



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ODBOR INŽENÝRSTVÍ RIZIK

DEPARTMENT OF RISK ENGINEERING

VYHODNOCENÍ DODAVATELSKÉHO RIZIKA PROSTŘEDNICTVÍM FUZZY LOGIKY

SUPPLIER RISK ASSESSMENT USING FUZZY LOGIC

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Daniel Peterek

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

BRNO 2020

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Daniel Peterek**
Studijní program: Řízení rizik technických a ekonomických systémů
Studijní obor: Řízení rizik ekonomických systémů
Vedoucí práce: **prof. Ing. Petr Dostál, CSc.**
Akademický rok: 2019/20
Ústav: Odbor inženýrství rizik

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:

Vyhodnocení dodavatelského rizika prostřednictvím fuzzy logiky

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Diplomová práce se bude zabývat výběrem vhodných dodavatelů a vyhodnocením jejich možných rizik pro firmu, za využití fuzzy logiky. K řešení bude využito programu MS Excel a programového prostředí MATLAB a jeho Fuzzy Logic Toolboxu.

Cíle diplomové práce:

Vyhodnocení dodavatele z hlediska rizika s využitím fuzzy logiky.

Seznam doporučené 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 2019/20

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Vladimír Adamec, CSc.
vedoucí odboru

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Předložená diplomová práce se zabývá vyhodnocením dodavatelů pro společnost Ferrit za využití fuzzy logiky. Hlavní část diplomové práce se zabývá tvorbou návrhů na řešení hodnocení dodavatelů vybrané společnosti. Rozhodovací modely jsou tvořeny v programech Microsoft Excel a MATLAB. Porovnání výsledků obou navržených rozhodovacích modelů je obsahem poslední části práce.

Abstract

The presented diploma thesis deals with the evaluation of suppliers for the company Ferrit using fuzzy logic. The main part of the diploma thesis deals with the creation of proposals for the solution of the evaluation of suppliers of a selected company. Decision models are created in Microsoft Excel and MATLAB. The comparison of the results of both proposed models is the content of the part of the work.

Klíčová slova

Umělá inteligence, rozhodovací model, fuzzy logika, MATLAB, Microsoft Excel

Keywords

Artificial intelligence, decision-making model, fuzzy logic, MATLAB, Microsoft Excel

Bibliografická citace

PETEREK, Daniel. Vyhodnocení dodavatelského rizika prostřednictvím fuzzy logiky. Brno, 2020. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/120352>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor inženýrství rizik. Vedoucí práce Petr Dostál.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Vyhodnocení dodavatelského rizika prostřednictvím fuzzy logiky“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom/a následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně

.....

Podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych chtěl rád poděkovat svému vedoucímu práce prof. Ing. Petru Dostálovi CSc. za odborné vedení a cenné rady, které mi poskytl při zpracování diplomové práce. Dále bych rád poděkoval zaměstnancům nákupního oddělení společnosti Ferrit.

OBSAH

1	ÚVOD	15
2	CÍL PRÁCE	16
3	TEORETICKÉ VYMEZENÍ	17
3.1	Fuzzy logika	17
3.2	Teorie Fuzzy množin	17
3.2.1	<i>Operace s fuzzy Množinami.....</i>	<i>18</i>
3.2.2	<i>Fuzzy systémy.....</i>	<i>20</i>
3.2.3	<i>Fuzzifikace</i>	<i>20</i>
3.2.4	<i>Fuzzy inference.....</i>	<i>20</i>
3.3	Analýza rizik	21
3.3.1	<i>Riziko.....</i>	<i>21</i>
3.3.2	<i>Klasifikace rizik.....</i>	<i>22</i>
3.4	Modelování.....	24
3.5	Excel	24
3.5.1	<i>Transformační matice.....</i>	<i>25</i>
3.5.2	<i>Ohodnocená transformační matice.....</i>	<i>25</i>
3.5.3	<i>Stavová matice.....</i>	<i>26</i>
3.5.4	<i>Retransformační matice.....</i>	<i>27</i>
3.6	MATLAB.....	27
3.6.1	<i>Fuzzy Logic Toolbox</i>	<i>28</i>
4	ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU	35
4.1	Popis společnosti.....	35
4.1.1	<i>Popis základní podnikatelské činnosti a oboru podnikání.....</i>	<i>35</i>
4.1.2	<i>Vize a cíle podniku.....</i>	<i>36</i>
4.1.3	<i>Systém rozvoje lidských zdrojů</i>	<i>36</i>
4.1.4	<i>Dodavatelské dilema</i>	<i>38</i>
4.1.5	<i>Seznam vybraných dodatelů</i>	<i>38</i>
5	VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ	42
5.1	Výběr kritérií a atributů	42
5.2	Návrh řešení v programu Microsoft Excel	45
5.2.1	<i>Transformační matice.....</i>	<i>45</i>
5.2.2	<i>Stavová matice.....</i>	<i>46</i>
5.2.3	<i>Retransformační matice.....</i>	<i>54</i>

5.2.4	<i>Výsledné hodnocení dodavatele</i>	54
5.3	Návrh řešení ve visual basics.....	56
5.3.1	<i>Popis rozhodovacího nástroje</i>	56
5.3.2	<i>Výsledné vyhodnocení dodavatele</i>	60
5.4	Návrh řešení v MATLAB.....	61
5.4.1	<i>Popis modelu v MATLAB</i>	61
5.4.2	<i>Fuzzy Logic Toolbox</i>	63
5.4.3	<i>M – Soubor</i>	67
5.4.4	<i>Výsledné hodnocení dodavatele</i>	69
5.5	Porovnání výsledného hodnocení microsoft excel a matlab	70
6	ZÁVĚR.....	72
7	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	73
	SEZNAM TABULEK	75
	SEZNAM OBRÁZKŮ	76
	SEZNAM GRAFŮ	78

1 ÚVOD

Vést podnik v dnešní moderní době není vůbec snadné. V časech moderních technologií, kdy dochází ke stálému zrychlování a zdokonalování firemních procesů je nutné provádět pohotová rozhodnutí. Mnohdy se zároveň jedná o taková rozhodnutí, která mají vliv na celý podnik, je proto nutné, aby byla uvážená, vhodná, a tedy obecně správná. Řešitel tedy musí být schopen rozlišovat patřičné informace, dokázat je využívat a s jejich využitím odhadovat a eliminovat rizika, která rozhodovací proces doprovází – a to častokrát ve velice krátkém čase. Nabízí se otázka, jak docílit toho, aby tato rozhodnutí splňovala všechna výše zmíněná kritéria.

Tento vývoj však nepřináší jen problémy, jak by se z výše zmíněného mohlo zdát, ale zejména příležitá řešení. Právě rozvoj umělé inteligence může posloužit při řešení problémů, kde hraje roli až příliš mnoho vstupů. Konkrétním, příkladem mohou být rozhodovací modely vytvořené za pomoci fuzzy logiky.

V praxi se tak můžeme setkat s případy, kdy nad výběrem vhodného dodavatele pro podnik nerozhoduje lidský řešitel, ale automatizovaný systém, který respektuje zákonitosti fuzzy logiky.

2 CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení dodavatelského rizika a následný výběr vhodného dodavatele. Tento výběr bude proveden na základě konkrétních požadavků společnosti, které budou stanoveny nákupním oddělením podniku. K výběru dodavatelů bude využit programový balíček Microsoft Office, a konkrétně program Microsoft Excel. Dále bude využito interaktivní programové prostředí MATLAB.

V první části diplomové práce budou vymezeny základní teoretická východiska. Součástí této kapitoly bude vymezení pojmů souvisejících s tématem diplomové práce, mezi tyto pojmy je možné zařadit modelování a riziko. V rámci teoretické rešerše dojde k popisu programů, které budou využity při rozhodování, tedy programu Microsoft Excel a programovacího prostředí MATLAB.

V druhé části dojde k popisu autorem vybrané firmy, pro kterou budou hodnoceni dodavatelé. Bude vymezen obor podnikání, velikost podniku, ekonomická situace v podniku a další parametry. Dále bude dosaženo popsání samotných dodavatelů, jejichž výběr je pro firmu klíčový. Důležitým krokem bude určení kritérií, podle kterých bude vybrán dodavatel. Po konzultacích s vybranou společností budou tato kritéria zjištěna a dále rozepsána.

Třetí, a tedy již praktická část se bude zabývat vytvořením rozhodovacího modelu v programech Microsoft Excel a MATLAB.

V programu Microsoft Excel bude vytvořena transformační matice, jejímž cílem je vytvoření parametrů pro zjištěná kritéria. Tyto parametry se nachází právě v transformační matici. V ohodnocené transformační matici budou parametrům přidány reálné hodnoty, které budou zjištěny.

Dále bude vytvořena vstupní stavová matice, kde se promítnou zjištěné požadavky na dodavatele, které při jejich výběru hrají hlavní roli. Výstupem Retransformační matice budou již výsledná hodnocení dodavatelů, a tedy bude moct dojít k jejich výběru.

Cílem práce s programem MATLAB je za použití Fuzzy Logic Toolboxu definovat vstupy a výstupy modelu. Nadefinování členských funkcí je dalším podstatným krokem společně s určením pravidel. Konečně tak může dojít k simulaci, a tedy k vyhodnocení vložených dat.

3 TEORETICKÉ VYMEZENÍ

3.1 FUZZY LOGIKA

Fuzzy logika (česky někdy mlhavá logika) byla vyvinuta v následnictví teorie fuzzy množin, kterou navrhl v 60. letech 20. století Lofti A. Zadeh jako množinovou teorii uplatnitelnou v oblastech, v nichž nejsou striktně určeny prvky daných množin, respektive dané predikáty jsou vágní. Fuzzy logika patří mezi vícehodnotové logiky, namísto určitých hodnot používá celý interval $[1,0]$, výroky tedy ohodnocuje mírou pravdivosti [1]. Fuzzy logika se tedy řadí mezi neklasické výrokové logiky [2]. Fuzzy logika je založena na teorii fuzzy množin, která bude dále popsána.

3.2 TEORIE FUZZY MNOŽIN

K pochopení principů teorie fuzzy množin je záhodno nejprve vysvětlit fungování „klasické množiny“. Klasická (tedy ostrá) množina je definována jako soubor prvků či objektů $x \in X$ který může být konečný a počítatelný. Každý tento prvek může buď ležet nebo neležet v množině A , $A \subseteq X$ [3]. Tato klasická množina může být popsána různými způsoby:

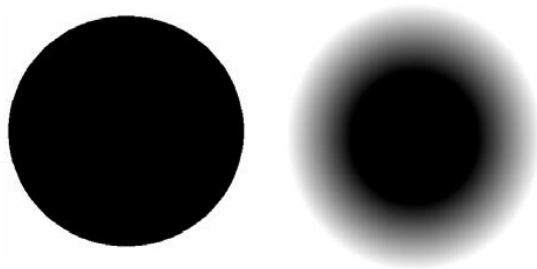
- 1) Výčtem prvků množiny $M = (x_1, x_2, x_3, x_4)$
- 2) Pravidlem, které musí prvku vyhovovat
- 3) Charakteristickou funkcí $m_M(x)$, pro kterou platí:

$$m_M(x) = \begin{cases} 1 & \text{if } x \in M \\ 0 & \text{if } x \notin M \end{cases}$$

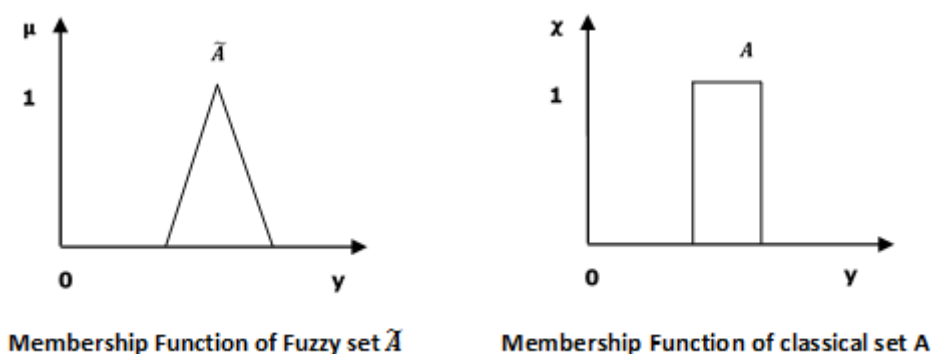
[4]

A právě za hranicí fungování ostrých množin se nachází fuzzy množiny. Je možné vycházet z reálného života, kdy není vnímána jasná hranice mezi členstvím a nečlenstvím v množině, ale spíše postupný přechod. Právě tento přechod není možné formalizovat ostrými množinami. Fuzzy množina, která je neostrá je množinou prvků, jejichž členství se nachází na intervalu od 0 do 1, může tedy být odstupňované. Právě toto odstupňování značí míru členství v množině. Fuzzy množina je popisována funkcí členství [5].

