace	,833	,155
Svoboda mezinárodního obchodu	,905	,141
Předpisy a regulace	,857	,033

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

Obrázek 5-18: Celková variabilita vysvětlená hlavními komponentami

Total Variance Explained						
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,966	59,320	59,320	2,966	59,320	59,320
2	1,086	21,718	81,038	1,086	21,718	81,038
3	,511	10,221	91,259			
4	,240	4,795	96,054			
5	,197	3,946	100,000			

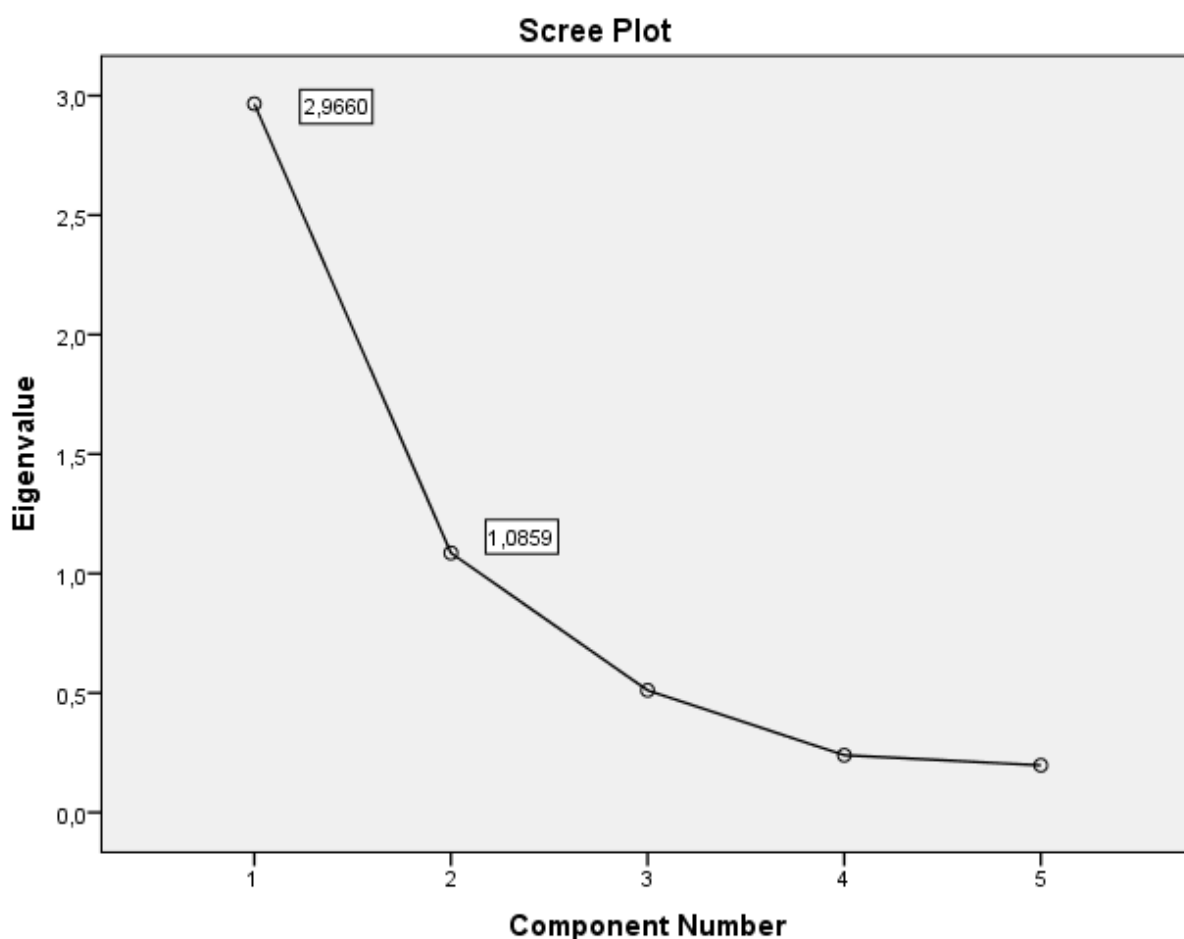
Extraction Method: Principal Component Analysis

Na obrázku 5.18 je vyobrazen výstup popisující variabilitu vysvětlenou hlavními komponentami. První hlavní komponenta vysvětluje 59,32 % variability datového souboru, druhá hlavní komponenta vysvětluje 21,72 % variability.

Obě hlavní komponenty dohromady vysvětlují lehce přes 81 % proměnlivosti původního souboru. Lze říci, že při redukci z pěti na dvě proměnné (dvě hlavní proměnné), jsme přesto stále schopni vysvětlit přes 81 % variability původní datové matice. Je to potvrzení, že tato metoda, tedy metoda hlavních komponent, redukuje počet proměnných při zachování maximální možné informace vyjádřené původními proměnnými.

Jako významné jsou brány hlavní komponenty, jejichž vlastní číslo je větší než číslo 1. V našem případě mají vlastní číslo větší než 1 dvě komponenty, z tohoto důvodu mluvíme o dvou hlavních komponentách v našem modelu.

Obrázek 5-19: Scree plot



Na obrázku 5.19 je Scree plot z naší provedené analýzy hlavních komponent. Ten potvrzuje existenci dvou hlavních komponent, tedy nových proměnných s vlastním číslem (eigenvalue) větším než jedna. Pro označení vlastního čísla se používá také pojem charakteristické číslo.

Scree plot je grafické zobrazení vlastních čísel jednotlivých komponent u PCA metody. Jedná se o klesající funkci důležitosti jednotlivých možných komponent, respektive jejich schopnosti vysvětlovat variabilitu původních dat. Jedná se o grafickou pomůcku při používání a vyhodnocování výsledků vyvstalých z metody hlavních komponent.

Po aplikaci metody hlavních komponent na Index ekonomické svobody vydaného Fraserovým institutem jsme došli k následujícímu. Nejdříve jsme sledovali, zda data splní předpoklady kladené na tento typ statistické analýzy, došli jsme k závěru, že lze na tyto data metodu hlavních komponent použít a výsledky z ní by měly být dostatečně relevantní. Nechali jsme naší vybraná data projít metodou hlavních komponent v programu SPSS. Po zhodnocení výstupů můžeme konstatovat, že jsme dospěli ke dvěma hlavními komponentám. T.j. máme dvě komponenty s vlastním číslem větším, než číslo jedna. Vstupovali jsme s původními pěti proměnnými, náš model přichází s dvěma hlavními komponentami vysvětlujícími přes 81 % původní variability.

Pro interpretaci dvou hlavních komponent se podíváme, jaké veličiny stojí v pozadí našich nových dvou nepozorovaných proměnných pojmenovaných jako hlavní komponenty. To uvidíme na obrázku 5.20, který ukazuje komponentní matici. Barevné škály jsou přidělovány v programu Microsoft Excel, kde jsme nejdříve našli maximální hodnotu v absolutní hodnotě pro každý řádek, poté jsme pomocí funkce Pozvyhledat přiřadili, jakou hodnotu daná hlavní komponenta nejvíce vysvětluje. Nakonec jsme seřadili původní proměnné sestupně podle toho, jaká hlavní komponenta ji do značné míry vysvětluje.

Obrázek 5-20: Komponentní matice

Component Matrix ^a		
	Component	
	1	2
Monetární situace	,833	,155
Právní systém a vlastnická práva	,847	-,292
Předpisy a regulace	,857	,033
Svoboda mezinárodního obchodu	,905	,141
Velikost vlády	-,038	,978

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

První hlavní komponentu z námi aplikované metody PCA, lze interpretovat jako *právní situaci* v daném státu. Tato hlavní komponenta nazvaná *právní situace*, by popisovala situaci v dané zemi pohledem právních a dalších obecně platných norem státu, kterými se musí všechny legálně působící subjekty v té či oné zemi řídit a je jimi upravena jejich činnost. Druhou hlavní komponentu lze nazvat *velikost vládního sektoru*, to znamená spotřebu vlády, její investice, transfery, dotace a přerozdělování v gesci veřejných institucí.

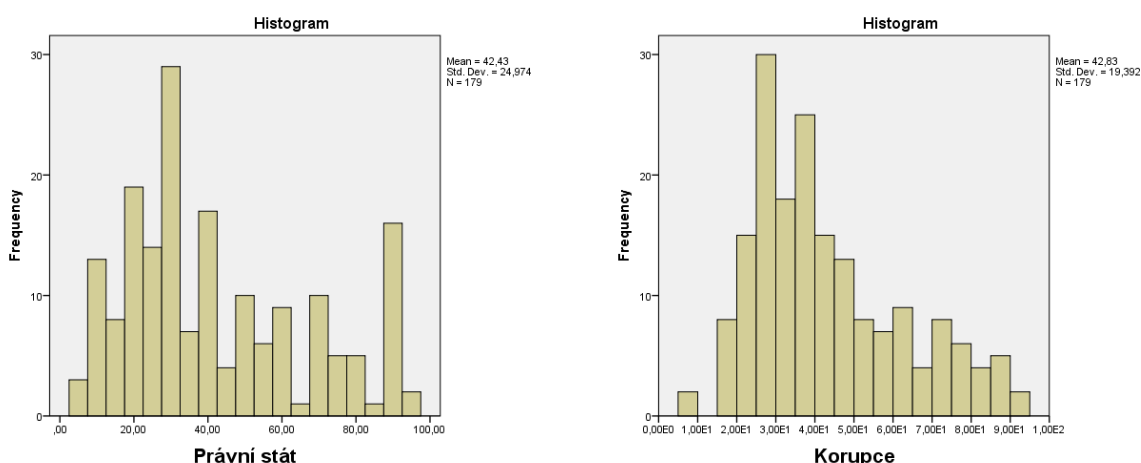
Metodou hlavních komponent jsme vytvořili dvě hlavní komponenty. První je *právní situace*, druhá *velikost vlády*. Z pěti původních proměnných jsme pomocí PCA redukovali jejich počet na dvě hlavní komponenty (proměnné). Úspěšně jsme provedli PCA analýzu, a povedlo se redukovat původní počet proměnných s minimální ztrátou informace.

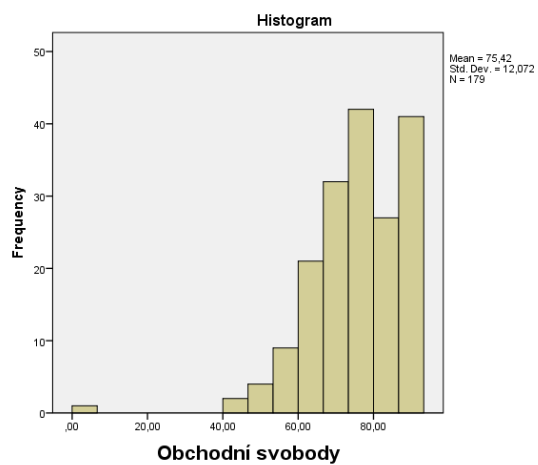
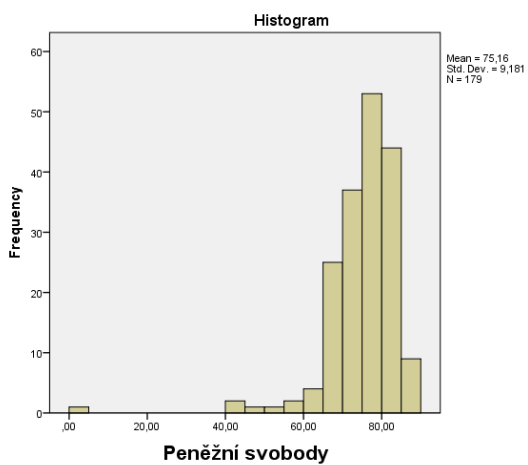
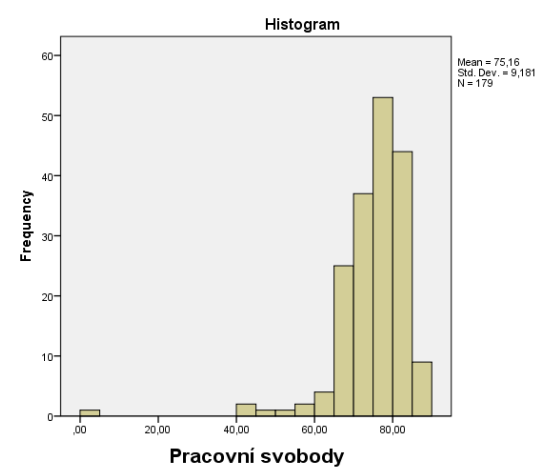
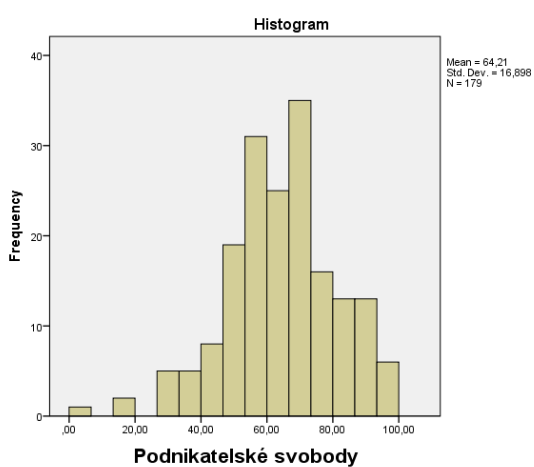
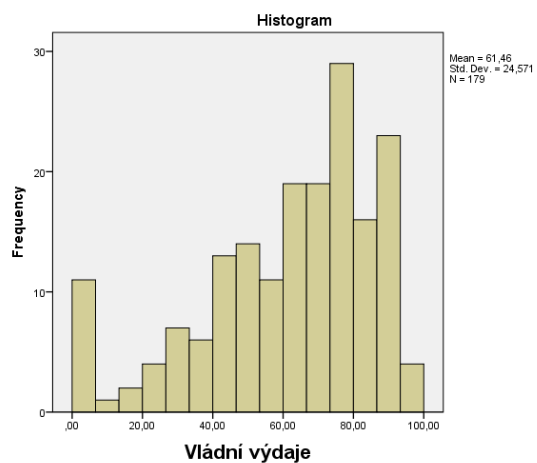
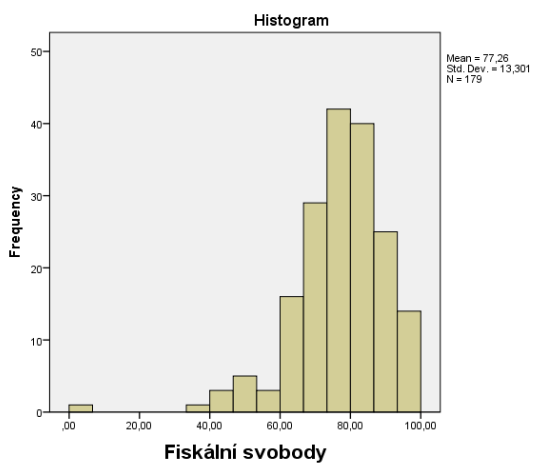
5.1.2 PCA aplikovaná na IEF od Heritage foundation

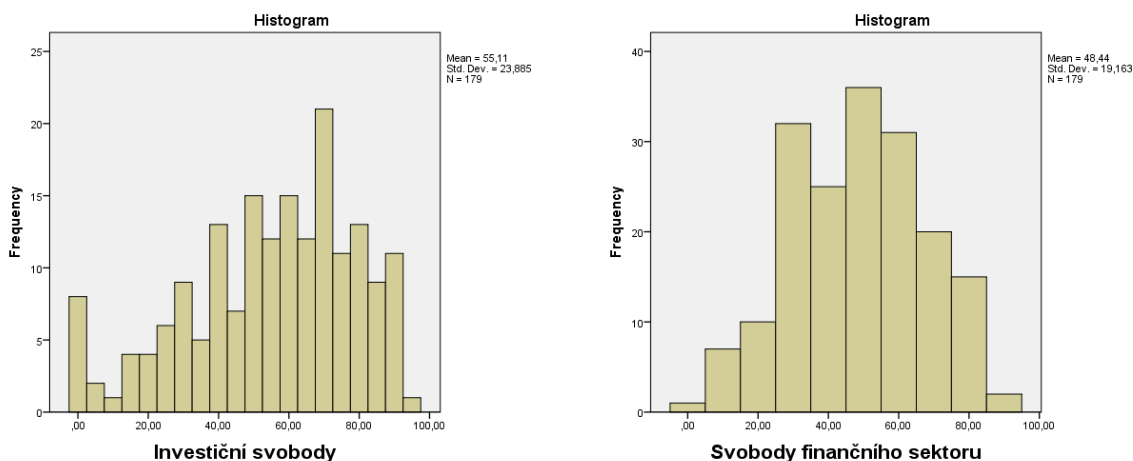
V této podkapitole budeme aplikovat metodu hlavních komponent na Index ekonomické svobody vydaného Heritage foundation pro rok 2015. Podíváme se, jaké hlavní komponenty stojí za tímto indexem ekonomické svobody. Budeme postupovat analogicky k předešlé podkapitole.

