



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

VYUŽITÍ FUZZY LOGIKY PRO HODNOCENÍ
INVESTIČNÍCH RIZIK

USE OF FUZZY LOGIC IN INVESTMENT RISK EVALUATION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Jana Hřebíčková

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

BRNO 2017

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav soudního inženýrství
Studentka: **Bc. Jana Hřebíčková**
Studijní program: Rizikové inženýrství
Studijní obor: Řízení rizik firem a institucí
Vedoucí práce: **prof. Ing. Petr Dostál, CSc.**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Využití fuzzy logiky pro hodnocení investičních rizik

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Úvod
Cíle práce, metody a postupy zpracování
Teoretická východiska práce
Analýza současného stavu
Vlastní návrhy řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy

Cíle diplomové práce:

Využití fuzzy logiky pro hodnocení investičních rizik

Seznam literatury:

DOSTÁL, P. Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě. Brno: CERM, 2012. 718 s. ISBN 978-80-7204-798-7.
DOSTÁL, P. Advanced Decision Making in Business and Public Services. Brno: CERM, 2011. 168 s. ISBN 978-80-7204-747-5.
HANSELMAN, D. a B. LITTLEFIELD. Mastering MATLAB. Pearson Education

International Ltd., 2012. 852 s. ISBN 978-0-13-185714-2.

MAŘÍK, V., O. ŠTĚPÁNKOVÁ a J. LAŽANSKÝ. Umělá inteligence. Praha: ACADEMIA, 2013. 2473 s. ISBN 978-80-200-2276-9.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2016/17

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá vytvořením a aplikací modelu s využitím fuzzy logiky. Tento model je využit pro podporu rozhodování vybrané české společnosti, která má v plánu investovat do zahraničí a založit zde novou dceřinou společnost. S využitím zvolených indikátorů je posuzována rizikovost investice ve vybraných zemích. Model je zpracován alternativně ve dvou programech, a to MS Excel a MATLAB®.

Abstract

This master thesis is dealing with development and application of a model that employs fuzzy logic. The model is used to support a decision of a selected Czech company that plans to invest abroad and establish a subsidiary. Selected indicators determine an investment risk in all countries considered for the investment. The model was implemented in parallel in two systems: MS Excel and MATLAB®.

Klíčová slova

fuzzy logika, pokročilé metody rozhodování, riziko, daň z příjmů právnických osob, rating, Doing Business, index vnímání korupce, MATLAB®

Keywords

fuzzy logic, advanced decision making, risk, corporate tax, rating, Doing Business, Corruption Perceptions Index, MATLAB®

Bibliografická citace

HŘEBÍČKOVÁ, J. *Využití fuzzy logiky pro hodnocení investičních rizik*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2017. 85 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 26. května 2017

.....

podpis diplomanta

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu práce prof. Ing. Petru Dostálovi, CSc. za vedení mé diplomové práce a za trpělivost.

OBSAH

ÚVOD	11
CÍLE, METODY A POSTUPY PRÁCE.....	12
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	13
1.1 POKROČILÉ METODY ROZHODOVÁNÍ.....	13
1.1.1 <i>Fuzzy logika</i>	13
1.2 RIZIKO	17
1.2.1 <i>Investiční riziko</i>	17
1.3 VYBRANÉ INDIKÁTORY EKONOMIKY.....	18
1.3.1 <i>Indikátory pracovní síly</i>	18
1.3.2 <i>Indikátory podnikatelského prostředí</i>	19
1.3.3 <i>Doplňkové indikátory</i>	22
1.4 SOFTWARE	23
1.4.1 <i>Microsoft Excel</i>	23
1.4.2 <i>MATLAB®</i>	24
2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU.....	26
2.1 VYBRANÁ SPOLEČNOST	26
2.2 ROZŠÍŘENÍ VYBRANÉ SPOLEČNOSTI	27
2.3 ANALÝZA UKAZATELŮ VE VYBRANÝCH ZEMÍCH.....	27
2.3.1 <i>Česká republika</i>	27
2.3.2 <i>Maďarsko</i>	28
2.3.3 <i>Polsko</i>	29
2.3.4 <i>Rakousko</i>	29
2.3.5 <i>Rumunsko</i>	30
2.3.6 <i>Slovensko</i>	30
2.3.7 <i>Ukrajina</i>	31
3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ	32
3.1 VSTUPY, VÁHY A ATRIBUTY JEDNOTLIVÝCH VSTUPŮ	32
3.1.1 <i>Indikátory srovnání pracovní síly</i>	32
3.1.2 <i>Indikátory sledující podnikatelské prostředí</i>	35
3.1.3 <i>Doplňkové indikátory</i>	37
3.2 CELKOVÉ SHRNUÍ VSTUPŮ, VAH A ATRIBUTŮ	39
3.3 IMPLEMENTACE MODELU	41

3.3.1	<i>Implementace modelu v programu Microsoft Excel.....</i>	<i>41</i>
3.3.2	<i>Implementace modelu v programu MATLAB®.....</i>	<i>49</i>
4	CELKOVÉ ZHODNOCENÍ A NÁVRHY	72
	ZÁVĚR	74
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	76
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	80
	SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ	82
	SEZNAM PŘÍLOH.....	85

ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá analýzou rizika pro vybranou českou společnost. Tato společnost má v plánu založit novou dceřinou společnost v některé ze sedmi zvolených zemí. Při analýze rizikovosti investice do jednotlivých zemí je využito fuzzy logiky.

Zvolené země jsou Česká republika, Maďarsko, Polsko, Rakousko, Rumunsko, Slovensko a Ukrajina. Pro analýzu byly vybrány ekonomické indikátory reprezentující tři hlavní oblasti rizika. Jedná se o oblast nákladů na pracovní sílu a její kvalitu (průměrné mzdové náklady na zaměstnance v dané lokalitě a ranking vysokých škol), oblast kvality podnikatelského prostředí (rating země, indikátor Doing Business a index vnímání korupce) a poslední oblastí jsou doplňkové indikátory (DPPO a průměrné náklady na pronájem kanceláře).

Diplomová práce je členěna do následujících částí. Úvodem jsou nastíněna základní teoretická východiska této práce, zejména problematika rizika, pokročilých metod rozhodování pro jeho analýzu a oblast fuzzy logiky, která je v této práci pro identifikaci rizika využita. Současně jsou podrobně popsány jednotlivé zvolené indikátory rizika a obecné postupy implementace zvolených modelů v prostředí MS Excel a MATLAB®.

Následující část je zaměřena na analýzu úrovně vybraných indikátorů v jednotlivých zemích tak jak byly sesbírány z dostupných zdrojů. Také je představena vybraná společnost a popsán její investiční záměr.

Ve třetí části jsou ze zjištěných údajů stanoveny vstupy, výstupy, atributy a další parametry potřebné pro sestavení modelů. Následně je představen celý postup zpracování modelů v MS Excel a následně i v MATLABu®. V neposlední řadě jsou modely otestovány a aplikovány na jednotlivé zvolené země.

Zjištěné modelové výstupy jsou zhodnoceny ve čtvrté části a je formulováno investiční doporučení.

V závěru práce jsou shrnuty zjištěné výstupy a jsou okomentovány možnosti pro případné další možné rozšíření této diplomové práce.

CÍLE, METODY A POSTUPY PRÁCE

Cíle diplomové práce

Cílem této diplomové práce je vypracování metodologie a modelů pro konkrétní českou společnost, která se chce dále rozšířit do některé z blízkých evropských zemí. Práce vyhodnocuje rizika plynoucí z rozšíření do zvolených zemí a sestavuje jejich žebříček dle celkové rizikovosti. Následně je představeno doporučení pro vybranou společnost, do kterých zemí investici zvažovat a kterých se vyvarovat.

Metodika diplomové práce

V teoretické části je vypracována analýza vybrané problematiky. Pro analýzu je využita odborná česká i zahraniční literatura, internetové stránky s odbornými články, legislativní normy a veřejně dostupná statistická data.

V praktické části je využita metoda analýzy trhu v sedmi vybraných zemích s aplikací fuzzy logiky. Pro analýzu jsou využity atributy převážně ekonomických ukazatelů. Práce je zpracována v software Microsoft Excel a MATLAB®.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

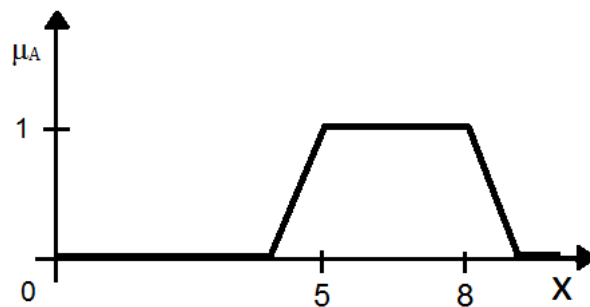
1.1 Pokročilé metody rozhodování

Nárůst komplexity vstupních faktorů v rozhodovacích procesech, které je nutno analyzovat a nutnost rychlého rozhodování v prostředí tržní ekonomiky daly vznik novým přístupům a teoriím obecně označovaným jako pokročilé metody rozhodování. Tyto moderní přístupy se velice rychle se rozvíjí do různých oblastí. Mezi hlavní zástupce těchto teorií patří fuzzy logika, umělé neuronové sítě, evoluční algoritmy, teorie chaosu nebo také genetické algoritmy (4, s. 13; 30, s. 1). Obecně tyto přístupy definujeme jako teorie na podporu rozhodování a zpracování dat, které jsou využitelné v praxi a vedou ke kvalitnějšímu rozhodnutí u složitých úloh. Využívají se především pro špatně strukturované a nealgoritmizované problémy (složitě, nové, neopakovatelné nebo jedinečné situace). Tyto metody pomáhají získat kvantitativní podklady pro rozhodování a navrhování optimálních systémů, zejména pro stanovení optimálních podmínek průběhu procesu v zadaném systému.

Zmíněné metody jsou založené na metodách umělé inteligence a velkou roli hraje využití výpočetní techniky. Především se jedná o pravděpodobnostní modelování založené na statistických přístupech a modelování neurčitých jevů (fuzzy množiny) (28, s. 7).

1.1.1 Fuzzy logika

Dle Dostála (3, s. 12, 13) fuzzy logika určuje „jak moc“ prvek x patří nebo nepatří do množiny definované v intervalu od 0 po 1 (hraniční hodnoty jsou vyjádřeny: 0 = úplné nečlenství, 1 = úplné členství). Obecná množina A je definována jako soubor určitých prvků, pravidel nebo funkcí. Fuzzy množina μ_A je popsána funkcí členství prvku x v daném intervalu (jak moc náleží, nebo nenáleží) jako bezrozměrná veličina, tzn. $\mu_A: x \rightarrow < 0,1 >$, kde μ_A představuje, jak prvek x náleží množině A , zda $\mu_A(x) = 1$ nebo $\mu_A(x) = 0$, potom x do množiny patří nebo nepatří. V následujícím obrázku je znázorněn příklad této funkce členství:



Obrázek 1: Funkce členství fuzzy množiny μ_A (3, s. 13)

$$\mu_A(x) = 0 \quad \text{pro } x \in [0, 4]$$

$$\mu_A(x) = kx + q \quad \text{pro } x \in (4, 5)$$

$$\mu_A(x) = 1 \quad \text{pro } x \in [5, 8]$$

$$\mu_A(x) = kx + q \quad \text{pro } x \in (8, 9)$$

$$\mu_A(x) = 0 \quad \text{pro } x \in [9, \infty)$$

Fuzzy systém je tvořen fuzzy pravidly, která mají tvar výroků. Tato pravidla představují expertní systém, který kombinuje vlastnosti proměnných vstupujících a vystupujících ze systému (<Když>... <Potom>...) a následně určují i míru důležitosti (váhu) konkrétního pravidla. Zmíněné výroky nám napomáhají jednotlivé váhy (parametry vstupů pro vytvoření výstupů) přiřazovat a následně pak zobrazovat takto vzniklé fuzzy množiny (28, s. 199, 200; 30, s. 23).

Zakladatelem fuzzy logiky je Lotfi Askar Zadeh, který v roce 1965 poprvé formuloval pojem fuzzy množina v článku Fuzzy sets (33). Samotný anglický pojem *fuzzy* pak představuje významy jako neostřý, mlhavý, vágní nebo neurčitý. Oproti klasické jasně definované množině prvků tedy není u fuzzy množiny jasně dáno, zda prvek do množiny patří či nikoliv. Klasická množina je pro účely fuzzy logiky rozšířena i o částečné členství (stupeň příslušnosti) (3, 28, 31, s. 71).

Dle Zadeha (33) je fuzzy množina definována jako soubor objektů s kontinuem stupňů členství bez ostře definovaných kritérií. Každý prvek tak má přiřazen stupeň členství v intervalu 0 až 1.

Dle Hájka (5) se fuzzy logika zabývá matematicko-logickou oblastí, výrokovou logikou. Nejedná se pouze o binární soustavu, ale o definovanou množinu s nejasným vztahem.

Tento proces umožňuje využít fuzzy systém pro automatické zpracování velkého množství dat na vstupu. Nezbytné je však dávat pozor při využití základních operací jako je sčítání, odečítání, násobení nebo dělení, protože fuzzy logika má odlišné postupy výpočtu u těchto operátorů a také při vyhodnocování fuzzy logických operátorů v pravidlech (29, s. 7, 8):

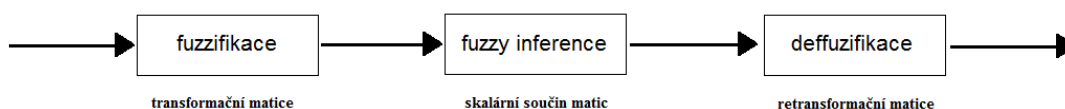
$$[a, b] + [d, e] = [a + d, b + e]$$

$$[a, b] - [d, e] = [a - e, b - d]$$

$$[a, b] * [d, e] = [\min (ad, ae, bd, be), \max (ad, ae, bd, be)]$$

$$[a, b]/[d, e] = [\min (a/d, a/e, b/d, b/e), \max (a/d, a/e, b/d, b/e)]$$

Tvorba fuzzy systému a proces jeho následného zpracování s pomocí fuzzy logiky se dle Dostála (3, s. 15, 16, 17,18) skládá ze tří základních kroků:



Obrázek 2: Rozhodování dle fuzzy zpracování (3, s. 15)

- 1) Nejprve se musí převést reálné proměnné na jazykové proměnné – zvolením vlastností (atributů) např. nízké, střední, vysoké. Dále je potřebné určení stupně členství proměnných v množině (atributů), které je vyjádřeno matematickou funkcí členství (nejčastěji se využívají funkce ve tvaru $\wedge$, π , Z , S), jak je zobrazeno na obrázku 2. Zvolené jednotlivé atributy jsou zařazovány do předem určeného počtu oblastí a je jim přiřazena číselná hodnota v závislosti na stupni důležitosti či rizika a tím je vyobrazena jednotlivá funkce členství. Obecně se tímto procesem

definuje transformační matice a tento krok označujeme *fuzzifikace*. Transformační matice je vždy volena dle požadavků zadavatele.



Obrázek 3: Časté tvary členských funkcí ($\wedge$, π , Z, S) (4, s. 24)

Dále je nutné vytvořit stavovou matici, která určuje, jaká je situace pro konkrétní případ. Stavová matice nám zobrazuje hodnocení pro konkrétní parametry objektů, o kterých rozhodujeme. Tato matice je definována 1 – ano, patří, nebo 0 – ne, nepatří do množiny.

- 2) Následně se definuje chování systému pomocí pravidel <Když>, <Potom>, <S váhou>, které se vyhodnotí. Výsledkem vyhodnocení (označované v literatuře také jako *fuzzy inference*) je opět jazyková proměnná. Pro vyhodnocení pravidel se používá skalární součin. Skalární součin matic je definován jako součet násobků jednotlivých položek v transformační a stavové matice, kde pak reprezentuje výsledné doporučení v číselné podobě.
- 3) V posledním kroku *defuzifikace* se převedou fuzzy hodnoty výstupní jazykové proměnné (reálné hodnoty) tak, aby reprezentovala slovně výsledek fuzzy výpočtu. Výsledky fuzzy inference se tedy převádí na reálné hodnoty, např. žádné, nízké, střední vysoké a velmi vysoké, které napomáhají k rozhodnutí, zda je výsledek příznivý (ano) nebo nepříznivý (ne). Pro tento krok se využívá retransformační matice (výstupní matici).

1.2 Riziko

Dle Smejkal a Raise (36) má pojem riziko mnoho definic a je spojené s nahodilostí. Pracujeme tedy s neurčitostí výsledku, kdy výsledek je nejistý a hrozí nebezpečí vzniku neočekávané a předem neurčité ztráty (ohrožení aktiva). Definice rizika dle finanční teorie je kolísavost (volatilita) finanční veličiny kolem její očekávané hodnoty v důsledku nahodilých změn řady parametrů. S rizikem ve firmě se váže pojem změny v čase, která nabude oproti očekávaným hodnotám pozitivní či negativní odchylky.

Riziko je tedy definováno jako možnost, že s určitou pravděpodobností nastane nežádoucí jev (událost, míra ohrožení), která je odlišná od předpokládaného průběhu. Velikost rizika je dána možnými důsledky realizace nežádoucího jevu (vznik škody), která je úzce spojena jak s hodnotou aktiva, tak s mírou nejistoty. Identifikace rizika je postup, který vede k vyjádření rizika ve finančních jednotkách. Analýza rizika je posloupnost postupů identifikace a klasifikace rizik (38).

Podobně dle Tichého (37, s. 16) je riziko definováno jako pravděpodobná hodnota ztráty vzniklé nositeli nebo příjemci rizika realizací scénáře nebezpečí, vyjádřená v peněžních nebo jiných jednotkách. Protože se pohybujeme v teorii pravděpodobnosti, riziko lze vždy vyčíslit pouze jako odhad že daný jev nastane s určitou pravděpodobností, nebo naopak s určitou pravděpodobností nenastane, a to typicky v určitém časovém období. Ve statistice pak míru rizika definujeme např. koeficientem variace, který narůstá úměrně s mírou rizika.

1.2.1 Investiční riziko

Tato práce se zaměřuje na tzv. investiční riziko. To dle Smejkal a Raise (38, s. 115) patří mezi finanční rizika, a je definováno jako odhad spolehlivosti a ziskovosti investic. Jedná se tedy o neurčitost spojenou s vývojem hodnoty aktiva (38, s. 90).

Samotný proces investování je chápán jako pořízení aktiva, které v budoucnu přinese investorovi ekonomický prospěch (zisk) (38, s. 316). V úvahu je však nutno vzít i velikost rizika spojeného s investicí, které je vždy nutné předem zjistit a kvantifikovat.

1.3 Vybrané indikátory ekonomiky

Existuje celá řada ekonomických indikátorů, s jejichž pomocí je možné zkoumat a srovnávat potenciál jednotlivých zemí při tvorbě investičních rozhodnutí. Ať už se jedná o finanční indikátory zaměřené přímo na nákladovost pro společnost v konkrétní zemi, nebo ostatní ukazatele popisující podnikatelské prostředí v daném státu. Pro tuto práci bylo vybráno 7 základních indikátorů, které jsou rozhodující pro vybranou společnost a její následné rozhodnutí, ve které zemi založí novou dceřinou společnost. Indikátory jsou dále rozděleny do tří skupin. První sleduje nákladovost na zaměstnance, další popisuje celkové podnikatelské prostředí celé země a poslední část je zaměřena na podnik jako celek.

1.3.1 Indikátory pracovní síly

Indikátory popisující nákladovost a produktivitu pracovní síly jsou nejdůležitější složkou pro základní plánování společnosti. V konkrétním sledovaném případě se jedná o nejvýznamnější část rozhodování, neboť náklady na vysoce kvalifikované vysokoškolsky vzdělané zaměstnance dominují celkovým nákladům uvažované společnosti. Pro posouzení byly vybrány dva základní indikátory. Prvním z nich je průměrná mzda zaměstnance ve vybraném sektoru, v tomto případě je jedná o finanční analytiku. Dále pro posouzení úrovně schopností je srovnáno pořadí (ranking) vysokých škol daných zemí a jejich kvalita.

1/ Průměrné mzdové náklady na zaměstnance

Průměrné náklady na zaměstnance v daném sektoru znamenají srovnání mzdových nákladů na jednoho průměrného finančního analytika. Tyto hodnoty jsou zjištěny dle statistiky Salary explorer z roku 2016. Jedná se o průměrné mzdy pro danou zemi a vybraný typ zaměstnání. Tato statistika podává informace o průměrných mzdách v různých pracovních pozicích dle požadavků agentur, zaměstnavatelů a zaměstnanců. Dále je nutné u mezd zohlednit zatížení sociálního pojištění hrazené zaměstnavatelem,

které významně ovlivňují celkové náklady společnosti vynaložené na jednoho zaměstnance (finančního analytika) (22).