Následující obrázek vyjadřuje rozdíl mezi klasickou (ostrou) množinou a fuzzy (neostrou) množinou. Obrázek č. 2 ilustruje rozdíl mezi klasickou funkcí členství a fuzzy funkcí členství.



Obr. č. 1: Porovnání klasické a fuzzy množiny [2]



Obr. č. 2: Funkce členství klasické a fuzzy množiny [6]

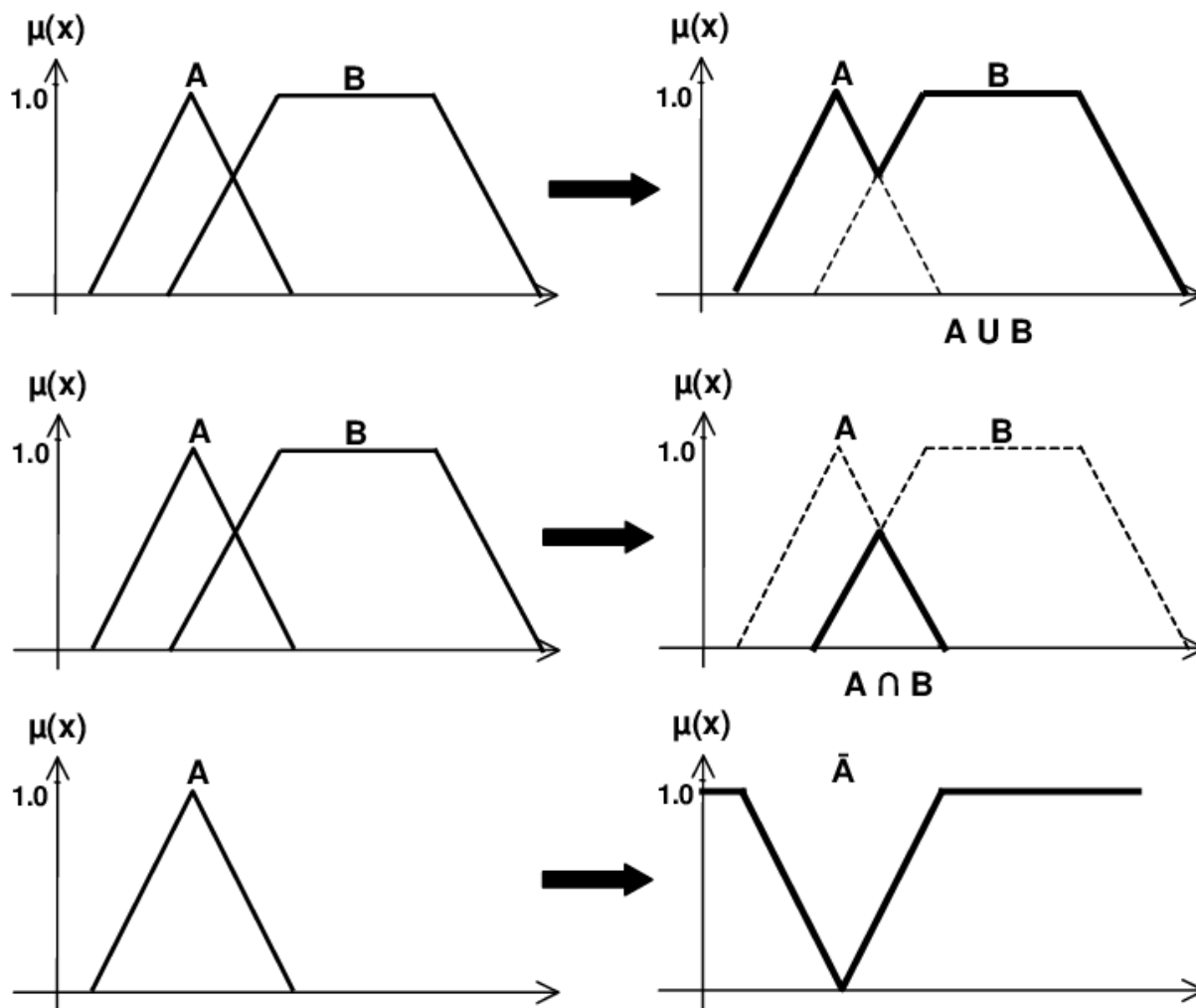
Fuzzy logika tedy měří jistotu nebo nejistotu příslušnosti prvku k množině. Pomocí fuzzy logiky lze najít řešení pro daný případ z pravidel, která byla definována pro podobné případy. Metoda užívající fuzzy množin, patří mezi metody, které lze použít v oblasti řízení firem [7].

3.2.1 Operace s fuzzy Množinami

Pokud se hovoří o operacích s fuzzy množinami, myslíme tím následující:

1. Sjednocení
2. Průnik
3. Doplněk

Tyto operace byly původně zavedeny pro ostré množiny, je možné však využít tyto operace i pro fuzzy množiny. Je možné hovořit o jednoduchosti a jednoznačnosti, pokud jsou zavedeny pojmy jako sjednocení, průnik a doplněk v teorii klasických, tedy ostrých množin. V teorii fuzzy množin není interpretace operací tak jednoduchá, což vyplývá z již zmíněné definice fuzzy množin, a tedy z faktu že funkce příslušnosti může nabývat hodnoty z celého intervalu $[0, 1]$. [8]. Na následujícím obrázku je možné vidět grafické vyobrazení sjednocení, průniku a doplňku.



Obr. č. 3 Operace mezi fuzzy množinami [9]

Mezi další základní operace, které je možné využívat v rámci fuzzy množin, patří následující:

1. Sčítání
2. Odčítání
3. Násobení
4. Dělení

Fuzzy logika však využívá rozdílných pravidel při provádění těchto operací. Pravidla jsou následující:

1. Sčítání: $[a, b] + [c, d] = [a + c, b + d]$
2. Odčítání: $[a, b] - [c, d] = [a - d, b - c]$
3. Násobení: $[a, b] * [c, d] = [\min(a*c, a*d, b*c, b*d), \max(a*c, a*d, b*c, b*d)]$
4. Dělení: $[a, b] / [c, d] = [\min(a/c, a/d, b/c, b/d), \max(a/c, a/d, b/c, b/d)]$ [7]

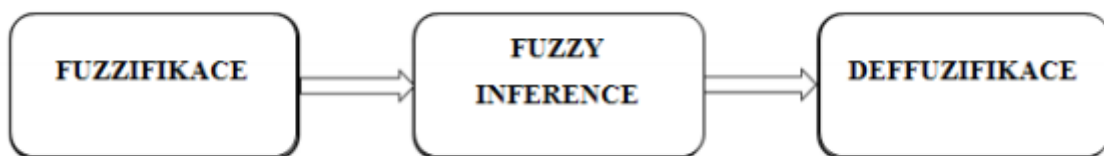
Právě díky zmíněným operacím, které lze na fuzzy množinách aplikovat je možné vytvářet ucelené fuzzy systémy.

3.2.2 Fuzzy systémy

Jura tvrdí, že fuzzy systémem se rozumí takový systém, jehož proměnné nabývají hodnot, které nejsou definovány ostrými čísly, ale jsou definovány slovními hodnotami, to znamená, že jsou definovány fuzzy množinami. Vstupními i výstupními proměnnými tedy jsou jazykové proměnné. Mnohdy se však pracuje s ostrými čísly, tedy vstupními i výstupními hodnotami jsou ostré hodnoty [8].

Z toho důvodu se fuzzy systém skládá z následujících kroků:

1. Fuzzifikace,
2. Fuzzy inference
3. Defuzzifikace



Obr. č. 4 Proces fuzzy zpracování [7]

3.2.3 Fuzzifikace

Fuzzifikací rozumíme transformování ostré hodnoty proměnné na fuzzy množinu, tedy jazykovou proměnnou. Jako příklad může sloužit proměnná riziko, kde místo kvantifikace rizika lze zvolit například tyto atributy: žádné, velmi nízké, nízké, střední, vysoké, velmi vysoké. Stupeň členství atributů v proměnné je vyjadřován matematickou funkcí. Existuje mnoho tvarů členských funkcí.

3.2.4 Fuzzy inference

Tento krok definuje chování systému pomocí zavedených pravidel. Tato pravidla jsou na jazykové úrovni a vypadají následovně: <Když>, <Potom>, <S váhou>. V těchto algoritmech se objevují podmínkové věty, které vyhodnocují stav příslušné proměnné [7].

Příklady:

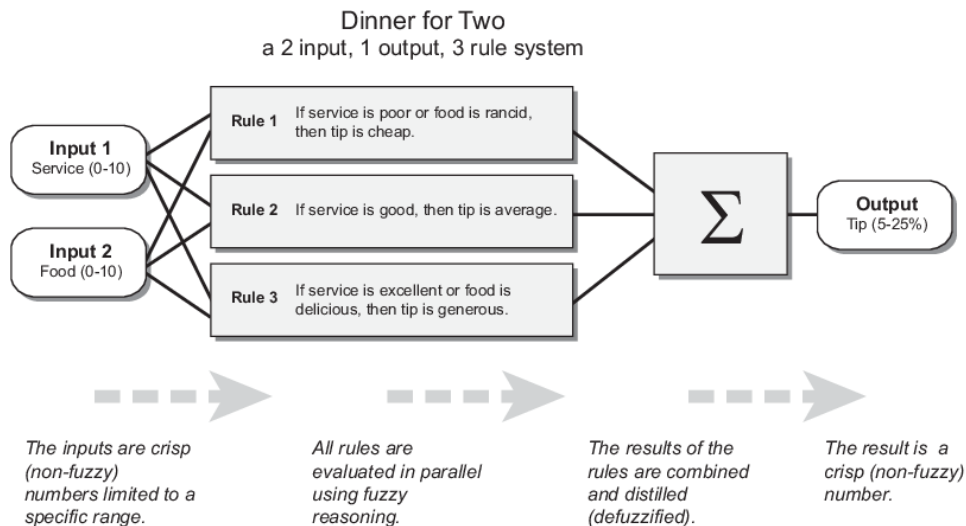
<Když> Nízké příjmy <Nebo> Vysoké náklady <Potom> Velmi vysoké riziko <S váhou> 0,9

<Když> Nízké příjmy <Nebo> Střední náklady <Potom> Vysoké riziko <S váhou> 0, 7

<Když> Střední příjmy <Nebo> Střední náklady <Potom> Střední riziko <S váhou> 0, 5

<Když> Střední příjmy <Nebo> Nízké náklady <Potom> Nízké riziko <S váhou> 0, 3

<Když> Vysoké příjmy <Nebo> Nízké náklady <Potom> Nízké riziko <S váhou> 0, 1



Obr. č. 5 Proces fuzzy inference [10]

3.3 ANALÝZA RIZIK

Pro pochopení následující podkapitoly je třeba si definovat základní rizikologické pojmy. Mezi tyto pojmy patří termíny, jako například Riziko, směrodatná odchylka, rozptyl a další.

3.3.1 Riziko

Dle Babince je riziko v komplexním pojetí chápáno jako relace mezi očekávanou ztrátou (poškození zdraví, ztrátou života, ztrátou majetku atd.) a neurčitostí uvažované ztráty (zpravidla vyjádřenou pravděpodobností nebo frekvencí výskytu) [11].

V užším pojetí se někdy pojem riziko redukuje na pravděpodobnost, se kterou dojde za definovaných podmínek expozice k projevu nepříznivého účinku.

Obecně je tedy možné riziko vyjádřit následující rovnicí:

$$R = P \times D$$

Kde R je riziko

P je pravděpodobnost

D je škoda [12]

Rais dále definuje riziko jako míru ohrožení aktiva, míru nebezpečí, že se uplatní hrozba a dojde k nežádoucímu výsledku vedoucímu ke vzniku škody. Velikost rizika je vyjádřena jeho úrovní.