Nejprve se opět podíváme na normalitu jednotlivých proměnných, respektive jak moc jsou od ní vzdáleny, jejich histogramy jsou na obrázku 5.21.

Obrázek 5-21: Histogramy jednotlivých proměnných







Obrázek 5-22: Kolmogorov-Smirnov test normality

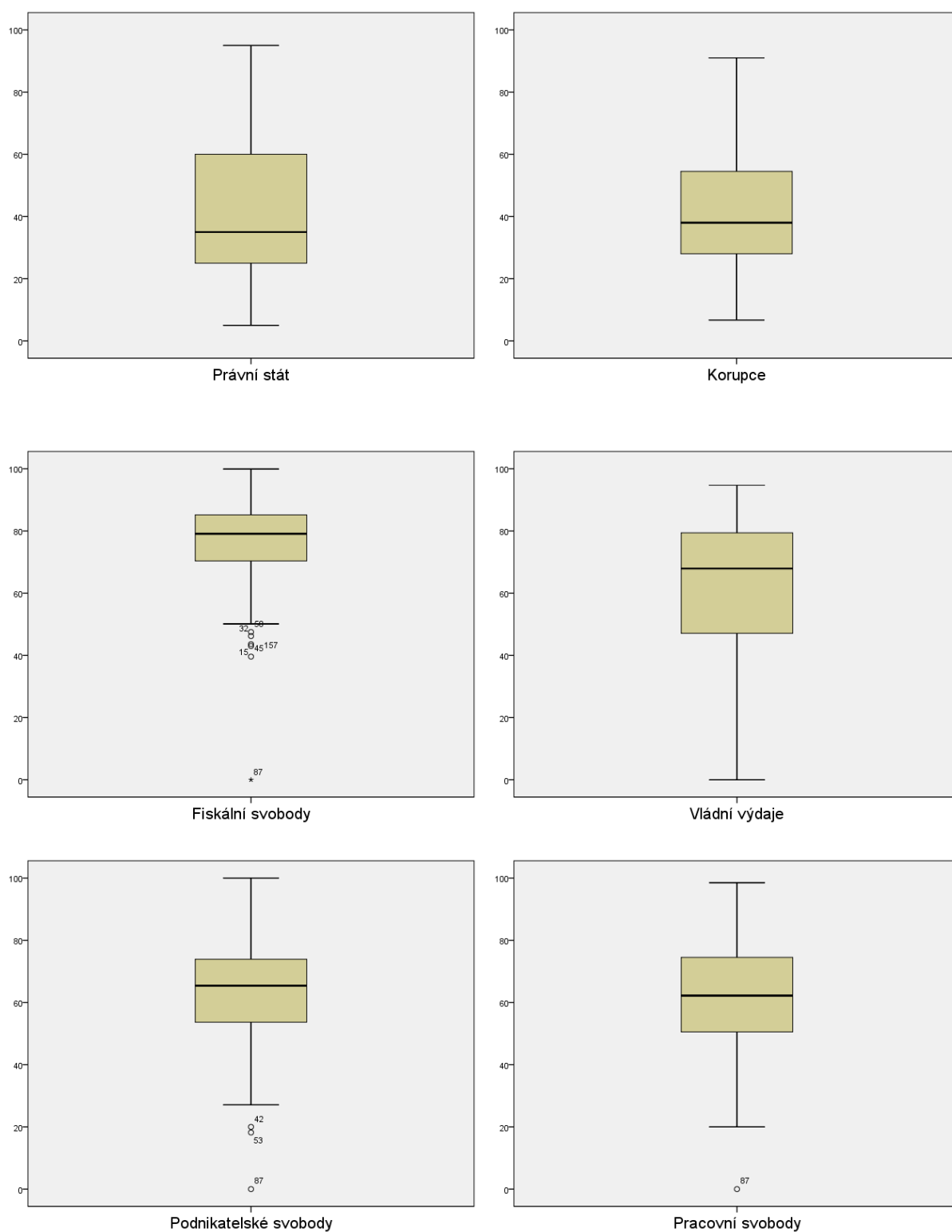
Tests of Normality			
	Kolmogorov-Smirnov ^a		
Právní stát	,171	179	,000
Korupce	,140	179	,000
Fiskální svobody	,096	179	,000
Vládní výdaje	,106	179	,000
Podnikatelské svobody	,045	179	,200*
Pracovní svobody	,047	179	,200*
Peněžní svobody	,128	179	,000
Obchodní svobody	,114	179	,000
Investiční svobody	,102	179	,000
Svobody finančního sektoru	,114	179	,000

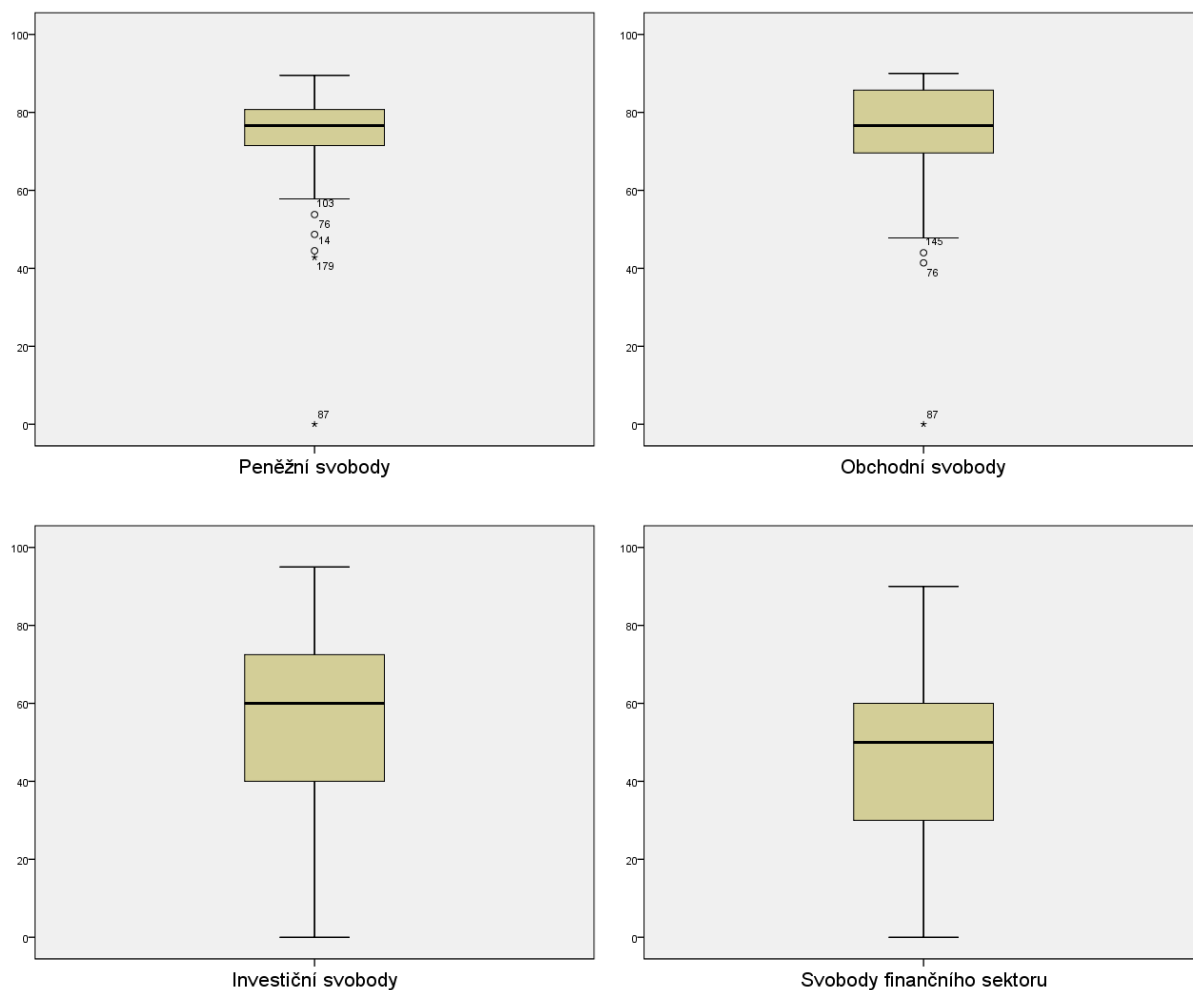
*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Většina námi vybraných proměnných se odlišuje od normality. Jak podle histogramů na obrázku 5.21, tak podle Kolmogorov-Smirnovova testu normality s Lillieforsovou korekcí na obrázku 5.22. Z tohoto důvodu není třeba pozorovat vícerozměrnou normalitu proměnných, nebyla by u většiny z nich přítomna. Přesto s nimi budeme v analýze dále operovat, jelikož to není zásadní problém, kvůli kterému bychom tyto proměnné vyloučili z dané analýzy. Pohledem na krabčkové grafy na obrázku 5.23 budeme posuzovat existenci odlehlých nebo extrémních pozorování u našich proměnných.

Obrázek 5-23: Krabičkové grafy jednotlivých proměnných





Je patrné, že některé proměnné obsahují odlehlé pozorování, tyto ve vzorku ponecháme, nebudou mít zásadní vliv na naši analýzu. Některé proměnné obsahují ale i hodnoty extrémní (jsou označeny symbolem *), tyto extrémně odlehlé hodnoty z našeho souboru vyloučíme. Vyloučit je lze, jelikož máme dostatečně velký vzorek a extrémních hodnot je minimum, jejich odstranění nebude znamenat významnou ztrátu informace. Extrémní hodnoty se vyskytují u proměnných *Fiskální svobody* (1 extrémní hodnota), *Peněžní svobody* (2 extrémní hodnoty) a *Obchodní svobody* (1 extrémní hodnota). Odstraníme je z našeho datového souboru, aby nezkreslovali naši PCA analýzu a nedeformovali model z této analýzy získaný. V korelační matici na obrázku 5.24 se podíváme, zda jsou proměnné vzájemně propojené a má tedy PCA smysl. Vidíme, že většina jednotlivých proměnných je vzájemně propojená, můžeme tedy uvažovat, že použití metody hlavních komponent bude mít smysl a přinese dobré výsledky. Proměnné, kde se korelace ukazuje jako statisticky významná, mají u hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu v horním indexu značku * (významné na hladině významnosti 0,05), respektive značku ** (významné na hladině významnosti 0,01).

Obrázek 5-24: Korelační matice proměnných

Correlations

		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Právní stát (a)	Pear.	1	,918**	-,192**	-,261**	,710**	,338**	,488**	,501**	,709**	,746**
	Correl.										
	Sig.		,000	,010	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,000
Korupce (b)	Pear.	,918**	1	-,054	-,250**	,704**	,374**	,467**	,472**	,635**	,638**
	Correl.										
	Sig.	,000		,468	,001	,000	,000	,000	,000	,000	,000
Fiskální svobody (c)	Pear.	-	-,054	1	,463**	,145*	,239**	,389**	-,116	-,014	-,113
	Correl.	,192**									
	Sig.	,010	,468		,000	,048	,001	,000	,119	,848	,130
Vládní výdaje (d)	Pear.	-	-	,463**	1	-,081	,070	,165*	-,281**	-,061	-,112
	Correl.	,261**	,250**								
	Sig.	,000	,001	,000		,269	,343	,025	,000	,406	,134
Podnikatelské svobody (e)	Pear.	,710**	,704**	,145*	-,081	1	,543**	,497**	,486**	,560**	,569**
	Correl.										
	Sig.	,000	,000	,048	,269		,000	,000	,000	,000	,000
Pracovní svobody (f)	Pear.	,338**	,374**	,239**	,070	,543**	1	,362**	,179*	,272**	,228**
	Correl.										
	Sig.	,000	,000	,001	,343	,000		,000	,016	,000	,002
Peněžní svobody (g)	Pear.	,488**	,467**	,389**	,165*	,497**	,362**	1	,271**	,464**	,350**
	Correl.										
	Sig.	,000	,000	,000	,025	,000	,000		,000	,000	,000
Obchodní svobody (h)	Pear.	,501**	,472**	-,116	-,281**	,486**	,179*	,271**	1	,630**	,610**
	Correl.										
	Sig.	,000	,000	,119	,000	,000	,016	,000		,000	,000
Investiční svobody (i)	Pear.	,709**	,635**	-,014	-,061	,560**	,272**	,464**	,630**	1	,829**
	Correl.										
	Sig.	,000	,000	,848	,406	,000	,000	,000	,000		,000
Svobody finančního sektoru (j)	Pear.	,746**	,638**	-,113	-,112	,569**	,228**	,350**	,610**	,829**	1
	Correl.										
	Sig.	,000	,000	,130	,134	,000	,002	,000	,000	,000	

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Dále se podíváme, do jaké míry jsou data u jednotlivých proměnných homogenní. K tomuto účelu opět využijeme Levenův test homogeneity.

Obrázek 5-25: Levenův test homogeneity

Test of Homogeneity of Variances				
	Levene Statistic	df1	df2	Sig.
Právní stát	,349	3	177	,790
Korupce	,176	3	182	,913
Fiskální svobody	2,201	3	181	,089
Vládní výdaje	,112	3	182	,953
Podnikatelské svobody	1,417	3	182	,239
Pracovní svobody	4,572	3	182	,004
Peněžní svobody	2,049	3	180	,109
Obchodní svobody	1,713	3	176	,166
Investiční svobody	3,360	3	181	,020
Svobody finančního sektoru	,739	3	177	,530

Na obrázku 5.25 je patrné, že pouze u jedné proměnné *Pracovní svobody* zamítáme testovanou hypotézu o homogenosti dat ($P - \text{hodnota} = 0,04 < \alpha = 0,05$) ve prospěch alternativy, že data homogenní nejsou. U ostatních devíti proměnných nezamítáme testovanou hypotézu ($P - \text{hodnota} > \alpha = 0,05$), data jsou na dané hladině významnosti homogenní. To je pro naši analýzu vhodné.

Data dostatečně splnila předpoklady, které jsme po nich požadovali, a lze tedy přejít k aplikaci samotné metody hlavních komponent.

Zaměříme se na KMO statistiku a Bartlettův test sféricity. Abychom zjistili, zda jsou naše data pro použití metody PCA přijatelná, respektive zda z ní vyjdou relevantní a zajímavé výsledky

Obrázek 5-26: Hodnoty KMO kriteria a Bartlettův test sféricity

KMO and Bartlett's Test		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,851
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	1108,196
	df	45
	Sig.	,000

KMO statistika má hodnotu 0,851, což je číslo značící data velmi vhodná pro použití metody hlavních komponent, čím je KMO statistika bližší číslu 1, tím je tato datová matice pro PCA vhodnější soubor dat. Bartlettův test sféricity domněnku vhodnosti dat pro aplikování PCA potvrzuje, jelikož zamítáme testovanou hypotézu o jednotkovém tvaru korelační matice ve

prospěch alternativy, že tomu tak není. Data jsou pro použití metody hlavních komponent z tohoto hlediska velmi vhodná.

