



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

**VYHODNOCENÍ INVESTIC S VYUŽITÍM FUZZY
LOGIKY**

EVALUATION OF INVESTMENT WITH THE USAGE OF FUZZY LOGIC

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Kamila Machová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

BRNO 2017

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav informatiky
Studentka: **Bc. Kamila Machová**
Studijní program: Systémové inženýrství a informatika
Studijní obor: Informační management
Vedoucí práce: **prof. Ing. Petr Dostál, CSc.**
Akademický rok: 2016/17

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně zadává diplomovou práci s názvem:

Vyhodnocení investic s využitím fuzzy logiky

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, kterých má být dosaženo:

Vymezení řešeného problému a stanovení celkového a dílčích cílů. Provedení teoretického popisu základů použité teorie prostředků umělé inteligence, popis a analýza problému, vyhodnocení současné situace, provedení návrhu řešení a zhodnocení přínosu návrhu řešení.

Základní literární prameny:

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. New Jersey: 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 28. 2. 2017



doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.
ředitel



doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
děkan

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá vyhodnocením investice pomocí pokročilé metody analýzy a modelování pro hodnocení nejvhodnější nabídky. Obsahem práce je navrhnout a následně vytvořit dva rozhodovací systémy, které budou používat k vyhodnocování fuzzy logiku. Součástí práce je také teoretický základ, jenž je potřebný k tvorbě obou systémů a zhodnocení přínosu řešení.

ABSTRACT

Master 's thesis deals with evaluation of investment using advanced methods of analysis and modeling with regards to the best offer. The content of the thesis consists of creating two decision making systems based on fuzzy logic. The thesis also contains a theoretical basics which are necessary for the creation of both systems and evaluating the benefits of the solution.

KLÍČOVÁ SLOVA

Fuzzy logika, investice, rozhodovací systém, MS Excel, VBA, MATLAB, expertní systém

KEYWORDS

Fuzzy logic, investment, decision-making system, MS Excel, VBA, MATLAB, expert system

BIBLIOGRAFICKÉ CITACE

MACHOVÁ, K. Vyhodnocení investic s využitím fuzzy logiky. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2017. 76 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Petr Dostál, Csc..

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracovala jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušila autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 31. května 2017

.....

podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala panu prof. Ing. Petru Dostálovi, CSc. za odborné vedení, rady a připomínky, které mi byly při tvorbě této práce velmi nápomocny. Dále bych ráda poděkovala společnosti Mertlík, spol. s r. o. za možnost spolupráce, jmenovitě p. Anně Mertlíkové. Velké díky patří také mým rodičům, kteří mě podporovali nejen při psaní této práce, ale i během celého mého studia.

Obsah

ÚVOD.....	10
1 VYMEZENÍ CÍLE A METODIKA PRÁCE.....	11
1.1 Cíl.....	11
1.2 Metodika	11
2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE.....	13
2.1 Fuzzy logika	13
2.2 Fuzzy množina	14
2.3 Funkce členství.....	14
2.4 Proces zpracování fuzzy množin.....	17
2.4.1 Fuzzifikace	18
2.4.2 Fuzzy inference	18
2.4.3 Defuzzifikace	18
2.5 Zpracování fuzzy logiky pomocí programu Microsoft Excel	19
2.5.1 Postup zpracování	19
2.5.2 Transformační matice.....	19
2.5.3 Stavová matice	20
2.5.4 Retransformační matice	21
2.6 VBA v Microsoft Excel	22
2.7 Zpracování fuzzy logiky v programu MATLAB.....	23
2.7.1 Fuzzy Logic Toolbox	23
2.7.2 Editor fuzzy inferenčního systému (FIS Editor)	24
2.7.3 Editor vstupních a výstupních funkcí příslušností (MF Editor)	25
2.7.4 Editor báze inferenčních pravidel (Rule Editor)	27
2.7.5 Prohlížeč inferenčního mechanismu (Rule Viewer)	28
2.7.6 Prohlížeč závislostí výstupních a vstupních proměnných (Surface View)	29
2.8 Graphical User Interface (GUI)	30

3	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	32
3.1	Základní údaje o společnosti.....	32
3.2	Organizační struktura	33
4	VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ	34
4.1	Popis kritérií při vyhodnocování investice.....	34
4.2	Model rozhodovacího problému v programu Microsoft Excel.....	37
4.2.1	List „Matice“	37
4.2.2	List „Úvod“	42
4.2.3	List „Vyhodnocení“	47
4.3	Model rozhodovacího problému v programu MATLAB.....	48
4.3.1	Tvorba základního modelu.....	49
4.3.2	Vytvoření FIS souboru.....	50
4.3.3	Formulář.....	55
5	VYHODNOCENÍ INVESTICE	57
5.1	Představení jednotlivých investic.....	57
5.2	Vyhodnocení investic pomocí modelu v programu Microsoft Excel	60
5.3	Vyhodnocení investic pomocí modelu v programu MATLAB	61
5.4	Porovnání výsledků.....	63
5.5	Zhodnocení přínosů pro firmu	65
	ZÁVĚR	67
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK	71
	SEZNAM GRAFŮ	72
	PŘÍLOHY	73

ÚVOD

V současnosti jsou lidé zahrnováni velkým množstvím informací, které nedokáží adekvátně vyhodnocovat, neboť obsahují velké množství proměnných informací. Největším tlakům jsou vystavováni manažeři, kteří zastávají vedoucí pozice a musí dělat důležitá rozhodnutí, která ovlivňují chod firmy nejen v současnosti, ale i v dlouhodobém horizontu. Správné rozhodnutí v správný čas je alfou a omegou celého podnikání, neméně podstatné je v případě rozhodování o investicích. Některé parametry nejsou měřitelné či mají vysokou míru neurčitosti, je tedy nezbytné je definovat kvalitativně, což v případě vyhodnocování přináší při použití běžných metod nemalé potíže. V těchto případech je možné použít pokročilých systémů umělé inteligence, jako jsou genetické algoritmy, neuronové sítě či fuzzy logika. Rozhodovací modely s využitím fuzzy logiky mají široké využití, jedním z nich je i hodnocení investic.

Diplomová práce se zabývá návrhem a tvorbou dvou fuzzy inferenčních systémů, jenž vyhodnocujících investice, a to pro zvolenou firmu. Modely jsou vytvořeny v prostředí MS Excel a MATLAB. Práce je rozdělena do několika částí, nejdříve jsou uvedeny teoretické podklady a popis společnosti, následuje vlastní návrh a ověření funkčnosti na reálných příkladech. V závěru je zhodnocení přínosu vytvořených modelů pro vybranou firmu.

1 VYMEZENÍ CÍLE A METODIKA PRÁCE

Kapitola se zabývá hlavním cílem práce, a dále pak i dílčími podcíli, jichž by mělo být touto prací dosaženo. V další části je uvedena metodika, která byla při tvorbě práce použita, a bylo možno dosáhnout stanovených cílů.

1.1 Cíl

Cílem práce je navrhnout a následně i vytvořit dva rozhodovací systémy, jež budou vyhodnocovat investice. Modely budou fungovat na umělé inteligenci, přesněji na fuzzy logice, která využívá přiřazování vah jednotlivým atributům kritérií a výpočtu pomocí skalárního součinu. Vytvořené systémy by měly být podpůrným nástrojem při rozhodování o investici ve zvolené společnosti.

Dílčích cílů je několik, první z nich je provedení teoretického popisu základních pojmů a principů fuzzy logiky, které budou uvedeny v kapitole Teoretická východiska práce. Dalším cílem je popsání programů a jazyku, jenž budou při tvorbě modelů použity, a dále pak uvedení základních informací o společnosti, pro niž byla tato diplomová práce napsána. Posledním cílem je použití vytvořených systémů na vyhodnocení vybraných příkladů na ověření funkčnosti a doporučení, který z příkladů nejvíce vyhovuje požadavkům firmy.

1.2 Metodika

Tvorba správného modelu se neobejde bez konzultace s firmou, pro niž je systém určen. Pomocí vzájemného dialogu je možné definovat kritéria, která ovlivňují rozhodování o investici. Na základě získaných informací je možné navrhnout oba rozhodovací systémy, které budou pracovat na principech fuzzy logiky. Modely budou vyhodnocovat investici dle kritérií a preferencí, které byly zvoleny firmou při osobní konzultaci.

První systém bude vytvořen pomocí programu Microsoft Excel, v kterém lze vytvářet procedury za pomoci programovacího jazyka VBA. Druhý model bude zhotoven v programu MATLAB, přesněji v její nadstavbě Fuzzy Logic Toolboxu. Oba systémy budou založeny na principech fuzzy logiky. Následně bude vybráno pět vzorových příkladů, které budou demonstrovat funkčnost obou systémů. Na závěr budou porovnány výsledky z obou programů a vyhodnocení, která ze zadaných vzorových investic nejvíce splňuje požadavky společnosti.

2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Teoretické znalosti dané problematiky jsou základem pro tvorbu vlastního návrhu. Kapitola se zaměří na znalosti ze tří oblastí. První část bude věnována fuzzy logice, kde bude popsána funkce členství, operace s fuzzy množinami a proces fuzzy zpracování a tyto poznatky budou demonstrovány na příkladu. Druhá část bude popisem postupu návrhu fuzzy modelu pomocí programu Microsoft Excel a prostředí VBA. Poslední část se zaměří na zpracování problematiky pomocí programu MATLAB, přesněji v modulu Fuzzy Logic Toolbox a prostředí GUI.

2.1 Fuzzy logika

Za zakladatele teorie fuzzy logiky a fuzzy množin je považován Lotfi Askar-Zadeh, který publikoval článek s modifikovanou teorií množin, tzv. teorii fuzzy množin. Fuzzy logika spočívá v možnosti věci popisovat nejen číselnými hodnotami, ale i slovně. Důvodem zavedení lingvistických proměnných je možnost vyjadřovat zkušenosti, požadavky či nejednoznačné hodnoty. Například teplotu vody je možno definovat stupni Celsia, zároveň však i lingvistickými proměnnými, například jako voda studená, vlhá, horká, vařící. Fuzzy logika tak rozšiřuje logické operátory a to z dvouhodnotové na vícehodnotové. Slovo „fuzzy“ je možno chápat například jako mlhavý, vágní či neostrý. [1][2]

Správný inženýrský přístup při řešení úloh spočívá ve vyhodnocování všech informací, které jsou k dispozici. V praxi se údaje častokrát prezentují mlhavými pojmy, proto se objevily nové přístupy tzv. inteligentní přístupy. [3]

Principy fuzzy logiky se v současnosti používají v mnoha oblastech. Ve vedení firmy se používá na vyhodnocování investic, v oblasti elektrotechniky ve fotoaparátech, kde je používána k rychlému zaostřování či v nových pračkách na měření nečistoty ve vodě a následné regulaci vody. V ekonomii pak na predikci časových řad na kapitálových trzích. [4]

2.2 Fuzzy množina

Základním pojmem je fuzzy logiky je fuzzy množina. Teorie množin ostře rozlišuje, jestli daný prvek do množiny patří či nikoliv, což je patrné ze zápisu dvouprvkové množiny $\{0,1\}$. Teorie fuzzy množin však na prvek pohlíží z pohledu jistoty či nejistoty k příslušnosti množině. Hodnoty nabývají hodnot z intervalu $\langle 0,1 \rangle$ a určují míru příslušnosti k dané množině, přičemž prvek s hodnotou 0 do množiny nepřísluší a prvek s hodnotou 1 přísluší. Z toho je patrné, že ke každé proměnné je přiřazovaná váha, jež do modelu vstupuje. [1]

2.3 Funkce členství

Funkce členství se zobrazuje graficky a má několik obvyklých tvarů – tvar Λ , tvar Π , tvar S a tvar Z. Každý tvar má určitý průběh, který určuje i například pružnost vyhodnocování daného modelu. Průběhy jednotlivých funkcí členství jsou na obrázku č. 1. [1]



Obrázek 1 Tvary funkce členství (Zdroj: [1])

Stejně jako u klasických množin lze s fuzzy množinami dělat klasické operace – průnik, sjednocení a doplněk, avšak zápis i grafické zobrazení vypadají odlišně. Jednotlivé operace budou zobrazeny za pomoci fuzzy množin A a B. Základními matematické operace jsou uvedeny pod vzorci 2.1 – 2.4, přičemž vzorec 2.1 odpovídá sčítání, vzorec 2.2 odpovídá odčítání, vzorec 2.3 odpovídá násobení a vzorec 2.4 odpovídá dělení.[4]

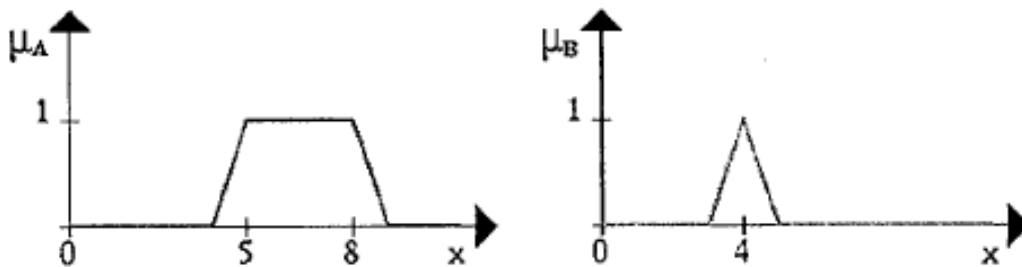
$$[a,b] + [c,d] = [a+c, b+d] \quad (2.1)$$

$$[a,b] - [c,d] = [a-d, b-c] \quad (2.2)$$

$$[a,b] * [c,d] = [\min(a*c, a*d, b*c, b*d), \max(a*c, a*d, b*c, b*d)] \quad (2.3)$$

$$[a,b] / [c,d] = [\min(a/c, a/d, b/c, b/d), \max(a/c, a/d, b/c, b/d)] \quad (2.4)$$

Jednotlivá pravidla se dají zobrazit i graficky. Fuzzy množiny použité pro ukázkou jednotlivých operací jsou fuzzy množina A a fuzzy množina B, které jsou zobrazeny na obrázku č. 2.



Obrázek 2 Grafické znázornění fuzzy množin A a B (Zdroj: [5])

Jestliže fuzzy množiny jsou definované jako A a B, potom fuzzy průnikem těchto dvou množin je fuzzy množina se vzorcem (2.5). Grafické znázornění je na obrázku č. 3.

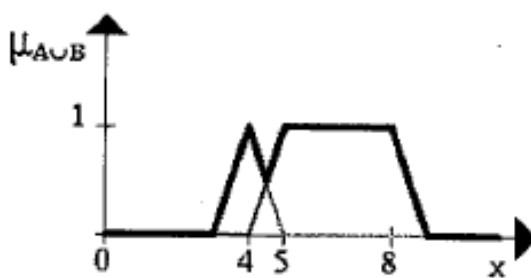
$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad (2.5)$$



Obrázek 3 Grafické znázornění průniku fuzzy množin A a B (Zdroj: [5])

Obdobně je tomu i u sjednocení. Jsou množiny A a B, fuzzy sjednocením těchto dvou množin je fuzzy množina se vzorcem (2.6). Grafické znázornění je na obrázku č. 4.

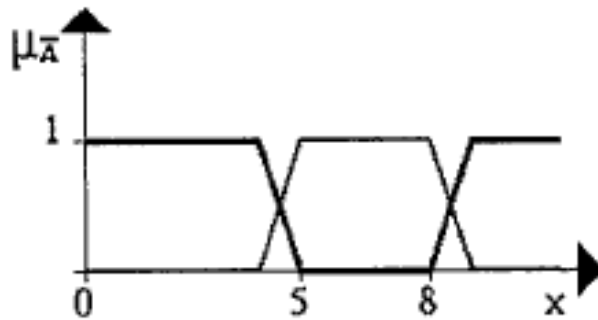
$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad (2.6)$$



Obrázek 4 Grafické znázornění sjednocení fuzzy množin A a B (Zdroj: [5])

Poslední operací s fuzzy množinou je doplněk. Fuzzy sjednocením množiny A a B vznikne fuzzy množina se vzorce (2.7) Grafické znázornění je na obrázku č. 5.

$$\mu'_A(x) = 1 - \mu_A(x). \quad (2.7)$$



Obrázek 5 Grafické znázornění doplňku fuzzy množin A a B (Zdroj: [5])

2.4 Proces zpracování fuzzy množin

Zpracování fuzzy logiky je nezbytné vnímat ve dvou rovinách, a to numerické a lingvistické. První rovina zajišťuje spojení s okolím a druhá umožňuje výpočet pomocí vnitřních zákonitostí fuzzy logiky

Proces vyhodnocení pomocí fuzzy logiky je realizován pomocí tří základních kroků, které na sebe navazují. Prvním krokem je fuzzifikace, následuje fuzzy inference a na závěr defuzzifikace. Celý proces je znázorněn na obrázku č. 6.