Riziko vzniká vzájemným působením hrozby a aktiva. Hrozba, která nepůsobí na žádné aktivum, nemusí být při analýze rizik brána v úvahu. Aktivum, na které nepůsobí žádná další hrozba, není předmětem analýzy rizik [12].

Dle Tichého není definice rizika tak jednoznačná. Záleží na odvětví, oboru a problematice, co se pod tímto názvem rozumí. Existují skupiny definic technických, ekonomických a sociálních. Tichý dále uvádí tyto definice rizika:

1. Nejistota vztahující se k újmě
2. Hmotný statek vystavený újmě
3. Pravděpodobnost, že se skutečná hodnota ztrát odchýlí od očekávaných hodnot
4. Možnost zisku nebo ztráty při investování, popřípadě podnikání
5. Nebezpečí zvyšující četnost a závažnost ztrát
6. Zdroj takového nebezpečí (přírodní jevy, lidé nebo zvířata a činnosti) [13]

Pro měření absolutní výše rizika se používají základní statistické charakteristiky, především směrodatná odchylka a rozptyl.

$$\text{rozptyl} = \sum_{i=1}^n [r_i - E(r)]^2 \times P_i$$

Kde	rozptyl	je rozptyl očekávaných změn charakteristiky (například výnosů)
	R_i	jsou jednotlivé hodnoty sledované veličiny (například jednotlivé předpokládané nebo skutečné dosahované výnosy)
	$E(r)$	je průměrná hodnota sledované veličiny za určité období
	I	jsou jednotlivé stavy systému (například časové okamžiky sledování charakteristiky)
	n	je počet měření sledované charakteristiky
	P_i	je pravděpodobnost výskytu jednotlivých stavů charakteristiky

Směrodatnou odchylkou se rozumí odmocnina z rozptylu [12].

3.3.2 Klasifikace rizik

Riziko jako takové je poměrně obecný termín a je tedy možné si jej blíže specifikovat a klasifikovat.

Dle Raise je možné rizika klasifikovat dle jejich zdroje, je tedy možné se setkat s:

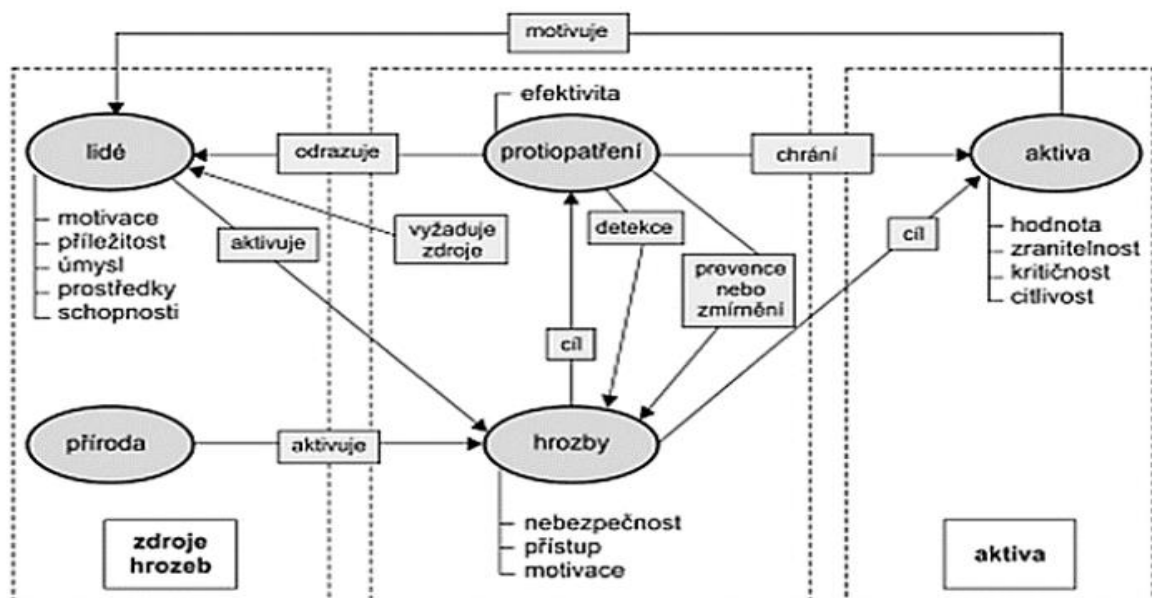
1. Dynamická rizika
2. Statická rizika
3. Čistá rizika
4. Spekulativní rizika

Dynamická rizika mají svou příčinu ve změnách v okolí firmy a ve firmě samé. Statická rizika zahrnují ztráty, jejichž příčiny jsou mimo změny v ekonomice. Čisté riziko značí pouze situace, kdy dochází pouze k možnosti ztráty nebo žádné ztráty. Spekulativní rizika popisují situaci, kdy existuje možnost ztráty, ale také zisku.

Ve spojitosti se ztrátami firmy je možné hovořit o:

1. Výrobní rizika
2. Technická rizika
3. Ekonomická rizika
4. Tržní rizika
5. Finanční rizika

Tyto klasifikace nejsou jediné existující, mezi další známé termíny patří například jedinečná rizika, systémová rizika, hmotná rizika a mnoho dalších [12].



Obr. č. 6 Vztahy v analýze rizik [12]

3.4 MODELOVÁNÍ

Vzhledem k tomu, že dílčím cílem této diplomové práce je vytvoření modelu rozhodovacího systému – fuzzy systému, je nasnadě si definovat pojmy vázající se na problematiku modelování.

Dle Doskočila je modelování procesem, při kterém se původní systém (originál) zobrazuje jiným umělým systémem (modelem), přičemž chování obou systémů je vzájemně analogické. V procesu tvorby modelu dochází z hlediska přesnosti k redukci vzhledem k původnímu systému [14].

Janíček tvrdí, že termín modelování je v nejjednodušším a nejobecnějším významu chápán jako určitá činnost s modelem v určité oblasti běžných lidských činností i činností spojených s řešením problémů.

Model je výsledkem procesu modelování. Jedná se o pomocný prostředek, který slouží k řešení problémů na objektech omega různými druhy modelování. Model je vždy nedokonalým obrazem reality [15].

Dalšími pojmy, které úzce souvisí s problematikou modelování jsou:

1. Identifikace
2. Simulace

Identifikace systému znamená určení matematického popisu, a tedy určení matematického modelu vlastností systému, přičemž rovněž dochází k redukci systému. V procesu identifikace systémů a modelování se pracuje s informacemi, které dle charakteru jejich pořízení dělí:

1. Empirické informace
2. Apriorní informace

Simulace znamená využití modelu k ověření jeho činnosti, to znamená reakce na různé vstupní signály. Rovněž se hovoří o experimentování s modelem [14].

3.5 EXCEL

Microsoft Excel je programem softwarového balíčku Microsoft Office. Microsoft Excel je dále prostředím, ve kterém je možné vytvářet tabulkové kalkulátory, provádět matematické či statistické úkony a analýzu dat.



Obr. č. 7 Microsoft Excel 2019 [16]

Právě tento program byl využit pro modelování fuzzy systému, který následně přispěl k rozhodovacímu procesu. Celý postup je rozdělen do několika kroků, které budou v následující podkapitole nastíněny.

3.5.1 Transformační matice

Při tvoření transformační matice dochází k vytvoření kritérií, popřípadě skupin kritérií. Tato kritéria jsou dále popsána vágními pojmy. V tabulce číslo 1 je tedy možné vidět obecně stanovená kritéria 1 až 6, která jsou dále rozdělena do skupin kritérií 1 až 3. V následujících stránkách jsou skupiny kritérií pojmenovány jako *Hlavní faktory*, *Dopravní faktory* a *Vedlejší faktory*. K těmto kritériím jsou přiřazeny vágní pojmy, tedy slovní proměnné. Tyto vágní pojmy mohou například popisovat cenu určitého statku, u kritéria *Cena za kg* se tedy můžeme setkat s proměnnými jako *Velmi nízká*, *Nízká*, *Příjemná*, *Navýšená* a *Vysoká*. Proměnné mohou dále popisovat časový úsek, u kritéria *Doba dodání* se tedy můžeme setkat s pojmy vyjadřujícími počty dnů. V tabulce je možné vidět celou řadu kritérií a slovních proměnných.

Tab. č. 1: Transformační matice – Popis [vlastní]

Hlavní faktory		Dopravní faktory		Vedlejší faktory	
Cena za kg	Kvalita	Doba dodání	Reklamacce	Komunikace	Reference
Velmi nízká	Skvělá	3 dny a méně	Ano	Svižná	Dobré
Nízká	Nezávadné	3 až 5 dní	Ne	Neutrální	Neutrální
Příjemná	Špatná	5 až 7 dní		Pomalá	Nejsou
Navýšená	Závadné	více než 7 dní			Špatné
Vysoká					

3.5.2 Ohodnocená transformační matice

Ohodnocenou transformační maticí se rozumí taková matice, jejímž lingvistickým proměnným jsou přiřazeny váhy. Vágní jsou tedy ohodnoceny čísly, tato čísla reprezentují důležitost pro rozhodovatele. Přiřazení hodnot je založeno na expertní činnosti. V tomto konkrétním případě je dodržováno pravidlo čím vyšší hodnoty váha nabývá, tím je proměnná důležitější pro celý systém a naopak.

V tabulce číslo 2 je možné se tedy setkat s ohodnocenou transformační maticí, která přímo navazuje na popisnou transformační matici. Když bude opět nahlíženo na *Reklamace*, tak je možné zaregistrovat, že nevyšší hodnota dosahuje čísla 70, nejnižší hodnota čísla 20. Pokud dojde k porovnání s kritériem *Kvalita*, je možné dojít k závěru, že určitá kritéria jsou pro rozhodovací systém podstatnější než jiná.

Tab. č. 2: Ohodnocená transformační matice [vlastní]

Hlavní faktory		Dopravní faktory			Vedlejší faktory	
Cena za kg	Kvalita	Doba dodání	Reklamace	Komunikace	Reference	
160	120	120	70	80	70	
150	100	70	20	60	50	
130	50	40		40	40	
110	0	10		0	30	
0						

3.5.3 Stavová matice

K tomu, aby bylo zřejmé, jaká kritéria jsou konkrétním subjektem splněna či ne, a v jaké míře, slouží stavová matice. V následujících tabulkách je možné vidět, jak taková stavová matice vypadá. Stavová matice může být prezentována jak slovně, tak také číselně. V tabulce číslo 3 můžeme vidět slovní ohodnocení, a tedy možnost Ano=splňuje kritérium, Ne=nesplňuje kritérium. Jak lze poznamenat z tabulky číslo 4, je možné příslušnost zaznačit dle klasické logiky, kde 1=splňuje kritérium, 2=nesplňuje kritérium.

Tab. č. 3: Stavová matice (Ano, Ne) [vlastní]

Hlavní faktory		Dopravní faktory			Vedlejší faktory	
Cena za kg	Kvalita	Doba dodání	Reklamace	Komunikace	Reference	
N	N	N	A	N	N	
N	A	A	N	A	A	
A	N	N		N	N	
N	N	N			N	
N						

Jak je ze stavové matice zřejmé, není logicky možné, aby subjekt u příslušného kritéria splňoval více bodů. Z toho důvodu je nasnadě vytvořit jednoduchý kontrolní mechanismus, který vrátí součet v určitém sloupci, jak lze vidět v tabulce 4.