Nyní již k samotné metodě hlavních komponent pro Index ekonomické svobody od Heritage foundation.

Obrázek 5-27: Komponentní matice

Component Matrix ^a			
	Component		
	1	2	3
Právní stát	,909	-,057	-,050
Korupce	,877	-,118	-,133
Fiskální svobody	-,300	,824	-,053
Vládní výdaje	-,386	,642	,429
Podnikatelské svobody	,798	,181	-,262
Pracovní svobody	,373	,446	-,685
Peněžní svobody	,678	,057	,341
Obchodní svobody	,702	,117	,112
Investiční svobody	,849	,107	,296
Svobody finančního sektoru	,850	,151	,253

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Z obrázku 5.27 je patrné, že jsme touto metodou dospěli ke třem hlavním komponentám. Které stojí v pozadí původních proměnných a dostatečně je zastupují bez významné ztráty informace.

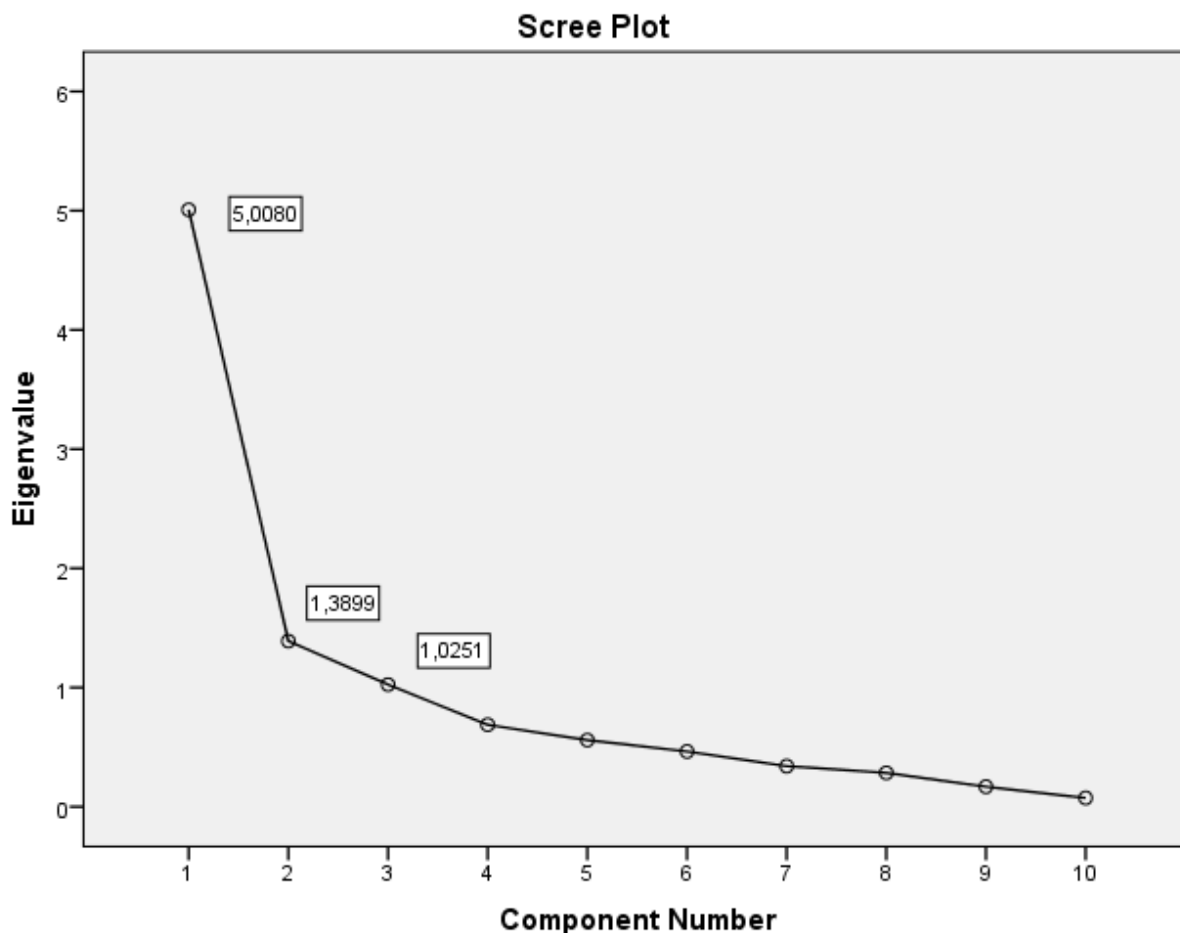
Obrázek 5-28: Celková variabilita vysvětlená hlavními komponentami

Total Variance Explained						
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,008	50,080	50,080	5,008	50,080	50,080
2	1,390	13,899	63,979	1,390	13,899	63,979
3	1,025	10,251	74,229	1,025	10,251	74,229
4	,688	6,877	81,106			
5	,559	5,592	86,698			
6	,463	4,632	91,330			
7	,341	3,408	94,738			
8	,285	2,846	97,583			
9	,168	1,682	99,265			
10	,073	,735	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Těmito třemi hlavními komponentami se podařilo vysvětlit přes 74 % původní variability dat. První hlavní komponenta vysvětlila lehce přes 50 %, druhá komponenta vysvětlila o něco méně než 14 % variability a poslední třetí hlavní komponentě náleží přes 10 % vysvětlení původní variability. Níže uvedený Scree plot vizuálně dokumentuje přítomnost třech hlavních komponent, tj. třech komponent s vlastním číslem větším než jedna.

Obrázek 5-29: Scree plot



K interpretaci hlavních komponent získaných analýzou hlavních komponent použijeme jako pomůcku níže uvedený obrázek 5.30 komponentní matice. Na tom vidíme, jak jsou původní proměnné zastupovány našimi nově nalezenými hlavními komponentami. Došli jsme naší analýzou ke třem hlavním komponentám, jež vysvětlují přes 74 % původní variability dat. První hlavní komponentu lze interpretovat jako *legislativa* dané země, ve smyslu právních norem a jejich vymahatelnosti a všech dalších obecně závazných pravidel upravujících činnost jednotlivých subjektů působících na území země. Druhou hlavní komponentu bychom mohli uvést jako *fiskální situaci*, ve smyslu fiskální situace dané země a ponechání řízení fiskální

politiky jednotlivých ekonomických subjektů v jejich výsostné gesci. Třetí, poslední hlavní komponentu bychom nazvali *svoboda práce*, myšlenou jako svobodu pracovního trhu a jeho flexibilitu, tak i pracovněprávní vztahy v daném státě.

Obrázek 5-30: Komponentní matice

Component Matrix ^a			
	Component		
	1	2	3
Právní stát	,909	-,057	-,050
Korupce	,877	-,118	-,133
Podnikatelské svobody	,798	,181	-,262
Peněžní svobody	,678	,057	,341
Obchodní svobody	,702	,117	,112
Investiční svobody	,849	,107	,296
Svobody finančního sektoru	,850	,151	,253
Fiskální svobody	-,300	,824	-,053
Vládní výdaje	-,386	,642	,429
Pracovní svobody	,373	,446	-,685

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Po aplikaci metody hlavních komponent na Index ekonomické svobody vydaného Heritage foundation pro rok 2015 jsme dospěli ke třem hlavním komponentám. Původní proměnné byly zredukovány na tři nové nepozorované veličiny. Došlo k redukci proměnných bez významnější ztráty informace obsažené v původním souboru. První hlavní komponentu jsme interpretovali jako *legislativu*, druhou jako *fiskální situaci* a poslední třetí hlavní komponentou je *svoboda práce*.

Metoda hlavních komponent v tomto případě přinesla relevantní a zajímavé výsledky, s únosnou ztrátou informace došlo k redukci proměnných.

5.2 Faktorová analýza

Jako další vícerozměrnou statistickou metodu se zaměříme na faktorovou analýzu. Jako první ji použijeme na Index ekonomické svobody od Fraserova institutu.

I zde uděláme krátký exkurz do historie této metody. Za průkopníka faktorové analýzy je považován Charles Spearman, v roce 1904 se o ní poprvé zmiňuje ve své publikaci zabývající

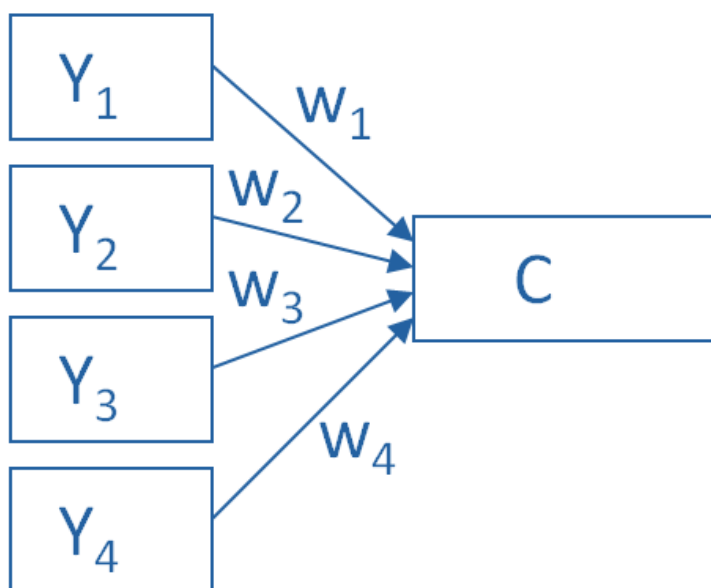
se inteligencí. Kde byla faktorová analýza s pouze jedním obecným faktorem. Od této doby se postupně metoda faktorové analýzy vyvíjí, zobecňuje a zlepšuje.³⁰

Faktorová analýza se jeví jako podobný nástroj k metodě PCA, jejich fundamentální odlišnost je, PCA je lineární kombinace proměnných, kdežto faktorová analýza je model měřící latentní proměnné. PCA se zaměřuje na diagonální prvky kovarianční matice, tedy na rozptyly. Faktorová analýza vysvětluje prvky mimo hlavní diagonálu kovarianční matice, tedy kovariance

Onu odlišnost si zde budeme ilustrovat na následujícím obrázku 5.31. Kde je ze čtyř proměnných provedena redukce na proměnnou jednu ve směru šipek. Proměnné Y přispívají ke komponentě, mohou díky vahám přispívat každá jinou měrou. Tento model může být popsán lineární rovnicí:

$$C = w_1(Y_1) + w_2(Y_2) + w_3(Y_3) + w_4(Y_4).^{31} \quad (5.8)$$

Obrázek 5-31: Princip PCA

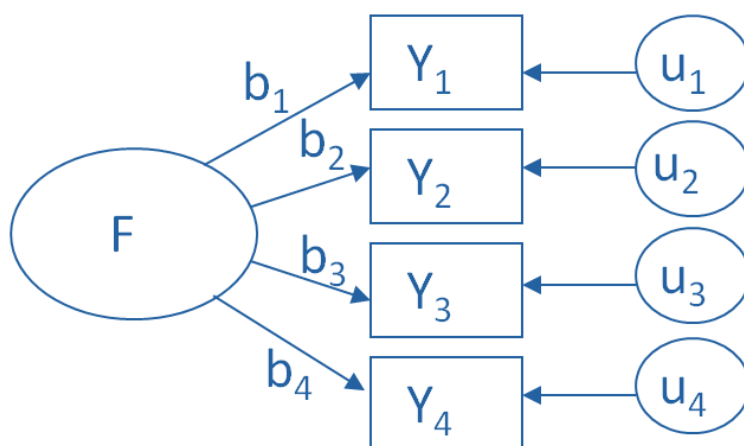


Zdroj: převzato z <https://www.theanalysisfactor.com/the-fundamental-difference-between-principal-component-analysis-and-factor-analysis/> (citováno dne 5. 4. 2018).

³⁰[online]. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z https://is.muni.cz/th/65506/fss_m_b1/Vytisk-diplomka.pdf

³¹ *The Analysis Factor — Statistical Consulting, Resources, and Statistics Workshops for Researchers* [online]. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.theanalysisfactor.com/the-fundamental-difference-between-principal-component-analysis-and-factor-analysis/>

Obrázek 5-32: Princip faktorové analýzy



Zdroj: převzato z <https://www.theanalysisfactor.com/the-fundamental-difference-between-principal-component-analysis-and-factor-analysis/> (citováno dne 5. 4. 2018).

Na výše uvedeném obrázku 5.32 je vidět ilustrace principu faktorové analýzy, jedná se o model měřící latentní proměnné. Situaci na obrázku lze popsat systémem regresních rovnic

$$\begin{aligned} Y_1 &= b_1 * F + u_1 \\ Y_2 &= b_2 * F + u_2 \\ Y_3 &= b_3 * F + u_3 \\ Y_4 &= b_4 * F + u_4. \end{aligned} \quad (5.9)^{32}$$

Z tohoto důvodu použijeme na naše data i faktorovou analýzu, také zní lze často získat lépe interpretovatelné výsledky, než z PCA. Další odlišností oproti PCA metodě bude, že faktorovou analýzu budeme aplikovat na normované (standardizované) proměnné. A k interpretaci faktorové analýzy využijeme tzv. rotované řešení.

Normované (standardizované) proměnné mají nulovou střední hodnotu a jednotkový rozptyl. Rotace ve faktorové analýze se používá z důvodu, že existuje nekonečně mnoho faktorových řešení, tj. ke každému odhadu faktorových zátěží lze najít nekonečně mnoho alternativ, jež data vystihují stejně dobře. Z tohoto důvodu dochází k transformaci faktorů, aby se staly lépe interpretovatelné. Ukazuje se, že nejlépe lze interpretovat faktory s faktorovou zátěží blízké buď jedné, nebo nule, respektive každá původní proměnná je korelována silně jen s některými faktory a s těmi ostatními vykazuje pouze slabou korelovanost. Tomuto se říká „rotace“, jelikož pro dva faktory se jedná o jakési pootočení, jde vlastně o rotaci souřadnicových os.

³² *The Analysis Factor — Statistical Consulting, Resources, and Statistics Workshops for Researchers* [online]. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: <https://www.theanalysisfactor.com/the-fundamental-difference-between-principal-component-analysis-and-factor-analysis/>

Rotace proměnných souvisí s jednoduchou strukturou matice faktorových zátěží, o jednoduché struktuře hovoříme, pokud:

- V každém řádku je nejméně jedna zátěž blízká nule.
- V každé sloupci je nejméně tolik malých zátěží, kolik je faktorů.
- Pro každou dvojici sloupců existuje nejméně tolik dvojic proměnných, jedna s malou zátěží u jednoho faktoru a druhá s velkou zátěží u druhého faktoru, kolik je společných faktorů.

V praxi se za „malou“ zátěž považuje hodnota menší než 0,3 a za velkou hodnoty v absolutním vyjádření větší než 0,5.³³

Existuje několik možností, jak přistoupit k rotaci u faktorové analýzy. Jedná se o pravoúhlou (ortogonální) nebo šikmou rotaci. Jmenujme metodu rotace Varimax, Quartimax, Equamax jedná se o ortogonální metody rotace. Z metod šikmé rotace jsou to Oblimin či Promax.

My využijeme ortogonální rotaci Varimax. Varimax minimalizuje počet proměnných s vysokou zátěží s každým společným faktorem. O této metodě lze uvažovat jako o metodě zjednodušující faktory, protože vytváří dobře interpretovatelné faktory.³⁴

Data jsme již v předchozím textu shledali vhodná pro aplikaci metody hlavních komponent, lze na ně aplikovat i faktorovou analýzu. Faktorová analýza by měla přinést relevantní a dobře interpretovatelné výsledky.

5.2.1 Faktorová analýza IEF od Fraserova institutu

Nyní přejdeme k samotné aplikaci faktorové analýzy na Index ekonomické svobody od Fraserova institutu pro rok 2015.