2/ Ranking vysokých škol

Vysoké školy jsou srovnávány dle World University Rankings, který je sestaven pro roky 2016-2017 a srovnává 980 nejlepších univerzit ze 79 zemí světa. Indikátor zpracovává 13 nejvýznamnějších normovaných ukazatelů jako např. výuka, výzkum a znalosti. Tento žebříček sestavuje nezávislý auditor (23).

1.3.2 Indikátory podnikatelského prostředí

Podnikatelské prostředí je další nedílnou složkou při rozhodování. Zvolené indikátory zachycují, jak je daná země příznivá pro podnikání. Jedná se o ukazatele platební schopnosti, podnikatelského prostředí nebo míry korupce. Pro srovnání byly vybrány tři podstatné indikátory zaměřené na tuto problematiku.

1/ Rating zemí (Moody's)

Rating zemí, též znám pod celosvětovým označením jako *sovereign rating*, je standardní mezinárodní nástroj měření bonity zemí. Jedná se o stupeň rizikovosti podnikání pro zahraniční společnosti ve vybrané zemi z pohledu splacení závazků. Rating zemí může významně ovlivnit měnu dané země a tím i všechny ekonomické proměnné (indikátory), proto je vhodné ho neustále sledovat.

Existují tři nejvýznamnější typy ratingů podle agentur, které ho zpracovávají – Moody's, Fitch a Standard & Poor's (S&P). Jedná se o agentury z USA, které působí na celém světě a jsou mezinárodně uznávané. Nejdůležitější vlastností je nezávislost a důvěryhodnost těchto agentur.

Pro tuto práci byl zvolen systém Moody's. Strukturu a metody vyhodnocování vymyslel John Moody v roce 1909 za účelem hodnocení subjektů pro investory. Jedná se o hodnocení rizika dle samostatných kritérií pro finanční instituce, nefinanční instituce a veřejný sektor. Představuje tedy riziko neschopnosti dostát včas a v plné výši svým

závazkům. Toto riziko je v literatuře také označováno jako defaultní riziko nebo riziko bankrotu či insolvence.

Samotný rating se dělí se na dlouhodobý a krátkodobý rating. Pro tuto práci budeme pracovat s ratingem dlouhodobým, protože tomu odpovídá povaha uvažované investice.

Při sestavení se sledují zejména dvě oblasti – politické a ekonomické riziko. Do hodnocení vstupují ukazatele jako bankovní vklady, historie úvěrových selhání, snadnost vypořádání a zúčtování plateb, celková zadluženost vlády a ekonomiky, velikost ekonomiky, a další. Na základě získaných informací je udělena zemi příslušná známka (rating), která odpovídá rizikovosti země. Znamky jsou udělovány od A do C příp. D. Kde A znamená nejnižší míru rizika, zatímco D znamená velmi extrémní rizikovost, případně finanční krach země, a proto se již obvykle neuděluje a země je uváděna jako bez ratingu (18, 19, 20).¹

Tabulka 1: Symboly pro dlouhodobý rating zemí (Long – Term) (18)

Aaa	nejvyšší kvalita	investiční
Aa	velmi kvalitní	
A	vyšší střední kvalita	
Baa	nižší střední kvalita	
Ba	spekulativní, nepříliš dobře zajištěný	spekulativní
B	vysoce spekulativní, slabý	
Caa	extrémně spekulativní, značná rizika	
Ca	s velmi nízkou perspektivou, nekvalitní	
C	velmi vysoká pravděpodobnost úpadku	

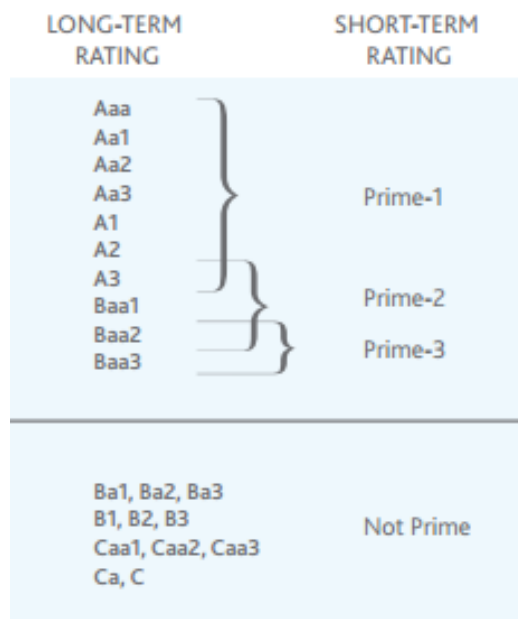
Dále se k ratingu obvykle připojují modifikátory Prime 1, 2 a 3, a to ke klasifikaci Aa až Baa pro krátké období (Short-Term). Jedná se o výhled, nebo také očekávaný směr, kterým se bude rating pohybovat v budoucnu.²

¹ Agentura Moody's nevyužívá označení D.

² Fitch a S&P pracují s označením +, ++, -, -- jako klasifikace výhledu.

Tabulka 2: Ratingové symboly Short-Term (20)

P-1	nejlepší, pozitivní výhled
P-2	dobré, stabilní výhled
P-3	přijatelné, negativní výhled
NP	nespadá do Prime kategorie, spekulativní



Obrázek 4: Symboly Moody's rating (20)

2/ Snadnost podnikání (Doing Business)

Snadnost podnikání v dané zemi představuje mezinárodně uznávaný indikátor Doing Business (DB), jenž je sestavován Světovou bankou a který je revidován vždy jednou ročně. Jedná se o celkový přehled a srovnání podnikatelského prostředí a snadnosti podnikání v dané zemi. Výsledek Doing Business je udáván v procentech na stupnici od 1 do 100. Znázorňuje, jak daleko je ekonomika od nejlepšího výkonu, tzn. čím menší číslo pro Doing Business, tím lepší postavení země. Indikátor vždy sleduje 10 hlavních témat (zahájení podnikání, řízení o stavebním povolení, placení daní, získání úvěru, plnění a vymáhání smluv, ...) a každé z nich se skládá z několika dalších ukazatelů. Celkově se tedy sleduje 41 dílčích indikátorů.

Doing Business Rank 2016 následně porovnává 190 zemí. Pořadí těchto zemí je určeno dle vzdálenosti od hraničního skóre a definuje pak snadnost podnikání ve srovnání k ostatním zemím (13, 14).

3/ Index vnímání korupce

Index vnímání korupce, známý jako Corruption Perceptions Index (CPI), je monitorován v každé zemi nevládní neziskovou organizací a mezinárodní sekretariát se nachází v Bruselu. Zjištěné skóre představuje index vnímání korupce ve veřejném sektoru na stupnici od 0 (vysoká míra korupce) do hodnoty 100 (velmi čistá země/území). Index vnímání korupce aktuálně poskytuje porovnání 168 vybraných zemí či teritorií, a tato práce využila publikace z roku 2015 (6).

1.3.3 Doplnkové indikátory

Pro tuto práci byly zvoleny ještě dva doplňkové indikátory, aby míra ziskovosti a rizikovosti investice v dané zemi byla co nejlépe zachycena. Tyto indikátory se zaměřují na daňové zatížení zisku z právnických osob v jednotlivých zemích a na náklady na kancelář v e zvolených městech. Pomocí těchto doplňujících ukazatelů je dále zlepšeno srovnání zemí zejména při nejasném rozhodnutí dle hlavních ukazatelů.

1/ Daňové zatížení – daň z příjmů právnických osob

Daňové zatížení společností (známé též pod názvem corporate/company tax) je ve v uvažovaných zemích velmi rozdílné a pohybuje se od 25 % do 12 %. Toto zatížení následně ovlivňuje výsledek hospodaření společnosti za daný rok a výpočet předpokládaného zisku (26, 27).

2/ Průměrné náklady na pronájem kanceláře

Náklady na pronájem kanceláře v každé z vybraných zemí jsou sledovány dle průměrné ceny nájemného v hlavním městě. Pro srovnání je využit měsíční průměr pro země v m²/EUR dle statistiky Global property guide aktualizované k roku 2017. Dále

jsou tyto ceny ověřeny dle metodiky Hlaváček a spol. z roku 2016. Obě metodiky dochází k velmi podobným cenám nájmu pro kancelářské prostory (15, 16, 17).

1.4 Software

Pro zpracování analýzy bude využito dvou rozdílných programů: Microsoft Excel a MATLAB®. Každý z těchto programů má vlastní postupy zobrazení modelů, které budou vysvětleny v kapitole 3.3. V této kapitole je pouze nastíněno, o jaké programy se jedná a jak pracují.

1.4.1 Microsoft Excel

Microsoft Excel je tzv. tabulkový procesor (kalkulátor) od společnosti Microsoft a je součástí balíku Office. Tento software má dominantní postavení na trhu. Jde o graficky orientovaný program určený převážně pro vytvoření a práci s tabulkami a grafy pro celou řadu kancelářských prací. Tabulky jsou uspořádány v řádcích a sloupcích, kde lze jednoduše měnit obsah a provádět výpočty prostřednictvím předdefinovaných ale i uživatelsky zadaných funkcí. Pro lepší přehlednost Excel umožňuje tvoření tabulkových sešitů (24).

Pro sestavení výchozích tabulek, definici vzorců, a dále také grafů pro porovnání zemí bude využit *Microsoft Excel 2016*.

Pro sestavování modelu v programu MS Excel se zavádějí nové pojmy dílčích matic pro výpočet. Tyto pojmy navazují na proces fuzzy zpracování (kapitola 1.1.1 na obrázku 2). Pomocí MS Excelu vyhodnotíme celkové riziko, dle kterého se rozhodneme, zda do země investovat či nikoli.

1.4.2 MATLAB®

Tento software vyvinula společnost MathWorks, Inc. Jedná se o integrované prostředí pro výpočty, modelování a vizualizaci dat a jejich následné zpracování. Software umožňuje na základě vlastního skriptovacího jazyka programovat poměrně složité algoritmy a funkce. Tento software je pro práci s daty orientován maticově a využívá různé typy proměnných, které mohou obsahovat záznamy od jednoduchých číselných hodnot přes matice, znaky, textové řetězce až po vnořené struktury. Do základního programu, lze doinstalovat různé doplňkové funkce, tzv. toolboxy. Tyto toolboxy jsou knihovny funkcí (sady nástrojů), které rozšiřují základní jádro přidavnými moduly.

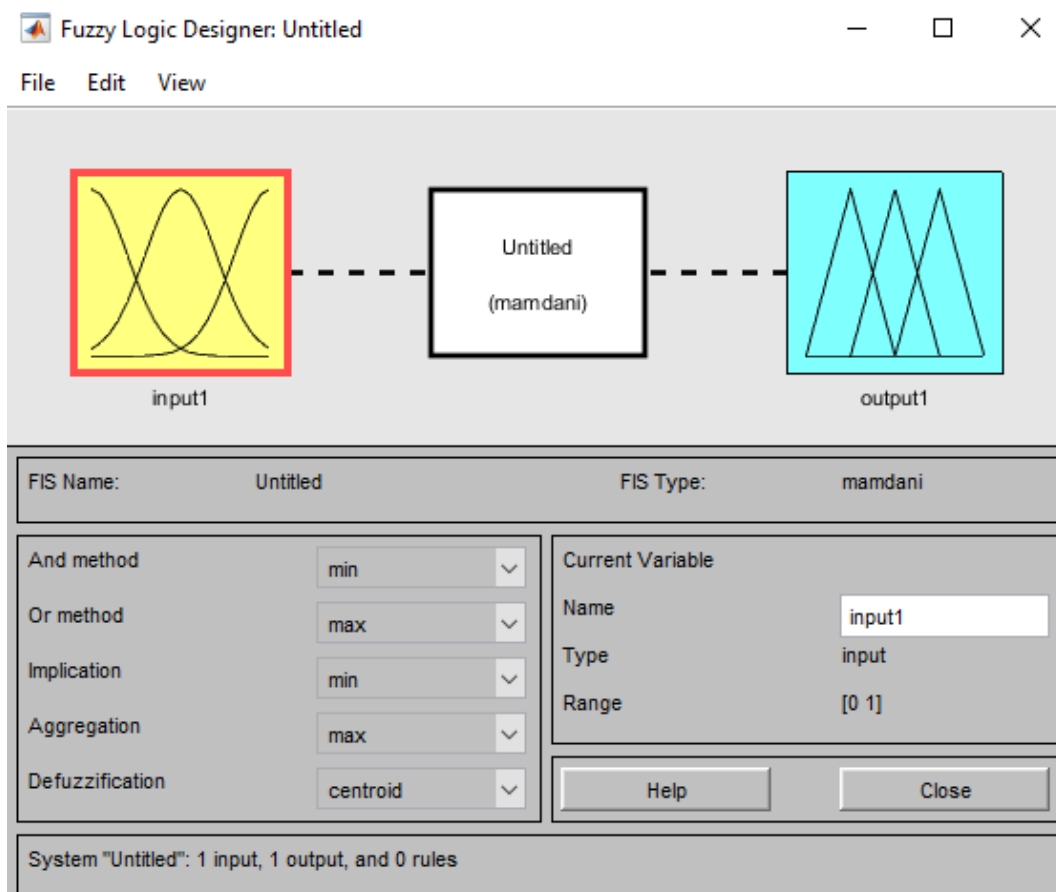
Při vytváření uživatelských funkcí se využívá M-souborů (*.m), které slouží pro zápis příkazů do MATLABu® s využitím integrovaného vlastního skriptovacího jazyka a jsou následně zdrojovým kódem pro vykonání výpočtu (25).

Pro tuto práci bude využit *MATLAB® R2015b* a Fuzzy Logic Toolbox (představuje sadu nástrojů pro činnosti s fuzzy logikou).

Pro vyhodnocení rizika pomocí Fuzzy Logic Toolboxu se postupuje ve třech krocích:

1. Definice modelu rizika a souvisejících pravidel (fuzzifikace)
2. Zadání atributů pro vyhodnocení zvoleným modelem (fuzzy inference)
3. Slovní vyhodnocení rizika (defuzzifikace)

Definice modelu a souvisejících pravidel lze vytvořit pomocí grafického rozhraní implementovaného ve Fuzzy Logic Toolboxu v programu MATLAB®. Toto rozhraní se spustí s pomocí příkazu *fuzzy* v pracovním okně a umožňuje definici vstupních a výstupních proměnných, jejich atributů a vzájemných pravidel, jak je vidět na obrázku 5. Následně je takto definovaný model uložen k dalšímu zpracování jako automaticky vytvořený definiční textový soubor *.fis, dále v práci nazýván jako FIS soubor (Fuzzy Inference Systém) (29).



Obrázek 5: Grafické zobrazení FIS souboru (FIS Editor)

2 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této kapitole je představena vybraná společnost, která bude aplikovat vytvořený model. Kapitola obsahuje základní popis společnosti a plánovaného rozšíření. Pro rozhodnutí o investici do konkrétní země a sestavení žebříčku vybraných zemí bude využito fuzzy logiky.

2.1 Vybraná společnost

Zvolená obchodní společnost byla založena v roce 2005 jako společnost s ručením omezeným dle platného zákona. Dle výpisu z rejstříku společnost má dva vlastníky, kteří jsou statutárním orgánem – jednatelem – této společnosti. Vlastníci jsou současně i zaměstnanci společnosti.

Tato společnost se zabývá vývojem programů pro ekonomické modely, konzultací a poradenstvím v oblasti ekonomiky. Zaměstnává převážně finanční analytiky, kteří vytváří matematické modely ekonomik rozvojových zemí, které implementují pro své klienty z řad investičních fondů a komerčních bank. Též zaměstnává softwarové specialisty pro vývoj podpůrných programů pro ekonomické modelování a navrhuje opatření v oblasti informační bezpečnosti. Specializuje se na úzkou skupinu zahraničních zákazníků. Společnost má sídlo v ČR v centru města Prahy a zaměstnává celkem 25 pracovníků. Z toho je zaměstnáno 18 finančních analytiků, po kterých považuje vysokoškolské vzdělání v oborech matematika a ekonomie.

2.2 Rozšíření vybrané společnosti

V předchozí kapitole zmíněná společnost uvažuje o rozšíření do dalších států, nebo i setrvat v ČR v jiném městě – nejlépe v Brně.

Společnost má v plánu si pronajmout kancelář v centru hlavního města doporučené země. Bylo zvoleno 7 zemí pro další zvážení možností a následnou modelaci: Česko, Slovensko, Maďarsko, Rakousko, Polsko, Rumunsko a Ukrajina.

Společnost se bude rozhodovat dle vybraných ukazatelů: daňové zatížení zemí (DPPO + SP), průměrná mzda finančních analytiků, průměrné náklady na pronájem kanceláře v hlavním městě, rating zemí, Doing Business, index vnímání korupce, prestiž vysoké školy v hlavním městě vybraného státu (ranking vysokých škol).

2.3 Analýza ukazatelů ve vybraných zemích

2.3.1 Česká republika

Pro Českou republiku je Brno zvažovaným místem pro založení nové dceřiné společnosti. Jedná se o univerzitní město s dobrým hodnocením vysokých škol, a tím je zde velká šance najít kvalifikované zaměstnance. Rating vysokých škol řadí univerzity v ČR na 401-500 místo a v žebříčku se nachází 12 škol z ČR. Průměrná hrubá mzda pro jednoho zaměstnaného odborníka je 45 500 CZK. Zdanění právnických osob je ve výši 19% a sociální pojištění hrazené zaměstnavatelem ve výši 34% z hrubé mzdy zaměstnance. Toto daňové zatížení je střední pro posuzované země. Cena nájemného kancelářských prostor je přes 3 EUR za m² měsíčně, což je o něco vyšší sazba než ve většině uvažovaných zemí, ale stále v přijatelné míře. Celkový rating této země je A, jedná se tedy o vyšší úroveň, která je vhodná pro investování a představuje nízké riziko ztráty vložených financí. Dále byl sledován ekonomický ukazatel Doing Business (ukazatel celkového podnikatelského prostředí), kde se ČR umístila na 27. místě s hodnou 76,71, a představuje jednu z nejlepších hodnot ze sledovaných zemí. Jedná se tedy o prostředí vhodné pro podnikání a je zde snadné založit novou společnost. Toto

potvrzuje i index vnímání korupce, kdy ČR se umístila ze 168 zemí na 37 pozici s určeným skóre 56 (viz kapitola 3.1) (6, 17, 18, 21, 22, 23, 26, 27).

2.3.2 Maďarsko

Maďarsko, hlavní město Budapešť, bylo zvoleno pro nízké náklady pro společnost a také z důvodu dobré dostupnosti na letiště a k vlakové dopravě. Průměrný hrubý plat finančních analytiků se pohybuje kolem 500 tisíc HUF, asi 1 600 EUR. Sociální pojištění zaměstnavatele je ve výši 27% z této mzdy, což je nižší než v ČR a na Slovensku. Dále náklady na kancelář jsou v průměru 2,4 EUR měsíčně. Daňové zatížení malých a středních společností je 10% při splnění zákonem daných podmínek, což představuje předpoklad obratu společnosti do 500 milionů HUF (cca 45 milionů CZK) ³ který uvažovaná společnost splňuje. Uvedená snížená daň byla zavedena z důvodů podpory a rozvoje malého a středního podnikání. Pro všechny ostatní společnosti je zdanění 19%. Navíc je v Maďarsku aplikovaná místní obchodní daň tzv. municipální daň z příjmů (Helyi iparuzési adó), která dosahuje max. 2%, a která je určena odlišně dle lokalit země. V případě Budapešti se jedná o 2%. Rating Maďarska je Baa, jedná se tedy o horší střední třídu, ale stále se pohybuje v rámci akceptovatelného rizika pro investování. Celkové podnikatelské prostředí má dle Doing Business hodnotu 73,07 a tím je na 41. místě z posuzovaných zemí. Jedná se o předposlední zemi mezi námi pozorovanými, což je ale oproti Ukrajině stále výhodné prostředí. Index vnímání korupce je 51 a umístění země na 50. místě, stejně jako Slovensko. Při sledování rankingu vysokých škol má Maďarsko sedm univerzit, které jsou velmi dobře ohodnoceny – pořadí 301 až 350 (viz kapitola 3.1) (8, 17, 18, 21, 22, 23, 26, 27,39).