Tab. č. 4: Stavová matice (1, 0) [vlastní]

	Hlavní faktory		Dopravní faktory		Vedlejší faktory	
	Cena za kg	Kvalita	Doba dodání	Reklamáce	Komunikace	Reference
	0	0	0	1	0	0
	0	1	1	0	1	1
	1	0	0	0	0	0
	0	0	0	0		0
	0					
Kontrola	1	1	1	1	1	1

3.5.4 Retransformační matice

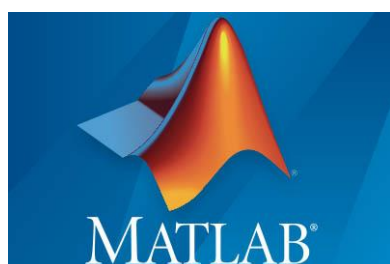
Za využití skalárního součinu je možné zjistit celkové bodové hodnocení subjektu. Toto bodové ohodnocení lze pomocí dalších výpočtů převést na procenta. Toto procentuální ohodnocení vypovídá o tom, jak subjekt dokázal splnit konkrétní kritéria u konkrétních kategorií v porovnání s maximy a minimy hodnot v dané kategorii. Zároveň je na základě expertní činnosti vytvořena Retransformační matice, kde dochází k vytvoření škály, a tedy ohodnocení na základě procentuálních bodů. Zpravidla se jedná o intervalové rozdělení, kdy ke každému intervalu je přidělen jazykový výstup. V tabulce číslo 5 tak můžeme vidět závěrečné ohodnocení dodavatele, a tedy zařazení do určitého intervalu.

Tab. č. 5: Retransformační matice [vlastní]

	Body v procentech	Rozhodnutí		Dodavatel 1
1	75-100	Nízká hodnota dodavatelského rizika	Skalární součin	540
2	60-75	Střední hodnota dodavatelského rizika	Procentuální ohodnocení	70,5
3	0-60	Vysoká hodnota dodavatelského rizika		

3.6 MATLAB

Programové prostředí MATLAB je inženýrský nástroj a interaktivní prostředí pro vědecké a technické výpočty, analýzu dat, vizualizaci a vývoj algoritmů [17].



Obr. č. 8: MATLAB [17]

MATLAB nabízí technikům, vědcům a matematikům intuitivní jazyk pro vyjádření problémů a jejich řešení matematicky a graficky. Integruje výpočty, vizualizace a programování do flexibilního otevřeného prostředí [18].

MATLAB nalézá uplatnění v oborech jako je datová analýza, hluboké učení či kontrolní systémy.

Programové prostředí MATLAB dále nabízí

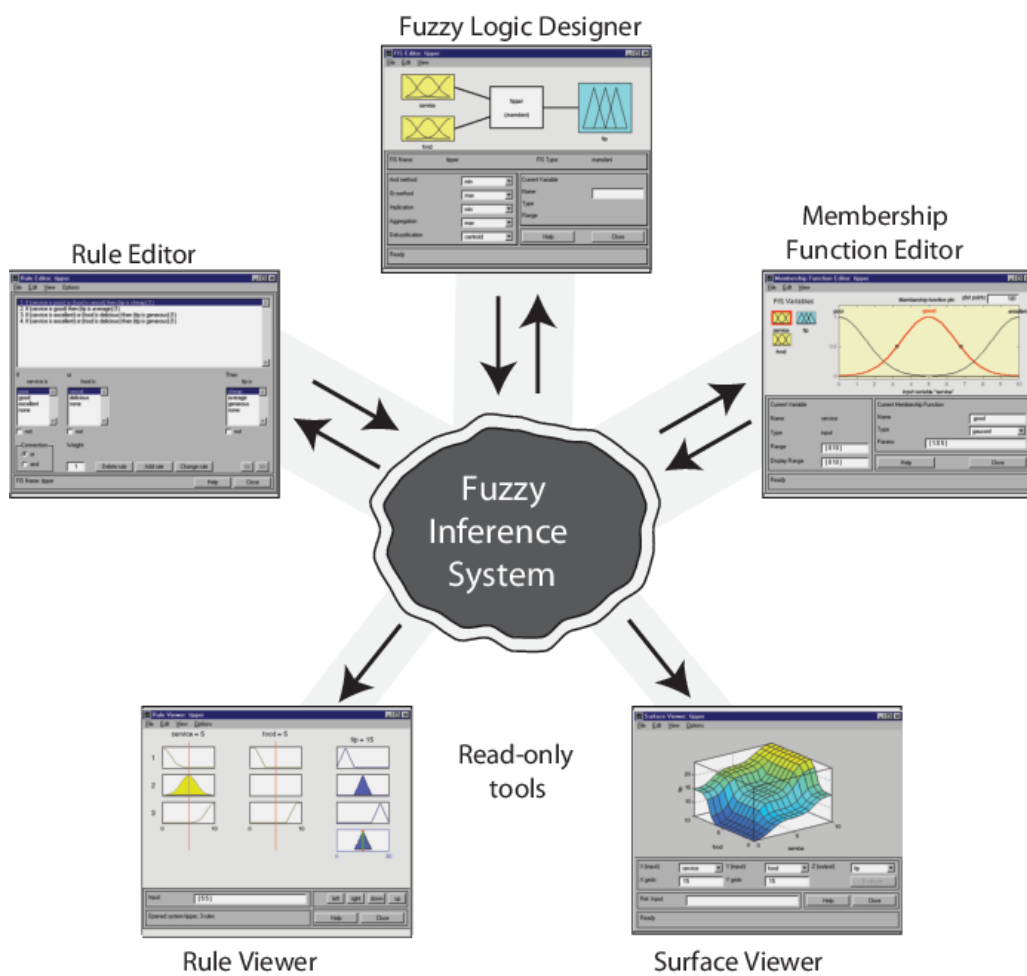
- Výkonný programovací jazyk pro numerické výpočty a vývoj algoritmů
- Interaktivní prostředí s grafickými nástroji pro zkoumání, návrh a řešení problémů
- Nástroje pro matematické modelování, simulaci, analýzu a prezentaci dat, měření a testování
- Grafické funkce pro vizualizaci dat a možnosti vytváření vlastních grafů
- Nástroje pro tvorbu aplikací s grafickým uživatelským rozhraním
- Funkce pro integraci algoritmů v jazyce MATLAB s externími aplikacemi a jazyky, jako C, Java, .NET, a Microsoft® Excel®
- Paralelní a distribuované výpočty, GPU výpočty, práce s rozsáhlými daty [17].

3.6.1 Fuzzy Logic Toolbox

Fuzzy Logic Toolbox poskytuje funkce a aplikace pro analyzování vytváření a simulování systémů na základě fuzzy logiky.

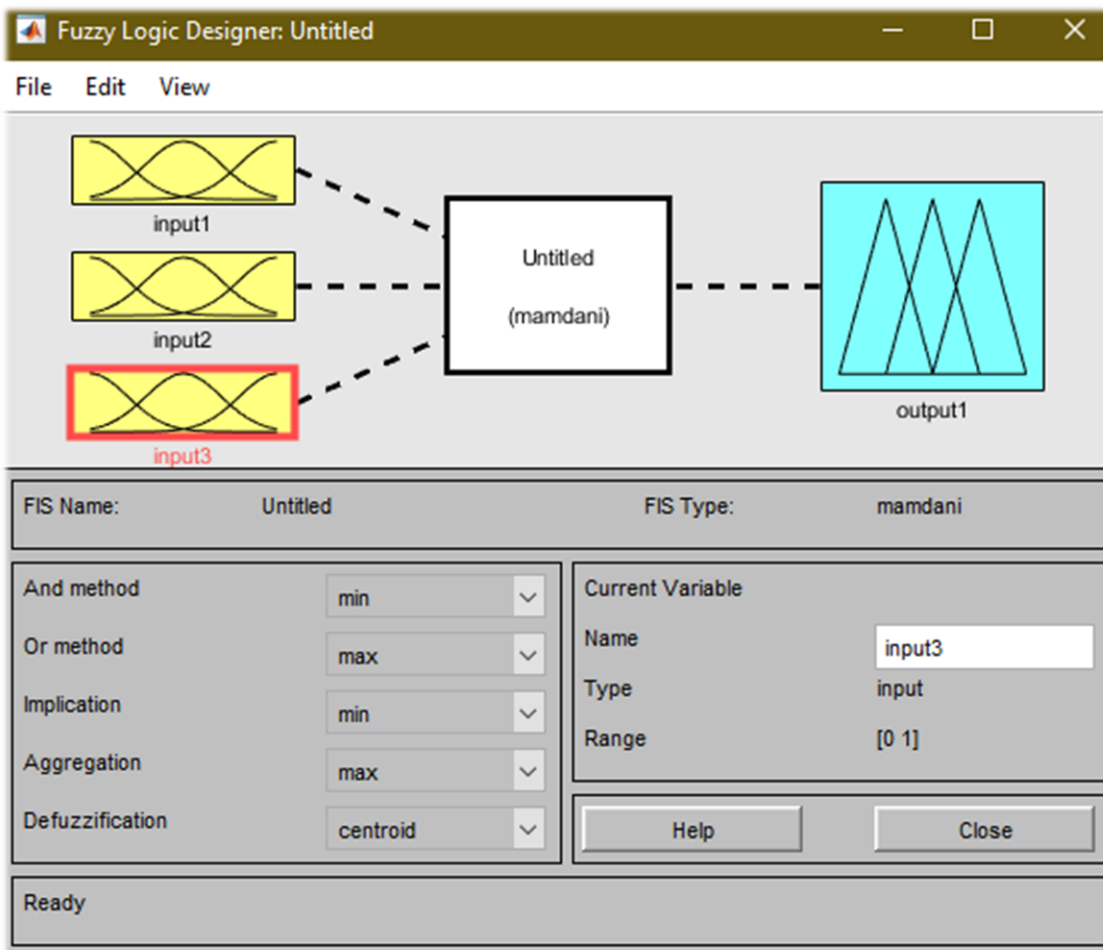
Hlavní funkce:

- Aplikace Fuzzy Logic Designer pro vytváření fuzzy inference systémů a sledování a analyzování výsledků
- Členské funkce pro vytváření fuzzy inference systémů
- Podpora AND, OR a NOT logiky v uživatelem definovaných pravidlech
- Mamdani a Sugeno fuzzy inference systémy
- Automatizované formování členských funkcí pomocí neuroadaptivních a fuzzy shlukových technik učení [19].



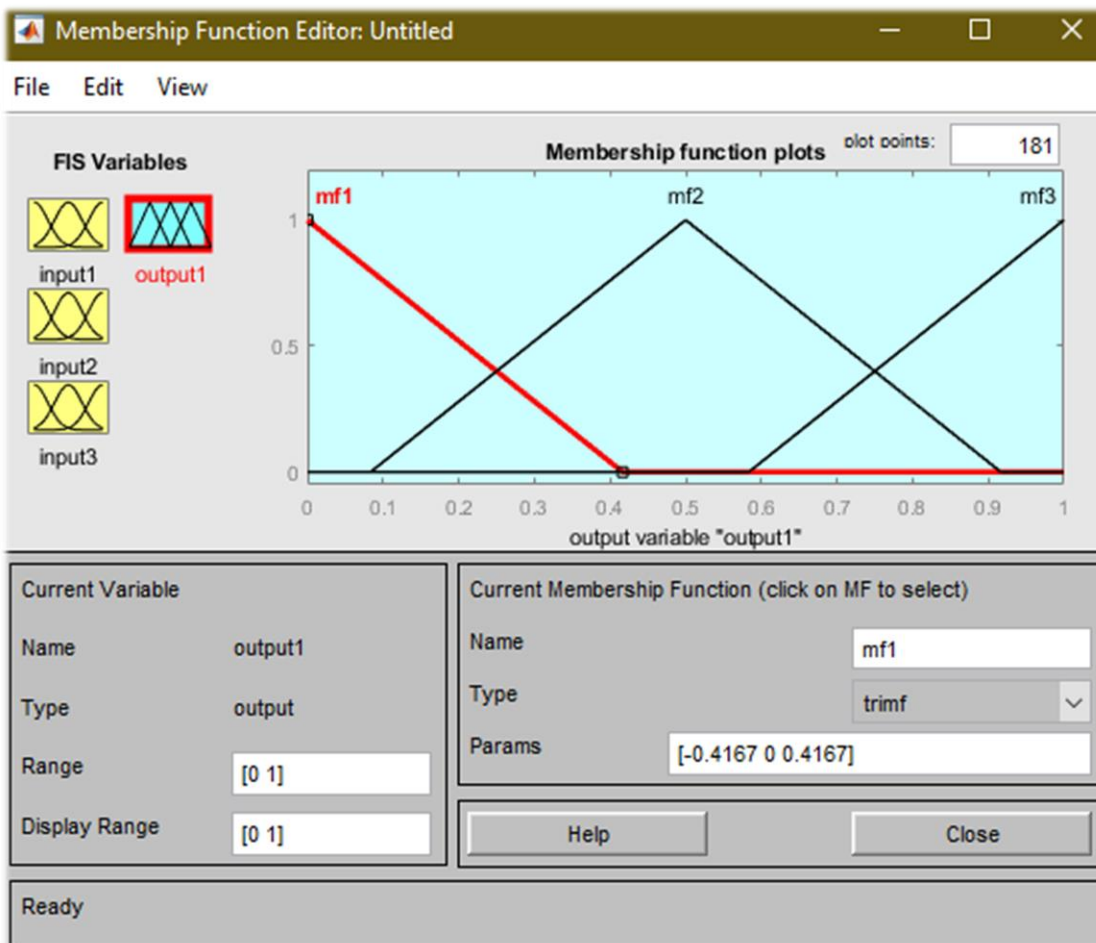
Obr. č. 9: Fuzzy Inference Systém [19]

Fuzzy inference systém se skládá z 5 základních prostředí, které společně tvoří jakési základní kameny celého *Fuzzy Logic Toolboxu*. Tyto jednotlivé elementy budou dále v této práci popsány.