Obrázek 6 Fungování fuzzy systému (Vlastní zpracování)

Nejprve jsou hodnoty převedeny na fuzzy hodnoty vstupu, čili na fuzzy množiny, což je nazýváno jako fuzzifikace. fuzzy inference je jádrem celého systému, kdy k vyhodnocení dochází za pomoci báze pravidel. Poslední částí je defuzzifikace, kdy je výsledek převeden na ostrou výstupní hodnotu. Jednotlivé kroky budou podrobněji popsány v následující části. [6]

2.4.1 Fuzzifikace

V první části se normalizují vstupy, čili reálné proměnné a transformují se do lingvistických hodnot neboli do oboru hodnot funkcí příslušnosti. Popis fuzzy množiny se realizuje za pomoci matematické funkce, která se nazývá funkcí členství, jež určuje stupně členství atributů v množině. Doporučuje se používat tři až sedm atributů proměnné pro každé kritérium.[1]

2.4.2 Fuzzy inference

Druhým krokem je fuzzy inference, kde se operuje s fuzzy množinami (viz kapitola 2.3) a definuje chování systému za pomoci pravidel. Pravidla jsou podmínkové věty, které se běžně používají v programovacích jazycích a vyhodnocují stav vložené proměnné. Pravidlo má tvar vzorce (2.8), přičemž AND se může nahradit spojkou OR. [4]

$$\langle \text{If} \rangle \text{Input}_1 \langle \text{And} \rangle \text{Input}_2 \dots \langle \text{Or} \rangle \text{Input}_n \dots \langle \text{Then} \rangle \text{Output}_1 \langle \text{Weight} \rangle \quad (2.8)$$

Kombinace proměnných v podmínkových větách dává dohromady pravidla, kterými se daný systém při výpočtu řídí, přičemž každému pravidlu je nutné přiřadit i váhu, s níž bude do modelu vstupovat. Samotná pravidla pak představují expertní systém, který je tvořen pravidly, jež si tvoří každý uživatel sám.[5]

Výsledkem tohoto kroku je jazyková proměnná. Cena nabývajících atributů „příliš levný“, „levný“, „normální“, „drahý“ a „předražený“ může vést k výsledku „koupit“, „zajímat se o produkt“ nebo „nekupovat“.[1]

2.4.3 Defuzzifikace

Výsledkem fuzzy inference je soubor funkcí příslušnosti pro jednotlivé případy výstupních lingvistických proměnných. K těmto proměnným je třeba přiřadit zpět

reálnou hodnotu, kterou může prezentovat lingvistická proměnná. Výstup by měl co nejvíce reprezentovat výsledek fuzzy výpočtu. [4]

2.5 Zpracování fuzzy logiky pomocí programu Microsoft Excel

Microsoft Excel je tabulkový editor od společnosti Microsoft, jenž umí ukládat, zpracovávat a analyzovat data různých formátů. Práce v sešitu Microsoft Excel je zjednodušená přednastavenými funkcemi a vzorci, které jsou uživateli k dispozici. Dále pak lze použít Visual Basic pro tvorbu maker a vytváření vlastních vzorců. Tento software je mezi uživateli všeobecně známý, proto byl použit pro tvorbu jednoho z modelů.[7]

2.5.1 Postup zpracování

Při zpracování fuzzy logiky pomocí programu Microsoft Excel je nejdříve nutné sestavit čtyři matice, a to popis transformační matice, transformační matici, stavovou matici a retransformační matici. Záhloví všech tabulek jsou identická, avšak obsah se mění. Popisná transformační matice slouží k setřídění atributů jednotlivých kritérií, transformační a stavová matice slouží k výpočtu dané investice a retransformační matice k interpretaci výsledků. Celý postup bude demonstrován na příkladu, kdy bude rozhodováno o půjčce.

2.5.2 Transformační matice

Tabulka Popis transformační matice obsahuje jednotlivá kritéria a jejich atributy. Ukázka této tabulky je na fiktivním příkladu půjčky, kdy vstupem do modelu jsou dvě kritéria, a to plat a vzdělání. Pro plat byly určeny atributy „Nízká“, „Normální“ a „Vysoká“, pro vzdělání poté „Základní“, „Středoškolské“ a „Vysokoškolské“.

Samotná Transformační matice pak obsahuje kritéria s vahou jednotlivých atributů, čili každému atributu byla přiřazena hodnota, která přiřazuje dané lingvistické

proměnné hodnotu. Tabulka č. 1 ilustruje jednu z možností, jak sestavit transformační matici.

Tabulka 1 Transformační matice – příklad (Vlastní zpracování)

Plat		Vzdělání	
Nízký	3	Základní	1
Normální	5	Středoškolské	6
Vysoký	10	Vysokoškolské	10

Z tabulky je patrné, že je tlak na co nejvyšší vzdělání a plat, jenž zajistí bezproblémové splacení dluhu. Poměr byl zvolen pro lepší přehlednost ve výpočtu, který bude ukázán v další části.

2.5.3 Stavová matice

Stavová matice je sestavována pro konkrétní případ, přičemž hodnoty odpovídají jednotlivým parametrům vyhodnocované půjčky. V daném případě se do tabulky zapisují nuly a jedničky, a to dle toho, zda byla varianta zvolena či nikoliv. Pro správnou funkčnost modelu je nutné, aby každý sloupec obsahoval pouze jednu jedničku, a ostatní řádky musí být nulové. Pro lepší znázornění bude příklad ilustrován na dvou zájemcích. Příklad stavové matice pro daný příklad je v tabulce č. 2.

Tabulka 2 Stavová matice - příklad (Vlastní zpracování)

Plat	Zájemce 1	Zájemce 2
Nízký	0	0
Normální	1	1
Vysoký	0	0

Vzdělání	Zájemce 1	Zájemce 2
Základní	0	0
Středoškolské	1	0
Vysokoškolské	0	1

Po definování transformační a stavové matice následuje výpočet. Kalkulace je realizována za pomoci skalárního součinu hodnot. Z tabulek lze vyčíst, že zájemce č. 1 má normální plat a středoškolské vzdělání. Zájemce č. 2 má normální plat a je vysokoškolsky vzdělaný. Výpočty vypadají následovně:

$$\text{Body (zájemce č. 1)} = 3*0 + 1*5 + 0*10 + 0*1 + 6*1 + 0*10 = \underline{11}$$

$$\text{Body (zájemce č. 2)} = 3*0 + 1*5 + 0*10 + 0*1 + 6*0 + 1*10 = \underline{15}$$

Výsledek je v některých případech potřeba převést na procentuální vyjádření. Vzhledem k tomu, že škála hodnocení nezačíná od nuly, ale od jedničky, je nutné i tuto skutečnost zohlednit i ve výpočtu. Procentuální vyjádření je podíl výsledného skóre, od kterého je odečtená suma minimálních hodnot lomeno rozdílem maximální a minimální sumy krát sto. Kalkulace daného příkladu je následující:

$$\% \text{ vyjádření (zájemce č. 1)} = (11-4)/(20-4)*100 = 43,75$$

$$\% \text{ vyjádření (zájemce č. 2)} = (15-4)/(20-4)*100 = 68,75$$

Procentuální vyjádření je pro uživatele přijatelnější, neboť ukazuje splnění požadavku lépe než bodové hodnocení. Jak je vidět z bodového i procentuálního vyjádření, lepší hodnocení má zájemce č. 2.

2.5.4 Retransformační matice

Na závěr se definuje retransformační matice. V ní jsou uvedeny lingvistické hodnoty a k nim přiřazené procentuální intervaly, výsledek vždy spadne do jednoho z intervalu. Ukázka retransformační matice pro příklad je uveden v tabulce č. 3.

Tabulka 3 Retransformační matice – příklad (Vlastní zpracování)

Půjčka	% vyjádření
Přidělit	76-100
Uvažovat o přidělení	51-75
Nepřidělit	0-50

Z tabulky lze vyčíst, že je potřeba dosáhnout skóre minimálně 50%, aby byl zájemce zařazen do kategorie „Uvažuje se o přidělení“ a minimálně 75% na zařazení do kategorie „Přidělit“. Zájemce č. 1 by v daném případě byl zařazen do kategorie „nepřidělit“ a zájemce č. 2 do kategorie „Uvažovat o přijetí“.

2.6 VBA v Microsoft Excel

VBA neboli Visual Basic for Application je programovací jazyk určený pro programy z balíku Microsoft Office. Syntaxe je ve všech programech téměř identická, liší se pouze objektové jádro. Pomocí VBA se píšou skripty, jež mohou usnadnit, zrychlit a zautomatizovat práci, jedná se tedy o úkony opakující činnosti, které lze zapsat pod jedno tlačítko. Daná práce pak může být vykonána během několika sekund. Jazyk není nikterak náročný, se základními znalostmi anglického jazyka a základů programování se lze naučit v řádech týdnů až měsíců. Pomocí kódu VBA lze tvořit formuláře, cykly a funkce, není tedy problém vytvořit i jednoduché aplikace. [7]

Pro tuto práci je nejdůležitější možnost tvorby formulářů. Pro spuštění VBA je nutné mít otevřen v pásu karet vývojář, což je část určená pro tvorbu skriptů. Při vytváření formuláře se uplatňuje technika Drag and Drop, což je umísťování ovládacích prvků. Základními ovládacími prvky, které může uživatel ve formuláři použít, je zaškrtačací políčko, pole se seznamem, příkazovací tlačítko, rámeček, seznam nebo textové pole.[8]

Nespornou výhodou VBA je, že je součástí MS Excel. Uživatel tak stačí pouze zakoupit licenci na daný program. Další výhodou je vytváření skriptu už při umísťování tlačítek. Skript následně uživatel upraví podle své potřeby. Nevýhodou je velká popisnost jazyka, což má za následek velký počet znaků kódu

než jiné jazyky, oproti tomu je snadněji čitelný, protože je psán anglicky. Ochuzen je jazyk také o možnost exportu souboru do formátu .exe aplikace. [8]

2.7 Zpracování fuzzy logiky v programu MATLAB

MATLAB je interaktivní programovací prostředí, které je vhodné pro programování, inženýrské výpočty, modelování, simulování a vizualizaci. Základním používaným prvkem je matice. Program je možné rozšířit o takzvané toolboxy, což jsou knihovny funkcí. Příkladem je Statistics Toolbox, Database Toolbox, Financial Toolbox, Neural Network Toolbox, Genetic Algorithm and Direct Search Toolbox a další.[9]

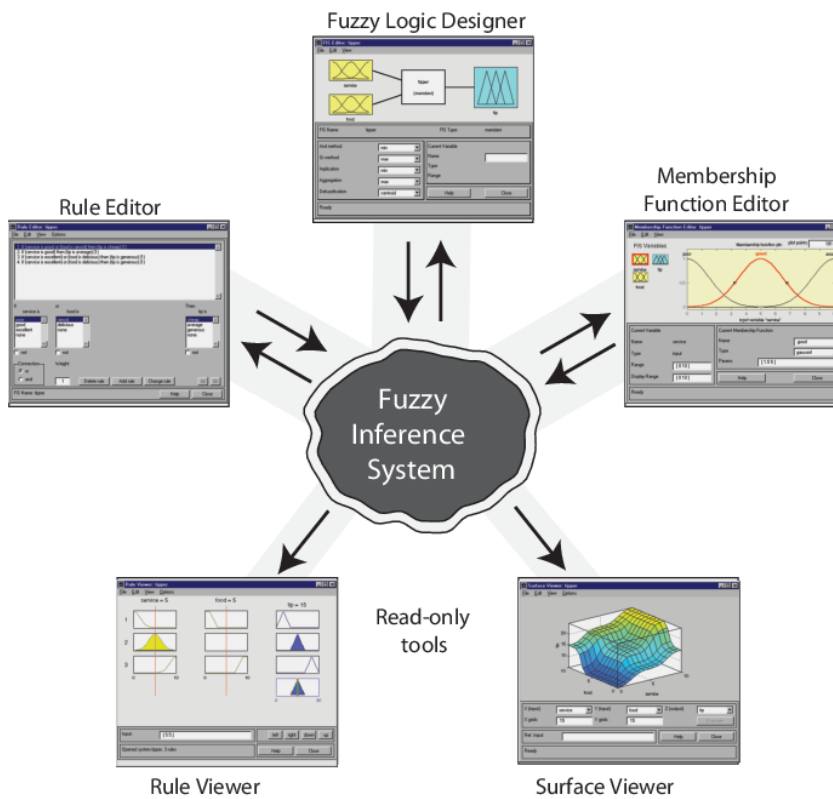
Vytvořené skripty se ukládají do tzv. M-souborů. Každý skript může fungovat na jiném principu, některé jsou určeny pro jednoduché matematické výpočty, jiné jako zdrojový kód pro formulář. V rámci práce budou vytvořené skripty obsahující kód pro systém založený na fuzzy logice, a to za pomoci Fuzzy Logic Toolboxu. Dále pak bude napsán skript pro vyvolání formuláře, který zároveň bude vyhodnocovat investici a následně zobrazí i výsledek. [4]

2.7.1 Fuzzy Logic Toolbox

Fuzzy toolbox se aktivuje v Command Window za pomoci příkazu „fuzzy“. Nadstavba MATLABU se skládá z pěti částí, které jsou dynamicky propojeny, takže změna v jednom z rozhraní se automaticky promítne do všech ostatních interface. Fuzzy systém se ukládá do souboru s koncovkou .fis.

Základem toolboxu jsou tři editory sloužící k nastavení fuzzy systému, tvorbě funkcí příslušnosti a bázi znalostí a dva prohlížeče určené pouze k vizualizaci výsledků. Jednotlivé části Fuzzy Logic Toolboxu jsou Editor fuzzy inferenčního systému (FIS), Editor vstupních a výstupních funkcí příslušností (Membership Function Editor), Editor báze inferenčních pravidel (Rule Editor), Prohlížeč inferenčního mechanismu (Rule Viewer) a Prohlížeč závislostí výstupních a vstupních proměnných

(Surface View). Pro úplnost je přiložen obrázek č. 7, který zobrazuje nadstavbu s propojením jednotlivých uvedených částí. [10]



Obrázek 7 Jednotlivé části Fuzzy Logic Toolboxu (Zdroj: [11])

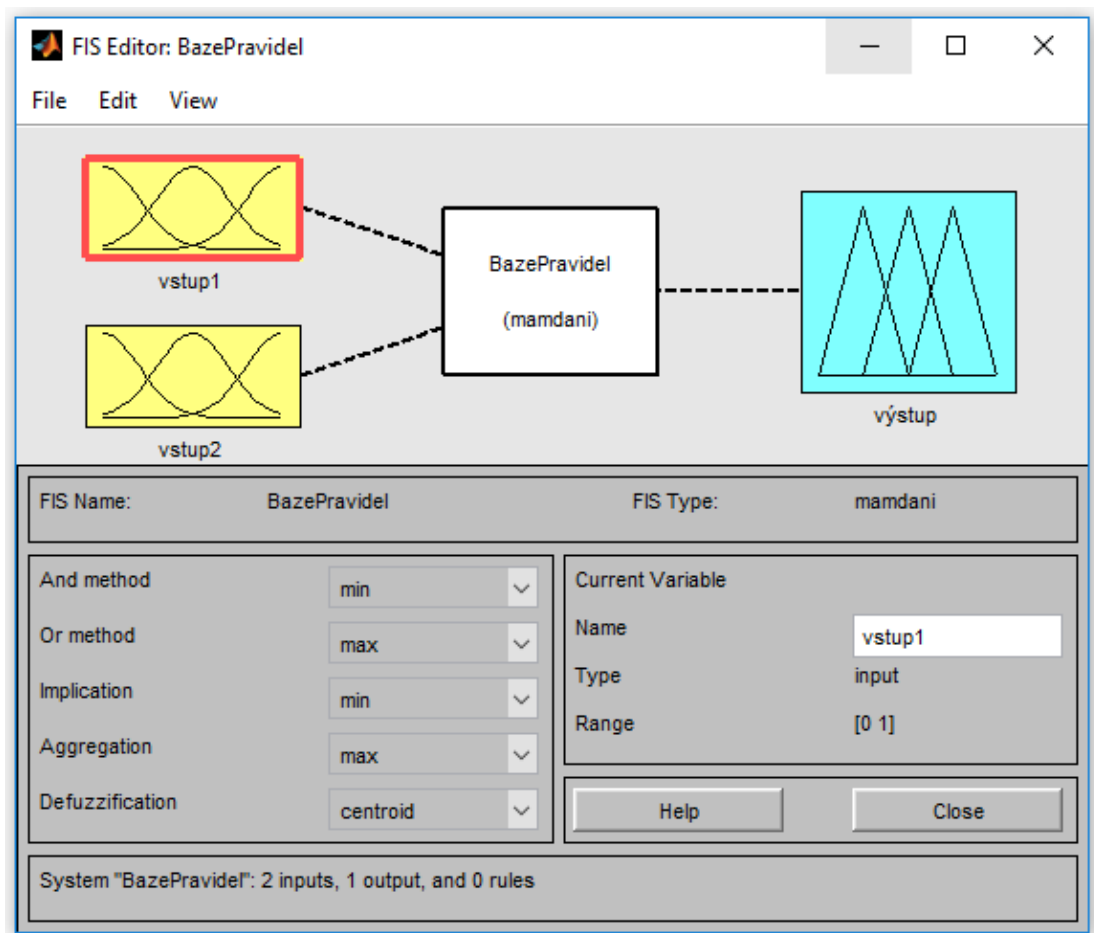
Fuzzy inferenční systém spolupracuje pouze s editory, kdy dochází k vzájemné interakci a viewery jsou určeny pouze pro čtení. Podrobnější popis části je uveden dále.