Obrázek 5-33: Communalities

Communalities		
	Initial	Extraction
Zscore(Velikost vlády)	1,000	,957
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	1,000	,803
Zscore(Monetární situace)	1,000	,718
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	1,000	,839
Zscore(Předpisy a regulace)	1,000	,735

Extraction Method: Principal Component Analysis.

³³ Faktorová analýza. *Katedra psychologie - Aktuality* [online]. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: http://kps.pedf.cuni.cz/skalouda/fa/rotace_fak.htm

³⁴ Faktorová analýza. *Katedra psychologie - Aktuality* [online]. [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: http://kps.pedf.cuni.cz/skalouda/fa/rotace_fak.htm

Na obrázku 5.33 jsou vidět communalities jednotlivých proměnných. Čím je communalita vyšší, tím lépe je daná proměnná vysvětlena faktory získanými z faktorové analýzy. Nejlépe bude faktory vysvětlená proměnná *Velikost vlády*.

Jelikož jsme použili znormované (standardizované) proměnné je vždy před názvem proměnné uveden výraz „Zscore“, takto program SPSS značí znormovanou proměnnou.

Obrázek 5-34: Transformovaná matice komponent

Component Transformation Matrix		
Component	1	2
1	,998	-,056
2	,056	,998

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Z obrázku 5.34 je patrné, že zde budou dva latentní faktory, které stojí v pozadí daných dat.

Níže uvedený obrázek 5.35 ukazuje variabilitu vysvětlenou jak klasickými faktory, tak faktory transformovanými rotací, v našem případě metodou Varimax. Obrázek dokumentuje, že při rotaci se nezmění celkově vysvětlená variabilita, mění se pouze podíl jednotlivých faktorů.

Obrázek 5-35: Celkově vysvětlená variability

Total Variance Explained									
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,966	59,320	59,320	2,966	59,320	59,320	2,960	59,201	59,201
2	1,086	21,718	81,038	1,086	21,718	81,038	1,092	21,837	81,038
3	,511	10,221	91,259						
4	,240	4,795	96,054						
5	,197	3,946	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Obrázek 5-36: Rotovaná matice faktorů

Rotated Component Matrix ^a				
	Component			
	1	2		
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	,830	-,339	0,830	1
Zscore(Monetární situace)	,840	,108	0,840	1
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	,911	,090	0,911	1
Zscore(Předpisy a regulace)	,857	-,015	0,857	1
Zscore(Velikost vlády)	,017	,978	0,978	2

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

Rotovaná matice faktorů je vyobrazena na obrázku 5.36 výše. Ukazuje dva latentní faktory.

Interpretace latentních faktorů by byla možná následujícím způsobem. První faktor lze nazvat *legislativní rámec*, toto by v sobě zahrnovalo veškerou legislativu a právní normy platné v dané zemi v danou dobu. Druhý faktor by se mohl interpretovat jako *rozsah vlády*, ve smyslu činnosti vládních orgánů, investic, spotřeby, transfery a dotace poskytnuté vládními subjekty.

Faktorovou analýzou Indexu ekonomické svobody od Fraserova institutu jsme určili dva latentní faktory. První jsme interpretovali jako *legislativní rámec*, druhý jako *rozsah vlády*. Faktorová analýza v tomto případě byla úspěšná.

5.2.2 Faktorová analýza IEF od Heritage foundation

Analogicky jako v minulé podkapitole provedeme faktorovou analýzu, tentokrát na datech Indexu ekonomické svobody od Heritage foundation pro rok 2015.

Data Heritage foundation jsme shledali vhodná pro aplikaci metody hlavních komponent, bude vhodné a přínosné na ně aplikovat faktorovou analýzu, respektive by měla poskytnout kvalitní výstupy.

Nejdříve znormalizujeme námi uvažované proměnné, dále budeme pracovat s těmito znormovanými proměnnými, tzn. před názvy proměnných bude uveden výraz „Zscore“.

Na obrázku 5.37 se podíváme na transformovanou matici komponent, abychom určili počet faktorů pro tento model. Pro tento model budeme uvažovat tři latentní faktory stojící v pozadí původních proměnných.

Obrázek 5-37: Transformovaná matice komponent

Component Transformation Matrix			
Component	1	2	3
1	,896	-,310	,318
2	,159	,893	,422
3	,415	,327	-,849

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

Celkově vysvětlená variabilita, jak původního, tak rotovaného řešení je vidět na obrázku 5.38. Potvrzuje se, že rotací, v našem případě pomocí metody Varimax, nedochází ke změně celkově vysvětlené variability, dochází pouze ke změně u jednotlivých faktorů. I zde provádíme rotaci řešení z důvodu zlepšení interpretovatelnosti výstupu. V tomto případě došlo k více stejnoměrnému rozdělení vysvětlené variability připadající na jednotlivé faktory, než tomu je u nerotovaného řešení faktorové analýzy.

Obrázek 5-38: Celkově vysvětlená variability

Total Variance Explained									
Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,008	50,080	50,080	5,008	50,080	50,080	4,231	42,310	42,310
2	1,390	13,899	63,979	1,390	13,899	63,979	1,699	16,992	59,302
3	1,025	10,251	74,229	1,025	10,251	74,229	1,493	14,927	74,229
4	,688	6,877	81,106						
5	,559	5,592	86,698						
6	,463	4,632	91,330						
7	,341	3,408	94,738						
8	,285	2,846	97,583						
9	,168	1,682	99,265						
10	,073	,735	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Na communalities jednotlivých proměnných, se zaměříme na obrázku 5.39, abychom viděli, jak jsou původní proměnné vysvětleny latentními faktory.

Obrázek 5-39: Communalities

Communalities		
	Initial	Extraction
Zscore(Právní stát)	1,000	,832
Zscore(Korupce)	1,000	,802
Zscore(Fiskální svobody)	1,000	,771
Zscore(Vládní výdaje)	1,000	,745
Zscore(Podnikatelské svobody)	1,000	,738
Zscore(Pracovní svobody)	1,000	,807
Zscore(Peněžní svobody)	1,000	,579
Zscore(Obchodní svobody)	1,000	,519
Zscore(Investiční svobody)	1,000	,820
Zscore(Svobody finančního sektoru)	1,000	,810

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Obrázek 5-40: Rotovaná matice faktorů

Rotated Component Matrix ^a					
	Component				
	1	2	3		
Zscore(Právní stát)	,785	-,349	,308	0,785	1
Zscore(Korupce)	,712	-,421	,343	0,712	1
Zscore(Podnikatelské svobody)	,635	-,172	,552	0,635	1
Zscore(Peněžní svobody)	,758	-,048	-,050	0,758	1
Zscore(Obchodní svobody)	,694	-,076	,177	0,694	1
Zscore(Investiční svobody)	,901	-,071	,063	0,901	1
Zscore(Svobody finančního sektoru)	,891	-,047	,119	0,891	1
Zscore(Fiskální svobody)	-,159	,811	,297	0,811	2
Zscore(Vládní výdaje)	-,066	,833	-,217	0,833	2
Zscore(Pracovní svobody)	,121	,058	,888	0,888	3

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 4 iterations.

Faktorovou analýzou jsme dospěli ke třem latentním faktorům. Pro snadnější interpretaci těchto tří faktorů jsme provedli transformaci rotací, jako rotační metodu jsme zvolili Varimax (ortogonální rotace). První faktor by se dal interpretovat jako *právo*, ve smyslu právní situace v dané zemi a regulační obecně závazné normy upravující činnost jednotlivých subjektů provádějící svoji činnost v daném státě a práva a povinnosti z těchto norem vyplývající. Druhý faktor je *fiskalita*, ve smyslu rozpočtové situace státu, jeho výdajích a příjmech, transferech, dotacích, investicích a rozpočtové svobodě ostatních subjektů. Poslední třetí latentní faktor je

možné nazvat *trh práce*, ve smyslu pracovního trhu, jeho flexibility a svobody pro účastníky tohoto trhu.

Aplikací faktorové analýzy na Index ekonomické svobody od Heritage foundation pro rok 2015, jsme dospěli k relevantním a zajímavým výsledkům. Faktorová analýza vygenerovala tři latentní faktory. První faktor jsme interpretovali jako *právo*, druhý faktor jako *fiskalita* a poslední třetí latentní faktor stojící za našimi proměnnými jsme nazvali jako faktor *trh práce*.

5.3 Latentní faktory IEF v čase

Zde spojíme zkoumání časových řad a hledání latentních faktorů. Podíváme se, jak a zda se měnily latentní faktory Indexu ekonomické svobody plynutím času.

Zcela analogicky provedeme analýzu pomocí faktorové analýzy pro každý jednotlivý rok od roku 2000 do roku 2015. Abychom mohli zhodnotit, zda se latentní faktory stojící v pozadí Indexu ekonomické svobody měnily plynutím času.

Pro data za každý rok jsme provedli stejnou analýzu, jako v předešlé části a to pro oba instituty. Na výsledky se podíváme v kompaktní tabulce a zaměříme se detailněji pouze na případný zlomový rok, kdy došlo k nějaké změně, co se principu naší analýzy týče 5.41.

Obrázek 5-41: Tabulka faktorů pro jednotlivé roky pro oba instituty

Fraser institut		Heritage foundation	
rok	latentní faktory	rok	latentní faktory
2000	2	2000	2
2001	2	2001	2
2002	2	2002	2
2003	2	2003	2
2004	2	2004	2
2005	2	2005	2
2006	2	2006	2
2007	2	2007	2
2008	2	2008	2
2009	2	2009	2
2010	2	2010	2
2011	2	2011	3
2012	2	2012	3
2013	2	2013	3
2014	2	2014	3
2015	2	2015	3

Jelikož jsme pro každý rok u obou institutů provedli zcela analogické úkony jako výše popsané, bude stačit k interpretaci pouze tabulka reprezentovaná obrázkem 5.41 na něm je vidět počet latentních faktorů pro jednotlivé roky.

Je patrné, že ke zlomu dochází u Heritage foundation v roce 2011, kde se ze dvou latentních faktorů, jež jsme faktorovou analýzou získali pro předešlé roky, stávají tři latentní faktory stojící v pozadí tohoto indexu. Fraserův institut vykazuje pro všechny námi sledované roky dva latentní faktory, které jsme již v předešlých podkapitolách interpretovali a komentovali. I o třech latentních faktorech u Heritage foundation jsme již hovořili. Zaměříme se tedy na rok 2010 u Heritage foundation, kde se, respektive do něj, ukazují pouze dva latentní faktory, oproti třem v pozdějších letech.

Obrázek 5-42: Rotovaná matice faktorů

Rotated Component Matrix ^a				
	Component			
	1	2		
Svobody finančního sektoru	,848	,075	0,848401	1
Právní stát	,876	,448	0,875978	1
Pracovní svobody	,848	,226	0,848049	1
Peněžní svobody	,511	,394	0,51135	1
Obchodní svobody	,666	,539	0,66591	1
Korupce	,944	-,125	0,943761	1
Investiční svobody	,700	,482	0,700407	1
Fiskální svobody	,932	-,155	0,931883	1
Vládní výdaje	,123	,887	0,886986	2
Podnikatelské svobody	-,082	,804	0,804004	2

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Varimax with Kaiser Normalization.^a

a. Rotation converged in 3 iterations.

Na obrázku 5.42 jsme tedy uvedli rotovanou matici faktorů pro rok 2010 pro Index ekonomické svobody od Heritage foundation, kde jsou pouze dva latentní faktory oproti třem v dalších letech. Tyto dva faktory bychom mohli interpretovat následně. První lze tedy interpretovat jako *práva a povinnosti*, ve smyslu povinností a práv každého subjektu provozující svoji činnost na území daného státu. Druhou bychom mohli interpretovat jako *vláda a podnikatelé*, ve smyslu výdajů, investic, spotřeby, transferů, dotací vlády ale také schopnosti subjektů vykonávat podnikatelskou činnost.

Od roku 2011 se již ukazují u Heritage foundation tři latentní faktory, jež jsme uvedli v podkapitolách výše. Třetím faktorem, který se v tomto roce vyčlenil, byl faktor *trh práce*.

K jeho vytvoření došlo z důvodu většího důrazu na oblast pracovního trhu a dané problematiky zaměstnanosti a zaměstnávání. Tato oblast byla již natolik akcentována a zdůrazňována, že to vedlo k vytvoření samostatného faktoru při podrobení dat faktorové analýze. A tuto strukturu se třemi faktory si index Heritage foundation již nadále drží.

V této podkapitole jsme se podívali na historický vývoj Indexu ekonomické svobody od Heritage foundation i od Fraserova institutu pohledem vícerozměrných metod, respektive faktorovou analýzou. Výsledkem bylo konstatování, že u Fraserova institutu od roku 2000 do posledního zveřejněného roku 2015 se objevují dva latentní faktory stojící v pozadí, které jsme komentovali v podkapitolách výše. U Heritage foundation se objevily v roce 2011 tři latentní faktory a poté se již vyskytovali dále, ty jsme také komentovali v předešlých podkapitolách. V roce 2010 a letech předešlých se objevují ovšem pouze dva latentní faktory, kde jsme první latentní faktor interpretovali jako *práva a povinnosti* a druhý jako *vláda a podnikatelé*.

5.4 Shluková analýza

Jako další z metod vícerozměrné statistiky uvedeme metodu shlukové analýzy. Budeme ji po krátkém představení aplikovat na naše data.

Shluková metoda se ve svém principu zabývá metodami a algoritmy, které sdružují data s podobnými vlastnostmi do shluku. Uspořádává data do smysluplných struktur a vytváří taxonomii (tj. klasifikační úroveň). Snaží se o tvoření shluků s maximálně podobnými objekty uvnitř shluku a s minimálně mimo tento shluk. Shlukováním lze najít vztahy mezi objekty bez vysvětlení, proč tyto vztahy existují.³⁵ Shluk je tedy skupina objektů, jež jsou si mezi sebou vzájemně podobné, kdežto od objektů patřících do shluků jiných jsou rozdílné.

Shlukové metody se v základní linii dělí na algoritmy hierarchické a nehierarchické. Hierarchické postupy se ještě dělí na aglomerativní a divizní.

Hierarchické shlukování využívá k nalezení nových shluků, shluky dříve nalezené a tvoří z nich shluky nové, tzn. průnikem každých dvou podmnožin je buď prázdná množina, nebo jedna z původních. Aglomerativní postupy berou každý prvek jako shluk a ten dále slučuje. Divizní algoritmy berou vstupní množinu objektů jako celek a ten dělí na shluky. Tento postup je náročnější na výpočetní výkon, jelikož pro n prvkům je třeba prozkoumat $2^{(n-1)} - 1$ možných spořádání.

³⁵Masaryk University [online]. [cit. 22. 5. 2018]. Dostupné z: http://www.is.muni.cz/th/172767/fi_b/5739129/web/web/main.html

Metody shlukové analýzy se v základu dělí na výše uvedené základní dělení, tj. na hierarchické a nehierarchické metody, kdy hierarchické se dělí dle směru shlukování na metody aglomerativní a divizní. Nyní si podíváme na jednotlivé individuální algoritmy shlukové analýzy.

Ve skupině hierarchických metod jsou nejpoužívanější Centroidní metoda, Metoda průměrné vazby, Mediánová metoda, Wardova metoda, tyto postupy jsou aglomerativního typu, tzn., jde o postupné shlukování objektů do větších shluků. Jako divizní metodu lze uvést MacNaughton-Smithovu metodu shlukování.

Nevýhodou hierarchického shlukování je, že v každém kroku shlukování lze dosáhnout pouze lokálního optima bez přihlédnutí k dalšímu možnému postupu. Při aglomerativním shlukování nelze vytvořený shluk rozdělit, při divizním nelze naopak rozdělený shluk spojit i kdyby tento postup vedl ke zlepšení vlastností výsledného rozkladu.