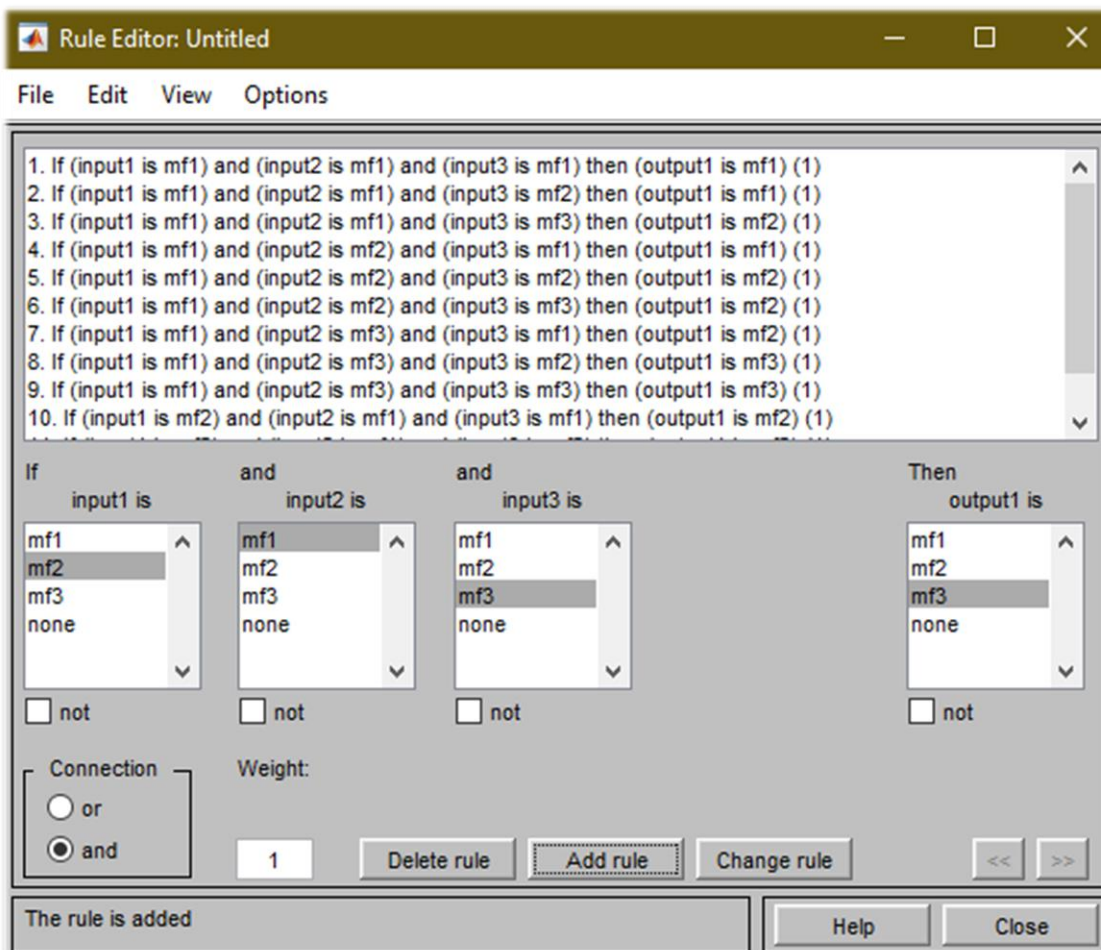
Obr. č. 10: Fuzzy Logic Designer [vlastní]

Fuzzy Logic Designer je základním prostředím, ve kterém je možné spouštět další jednotlivé moduly. Dále umožňuje vytváření nových vstupů a výstupů, popřípadě měnit typ fuzzy inference systému [19].



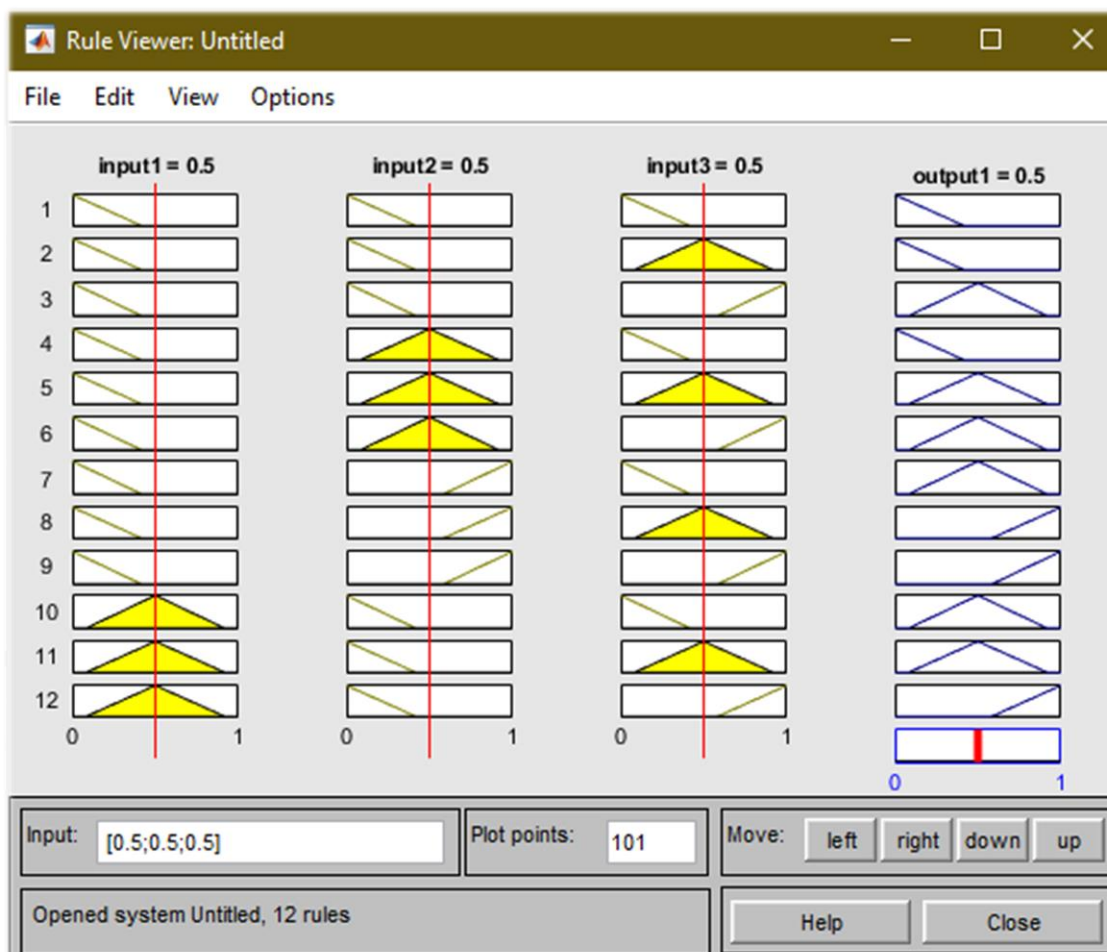
Obr. č. 11: Membership Function Editor [vlastní]

Membership Function Editor slouží k upravování vlastností členských funkcí. Dále umožňuje vkládání nových členských funkcí či změnu jejího typu [19]. Nejpoužívanějšími tvary členských funkcí jsou tvar trojúhelníkový (trimf), lichoběžníkový (trapmf), a tvar Gaussovy křivky (gaussmf). Dle obrázku č. 9 je zřejmé, že v Editoru je dále možné upravovat rozsahy jednotlivých proměnných stejně jako jim přiřazovat názvy.



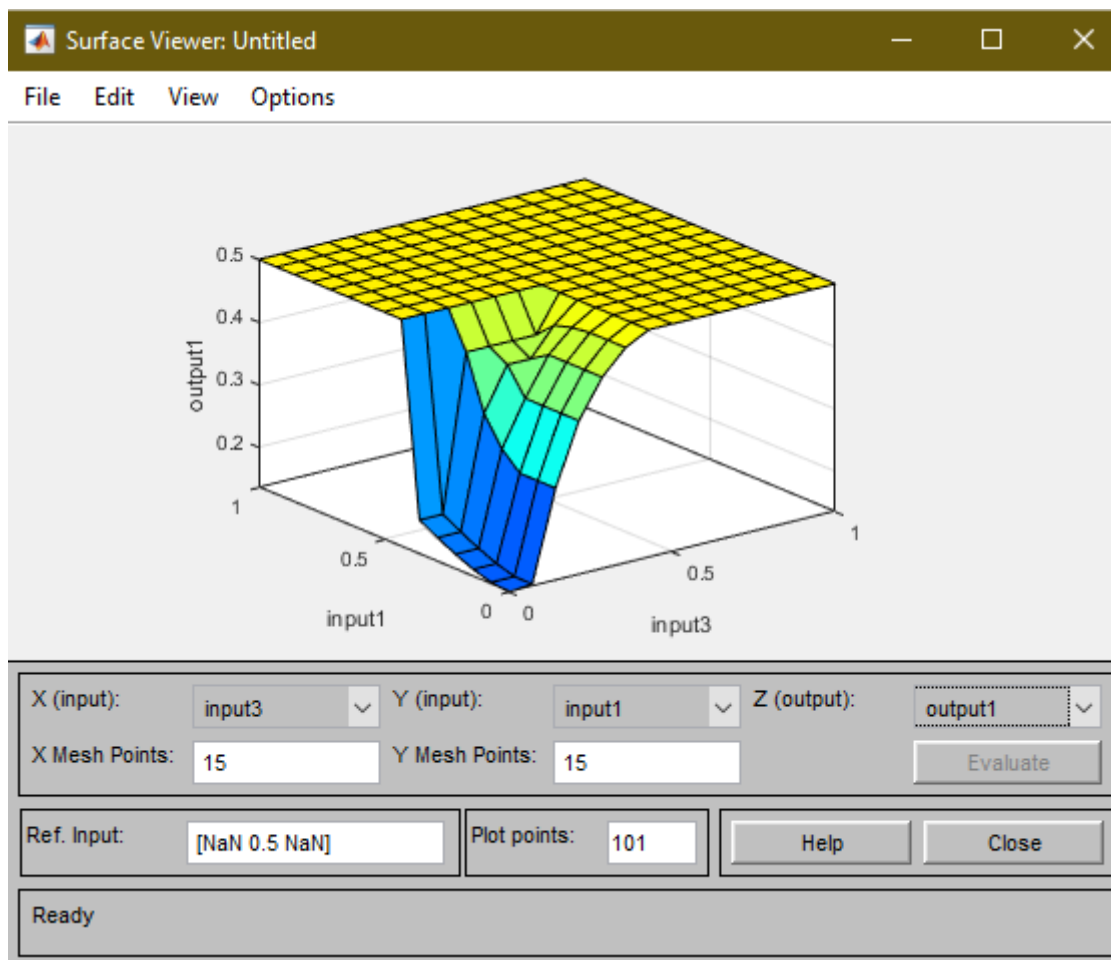
Obr. č. 12: Rule Editor [vlastní]

Jedním ze zásadních kroků při zpracovávání fuzzy inference systému je správné a přesné stanovení jednotlivých pravidel. Pro tento účel slouží *Rule Editor*, který díky své uživatelsky dostupné podobě představuje velice užitečný nástroj. Dle obrázku je možné vidět, že pro určitou kombinaci vstupů je možné nastavit určitý výstup. Pravidlům je možné také přidělovat číselné váhy, spojení mezi vstupy dále může fungovat na základě *AND* nebo *OR*, nebo *NOT* funkcí. Funkce *Change rule* dále umožňuje přepisovat nastavená pravidla, což je silným nástrojem při odlaďování modelu, pokud je nežádoucí mazat a znovu přidávat pravidla. *Rule Editor* je posledním editorem prostředí FIS, dále na něj navazuje *Rule Viewer* [19].