2.7.2 Editor fuzzy inferenčního systému (FIS Editor)

Editor je určen k návrhu základního fuzzy systému, z kterého se dále odvozuje výpočet a struktura celého systému. Menu umožňují ukládání, editaci a volání fuzzy systému. Typ fuzzy inferenčního systému je možné změnit v nabídce File. Primárně je nastaven fuzzy model na Mamdani typ, který lze změnit na Sugeno typ. Charakteristické pro Mamdani typ je výstup v podobě fuzzy množiny, větší výpočetní zátěž a vhodnost pro lidský vstup. Naproti tomu typ Sugeno má výstup v podobě

konstantního či lineárního matematického vyjádření, větší výpočetní efektivnost a vhodnost použití v matematické analýze. [4]

Pro tvorbu systému je nejdůležitější položka Edit, kde si uživatel může navolit počet vstupních a výstupních proměnných. Jednotlivé inputy a output je možné přejmenovat. Toto menu sjednocuje jednotlivé části, uživatel se tedy odsud dostane na jednotlivé vstupy a výstup, do pravidel báze znalostí i jejich grafického zobrazení. Editor fuzzy inferenčního systému je zobrazen na obrázku č. 8. [5]



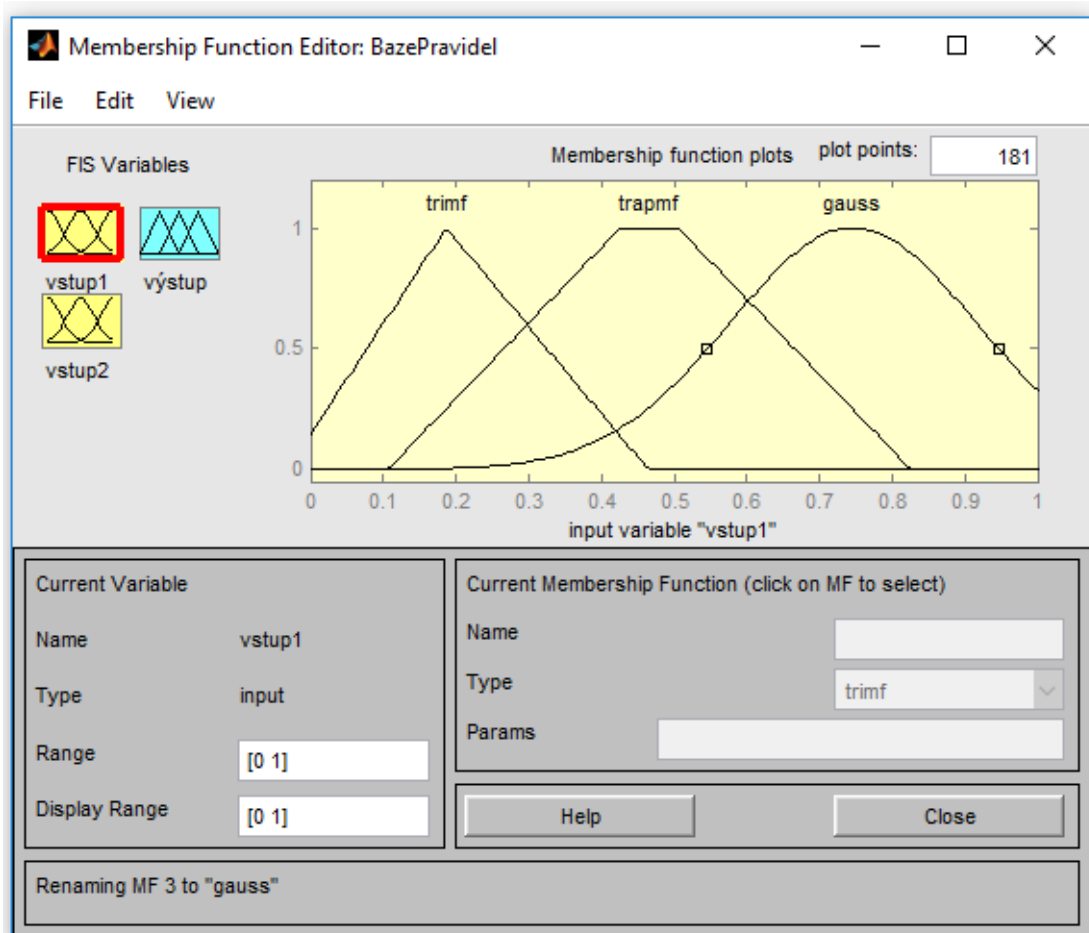
Obrázek 8 Fuzzy Inferenční systém Editor – příklad (Vlastní zpracování)

2.7.3 Editor vstupních a výstupních funkcí příslušností (MF Editor)

Editor vstupních a výstupních funkcí příslušností, anglicky Membership Function Editor, se aktivuje za pomoci zkratky *Ctrl+2* nebo dvojklikem na vstupní či výstupní

proměnnou. V levé horní části sloupečku jsou uvedeny FIS Variables, které prezentují jednotlivé vstupní a výstupní proměnné. Po kliknutí na daný box proměnné se vybraný vstup/výstup aktivuje a označí se po obvodu červenou barvou. V okně Membership function se zobrazí průběhy funkcí příslušnosti s parametry a jmény proměnných. [1]

U jednotlivých funkcí členství se dá změnit název a typ. Mimo to může uživatel změnit rozsah daného vstupu nebo výstupu. Nejčastěji používané tvary členství jsou trimf (tvar Λ) nebo trapmf (tvar Π), popřípadě gaussmf (hladká funkce), avšak program nabízí celou řadu dalších tvarů. Membership function editor a různé typy funkce členství jsou zobrazeny na obrázku č. 9. [4]



Obrázek 9 Membership Function Editor– ukázka (Vlastní zpracování)

2.7.4 Editor báze inferenčních pravidel (Rule Editor)

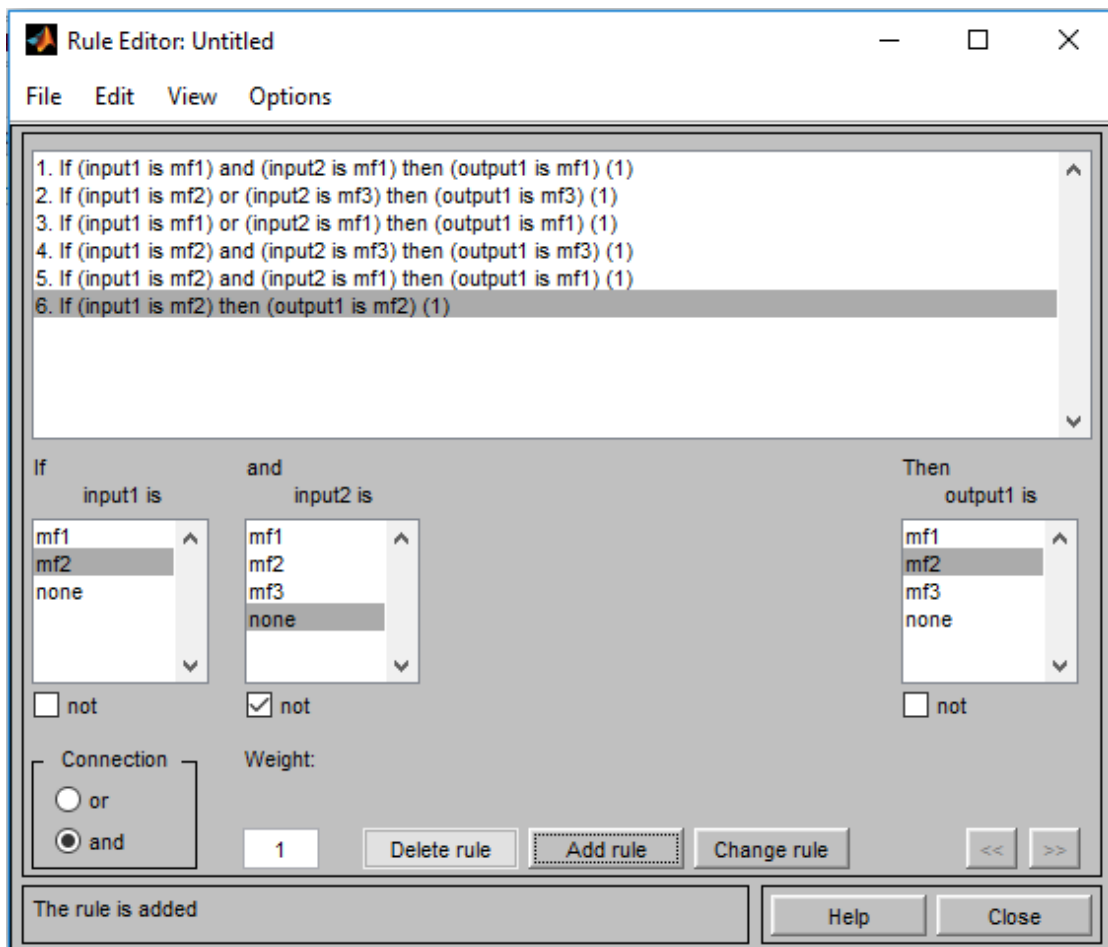
Editor se aktivuje za pomoci zkratky *Ctrl+3* nebo ve FIS menu v záložce View – Edit Rules. V této části uživatel definuje bázi pravidel, která se sestavují z lingvistických proměnných uvedených v MF Editoru, logických operátorů a vah. Tvorba pravidel je v plné kompetenci programátora, který určí jednotlivé kombinace proměnných a konečné vyhodnocení. Výsledek je tak ze značné části ovlivněn tím, jak programátor navolí jednotlivá pravidla. Báze by měla pokrývat všechny kombinace vstupních proměnných. [5]

Pravidla jsou psána ve tvaru podmínkové vět:

$$\langle \text{If} \rangle \text{ vstup } 1 \langle \text{and / or} \rangle \text{ vstup } 2 \dots \langle \text{then} \rangle \text{ výstup } 1 \langle \text{váha pravidla} \rangle z \quad (2.9)$$

Konečné pravidlo je do báze přidáno tlačítkem „Add rule“. Dále pak jsou možné použít tlačítka „Delete rule“ na odebrání pravidla a „Change rule“ na změnu pravidla. Ze syntaxe je patrné, že pokud nastane stav vstupu 1, vstupu 2, ..., vstupu n, potom je daný výsledek Vstupem 1 a vahou pravidla z, kde z leží v intervalu $\langle 0,1 \rangle$ a n nabývá hodnot $\langle 0,\infty \rangle$. Samotná pravidla jsou bázi znalostí a prezentují expertní systém. [1][5]

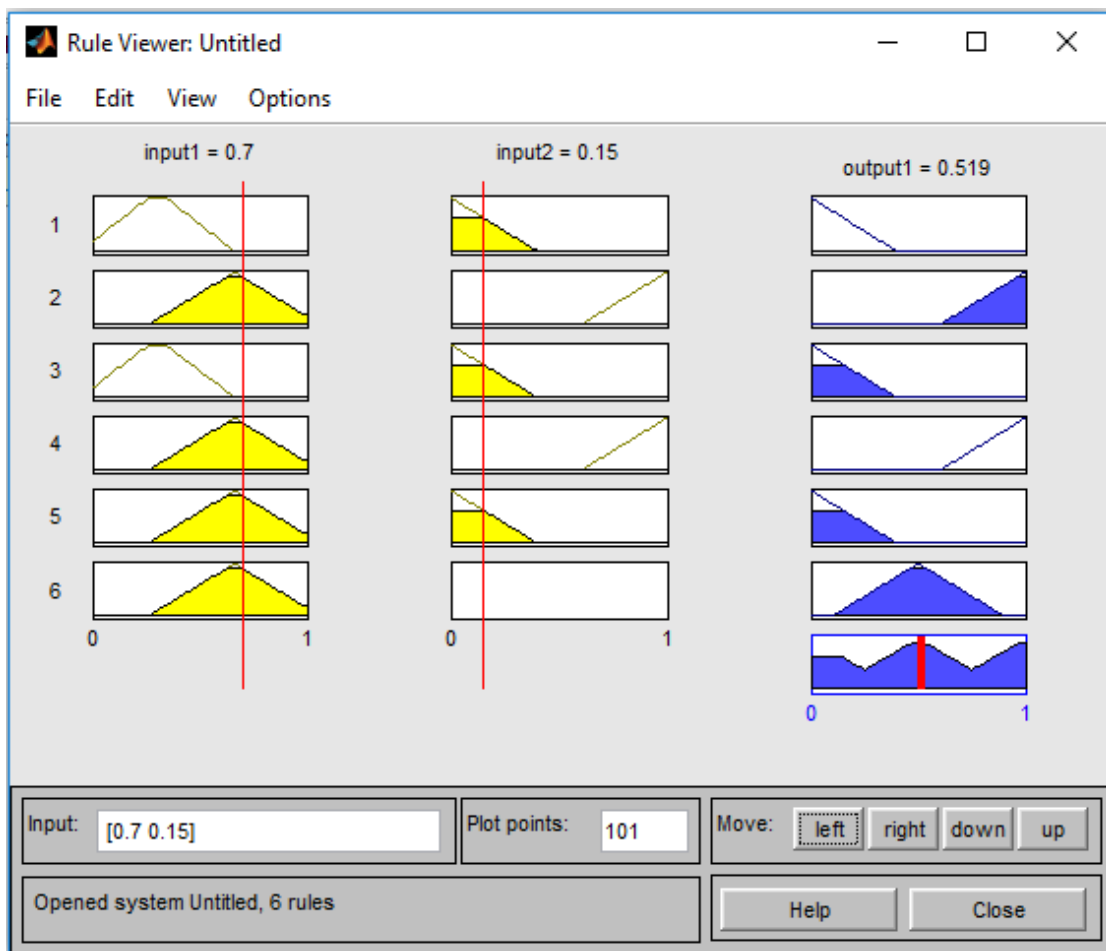
Pokud uživateli nevyhovuje toto zobrazení, může si přepnout zobrazení na indexové, symbolické či používat verbální. Naplnění báze pravidel může být provedeno i ručně. Stačí otevřít daný .fis soubor a vytvořená pravidla nakopírovat do příslušné části daného souboru. Pravidla musí mít správnou syntaxi, jinak se fuzzy systém při příštím otevření nenačte. Rule editor je zobrazen na obrázku č. 10.



Obrázek 10 Rule Editor - ukázka (Vlastní zpracování)

2.7.5 Prohlížeč inferenčního mechanismu (Rule Viewer)

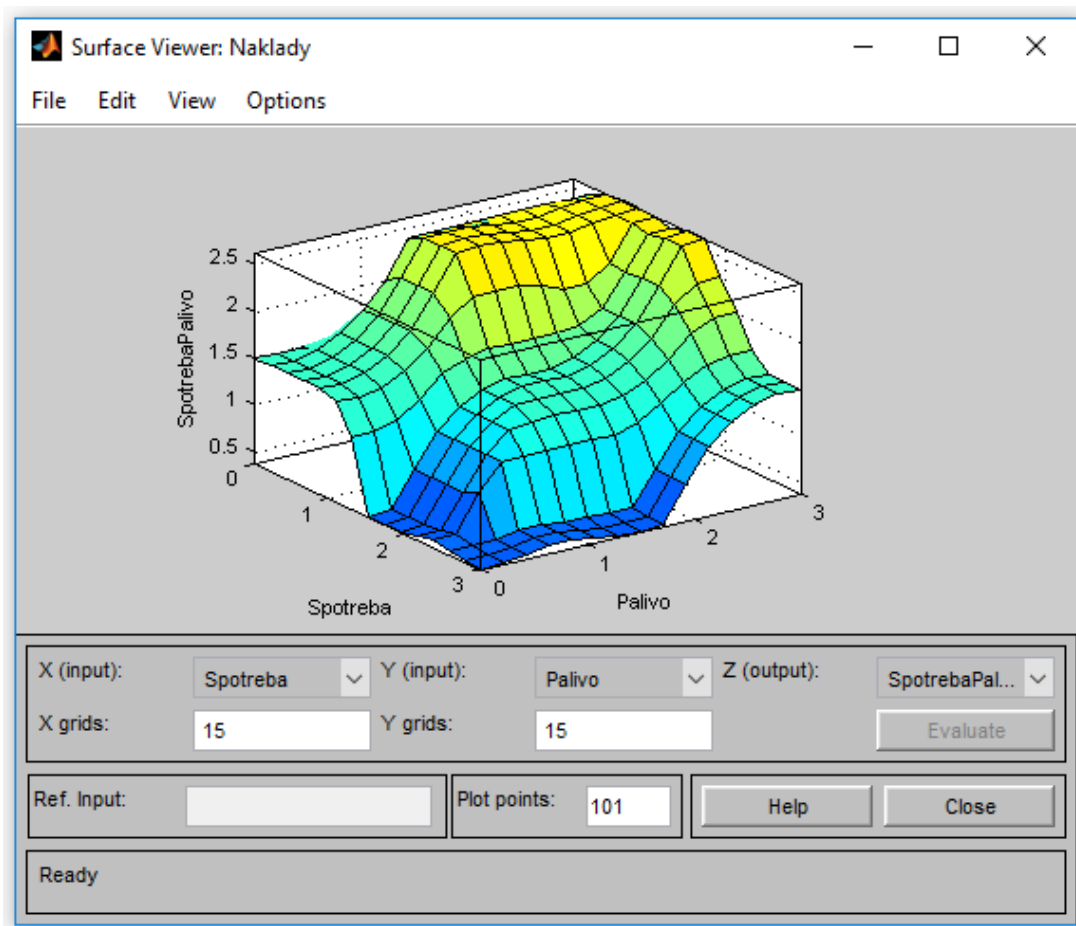
Grafické zobrazení inferenčního procesu se aktivuje ve FIS editoru v záložce View - Rule Viewer nebo klávesovou zkratkou Ctrl+5. Nástroj zobrazuje všechny vstupní i výstupní proměnné, tvary funkcí příslušnosti vstupů a výstupů včetně inference, jež zobrazují míru vstupů na výstupu. Vstupy definuje uživatel buď číselně v oknu Input nebo pomocí červeného kurzoru. Vyhodnocení zvolené kombinace se promítne ve sloupečku Output. [1][5]



Obrázek 11 Prohlížeč inferenčního mechanismu - ukázka (Vlastní zpracování)

2.7.6 Prohlížeč závislostí výstupních a vstupních proměnných (Surface View)

Grafické zobrazení závislosti výstupních a vstupních proměnných se vyvolá pomocí záložky View - Surface Viewer nebo klávesovou zkratkou Ctrl + 6, a to z FIS Editoru. Tato součást Fuzzy Logic Toolboxu je grafické zobrazení vstupních hodnot na výstupu v trojrozměrném grafu. Pokud je více vstupu či výstupů, je možné je promítnout do grafu a to z rozevíracího seznamu pod grafem. [5]



Obrázek 12 Surface Viewer - ukázka (Vlastní zpracování)

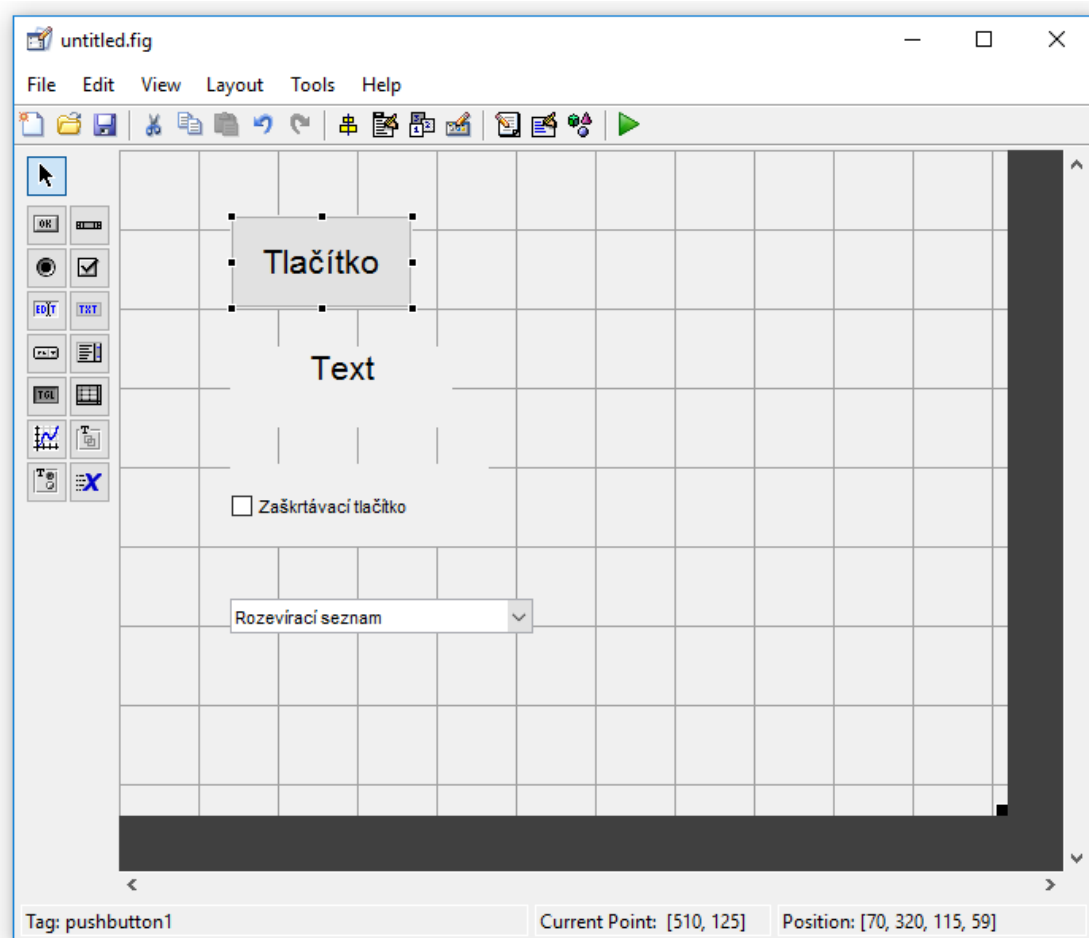
2.8 Graphical User Interface (GUI)

GUI neboli Graphic User Interface je zabudované prostředí v MATLABu, jenž umožňuje tvorbu formuláře. Tato funkcionlita se skrývá pod ikonou GUIDE v MATLAB Toolbaru, popřípadě se dá vyvolat pomocí příkazu „guide“ nebo v New - GUI. Uživatel si následně vybírá mezi novým a již vytvořeným GUI. GUI je v další části této práce použit pro tvorbu formuláře, proto následuje krátký popis prostředí a tvorby.