³ přepočteno průměrným kurzem ČNB pro rok 2016; 100 HUF = 8,663 CZK (1) - využito pro všechny další přepočty

2.3.3 Polsko

V Polsku je stejná daň pro zdanění společností jako v ČR, tedy 19%, přičemž sociální pojištění pro zaměstnavatele je nižší až o polovinu, a to 16,93% z hrubé mzdy zaměstnance. Průměrná mzda finančního analytika se pohybuje kolem 2 tisíc EUR měsíčně, což je mnohem více než v ostatních zemích kromě Rakouska. Průměrné náklady na kancelář ve Varšavě jsou ve výši 2,2 EUR za měsíc a m². Rating země je stejný jako na Slovensku a ČR a setrvává na úrovni A, tedy vyšší střední třída. Indikátor Doing Business indikuje na hladinu 77,81 a díky tomu se Polsko umístilo na 24. pozici, což signalizuje jedno z nejvhodnějších prostředí pro investici mezi zeměmi. Index vnímání korupce indikuje úroveň 62 a tak se Polsko umístilo na 30. pozici v žebříčku. Ranking vysokých škol odhaluje, že jsou zde školy v lepším průměru (na pozici 501-600) a je zde devět hodnocených vysokých škol (viz kapitola 3.1) (9, 17, 18, 21, 22, 23, 26, 27).

2.3.4 Rakousko

Rating Rakouska je nejlepší ze všech zemí (hodnocení Aa), a potvrzuje tak vysokou kvalitu a zejména stabilitu investičního prostředí. Toto tvrzení také potvrzuje nejlepší výsledek indikátoru Doing Business. Umístění země je nejvyšší, a to na 19. místě, s nejvyšší hodnotou tohoto ukazatele 78,92. Rakousko se současně umístilo s nejlepším postavením ve srovnání indexu vnímání korupce se skóre 76. Rakousko má též nejvýše umístěné vysoké školy v žebříčku, kterých je zde šest. Na druhou stranu pro společnost jsou zde nejvyšší náklady na pronájem kanceláře, které činí přes 10 EUR za měsíc/1 m². A také nejvyšší náklady na zaměstnance, kde průměrná mzda finančního analytika je přes 2 300 EUR. Rakousko má také nejvyšší daň z příjmů společnosti 25% a sociální pojištění placené zaměstnavatelem je 21,58%. Vídeň je strategicky na výborném místě, je zde dobrá dostupnost na letiště a také přímé vlakové, letecké i autobusové spojení do Prahy (viz kapitola 3.1) (10, 17, 18, 21, 22, 23, 26, 27).

2.3.5 Rumunsko

Rumunsko má nejnižší průměrné měsíční platy finančního analytika pouze ve výši asi 500 EUR. Dále je zde také nejnižší daňové zatížení pro společnost pouze 16% a sociální pojištění pro zaměstnavatele dosahuje pouze 15,8%. Náklady na pronájem kanceláře v Bukurešti jsou také nízké a pohybují se kolem 1,5 EUR za m² měsíčně. Ostatní nefinanční faktory jsou na úrovni Maďarska. V rámci indikátoru Doing Business Rank se Rumunsko umístilo na 36. místě se skóre 74,26, což indikuje dobré prostředí pro investici. Index vnímání korupce má skóre 46 a tak je Rumunsko na 58. místě ze 168 zemí. Vysoké školy jsou v Rumunsku čtyři, a to na nižší úrovni než v ostatních zemích. Umístily se v pořadí 601-800 v daném žebříčku. Rating této země je stanoven jako Baa, což značí horší střední třídu i když stále je v oblasti vhodného a relativně stabilního prostředí pro investice (viz kapitola 3.1) (11, 17, 18, 21, 22, 23, 26, 27).

2.3.6 Slovensko

Slovensko dosahuje úrovně nejbližší ČR. Sazba daně z příjmů je 22% (o 3% vyšší), a odvod sociálního pojištění 35,2%, tj. o 1,2% vyšší než v ČR. Současně platy jsou zde o něco málo vyšší, a tedy průměrná mzda finančního analytika je asi 1 750 EUR. Cena nájmu za 1 m²/měsíc je naopak nižší než v ČR, hodnota je kolem 2,6 EUR. Slovensko má pouze dvě vysoké školy ve sledovaném žebříčku a ty se neumístily příliš dobře (pořadí slovenských univerzit je na 601-800 místě). Ukazatel ekonomického prostředí a snadnost podnikání dosahuje hodnoty 75,61 a je na 33 místě, což řadí Slovensko až za ČR, a index vnímání korupce je 51 (umístění země na 50 místě), stejně jako Maďarsko a mírně horší/lepší než ČR. Celkový rating země je A, stejně jako ČR, a indikuje tak vysokou kvalitu prostředí pro investice s malými riziky (viz kapitola 3.1) (7, 17, 18, 21, 22, 23, 26, 27).

2.3.7 Ukrajina

Ukrajina je na tom nejhůře ze všech sledovaných zemí. Celkový rating země je Caa a jedná se o nejhorší ze všech posuzovaných oblastí. Vypovídá o hrozících rizicích a zemi posuzuje jako vysoce spekulativní místo pro investice. Indikátor Doing Business indikuje špatné podnikatelské prostředí a složitost podnikání. Doing Business má hodnotu 63,90 a země je umístěna až na 80 pozici ze 190 ekonomik. Také index vnímání korupce je velmi alarmující, pořadí země je až na 130. místě. Průměrné mzdy jsou však nejnižší, dosahují pouze asi 280 EUR. Daňové zatížení společnosti je pak střední s 18%, ale zatížení platů odvody zaměstnavatele je naopak nejvyšší ze všech sledovaných zemí a dosahuje 38,19%. V Kyjevě jsou náklady na pronájem kanceláře v průměru stejné jako u ostatních zemí kolem 2 EUR/m². Při srovnání vysokých škol vyplynulo, že jsou zde čtyři na velmi špatné úrovni 801+ (což je nejhorší výsledek ze srovnávání) (viz kapitola 3.1) (12, 17, 18, 21, 22, 23, 26, 27).

3 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

V této kapitole se zaměříme na vybrané indikátory, posoudíme jejich hodnoty s využitím principů fuzzy logiky pro každou z vybraných zemí a navrhneme nejvhodnější zemi pro založení nové dceřiné společnosti. Pro usnadnění implementace fuzzy logiky použijeme programy Microsoft Excel a MATLAB® a následně srovnáme výsledky obou přístupů. Výsledné doporučení bude vydáno na základě hlavních finančních ukazatelů (daňové zatížení země, průměrná mzda analytika), kvality podnikatelského prostředí (rating země, index vnímání korupce, Doing Business) a dalších doplňkových ukazatelů ovlivňujících výnosnost investice v dané zemi.

3.1 Vstupy, váhy a atributy jednotlivých vstupů

Pro tuto práci bylo vybráno 7 vstupů, jejichž posouzení by mělo být dostačující pro základní předběžný výběr zemí, pro které dále uvažovat s realizací investice. Vstupy byly rozděleny na tři kategorie: na ukazatele (indikátory) pracovní síly, ukazatele kvality podnikatelského prostředí a ostatní (doplňkové) indikátory. Pro další detailnější zkoumání je vhodné tyto vstupy dále rozšiřovat.

Výchozí váhy pro individuální ukazatele je třeba volit dle expertních odhadů či zkušeností odborníků, protože je nelze jednoduše odhadovat. V této práci jsou váhy zvoleny na základě konzultace s vedením společnosti a dle posouzení důležitosti vybraných ukazatelů.

3.1.1 Indikátory srovnání pracovní síly

Indikátory pro srovnání pracovní síly v jednotlivých zemích budou celkově dosahovat 55% důležitosti vlivu na celkový model. Z toho průměrné náklady na pracovníka 35% a ranking vysokých škol 20%.

1/ Průměrné mzdové náklady na zaměstnance v daném sektoru (finanční analytik)

Tabulka 3: Průměrné mzdové náklady na zaměstnance (22)

Země	Průměrná měsíční mzda finančního analytika		
	národní měna země	CZK ⁴	EUR ⁵
Česká republika	CZK 45 500	45 500	1 683
Maďarsko	HUF 500 000	43 315	1 602
Polsko	PLN 9 515	59 050	2 184
Rakousko	EUR 2 383	64 424	2 383
Rumunsko	RON 2 500	15 070	557
Slovensko	EUR 1 752	47 365	1 752
Ukrajina	UAH 8 000	7 744	286

Hrubé mzdy analytiků jsou tedy nejvyšší v Rakousku a nejnižší na Ukrajině. Maďarsko, ČR a Slovensko mají podobné mzdy dle srovnání metodiky Salary explorer z roku 2016. Výše nákladů na pracovníka pak ovlivňuje celkové náklady společnosti, ale již neidentifikuje související investiční rizika nebo ohrožení bankrotu společnosti. Zejména riziko změny směnného kurzu, které může výrazně ovlivnit výnosnost projektu v konkrétní zemi.⁶

Srovnání sazeb sociálního pojištění a nákladů zaměstnavatele na jednoho pracovníka je uvedeno v tabulce 4. Je zde též vypočítána super hrubá mzda pro zaměstnance (průměrná mzda ovlivněna sociálním pojištěním).

⁴ přepočteno průměrným kurzem ČNB pro rok 2016; 100 HUF = 8,663 CZK; 1 RON = 6,028 CZK; 1 PLN = 6,206 CZK; 1 UAH = 0,968 CZK (1, 2) - využito pro všechny další přepočty, při větší změně aktuálního kurzu je nutné přepočítat.

⁵ přepočteno průměrným kurzem ČNB pro rok 2016; 1 EUR = 27,035 CZK (1) - využito pro všechny další přepočty, při větší změně aktuálního kurzu je nutné přepočítat.

⁶ Makroekonomická rizika a stabilita podnikatelského prostředí v dané zemi je ošetřena v rámci výpočtu ostatními indikátory, zejména rating země, Doing Business, index vnímání korupce.

Tabulka 4: Přehled sociálního pojištění (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 26, 27)

země	Sociální pojištění	Super hrubá mzda (EUR)
Česká republika	34%	2 255
Maďarsko	27%	2 035
Polsko	16,93%	2 554
Rakousko	21,58%	2 897
Rumunsko	15,8%	645
Slovensko	35,2%	2 369
Ukrajina	38,19%	395

Z tohoto pohledu se jako nejvýhodnější jeví Rumunsko a Ukrajina, kde jsou náklady stále nejnižší. Dále pak Maďarsko, kde je nejnižší sazba sociálního pojištění. Pak je ČR a Slovensko, kde průměrné platy i sazby jsou obdobné. A následuje Polsko, kde je nižší sazba oproti ČR. Rakousko pak vychází nejhůře z pohledu nákladů společnosti.

2/ Ranking vysokých škol

Tabulka 5: Srovnání vysokých škol (23)

země	počet vysokých škol v zemi	pořadí školy dle rankingu
Česká republika	12	401–500
Maďarsko	7	301–350
Polsko	9	501-600
Rakousko	6	161 (251-300)
Rumunsko	4	601-800
Slovensko	2	601-800
Ukrajina	4	801+

Srovnání vysokých škol dle rankingu ukazuje, že nejlepší vysoká škola je v Rakousku ve Vídni, zatímco nejhůře dopadly školy na Ukrajině. Čím je tedy ranking vyšší, tím je vyšší riziko pro společnost, že nenajde dostatečně kvalifikované pracovníky na zvolené pozice do nově založené společnosti.

3.1.2 Indikátory sledující podnikatelské prostředí

Pro indikátory, které identifikují kvalitu podnikatelského prostředí, byla určena celková váha 35% ve vytvořeném modelu. Největší podíl má v této části rating země 15%, a zbývající dva indikátory jsou nastaveny shodně na 10% pro každý.

1/ Rating zemí (Moody's)

Tabulka 6: Moody's rating (19)

země	Moody's rating 2016	hodnocení
Česká republika	A1	Upper medium grade
Maďarsko	Baa3	Lower medium grade
Polsko	A2	Upper medium grade
Rakousko	Aa1	High grade
Rumunsko	Baa3	Lower medium grade
Slovensko	A2	Upper medium grade
Ukrajina	Caa3	Substantial risks

Nejlepší rating zemí je v Rakousku (Aa1 – vysoká kvalita prostředí s nízkým kreditním rizikem), zatímco nejhorší je na Ukrajině (Caa3 – extrémně spekulativní místo s vysokým kreditním rizikem, hrozící bankrot s minimální šancí na zlepšení). Konstrukce ratingu je nastavena tak, aby běžný investor (jako je i sledovaná společnost) investoval do zemí, kde je vhodné investiční prostředí, tzn. rating A nebo B. Ve spekulativním prostředí (rating C, popř. D) hrozí značné až extrémní riziko ztráty investovaných prostředků, které mohou vést k zásadním problémům společnosti.

2/ Indikátor Doing Business

Tabulka 7: Srovnání indikátoru Doing Business (13)

země	DB 2017	DB Rank 2017
Česká republika	76,71	27
Maďarsko	73,07	41
Polsko	77,81	24
Rakousko	78,92	19
Rumunsko	74,26	36
Slovensko	75,61	33
Ukrajina	63,90	80

Doing Business Rank je hodnota umístění země dle kvality podnikatelského prostředí a snadnosti podnikání. Je zde srovnáno 190 zemí (ekonomik) dle daného skóre. Čím je vyšší indikátor, tím je na tom země lépe a je zde snazší podnikat a založit novou společnost (jedná se o bezpečné země s rozvinutým právním systémem a ochranou zahraničních investorů). V těchto zemích obvykle nám nehrozí vysoké riziko ohrožení společnosti a investovaného kapitálu.

Nejlepší prostředí pro podnikání je tedy i případě tohoto indikátoru Rakousku (tato země je na 27. pozici), a naopak nejhorší ekonomické prostředí je na Ukrajině (která se nachází na 80. místě).

3/ Index vnímání korupce

Tabulka 8: Srovnání indexu vnímání korupce (21)

země	skóre CPI	umístění země
Česká republika	56	37
Maďarsko	51	50
Polsko	62	30
Rakousko	76	16
Rumunsko	46	58
Slovensko	51	50
Ukrajina	27	130

Vysoké hodnoty indexu vnímání korupce značí méně korupční prostředí. Počet sledovaných zemí je 168. Dle indexu vnímání korupce z roku 2015 je stejně jako v předchozích dvou případech nejlepší prostředí v Rakousku a nejhorší výsledky jsou opět na Ukrajině, kde může společnosti hrozit podstatné riziko při jednání s úřady.

3.1.3 Doplnkové indikátory

Zvolené doplňkové indikátory jsou použity pro dokreslení situace ve vybraných státech, a proto mají váhu pouze 10%. Oba použité indikátory mají váhu vstupů do modelu se stejnou hodnotou na úrovni 5%. Tyto faktory jsou pak pouze informativní pro rozhodnutí o možných nákladech společnosti a neidentifikují žádná podstatná rizika změny prostředí a návratnosti investice a tím i pro investiční rozhodování společnosti.

1/ Daňové zatížení – daň z příjmů právnických osob a sociální pojištění

Tabulka 9: Přehled DPPO (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 26, 27)

země	DPPO
Česká republika	19%
Maďarsko	10% (19%) + max. 2%
Polsko	19%
Rakousko	25%
Rumunsko	16%
Slovensko	22%
Ukrajina	18%

Z tohoto pohledu se jako nejvýhodnější jeví Maďarsko, kde jsou sazby nejnižší, obzvláště při založení malé až střední firmy (viz kapitola 2.3.2). Dále je Rumunsko a následuje Ukrajina. Polsko a ČR jsou na tom srovnatelně. Rakousko pak vychází nejhůře z pohledu společnosti.

Na Ukrajině, na Slovensku a v ČR je nejvyšší zdanění práce z uvažovaných zemí. Naopak v Polsku a Rumunsku je nejnižší. Rakousku se pohybuje v průměru.

Daňové zatížení má podstatný vliv na společnost a její náklady. Čím je vyšší sazba, tím menší je následné zhodnocení investice v dané zemi. Současné však tyto indikátory nezahrnují informaci o investičním riziku.

2/ Průměrné náklady na pronájem kanceláře

Tabulka 10: Průměrné náklady na pronájem kanceláře (17)

země	město	1 m² / EUR za měsíc
Česká republika	Praha	3,831
Maďarsko	Budapešť	2,375
Polsko	Varšava	2,159
Rakousko	Vídeň	10,807
Rumunsko	Bukurešť	1,591
Slovensko	Bratislava	2,853
Ukrajina	Kyjev	2,807

Nejvyšší náklady na kancelář jsou v Rakousku, zatímco nejnižší v Rumunsku. Ostatní země mají průměrné náklady na relativně podobné úrovni. Pokud posuzujeme vývoj nájemného v čase, tak v posledních letech stagnuje, nebo neustále klesá až na výjimku u Polska, kde dochází k nárůstu úrovně nájemného. Stejný vývoj cen nájemného m² je i dle metodiky: Hlaváček, Novotný a Rusnák (rok 2016) (15) nebo dle dokumentu pro srovnání cen nemovitostí – Immobilienmarkt bayern 2015/2016 od společnosti DG HYP (16).

Náklady na kancelář tedy ovlivňují náklady společnosti, i když v případě konkrétního analyzovaného investičního záměru jen marginálně. Použili jsme je však i jako indikátor ostatních nemzdových nákladů, které s podnikáním souvisí. Současné informace o velikosti těchto nákladů nedává informaci o investičním riziku v dané zemi.

3.2 Celkové shrnutí vstupů, vah a atributů

Veškeré vstupní parametry (indikátory), zvolené atributy a příslušné váhy jsou přehledně uvedeny v tabulce 11. Váhy jsou nastaveny, aby se pro jednoduchost sčítaly do 100%. Atributy jsou rozděleny podle expertního posudku zpracovatele analýzy.

Současně jsou v posledním sloupci tabulky uvedeny výstupy modelu, na jejichž základě bude doporučeno další rozhodnutí pro vybranou společnost. Stanovíme tedy žebříček zemí, do kterých je možno investovat a založit zde novou dceřinou společnost, nebo naopak. Dále posoudíme, které země nesou vysoké nároky či rizika ztráty investovaného kapitálu. Implementace do zvoleného software bude vytvořena na základě této tabulky.

Tabulka 11: Celkové shrnutí vstupů, vah a atributů (vlastní zpracování)

vstup	váha	atribut		výstup
průměrná mzda + SP (EUR/měsíc)	35 %	velmi vysoká	>2801	investovat/ sledovat/ neinvestovat
		vysoká	2800-2501	
		střední	2500-2001	
		nízká	2000-1000	
		velmi nízká	<1000	
ranking VŠ	20 %	velmi špatný	>800	
		špatný	601-800	
		dobrý	501-600	
		velmi dobrý	401-500	
		výborný	<400	
rating země	15 %	minimální riziko	high grade	
		malé riziko	upper medium grade	
		střední riziko	lower medium grade	
		značné riziko	non-grade speculative investment	
		vysoké riziko	highly speculative	
		velmi vysoké riziko	substantial risks	
		extrémní riziko	extremely speculative	

Doing Business (DB)	10 %	výborné	>78,1
		velmi dobré	78-76,1
		dobré	76-74,1
		průměrné	74-68,1
		špatné	68-63,1
		velmi špatné	<63
index vnímání korupce (CPI)	10 %	výborné	>70
		velmi dobré	70-61
		dobré	60-51
		průměrné	50-41
		špatné	40-30
		velmi špatné	<30
DPPO (%)	5 %	velmi vysoké	≥ 24
		vysoké	23-20
		průměrné	19-18
		nízké	17-13
		velmi nízké	≤ 12
nájemné kancelář (EUR/m²/měsíc)	5 %	extrémně vysoké	≥ 10
		velmi vysoké	9-8
		vysoké	7-6
		střední	5-4
		nízké	3-2
		minimální	≤ 2

3.3 Implementace modelu

Zvolený model bude implementován do dvou prostředí, a to v programu Microsoft Excel a MATLAB®.

3.3.1 Implementace modelu v programu Microsoft Excel

První zobrazení modelu je vytvořeno ve známém prostředí softwaru Microsoft Excel. Příslušný soubor obsahuje základní tabulky s funkcemi pro znázornění postupu sestavení zemí a určení výsledku s pomocí fuzzy logiky. Výsledný soubor vytvořený v MS Excel je v příloze 1 této práce.