U hierarchického aglomerativního shlukování je na začátku n jednoprvkových objektů, které tvoří rozklad Ω_0 , tyto jednoprvkové shluky dále slučujeme, tím že jsou vybrány, dle nějakého předem daného kritéria (záleží na konkrétně zvolené metodě shlukování), dva nejpodobnější jednoprvkové shluky a ty se sloučí. Takto vznikne nový shluk tvořící rozklad Ω_{i-1} . K vypořádání se s n prvkovou množinou je tedy třeba $n-1$ rozkladů. S tím, že každé nové uskupení má větší vzdálenost dle daného kritéria od předchozího shluku. Tento algoritmus končí buď na základě vzdálenosti mezi shluky, nebo dosažením požadovaného množství shluků. Předchozí krok v tomto druhu shlukování nelze zvrátit, případně chybné zařazení se může projevit v dalších iteracích a větších shlucích. Divizní hierarchické metody shlukování považují zkoumanou množinu jako jeden shluk, ten je dále dělen a vytváří určitý hierarchicky uspořádaný systém rozkladu. Každý shluk je touto metodou rozdělen na dva nové, optimálně dle nějakého kritéria závislého na daném algoritmu. Na konci algoritmu budou všechny shluky pouze jednoprvkové. Tento postup je výpočetně poměrně náročný, proto jej lze aplikovat jen na relativně malý počet objektů.³⁶

V našem praktickém použití shlukové analýzy v dalších podkapitolách budeme používat aglomerativní hierarchickou Wardovu metodu shlukování. Wardova metoda je založena na ztrátě informace o kterou se přichází při vytváření shluků. Shlukovým kritériem je celkový

³⁶ Masaryk University [online]. [cit. 25. 5. 2018]. Dostupné z: http://www.is.muni.cz/th/172767/fi_b/5739129/web/web/main.html

součet druhých mocnin odchylek každého objektu od těžiště shluku, do kterého náleží. Wardova metoda je vhodná použít v případě objektů s podobným rozměrem proměnných.³⁷

V nehierarchických metodách lze rozlišovat metody s konstantním počtem shluků a metody s proměnným počtem shluků. Nehierarchické metody nevytvářejí hierarchicky uspořádanou strukturu. Dělí se na optimalizační metody (rozřazování ze shluku do shluku při snaze maximalizovat popřípadě minimalizovat nějaké rozkladové kritérium) a analýzu modů (pohlíží na shluky jako na místa s větší koncentrací objektů v n-rozměrném prostoru daných proměnných).

Tímto jsme představili shlukovou analýzu, její dělení, základní myšlenku a přístup. Nyní je na čase přejít k jejímu praktickému použití a aplikování na Index ekonomické svobody.

5.4.1 Shluková analýza IEF od Fraserova institutu

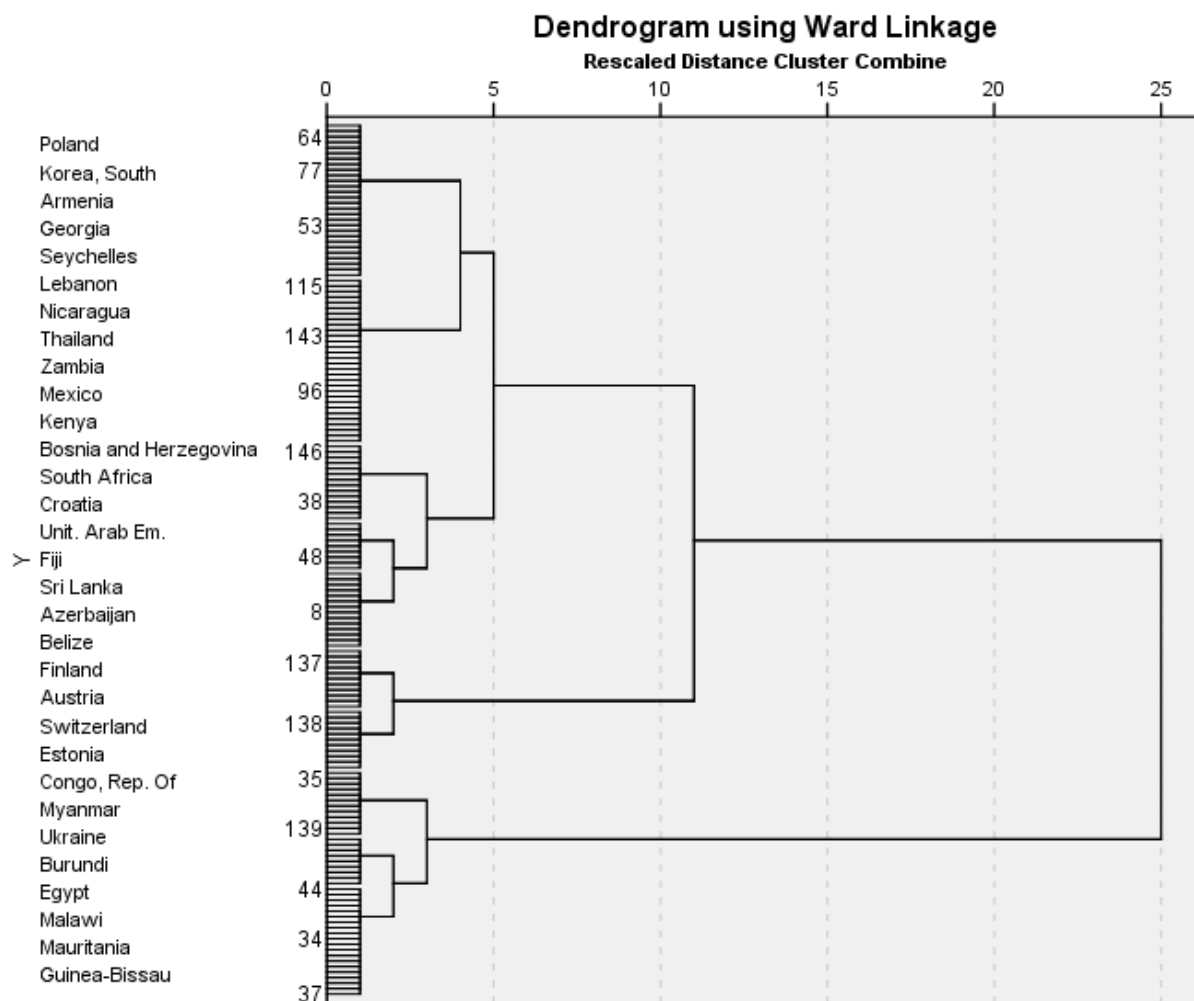
Nejprve podrobíme shlukové analýze jednotlivé státy. Budeme sledovat, do jakých shluků budou země zařazeny a jaký počet shluků bude vytvořen. Toto provedeme na IEF vydaného Heritage foundation i Fraserovým institutem. Jako metodu shlukování volíme tzv. Wardovu metodu.

K určení počtu shluků nám pomůže graf, jenž se nazývá dendrogram. Dendrogram je druh grafu popisující průběh shlukové analýzy, umožňuje určit racionální množství shluků, jež by byly rozumně interpretovatelné.

Nyní již k samotné shlukové analýze IEF od Fraserova institutu. Hned v úvodu se podíváme na dendrogram a zamyslíme se nad počtem shluků. Dendrogram pro Fraserův institut je na obrázku 5.43. Po jeho prozkoumání se jeví vhodné čtyři shluky. Čtyři shluky by mohly vytvořit poměrně dobře interpretovatelnou skladbu shluků, které budou obsahovat dostatečně si vzájemně blízké země z pohledu jejich ekonomické svobody měřené pomocí IEF od Fraserova institutu.

³⁷ Masaryk University [online]. [cit. 26. 5. 2018]. Dostupné z: http://www.is.muni.cz/th/172767/fi_b/5739129/web/web/main.html

Obrázek 5-43: Dendrogram - Fraser institut



Rozhodli jsme se pro použití čtyř shluků a použití tzv. Wardovy metody shlukování. Na obrázku níže je vyobrazena tabulka, jak se jednotlivé státy zařadily do shluků.

V prvním shluku se objevují země jako spíše ekonomicky svobodné, včetně naší České republiky. Ve shluku druhém se objevují státy, které lze označit za spíše ekonomicky nesvobodné. Ve třetím shluku jsou státní zřízení ekonomicky nejvíce svobodné a ve shluku čtvrtém jsou zařazeny země ekonomicky nejméně svobodné.

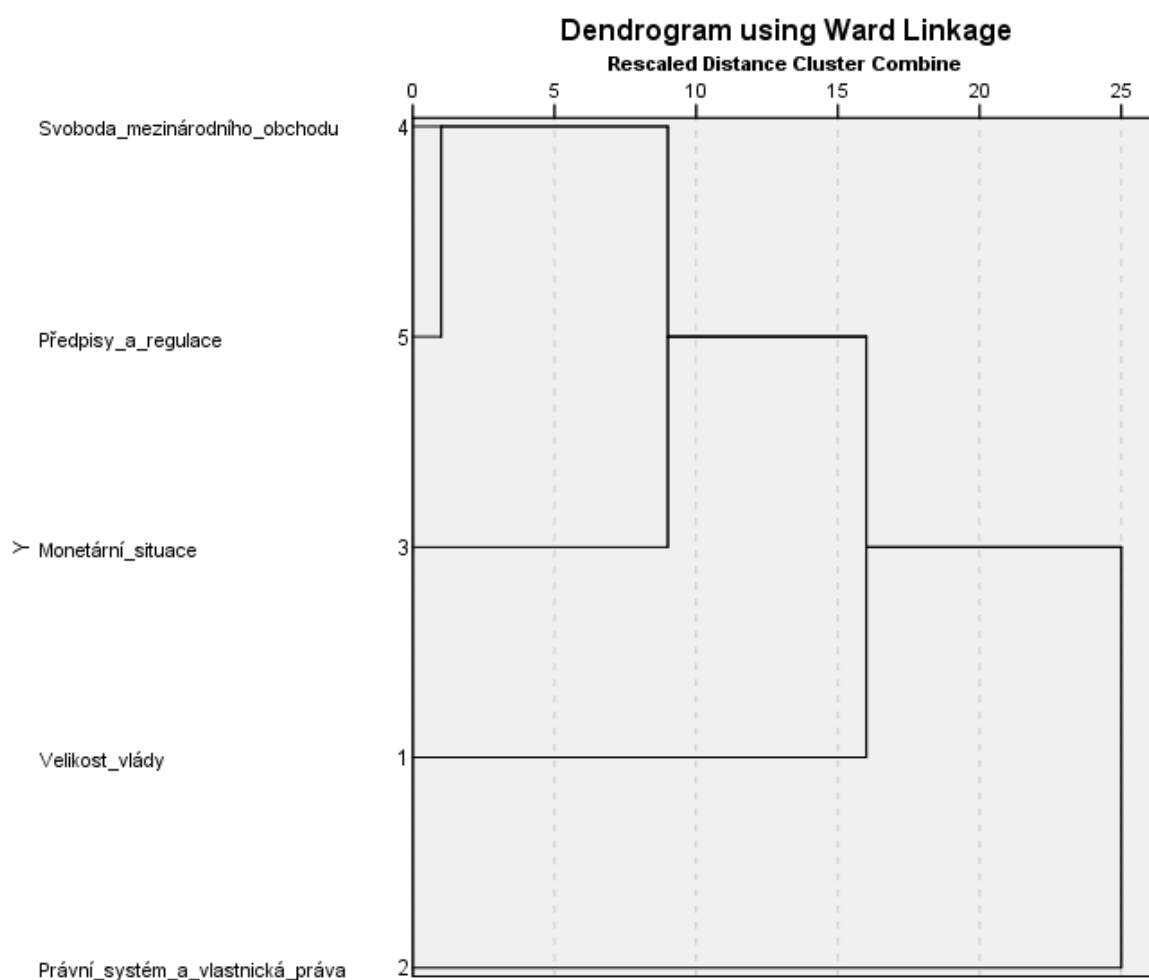
U Fraserova institutu jsme dospěly ke čtyřem shlukům rozděleným podle ekonomické svobody v jednotlivých příslušných zemích.

Obrázek 5-44: Rozložení zemí ve shlukách (Fraser institut)

Shluk				
1	2	3	4	
Albania	Lithuania	Algeria	Australia	Azerbaijan
Armenia	Malta	Angola	Austria	Bahamas
Bahrain	Mauritius	Argentina	Belgium	Barbados
Botswana	Mexico	Bangladesh	Canada	Belize
Bulgaria	Mongolia	Benin	Denmark	Bhutan
Cambodia	Nicaragua	Bolivia	Estonia	Bosnia and Herzegovina
Chile	Panama	Brazil	Finland	Brunei Darussalam
Costa Rica	Paraguay	Burkina Faso	France	Cape Verde
Cyprus	Peru	Burundi	Germany	China
Czech Rep.	Philippines	Cameroon	Hong Kong	Croatia
Dominican Rep.	Poland	Central Afr. Rep.	Ireland	Fiji
El Salvador	Portugal	Chad	Japan	Ghana
Gambia, The	Romania	Colombia	Luxembourg	Greece
Georgia	Russia	Congo, Dem. R.	Netherlands	Iceland
Guatemala	Seychelles	Congo, Rep. Of	New Zealand	Kuwait
Guyana	Slovak Rep	Cote d'Ivoire	Norway	Laos
Honduras	Spain	Ecuador	Rwanda	Lesotho
Hungary	Suriname	Egypt	Singapore	Macedonia
India	Swaziland	Ethiopia	Sweden	Malaysia
Indonesia	Taiwan	Gabon	Switzerland	Moldova
Israel	Tajikistan	Guinea	United Kingdom	Montenegro
Italy	Tanzania	Guinea-Bissau	United States	Morocco
Jamaica	Thailand	Haiti		Namibia
Jordan	Turkey	Iran		Nepal
Kazakhstan	Uganda	Libya		Oman
Kenya	Uruguay	Madagascar		Pap. New Guinea
Korea, South	Zambia	Malawi		Qatar
Kyrgyz Republic	Trinidad and Tobago	Mali		Saudi Arabia
Latvia	Tunisia	Mauritania		Serbia
Lebanon	Turkey	Mozambique		Slovenia
Liberia	Turkmenistan	Myanmar		South Africa
Yemen	Uganda	Niger		Sri Lanka
Zambia	Ukraine	Nigeria		Timor-Leste
Zimbabwe	United Arab Emirates	Pakistan		Trinidad & Tob.
Brunei Darussalam	Uruguay	Senegal		Tunisia
Vanuatu	Uzbekistan	Sierra Leone		Venezuela
		Syria		Vietnam
		Togo		
		Ukraine		
		Yemen, Rep.		
		Zimbabwe		

Ještě se podíváme na shlukovou analýzu jednotlivých proměnných, ze kterých je index komponován a tvořen. Použijeme k tomuto shlukování opět tzv. Wardovu metodu shlukování. Stejně jako u shlukování států bude vhodné se nejprve podívat na dendrogram, abychom stanovili relevantní počet shluků.

Obrázek 5-45: Dendrogram shlukování proměnných (Fraser institut)



Na základě dendrogramu na obrázku 5.45 jsme stanovili jako vhodné tři shluky. Rozdělení do těchto tří shluků je v následující tabulce na obrázku 5.46. Vytvořili jsme tři shluky, první je velikost vlády, druhý je právní systém v daném státu a poslední třetí shluk se týká svobody obchodu a jeho regulací. Určili jsme tři shluky proměnných IEF od Fraserova institutu.