Obr. č. 13: Rule Viewer [vlastní]

MATLAB dále nabízí grafické zobrazení pravidel. *Rule Viewer* umožňuje sledovat pravidla, která byla nastavena v *Rule Editoru*. Pomocí pohybu svislých čar v každém vstupu se mění jeho výsledná hodnota, a tím se může měnit celková hodnota výstupu, dle nastavených pravidel. Dále je možné sledovat změny hodnot pomocí ručního zadání číselných hodnot do prostředí *Input*. Možnosti pohybu *left*, *right*, *down* a *up* jsou užitečné při práci s modelem, který obsahuje větší množství proměnných, a tedy se na něj váže vyšší množství pravidel [19]. *Rule Viewer* je dalším silným nástrojem při odladování modelu v prostředí MATLAB.



Obr. č. 14: Surface Viewer [vlastní]

Prohlížeč pravidel je dále rozšířen o takzvaný *Surface Viewer*. Tento modul umožňuje sledovat závislosti jednotlivých vstupů a výstupů v trojdimenzionálním grafickém zobrazení.

Všechny předešlé zmíněné prvky tvoří *Fuzzy Inference systém*, jejich výstupem je tedy jednotný soubor FIS. Programové prostředí MATLAB umožňuje propojení více FIS souborů, vzniká tak komplexní systém.

4 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

4.1 POPIS SPOLEČNOSTI



Obr. č. 15: Ferrit S.R.O. [20]

Název společnosti: Ferrit s.r.o.

IČO: 48400751

DIČ: CZ48700751

Sídlo Společnosti: Frýdlant nad Ostravicí, Harcovská 1476, PSČ 739 11

Den zápisu: 26.04.1993 Spisová značka C. 10590 vedená u rejstříkového soudu v Ostravě

Předmět podnikání podle OR:

1. Výroba, obchod a služby uvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona
2. Pronájem nemovitostí, bytů a nebytových prostor

4.1.1 Popis základní podnikatelské činnosti a oboru podnikání

Společnost Ferrit je soukromou českou firmou s celosvětovou působností. Společnost se zaměřuje zejména na následující činnosti.

1. Komplexní řešení dopravy, přeprava materiálu a osob ve všech typech důlních děl, tedy v dolech uhelných, rudných a v podzemním stavitelství při výstavbě tunelů, metra, či podzemních kolektorů
2. Vývoj a výroba kompletního sortimentu důlních strojů a zařízení, které jsou certifikovány pro použití v prostředí s nebezpečím výbuchu plynů a uhelného prachu
3. Závěsné transportní systémy, pozemní kolejová doprava, stroje a zařízení na pásovém a kolovém podvozku
4. Optimalizace logistiky a řízení důlního transportu, projekty na klíč a kompletní dodávky vybavení hlubinných dolů

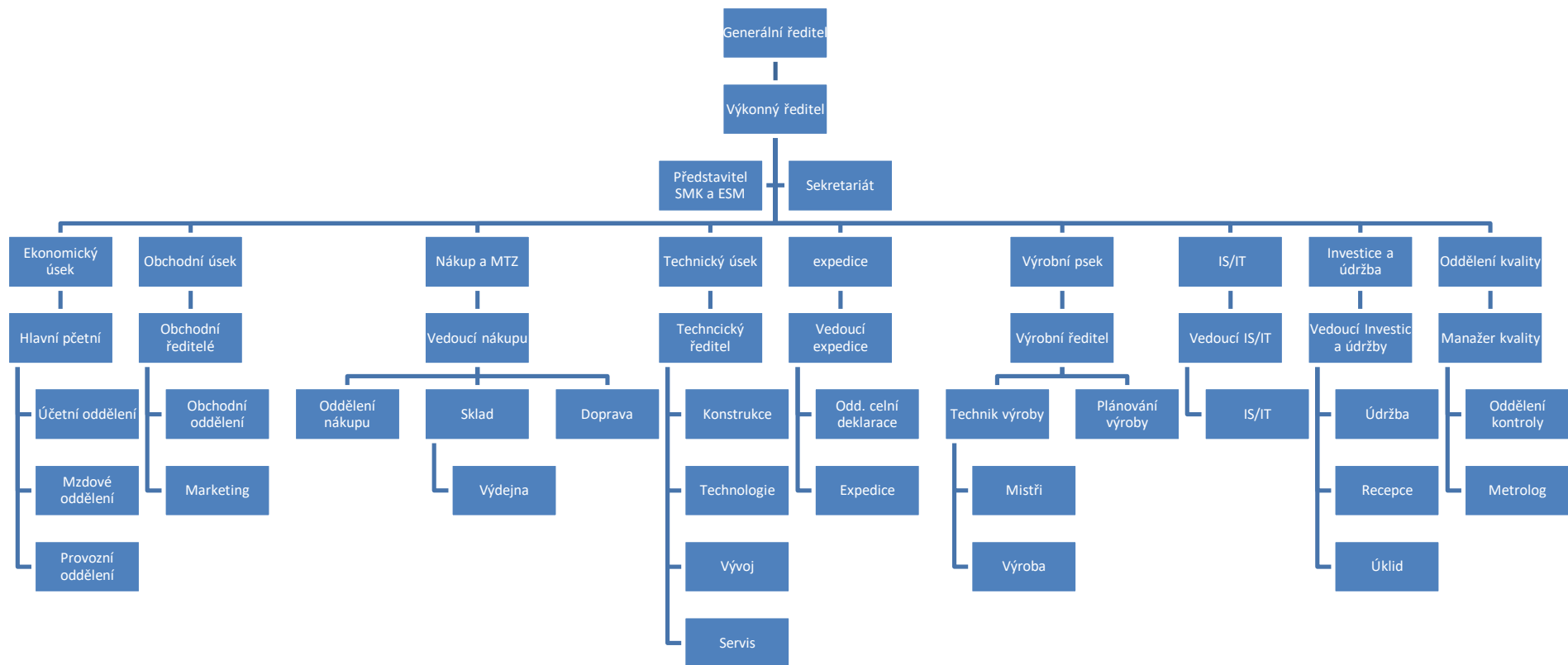
Podnik disponuje sítí poboček v zemích jako je Rusko, Čína, Vietnam, Mexiko či Kazachstán.

4.1.2 Vize a cíle podniku

Vybraný podnik si v rámci udržitelnosti a ekonomické efektivity stanovil dlouhodobé cíle a vizi. Mezi hlavní cíle je možné zařadit udržení dlouhodobé vysoké kvality výrobků a s tím související vyhledávání bonitnějších klientů. Podnik vytvořil takzvanou Vizi 30, kdy se pokusí do roku 2023 dosáhnout zlepšení v oblasti kvality, vývoje a obchodu. Mezi hlavní body této vize patří realizace dodávek do zemí severní a jižní Ameriky. Posledním hlavním bodem je zavedení systému inovací a trvalého zlepšování či snížení podílu pohledávek po splatnosti na 25 %.

4.1.3 Systém rozvoje lidských zdrojů

K datu 31.12.2018 měla společnost Ferrit 302 zaměstnanců v přepočteném stavu. Vzhledem k zvyšování výrobních kapacit, a tedy růstu poptávky ze strany zákazníků počet zaměstnanců stabilně roste. Vzdělávání ve společnosti je systematicky plánováno. Vzhledem k tomu, že jsou na většinu pozic vymezeny kvalifikační požadavky, jsou realizována průběžná školení zaměstnanců a výcvik s cílem kontinuálního zlepšování dovedností zaměstnanců [21].



Obr. č. 16: Organizační struktura [vlastní]

4.1.4 Dodavatelské dilema

Firma má stabilní síť dodavatelů, kteří zajišťují celou škálu produktů pro další zpracování. Přestože firma klade důraz na obchodování již s pro ni známými dodavateli, pravidelně dochází k výběrovým řízením na dodavatele určitého výrobku, kdy dochází k oslovení jak dodavatelů, kteří s podnikem mají společnou historii, tak také nových potencionálních dodavatelů.

Ve společnosti v době zpracovávání diplomové práce probíhala výběrová řízení na dodavatele různých komponentů, jelikož produktová náročnost na výrobu je vysoká. Jedním z probíhajících výběrových řízení bylo výběrové řízení na dodavatele výpalků. Výpalkem je strojírenský polotovar, který je potřebný pro další výrobu náročnějších komponent.

4.1.5 Seznam vybraných dodatelů

Metalcut



Obr. č. 17: Metalcut s.r.o. [22]

Název společnosti: Metalcut s.r.o.

IČO: 27803058

DIČ: CZ27803058

Sídlo Společnosti: Metylovice 325, 739 49 Metylovice

METALCUT je společností s ručením omezeným, která vznikla v roce 2007. Od počátku svého působení se společnost zabývá pálením tvarových výpalků na automatických kyslíkových řezacích numerických strojích (CNC) OMNICUT 3600. Jako prioritu do dalších let si firma vytýčila kromě zvýšení produktivity práce a přiblížení evropským standardům také své zviditelnění a zkvalitnění image. Pro tyto vytýčené cíle firma zavedla systém jakosti ISO 9001-2009 [22].

Shape steel a.s.



Obr. č. 18: Shape steel a.s. [23]

Název společnosti: Shape steel a.s.
IČO: 25816675
DIČ: CZ25816675
Sídlo Společnosti: Ruská 2974, 703 00 Ostrava

Společnost Shape steel a.s. výrobcem tvarových výpalků a prodejcem tlustých plechů na tuzemském i zahraničním trhu. Mezi produkty a služby, které firma nabízí je možné kromě výpalků zařadit strojní a technologické konstrukce, ultrazvukové zkoušky či tryskání plechů. Společnost je držitelem certifikátu jakosti ISO 9001-2009, její produkty využívá více než 300 odběratelů [23].

MSC MetPro



Obr. č. 19: MetPro a.s. [24]

Název společnosti: MSC MetPro a.s.
IČO: 24124231
DIČ: CZ24124231
Sídlo Společnosti: Antala Staška 1859/34, Krč, 140 00 Praha 4

Společnost MSC MetPro a.s. se zabývá tvarovým pálením a navazujícími operacemi. Firma tedy nabízí pálení výpalků, tryskání materiálu, ohraňování materiálu, rovnání materiálu a mnoho dalších služeb [24].

IVT centrum



Obr. č. 20: IVT centrum, spol. s r.o. [25]

Název společnosti: IVT centrum, spol. s r.o.
IČO: 60739622

DIČ: CZ60739622

Sídlo Společnosti: Kirilovova 822, 739 21 Paskov

Společnost IVT centrum, spol. s r.o. vznikla v roce 1995 se záměrem nabídnout strojírenským firmám působícím především v ostravském regionu zajištění výroby tvarových plechových výpalků s využitím moderní technologie laserového dělení. Společnosti se daří prodávat své produkty krom České republiky také v zemích západní Evropy. Mezi produkty prodávané výše zmíněnou společností patří produkty vytvořené technologiemi laserového dělení a technologiemi ohýbání [25].

MUDRA CZ



Obr. č. 21: MUDRA CZ. s.r.o. [26]

Název společnosti: MUDRA CZ s.r.o.

IČO: 60739622

DIČ: CZ60739622

Sídlo Společnosti: Jamnická 514, 739 01 Staré Město [26]

ROMOTOP



Obr. č. 22: ROMOTOP [27]

Název společnosti: ROMOTOP spol. s r.o.

IČO: 47678186

DIČ: CZ47678186

Sídlo Společnosti: Komenského 325, 742 01 Suchdol nad Odrou

Společnost ROMOTOP se zabývá výrobou krbových kamen a vložek. Přestože je tedy firma primárně zaměřená na prodej krbů a krbových vložek, tak se díky svým výrobním kapacitám dále

zabývá opracováním jiných materiálů, a tedy výrobou výpalků. Společnost zaměstnává více než 500 zaměstnanců [27].