Transformační matice

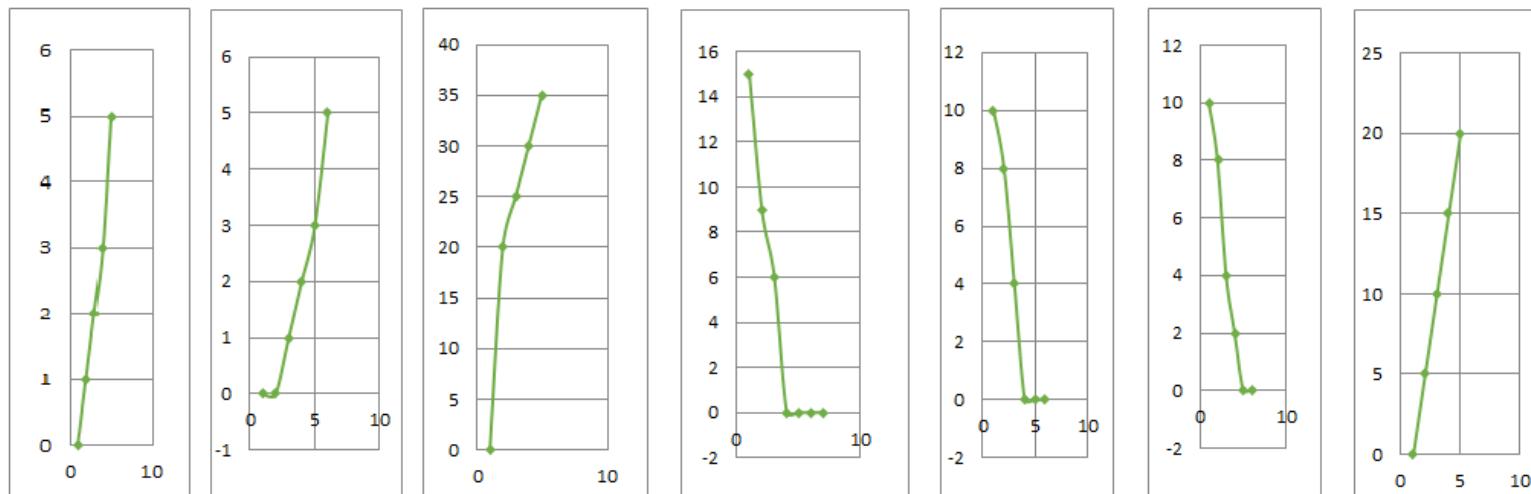
Základní transformační matice řešeného problému je zobrazena v tabulce 12. Následně je vytvořena ohodnocená transformační matice (tabulka 13), která již převádí hodnoty z jazykových údajů (atributů) na číselné a která obsahuje bodové hodnocení jednotlivých indikátorů dle priorit společnosti, tak jak byly určeny při konzultaci s jejím vedením. Největší důraz je kladen na mzdy zaměstnanců, tak aby byly co nejnižší, a přitom ranking vysokých škol co nejvyšší pro zajištění vzdělaných pracovníků. Na základě ohodnocené transformační matice již lze konstruovat funkce členství (obrázek 6), které v našem konkrétním případě dosahují lineárního i nelineárního tvaru „S a Z“ (viz kapitola 1.1.1).

Tabulka 12: Transformační matice (vlastní zpracování)

	MZDA FA	RANKING VŠ	RATING	DOING BUSINESS	INDEX KORUPCE	DPPO	NÁJEMNÉ KANCELÁŘ
1	>2801	>800	High grade	>78,1	>70	≥24	≥10
2	2800-2501	601-800	Upper medium grade	78-76,1	70-61	23-20	9,9-8
3	2500-2001	501-600	Lower medium grade	76-74,1	60-51	19-18	7,9-6
4	2000-1000	401-500	Non-grade speculative investment	74-68,1	50-41	17-13	5,9-4
5	<1000	<400	Highly speculative	68-64,1	40-30	≤12	3,9-2
6			Substantial risks	<64	<30		≤2
7			Extremely speculative				

Tabulka 13: Ohodnocená transformační matice (vlastní zpracování)

	MZDA FA	RANKING VŠ	RATING	DOING BUSINESS	INDEX KORUPCE	DPPO	NÁJEMNÉ KANCELÁŘ	
1	0	0	15	10	10	0	0	
2	20	5	9	8	8	1	0	
3	25	10	6	4	4	2	1	
4	30	15	0	0	2	3	2	
5	35	20	0	0	0	5	3	
6			0	0	0		5	
7			0					
TM max.	35	20	15	10	10	5	5	Σ 100
TM min.	0	0	0	0	0	0	0	Σ 0



Obrázek 6: Funkce členství Excel (vlastní zpracování)

Stavová matice

Pro definování stavové matice v prostředí MS Excel byl vytvořen tzv. rolovací seznam (obrázek 7). Tento seznam zobrazuje jednotlivé oblasti, tak jak jsou nastaveny v transformační matici.

DPPO	≤12
NÁJEMNÉ KANCEL	≥24
MZDA FA	23-20
RATING	19-18
	17-13
DOING BUSINESS	≤12
INDEX KORUPCE	78-76,1
RANKING VŠ	60-51
	501-600

Obrázek 7: Rolovací parametry (vlastní zpracování)

Stavová matice se následně mění dle zvolených parametrů v rolovacím seznamu. Pro správnou funkci rolovacího seznamu a jeho korektní transformaci do stavové matice je implementován kontrolní součet sloupců následný součin těchto hodnot, který vždy musí vyjít 1, tzn. je zajištěno, že pro daný atribut je vybrána právě jedna hodnota. V následující – tabulce 14 je příklad stavové matice pro ČR, která je definována pomocí jednotlivých parametrů a atributů pro tuto zemi. Stejná tabulka vznikne pro každou hodnocenou zemi.

Tabulka 14: Příklad stavové matice pro ČR (vlastní zpracování)

	MZDA FA	RANKING VŠ	RATING	DOING BUSINESS	INDEX KORUPCE	DPPO	NÁJEMNÉ KANCELÁŘ		
1	0	0	0	0	0	0	0		
2	0	0	1	1	0	0	0		
3	1	0	0	0	1	1	0		
4	0	0	0	0	0	0	0		
5	0	1	0	0	0	0	1		
6			0	0	0		0		
7			0						
kontrola	1	1	1	1	1	1	1	1	OK

Skalární součin matic

Skalární součin je v programu MS Excel počítán s využitím funkce *součin.skalární* buněk ohodnocené transformační matice a stavové matice pro zvolenou zemi. Výsledný součin pak určí míru vhodnosti investice do dané země na základě hodnocení zvolených indikátorů.

Skalární součin je vypočítán a zobrazen pro každou posuzovanou zemi automaticky.

Retransformační matice

Zjištěný výsledek skalárního součinu je nutné převést na procenta pro účely dalšího vyhodnocení. Vypočtený skalární součin pro danou zemi vždy přepočteme následujícím vzorcem:

$$= (soucin.skalar\ ni - \sum TM_{min}) / (\sum TM_{max} - \sum TM_{min}) * 100$$

kde:

$\sum TM_{max}$ reprezentuje sumu hodnot TM_{max} z tabulky 12 – ohodnocené TM

$\sum TM_{min}$ je sumou hodnot TM_{min} z tabulky 12 – ohodnocené TM

Procentní výsledek se dle retransformační matice následně převede na jazykovou proměnnou. Pro každou zemi je pak zjištěn závěr, zda investovat, sledovat danou zemi nebo zemi z dalších úvah úplně vypustit, protože zde není vhodné místo pro investici.

Tabulka 15: Retransformační matice (vlastní zpracování)

		<i>procent</i>	<i>rozhodnutí</i>
1	velmi vysoké	100-80	investovat
2	vysoké	80-61	
3	středně vysoké	60-51	sledovat /zajímat se
4	střední	50-41	
5	středně nízké	40-26	neinvestovat
6	nízké	25-11	
7	velmi nízké	10-0	

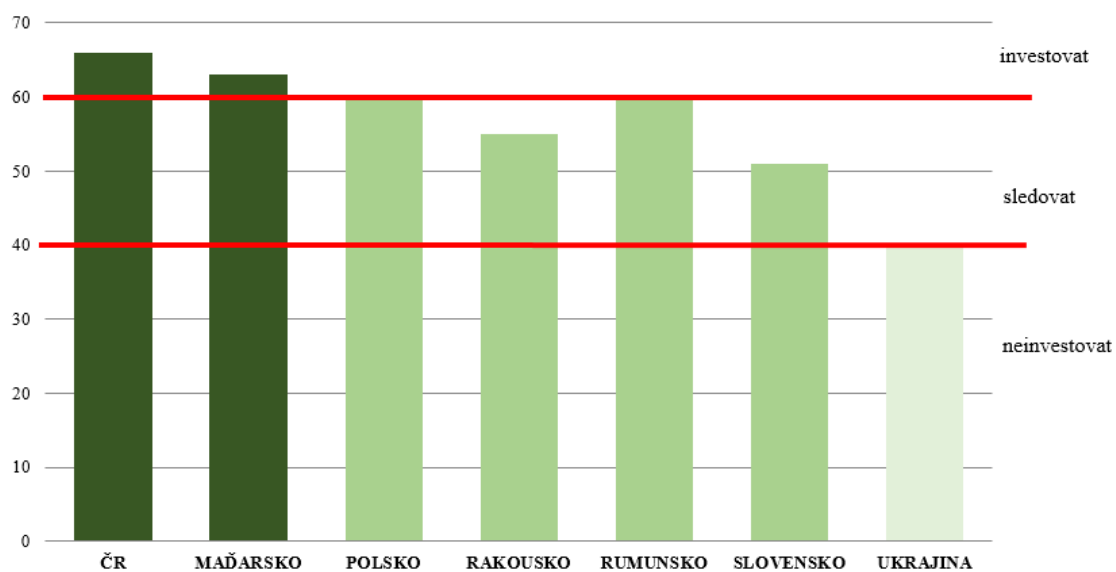
V tabulce 16 je zobrazena retransformační matice, kde v prvním řádku je vypočítaný skalární součet země, v následujícím řádku je přepočten a převeden na jazykovou hodnotu dle kapitoly 1.4.1.

Tabulka 16: Retransformační matice pro vybrané země (vlastní zpracování)

země	skalární součin	rozhodnutí
Česká republika	66	investovat
Maďarsko	63	investovat
Polsko	60	sledovat /zajímat se
Rakousko	55	sledovat /zajímat se
Rumunsko	60	sledovat /zajímat se
Slovensko	51	sledovat /zajímat se
Ukrajina	40	neinvestovat

Po přiřazení výsledků retransformační matice jednotlivým zemím vychází jako země vhodné pro investici ČR, Maďarsko, zatímco Ukrajina se rozhodně pro investici, a tedy založení dceřiné společnosti, nedoporučuje. Tyto výsledky budou v další kapitole replikovány s využitím Fuzzy Logic Toolbox v MATLABu® a zhodnoceny podrobněji v závěrečné kapitole 4.

V následujícím grafu je názorně zobrazeno, jak každá ze zemí dopadla dle posuzovaných kritérií. Sloupce nám zobrazují skalární součin vždy dané země. Modré přímkové hranice pro rozhodování. Tmavě zelené jsou země, do kterých je vhodné investovat (nad 60%). Středně zelené jsou v oblasti mezi 40-60 %, kde jen nutné zemi dále sledovat a zjišťovat informace. Světle zelená je znázorněna pro země, kde se nedoporučuje investovat, jedná se o velké riziko ztráty (jsou pod hranici 40%).



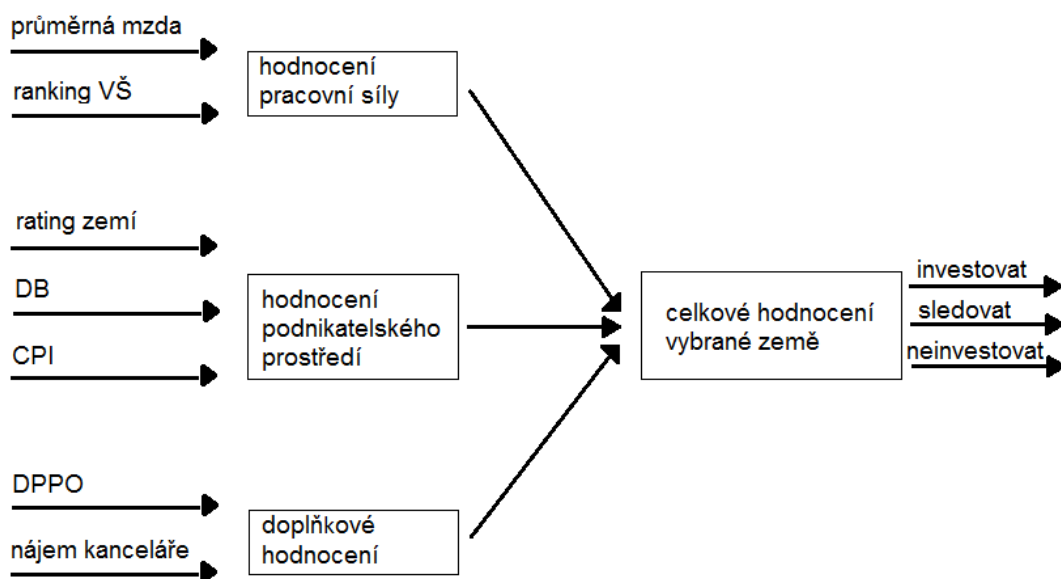
Graf 1: Vyhodnocení zemí dle MS Excel (vlastní zpracování)

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	
1	Stavová matice																						
2	DPPO NAJEMNÉ KANCELÁŘ MZDA FA RATING DB INDEX KORUPCE RANKING VS																						
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		skalarní součin	66	66,00	investovat	DPPO	19-18				
4	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0		NAJEMNÉ KANCELÁŘE							2500-2001			
5	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0		MZDA FA										
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		RATING	Upper medium grade										
7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		DB	78-76,1										
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		INDEX KORUPCE	60-51										
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		RANKING VS	401-500										
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK										
11																							
12																							
13																							
14	DPPO NAJEMNÉ KANCELÁŘ MZDA FA RATING DB INDEX KORUPCE RANKING VS																						
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		skalarní součin	63	63,00	investovat	DPPO	≤12				
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		NAJEMNÉ KANCELÁŘE							2500-2001			
17	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0		MZDA FA										
18	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		RATING								Lower medium grade		
19	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1		DB	74-68,1										
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		INDEX KORUPCE								60-51		
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		RANKING VS								<400		
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK										
23																							
24																							
25	DPPO NAJEMNÉ KANCELÁŘ MZDA FA RATING DB INDEX KORUPCE RANKING VS																						
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		skalarní součin	60	60,00	sledovat /zajímat se	DPPO	19-18				
27	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0		NAJEMNÉ KANCELÁŘE							2800-2501			
28	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1		MZDA FA											
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		RATING								Upper medium grade		
30	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		DB								78-76,1		
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		INDEX KORUPCE								70-61		
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		RANKING VS								501-600		
33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	OK										
34																							
35																							
36																							
37	DPPO NAJEMNÉ KANCELÁŘ MZDA FA RATING DB INDEX KORUPCE RANKING VS																						
38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0		skalarní součin	55	55,00	sledovat /zajímat se	DPPO	≥24				

Obrázek 8: Náhled stavových matic pro vybrané země v MS Excelu (vlastní zpracování)

3.3.2 Implementace modelu v programu MATLAB®

Schéma vstupů (indikátorů) do zvoleného fuzzy modelu, postup pro následné vyhodnocení zvolené země a výstupy jsou zobrazeny na obrázku 8. Toto schéma je vytvořeno na základě tabulky 11 z kapitoly 3.2. V této kapitole bude postupně popsán postup implementace zvoleného modelu a jeho vstupů do programu MATLAB®. Vytvořené soubory této části jsou v příloze 2.



Obrázek 9: Schéma vstupů do modelu (vlastní zpracování)

Dílčí soubory FIS

Pro implementaci zvoleného fuzzy modelu v programu MATLAB® s využitím Fuzzy Logic Toolboxu je nutné nadefinovat všechny vstupy a výstupy pomocí dílčích souborů FIS (*.fis), jak je blíže popsáno v kapitole 1.4.2. Tyto dílčí soubory budou tvořeny na základě obrázku 9, a proto je tedy třeba definovat v použitém modelu tři soubory popisující pracovní sílu, kde je zpracování atributů pro průměrnou mzdu a ranking vysokých škol, dále hodnocení podnikatelského prostředí se zobrazením atributů ratingu zemí, Doing Business a indexu vnímání korupce a poslední je pro doplňkové hodnocení pro zvolené indikátory DPPO a nájemné.

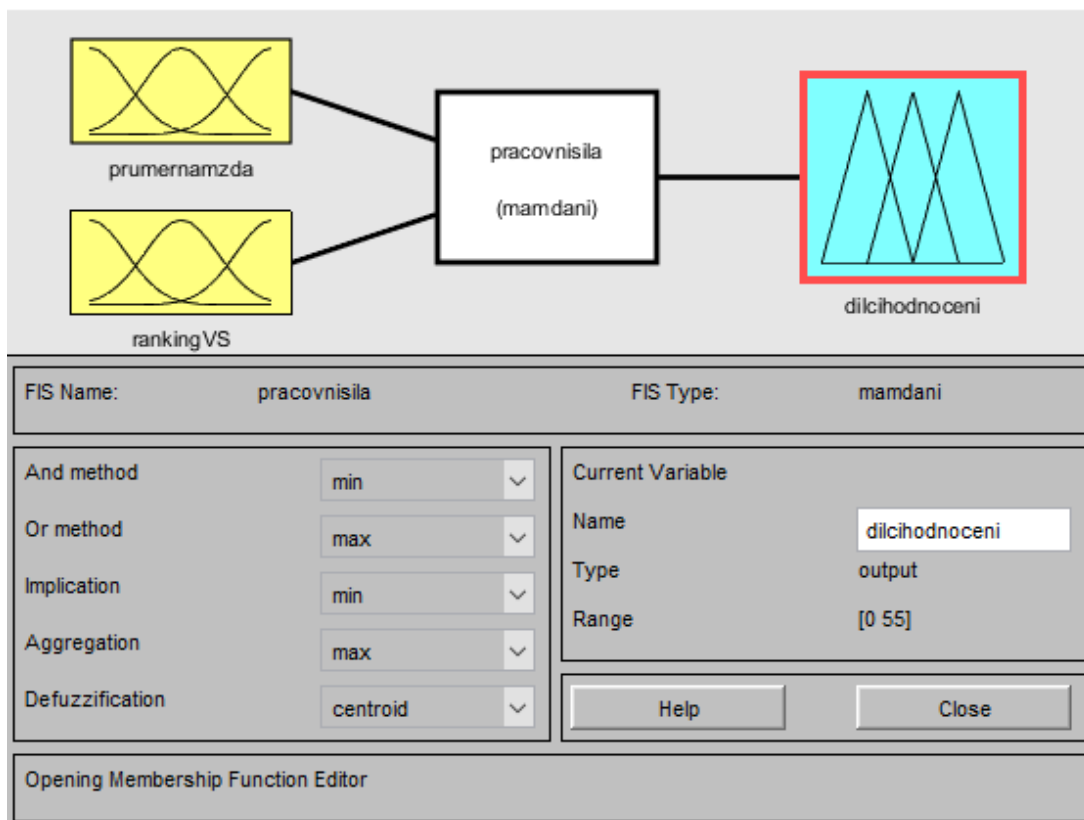
V souborech jsou definovány všechny údaje o vstupech a výstupech, a též jejich atributy, závislosti, a zejména funkce členství včetně použitých pravidel.

FIS soubor se definuje ve čtyřech krocích:

1. Definice vstupů a výstupů
2. Definice atributů a členských funkcí
3. Definice pravidel
4. Zobrazení a testování pravidel

1. Definice vstupů a výstupů

Na obrázku 10 je graficky zobrazen výsledný vytvořený dílčí soubor pro pracovní sílu se dvěma vstupy (průměrná mzda a ranking vysokých škol) a jedním výstupem (dílčí hodnocení rizika investice). Rozsah ukazatele hodnocení je nastaven na 55 dle procentního zastoupení indikátorů pro váhu rozhodnutí dle tabulky 11.



Obrázek 10: Grafické zobrazení FIS souboru pro pracovní sílu (vlastní zpracování)

Na následujícím obrázku 11 je ukázán textový zápis FIS souboru pro pracovní sílu, tento soubor je vytvořen automaticky při zadání všech informací do grafického zobrazení. Jednotlivé dílčí textové zápisy lze najít v příloze 2 a spustit v programu MATLAB®.