Obrázek 5-46: Shluky proměnných (Fraser institut)

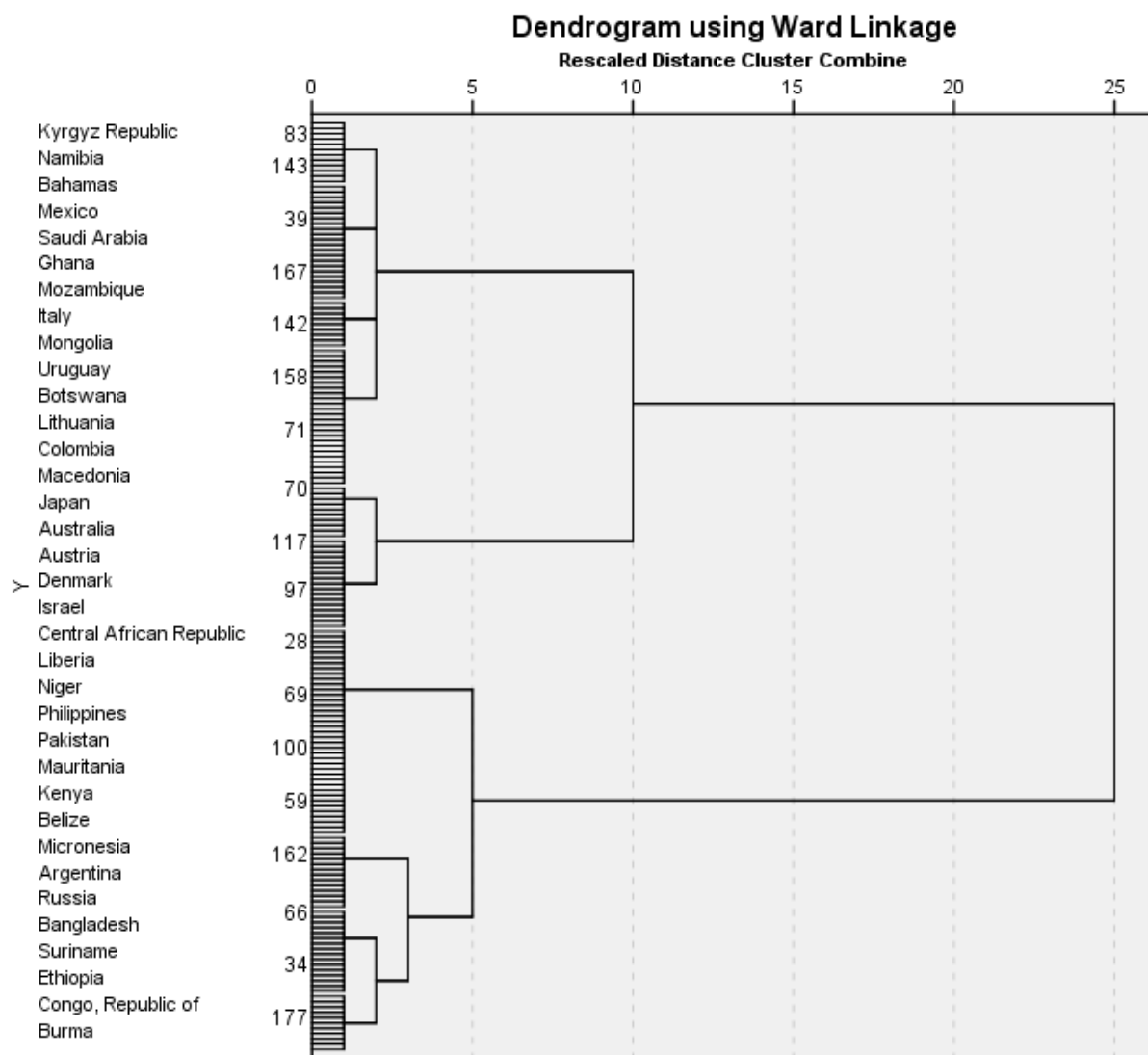
Shluk		
1	2	3
Velikost vlády	Právní systém a vlastnická práva	Monetární situace
		Svoboda mezinárodního obchodu
		Předpisy a regulace

V další podkapitole se zaměříme na shlukovou analýzu IEF od Heritage foundation.

5.4.2 Shluková analýza IEF od Heritage foundation

Pro určení rozumného a opodstatněného počtu shluků se opět podíváme na dendrogram na obrázku 5.47. Po prozkoumání dendrogramu jsme stanovili jako optimální počet shluků čtyři shluky.

Obrázek 5-47: Dendrogram - Heritage foundation



Obrázek 5-48: Rozložení zemí ve shlukách (Heritage foundation)

Shluk					
1.			2.	3.	4.
Albania	Macedonia	Suriname	Australia	Hong Kong SAR	Kiribati
Algeria	Madagascar	Swaziland	Austria	Singapore	Lesotho
Angola	Malawi	Taiwan	Barbados		Micronesia
Argentina	Malaysia	Tajikistan	Belgium		Timor-Leste
Armenia	Maldives	Tanzania	Botswana		

Azerbaijan	Mali	Thailand	Canada
Bahamas	Mauritania	Togo	Cabo Verde
Bahrain	Mauritius	Tonga	Chile
Bangladesh	Mexico	Trinidad and Tobago	Cyprus
Belarus	Moldova	Tunisia	Czech Rep.
Belize	Mongolia	Turkey	Denmark
Benin	Montenegro	Turkmenistan	Estonia
Bhutan	Morocco	Uganda	Finland
Bolivia	Mozambique	Ukraine	France
Bosnia and Herzegovina	Namibia	United Arab Emirates	Germany
Brazil	Nepal	Uruguay	Greece
Bulgaria	Nicaragua	Uzbekistan	Hungary
Burkina Faso	Niger	Vanuatu	Iceland
Burma	Nigeria	Venezuela	Ireland
Burundi	Oman	Vietnam	Israel
Cambodia	Pakistan	Yemen	Italy
Cameroon	Panama	Zambia	Japan
Central African Republic	Papua New Guinea	Zimbabwe	Luxembourg
Chad	Paraguay	Brunei Darussalam	Malta
China	Peru	Gambia	Netherlands
Colombia	Philippines	Georgia	New Zealand
Comoros	Qatar	Ghana	Norway
Congo, Democratic Republic of the Congo	Romania	Guatemala	Poland
Congo, Republic of	Russia	Guinea	Portugal
Costa Rica	Rwanda	Guinea-Bissau	Slovenia
Côte d'Ivoire	Saint. Lucia	Guyana	Spain
Croatia	Saint. Vincent and the Grenadines	Haiti	Sweden
Djibouti	Samoa	Honduras	Switzerland
Dominica	São Tomé and Príncipe	India	United Kingdom
Dominican Republic	Saudi Arabia	Indonesia	United States
Ecuador	Senegal	Iran	
Egypt	Serbia	Jamaica	
El Salvador	Seychelles	Jordan	
Equatorial Guinea	Sierra Leone	Kazakhstan	
Eritrea	Slovak Republic	Kenya	
Ethiopia	Solomon Islands	Korea, South	
Fiji	South Africa	Kuwait	
Gabon	Sri Lanka	Kyrgyz Republic	
Liberia	Lao P.D.R.	Macau	
Lithuania	Latvia	Lebanon	

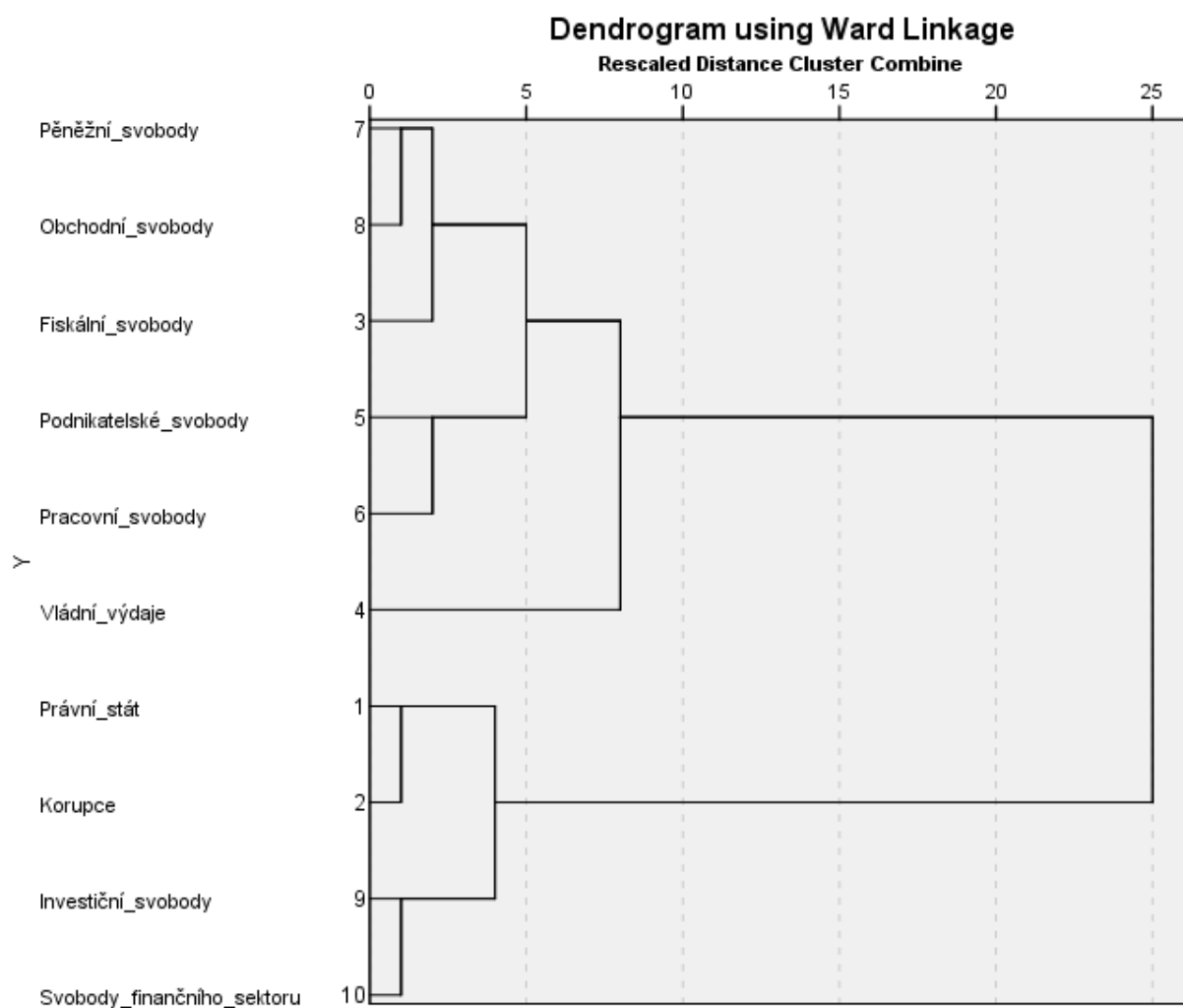
Vytvořili jsme čtyři shluky. První shluk lze interpretovat jako státy se spíše nižší ekonomickou svobodou. Druhý shluk jako země se spíše větší ekonomickou svobodou, kde se nachází i Česká republika. Třetí shluk obsahuje státy s nejvyšší ekonomickou svobodou. A poslední čtvrtý shluk, shluje země s minimální ekonomickou svobodou.

U heritage foundation jsme dospěli shlukovou analýzou ke čtyřem relevantním a interpretovatelným shlukům při shlukování jednotlivých států do homogenních shluků.

Opět se ještě podíváme na shlukovou analýzu jednotlivých proměnných IEF od Heritage foundation. Abychom se podívali, do jakých shluků se budou sdružovat jednotlivé komponenty indexu. Použijeme stejně jako u shlukování zemí tzv. Wardovu metodu.

Pohledem na dendrogram na obrázku 5.49 se pokusíme určit případný počet shluků. Zdá se vhodné uvažovat pět shluků.

Obrázek 5-49: Dendrogram shlukování proměnných (Heritage foundation)



Obrázek 5-50: Shluky proměnných (Heritage foundation)

Shluk				
1	2	3	4	5
Právní stát	Fiskální svobody	Vládní výdaje	Podnikatelské svobody	Investiční svobody
Korupce	Peněžní svobody		Pracovní svobody	Svobody finančního sektoru
	Obchodní svobody			

Na obrázku 5.50 je zařazení proměnných do shluků. V prvním shluku jsou proměnné týkající se právního prostředí, ve druhém shluku jsou komponenty týkající se svobody obchodování a peněz, ve třetím shluku jsou výdaje vlády, ve čtvrtém shluku jsou svobody týkající se podnikání a s tím související problematika výrobního faktoru práce a v posledním pátém shluku jsou proměnné z oblasti financí a investování.

U Heritage foundation jsme vytvořili pět shluků shlukujících jednotlivé proměnné tvořící jejich IEF.

Povedlo se nám provést shlukovou analýzu Indexu ekonomické svobody. Jak jednotlivých zemí, tak i proměnných vstupujících do tvorby indexu. Provedli jsme to pro oba uvažované instituty a výsledky jsme úspěšně interpretovali.

6. Závěr

V této diplomové práci jsme se zabírali problematikou ekonomické svobody jako ekonomicko-sociálního fenoménu. Uvedli jsme dva nejdůležitější instituty zabývající se touto problematikou. Jsou to kanadský Fraser institut a americký Heritage foundation, kteří každoročně vydávají publikaci týkající se této problematiky a zveřejňují žebříček států, podle ekonomické svobody v jednotlivých participujících státech pod názvem Index ekonomické svobody.

Seznámili jsme se s jejich filozofií a s tím, jak svůj index jednotlivé instituty sestavují, jaké k tomu používají veličiny. Tyto jednotlivé proměnné jsme poté podrobili detailnější analýze a zkoumání.

Provedli jsme krátký exkurz historickým vývojem obou indexů. A poodhalili historický vývoj ekonomické svobody ve světě.

Jako hlavní cíl jsme si stanovili podrobit oba indexy analýze za pomoci nástrojů vícerozměrné statistiky. Analyzovali jsme jaké skryté, respektive nepozorované veličiny se za těmito indexy skrývají. K tomuto účelu jsme použili metodu hlavních komponent a faktorovou analýzu jako metody k tomuto účelu navržené.

Po kontrole splnění požadavků na data pro tyto metody kladené jsme přistoupili k samotné aplikaci. Pro index Fraserova institutu jsme určili dva latentní faktory stojícími v jeho pozadí. První faktor jsme interpretovali jako *legislativní rámec*, druhý jako *rozsah vlády*. U indexu od Heritage foundation jsme v našem modelu došli ke třem latentním faktorům. První byl námi interpretován jako *právo*, druhý jako *fiskalita* a poslední třetí latentní faktor stojící v pozadí jsme si interpretovali jako *trh práce*. Veškeré analýzy jsme prováděli na nejaktuálnějších datech, tedy na datech pro rok 2015. Zdrojová data jsme získali z volně přístupných internetových databází obou institutů.

Podívali jsme se jak, se latentní faktory měnily u obou institutů plynutím času. U Heritage foundation se během času počet latentních faktorů změnil, kdežto u Fraserova institut zůstal počet latentních faktorů v čase neměnný.

Podívali jsme se na myšlenku shlukové analýzy jako další vícerozměrné statistické metody. Úspěšně ji aplikovali jak na jednotlivé státy, tak na proměnné vstupující do výpočtu Indexu ekonomické svobody. Vytvořili a interpretovali shluky států i proměnných.

Povedlo se nám osvětlit problematiku ekonomické svobody, uvést instituty, jež se jí zabývají a vytvářejí Indexy ekonomické svobody. Určili jsme latentní faktory stojící v pozadí tvorby

daných indexů, a to zda se tyto faktory měnily plynutím času. Tyto latentní faktory jsme interpretovali. Vytvořili a interpretovali shluky států i proměnných.

Věřím, že jsme dospěli k relevantním a zajímavým výsledkům obsažených v této práci zabývající se ekonomickou svobodou.

Děkuji za čas věnovaný mé diplomové práci, problematice ekonomické svobody a jejím souvislostem.

7. Seznam použitých symbolů

y_t ... hodnota časové řady v čase t

a_t ... absolutní přírůstek časové řady v čase t

α ... hladina významnosti statistického testu

ρ_i ... korelační koeficient

δ_i^2 ... rozptyl

n ... počet pozorování v souboru

m ... počet proměnných v souboru

$x_{i,j}$... hodnota v i -tém řádku a j -tém sloupci datové matice

x ... konkrétní hodnota proměnné

Y_1 ... hlavní komponenta

T ... testovaná hodnota u testování hypotéz

V ... obor přijetí u testování hypotéz

W ... obor zamítnutí u testování hypotéz

$\tilde{x}_{25}$... 25% percentil

$\tilde{x}_{75}$... 75% percentil

Omega i ... i -tá iterace rozkladu u shlukové analýzy

8. Přílohy

V přílohách jsem se rozhodl uvést některé alternativní postupy použitých metod. Nejlépe interpretovatelné metody s největší vypovídající schopností jsme ponechali v práci samotné.