Při otevření editoru GUI se zobrazí prázdná plocha, kam se vkládají ovládací prvky, které jsou umístěné v levé části pracovní plochy. Ovládací prvky jsou totožné jako v MS Excel, avšak mají jiné pojmenování. Příkladem je rozevírací seznam, jenž je v rámci MATLABu nazýván pop-upmen. Při tvorbě formuláře se taktéž používá

technika Drag and Drop. Jednotlivé vložené prvky se dají dále editovat po dvojkliku, který zobrazí vlastnosti daného prvku. Samozřejmostí je změna barvy, fondu, textu. Do seznamu se položky nahrávají ručně.[9]

Skript se podobně jako v MS Excel tvoří z větší části sám při tvorbě formuláře. Kód se zaznamenává do m-file souboru v umístění zvoleném uživatelem. Samotný formulář má koncovku .fig, což je totožný název s m-filem souboru. Ukázka prostředí GUI je na obrázku č. 13.



Obrázek 13 Ukázka Graphical User Interface s prvky (Vlastní zpracování)

3 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

Kapitola bude popisem současného stavu firmy, pro niž byla tato diplomová práce určena. V první části budou uvedeny základní informace o společnosti, oblast podnikání a prodávané výrobky. Následně bude uvedena organizační struktura společnosti. Zároveň bude i uvedeno, jaký a jestli vůbec společnost vlastní systém na podporu rozhodování.

3.1 Základní údaje o společnosti



Obrázek 14 Logo společnosti Mertlík, spol. s r. o. (Zdroj:[12])

Obchodní firma:	Mertlík, společnost s ručením omezeným
Sídlo společnosti:	Křovice 64, 518 01 Dobruška
Datum vzniku:	4. 5. 1995
Identifikační číslo:	63218607
Právní forma:	společnost s ručením omezeným
Rejstříkový soud:	Krajský soud Hradec Králové
Spisová značka:	Oddíl C, vložka č. 7904
Telefon:	+420 494 623 450
Fax:	+420 494 623 450
E-mail:	mertlik.dobruska@tiskali.cz

Společnost Mertlík, spol. s r.o. je regionální firma v královehradeckém kraji, která působí na trhu nepřetržitě od založení v roce 1995. Původně byla společnost

ve vlastnictví tří společníků, avšak krátce po založení dva z vlastníků z firmy odešli a jediným jednatelem tak zůstala p. Anna Mertlíková. Základní kapitál má hodnotu 100 000 Kč. Roční obrat činí 3 mil. Kč ročně. Společnost zaměstnává 7 zaměstnanců, jež mají dlouholetou praxi v daném oboru. Velkoobchod sídlí v rodinném domě v obci Křovice, sklad se nachází ve vedlejší budově. Kamenný obchod firma neprovozuje, neboť jak bylo výše uvedeno, neprodává koncovým zákazníkům. [13]

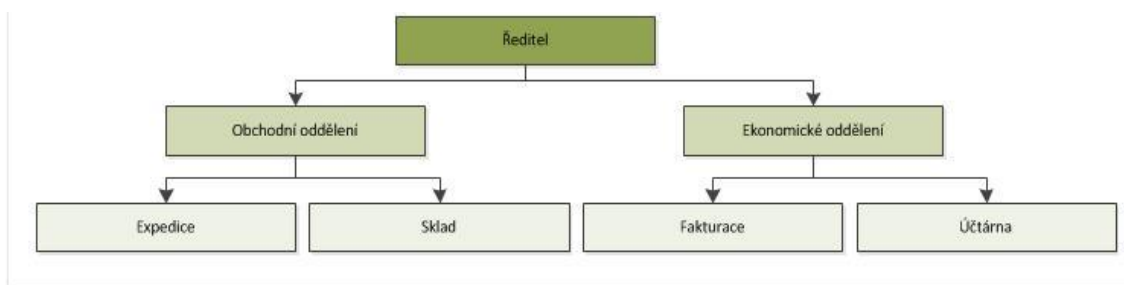
Hlavním předmětem podnikání je obchod, přesněji se orientuje na velkoobchodní činnost. Velkoobchod se orientuje čistě na distribuci, neprodává tedy koncovým zákazníkům, ale pouze maloobchodům. Nabízeným sortiment je drobné elektro pro domácnost. Jedná se především o žárovky, baterie, nabíječky, výbojky a zářivky známých značek, například Novalamp, GP Batteries, Energizer, Panasonic či Varta. [13]

V současnosti společnost nevlastní žádný program pro podporu rozhodování a všechna rozhodnutí jsou založená na zkušenosti paní Mertlíkové.

3.2 Organizační struktura

Organizační struktura zobrazuje hierarchické rozdělení vztahů mezi útvary v dané společnosti. Zde uvedená struktura je platná k 31. 3. 2017. Nejvyšší pozici ve společnosti zastává ředitel, jemuž jsou podřízeny oddělení. Velkoobchod Mertlík, spol. s r.o. má pouze dvě oddělení, a to obchodní a ekonomické. Obchodní oddělení má na starosti expedici zboží a sklad. Ekonomické oddělení se zabývá fakturacemi a účetnictvím. Organizační strukturu zobrazuje obrázek č. 15.

Obrázek 15 Organizační struktura společnosti (Vlastní zpracování)



4 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ

Tato kapitola je určena pro popis tvorby systému pro podporu rozhodování za pomoci fuzzy logiky. Systém byl vytvořen pro společnost Mertlík, spol. s r.o., která by chtěla modely použít při vyhodnocování investice do užitkového vozu, v daném případě dodávky.

Výstupem návrhu budou dva funkční programy, které obsahují formuláře. Tyto formuláře danou nabídku investice zhodnotí podle předem daných kritérií. Programy byly vytvořeny za pomoci Microsoft Excel 2010 a matematického softwaru MATLAB verze R2011b.

4.1 Popis kritérií při vyhodnocování investice

Každá investice má určitá kritéria, dle kterých se určuje, zda je či není pro investora výhodná. Tyto kritéria jsou nutná definovat před tvorbou samotného fuzzy systému, neboť dle nich bude investice vyhodnocována.

Velkoobchod Mertlík, spol. s r.o. zvažuje o investování do dlouhodobého hmotného majetku, přesněji o nákupu užitkového vozu, a to z důvodu obnovy vozového parku, který je velmi zastaralý. Současný stav vozu na distribuci zboží není vyhovující.

Vzhledem k tomu, že firma nevlastní žádný systém na podporu rozhodování, manažerka společnosti musela určit, jaká kritéria jsou pro výběr podstatná. Hodnocení investice bude spočítáno na základě těchto kritérií – cena, typ dodávky, objem nákladního prostoru, rok výroby, palivo, spotřeba, délka vozu, výška střechy a celková hmotnost. Jednotlivá kritéria vstupují do modelu s různou důležitostí.

Popis jednotlivých kritérií je uveden dále.

Cena

Jedním z nejdůležitějších faktorů při koupi užitkového vozu je cena. Hodnota nesmí být příliš vysoká, neboť by si firma nemohla danou investici dovolit, zároveň však nesmí

být příliš nízká, neboť by to mohlo značit špatný technický stav. Pro firmu je přijatelné, aby cena za užitkový vůz byla v rozmezí 200 000 – 250 000 Kč.

Typ dodávky

Na trhu je možnost zakoupit několik typů dodávek, od kamionu po typ nazývaný bus. Firma chce koupit některý z menších typů z důvodu špatné příjezdové cesty ke skladu. Rozhoduje se tedy mezi typy BoxVan, Van a Bus.

Objem nákladního prostoru

Velkoobchod používá dodávku pro převoz zboží do skladu i rozvoz do maloobchodů. Z tohoto důvodu požaduje co nejvyšší objem nákladního prostoru, který zajistí možnost převážet dostatek zboží na požadované místo. Objem nákladního prostoru je rozdělen do těchto 5 kategorií:

- 0 – 4 m³
- 5 – 8 m³
- 9 – 12 m³
- 13 – 16 m³
- 17 a více m³

Rok výroby

Nabízené dodávky na trhu jsou až 20 let staré, avšak čím je vyšší stáří automobilu, tím je větší pravděpodobnost technických závad, což by mohlo zvýšit v budoucích měsících náklady na provoz. Z tohoto důvodu byl rok výroby rozdělen do 6 intervalů - 2011 a dříve, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 a více.

Palivo

Palivo, potažmo cena paliva, značně zasahuje do provozních nákladů daného užitkového vozu. Bohužel společnost má v blízkém okolí možnost tankovat pouze 3 základní druhy paliv, a to benzín, naftu a LPG.

Spotřeba

Každá firma i jednotlivec při výběru motorového vozidla hledí na spotřebu. Velkoobchod používá dodávku každý den, proto je tato položka velice zásadní při výběru. Hodnocení spotřeby je však velice individuální úhel pohledu, proto bylo zvoleno rozdělení na malá, střední, velká.

Délka vozu

Kritérium bylo použito kvůli omezení příjezdové komunikace ke skladu a zároveň i omezení týkající se garáže. Přijatelná pro společnost je dodávka střední délky, popřípadě dlouhé délky. Nepřijatelná je dodávka extra dlouhá, jejíž délka přesahuje možnosti parkování.

Výška střechy

Kritérium udává jak je daná dodávka vysoká. Tento údaj je důležitý ze dvou důvodů – omezená výška garáže a omezená výška vykládek některých maloobchodů. Společnost preferuje dodávku s výškou střechy střední, neboť garáž je určená pro tento rozměr. Vůz s vyšší střechou by se do garáže taktéž vešel, avšak vyžadovalo by to drobné úpravy vnitřku garáže, které však velkoobchod nemá v současnosti v plánu.

Celková hmotnost

Celková hmotnost by neměla přesáhnout 3,5 tuny. Vozy nad 3,5 tuny podléhají placení mýtného, což by velkoobchodu přinášelo další náklady. Společnost tedy preferuje vozidlo do 3,5 tuny.

Najeto kilometrů

Velkoobchod předpokládá, že koupí ojetý vůz s nízkou hodnotou najetých kilometrů. Důvodem jsou omezené finanční zdroje, které mohou být na nákup vozidla uvolněny. Zároveň firma odmítá jakoukoliv formu zadlužení.

4.2 Model rozhodovacího problému v programu Microsoft Excel

Systém pro podporu rozhodování byl nejdříve vytvořen v prostředí Microsoft Excel. Jednalo se o vytvoření matic fuzzy logiky s hodnocením investice, tvorba formuláře a záznamového listu „Vyhodnocení“.

Sešit Microsoft Excel obsahuje dohromady 4 listy. První dva listy jsou určeny pro uživatele a jmenují se „Úvod“ a „Vyhodnocení“. Další listy s názvy „Matice“ a „tisk“ a jsou vytvořeny kvůli funkčnosti programu a jsou pro uživatele skryty. Všechny listy budou podrobněji popsány v následující části práce včetně kódů maker a postup tvorby funkcionalit.

4.2.1 List „Matice“

List „Matice“, jak už název napovídá, obsahuje matice fuzzy logiky, na jejichž základě je daná investice vyhodnocená. Z toho vyplývá, že je nejdůležitější částí celého programu. Tento list byl po konzultaci skryt před uživatelem z důvodu předejití změny výpočtu, jenž by zapříčinil špatnou funkčnost programu.

Obsahem listu jsou dvě transformační matice – matice popisná a matice hodnocení podle preferencí, dále pak je součástí listu i vstupní stavová matice, retransformační matice a tabulku výstupu, kde se investice vyhodnocuje. Jednotlivé matice budou dále popsány.

Transformační matice

Matice je rozpracována na dvě části. První část je Transformační matice – popis, jenž slouží k shrnutí kritérií a jejich atributů. Tabulka slouží především k zpřehlednění jednotlivých požadavků. Tabulka popis transformační matice musela být pro lepší přehlednost rozdělena na 2. části - viz tabulka č. 4 a č. 5.

Tabulka 4 Popis transformační matice - 1. část (Vlastní zpracování)

	Cena [Kč]	Typ dodávky	Objem nákladního prostoru	Rok výroby	Palivo
1	0 – 50 000	BoxVan	0 – 4	2011 a před	Benzín
2	50 001 - 100 000	Van	5 – 8	2012	Nafta
3	100 001 - 150 000	Bus	9 – 12	2013	LPG
4	150 001 - 200 000		13-16	2014	
5	200 001 - 250 000		17 a více	2015	
6	nad 250 000			2016 a víc	

Tabulka 5 Popis transformační matice - 2. část (Vlastní zpracování)

	Spotřeba	Délka vozu	Výška střechy	Celková hmotnost	Najeto km
1	Malá	krátký	nízká	do 3,5 t	0 - 60 000
2	Střední	střední	střední	nad 3,5 t	60 001 - 120 000
3	Vysoká	dlouhý	vysoká		120 001 - 180 000
4		extra dlouhý			180 001 - 240 000
5					240 001 - 300 000
6					nad 300 000

Druhá tabulka obsahuje čísla, která definují preferencí jednotlivým atributů. Pro práci byl zvolen rozsah důležitosti od 1 do 10. Čím vyšší hodnotu atribut dostane, tím více je u firmy preferovanější, a naopak čím nižší, tím je míň akceptovatelný. Druhá transformační matice musela být taktéž rozdělena na 2 části - tabulka č. 6 a č. 7.

Tabulka 6 Transformační matice - 1. část (Vlastní zpracování)

Cena [Kč]	Typ dodávky	Objem nákladního prostoru	Rok výroby	Palivo
6	4	1	1	2
7	8	2	2	5
8	6	7	3	9
9		9	6	
10		10	7	
1			8	

Tabulka 7 Transformační matice - 2. část (Vlastní zpracování)

Spotřeba	Délka vozu	Výška střechy	Celková hmotnost	Najeto km
10	6	5	10	10
7	8	10	1	9
2	7	1		8
	1			4
				2
				1

Vstupní stavová matice

Další tabulkou na listu „Matice“ je stavová matice, jež má stejné rozměry jako transformační matice. Do tabulky se zapisují 0 a 1, a to podle toho, který z atributů daného kritéria uživatel zvolil. Výsledná tabulka by tak měla obsahovat v každém sloupci pouze jedinou hodnotu 1 a ostatní řádky by měly být vyplněny 0, aby matice byla vyplněná správně. Tabulka může mít například podobu, které je uvedena v tabulkách č. 8 a č. 9.

Tabulka 8 Vstupní stavová matice – 1. část (Vlastní zpracování)

Cena [Kč]	Typ dodávky	Objem nákladního prostoru	Rok výroby	Palivo
0	1	0	0	1
1	0	0	0	0
0	0	1	1	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Tabulka 9 Vstupní stavová matice - 2. část (Vlastní zpracování)

Spotřeba	Rozvor	Výška střechy	Celková hmotnost	Najeto km
1	1	1	1	1
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

Retransformační matice

Retransformační matice je převodní tabulka, která přiřazuje k bodovému hodnocení lingvistickou hodnotu. Dle Transformační matice je možné získat nejvíce 93 bodů, kdy investice bude odpovídat požadavkům firmy a nejméně 15, kdy naopak nebude vyhovovat vůbec. Celkové dosažené skóre je porovnáváno s tabulkou, podle níž je pak daná investice ohodnocená. Bodový zisk lze převádět i na procenta, neboť uživateli dává procentní ohodnocení lepší přehled o tom, nakolik daná nabídka splňuje požadavky. Retransformační matici pro vyhodnocení investice zobrazuje tabulka č. 10.

Tabulka 10 Retransformační matice (Vlastní zpracování)

	Body	% vyjádření
Určitě neinvestovat	15- 46	< 49%
Spíše neinvestovat	47-58	< 62%
Zvážit investici	59-70	< 75%
Spíše investovat	71-81	< 87%
Určitě investovat	82-93	> 86%

Výpočet

Výpočet je realizován v tabulce Výstup, které je umístěná na stejném listě jako matice fuzzy logiky. Veškeré výpočty jsou tak prováděny na jediném listu a ve formuláři se pak zobrazí hodnoty jen jako zobrazená dané buňky. Ukázka klíče použitého v modelu v MS Excel je zobrazená v tabulce č. 11.