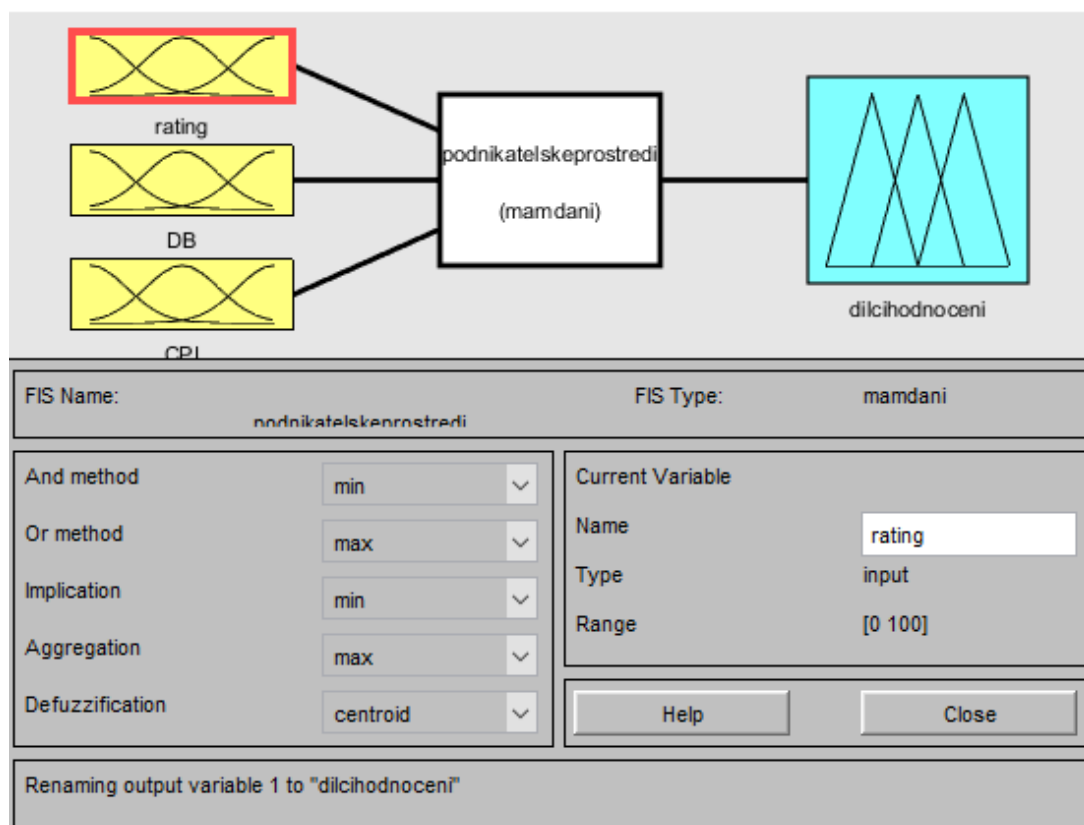
```

pracovnisila.fis  x  +
1  [System]
2  Name='pracovnisila'
3  Type='mamdani'
4  Version=2.0
5  NumInputs=2
6  NumOutputs=1
7  NumRules=25
8  AndMethod='min'
9  OrMethod='max'
10 ImpMethod='min'
11 AggMethod='max'
12 DefuzzMethod='centroid'

```

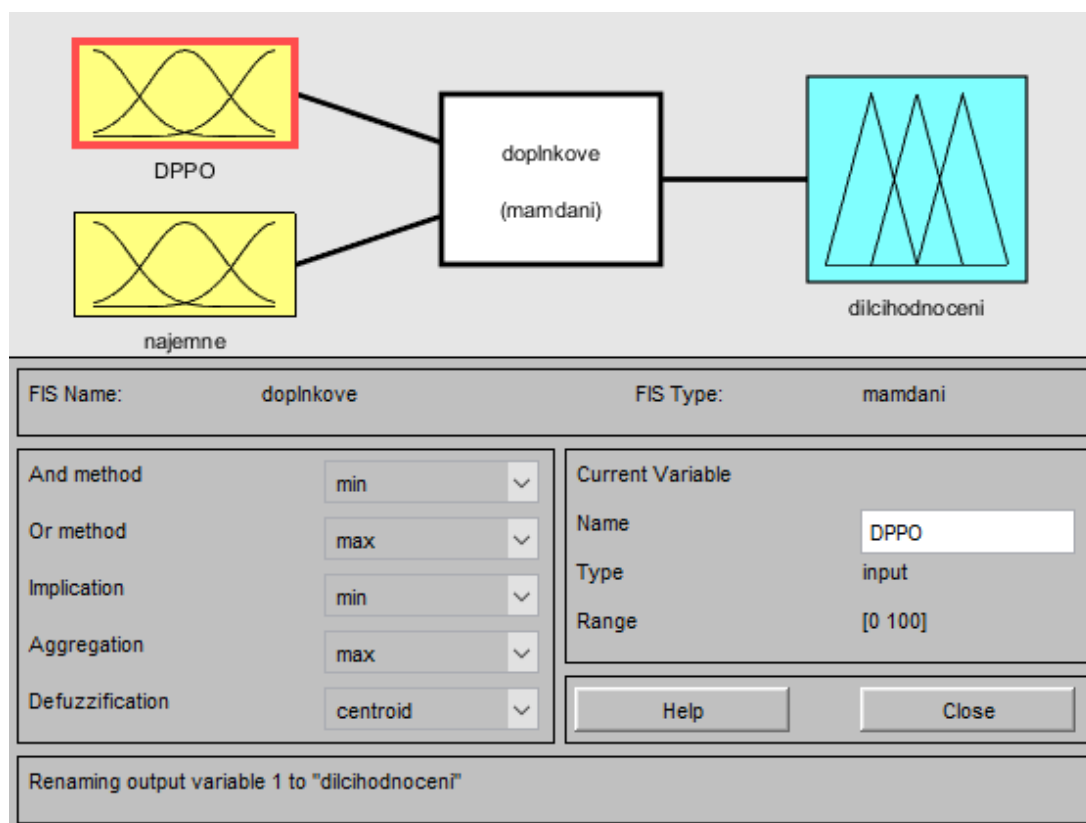
Obrázek 11: Ukázka vstupů a výstupů ve FIS souboru pro pracovní sílu (vlastní zpracování)

Na obrázku 12 byl vytvořen další dílčí soubor pro indikátory podnikatelského prostředí dle kapitoly 3.1.2. Zde využíváme tři vstupy (rating země, Doing Business a index vnímání korupce) a opět jeden výstup (dílčí hodnocení). Rozsah rizika je nastaven na 35 dle tabulky 11.



Obrázek 12: Grafické zobrazení FIS souboru pro podnikatelské prostředí (vlastní zpracování)

Poslední dílčí soubor na obrázku 13 byl vytvořen pro doplňkové indikátory DPPO a nájemné kanceláře. Pracuje tedy se dvěma vstupy a opět s jedním výstupním dílčí hodnocení pro doplňkové indikátory. Rozsah rizika má zastoupení v modelu 10% v souladu s tabulkou 11.

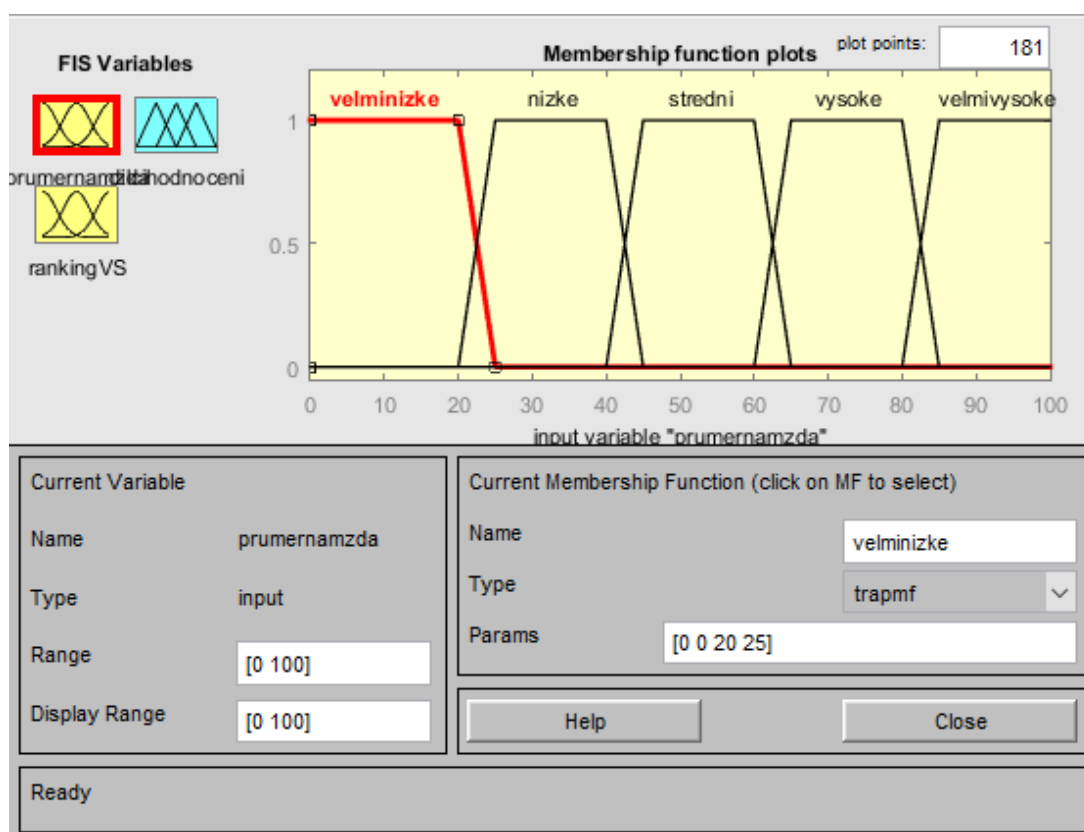


Obrázek 13: Grafické zobrazení FIS souboru pro doplňkové indikátory (vlastní zpracování)

2. Definice atributů a členských funkcí

Definice jednotlivých atributů ve FIS souboru se provádí v grafickém rozhraní Fuzzy Logic Toolboxu. Toto rozhraní umožňuje definovat rozsah a průběh funkcí pro všechny vstupy i výstupy jednotlivých proměnných, jak je požadováno dle tabulky 11, kapitola 3.2. Příklad tvorby jednotlivých atributů FIS souboru před Membership Function Editor je vidět na obrázku 14, v tomto případě se jedná o definici atributů pro průměrnou mzdu (díleč FIS soubor podnikatelské prostředí). Tyto atributy se musí navolit pro veškeré indikátory i výstupy.

V tomto modelu budeme při definování funkcí členství používat tvar π , ve Fuzzy Logic Toolboxu pojmenovanou jako TRAPMF, z důvodu jednoduchého a univerzálního využití pro námi analyzované průběhy atributu. Jedná se o proces fuzzifikace dle kapitoly 1.1.1.



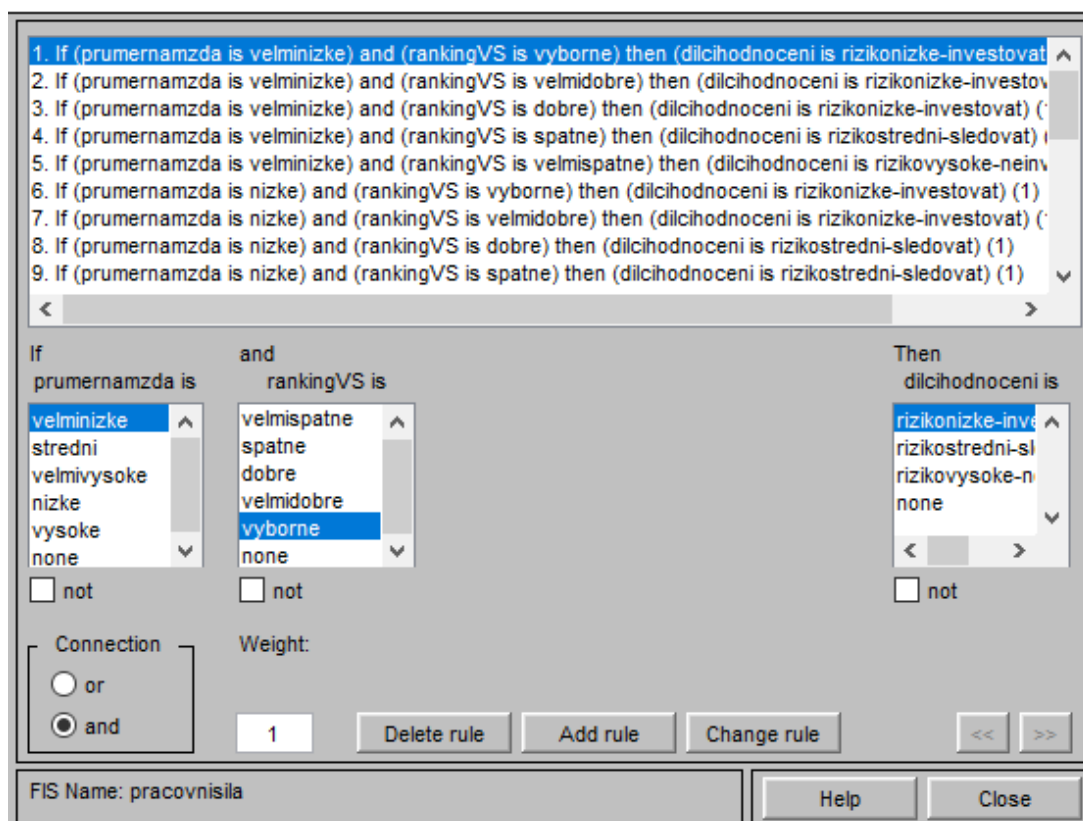
Obrázek 14: Ukázka tvorby atributů průměrné mzdy (vlastní zpracování)

```
pracovnisila.fis x +
13
14 [Input1]
15 Name='prumernamzda'
16 Range=[0 100]
17 NumMFs=5
18 MF1='velminizke':'trapmf',[0 0 20 25]
19 MF2='stredni':'trapmf',[40 45 60 65]
20 MF3='velmivysoke':'trapmf',[80 85 100 100]
21 MF4='nizke':'trapmf',[20 25 40 45]
22 MF5='vysoke':'trapmf',[60 65 80 85]
23
24 [Input2]
25 Name='rankingVS'
26 Range=[0 100]
27 NumMFs=5
28 MF1='velmispatne':'trapmf',[0 0 20 25]
29 MF2='spatne':'trapmf',[20 25 40 45]
30 MF3='dobre':'trapmf',[40 45 60 65]
31 MF4='velmidobre':'trapmf',[60 65 80 85]
32 MF5='vyborne':'trapmf',[80 85 100 100]
33
34 [Output1]
35 Name='dilcihodnoceni'
36 Range=[0 55]
37 NumMFs=3
38 MF1='rizikonizke-investovat':'trapmf',[0 0 15 20]
39 MF2='rizikostredni-sledovat':'trapmf',[15 20 35 40]
40 MF3='rizikovysoke-neinvestovat':'trapmf',[35 40 55 55]
41
```

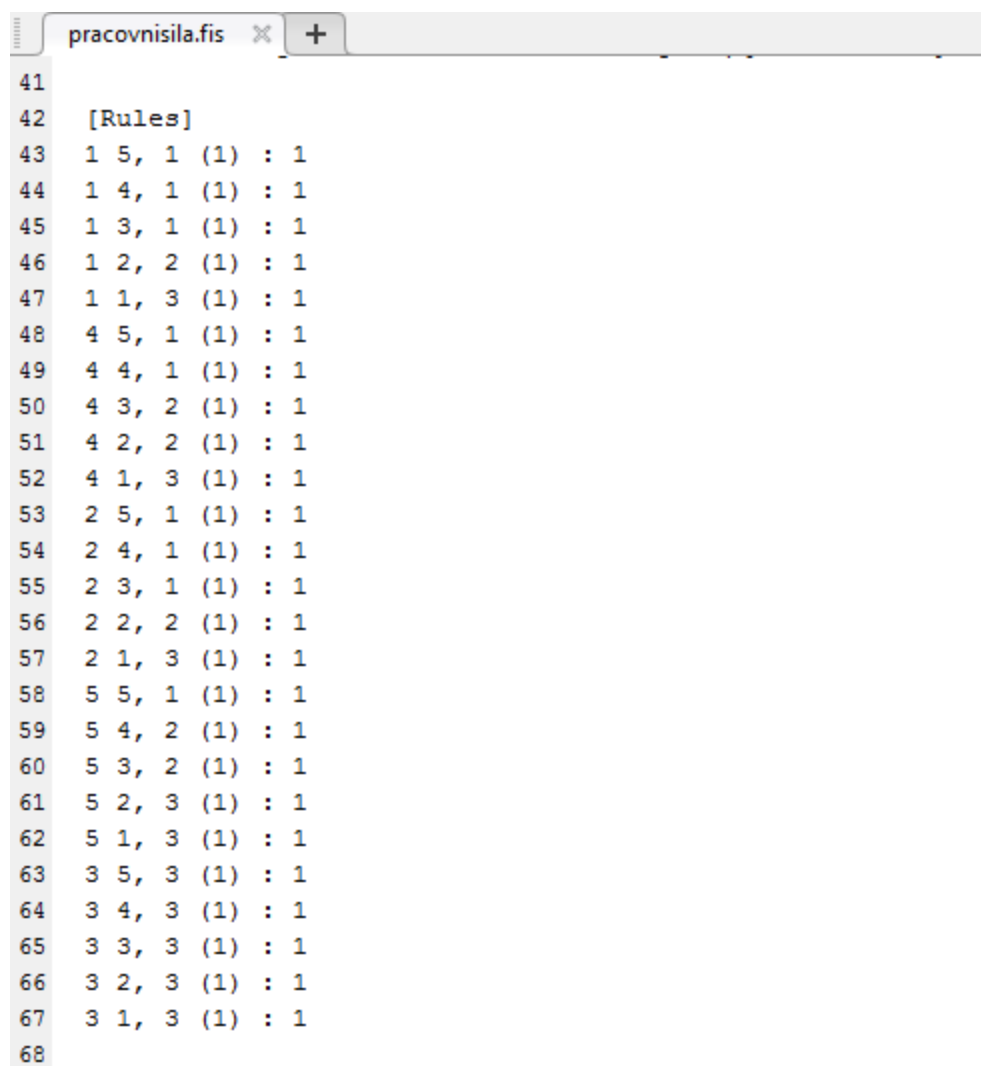
Obrázek 15: Ukázka atributů průměrné mzdy ve skriptu FIS souboru (vlastní zpracování)

3. Definice pravidel

Mimo definice jednotlivých atributů je rovněž potřebné správně nadefinovat pravidla s pomocí příkazu *ruleedit*. Pravidla se tvoří kombinací všech možných vstupů a výstupů. V prováděné analýze budeme používat pro každé pravidlo stejnou váhu, konkrétně s hodnotou 1. Alternativně lze vytvářet pravidla (maticově) ručně přímo v textovém zápisu FIS souboru (obrázek 17). Náhled na tvorbu jednotlivých pravidel FIS souboru v grafickém prostředí je vidět na obrázku 16 pomocí Rule Editoru, v tomto případě se jedná o definici pravidel pro podnikatelské prostředí. Lze zde spatřit dva vstupy a jeden výstup, dále jejich atributy a kombinace pravidel pro všechny atributy (v tomto případě se jedná o 25 pravidel z důvodu 5 atributů pro průměrnou mzdu a 5 atributů pro indikátor rankingu vysokých škol). Pravidla jsou volena dle společnosti, do jaké míry je ochotna přijmout riziko (obdobně jako při vytváření ohodnocené transformační matice v MS Excelu kapitola 3.3.1 tabulka 13). Jedná se o postup volení pravidel <Když> <Potom> <S váhou>, což je proces fuzzy inference dle kapitoly 1.1.1.