8.1 Metoda hlavních komponent

Zde uvedeme, jak by dopadla metoda hlavních komponent při její aplikaci na kovarianční matici. Jelikož se aplikace na korelační matici ukázala jako lépe interpretovatelná, v práci jsme ponechali ji.

- ❖ PCA aplikovaná na IEF Fraserova institutu při použití kovarianční matice k výpočtu hlavních komponent. Výstupy po aplikaci námi vybrané metody z programu SPSS.

Correlation Matrix						
		Velikost vlády	Právní systém a vlastnická práva	Monetární situace	Svoboda mezinárodního obchodu	Předpisy a regulace
Correlation	Velikost vlády	1,000	-,230	,048	,061	,030
	Právní systém a vlastnická práva	-,230	1,000	,551	,648	,714
	Monetární situace	,048	,551	1,000	,774	,551
	Svoboda mezinárodního obchodu	,061	,648	,774	1,000	,686
	Předpisy a regulace	,030	,714	,551	,686	1,000

KMO and Bartlett's Test ^a		
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.		,728
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square	396,959
	df	10
	Sig.	,000

a. Based on correlations

Communalities

	Raw		Rescaled	
	Initial	Extraction	Initial	Extraction
Velikost vlády	1,609	1,454	1,000	,903
Právní systém a vlastnická práva	2,445	2,122	1,000	,868
Monetární situace	1,899	1,429	1,000	,753
Svoboda mezinárodního obchodu	1,323	1,078	1,000	,815
Předpisy a regulace	1,171	,802	1,000	,685

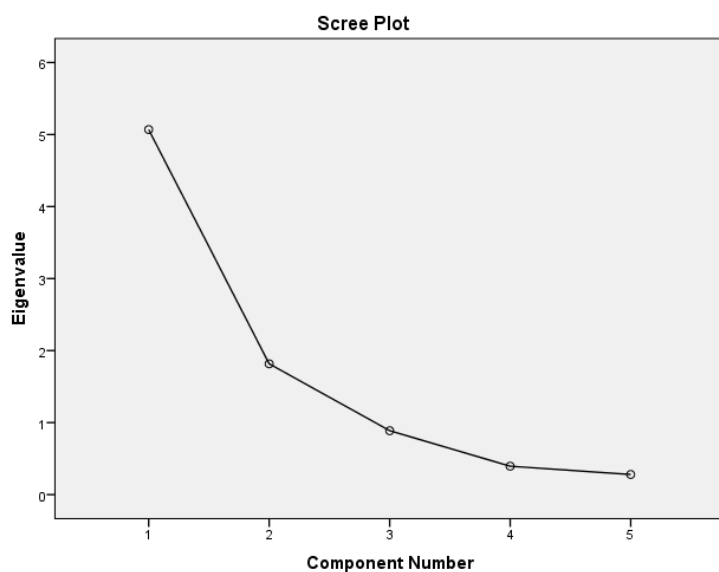
Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

	Component	Initial Eigenvalues ^a			Extraction Sums of Squared Loadings		
		Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
Raw	1	5,069	60,018	60,018	5,069	60,018	60,018
	2	1,815	21,493	81,511	1,815	21,493	81,511
	3	,888	10,508	92,019			
	4	,394	4,669	96,689			
	5	,280	3,311	100,000			
Rescaled	1	5,069	60,018	60,018	2,936	58,714	58,714
	2	1,815	21,493	81,511	1,088	21,760	80,473
	3	,888	10,508	92,019			
	4	,394	4,669	96,689			
	5	,280	3,311	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When analyzing a covariance matrix, the initial eigenvalues are the same across the raw and rescaled solution.



Component Matrix^a

	Raw		Rescaled			
	Component		Component			
	1	2	1	2		
Velikost vlády	1,394	-0,422	0,892	-0,270	1,394	1
Právní systém a vlastnická práva	1,140	0,361	0,827	0,262	1,140	1
Monetární situace	1,008	0,250	0,876	0,217	1,008	1
Svoboda mezinárodního obchodu	0,892	0,077	0,824	0,071	0,892	1
Předpisy a regulace	-0,120	1,200	-0,095	0,946	1,200	2

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

Uvedli jsme, jak by dopadla metoda hlavních komponent, pokud by byla aplikována na kovarianční matici namísto korelační matice. Uvedli jsme výstupy z SPSS po její aplikaci, oproti v práci uvedené metodě se ukazují výsledky obtížněji interpretovatelné.

- ❖ PCA aplikovaná na IEF Fraserova institutu při použití kovarianční matice k výpočtu hlavních komponent. Výstupy po aplikaci námi vybrané metody z programu SPSS.

Correlation Matrix

Correlation	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j
Právní stát (a)	1,000	,916	-,304	-,319	,710	,308	,556	,496	,699	,737
Korupce (b)	,916	1,000	-,324	-,375	,692	,307	,496	,486	,635	,657
Fiskální svobody (c)	-,304	-,324	1,000	,432	-,073	,145	-,172	-,079	-,212	-,138
Vládní výdaje (d)	-,319	-,375	,432	1,000	-,273	-,088	-,138	-,262	-,158	-,161
Podnikatelské svobody (e)	,710	,692	-,073	-,273	1,000	,424	,415	,531	,575	,609
Pracovní svobody (f)	,308	,307	,145	-,088	,424	1,000	,157	,198	,221	,214
Peněžní svobody (g)	,556	,496	-,172	-,138	,415	,157	1,000	,412	,615	,555
Obchodní svobody (h)	,496	,486	-,079	-,262	,531	,198	,412	1,000	,616	,602
Investiční svobody (i)	,699	,635	-,212	-,158	,575	,221	,615	,616	1,000	,818
Svobody finančního sektoru (j)	,737	,657	-,138	-,161	,609	,214	,555	,602	,818	1,000

KMO and Bartlett's Test^a

Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy.	,851
Bartlett's Test of Sphericity	Approx. Chi-Square
	1108,196
	df
	45
	Sig.
	,000

a. Based on correlations

Communalities

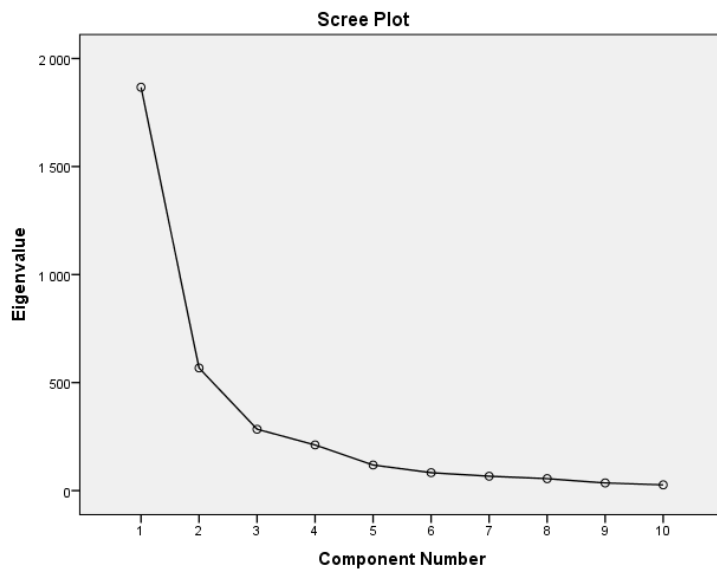
	Raw		Rescaled	
	Initial	Extraction	Initial	Extraction
Právní stát	618,149	544,416	1,000	,881
Korupce	372,088	304,659	1,000	,819
Fiskální svobody	145,296	41,192	1,000	,284
Vládní výdaje	591,228	570,463	1,000	,965
Podnikatelské svobody	263,701	161,968	1,000	,614
Pracovní svobody	263,796	35,279	1,000	,134
Peněžní svobody	47,106	18,649	1,000	,396
Obchodní svobody	114,483	47,419	1,000	,414
Investiční svobody	544,980	431,545	1,000	,792
Svobody finančního sektoru	355,273	279,150	1,000	,786

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Total Variance Explained

	Component	Initial Eigenvalues ^a			Extraction Sums of Squared Loadings		
		Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
Raw	1	1867,050	56,303	56,303	1867,050	56,303	56,303
	2	567,691	17,119	73,422	567,691	17,119	73,422
	3	284,268	8,572	81,994			
	4	211,432	6,376	88,370			
	5	118,513	3,574	91,944			
	6	82,941	2,501	94,445			
	7	66,730	2,012	96,457			
	8	55,340	1,669	98,126			
	9	35,524	1,071	99,198			
	10	26,609	,802	100,000			
Rescaled	1	1867,050	56,303	56,303	4,918	49,176	49,176
	2	567,691	17,119	73,422	1,166	11,660	60,835
	3	284,268	8,572	81,994			
	4	211,432	6,376	88,370			
	5	118,513	3,574	91,944			
	6	82,941	2,501	94,445			
	7	66,730	2,012	96,457			
	8	55,340	1,669	98,126			
	9	35,524	1,071	99,198			
	10	26,609	,802	100,000			

Extraction Method: Principal Component Analysis. a. When analyzing a covariance matrix, the initial across the raw and eigenvalues are the same rescaled solution.



Component Matrix^a

	Raw		Rescaled			
	Component		Component			
	1	2	1	2		
Právní stát	23,316	,880	,938	,035	23,316	1
Korupce	17,419	-1,108	,903	-,057	17,419	1
Podnikatelské svobody	12,694	,910	,782	,056	12,694	1
Pracovní svobody	5,765	1,428	,355	,088	5,765	1
Peněžní svobody	4,189	1,051	,610	,153	4,189	1
Obchodní svobody	6,857	,636	,641	,059	6,857	1
Investiční svobody	19,691	6,619	,843	,284	19,691	1
Svobody finančního sektoru	15,908	5,107	,844	,271	15,908	1
Fiskální svobody	-3,808	5,167	-,316	,429	5,167	2
Vládní výdaje	-10,282	21,558	-,423	,887	21,558	2

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

Při aplikaci metody hlavních komponent na kovarianční matici indexu ekonomické svobody od Heritage foundation jsme dospěli pouze ke dvěma hlavním komponentám oproti třem, které jsme uvedli v práci, kde jsme použili korelační matici. Tyto dvě hlavní komponenty bychom obtížněji interpretovali, proto jsme v samotné práci ponechali lépe interpretovatelnou variantu se třemi hlavními komponentami.

8.2 Faktorová analýza

U faktorové analýzy nemá smysl dělat ji jednou pro kovarianční matici a podruhé pro matici korelační. Jelikož faktorová analýza se provádí na znormalizovaných datech, tudíž by byly tyto výsledky ekvivalentní. Korelační matice je ekvivalentní s kovarianční maticí znormovaných hodnot.

Provedeme jednotlivé možnosti rotace a v práci uvedeme tu nejlépe interpretovatelnou, ostatní uvedeme zde v přílohách.

❖ Faktorová analýza IEF od Fraserova institutu

➤ Rotace metodou **Direct Oblimin**

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings ^a
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	2,966	59,320	59,320	2,966	59,320	59,320	2,964
2	1,086	21,718	81,038	1,086	21,718	81,038	1,095
3	,511	10,221	91,259				
4	,240	4,795	96,054				
5	,197	3,946	100,000				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.

Component Matrix^a

	Component	
	1	2
Zscore(Velikost vlády)	-,038	,978
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	,847	-,292
Zscore(Monetární situace)	,833	,155
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	,905	,141
Zscore(Předpisy a regulace)	,857	,033

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

Pattern Matrix^a

	Component	
	1	2
Zscore(Velikost vlády)	,030	,979
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	,826	-,320
Zscore(Monetární situace)	,842	,127
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	,913	,111
Zscore(Předpisy a regulace)	,857	,005

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

Structure Matrix

	Component	
	1	2
Zscore(Velikost vlády)	-,006	,978
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	,837	-,350
Zscore(Monetární situace)	,837	,096
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	,909	,077
Zscore(Předpisy a regulace)	,857	-,027

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization.

➤ Rotace metodou **Quartimax**

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,966	59,320	59,320	2,966	59,320	59,320	2,963	59,264	59,264
2	1,086	21,718	81,038	1,086	21,718	81,038	1,089	21,774	81,038
3	,511	10,221	91,259						
4	,240	4,795	96,054						
5	,197	3,946	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix^a

	Component	
	1	2
Zscore(Velikost vlády)	-,038	,978
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	,847	-,292
Zscore(Monetární situace)	,833	,155
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	,905	,141
Zscore(Předpisy a regulace)	,857	,033

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

Rotated Component Matrix^a

	Component	
	1	2
Zscore(Velikost vlády)	,000	,978
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	,836	-,324
Zscore(Monetární situace)	,838	,122
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	,910	,106
Zscore(Předpisy a regulace)	,857	,000

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Quartimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

➤ Rotace metodou **Equamax**

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	2,966	59,320	59,320	2,966	59,320	59,320	2,960	59,201	59,201
2	1,086	21,718	81,038	1,086	21,718	81,038	1,092	21,837	81,038
3	,511	10,221	91,259						
4	,240	4,795	96,054						
5	,197	3,946	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix^a

	Component	
	1	2
Zscore(Velikost vlády)	-,038	,978
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	,847	-,292
Zscore(Monetární situace)	,833	,155
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	,905	,141
Zscore(Předpisy a regulace)	,857	,033

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

Rotated Component Matrix^a

	Component	
	1	2
Zscore(Velikost vlády)	,017	,978
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	,830	-,339
Zscore(Monetární situace)	,840	,108
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	,911	,090
Zscore(Předpisy a regulace)	,857	-,015

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Equamax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

➤ Rotace metodou **Promax**

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings ^a
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	2,966	59,320	59,320	2,966	59,320	59,320	2,965
2	1,086	21,718	81,038	1,086	21,718	81,038	1,102
3	,511	10,221	91,259				
4	,240	4,795	96,054				
5	,197	3,946	100,000				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.

Component Matrix^a

	Component	
	1	2
Zscore(Velikost vlády)	-,038	,978
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	,847	-,292
Zscore(Monetární situace)	,833	,155
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	,905	,141
Zscore(Předpisy a regulace)	,857	,033

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 2 components extracted.

Pattern Matrix^a

	Component	
	1	2
Zscore(Velikost vlády)	,051	,981
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	,819	-,310
Zscore(Monetární situace)	,846	,138
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	,916	,123
Zscore(Předpisy a regulace)	,858	,015

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 3 iterations.

Structure Matrix

	Component	
	1	2
Zscore(Velikost vlády)	-,018	,977
Zscore(Právní systém a vlastnická práva)	,841	-,368
Zscore(Monetární situace)	,836	,078
Zscore(Svoboda mezinárodního obchodu)	,908	,058
Zscore(Předpisy a regulace)	,857	-,045

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

❖ Faktorová analýza IEF od Heritage foundation

➤ Rotace metodou **Direct Oblimin**

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings ^a
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	5,008	50,080	50,080	5,008	50,080	50,080	4,742
2	1,390	13,899	63,979	1,390	13,899	63,979	2,095
3	1,025	10,251	74,229	1,025	10,251	74,229	1,807
4	,688	6,877	81,106				
5	,559	5,592	86,698				
6	,463	4,632	91,330				
7	,341	3,408	94,738				
8	,285	2,846	97,583				
9	,168	1,682	99,265				
10	,073	,735	100,000				

Component Matrix^a

	Component		
	1	2	3
Zscore(Právní stát)	,909	-,057	-,050
Zscore(Korupce)	,877	-,118	-,133
Zscore(Fiskální svobody)	-,300	,824	-,053
Zscore(Vládní výdaje)	-,386	,642	,429
Zscore(Podnikatelské svobody)	,798	,181	-,262
Zscore(Pracovní svobody)	,373	,446	-,685
Zscore(Peněžní svobody)	,678	,057	,341
Zscore(Obchodní svobody)	,702	,117	,112
Zscore(Investiční svobody)	,849	,107	,296
Zscore(Svobody finančního sektoru)	,850	,151	,253

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Pattern Matrix^a

	Component		
	1	2	3
Zscore(Právní stát)	,741	-,254	-,186
Zscore(Korupce)	,649	-,339	-,229
Zscore(Fiskální svobody)	-,089	,810	-,361
Zscore(Vládní výdaje)	,078	,853	,178
Zscore(Podnikatelské svobody)	,577	-,096	-,466
Zscore(Pracovní svobody)	,024	,064	-,895
Zscore(Peněžní svobody)	,801	,058	,164
Zscore(Obchodní svobody)	,701	,016	-,077
Zscore(Investiční svobody)	,935	,052	,070
Zscore(Svobody finančního sektoru)	,920	,076	,010

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 7 iterations.