Tabulka 11 Výpočet v modelu v Microsoft Excel (Vlastní zpracování)

VÝSTUP			
KONTROLA	VÝSLEDEK		
V pořádku	součet bodů	57	Zvážit investici
	% vyjádření	53,85	

Kalkulace jsou realizovány v několika navazujících krocích. Nejdříve proběhne kontrola, jestli je stavová matice vyplněna korektně, čili jestli každý sloupec obsahuje pouze jedinou možnost s příznakem 1. Pokud by tato podmínka nebyla splněná, investice by byla špatně vyhodnocená. Vzorec (4.1) na ověření správnosti je uveden níže.

$$=KDYŽ(SUMA(B29:K29)=10;"V pořádku";"Chyba") \quad (4.1)$$

Výpočet je vytvořen pomocí funkce Když, v které se ověřuje, jestli hodnota jedniček v buňkách B29:K29 se rovná počtu kritérií, přičemž tyto řádky obsahují sumu jednotlivých sloupců stavové matice. Pokud podmínka bude splněná, výsledkem bude „V pořádku“, v opačném případě bude zobrazeno „Chyba“.

Dalším výpočtem v tabulce je výpočet skóre dané investice. Vzorec je znovu zadán pomocí funkce Když, která nejdříve ověří, že kontrola má příznak „V pořádku“ a poté provede výpočet. V tomto případě dochází k násobení dvou oblastí - skalárnímu součinu tabulky transformační matice se stavovou maticí. V případě, že kontrola nemá příznak „V pořádku“, ukáže se hlášení „Chyba“ a výpočet nebude realizován. Výsledkem výpočtu je hodnota, která udává počet dosažených bodu pro danou investici. Výpočet vyhodnocující skóre investice je uveden pod vzorcem (4.2).

$$=KDYŽ(F33="V pořádku";SOUČIN.SKALÁRNÍ(B12:K17;B23:K28);"Chyba") \quad (4.2)$$

Následuje převod z bodového hodnocení na procentuální. Hodnota je vypočítána podílem rozdílu bodového hodnocení s minimální hodnotou a rozdílu maximálně možném bodovém hodnocení s minimálním, to celé vynásobené stem. Výpočet byl

vnořen do funkce Zaokrouhlit, která výslednou hodnotu zaokrouhlí na požadovaný počet hodnot za desetinou čárkou, v tomto případě jsou to dvě desetinná místa. Důvodem vnoření byl fakt, že daná hodnota se načítá do formuláře, který zobrazí neomezený počet čísel za desetinnou čárkou. Kalkulace je uvedena pod vzorcem (4.3)

$$=ZAOKROUHLIT(((H33-L19)/(L18-L19)*100);2) \quad (4.3)$$

Poslední vzorec (4.4) používá znovu funkci Když, přesněji vnořované funkce Když, která převádí bodové hodnocení na lingvistickou proměnnou z tabulky Retransformační matice.

$$=KDYŽ(H34<47;A33;KDYŽ(H34<59;A34;KDYŽ(H34<71;A35; \quad (4.4)$$

$$KDYŽ(H34<82;A36;KDYŽ(H34>81;A37;"chyba")))))$$

Bodové skóre je porovnáváno s nejvyšší hodnotou jednotlivých intervalu retransformační matice, a to od nejnižšího po nejvyšší. První podmínkou je, že daná investice bude menší než 36, pokud je podmínka splněná, je vypsáno „Určitě neinvestovat“, pokud není, přejde se na další řádek Retransformační matice a pomocí vnořového Když se ověření, zda hodnota do daného intervalu spadá.

4.2.2 List „Úvod“

List „Úvod“ je úvodním listem, který se zobrazí při zapnutí sešitu Microsoft Excel. Na listu je stručný úvod do programu a instrukce, jak s daným programem pracovat. Informace o použití jsou následující:

- Postup pro vložení nové investice
- Možnosti programu
- Uvedení umístění již uložených investic

Kromě instrukcí list dále obsahuje tlačítko s přístupem do formuláře, jenž po zadání kritérií vyhodnotí investici. V dalším textu bude popsán formulář a jednotlivé prvky. Popis bude zahrnovat funkčnost jednotlivých prvků.

Formulář Vyhodnocení investice

Stisknutím tlačítka „Vyhodnocení investice“ na úvodní straně sešitu se zobrazí formulář, který obsahuje jednotlivá kritéria a tlačítka k vyhodnocení zadané kombinace proměnných. Celý formulář byl napsán pomocí jazyku VBA a je spojen s listy „Matice“ a „Vyhodnocení“. Vytvořen je pomocí ovládacích prvků, přesněji TextBoxy neboli textovými poli, ComboBoxy, v překladu rozevírací seznamy a tlačítka. Program je navržen co nejpřívětivěji a nejintuitivněji pro uživatele, aby vkládání dat nezabralo mnoho času. Formulář je zobrazen jako příloha pod číslem 1.

Formulář je koncipován do několika částí. V horní části uživatel vyplní do textového pole název investice, pole je omezeno na 100 znaků. Následují kritéria s rozevíracími seznamy, kde jsou nahrány příslušné atributy. Načtení hodnot do jednotlivých ComboBoxu bylo provedeno za pomoci definování dynamického názvu oblasti. Pojmenování bylo realizováno pomocí správce názvů, jenž k vybraným buňkám přiřazuje název, který se používá jako zástupné označení dat. Na listu „Matice“ byly atributy každého kritéria pojmenovány jedinečným názvem, který byl zapsán do atributu RowSource ve vlastnostech jednotlivých Comboboxu, a tím byly jednotlivé seznamy naplněny.

Název investice a vyplnění všech kritérií je povinné, pokud tak uživatel neúčinní, bude upozorněn hláškou „Vyplň vše“. Komentář není povinné vyplňovat, byl vložen z důvodu komfortu pro uživatele, který by chtěl k dané investici zaznamenat například odkaz nebo poznámku. TextBox komentáře je omezen na 250 znaků.

Spodní část formuláře je určena k zobrazení vyhodnocení investice, obsahuje dvě textová pole a tlačítka. Textová pole se jmenují Body [%] a Vyhodnocení. Výsledné hodnoty vyhodnocení investice se do textových polí načítají z listu „Matice“.

Dále následují tlačítka, jež se jmenují „Vyhodnocení“, „Zaznamenání“, „Porovnání“ a „Smazat vše“. Popis jejich použití a funkčnosti bude uveden v následujícím textu.

Tlačítko „Vyhodnocení“

Slouží k vyhodnocení kritérií investice, které uživatel zadá do formuláře a zobrazení výsledného procentuálního skóre s lingvistickým ohodnocením dané investice. Skript nejdříve vynuluje Vstupní stavovou matici. Další část kódu ověřuje vyplnění všech povinných položek ve formuláři, a pokud je zjištěno, že některý z údajů chybí, vypíše se hláška „Vyplň vše“. Nakonec se doplňují jedničky do příslušných buněk Vstupní stavové matice, a to dle vyplněných kritérií ve formuláři a načtení procentuálního a slovního hodnocení. Ukázka kódu pro vynulování stavové matice a zápisu jedniček pro kritérium cena je zobrazena na obrázku č. 16.

```
Private Sub CommandButton1_Click()  
Dim i As Integer  
Worksheets("Matice").Range("B23:K28") = "0"  
  
'|Stavova matice doplneni jednicek  
'| Cena  
If Me.ComboBox1.ListIndex = 0 Then  
Worksheets("Matice").Range("B23") = "1"  
End If  
If Me.ComboBox1.ListIndex = 1 Then  
Worksheets("Matice").Range("B24") = "1"  
End If  
If Me.ComboBox1.ListIndex = 2 Then  
Worksheets("Matice").Range("B25") = "1"  
End If  
If Me.ComboBox1.ListIndex = 3 Then  
Worksheets("Matice").Range("B26") = "1"  
End If  
If Me.ComboBox1.ListIndex = 4 Then  
Worksheets("Matice").Range("B27") = "1"  
End If  
If Me.ComboBox1.ListIndex = 5 Then  
Worksheets("Matice").Range("B28") = "1"  
End If
```

Obrázek 16 Ukázka kódu VBA pro tlačítko „Vyhodnocení“ (Vlastní zpracování)

Tlačítko „Zaznamenání“

Tlačítko „Zaznamenání“ je určeno k záznamu dané investice na list „Vyhodnocení“. Uživatel se může rozhodnout, jestli danou investici zaznamená a bude jí tedy moci porovnat s již zaznamenanými investicemi nebo investice nedosáhla požadovaných hodnot a byla vyloučena ze širšího výběru.

Skript tlačítka obsahuje nejdříve cyklus, který vyhledává poslední volný řádek v tabulce na listu Vyhodnocení. Tento kód je důležitý pro správné řazení a zápis kritérií do tabulky. Následuje kód pro zaznamenání kritérií vyplněných ve formuláři do příslušných buněk daného listu. Ukázka kódu je na obrázku č. 17.

```
Dim i As Integer
i = 18
Do Until Worksheets("Vyhodnocení").Range("A" & i).Value = Empty
i = i + 1
Loop
Worksheets("Vyhodnocení").Range("A" & i) = Me.TextBox1.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("B" & i) = Me.TextBox3.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("C" & i) = Me.TextBox4.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("D" & i) = ComboBox1.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("E" & i) = ComboBox2.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("F" & i) = ComboBox3.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("G" & i) = ComboBox4.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("H" & i) = ComboBox5.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("I" & i) = ComboBox6.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("J" & i) = ComboBox7.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("K" & i) = ComboBox8.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("L" & i) = ComboBox9.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("M" & i) = ComboBox10.Value
Worksheets("Vyhodnocení").Range("N" & i) = Me.TextBox2.Value
```

Obrázek 17 Ukázka kódu pro tlačítko "Vyhodnocení" (Vlastní zpracování)

Zaznamenání nové investice se nutně musí projevit i v grafu, který je umístěn na listu Vyhodnocení. Jednotlivé procedury pro aktualizaci grafu jsou následující - aktuální graf se smaže, následně se načte tabulka rozšířena o nový záznam a vygeneruje se nový graf. Vybrané hodnoty jsou definovány pomocí dynamické oblasti, a to za pomoci vnořených funkcí posun a nepřímý odkaz ve správce názvu. Funkce byly použity z důvodu dynamicky se měnící oblasti načítané do grafu, jenž se může zvětšovat, ale i zmenšovat v závislosti přidávání nebo mazání záznamů. Nepřímý odkaz zajišťuje

funkčnost, pokud dojde k smazání prvního řádku, pokud by tak nebylo učiněno, došlo by k nefunkčnosti programu. Kód grafu také ošetřuje vytvoření nadpisu „Porovnání jednotlivých investic“, omezení grafu a zákaz zobrazení legendy.

Tlačítko „Smazat vše“

Tlačítko slouží k vyčištění formulář od vyplněných kritérií. Uživatel toto tlačítko může použít, pokud špatně vyplní formulář nebo se rozhodne zadat další možnou nabídku užitkového vozu. Co se týče kódu, ten pouze zapíše do jednotlivých TextBoxu a ComboBoxu mezeru, viz obrázek č. 19.

```
Private Sub CommandButton4_Click()  
Worksheets("Matice").Range("B23:K28") = "0"  
Me.TextBox1.Value = ""  
Me.ComboBox1.Value = ""  
Me.ComboBox2.Value = ""  
Me.ComboBox4.Value = ""  
Me.ComboBox3.Value = ""  
Me.ComboBox6.Value = ""  
Me.ComboBox7.Value = ""  
Me.ComboBox8.Value = ""  
Me.ComboBox5.Value = ""  
Me.ComboBox10.Value = ""  
Me.ComboBox9.Value = ""  
Me.TextBox2.Value = ""  
Me.TextBox3.Value = ""  
Me.TextBox4.Value = ""  
End Sub
```

Obrázek 18 Ukázka kódu pro tlačítko "Smazat vše" (Vlastní zpracování)

Tlačítko „Porovnání“

Tlačítko bylo přidáno z důvodu praktičnosti. Význam tlačítka spočívá v zavření formuláře a přepnutí se z listu „Úvod“ do listu „Vyhodnocení“. Z pohledu funkčnosti se jedná o jednoduchý příkaz, který je uveden na obrázku č. 18.

```
Private Sub CommandButton3_Click()  
|Sheets("Vyhodnocení").Select  
Unload Me  
End Sub
```

Obrázek 19 Ukázka kódu pro tlačítko "Porovnání" (Vlastní zpracování)

4.2.3 List „Vyhodnocení“

List „Vyhodnocení“ je druhý list, jenž v sešitu MS Excel uživatel vidí. Obsahem jsou jednotlivé investice, které byly vybrány a zaznamenány uživatelem. V horní části se nachází graf „Porovnání jednotlivých investic“, který obsahuje všechny zaznamenané investice. Graf slouží především k přehlednějšímu srovnání jednotlivých záznamů. Každý sloupec zobrazuje jednu konkrétní investici a její dosažené procentuální ohodnocení.

Pod grafem je umístěná tabulka s jednotlivými záznamy. Údaje jsou zaznamenány řádkově, obsahují všechny kritéria dle toho, jak byla vyplněna uživatelem a součástí je získané procentuální a slovní hodnocení. Dále pak list obsahuje graf s jednotlivými variantami investic s procenty a tři tlačítka.

Tlačítko „Tisk vybraných investic“

Kliknutím na toto tlačítko se aktivuje okno se seznamem a tlačítkem OK. Obsahem seznamu jsou všechny uložené investice. Uživatel musí vybrat alespoň jednu investici, pokud tak neučiní, bude upozorněn hláškou „Vyberte alespoň jednu z uvedených investic“.

Aktivací tlačítka OK se zobrazí náhled tisku dané investice, jenž obsahuje logo firmy, údaje dané nabídky, vyhodnocovací tabulku a datum. Jedná se pouze o náhled, uživatel tak má pořad možnost se rozhodnout, zda investici vytiskne či nikoliv. Ukázka výstupu je příloha č. 3.

Skript vyskakovacího okna je v první části tvořen cyklem, který ověřuje, zda je alespoň jedna z možností vybrána. Pokud bude hodnota ComboBoxu prázdná, uživatel bude

upozorněn na nevybrání hodnoty. Po vybrání jedné či více investic se pomocí kódu načtou příslušné hodnoty na list tisk, následně se zobrazí tento list jako náhled tisku.

Tlačítko „Oprava“

Při nesprávném vyplnění vstupních proměnných do formuláře má uživatel možnost data zpětně editovat. Tlačítko bylo přidáno na list „Vyhodnocení“, neboť většinou chyby objeví uživatel až zpětně. Po kliknutí se objeví okno s rozbalovacím seznamem, v němž jsou uvedeny jednotlivé uložené nabídky. Uživatel v seznamu vybere investici, kterou chce editovat a stiskne tlačítko Ok. Otevře se mu znovu formulář, avšak tentokrát budou načteny hodnoty dané investice do jednotlivých polí kritérií. Vizually je formulář téměř identický, chybí pouze tlačítko Smazat, které by v daném případě nemělo význam.

Funkčnost tlačítka zajišťuje nejprve UserForm, jenž aktivuje okno Oprava. Obsahem je ListBox, jenž načítá dynamickou oblast a dále CommandButton s názvem Ok. Kód obsažený v tlačítku OK nejdříve ověří, že uživatel vybral jednu z možností. Pokud tomu tak není, vyskočí hláška „Vyplňte prosím, o kterou investici se jedná“. Po vybrání jedné z možností se hodnoty dané investice načtu do formuláře a smaže se stávající záznam. Následuje zobrazení formuláře, který se svojí funkcí neliší od formuláře na úvodní straně. Postrádá pouze tlačítko Smazat, jenž jak už bylo výše uvedeno, v daném případě postrádá význam.

4.3 Model rozhodovacího problému v programu MATLAB

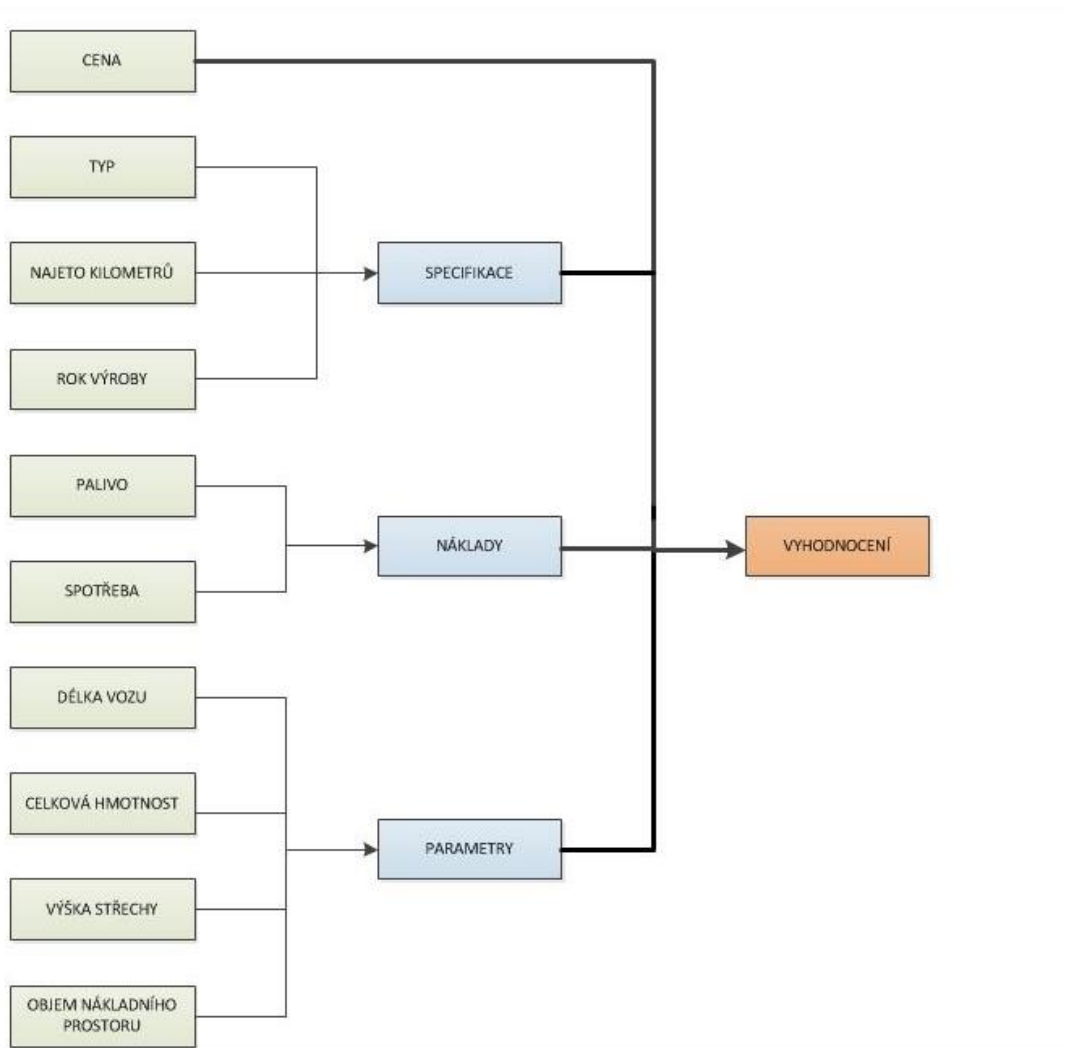
Druhý fuzzy model byl vytvořen za pomoci matematického programu MATLAB. Systém byl navržen pro možnost srovnání výsledků a vyhodnocení, zda funkčnost je dobře vytvořená. Tento program není ve firmě používán, pokud by se však firma rozhodla software zakoupit, cena za licence a produkt by se pohyboval mezi 100 000 až 150 000 Kč. Další možností je export systému a formuláře do formátu .exe, který lze spustit bez nutnosti nákupu softwaru.