Obrázek 16: Ukázka tvorby pravidel podnikatelského prostředí (vlastní zpracování)



The image shows a screenshot of a text editor window with a tab labeled 'pracovnisila.fis'. The editor contains a list of rules, each on a new line, numbered from 41 to 68. The rules are formatted as '[Rules]' followed by a list of numbers in parentheses, separated by commas, and then a colon and a number. The rules are as follows:

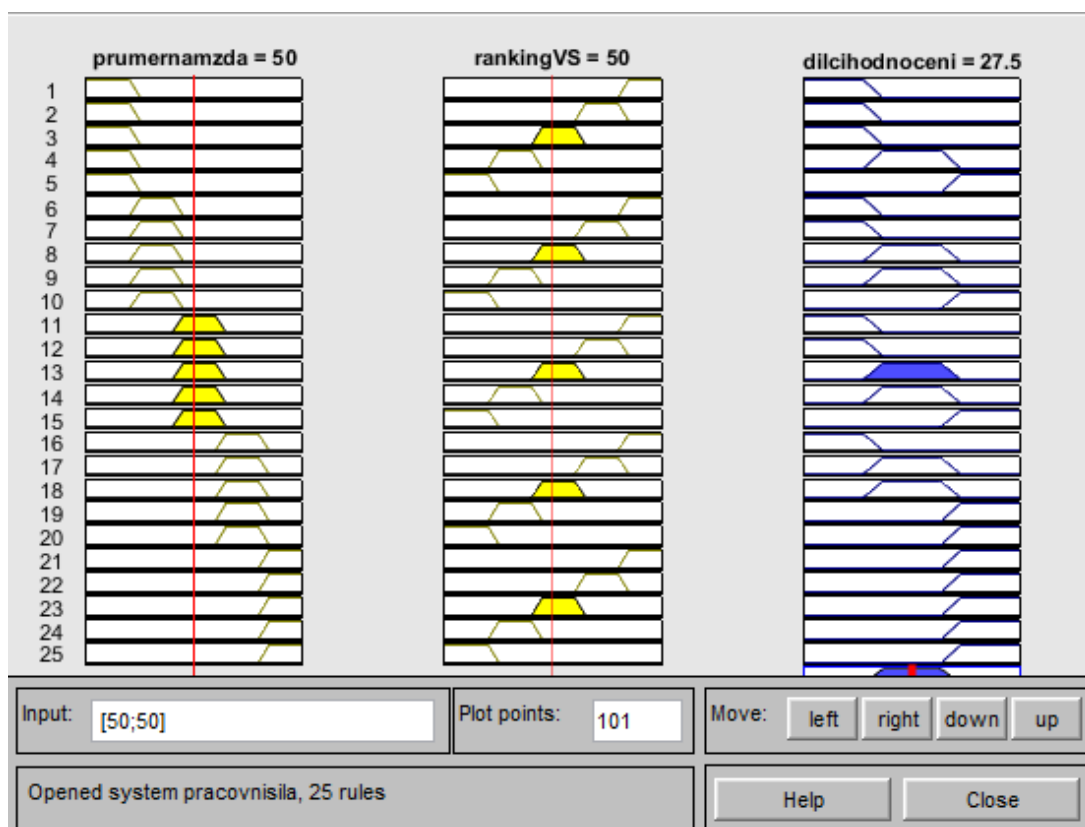
```
41  
42 [Rules]  
43 1 5, 1 (1) : 1  
44 1 4, 1 (1) : 1  
45 1 3, 1 (1) : 1  
46 1 2, 2 (1) : 1  
47 1 1, 3 (1) : 1  
48 4 5, 1 (1) : 1  
49 4 4, 1 (1) : 1  
50 4 3, 2 (1) : 1  
51 4 2, 2 (1) : 1  
52 4 1, 3 (1) : 1  
53 2 5, 1 (1) : 1  
54 2 4, 1 (1) : 1  
55 2 3, 1 (1) : 1  
56 2 2, 2 (1) : 1  
57 2 1, 3 (1) : 1  
58 5 5, 1 (1) : 1  
59 5 4, 2 (1) : 1  
60 5 3, 2 (1) : 1  
61 5 2, 3 (1) : 1  
62 5 1, 3 (1) : 1  
63 3 5, 3 (1) : 1  
64 3 4, 3 (1) : 1  
65 3 3, 3 (1) : 1  
66 3 2, 3 (1) : 1  
67 3 1, 3 (1) : 1  
68
```

Obrázek 17: Ukázka tvorby pravidel podnikatelského prostředí FIS souboru (vlastní zpracování)

4. Zobrazení a testování pravidel

Zadaná pravidla lze následně prohlížet a vizuálně kontrolovat s pomocí náhledu Rule Viewer. Jako příklad jsou na obrázku 18 zobrazeny vstupy (průměrná mzda a rating vysokých škol), jedná se o pravidla pro pracovní sílu. Jedná se o všech 25 pravidel, které bylo nutno otestovat (překontrolovat správnost fungování pravidel dle zvolených kritérií). Grafický náhled zobrazuje všechny definované atributy, a to, jak ovlivňují výsledné rozhodnutí (riziko). Žlutě jsou zobrazeny konkrétní hodnoty pro testované vstupy (průměrná mzda a ranking vysokých škol) a modře dílčí riziko – zda do dané země investovat. V tomto konkrétním případě je při zvolených hodnotách průměrné mzdy a rankingu vysokých škol na úrovni 50 dosaženo dílčího rizika 27,5 což je střední riziko, a tedy sledovat zemi.

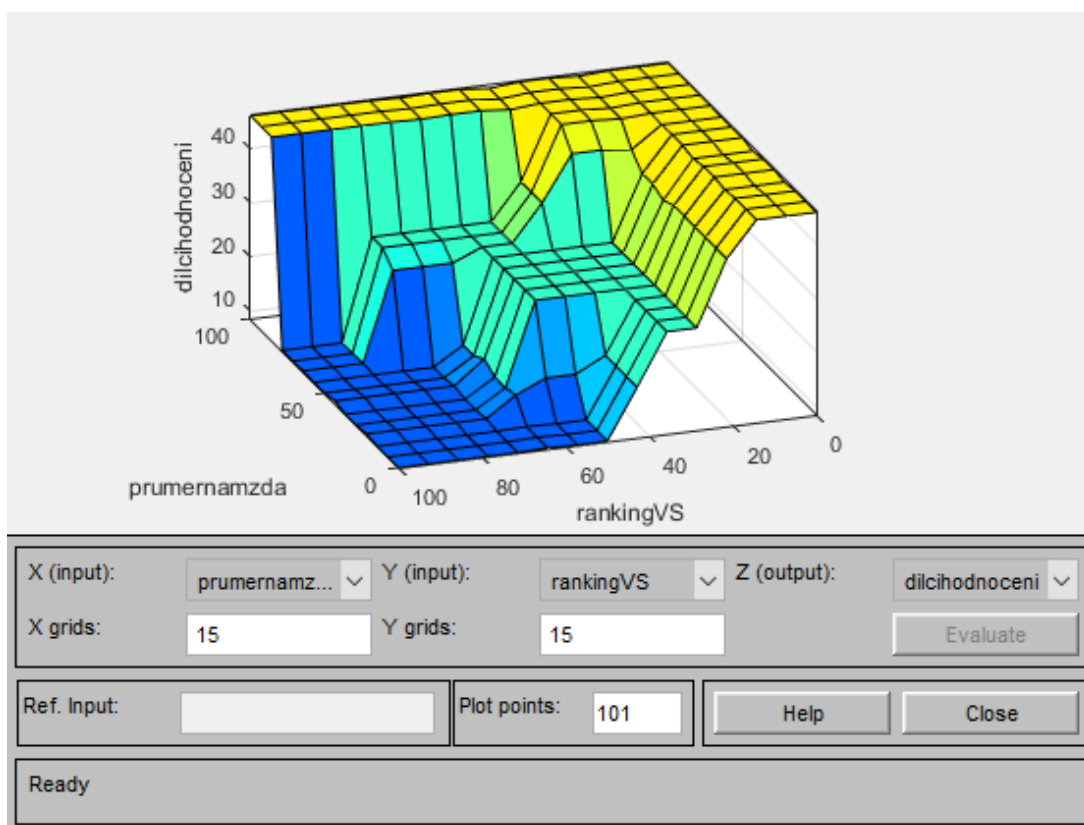
Celý model popsany v této kapitole byl manuálně otestován pro všechna pravidla a byl vyhodnocen, že odpovídá realitě a může tedy být použit k praktickému vyhodnocení výsledku.



Obrázek 18: Prohlížeč pravidel pro pracovní sílu (vlastní zpracování)

Zadaná pravidla lze také prohlížet a vizuálně kontrolovat s pomocí 3D náhledu (Surface Viewer). Ten zobrazuje závislosti jednotlivých pravidel a proměnných v trojrozměrném grafu, který je možné vytvořit pro každý jednotlivý FIS soubor.

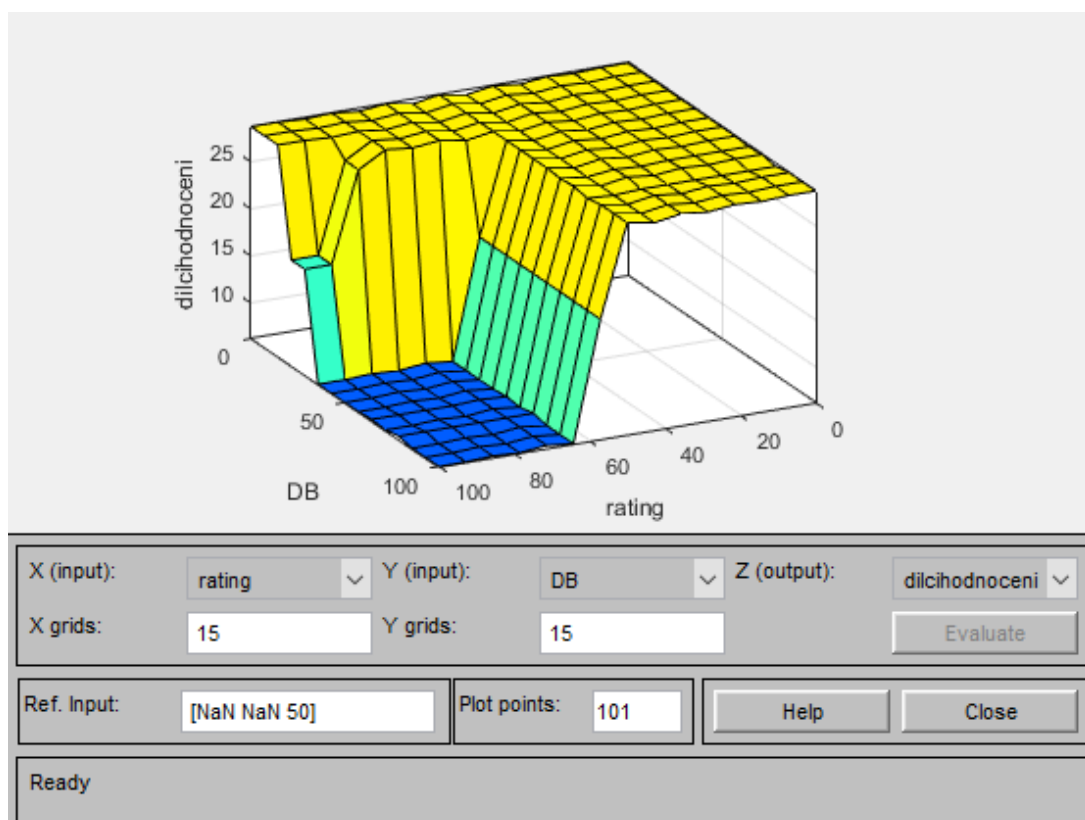
V grafu na obrázku 19 je vidět vzájemný vztah mezi vstupy a jejich vliv na hodnocení pracovní síly. Pokud tedy bude průměrná mzda nízká a ranking vysokých škol vysoký, model vyhodnotí situaci jako dobrou pro investování (modrá plocha v grafu). Naopak je vidět, že pokud průměrná mzda je vysoká a ranking vysokých škol nízký model vyhodnotí situaci jako neinvestiční příležitost (žlutá plocha).



Obrázek 19: Trojrozměrný graf pro pracovní sílu (vlastní zpracování)

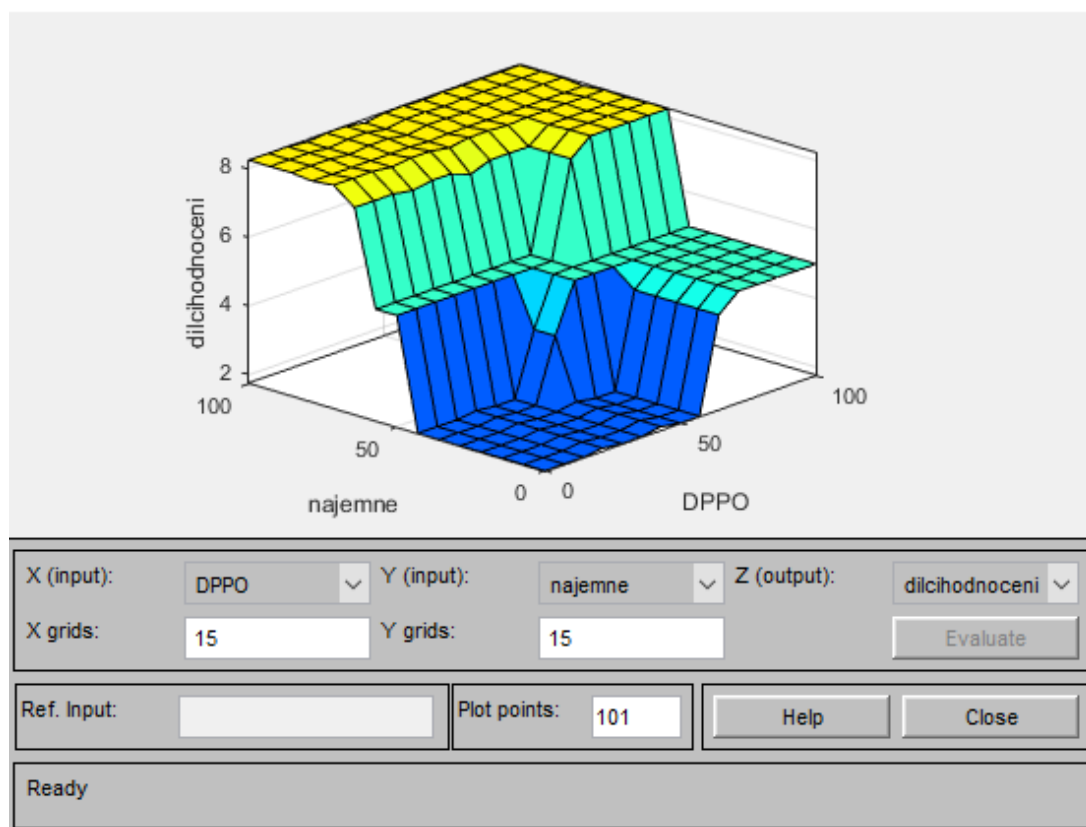
Hodnocení podnikatelského prostředí je složitější vizualizovat ve 3D, protože obsahuje tři vstupy a potřebovali bychom tedy čtyřrozměrný graf. Proto se využívá náhledu, kdy je jedna z proměnných fixovaná (konstantní) a studuje se vztah ostatních proměnných.

Obrázek 20 ukazuje závislost ratingu země a indikátoru Doing Business. Index vnímání korupce je zde fixovaný na střední hodnotě 50. Žlutá neinvestiční plocha je tedy v souladu s intuicí typická pro špatný rating, zatímco kombinace dobrého ratingu a příznivých hodnot Doing Business představuje modrou investiční plochu. Ostatní náhledy pro všechny kombinace vstupních indikátorů pro podnikatelské prostředí jsou dostupné u autora na požádání, případně je možné využít přílohy 2 této práce, která obsahuje všechny vytvořené kódy a vypracované soubory.



Obrázek 20: Trojrozměrný graf pro podnikatelské prostředí (vlastní zpracování)

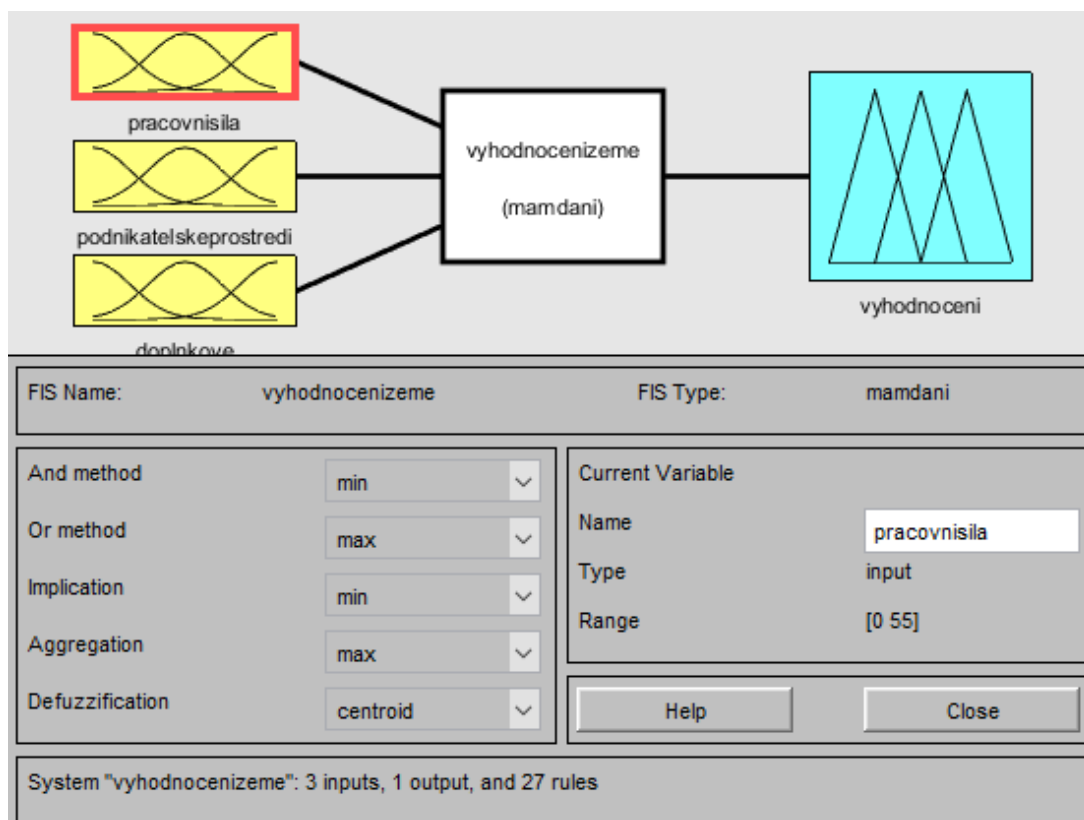
Doplňkové indikátory jsou dva a poslední dílčí graf je tedy tvořen pouze ze dvou vstupů. Modrá investiční plocha je dosahována pro nízké nájemné a nízkou sazbu DPPO. Naopak žlutá neinvestiční plocha spojena s vysokými provozními náklady. Pro DPPO však nepovažujeme hodnoty rizika v žádné z uvažovaných zemí za natolik vysoké, aby posunuly výstupné hodnocení do neinvestičního pásma i při extrémně nízkých nákladech na nájemné.



Obrázek 21: Trojrozměrný graf pro doplňkové indikátory (vlastní zpracování)

Hlavní soubor FIS

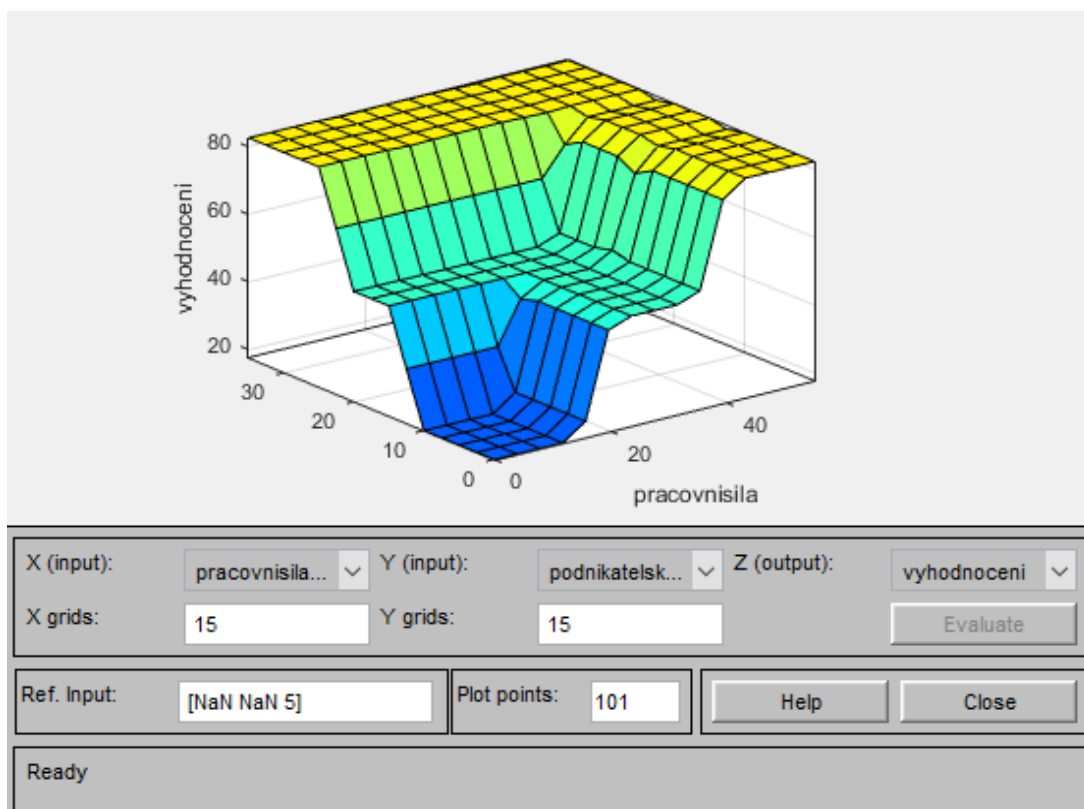
Obdobně jak předešlé dílčí soubory je vytvořen i hlavní soubor FIS, který je tvořen ze tří dříve definovaných dílčích FIS souborů. Hlavní soubor slouží pro kompletní současné vyhodnocení všech dílčích vstupů do jednoho výstupu, a tím i k určení konečné míry rizika pro vybranou zemi, tzn. zda do konkrétní země investovat či nikoli v kombinaci nákladových faktorů a souvisejících rizik.