Machinery & Steel Pact

Machinery & Steel Pact s.r.o.

Obr. č. 23: Machinery & Steel Pact s.r.o. [28]

Název společnosti: Machinery & Steel Pact s.r.o.

IČO: 07223781

DIČ: CZ07223781

Sídlo Společnosti: U Koupaliště 1570/10, 709 00 Ostrava

Společnost nabízí pálení tvarových výpalků na CNC pálicích strojích OMNICUT 4000 s plazmovým zdrojem HPR 260XD. Mezi další služby poskytované firmou patří zkoušky ultrazvukem, vrtání děr a závitů, zkružování a svařování [28].

5 VLASTNÍ NÁVRHY ŘEŠENÍ

V rámci této kapitoly dojde k návrhům řešení výběru dodavatele pro vybranou firmu. K výběru nejvhodnějšího dodavatele bude využito rozhodovacího fuzzy modelu. V této kapitole dojde k vytvoření celkem dvou fuzzy modelů. V první řadě bude vytvořen model v programu Microsoft Excel 2019, model bude dále rozšířen programovacím jazykem Visual Basic for Applications (VBA). Poté bude vytvořen model v programovém prostředí MATLAB 2020a, výstupem tedy bude M soubor. Následně dojde k porovnání výsledků obou modelů. Cílem není zajistit stejné výsledky výstupů, avšak porovnat oba přístupy.

5.1 VÝBĚR KRITÉRIÍ A ATRIBUTŮ

Po mnoha diskusích se zaměstnanci nákupního oddělení společnosti Ferrit s.r.o. byla vytvořena požadovaná kritéria. Těmto kritériím byly přiřazeny vhodné atributy. Dále byly dle požadavků společnosti atributům přiřazeny konkrétní váhy, tedy hodnoty, které ovlivňují podobu výsledku výstupu. Kritéria byla následně rozdělena do skupin kritérií pro následné zpracování v programu MATLAB. V následující kapitole budou tato kritéria a atributy podrobně popsána.

Cena za kg

Cena je jedním z nejzásadnějších atributů, což se dále projevuje na zvolených vahách. Cena za kilogram výpalků je pro společnost rozhodná při navazování obchodní spolupráce s jinými dodavateli, dále rozhoduje o jejich zachování. Kritérium ceny bylo rozděleno a odstupňováno do následných atributů.

- Velmi nízká
- Nízká
- Přijatelná
- Navýšená
- Vysoká

Kvalita

Kvalita dovezeného materiálu, tedy výpalků je dalším ze tří hlavních faktorů ovlivňujících rozhodovací model. V případě kvality byly vytvořeny čtyři následující atributy.

- Skvělá
- Nezávadná
- Špatná
- Závadná

Doba splatnosti

Termín splatnosti je posledním ze tří hlavních kritérií. Firma se snaží hledat a udržovat takové dodavatele, kteří jsou ochotni nastavovat delší termíny splatnosti. Kritérium bylo po diskuzích se společnostmi nastaveno následujícím způsobem.

- Více než 90 dní
- 50 až 90 dní
- 35 až 50 dní
- méně než 35 dní

Doba dodání

Termín dodání je v rámci rozhodovacího modelu dělen dle kalendářních dnů do následující stupnice.

- 3 dny a méně
- 3 až 5 dní
- 5 až 7 dní
- Více než 7 dní

Způsob dodání

Způsob dopravení objednaného zboží se může velmi lišit. Společnost disponuje limitovaným množstvím přepravních prostředků, je proto možné, aby si dodání zboží řídila sama, avšak je to pro firmu spíše nežádoucí. Kritéria byla dle požadavků vytvořena následovně.

- Čistě v režii dodavatele
- Dodavatel zajišťuje většinu
- Půl na půl
- V režii odběratele

Reklamacce

- Ano
- Ne

Flexibilita

Po dodavatelích je vyžadována určitá flexibilita, zejména co se týče termínu dodání či dodatečných požadavků. Flexibilita je dle úrovně přizpůsobivosti dodavatele na podněty společnosti odstupňována.

- Vysoká
- Neutrální
- Nízká
- Neexistující

Komunikace

Kritérium komunikace zohledňuje rychlost domluvy určité objednávky, nezohledňuje komunikační kanál, jelikož firma je v tomhle ohledu indiferentní. Podle rychlosti komunikace byla vytvořena následná stupnice.

- Svižná
- Neutrální
- Pomalá

Reference

Dostatečné a kvalitní reference jsou pro podnik velice důležité. Jelikož firma již disponuje sítí dodavatelů, ve většině případů tito dodavatelé referencemi oplývají. V případě nového dodavatele může však dojít k situaci, že žádné reference nemá, což je pro podnik velmi nežádoucí.

- Dobré
- Neutrální
- Nejsou
- Špatné

Zpracování webových stránek

Z hlediska rozhodovacího modelu se jedná o nejsubjektivnější kategorii. Dle společnosti je však důležitá určitá míra reprezentace což zrcadlí kvalita zpracování webových stránek. Jedná se o kategorii nejméně významnou rozdělenou do následujících kritérií.

- Kvalitní
- Nekvalitní
- Nejsou

Certifikace

Certifikace systému řízení jakosti ISO 9001 je žádoucím prvkem při výběru dodavatele. Norma stanoví jednoduchou zásadu, kdy vedení firmy stanoví své cíle a plány v oblasti kvality své produkce a tyto jsou postupně pomocí nastavených procesů realizovány, přičemž účinnost těchto procesů je

měřena a monitorována, aby společnost mohla přijmout účinná opatření na změnu. Norma se zabývá principy řízení dokumentace, lidských zdrojů, infrastruktury, zavádí procesy komunikace se zákazníky, hodnocení dodavatelů, měření výkonnosti procesů a také interní audity za účelem získání zpětné vazby. [29]. Tato kategorie byla rozdělena logicky následovně:

- Ano
- Ne

5.2 NÁVRH ŘEŠENÍ V PROGRAMU MICROSOFT EXCEL

Varianta modelu v programu Microsoft Excel je uživatelsky daleko přívětivější než varianta druhá v programu MATLAB. Model v programu Microsoft Excel dovoluje velmi rychlé upravování modelu skrze úpravy vah v ohodnocené transformační matici. Díky rozšíření v podobě zakomponování kódu programovacího jazyka VBA je možné vytvářet velmi rychlá vyhodnocení nových dodavatelů po zatrhnutí zvolených variant atributu, není tak nutné vytvářet nové stavové matice. V následující podkapitole bude dále popsán postup tvorby modelu a okomentovány výsledky.

5.2.1 Transformační matice

Jak již bylo řečeno v předešlých kapitolách, základem modelu programu Microsoft Excel je transformační matice. Do transformační matice jsou zadány atributy zmíněné v předešlé podkapitole. Dle tabulky č. 6 tak vzniká jednoduchá transformační matice s popisem jednotlivých atributů.

Tab. č. 6: Transformační matice – Popis [vlastní]

Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamacce	Flexibilita	Komunikace	Reference	Zpracování webových stránek	Certifikace
Velmi nízká	Skvělá	více než 90 dní	3 dny a méně	Čistě v režii dodavatele	Ano	Vysoká	Svižná	Dobré	Kvalitní	Ano
Nízká	Nezávadná	50 až 90 dní	3 až 5 dní	Dodavatel zajišťuje většinu	Ne	Neutrální	Neutrální	Neutrální	Nekvalitní	Ne
Přijatelná	Špatná	35 až 50 dní	5 až 7 dní	Půl na půl		Nízká	Pomalá	Nejsou	Nejsou	
Navýšená	Závadná	méně než 35 dní	více než 7 dní	V režii odběratele		Neexistující		Špatné		
Vysoká										

V následující tabulce č. 7 došlo k ohodnocení atributů, a tedy přiřazení vah. Spojnicové grafy zobrazují bodové hodnocení transformační matice. Dále jsou určena minima a maxima každého sloupce pomocí jednoduché funkce *MIN* a *MAX*, kdy finálně zvláště dochází k sumaci minim a maxim pomocí agregační funkce *SUM*. Součet maxim nabývá hodnoty 1030, součet minim nabývá hodnoty 80.

Tab. č. 7. Ohodnocená transformační matice [vlastní]

	Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamační	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace	
	160	120	150	120	70	70	90	80	70	30	70	
	150	100	100	70	50	20	80	60	50	20	0	
	130	50	40	40	30		60	40	40	10		
	110	0	10	10	0		0	0	30			
	0											
Max	160	120	150	120	70	70	90	80	70	30	70	1030
Min	0	0	10	10	0	20	0	0	30	10	0	80

5.2.2 Stavová matice

V následující části je ověřeno, která kritéria vybraný dodavatel splňuje a která ne. K tomu, aby bylo možné tato fakta ověřit, byly vytvořeny stavové matice. Každá z těchto matic zobrazuje splnění určitého kritéria pomocí slovního ohodnocení A – Ano, N – Ne, a dále pomocí číselného ohodnocení A – Ano, N – Ne, viz tabulky č. 8 až č. 21. Pomocí podmíněného formátování jsou zvýrazněny hodnoty 1 a hodnocení A. Pro dodatečnou kontrolu byla pomocí agregační funkce *MAX*, ověřena správná četnost hodnoty 1 v každém sloupci stavové matice. Pro výsledné bodové ohodnocení daného dodavatele je třeba využít funkce skalárního součinu (*SOUČIN.SKALÁRNÍ*), dochází k roznásobení hodnot transformační a stavové matice.

Tab. č. 8: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – Metalcut [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
N	N	N	N	A	A	N	N	N	A	A
N	A	N	A	N	N	A	A	A	N	N
A	N	A	N	N		N	N	N	N	
N	N	N	N	N		N		N		
N										

Tab. č. 9: Vstupní stavová matice (1, 0) – Metalcut [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0
1	0	1	0	0		0	0	0	0	
0	0	0	0	0		0		0		
0										
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. č. 10: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – ROMOTOP [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
N	N	N	N	A	A	N	N	N	A	A
N	A	N	N	N	N	N	A	A	N	N
A	N	A	A	N		A	N	N	N	
N	N	N	N	N		N		N		
N										

Tab. č. 11: Vstupní stavová matice (1, 0) – ROMOTOP [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
1	0	1	1	0		1	0	0	0	
0	0	0	0	0		0		0		
0										
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. č. 12: Vstupní stavová matice (Ano, ne) – Mudra CZ [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
N	N	N	N	N	A	N	N	A	N	A
N	A	N	N	A	N	A	A	N	A	N
N	N	A	A	N		N	N	N	N	
N	N	N	N	N		N		N		
A										

Tab. č. 13: Vstupní stavová matice (1, 0) – Mudra CZ [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0
0	0	1	1	0		0	0	0	0	
0	0	0	0	0		0		0		
1										
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. č. 14: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – IVT centrum [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
N	A	N	N	A	A	N	N	N	N	A
A	N	N	N	N	N	A	A	N	A	N
N	N	A	N	N		N	N	A	N	
N	N	N	A	N		N		N		
N										

Tab. č. 15: Vstupní stavová matice (1, 0) – IVT centrum [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0
0	0	1	0	0		0	0	1	0	
0	0	0	1	0		0		0		
0										
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. č. 16: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – MSC Met Pro [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
N	A	N	N	N	A	N	N	A	N	A
N	N	A	A	A	N	N	N	N	A	N
A	N	N	N	N		A	A	N	N	
N	N	N	N	N		N		N		
N										

Tab. č. 17: Vstupní stavová matice (1, 0) – MSC Met Pro [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	0		1	1	0	0	
0	0	0	0	0		0		0		
0										

1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Tab. č. 18: Vstupní stavová matice (Ano,ne) - Shape steel [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
N	A	N	N	A	A	A	N	N	A	A
N	N	A	A	N	N	N	A	N	N	N
N	N	N	N	N		N	N	A	N	
A	N	N	N	N		N		N		
N										

Tab. č. 19: Vstupní stavová matice (1, 0) - Shape steel [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0		0	0	1	0	
1	0	0	0	0		0		0		
0										
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tab. č. 20 : Vstupní stavová matice (Ano,ne) – Machinery & Steel Pact [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
N	N	N	N	N	A	N	A	A	N	A
N	A	N	N	A	N	A	N	N	A	N
N	N	N	A	N		N	N	N	N	
N	N	A	N	N		N		N		
A										

Tab. č. 21: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – Machinery & Steel Pact [vlastní]

Hlavní faktory			Faktory dopravy				Vedlejší faktory			
Cena za kg	Kvalita*	Splatnost	Doba dodání	Způsob dodání	Reklamace	Flexibilita	Komunikace	Reference	Webová stránka	Certifikace
0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	1
0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0
0	0	0	1	0		0	0	0	0	
0	0	1	0	0		0		0		
1										
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

5.2.3 Retransformační matice

Poslední maticí v Excelovském modelu je Retransformační matice. Tato matice slouží k převedení číselného hodnocení dodavatele na hodnocení slovní. Intervaly hodnot dále vyjadřující slovní hodnocení je možné vidět na následující tabulce č. 22.