Tvorba fuzzy systému v programu byla o něco náročnější, neboť musel být nejdříve vymyšlen způsob, jak zjednodušit vyhodnocování, dále pak musela být definována pravidla pro hodnocení investice a na závěr musel být vytvořen formulář, který byl napojen na fuzzy systém.

4.3.1 Tvorba základního modelu

Kritéria musela být na počátku rozdělena do subbloků, aby se reguloval počet pravidel, které jsou vytvářeny v následující části. Pokud by tak nebylo učiněno, systém by musel být naplněn přibližně 400 000 pravidly, aby systém vyhodnocoval investici korektně. Redukcí na bloky byl počet pravidel snížen na počet v řádech stovek. Zároveň tím bylo i zajištěno rychlejší zpracování údajů, jež by v případě neregulace mohlo dosahovat až několika minut.

Model obsahuje všech 10 kritérií, která byla rozdělena do tří subbloku. První subblok se jmenuje Specifikace a zahrnuje atributy Typ, Najeto kilometrů a Rok výroby. Dalším v pořadí je subblok Náklady, čímž jsou myšleny náklady na provoz. Obsahuje kritéria Palivo a Spotřeba. Poslední subblok se jmenuje Parametry a zahrnuje údaje o vozidle, v daném případě délku vozu, celkovou hmotnost, výšku střechy a objem nákladního prostoru. Z každého subbloku je pouze jeden výstup, jenž vstupuje do celkového hodnocení. Konečné hodnocení tedy zahrnuje všechny subbloky a cenu, které pro firmu představuje nejdůležitější kritérium. Schéma rozdělení modelu na subbloky je zobrazeno na obrázku č. 20.



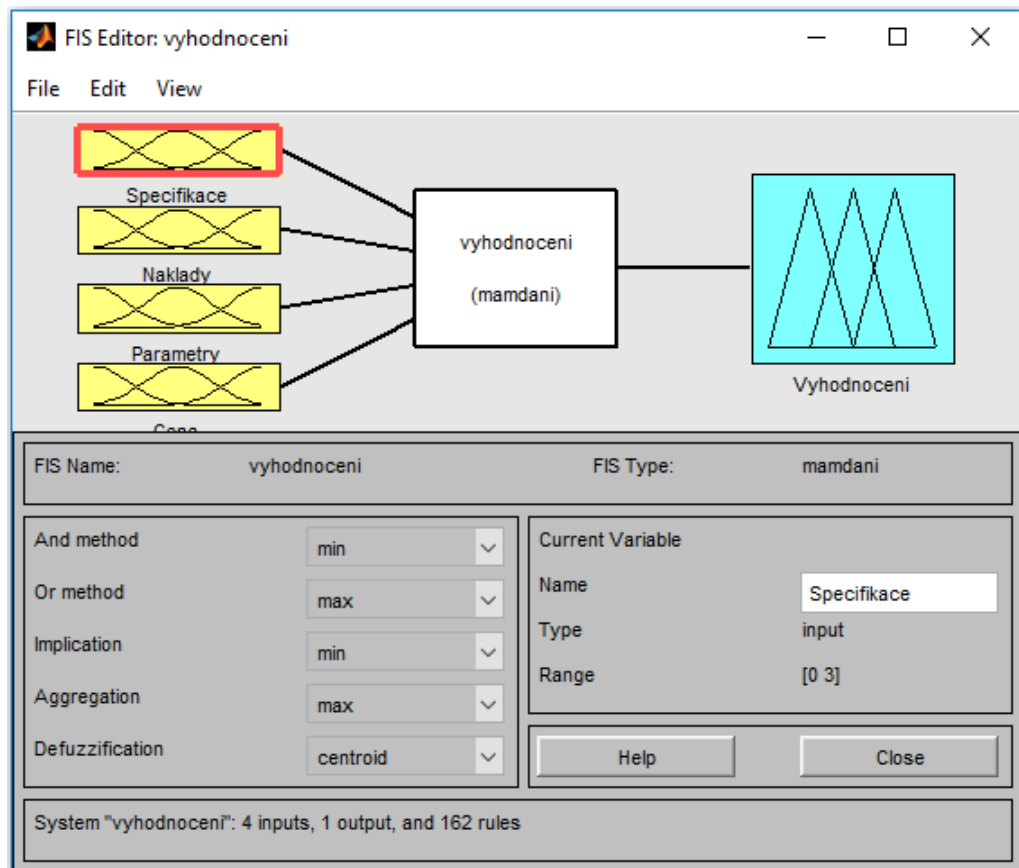
Obrázek 20 Rozdělení kritérií do subbloků (Vlastní zpracování)

4.3.2 Vytvoření FIS souboru

Soubory byly vytvořeny za pomoci Fuzzy Logic Toolboxu, který je nadstavbou MATLABu. Jednotlivé .fis soubory představují subbloky, které byly představeny v předcházející podkapitole.

Pro vyhodnocení investice byly vytvořeny čtyři .fis soubory s názvy Náklady, Parametry, Specifikace a Vyhodnocení. Vstupem do každého souboru je několik kritérií, jež se přeměňují na jediný výstup. Pro každý soubor bylo nutné vytvořit daná kritéria, určit jejich tvar členství, definovat pravidla a výstup. Fungování systému bude

ukázáno na jediném souboru, neboť princip je u tvorby vždy stejný. Náhled FIS souboru pro systém „Vyhodnocení“ je vložen jako obrázek pod číslem 21.



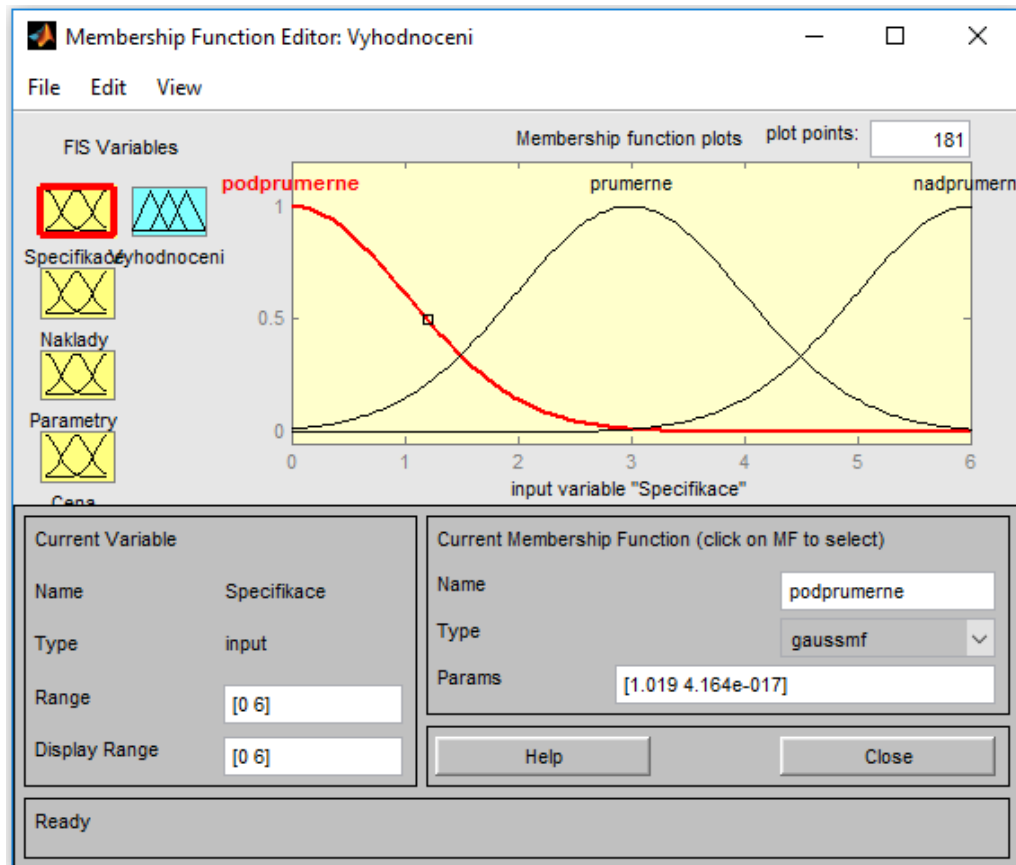
Obrázek 21 FIS Editor pro systém "Vyhodnocení" (Vlastní zpracování)

Z obrázku je patrné, že obsahuje 4 vstupy, které představují subbloky Náklady, Parametry, Specifikace a atribut cenu. Pro systém byl zvolen typ Mamdani, který byl taktéž použit i pro všechny ostatní soubory. Výstupem pak je Vyhodnocení, které zahrnuje všechna kritéria.

MF Editor

Dalším krokem bylo definování tvaru členství pro jednotlivé atributy daného kritéria, v rámci práce bylo použito pouze tvaru „gaussmf“. Daný tvar byl použit z důvodu větší pružnosti hodnocení celého fuzzy systému. Tento krok byl učiněn pomocí MF Editoru,

kde byly určeny počty, názvy a rozsahy atributů pro jednotlivá kritéria. Názvy jednotlivých atributů byly převzaty z modelu MS Excel a rozsahy byly přizpůsobeny počtu funkcí členství. Pro jednotlivé atributy se zadávají parametry dané funkce.



Obrázek 22 MF Editor pro vstupní proměnnou "Specifikace" (Vlastní zpracování)

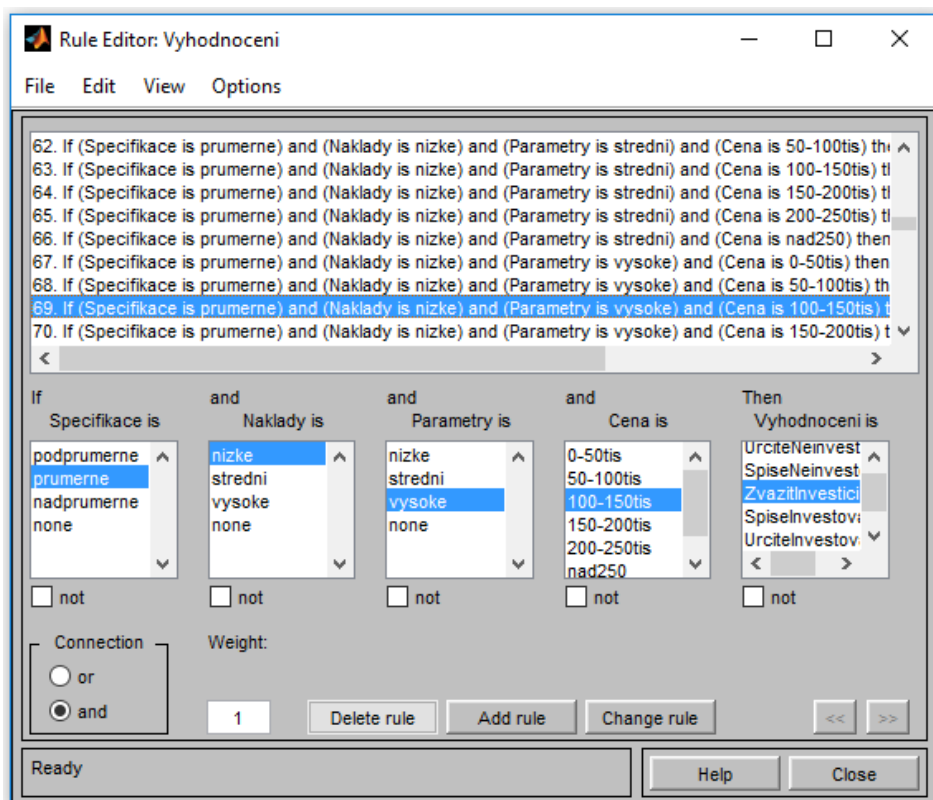
Pravidla v Rule Editoru

Definovaná kritéria je nutné spojit a to pomocí pravidel v Rule Editoru. Vzhledem k rozdělení kritérií na subbloky obsahuje báze znalosti každého .fis souboru malé množství pravidel, jež pokryjí všechny kombinace zadané do formuláře. Z původních několika set tisíc pravidel se vytvořením subbloku snížil počet na pouhých 381 pravidel.

System byl rozdělen do těchto subbloků:

- Subblok Náklady – 2 vstupy; 3 atributy pro každý vstup; celkem 9 pravidel
- Subblok Parametry – 4 vstupy; 5, 4, 3, 2 atributy na vstupech; celkem 120 pravidel
- Subblok Specifikace – 3 vstupy; 6, 5, 3 atributy na vstupech; 90 pravidel celkem
- Vyhodnocení – 4 vstupy; 6, 3, 3, 3 atributy na vstupech; 162 pravidel celkem

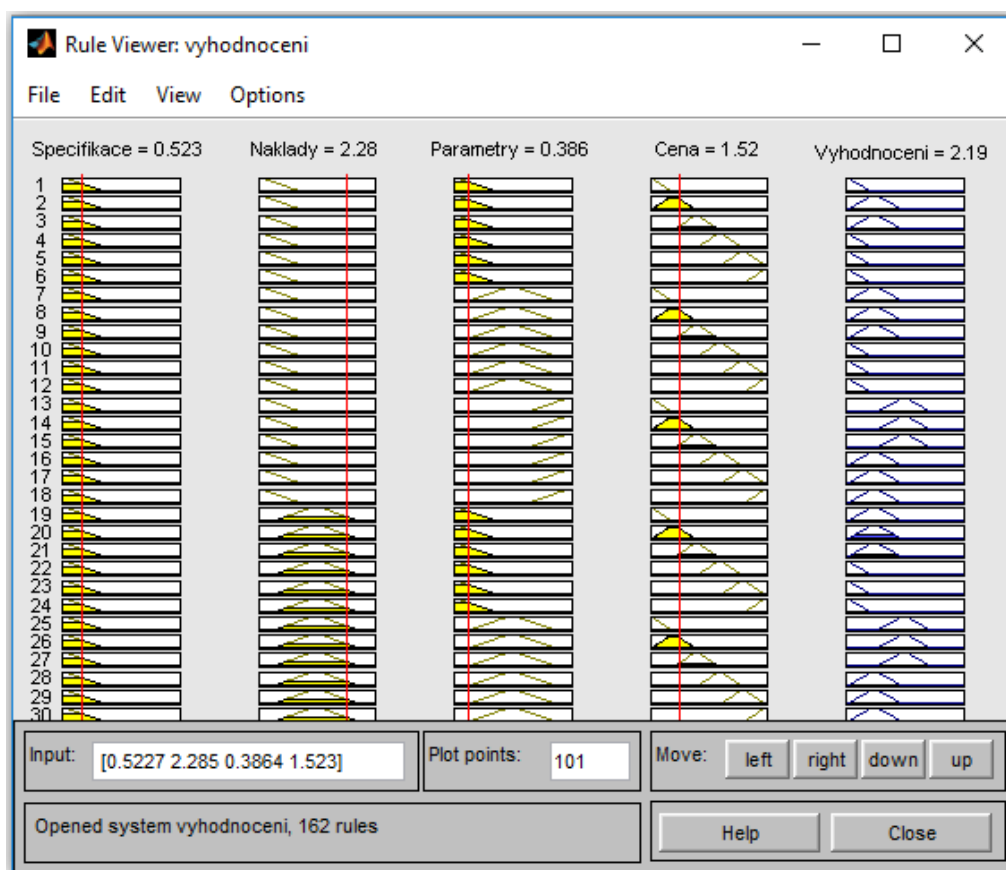
Pravidla byla vytvořena s přihlédnutím k vahám definovaným už v modelu v MS Excelu. V rámci fis souboru se pravidla zapisují pod [Rules] v indexovém tvaru, uživatel může tyto pravidla měnit jak pomocí Rule editoru, tak v samotné fis souboru. Při tvorbě bylo použito pouze logické spojky and. Ukázka editoru se systémem pro vyhodnocení je na obrázku č. 23.