Obrázek 22: FIS soubor pro výsledné vyhodnocení země (vlastní zpracování)

Podobně jako v předešlých případech je nutné nadefinovat i v tomto FIS souboru všechny atributy jednotlivých vstupů. Současně i kombinací všech pravidel mezi sebou nadefinujeme fungování hlavního modelu stejně jako u předešlých dílčích FIS souborů a otestujeme jeho fungování pomocí příkazu *ruleview*.

Obrázek 23 představuje trojrozměrný graf pravidel hlavního FIS souboru, který má tři vstupy a jeden výstup. Graf zobrazuje vztah mezi pravidly pro pracovní sílu a podnikatelské prostředí, zatímco doplňkové indikátory konstantní s hodnotou 5 (střední hodnota). Modrá plocha nám opět značí nejmenší riziko a doporučení investovat, zatímco žlutá plocha představuje nejvyšší riziko a návrh neinvestovat. Zelená plocha je místem pro další sledování a až následné vyhodnocení investice.

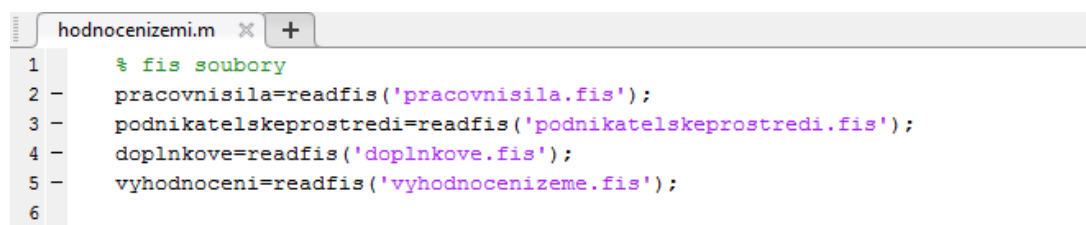


Obrázek 23: Povrch grafu výsledného FIS souboru při fixním pravidle pro doplňkové indikátory (vlastní zpracování)

Hlavní skript (M-soubor)

Pro automatizaci procesu vyhodnocení vstupních dat na základě zvoleného modelu byl vytvořen textový zápis v MATLABu®, tzv. M-soubor. Tento textový zápis postupně načte vytvořené dílčí FIS soubory včetně hlavního FIS souboru, vyzve uživatele k zadání jednotlivých atributů, a nakonec určí výsledné hodnocení a tím i rizikovost země.

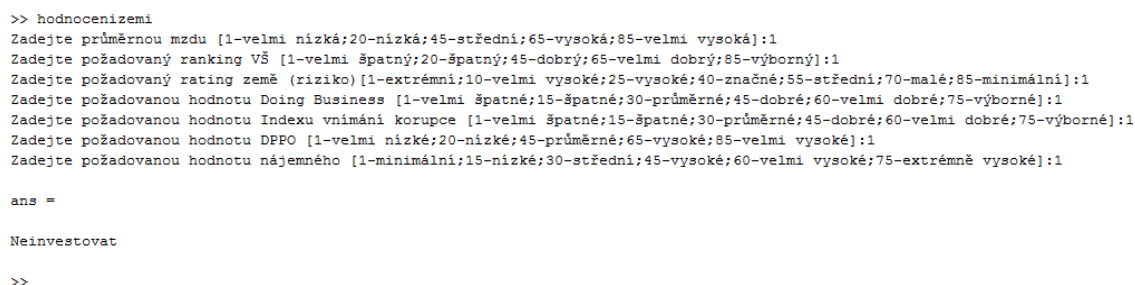
Jednotlivé dílčí FIS soubory jsou načteny příkazem *readfis*. Tyto FIS soubory jsou blíže popsány v předchozích kapitolách a obsahují definici všech atributů zvoleného fuzzy modelu a definici vyhodnocovacích pravidel.



```
hodnocenizemi.m  x  +
1      % fis soubory
2 -     pracovnisila=readfis('pracovnisila.fis');
3 -     podnikatelskeprostredi=readfis('podnikatelskeprostredi.fis');
4 -     doplnkove=readfis('doplnkove.fis');
5 -     vyhodnoceni=readfis('vyhodnocenizeme.fis');
6
```

Obrázek 24: Načtení FIS souborů (vlastní zpracování)

V dalším kroku je uživatel vybídnut k zadání jednotlivých atributů ke vstupům a je provedena automatická kontrola, zda velikost zadaných atributů odpovídá požadované velikosti. Pokud tomu tak není, je uživatel vyzván k opakovanému zadání příslušné hodnoty.



```
>> hodnocenizemi
Zadejte průměrnou mzdu [1-velmi nízká;20-nízká;45-střední;65-vysoká;85-velmi vysoká]:1
Zadejte požadovaný ranking VŠ [1-velmi špatný;20-špatný;45-dobrá;65-velmi dobrá;85-výborný]:1
Zadejte požadovaný rating země (riziko) [1-extrémní;10-velmi vysoké;25-vysoké;40-značné;55-střední;70-malé;85-minimální]:1
Zadejte požadovanou hodnotu Doing Business [1-velmi špatné;15-špatné;30-průměrné;45-dobré;60-velmi dobré;75-výborné]:1
Zadejte požadovanou hodnotu Indexu vnímání korupce [1-velmi špatné;15-špatné;30-průměrné;45-dobré;60-velmi dobré;75-výborné]:1
Zadejte požadovanou hodnotu DPPK [1-velmi nízké;20-nízké;45-průměrné;65-vysoké;85-velmi vysoké]:1
Zadejte požadovanou hodnotu nájemného [1-minimální;15-nízké;30-střední;45-vysoké;60-velmi vysoké;75-extrémně vysoké]:1

ans =

Neinvestovat

>>
```

Obrázek 25: Výzva k zadání jednotlivých atributů (vlastní zpracování)

```
>> hodnocenizemi
Zadejte průměrnou mzdu [1-velmi nízká;25-nízká;50-střední;70-vysoká;90-velmi vysoká]:150

ans =

CHYBA, zadejte hodnotu 0-100
fx Zadejte průměrnou mzdu [1-velmi nízká;25-nízká;50-střední;70-vysoká;90-velmi vysoká]:|
```

Obrázek 26: Automatická kontrola a hlášení chyby při zadávání atributů (vlastní zpracování)

Jakmile jsou všechny požadované hodnoty zadány, skript provede jejich číselné vyhodnocení na základě pravidel definovaných v jednotlivých FIS souborem příkazem *evalfis*. Následně je s pomocí příkazu *evalfis* vyhodnocen i hlavního FIS soubor.

```
hodnocenizemi.m
44 % dílčí vyhodnocení
45 - vyhodnocenipracovnisila=evalfis([prumernamzda;rankingVS],pracovnisila);
46 - vyhodnocenipodnikatelskeprostredi=evalfis([rating;DB;CPI],podnikatelskeprostredi);
47 - vyhodnocenidoplnekove=evalfis([DPPPO;najemne],doplnekove);
48
49 % retransformační matice
50 - vyhodnocenizeme=evalfis([vyhodnocenipracovnisila;vyhodnocenipodnikatelskeprostredi;vyhodnocenidoplnekove],vyhodnoceni);
51
52 - if vyhodnocenizeme>60 'Neinvestovat'
53 - elseif vyhodnocenizeme>30 'Sledovat'
54 - else 'Investovat'
55 - end
56
57 %vypsání dílčího vyhodnocení
58 - disp(vyhodnocenipracovnisila)
59 - disp(vyhodnocenipodnikatelskeprostredi)
60 - disp(vyhodnocenidoplnekove)
61
62 %vypsání celkového vyhodnocení
63 - disp(vyhodnocenizeme)
64
```

Obrázek 27: Příkazy pro vyhodnocení (vlastní zpracování)

V posledním kroku se s pomocí zadané retransformační matice (jedná se o proces defuzifikace dle kapitoly 1.1.1) převede výsledné číselné hodnocení na slovní hodnocení rizika pro vhodnost investice do dané země, a tedy na rozmezí *investovat* – *sledovat* – *neinvestovat*.

```
hodnocenizemi.m
50
51 % retransformační matice
52 - vyhodnocenizeme=evalfis([vyhodnocenipracovnisila;vyhodnocenipodnikatelskeprostredi;vyhodnocenidoplnekove],vyhodnoceni);
53
54 - if vyhodnocenizeme>60 'Neinvestovat'
55 - elseif vyhodnocenizeme>40 'Sledovat'
56 - else 'Investovat'
57 - end
58
```

Obrázek 28: Retransformační matice (vlastní zpracování)

Po skončení výpočtu se spustí okna pro zobrazení pravidel, grafu, fuzzy modelu a atributů příkazy *fuzzy*, *mfedit*, *ruleedit*, *surview*, a *ruleview*.

```

63
64 %vypsání celkového vyhodnocení
65 disp(vyhodnocenizeme)
66
67 %spuštění prohlížení modelu
68 fuzzy(vyhodnoceni)
69 mfedit(vyhodnoceni)
70 ruleedit(vyhodnoceni)
71 surfview(vyhodnoceni)
72 ruleview(vyhodnoceni)
73

```

Obrázek 29: Spuštění modelu a náhled výsledků (vlastní zpracování)

```

1 % fis soubory
2 pracovnisila=readfis('pracovnisila.fis');
3 podnikatelskeprostredi=readfis('podnikatelskeprostredi.fis');
4 doplnkove=readfis('doplnkove.fis');
5 vyhodnoceni=readfis('vyhodnocenizeme.fis');
6 %clc
7 %vstupy
8 prumernamezda=input('Zadejte průměrnou mzdu [1-velmi nízká;25-nízká;50-střední;70-vysoká;90-velmi vysoká]:');
9 while prumernamezda<0 || prumernamezda>100
10     'CHYBA, zadejte hodnotu 0-100'
11     prumernamezda=input('Zadejte průměrnou mzdu [1-velmi nízká;25-nízká;50-střední;70-vysoká;90-velmi vysoká]:');
12 end
13 rankingVS=input('Zadejte požadovaný ranking VŠ [1-velmi špatný;25-špatný;50-dobry;70-velmi dobry;90-výborný]:');
14 while rankingVS<0 || rankingVS>100
15     'CHYBA, zadejte hodnotu 0-100'
16     rankingVS=input('Zadejte požadovaný ranking VŠ [1-velmi špatný;25-špatný;50-dobry;70-velmi dobry;90-výborný]:');
17 end
18 rating=input('Zadejte požadovaný rating země (riziko) [1-extrémní;20-velmi vysoké;35-vysoké;50-značné;65-střední;75-malé;90-minimální]:');
19 while rating<0 || rating>100
20     'CHYBA, zadejte hodnotu 0-100'
21     rating=input('Zadejte požadovaný rating země (riziko) [1-extrémní;20-velmi vysoké;35-vysoké;50-značné;65-střední;75-malé;90-minimální]:');
22 end
23 DB=input('Zadejte požadovanou hodnotu Doing Business [1-velmi špatné;20-špatné;35-průměrné;50-dobré;65-velmi dobré;80-výborné]:');
24 while DB<0 || DB>100
25     'CHYBA, zadejte hodnotu 0-100'
26     DB=input('Zadejte požadovanou hodnotu Doing Business [1-velmi špatné;20-špatné;35-průměrné;50-dobré;65-velmi dobré;80-výborné]:');
27 end
28 CPI=input('Zadejte požadovanou hodnotu Indexu vnímání korupce [1-velmi špatné;20-špatné;35-průměrné;50-dobré;65-velmi dobré;80-výborné]:');
29 while CPI<0 || CPI>100
30     'CHYBA, zadejte hodnotu 0-100'
31     CPI=input('Zadejte požadovanou hodnotu Indexu vnímání korupce [1-velmi špatné;20-špatné;35-průměrné;50-dobré;65-velmi dobré;80-výborné]:');
32 end
33 DPPO=input('Zadejte požadovanou hodnotu DPPO [1-velmi nízké;25-nízké;50-průměrné;70-vysoké;90-velmi vysoké]:');
34 while DPPO<0 || DPPO>100
35     'CHYBA, zadejte hodnotu 0-100'
36     DPPO=input('Zadejte požadovanou hodnotu DPPO [1-velmi nízké;25-nízké;50-průměrné;70-vysoké;90-velmi vysoké]:');
37 end
38 najemne=input('Zadejte požadovanou hodnotu nájemného [1-minimální;20-nízké;35-střední;50-vysoké;65-velmi vysoké;80-extrémně vysoké]:');
39 while najemne<0 || najemne>100
40     'CHYBA, zadejte hodnotu 0-100'

```

Obrázek 30: Náhled vytvořeného skriptu (M-souboru) (vlastní zpracování)

Aplikace modelu na jednotlivé země

V této části postupně aplikujeme vytvořený model na jednotlivé země. Výsledkem je informace o rizikovosti investice i dané zemi, a následně doporučení, zda zde investovat či ne. Následující tabulka 17 shrnuje jednotlivé vstupy a jejich atributy pro ČR a výsledné vyhodnocení země ve formě doporučení, zda investovat či nikoli.

Vyhodnocení země probíhá na základě vložení atributů dané země do spuštěného M-souboru dle následujícího obrázku 31:

```
>> hodnocenizemi
Zadejte průměrnou mzdu [1-velmi nízká;25-nízká;50-střední;70-vysoká;90-velmi vysoká]:50
Zadejte požadovaný ranking VŠ [1-velmi špatný;25-špatný;50-dobry;70-velmi dobrý;90-výborný]:70
Zadejte požadovaný rating země (riziko) [1-extrémní;20-velmi vysoké;35-vysoké;50-značné;65-střední;75-malé;90-minimální]:75
Zadejte požadovanou hodnotu Doing Business [1-velmi špatné;20-špatné;35-průměrné;50-dobré;65-velmi dobré;80-výborné]:65
Zadejte požadovanou hodnotu Indexu vnímání korupce [1-velmi špatné;20-špatné;35-průměrné;50-dobré;65-velmi dobré;80-výborné]:50
Zadejte požadovanou hodnotu DPFO [1-velmi nízké;25-nízké;50-průměrné;70-vysoké;90-velmi vysoké]:50
Zadejte požadovanou hodnotu nájemného [1-minimální;20-nízké;35-střední;50-vysoké;65-velmi vysoké;80-extrémně vysoké]:20

ans =

Investovat

>> vyhodnocenipracovnisila=evalfis([prumernamzda;rankingVS],pracovnisila)
vyhodnocenipodnikatelskeprostredi=evalfis([rating;DB;CPI],podnikatelskeprostredi)
vyhodnocenidoplnekove=evalfis([DPFO;najemne],doplnekove)

vyhodnocenizeme=evalfis([vyhodnocenipracovnisila;vyhodnocenipodnikatelskeprostredi;vyhodnocenidoplnekove],vyhodnoceni)

vyhodnocenipracovnisila =

    8.6727

vyhodnocenipodnikatelskeprostredi =

    6.2444

vyhodnocenidoplnekove =

    1.7366

vyhodnocenizeme =

    17.3662
```

Obrázek 31: Vyhodnocení pro ČR (vlastní zpracování)

Pro vyhodnocení jednotlivých třech částí platí dílčí retransformační matice:
neinvestovat >40, sledovat >20, jinak investovat.

Tabulka 17: Jednotlivé vstupy a výstupy pro ČR (vlastní zpracování)

Česká republika			
vstup	atribut	dílčí výstupy	celkový výstup
průměrná mzda	střední	investovat	investovat
ranking VŠ	velmi dobrý		
rating země	malé	investovat	
DB	velmi dobré		
CPI	dobré		
DPPO	průměrné	investovat	
nájemné	nízké		

Celkové vyhodnocení České republiky je 17,4, což indikuje nízkou míru rizika a vhodnost země pro zamýšlenou investici.

Tabulka 18: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Maďarsko (vlastní zpracování)

Maďarsko			
vstup	atribut	dílčí výstupy	celkový výstup
průměrná mzda	střední	investovat	investovat
ranking VŠ	výborný		
rating země	střední	investovat	
DB	průměrné		
CPI	dobré		
DPPO	velmi nízké	investovat	
nájemné	nízké		

Celkové vyhodnocení Maďarska vychází prakticky identické ČR (celkový výsledek je 17,4) a tedy také nízké riziko.

Tabulka 19: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Polsko (vlastní zpracování)

Polsko			
vstup	atribut	dílčí výstupy	celkový výstup
průměrná mzda	vysoká	sledovat	sledovat
ranking VŠ	dobrý		
rating země	malé	investovat	
DB	velmi dobré		
CPI	velmi dobré		
DPPO	průměrné	investovat	
nájemné	nízké		

Naopak celkové vyhodnocení Polska je 50, což již značí jistou míru rizika, i když stále nikoli zásadní a je důležité zemi dále sledovat a analyzovat, pokud by vybraná společnost stále preferovala investovat do této země. Hlavní riziko pro společnost představuje dílčí vstup pracovní síla, převážně pak vysoká průměrná mzda pro vybraný sektor, která s velkou pravděpodobností zvýší náklady společnosti a tím negativně ovlivní finanční stránku zamýšlené investice.

Tabulka 20: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Rakousko (vlastní zpracování)

Rakousko			
vstup	atribut	dílčí výstupy	celkový výstup
průměrná mzda	velmi vysoká	neinvestovat	neinvestovat
ranking VŠ	výborný		
rating země	minimální	investovat	
DB	výborné		
CPI	výborné		
DPPO	velmi vysoké	neinvestovat	
nájemné	extrémně vysoké		

Podobně je penalizováno i Rakousko, kde vysoké mzdy, nájemné a daně nejsou dostatečně kompenzovány lepším podnikatelským prostředím a země je ve výsledku hodnocena jako velmi riziková pro dlouhodobou udržitelnost investice. Hodnocení je 82,6 a tedy neinvestovat a hrozí tu vysoké riziko ztrát. Dílčí výstupy pro pracovní sílu a doplňkové vstupy jsou nepřínosné pro společnost.

Tabulka 21: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Rumunsko (vlastní zpracování)

Rumunsko			
vstup	atribut	dílčí výstupy	celkový výstup
průměrná mzda	velmi nízká	sledovat	sledovat
ranking VŠ	špatný		
rating země	střední	investovat	
DB	dobré		
CPI	průměrné		
DPPO	nízké	investovat	
nájemné	minimální		

Výsledné hodnocení Rumunska je na úrovni Polska a Slovenska, tedy 50 a je tedy navrženo dále zemi sledovat. Důvody jsou však opačné. Nízká cena pracovní síly, nízké daně a nájem jsou nedostatečnou kompenzací pro zhoršené podnikatelské prostředí a špatně hodnocené vysoké školy, a tedy riziko zvýšené administrativní zátěže a možnosti že uvažovaná společnost nenalezne dostatek kvalifikovaných odborníků.

Tabulka 22: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Slovensko (vlastní zpracování)

Slovensko			
vstup	atribut	dílčí výstupy	celkový výstup
průměrná mzda	střední	sledovat	sledovat
ranking VŠ	špatný		
rating země	malé	investovat	
DB	dobré		
CPI	dobré		
DPPO	vysoké	sledovat	
nájemné	nízké		

Slovensko je podobně jako Polsko také doporučeno sledovat (vyhodnocení je 50). Problémem je zejména špatný ranking vysokých škol a vyšší sazba daně právnických osob.