Structure Matrix

	Component		
	1	2	3
Zscore(Právní stát)	,860	-,475	-,400
Zscore(Korupce)	,804	-,538	-,426
Zscore(Fiskální svobody)	-,220	,806	-,274
Zscore(Vládní výdaje)	-,206	,845	,224
Zscore(Podnikatelské svobody)	,726	-,293	-,624
Zscore(Pracovní svobody)	,240	-,013	-,896
Zscore(Peněžní svobody)	,742	-,152	-,041
Zscore(Obchodní svobody)	,716	-,184	-,259
Zscore(Investiční svobody)	,902	-,202	-,170
Zscore(Svobody finančního sektoru)	,897	-,180	-,225

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Oblimin with Kaiser Normalization.

➤ Rotace metodou **Quartimax**

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings		
				Loadings			Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,008	50,080	50,080	5,008	50,080	50,080	4,765	47,649	47,649
2	1,390	13,899	63,979	1,390	13,899	63,979	1,484	14,835	62,485
3	1,025	10,251	74,229	1,025	10,251	74,229	1,174	11,745	74,229
4	,688	6,877	81,106						
5	,559	5,592	86,698						
6	,463	4,632	91,330						
7	,341	3,408	94,738						
8	,285	2,846	97,583						
9	,168	1,682	99,265						
10	,073	,735	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix^a

	Component		
	1	2	3
Zscore(Právní stát)	,909	-,057	-,050
Zscore(Korupce)	,877	-,118	-,133
Zscore(Fiskální svobody)	-,300	,824	-,053
Zscore(Vládní výdaje)	-,386	,642	,429
Zscore(Podnikatelské svobody)	,798	,181	-,262
Zscore(Pracovní svobody)	,373	,446	-,685
Zscore(Peněžní svobody)	,678	,057	,341
Zscore(Obchodní svobody)	,702	,117	,112
Zscore(Investiční svobody)	,849	,107	,296
Zscore(Svobody finančního sektoru)	,850	,151	,253

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Rotated Component Matrix^a

	Component		
	1	2	3
Zscore(Právní stát)	,862	-,254	,156
Zscore(Korupce)	,806	-,334	,200
Zscore(Fiskální svobody)	-,199	,783	,345
Zscore(Vládní výdaje)	-,201	,821	-,176
Zscore(Podnikatelské svobody)	,739	-,098	,428
Zscore(Pracovní svobody)	,268	,064	,855
Zscore(Peněžní svobody)	,738	,045	-,182
Zscore(Obchodní svobody)	,719	,007	,051
Zscore(Investiční svobody)	,900	,038	-,097
Zscore(Svobody finančního sektoru)	,897	,061	-,039

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Quartimax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 5 iterations.

➤ Rotace metodou **Equamax**

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared			Rotation Sums of Squared		
	Loadings			Loadings			Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	5,008	50,080	50,080	5,008	50,080	50,080	3,760	37,598	37,598
2	1,390	13,899	63,979	1,390	13,899	63,979	1,841	18,406	56,004
3	1,025	10,251	74,229	1,025	10,251	74,229	1,823	18,225	74,229
4	,688	6,877	81,106						
5	,559	5,592	86,698						
6	,463	4,632	91,330						
7	,341	3,408	94,738						
8	,285	2,846	97,583						
9	,168	1,682	99,265						
10	,073	,735	100,000						

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Component Matrix^a

	Component		
	1	2	3
Zscore(Právní_stát)	,909	-,057	-,050
Zscore(Korupce)	,877	-,118	-,133
Zscore(Fiskální_svobody)	-,300	,824	-,053
Zscore(Vládní_výdaje)	-,386	,642	,429
Zscore(Podnikatelské_svobody)	,798	,181	-,262
Zscore(Pracovní_svobody)	,373	,446	-,685
Zscore(Peněžní_svobody)	,678	,057	,341
Zscore(Obchodní_svobody)	,702	,117	,112
Zscore(Investiční_svobody)	,849	,107	,296
Zscore(Svobody_finančního_sektoru)	,850	,151	,253

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Rotated Component Matrix^a

	Component		
	1	2	3
Zscore(Právní_stát)	,716	,411	-,389
Zscore(Korupce)	,635	,438	-,455
Zscore(Fiskální_svobody)	-,140	,257	,828
Zscore(Vládní_výdaje)	,017	-,242	,828
Zscore(Podnikatelské_svobody)	,549	,631	-,195
Zscore(Pracovní_svobody)	,014	,895	,077
Zscore(Peněžní_svobody)	,753	,047	-,098
Zscore(Obchodní_svobody)	,660	,264	-,115
Zscore(Investiční_svobody)	,879	,177	-,126
Zscore(Svobody_finančního_sektoru)	,864	,231	-,099

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Equamax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 5 iterations.

➤ Rotace metodou **Promax**

Total Variance Explained

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings			Rotation Sums of Squared Loadings ^a
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %	Total
1	5,008	50,080	50,080	5,008	50,080	50,080	4,856
2	1,390	13,899	63,979	1,390	13,899	63,979	2,470
3	1,025	10,251	74,229	1,025	10,251	74,229	2,423
4	,688	6,877	81,106				
5	,559	5,592	86,698				
6	,463	4,632	91,330				
7	,341	3,408	94,738				
8	,285	2,846	97,583				
9	,168	1,682	99,265				
10	,073	,735	100,000				

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. When components are correlated, sums of squared loadings cannot be added to obtain a total variance.

Component Matrix^a

	Component		
	1	2	3
Zscore(Právní stát)	,909	-,057	-,050
Zscore(Korupce)	,877	-,118	-,133
Zscore(Fiskální svobody)	-,300	,824	-,053
Zscore(Vládní výdaje)	-,386	,642	,429
Zscore(Podnikatelské svobody)	,798	,181	-,262
Zscore(Pracovní svobody)	,373	,446	-,685
Zscore(Peněžní svobody)	,678	,057	,341
Zscore(Obchodní svobody)	,702	,117	,112
Zscore(Investiční svobody)	,849	,107	,296
Zscore(Svobody finančního sektoru)	,850	,151	,253

Extraction Method: Principal Component Analysis.

a. 3 components extracted.

Pattern Matrix^a

	Component		
	1	2	3
Zscore(Právní stát)	,709	-,216	,162
Zscore(Korupce)	,596	-,307	,211
Zscore(Fiskální svobody)	-,058	,867	,409
Zscore(Vládní výdaje)	,215	,889	-,179
Zscore(Podnikatelské svobody)	,509	-,042	,474
Zscore(Pracovní svobody)	-,124	,121	,965
Zscore(Peněžní svobody)	,871	,095	-,212
Zscore(Obchodní svobody)	,719	,060	,051
Zscore(Investiční svobody)	,993	,102	-,117
Zscore(Svobody finančního sektoru)	,971	,129	-,051

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

a. Rotation converged in 4 iterations.

Structure Matrix

	Component		
	1	2	3
Zscore(Právní stát)	,878	-,563	,544
Zscore(Korupce)	,827	-,617	,563
Zscore(Fiskální svobody)	-,245	,793	,172
Zscore(Vládní výdaje)	-,254	,839	-,295
Zscore(Podnikatelské svobody)	,747	-,378	,721
Zscore(Pracovní svobody)	,271	-,060	,878
Zscore(Peněžní svobody)	,731	-,232	,169
Zscore(Obchodní svobody)	,717	-,265	,371
Zscore(Investiční svobody)	,895	-,301	,320
Zscore(Svobody finančního sektoru)	,891	-,280	,368

Extraction Method: Principal Component Analysis.

Rotation Method: Promax with Kaiser Normalization.

Varianty uvedené v přílohách se ukazují jako obtížněji interpretovatelné oproti uvedeným v samotné práci. Uvedli jsme je zde pro úplnost a ilustraci možných přístupů a konfigurací metody PCA i faktorové analýzy. Jeví se vhodné pro interpretaci výsledků vybrat variantu, jejíž výsledky jsou interpretovatelné nejlépe, aby došlo ke srozumitelnému, přijatelnému modelování reality a osvětlení dané problematiky.

9. Seznam obrázků

Obrázek 2-1: Ekonomická svoboda ve světě v roce 2015 podle Fraserova institutu.....	10
Obrázek 2-2: Ekonomická svoboda ve světě v roce 2015 podle Heritage foundation.....	12
Obrázek 3-1: Vývoj hodnot Indexu ekonomické svobody v letech 2000 – 2015.....	22
Obrázek 3-2: Vývoj hodnot Indexu ekonomické svobody Heritage foundation v letech 1995 – 2015.....	23
Obrázek 3-3: Autokorelační struktura časové řady.....	24
Obrázek 3-4: Rozšířený Dickey-Fuller test jednotkového kořene.....	24
Obrázek 3-5: Rozšířený Dickey-Fuller test jednotkového kořene po první diferenci.....	25
Obrázek 3-6: Autokorelační struktura reziduí.....	25
Obrázek 3-7: Breusch-Godfrey test autokorelace reziduí.....	26
Obrázek 3-8: ARCH test.....	26
Obrázek 3-9: Jarque-Bera test normality.....	27
Obrázek 3-10: Vývoj hodnot Indexu ekonomické svobody Fraserova institutu v letech 1995 – 2015.....	28
Obrázek 4-1: Bodový graf IEF (Heritage foundation) a HDP per capita.....	31
Obrázek 4-2: Bodový graf IEF (Fraser institut) a HDP per capita.....	32
Obrázek 4-3: Bodový graf IEF (Heritage foundation) a CPI.....	34
Obrázek 4-4: Bodový graf IEF (Fraser institut) a CPI.....	35
Obrázek 5-1: Histogram proměnné <i>Velikost vlády</i>	38
Obrázek 5-2: Histogram proměnné <i>Právní systém a vlastnická práva</i>	39
Obrázek 5-3: Histogram proměnné <i>Monetární situace</i>	39
Obrázek 5-4: Histogram proměnné <i>Svobody mezinárodního obchodu</i>	40
Obrázek 5-5: Histogram proměnné <i>Předpisy a regulace</i>	40
Obrázek 5-6: Kolmogorov-Smirnov test normality.....	41
Obrázek 5-7: Grafy vícerozměrné normality.....	44
Obrázek 5-8: Krabičkový graf pro proměnnou <i>Velikost vlády</i>	45
Obrázek 5-9: Krabičkový graf pro proměnnou <i>Právní systém a vlastnická práva</i>	45
Obrázek 5-10: Krabičkový graf pro proměnnou <i>Monetární situace</i>	46
Obrázek 5-11: Krabičkový graf pro proměnnou <i>Svoboda mezinárodního obchodu</i>	46
Obrázek 5-12: Krabičkový graf pro proměnnou <i>Předpisy a regulace</i>	47
Obrázek 5-13: Korelační matice.....	48
Obrázek 5-14: Levenův test homogenity.....	49
Obrázek 5-15: Orientační hodnoty KMO kriteria a jejich vhodnost pro použití PCA.....	50
Obrázek 5-16: Hodnoty KMO kriteria a Bartlettův test sféricity.....	51
Obrázek 5-17: Komponentní matice.....	51
Obrázek 5-18: Celková variabilita vysvětlená hlavními komponentami.....	51
Obrázek 5-19: Scree plot.....	52
Obrázek 5-20: Komponentní matice.....	53
Obrázek 5-21: Histogramy jednotlivých proměnných.....	54
Obrázek 5-22: Kolmogorov-Smirnov test normality.....	56
Obrázek 5-23: Krabičkové grafy jednotlivých proměnných.....	57
Obrázek 5-24: Korelační matice proměnných.....	59
Obrázek 5-25: Levenův test homogenity.....	60
Obrázek 5-26: Hodnoty KMO kriteria a Bartlettův test sféricity.....	60
Obrázek 5-27: Komponentní matice.....	61
Obrázek 5-28: Celková variabilita vysvětlená hlavními komponentami.....	61
Obrázek 5-29: Scree plot.....	62
Obrázek 5-30: Komponentní matice.....	63

Obrázek 5-31: Princip PCA.....	64
Obrázek 5-32: Princip faktorové analýzy.....	65
Obrázek 5-33: Communality	66
Obrázek 5-34: Transformovaná matice komponent.....	67
Obrázek 5-35: Celkově vysvětlená variability	67
Obrázek 5-36: Rotovaná matice faktorů	68
Obrázek 5-37: Transformovaná matice komponent.....	69
Obrázek 5-38: Celkově vysvětlená variability	69
Obrázek 5-39: Communality	70
Obrázek 5-40: Rotovaná matice faktorů	70
Obrázek 5-41: Tabulka faktorů pro jednotlivé roky pro oba instituty	71
Obrázek 5-42: Rotovaná matice faktorů	72
Obrázek 5-43: Dendrogram - Fraser institut	76
Obrázek 5-44: Rozložení zemí ve shlukách (Fraser institut)	77
Obrázek 5-45: Dendrogram shlukování proměnných (Fraser institut)	78
Obrázek 5-46: Shluky proměnných (Fraser institut).....	78
Obrázek 5-47: Dendrogram - Heritage foundation	79
Obrázek 5-48: Rozložení zemí ve shlukách (Heritage foundation)	79
Obrázek 5-49: Dendrogram shlukování proměnných (Heritage foundation)	81
Obrázek 5-50: Shluky proměnných (Heritage foundation).....	82

10. Přehled literatury a použitých zdrojů

Literatura:

- ARLT, J., ARLTOVÁ, M.: Ekonomické časové řady [vlastnosti, metody modelování, příklady a aplikace]. vyd. Grada Publishing, 2007, ISBN: 978-80-247-1319-9
- HEBÁK, Petr a Libor SVOBODA. *Statistika v SPSS. Část 1.* Praha: Vysoká škola ekonomická [Praha], 1994. ISBN 80-7079-233-7.
- HEBÁK, Petr. *Testování statistických hypotéz.* Praha: Vysoká škola ekonomická [Praha], 1995. ISBN 80-7079-294-9.
- HEBÁK, Petr. *Vícerozměrné statistické metody.* (3). Praha: Informatorium, 2005. ISBN 80-7333-039-3.
- HUŠEK, Roman. *Ekonometrická analýza.* Praha: Ekopress, 1999. ISBN 80-86119-19-X
- PECÁKOVÁ, Iva. *Statistika v terénních průzkumech.* 2. dopl. vyd. Praha: Professional Publishing, 2011. ISBN 978-80-7431-039-3
- ROBINSON, D. Keith a Philip R. BEVINGTON. *Data reduction and error analysis for the physical sciences.* 3rd ed. Boston: McGraw-Hill, c2003. ISBN 0-07-247227-8.
- ŠOBÍŠEK L., ŘEZANKOVÁ H.: Srovnání metod pro redukci dimenzionality aplikovaných na ordinální proměnné, *Acta Oeconomica Pragensia* 1/2011

Internetové zdroje:

- www.data.worldbank.org
- www.fraserinstitute.org/economic-freedom
- www.heritage.org/index
- www.kps.pedf.cuni.cz
- www.meloun.upce.cz
- www.theanalysisfactor.com
- www.transparency.org