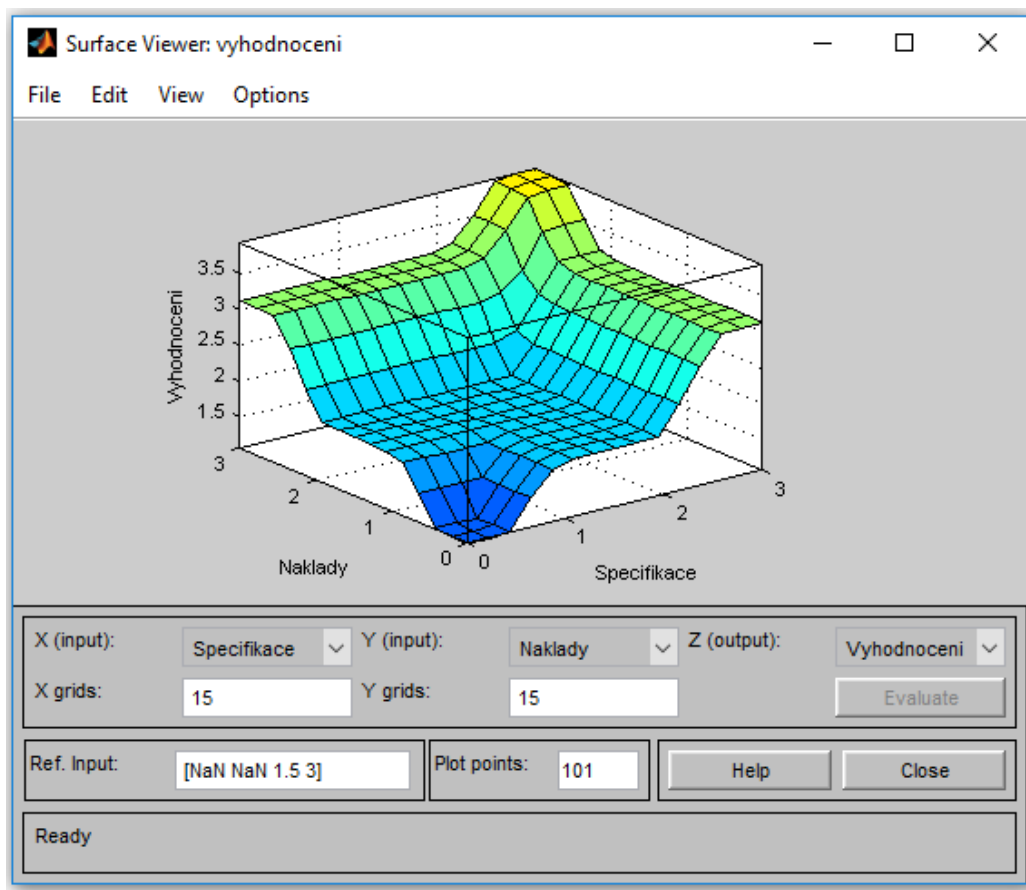
Obrázek 23 Rule Editor pro systém Vyhodnocení (Vlastní zpracování)

Rule Viewer a Surface Viewer

Vytvořenou bázi znalostí lze zobrazit dvěma způsoby, a to pomocí Rule Viewer nebo Surface Viewer. Rule Viewer slouží k zobrazení a analýze báze, kde si uživatel pomocí červené vertikály mění vstupní proměnné, a to s okamžitým dopadem na výstupní hodnotu. Pokud se uživatel rozhodne analyzovat konkrétní hodnoty, zapíše je do řádku input, jenž je promítne na jednotlivá kritéria a výstup. Naproti tomu Surface Viewer ukazuje závislost na dvou vstupních a jedné výstupní hodnotě. Rule Editor je zobrazen na obrázku č. 24 a Surface Viewer na obrázku č. 25.



Obrázek 24 Rule Editor pro systém "Vyhodnocení" (Vlastní zpracování)



Obrázek 25 Surface Viewer pro systém "Vyhodnocení" (Vlastní zpracování)

4.3.3 Formulář

Formulář má podobu okna, stejně jako tomu bylo v programu MS Excel. Tento způsob zadávání kritérii pro vyhodnocení investice je pro uživatele komfortnější, neboť není nutné umět pracovat s programem MATLAB. Formulář jde spustit několika způsoby, buď zapsáním příkazu vyhodnocení do Command Window a zmáčknutí klávesy Enter nebo otevření m-souboru vyhodnocení a spuštění skriptu pomocí tlačítka „Run“.

Okno obsahuje 10 pop-up menu, která jsou naplněná atributy daného kritéria. Popisky jsou realizovány za pomoci prvku Statistic Text. Ve spodní části je Push Button „Vyhodnotit“, které vyhodnocuje dle zadaných proměnných investici. Hodnocení je zobrazeno v polích Edit a obsahuje slovní a procentní vyjádření. Bodové hodnocení nebylo použito, neboť není pro uživatele v daném případě směrodatné. Ukázka tohoto formuláře je přiložena v příloze pod číslem 2.

Tvorba formuláře v prostředí MATLAB GUI není nikterak složitá. Stejně jako tomu bylo u předchozího formuláře, jednotlivé prvky se umísťují na pracovní plochu a pomocí vlastností se naplní hodnotami. Zároveň s tvorbou se generuje m-file „Formular.m“, který obsahuje kód vytvořené formuláře. Spojení mezi m-souborem a souborem fig představující formulář, je zajištěno stejným pojmenováním souborů. Do souboru je pouze nutné dopsat kód pod příslušné tlačítko, který zajistí načtení souborů .fis souborů, uložení proměnných a vyhodnocení investice.

Vytvořené .fis soubory byly načteny pomocí funkce *readfis*. Hodnoty pop-up menu se uloží do proměnných pomocí příkazu *get*. Pro vyhodnocení jednotlivých fis souboru se použila funkce *evalfis*. Na závěr kódu se jednotlivá hodnocení subsystému načtou do společného systému vyhodnocení. Znovu je použito funkce *evalfis*, díky níž se definitivně investice vyhodnotí a výsledek se zobrazí jako zaokrouhlené číslo na dvě desetinná místa. Slovní hodnocení je vytvořeno za pomoci příkazu *if*, kdy v podmínce jsou definována rozmezí, podle nichž má být přiřazeno slovní ohodnocení.

5 VYHODNOCENÍ INVESTICE

Poslední kapitola se zabývá vyhodnocením investic pomocí vytvořených rozhodovacích systémů. Nejdříve budou představeny vybrané ilustrační investice, následuje vyhodnocení v jednotlivých programech a vzájemné porovnání. Na závěr bude uvedeno zhodnocení přínosů pro firmu.

5.1 Představení jednotlivých investic

Podkapitola představení jednotlivých investic se věnuje popisu vybraných nabídek investic užitkových vozů aktuálních k dubnu 2017. Užitkové vozy byly vybrány z na webových stránkách AAA Auto. Pro práci bylo zvoleno pět nabídek uvedené níže:

- Volkswagen Crafted 2.0 TDI
- Ford Transit 2.2 TDCi Jumbo
- Peugeot Boxer 2.2 HDI
- Renault MASTER 2.3 DCI 150
- Citroen Jumper 2.2 HDi

Jednotlivé nabídky musí být přizpůsobeny kritériím, aby je bylo možno zadat do obou formulářů a upřesnění, co daná kritérium znamená v praxi. První změnou bude uvádění ceny. Užitkové vozy jsou často uváděny pod dvojí cenou, před a po odečtu DPH. Firmy si mohou DPH odečítat, proto bude uváděná cena po odečtu. Dalším upřesněním bude délka a výška vozu, která je uváděná v metrech a zároveň i s popisem podle všeobecně zavedených kategorií. Upřesnění názvosloví musí být i u paliva. Prodejci častokrát uvádějí v parametru palivo naftu jako diesel. Diesel je však typ motoru, proto bude do závorky uváděn správný název. Poslední upraveným tributem je typ karoserie, kdy se prodejci neshodují v označení.

Následuje popis jednotlivých nabídek vybraných užitkových vozů.

Volkswagen Crafted 2.0 TDI

Cena	297 521 Kč
Typ	Van
Objem nákladního prostoru	14 m ³
Rok výroby	2012
Palivo	diesel (nafta)
Spotřeba	10-14 l / 100km
Délka vozu	6,945 m (L3 – dlouhý)
Výška střechy	2,725 m (H2 – střední)
Celková hmotnost	2,155 t
Najeto kilometrů	132 254 km

Ford Transit 2.2 HDCi

Cena	149 000 Kč
Typ	Bus
Objem nákladního prostoru	8 m ³
Rok výroby	2007
Palivo	diesel (nafta)
Spotřeba	7,2 - 8,7 l / 100 km
Délka vozu	5,322 m (L2 – střední)
Výška střechy	2,515 m (H2 – střední)
Celková hmotnost	3 t
Najeto kilometrů	136 094 km

Peugeot Boxer 2.2 HDI

Cena	270 000 Kč
Typ	Van
Objem nákladního prostoru	31 m ³
Rok výroby	2013
Palivo	diesel (nafta)

Spotřeba	7,5 – 10 l/100 km
Délka vozu	5,998 m (L3 - dlouhý)
Výška střechy	2,522 m (H2 – střední)
Celková hmotnost	2,1 t
Najeto kilometrů	58 686 km

Renault MASTER 2.3 DCI 150

Cena	295 000 Kč
Typ	Van
Objem nákladního prostoru	15 m ³
Rok výroby	2012
Palivo	diesel (nafta)
Spotřeba	7,1 – 9,1 / 100 km
Délka vozu	6,848 m (L4 – extra dlouhý)
Výška střechy	2,541 m (H3 – střední)
Celková hmotnost	3,5 t
Najeto kilometrů	138 934 km

Citroen Jumper 2.2HDi

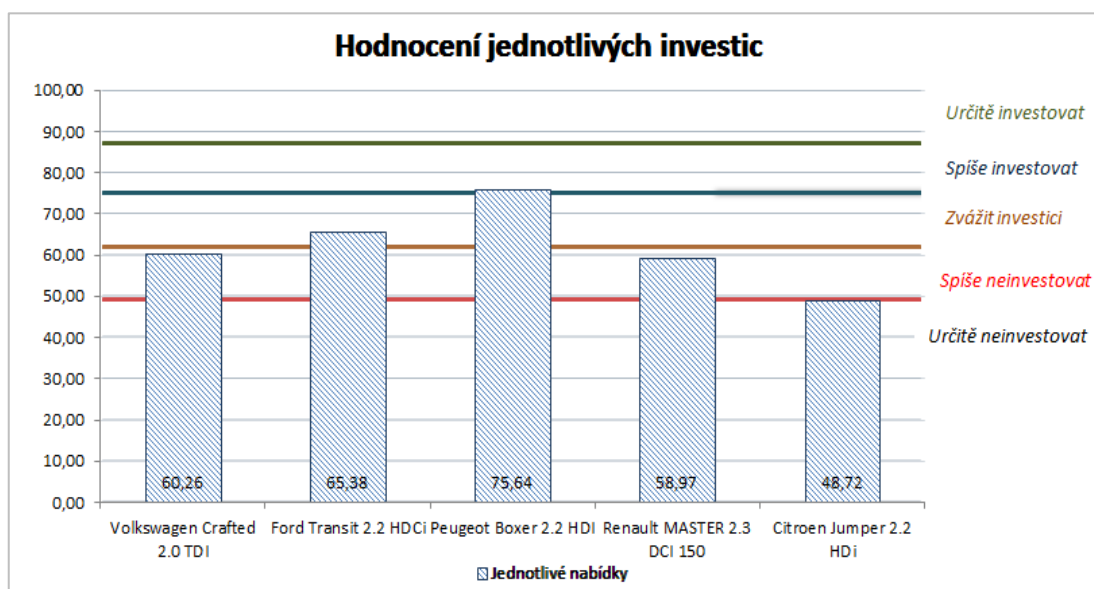
Cena	90 000 Kč
Typ	BoxVan
Objem nákladního prostoru	8 m ³
Rok výroby	2005
Palivo	diesel (nafta)
Spotřeba	8 – 10 l / 100 km
Délka vozu	5,099 m (L1 – krátký)
Výška střechy	2,15 m (H1 – krátký)
Celková hmotnost	3,5 t
Najeto kilometrů	189 062 km

5.2 Vyhodnocení investic pomocí modelu v programu Microsoft Excel

Informace o jednotlivých užitkových vozech byly nejdříve vloženy a následně vyhodnoceny v programu Microsoft Excel. Do listu „Vyhodnocení“ byly postupně zaznamenány všechny nabídky včetně promítnutí výsledku do grafu. Nejdříve je uvedeno hodnocení jednotlivých nabídek v tabulce č. 12, výsledky jsou následně vizuálně zobrazeny v grafu č. 1.

Tabulka 12 Vyhodnocení investic v programu MS Excel (Vlastní zpracování)

Varianta	Body [%]	Vyhodnocení
Volkswagen Crafted 2.0 TDI	60,26	Spíše neinvestovat
Ford Transit 2.2 HDCi	65,38	Zvážit investici
Peugeot Boxer 2.2 HDI	75,64	Spíše investovat
Renault MASTER 2.3 DCI 150	58,97	Spíše neinvestovat
Citroen Jumper 2.2 HDi	48,72	Určitě neinvestovat



Graf 1 Hodnocení investice pomocí programu MS Excel (Vlastní zpracování)

Pro lepší přehlednost byly do grafu ještě přidány přímkové hranice mezi jednotlivými oblastmi hodnocení, a to dle klíče, jenž byl už uveden v kapitole 4.2.1. Pro připomenutí je zde přiložen klíč s procentuálním hodnocením.

- Určitě neinvestovat – 0 - 49%
- Spíše neinvestovat – 50 - 62 %
- Zvážit investici – 63 - 75%
- Spíše investovat – 76 – 86%
- Určitě investovat – 87 – 100%

Z grafu č. 1 je patrné, že nebylo dosaženo hodnocení „Určitě investovat“. Vliv na nedosažení maximálního hodnocení má v daném případě rok výroby a cena.

Nejlépe hodnocená investice byl Peugeot Boxer 2.2 HDi, který získal 75,64 %, a proto byla zařazená do kategorie „Spíše investovat“. Vyšší hodnocení investice nezískala z důvodu vysoké ceny. Druhou nejlepší investicí byl Ford Transit 2.2 HDCi, jenž měl hodnocení „Zvážit investici“. Hodnocení „Spíše neinvestovat“ získaly dvě investice, a to Renault MASTER 2.3 DCi 150 a Volkswagen Crafter 2.0 TDi. Nejhorší hodnocení pak získal Citroen Jumper 2.2 HDi, který nebyl doporučen ke koupi.

Z výsledků je patrné, že nejvíce požadavkům vyhovuje Peugeot Boxer 2.2 HDi.

5.3 Vyhodnocení investic pomocí modelu v programu MATLAB

Informace získané na webových stránkách, které byly použity v MS Excel, byly taktéž vloženy i do programu MATLAB. Hodnocení muselo být vzhledem k jinak nastaveným hodnotám přepočítán, proto je zde uveden klíč použitý v tomto programu.

Klíč vyhodnocení byl nastaven takto:

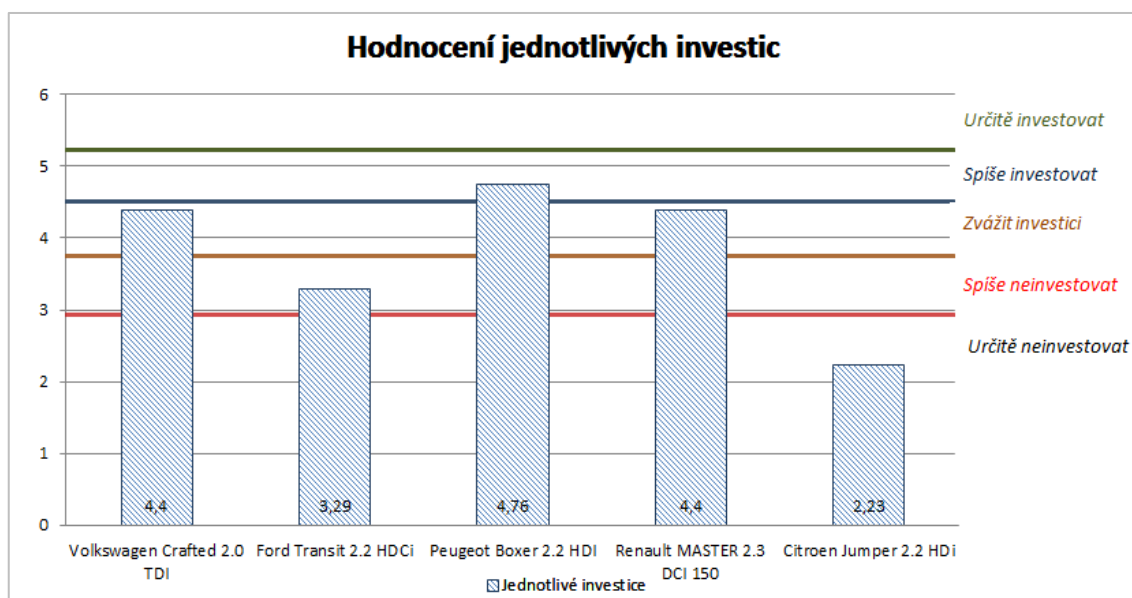
- Určitě neinvestovat – 0 – 2,94 bodů
- Spíše neinvestovat – 2,94 – 3,75 bodů
- Zvážit investici – 3,75 – 4,5 bodů
- Spíše investovat – 4,5 – 5,22 bodů
- Určitě investic – 5,22 – 6 bodů

Jednotlivé nabídky byly vyhodnoceny v programu a zaznamenány do tabulky č. 13.

Tabulka 13 Vyhodnocení investic v programu MATLAB (Vlastní zpracování)

Investice	Body	Vyhodnocení
Volkswagen Crafted 2.0 TDI	4,4	Zvážit investici
Ford Transit 2.2 HDCi	3,29	Spíše neinvestovat
Peugeot Boxer 2.2 HDI	4,76	Spíše investovat
Renault MASTER 2.3 DCI 150	4,4	Zvážit investici
Citroen Jumper 2.2 HDi	2,23	Určitě neinvestovat

Vizualizace výsledku byla znovu realizovaná pomocí grafu s hranicemi rozdělující graf na oblasti podle klíče, který byl použit v programu MS Excel, který byl přepočítán pro hodnoty použité v programu MATLAB. Graf vyhodnocení investice v tomto programu je uveden pod číslem 2.



Graf 2 Hodnocení investice pomocí programu MATLAB (Vlastní zpracování)

Ani v tomto modelu nedosáhla jediná investice hodnocení „Určitě investovat“. Nejvyššího skóre dosáhl Peugeot Boxer 2.2 HDi, který získal hodnocení „Spíše investovat“. Dvě investice skončily s hodnocením „Zvážit investici“, přesněji Volkswagen Crafted 2.0 TDi a Renault MASTER 2.3 DCi 150.

Dodávka Ford Transit 2.2 HDCi dostalo hodnocení „Spíše neinvestovat“ a hodnocení „Určitě neinvestovat“ pouze Citroen Jumper 2.2 HDi.