Tabulka 23: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Ukrajinu (vlastní zpracování)

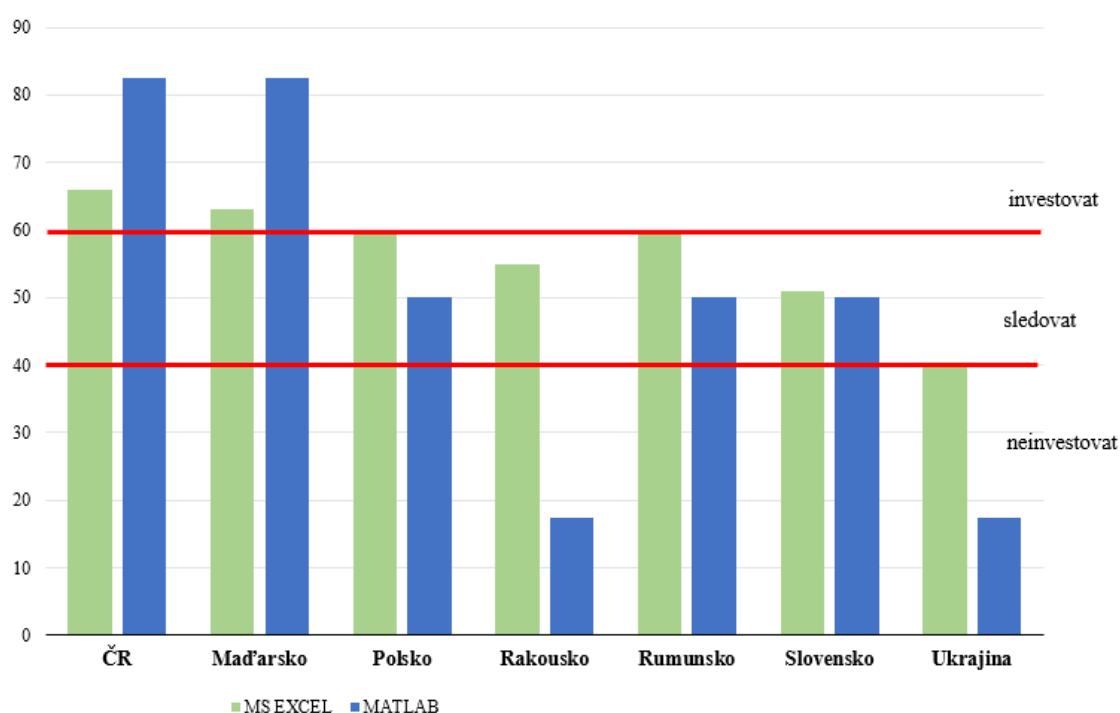
Ukrajina			
vstup	atribut	dílčí výstupy	celkový výstup
průměrná mzda	velmi nízká	neinvestovat	neinvestovat
ranking VŠ	velmi špatný		
rating země	velmi vysoké	neinvestovat	
DB	velmi špatné		
CPI	velmi špatné		
DPPO	průměrné	investovat	
nájemné	nízké		

Ukrajina pak představuje nejvyšší riziko pro založení nové pobočky (hodnocení 84,7) vybrané společnosti, není zde doporučeno investovat. Hodnocení Ukrajiny sráží zejména velice špatný ranking vysokých škol, a tím pádem i riziko pro kvalitu pracovní síly, problematické podnikatelské prostředí (špatný rating, složitá administrativa a velká míra korupce).

4 CELKOVÉ ZHODNOCENÍ A NÁVRHY

V této kapitole bude vyhodnoceno riziko uvažované investice dle jednotlivých zemí s přihlédnutím k oběma vytvořeným modelům.

Závěrečné doporučení této práce je investovat do ČR nebo Maďarska, jak je vidět v následujícím grafu 2. Tento graf je sestaven dle výsledků MS Excel (kapitola 3.3.1) a MATLABu® (kapitola 3.3.2).



Graf 2 Celkové vyhodnocení zemí (vlastní zpracování)

Model vytvořený v prostředí MS Excel tedy naznačuje dle výsledného skalárního součinu, že nejmenší riziko pro investici představuje Česká republika a následně Maďarsko.⁷ K dalšímu sledování je doporučeno Polsko, Rumunsko, Rakousko a vzápětí Slovensko. Naopak na Ukrajinu není vhodné investovat zejména z důvodu

⁷ Pro investici v Maďarsku si však dceřiná společnost musí udržet daňový statut malé nebo střední společnosti, což by však vzhledem k předpokládaným objemům neměl být problém i při přijatelném rozvoji společnosti do budoucna (viz kapitola 2.3.2).

komplikovaného podnikatelského prostředí, které již představuje příliš vysokou míru rizika pro zvažovanou investici.⁸

Podobné, i když částečně odlišné, závěry plynou i z modelu vytvořeného v programu MATLAB®. Jako nejméně rizikové se jeví investice v České republice a v Maďarsku. Další sledování a ověřování je doporučeno u Polska, převážně z pohledu nákladu na pracovní sílu, dále u Slovenska, které má špatný ranking vysokých škol a vyšší sazbu daně, a též Rumunsko, které má také nevhodný ranking vysokých škol. Překvapivě s porovnáním s výsledky zpracovanými v programu MS Excel je jako nevhodné k investici vyhodnoceno i Rakousko, kde příliš vysoké náklady na pracovníky převážily kvalitu vysokých škol a lepší podnikatelské prostředí. Naopak očekávaně není doporučeno investovat na Ukrajině ze stejných důvodů, jako bylo popsáno výše při posouzení výsledků v MS Excel.

Při hodnocení výsledků je nutné vzít v úvahu, že představené modely jsou zásadně ovlivněny zvolenými požadavky vybrané společnosti a plánovaným typem investice. V modelu MS Excel se kromě zvolených indikátorů jedná o úroveň hodnot v transformační matici. V programu MATLAB® pak výsledky závisí na navolených rozmezích jednotlivých atributů, dále na parametrech pro zadávání atributů a na zvolených pravidlech. Navíc se v této práci se jedná pouze o základní modely, které je vhodné dále rozšiřovat a zlepšovat. Pro základní doporučení pro společnost je však považují za vyhovující.

Z hlediska praktické implementace je vhodné zmínit, že model v MS Excelu je jednodušší na vývoj a údržbu pro většinu společností, a proto je také více využíván v praxi. Naopak MATLAB® je výrazně složitější a současně samotné pořízení MATLABu® pouze z důvodu implementace podobného relativně jednoduchého modelu není příliš racionální investicí.⁹

⁸ Společnost je ochotna investovat pouze do bezpečných zemí s rozvinutým právním systémem a ochranou zahraničních investorů. Za tyto se dle vybrané společnosti považují země s ratingem do úrovně Baa (nižší střední kvalita), indikátorem Doing Business nad 74 a indexem vnímání korupce do 41.

⁹ Ceny licencí pro firemní využití se pohybují v desítkách tisíc korun.

ZÁVĚR

Diplomová práce porovnává sedm vybraných zemí (Česká republika, Maďarsko, Polsko, Rakousko, Rumunsko, Slovensko a Ukrajina) napříč sedmi ekonomickými indikátory ve třech oblastech. Jedná se o oblast pracovní síly (průměrná mzdové náklady na zaměstnance v dané lokalitě a ranking vysokých škol), oblast podnikatelského prostředí (rating země, indikátor Doing Business a index vnímání korupce) a poslední byla doplňková oblast (DPPO a průměrné náklady na pronájem kanceláře). Indikátory tedy pokrývají, jak oblast přímých nákladů výroby (a tedy riziko že investice nebude rentabilní), tak oblast administrativní zátěže a bariér pro podnikání (a tedy jak riziko vzniku dodatečných nákladů na zabezpečení investice, tak riziko náhlého výrazného zhoršení podnikatelského prostředí).

Pro tyto vstupy byly vytvořeny dva modely v programu MS Excel a MATLAB® v nichž byla zjišťována výše investičního rizika pro vybranou společnost, která má v plánu dlouhodobý projekt založení nové dceřiné společnosti v některé z analyzovaných zemí. Tato práce by měla usnadnit rozhodování společnosti a ukázat možná rizika či úskalí projektu.

V první teoretické části byla objasněna problematika pokročilých metod v rozhodování a pojem fuzzy logiky. Byl také vysvětlen pojem rizika. Navíc byly definovány jednotlivé vybrané ekonomické indikátory a vysvětlen postup jejich metodik. Také byly nastíněny základní používané programy MS Excel a MATLAB®.

V následující kapitole byly popsány vybrané země a provedena jejich základní analýza s využitím vybraných indikátorů. Též zde byla představena vybraná společnost a její záměr.

Další kapitola aplikovala veškerou nadefinovanou teorii a využila všechny poznatky pro vytvoření modelů. Modely byly dále testovány a uplatněny pro vybrané země. Cílem bylo zhodnotit zjištěné výsledky a vytvořit doporučení pro vybranou společnost. Hlavní důraz pro výsledné hodnocení představuje rizikovost, a tedy i vhodnost investice v konkrétní zemi, případně upozornění na konkrétní oblast rizika dané země. Jako nejvhodnější země byly vyhodnoceny Česká republika a Maďarsko.

Modely použité v této práci představují základní prvotní analýzu finální rozhodnutí společnosti. V budoucnu je vhodné tyto modely dále rozpracovat a upravit dle potřeb společnosti, a to i po samotném založení nové společnosti, zejména pro monitoring změn ekonomického prostředí. Společnost není výrazně vázána v konkrétní zemi vysokou vstupní investicí a přesun výroby není příliš nákladný. Je také vhodné model rozšířit o další země, případně o nové vstupy (další ekonomické indikátory) pro následnou analýzu rizika a její zlepšení.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- (1) Česká národní banka. [online]. ©2003-2016 [cit. 2016-10-29]. Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_devizoveho_trhu/prumerne_rok.jsp?rok=2016
- (2) Česká národní banka. [online]. ©2003-2016 [cit. 2016-11-07]. Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/financni_trhy/devizovy_trh/kurzy_ostatnich_men/kurzy.jsp?mesic=10&rok=2016
- (3) DOSTÁL, P. Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelské a veřejné správě. Brno: CERM, 2012. 713 s. ISBN 978-80-7204-798-7.
- (4) DOSTÁL, P., RAIS, K., SOJKA, Z. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*. Praha: Grada Publishing, 2005. 168 s. ISBN 80-247-1338-1.
- (5) Hájek, P. What is mathematical fuzzy logic. *Fuzzy Sets and Systems*. [online]. 2006, r. 157, č. 5, s. 597-603 [cit. 2017-01-19]. ISSN 0165-0114. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fss.2005.10.004>.
(<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011405004963>)
- (6) Doing Business. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-7]. Dostupné z: <http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/czech-republic>
- (7) Doing Business. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-7]. Dostupné z: <http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/slovakia>
- (8) Doing Business. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-7]. Dostupné z: <http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/hungary>
- (9) Doing Business. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-7]. Dostupné z: <http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/poland>
- (10) Doing Business. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-7]. Dostupné z: <http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/austria>
- (11) Doing Business. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-7]. Dostupné z: <http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/romania>
- (12) Doing Business. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-7]. Dostupné z: <http://www.doingbusiness.org/data/exploreeconomies/ukraine>

- (13) Doing Business. [online]. ©2016 [cit. 2017-11-7]. Dostupné z: <http://www.doingbusiness.org/Rankings>
- (14) Doing Business. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-7]. Dostupné z: <http://www.doingbusiness.org/~media/WBG/DoingBusiness/Documents/Annual-Reports/English/DB17-Chapters/DB17-DTF-and-DBRankings.pdf>
- (15) DG HYP. [online]. ©2015 [cit. 2016-11-8]. Dostupné z: http://www.zia-deutschland.de/fileadmin/Redaktion/Meta_Service/PDF/DG_HYP_Immobilienmarktbericht_Deutschland_2015_final_01.pdf
- (16) Hlaváček M., Novotný O. a Rusnák M. Analýza cen komerčních nemovitostí v zemích střední Evropy. *Politická ekonomie*. [online]. 2016, r. 64, č. 1, s. 11 [cit. 2016-11-8]. ISSN 2336-8225. Dostupné z: <http://www.vse.cz/polek/download.php?jnl=polek&pdf=1051.pdf>
- (17) Global Property Guide. [online]. ©2004-2017 [cit. 2017-1-23]. Dostupné z: <http://www.globalpropertyguide.com/Europe/Ukraine/square-meter-prices>
- (18) FXstreet. [online]. ©2009-2016 [cit. 2016-11-15]. Dostupné z: <http://www.fxstreet.cz/rating-sp-moodys-a-fitch.html>
- (19) Countryeconomy. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: <http://countryeconomy.com/ratings>
- (20) Moodys. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-13]. Dostupné z: https://www.moodys.com/researchdocumentcontentpage.aspx?docid=PBC_79004
- (21) Transparency. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-7]. Dostupné z: <http://www.transparency.org/cpi2015/>
- (22) Salary explorer. [online]. ©2016 [cit. 2016-10-29]. Dostupné z: <http://www.salaryexplorer.com/>
- (23) Times Higher Education. [online]. ©2016 [cit. 2016-11-20]. Dostupné z: https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2017/world-ranking#!/page/0/length/25/sort_by/scores_overall/sort_order/asc/cols/scores
- (24) DOSTÁL, J. *MS EXCEL 2007*. [online]. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Pedagogická fakulta, 2009. [cit. 2017-01-21] Dostupné z: <http://www.kteiv.upol.cz/frvs/ict-kubricky/inc/office/excel.pdf>

- (25) ZAPLATÍLEK K., DOŇAR B. *MATLAB pro začátečníky*. 2. vyd. Praha: BEN, 2005. 151 s. ISBN 80-7300-175-6.
- (26) NERUDOVA, D., *Harmonizace daňových systémů zemí Evropské unie*. 4. aktualiz. a dopl. vyd. Praha: Wolters Kluwer, 2014. 332 s. ISBN 978-80-7478-626-6.
- (27) ŠIROKÝ, J., *Daně v Evropské unii*. 6. aktualiz. a přeprac. vyd. Praha: Linde Praha, 2013. 386 s. ISBN 978-80-7201-925-0.
- (28) MARČEK, M., PANČÍKOVÁ L., MARČEK D. *Ekonometria a soft computing*. Žilina: Žilinská univerzita v Žiline, 2008. 271 s. ISBN 978-80-8070-746-0.
- (29) DOSTÁL, P. *Pokročilé metody rozhodování za právní nejistoty*. Brno: CERM, 2009. 104 s. ISBN 978-80-7204-651-5.
- (30) DOSTÁL, P. *Soft computing v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: CERM, 2015. 524 s. ISBN 978-80-7204-896-0.
- (31) DOSKOČIL, R. *Metody, techniky a nástroje řízení projektů*. Brno: Cerm, 2013. 165 s. ISBN 978-80-7204-863-2.
- (32) DOSTÁL, P. *Advanced Decision Making in Business and Public Services*. Brno: CERM, 2013. 168 s. ISBN: 978-80-7204-747-5.
- (33) ZADEH, L. Fuzzy Sets. *Information and control*. [online]. 1965, r. 8, č. 3, s. 338-353 [cit. 2017-02-15]. ISSN 0019-9958. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.ezproxy.lib.vutbr.cz/science/article/pii/S001999586590241X?via%3DiHub>
- (34) The MathWorks. *Fuzzy Logic Toolbox User's Guide*. 5. vyd. Natick, MA: The MathWorks, 2001. 1 svazek.
- (35) HANSELMAN, D. a B. LITTLEFIELD. *Mastering MATLAB*. Upper Saale River: Pearson, 2012. 843 s. ISBN 978-0-13-601330-3.
- (36) SMEJKAL, V a K. RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2006. 296 s. ISBN 80-247-1667-4.
- (37) TICHÝ, M. *Ovládání rizika: analýza a management*. Praha: C. H. Beck, 2006. 396 s. ISBN 80-7179-415-5.
- (38) SMEJKAL, V. a K. RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013, 483 s. ISBN 978-80-247-4644-9.

(39) Budapest. [online]. ©2017 [cit. 2017-04-03]. Dostupné z:
https://ssl.budapest.hu/web_hair/info2.do

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

CPI	Index vnímání korupce
CZK	Česká koruna (měna)
ČNB	Česká národní banka
ČR	Česká republika
DB	Doing Business
DPPO	Daň z příjmů právnických osob
EUR	EURO (měna)
HUF	Maďarský forint (měna)
m ²	metr čtverečný
např.	například
PLN	Polský zloty (měna)
popř.	popřípadě
R	riziko
RM	retransformační matice
RON	Rumunský lei (měna)
S	stavová matice
SP	sociální pojištění
tj.	to je
TM	transformační matice
tzv.	takzvaný
UAH	Ukrajinská hřivna (měna)
VŠ	vysoká škola

KURZY PRO PŘEPOČET MĚN:

Tyto kurzy jsou využity pro všechny přepočty cizích měn. Jedná se o průměrné kurzy ČNB pro rok 2016 (leden-září) (1, 2).

1 EUR = 27, 035 CZK

100 HUF = 8,663 CZK

1 RON = 6,028 CZK

1 PLN = 6,206 CZK

1 UAH = 0,968 CZK

SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ A GRAFŮ

Tabulka 1: Symboly pro dlouhodobý rating zemí (Long – Term) (18)	20
Tabulka 2: Ratingové symboly Short-Term (20)	21
Tabulka 3: Průměrné mzdové náklady na zaměstnance (22)	33
Tabulka 4: Přehled sociálního pojištění (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 26, 27).....	34
Tabulka 5: Srovnání vysokých škol (23).....	34
Tabulka 6: Moody's rating (19)	35
Tabulka 7: Srovnání indikátoru Doing Business (13).....	36
Tabulka 8: Srovnání indexu vnímání korupce (21).....	36
Tabulka 9: Přehled DPPO (6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 26, 27).....	37
Tabulka 10: Průměrné náklady na pronájem kanceláře (17).....	38
Tabulka 11: Celkové shrnutí vstupů, vah a atributů (vlastní zpracování).....	39
Tabulka 12: Transformační matice (vlastní zpracování).....	42
Tabulka 13: Ohodnocená transformační matice (vlastní zpracování).....	42
Tabulka 14: Příklad stavové matice pro ČR (vlastní zpracování).....	45
Tabulka 15: Retransformační matice (vlastní zpracování)	46
Tabulka 16: Retransformační matice pro vybrané země (vlastní zpracování).....	47
Tabulka 17: Jednotlivé vstupy a výstupy pro ČR (vlastní zpracování)	68
Tabulka 18: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Maďarsko (vlastní zpracování)	68
Tabulka 19: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Polsko (vlastní zpracování)	69
Tabulka 20: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Rakousko (vlastní zpracování).....	69
Tabulka 21: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Rumunsko (vlastní zpracování)	70
Tabulka 22: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Slovensko (vlastní zpracování)	70
Tabulka 23: Jednotlivé vstupy a výstupy pro Ukrajinu (vlastní zpracování).....	71
 Obrázek 1: Funkce členství fuzzy množiny μ_A (3, s. 13)	14
Obrázek 2: Rozhodování dle fuzzy zpracování (3, s. 15)	15
Obrázek 3: Časté tvary členských funkcí ($\wedge$, π , Z , S) (4, s. 24)	16
Obrázek 4: Symboly Moody's rating (20)	21
Obrázek 5: Grafické zobrazení FIS souboru (FIS Editor).....	25

Obrázek 6: Funkce členství Excel (vlastní zpracování).....	43
Obrázek 7: Rolovací parametry (vlastní zpracování)	44
Obrázek 8: Náhled stavových matic pro vybrané země v MS Excelu (vlastní zpracování). 48	
Obrázek 9: Schéma vstupů do modelu (vlastní zpracování).....	49
Obrázek 10: Grafické zobrazení FIS souboru pro pracovní sílu (vlastní zpracování).....	51
Obrázek 11: Ukázka vstupů a výstupů ve FIS souboru pro pracovní sílu (vlastní zpracování)	51
Obrázek 12: Grafické zobrazení FIS souboru pro podnikatelské prostředí (vlastní zpracování).....	52
Obrázek 13: Grafické zobrazení FIS souboru pro doplňkové indikátory (vlastní zpracování)	53
Obrázek 14: Ukázka tvorby atributů průměrné mzdy (vlastní zpracování).....	54
Obrázek 15: Ukázka atributů průměrné mzdy ve skriptu FIS souboru (vlastní zpracování)	55
Obrázek 16: Ukázka tvorby pravidel podnikatelského prostředí (vlastní zpracování).....	56
Obrázek 17: Ukázka tvorby pravidel podnikatelského prostředí FIS souboru (vlastní zpracování).....	57
Obrázek 18: Prohlížeč pravidel pro pracovní sílu (vlastní zpracování).....	58
Obrázek 19: Trojrozměrný graf pro pracovní sílu (vlastní zpracování)	59
Obrázek 20: Trojrozměrný graf pro podnikatelské prostředí (vlastní zpracování)	60
Obrázek 21: Trojrozměrný graf pro doplňkové indikátory (vlastní zpracování).....	61
Obrázek 22: FIS soubor pro výsledné vyhodnocení země (vlastní zpracování).....	62
Obrázek 23: Povrch grafu výsledného FIS souboru při fixním pravidle pro doplňkové indikátory (vlastní zpracování)	63
Obrázek 24: Načtení FIS souborů (vlastní zpracování).....	64
Obrázek 25: Výzva k zadání jednotlivých atributů (vlastní zpracování).....	64
Obrázek 26: Automatická kontrola a hlášení chyby při zadávání atributů (vlastní zpracování).....	65
Obrázek 27: Příkazy pro vyhodnocení (vlastní zpracování).....	65
Obrázek 28: Retransformační matice (vlastní zpracování).....	65
Obrázek 29: Spuštění modelu a náhled výsledků (vlastní zpracování)	66
Obrázek 30: Náhled vytvořeného skriptu (M-souboru) (vlastní zpracování).....	66

Obrázek 31: Vyhodnocení pro ČR (vlastní zpracování)67

Graf 1: Vyhodnocení zemí dle MS Excel (vlastní zpracování)48

Graf 2 Celkové vyhodnocení zemí (vlastní zpracování)72

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Model v programu MS Excel

Příloha 2: Model v programu MATLAB® ¹⁰

¹⁰ Přílohy jsou uloženy v elektronické formě nebo na požádání u autora práce.