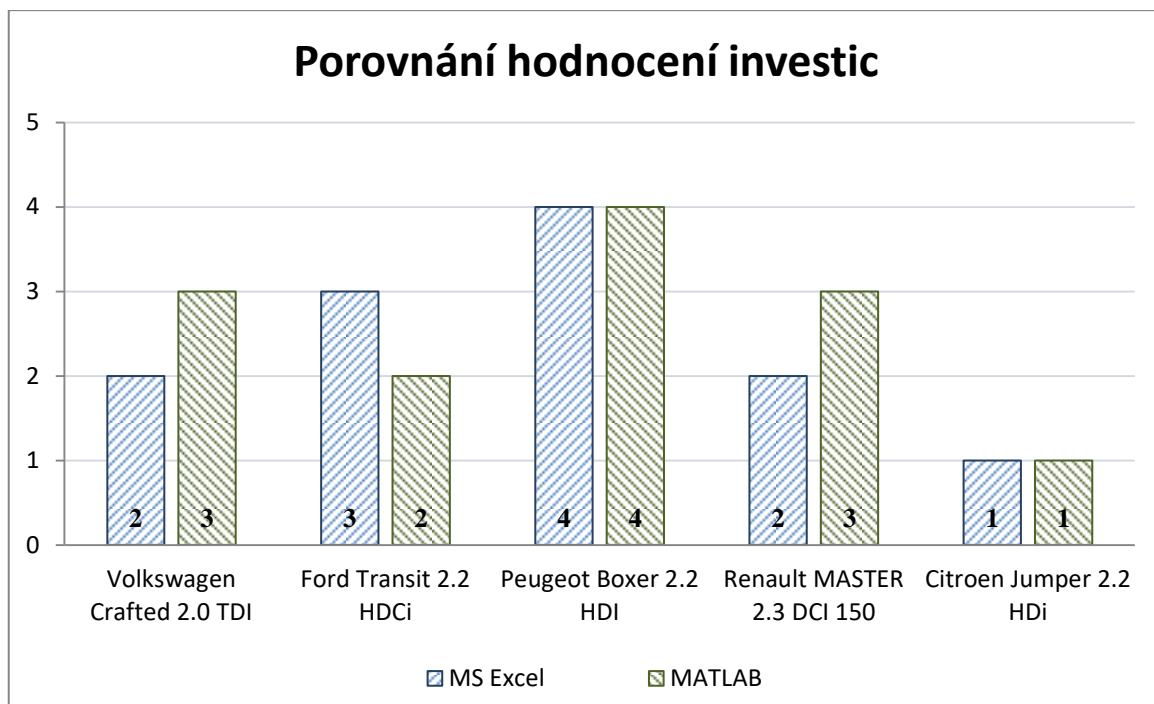
Rozhodovací systém vytvořený v programu MATLAB víceméně vyhodnotil výsledky podobně jako MS Excel. Nejlepší hodnocení znovu získal Peugeot Boxer 2.2 HDi.

5.4 Porovnání výsledků

Porovnání výsledků slouží především k ověření, že dané systémy vykazují stejné či podobné výsledky. Z toho lze vyvozovat, že oba systémy jsou navrženy správně. Jemné niance ve výsledcích jsou způsobeny především v rozdělení kritérií do subbloků v programu MATLAB, jenž mají za následek menší citlivost změny parametrů na výsledku. Tento problém by bylo možné odstranit, pokud by se místo rozevíracího seznamu použil posuvník. Hodnocení bylo v každém programu realizováno jiným způsobem, proto nebude porovnáván číselný výsledek, ale lingvistický, který byl pro oba modely totožný. Níže uvedená tabulka č. 14 a graf č. 3 zobrazuje porovnání výsledku z obou systémů.

Tabulka 14 Srovnání výsledků investic v obou modelech (Vlastní zpracování)

Investice	MS Excel	MATLAB
Volkswagen Crafted 2.0 TDI	Spíše neinvestovat	Zvážit investici
Ford Transit 2.2 HDCi	Zvážit investici	Spíše neinvestovat
Peugeot Boxer 2.2 HDi	Spíše investovat	Spíše investovat
Renault MASTER 2.3 DCI 150	Spíše neinvestovat	Zvážit investici
Citroen Jumper 2.2 HDi	Určitě neinvestovat	Určitě neinvestovat



Graf 3 Porovnání výsledků investic z obou modelů (Vlastní zpracování)

Pro správné pochopení grafu je nutné uvést klíč, podle něhož byly hodnoty nanášeny do grafu. V daném případě byly lingvistické proměnné převedeny na čísla, která prezentují získané skóre. Hodnoty byly zvoleny takto:

- Určitě neinvestovat – 1 bod
- Spíše neinvestovat – 2 body
- Zvážit investici – 3 body
- Spíše investovat – 4 body
- Určitě investic – 5 bodů

Z grafu i tabulky je patrné, že se modely shodly jen ve dvou případech, v dalších je odchylka o jeden stupeň. Neshoda v tomto, ale i dalších případech, je způsobená rozdělením vstupů a malé pružnosti v systému v programu MATLAB. Rozhodovací systém v Microsoft Excel se tak dá považovat za přesnější.

Porovnání hodnocení investic z obou systémů potvrdilo, že nejvhodnějším užitkovým vozem pro společnost Mertlík, spol. s r. o. je Peugeot Boxer 2.2HDi, který splňuje většinu požadavků.

5.5 Zhodnocení přínosů pro firmu

Cílem práce bylo vytvoření dvou rozhodovacích systémů, a to v programu Microsoft Excel a MATLABu. Programy jsou navrženy tak, aby byly použitelné v praxi, proto bylo nutné je i optimalizovat pro uživatele. Vzhledem k tomuto požadavku, byl v obou případech vytvořen formulář, který lze používat opakovaně. Z vybraných investic byl nejlépe hodnocen Peugeotu Boxer 2.2 HDi, a to s doporučením „Spíše investovat“.

Model v MS Excel je vytvořen v prostředí, jež je pro uživatele dobře znám. Program je spustitelný na kterémkoliv kancelářském počítači. Značnou výhodou tohoto systému je i možnost ukládání jednotlivých investic, oprava zadaných hodnot i možnost tisku hned nebo i s odstupem času. Software MS Excel je ve firmě zaveden. Systém vytvořený v programu MATLAB není pro uživatele tak přijatelný, jako tomu bylo v předchozím případě. Program není mezi uživateli rozšířen, neboť má větší nároky na počítač a pořizovací cena je několika násobně větší než tomu je u MS Excelu. Model byl navrhnut tak, aby byl pro uživatele co nejvíce intuitivní a neměl by být problém se v programu zorientovat. Fungování obou programů je detailně popsáno v předchozích kapitolách, tedy není nutné zaškolovat uživatele zadávací firmy.

Hlavním přínosem jsou dva systémy, které slouží k podpoře rozhodování o investici, jenž zkrátí dobu rozhodování a sníží možnost rizika nákupu vozu, jenž nebude vyhovovat požadavkům společnosti Mertlík, spol. s r. o. Použití systému může mít výhody i z dlouhodobého hlediska. Firma ušetří čas, jak už bylo výše zmíněno, ale zároveň může díky rozhodovacímu systému vybrat užitkový vůz, jenž nebude v budoucnu tak poruchový, což by přineslo další finanční náklady. Tento pohled přináší ještě jiný úhel pohledu, a to možnost získání konkurenční výhody vůči ostatním velkoobchodům v okolí.

Oba programy jsou vytvořeny jako samostatná řešení, proto je možné používat pouze jeden ze systému nebo i oba. Velkoobchodu Mertlík, spol. s r.o. však doporučuji používat oba programy, minimálně jako ověření a utvrzení konečného výsledku. Programy jsou použitelné do doby, než společnost změní preference při výběru užitkového vozu.

ZÁVĚR

Investice pro firmy v současnosti představují možnost získání nebo ztráty vůči konkurenci. Finanční obnos vložený do nevýhodné investice může mít pro firmu až likvidační následky, proto je pro podnik přínosné používat všechny prostředky a metody, které by mohli zabránit chybnému rozhodnutí. Jednou z metod pro podporu rozhodování je fuzzy logika, kterou se zabývala tato práce.

Výsledkem jsou dva systémy pro podporu rozhodování na vyhodnocení investic. První systém byl vytvořen v programu MS Excel, druhý pak v programu MATLAB. Systémy jsou vytvořeny tak, aby byly prakticky použitelné a uživatel je mohl používat intuitivně. Vyhodnocování investice bylo navrženo podle požadavků společnosti, především podle kritérií.

Bylo vybráno pět užitkových vozů, které byly testovány v obou vytvořených programech. Hodnocení v obou modelech vykazovalo podobné hodnocení a jako nejvýhodnější nabídku určily oba programy Peugeot Boxer 2.2HDI. Rozdíly ve vyhodnocení v programech jsou pouze o jeden stupeň, což je přičítáno rozdělení vstupních dat v programu MATLAB.

Velkoobchodu Mertlík, spol. s r.o. doporučuji zavést oba programy, neboť jeden program by mohl být používán jako vyhodnocovací a druhý jako kontrolní. Vytvořené systémy pro vyhodnocování investice budou předány společnosti, pro kterou bylo řešení vytvořeno. Systém je možné v budoucnu modifikovat i pro jiné společnosti.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-605-8.
- [2] Křupka Jiří, Kašparová Miloslava. *Úvod do teorie systémů* [Multimediální studijní opora na CD], Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007. ISBN 978-80-7194-955-8.
- [3] MAŘÍK, V., O. ŠTĚPÁNKOVÁ a J. LAŽANSKÝ. *Umělá inteligence*. Praha: ACADEMIA, 2013. 2473 s. ISBN 978-80-200-2276-9.
- [4] DOSTÁL, P. *Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: CERM, 2012. 718 s. ISBN 978-80-7204-798-7.
- [5] DOSTÁL, P. *Soft computing v podnikatelství a veřejné správě: díl 1*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-7204896-0.
- [6] JURA, P. *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, VUTIMUM, 200. ISBN 80-214-2261-0.
- [7] DYDOWICZ, P. *Kancelářské aplikace (přednáška)*. Brno: VUT v Brně, Fakulta podnikatelská, 13.2.2012.
- [8] *Jak na Excel* [online]. ©2004-2017 [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: <http://office.lasakovi.com/excel/>
- [9] HANSELMAN, D. a B. LITTLEFIELD. *Mastering MATLAB*. Pearson Education International Ltd., 2012. 852 s. ISBN 978-0-13-185714-2.
- [10] THE MATHWORKS. *Fuzzy Logic Toolbox*. [online]. © 1994-2017 [cit. 2017-02-21] Dostupné z: <https://www.mathworks.com/products/fuzzy-logic.html>

- [11] THE MATHWORKS. *Build Mamdami Systém Using Fuzzy Logic Designer*. [online]. © 1994-2017 [cit. 2017-02-13] Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/building-systems-with-fuzzy-logic-toolbox-software.html>
- [12] MERTLÍK, spol. s r.o. | netfirmy.cz. *Netfirmy.cz - internetová databáze firem* [online]. 2005-2017 [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <https://www.netfirmy.cz/firma/46071-mertlik-spol-s-ro/>
- [13] Veřejný rejstřík a Sběrka listin - Ministerstvo spravedlnosti České Republiky. *Výpis z obchodního rejstříku* [online]. © 2012-2015 [cit. 2017-04-01]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik-firma.vysledky?subjektId=105591&typ=PLATNY>
- [14] *Autobazar AAA AUTO – největší výběr ojetých vozů* [online]. AAA Auto International, ©2017 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www.aaaauto.cz/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Tvary funkce členství (Zdroj: [1]).....	14
Obrázek 2 Grafické znázornění fuzzy množin A a B (Zdroj: [5]).....	15
Obrázek 3 Grafické znázornění průniku fuzzy množin A a B (Zdroj: [5])	16
Obrázek 4 Grafické znázornění sjednocení fuzzy množin A a B (Zdroj: [5]).....	16
Obrázek 5 Grafické znázornění doplňku fuzzy množin A a B (Zdroj: [5]).....	17
Obrázek 6 Fungování fuzzy systému (Vlastní zpracování)	17
Obrázek 7 Jednotlivé části Fuzzy Logic Toolboxu (Zdroj: [11])	24
Obrázek 8 Fuzzy Inferenční systém Editor – příklad (Vlastní zpracování)	25
Obrázek 9 Membership Function Editor– ukázka (Vlastní zpracování)	26
Obrázek 10 Rule Editor - ukázka (Vlastní zpracování).....	28
Obrázek 11 Prohlížeč inferenčního mechanismu - ukázka (Vlastní zpracování).....	29
Obrázek 12 Surface Viewer - ukázka (Vlastní zpracování)	30
Obrázek 13 Ukázka Graphical User Interface s prvky (Vlastní zpracování)	31
Obrázek 14 Logo společnosti Mertlík, spol. s r. o. (Zdroj:[12]).....	32
Obrázek 15 Organizační struktura společnosti (Vlastní zpracování)	33
Obrázek 16 Ukázka kódu VBA pro tlačítko „Vyhodnocení“ (Vlastní zpracování)	44
Obrázek 17 Ukázka kódu pro tlačítko "Vyhodnocení" (Vlastní zpracování).....	45
Obrázek 19 Ukázka kódu pro tlačítko "Smazat vše" (Vlastní zpracování)	46
Obrázek 18 Ukázka kódu pro tlačítko "Porovnání" (Vlastní zpracování).....	47
Obrázek 20 Rozdělení kritérií do subbloků (Vlastní zpracování)	50
Obrázek 21 FIS Editor pro systém "Vyhodnocení" (Vlastní zpracování)	51
Obrázek 22 MF Editor pro vstupní proměnnou "Specifikace" (Vlastní zpracování)	52
Obrázek 23 Rule Editor pro systém Vyhodnocení (Vlastní zpracování).....	53
Obrázek 24 Rule Editor pro systém "Vyhodnocení" (Vlastní zpracování)	54
Obrázek 25 Surface Viewer pro systém "Vyhodnocení" (Vlastní zpracování).....	55

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Transformační matice – příklad (Vlastní zpracování)	20
Tabulka 2 Stavová matice - příklad (Vlastní zpracování)	20
Tabulka 3 Retransformační matice – příklad (Vlastní zpracování)	22
Tabulka 4 Popis transformační matice - 1. část (Vlastní zpracování)	38
Tabulka 5 Popis transformační matice - 2. část (Vlastní zpracování)	38
Tabulka 6 Transformační matice - 1. část (Vlastní zpracování)	39
Tabulka 7 Transformační matice - 2. část (Vlastní zpracování)	39
Tabulka 8 Vstupní stavová matice – 1. část (Vlastní zpracování)	39
Tabulka 9 Vstupní stavová matice - 2. část (Vlastní zpracování)	40
Tabulka 10 Retransformační matice (Vlastní zpracování)	40
Tabulka 11 Výpočet v modelu v Microsoft Excel (Vlastní zpracování)	41
Tabulka 12 Vyhodnocení investic v programu MS Excel (Vlastní zpracování)	60
Tabulka 13 Vyhodnocení investic v programu MATLAB (Vlastní zpracování)	62
Tabulka 14 Srovnání výsledků investic v obou modelech (Vlastní zpracování)	63

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Hodnocení investice pomocí programu MS Excel (Vlastní zpracování)	60
Graf 2 Hodnocení investice pomocí programu MATLAB (Vlastní zpracování)	62
Graf 3 Porovnání výsledků investic z obou modelů (Vlastní zpracování)	64

PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Formulář vytvořený v programu Microsoft Excel	I
Příloha č. 2: Formulář vytvořený v programu MATLAB	II
Příloha č. 3: Tisková sestava - výsledek hodnocení investice (příklad)	III
Příloha 4: MS Excel – rozhodovací systém (soubor „Hodnocení.xlsm“).....	CD
Příloha 5: MATLAB - dílčí podsystém Specifikace (soubor „Specifikace.fis“).....	CD
Příloha 6: MATLAB - dílčí podsystém Parametry (soubor „Parametry.fis“)	CD
Příloha 7: MATLAB - dílčí podsystém Náklady (soubor „Naklady.fis“).....	CD
Příloha 8: MATLAB - dílčí podsystém Vyhodnocení (soubor „vyhodnoceni.fis“).....	CD
Příloha 9: MATLAB – vyhodnocovací formulář (soubor „formular.m“)	CD
Příloha 10: MATLAB – vyhodnocovací formulář (soubor „formular.fig“).....	CD

PŘÍLOHA Č. 1: FORMULÁŘ VYTVOŘENÝ V PROGRAMU MICROSOFT EXCEL

Formulář

Název investice

Cena	<input type="text"/>	Spotřeba	<input type="text"/>
Typ	<input type="text"/>	Délka vozu	<input type="text"/>
Objem nákladního prostoru	<input type="text"/>	Výška střechy	<input type="text"/>
Rok výroby	<input type="text"/>	Celková hmotnost	<input type="text"/>
Palivo	<input type="text"/>	Najeto km	<input type="text"/>

Komentář

Body [%]	Vyhodnocení	Vyhodnocení
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Vyhodnocení

Zaznamenat

Porovnat

Smazat vše

PŘÍLOHA Č. 2: FORMULÁŘ VYTVOŘENÝ V PROGRAMU MATLAB

The image shows a window titled "formular" with a standard Windows-style title bar (minimize, maximize, close buttons). The main content area has a light gray background and contains the following elements:

- Instruction: "Vyplňte prosím všechny údaje" (Please fill in all data).
- Form fields (all are dropdown menus):
 - Cena: 0 - 50 000
 - Spotřeba: Malá
 - Typ dodávky: BoxVan
 - Délka vozu: Krátký
 - Objem nákladního prostoru: 0 - 4
 - Výška střechy: Nízká
 - Rok výroby: před 2011
 - Celková hmotnost: pod 3,5 t
 - Palivo: Benzín
 - Najeto kilometrů: 0 - 60 000
- A large gray button labeled "Vyhodnotit" (Evaluate) centered below the form fields.
- Two light green rectangular boxes at the bottom of the window, likely representing output areas.

PŘÍLOHA Č. 3: TISKOVÁ SESTAVA - VÝSLEDEK HODNOCENÍ INVESTICE (PŘÍKLAD)

Vyhodnocení investice



Název investice Peugeot Boxer 2.2 HDI

Datum 29.04.2017
Cena nad 250 000
Typ Van
Objem nákladního prostoru 17 a více
Rok výroby 2013
Palivo Nafta
Spotřeba Malá
Délka vozu dlouhý
Výška střechy střední
Celková hmotnost do 3,5 t
Najeto Km 0 - 60 000
Komentář

Hodnocení 75,64
Slovní hodnocení Spíše investovat

Bodový zisk investice byl převeden podle tohoto klíče

	Bodový zisk
Určitě neinvestovat	0-35
Spíše neinvestovat	36-50
Zvážit investici	51-65
Spíše investovat	66-80
Určitě investovat	81-100