Tab. č. 22: Retransformační matice [vlastní]

	Body v procentech	Výsledné hodnocení
1	75-100	Zvolit dodavatele
2	60-75	Zvážit dodavatele
3	0-60	Nezvolit dodavatele

5.2.4 Výsledné hodnocení dodavatele

Poté, co dojde k aplikaci skalárního součinu je třeba převést výsledné bodové ohodnocení na procentní ohodnocení. Jako příklad poslouží dodavatel Metalcut. Po použití funkce *SOUČIN.SKALÁRNÍ* (pole číselně ohodnocené transformační matice; pole číselně ohodnocené vstupní stavové matice) získáme výsledek, tedy skalární součin. Ten je možné také rozepsat (pokud mezi sebou nedojde k násobení buněk, kde stavová matice zaujímá hodnoty 0) jako:

Skalární součin

$$= (1 \times 130) + (1 \times 100) + (1 \times 40) + (1 \times 70) + (1 \times 70) + (1 \times 80) \\ + (1 \times 60) + (1 \times 50) + (1 \times 30) + (1 \times 70)$$

$$\text{Skalární součin} = 770$$

Poté dochází k převedení hodnoty skalárního součinu na procentuální ohodnocení na základě následujícího výpočtu:

$$\text{Procentuální ohodnocení} = \frac{\text{Skalární součin} - \text{Suma minima}}{\text{Suma maxima} - \text{suma minima}} * 100$$

$$\text{Procentuální ohodnocení} = \frac{770-80}{1030-80} * 100$$

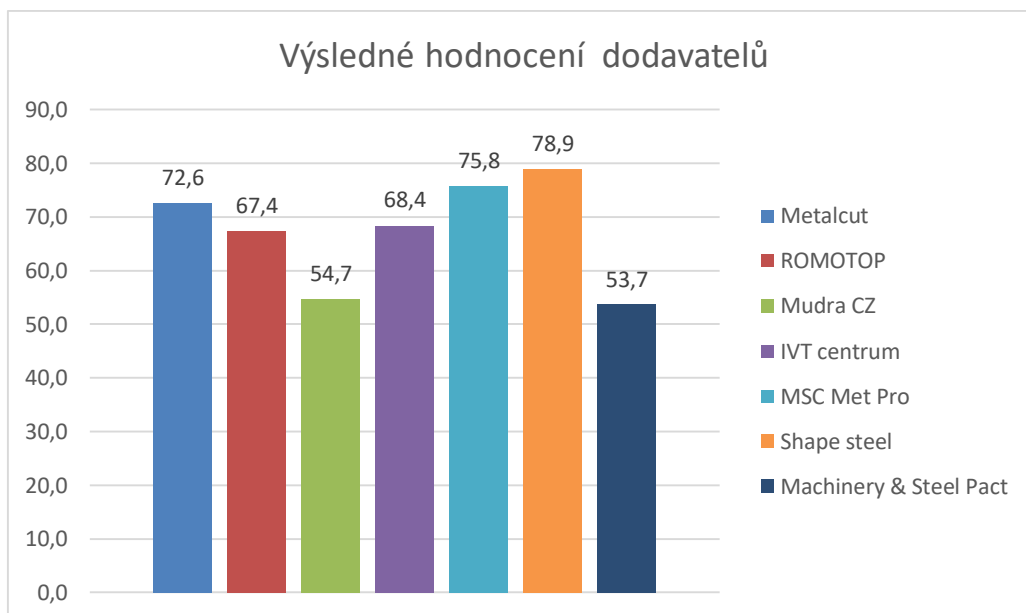
$$\text{Procentuální ohodnocení} = 72,6 \%$$

Společnost Metalcut tak dosahuje procentuálního ohodnocení 72,6 %. Dle Retransformační matice je tedy výsledné slovní ohodnocení *Zvážit dodavatele*. Dle totožného postupu došlo k dopočítání skalárních součinů ostatních dodavatelů, dále k přepočítání na procentuální hodnocení a přiřazení slovního ohodnocení. V tabulce č. 23 je možné vidět výsledná slovní ohodnocení všech dodavatelů.

Tab. č. 23: Výsledné hodnocení dodavatelů v Microsoft Excel [vlastní]

Dodavatel	Body skalárního součinu	Body v procentech	Výsledné hodnocení
Metalcut	770	72,6	Zvážit dodavatele
ROMOTOP	710	67,4	Zvážit dodavatele
Mudra CZ	600	54,7	Nezvolit dodavatele
IVT centrum	730	68,4	Zvážit dodavatele
MSC Met Pro	800	75,8	Zvolit dodavatele
Shape steel	830	78,9	Zvolit dodavatele
Machinery & Steel Pact	590	53,7	Nezvolit dodavatele

Sloupcový graf dále graficky zobrazuje hodnocení jednotlivých dodavatelů. Je tak možné jednoduše porovnat výsledky hodnocení.

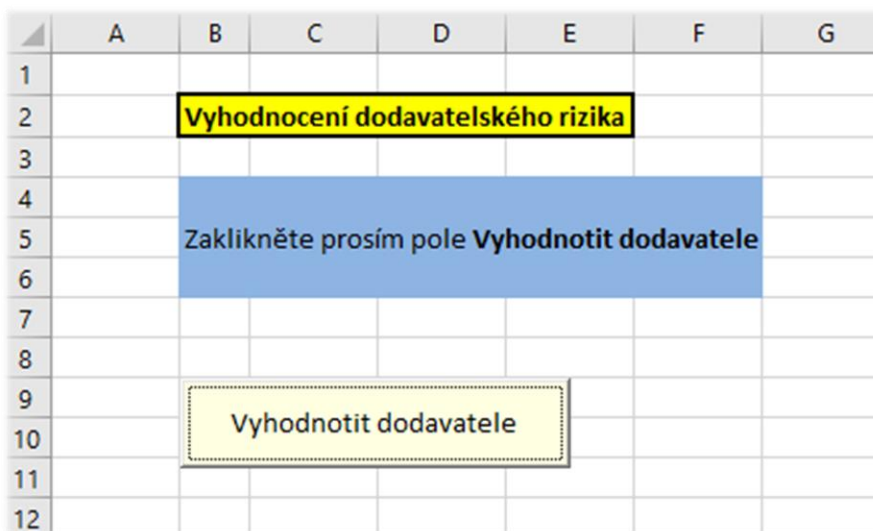


Graf č. 1: Výsledné hodnocení dodavatelů v Microsoft Excel [vlastní]

Z grafu je patrné, že nejlepšího výsledku dosahuje společnost Shape steel s hodnocením 78,9 %, ten je následován dodavatelem MSC Met Pro, který získal 75,8 % a dále firmou Metalcut, která vykazuje hodnocení 72,6 %. První dva zmínění dodavatelé, jsou jediní z celého výběru, kteří obdrželi slovní ohodnocení *Zvolit dodavatele*. Do skupiny *Zvážit dodavatele* se řadí společnosti Metalcut, ROMOTOP a IVT centrum. Do skupiny *Nezvolit dodavatele*, a tedy do skupiny dodavatelů, kteří byli vyhodnoceni, jako nevyhovující patří společnosti Mudra CZ a Machinery & Steel Pact, poslední zmíněná získala 53,7 %.

5.3 NÁVRH ŘEŠENÍ VE VISUAL BASICS

Rozšířením návrhu řešení v programu Microsoft Excel je zpracování modelu v programovacím jazyce Visual Basics. Řešení ve VBA nabízí uživatelsky přívětivější prostředí pro hodnocení dodavatelů. Je také velice efektivním nástrojem při výběru slovních proměnných díky zbavení se nutnosti vyplňovat excelovskou tabulku pro stavovou matici, nýbrž stačí pouze zatrhnout vybranou slovní proměnnou z dané nabídky.



Obr. č. 24: Vstupní prostředí v Microsoft Excel [vlastní]

Na obrázku č. 24 se nachází vstupní prostředí, které umožňuje přístup k rozhodovacímu nástroji. Hlavním prvkem tohoto rozhraní je tlačítko, respektive *CommandButton Vyhodnotit dodavatele*. *CommandButton* po jeho stisknutí vykoná předdefinovaný úkon, v tomto konkrétním případě se jedná o spuštění rozhodovacího nástroje, který bude dále popsán v následující podkapitole.

5.3.1 Popis rozhodovacího nástroje

V rámci rozšíření modelu byl pomocí programovacího jazyka VBA vytvořen rozhodovací nástroj, který, jak je možné spatřit na obrázku č. 24 umožňuje jednoduše vybírat požadovaná kritéria ze seznamu v jednotlivých položkách.

Obr. č. 25: Rozhodovací nástroj ve VBA [vlastní]

Jednotlivá okna neboli dle terminologie Visual Basics *ComboBoxy* nabízejí zvolit slovní proměnné, dříve nastavené v Microsoft Excel. Dále je možné v rozhodovacím nástroji vidět *CommandButton* *Vyhodnotit* a *Odejít*. Tlačítko *Vyhodnotit* provede potřebné kalkulace a výstupem je výpočet skalárního součinu, který je dále převeden na bodové hodnocení. V další řadě dochází k přiřazení dodavatele do vhodné skupiny dodavatelů. Výsledek skalárního součinu, bodového ohodnocení v procentech a celkového vyhodnocení dodavatele se zapíše do příslušných textových polí, respektive *TextBoxů*. Text nad jednotlivými poli neboli *Label*, slouží k identifikaci jednotlivých *ComboBoxů* a *TextBoxů*. Příkladné vyhodnocení neznámého dodavatele je možné vidět v obrázku č. 25. *CommandButton* *Odejít* způsobí ukončení rozhodovacího nástroje a návrat do vstupního prostředí Microsoft Excel.

Grafické prostředí v modulu VBA umožňuje jednoduše provádět grafické úpravy rozhodovacího nástroje, například pojmenování příslušných *Labelů*, popřípadě rozmístění jednotlivých polí. Aby však rozhodovací nástroj patřičně fungoval, je třeba definovat jednotlivé kroky pomocí příslušného kódu.

```

Private Sub CommandButton1_Click()

vcena1 = 160
vcena2 = 150
vcena3 = 130
vcena4 = 110
vcena5 = 0

minim = 80
maxim = 1030

```

Obr. č. 26: Přiřazení vah [vlastní]

Podobně jako ve stavové matici dochází k přidělení vah jednotlivým proměnným, například původní proměnná cena zde má tvar *vcena*. Dalším důležitým krokem je stanovení minima a maxima součtu hodnot vah jednotlivých kritérií. Pro příklad bylo vybráno kritérium ceny, jak je možné vidět na obrázku č. 26.

```

If ComboBox1.ListIndex = 0 Then
cenal = 1
cena2 = 0
cena3 = 0
cena4 = 0
cena5 = 0
End If

If ComboBox1.ListIndex = 1 Then
cenal = 0
cena2 = 1
cena3 = 0
cena4 = 0
cena5 = 0
End If

If ComboBox1.ListIndex = 2 Then
cenal = 0
cena2 = 0
cena3 = 1
cena4 = 0
cena5 = 0
End If

If ComboBox1.ListIndex = 3 Then
cenal = 0
cena2 = 0
cena3 = 0
cena4 = 1
cena5 = 0
End If

If ComboBox1.ListIndex = 4 Then
cenal = 0
cena2 = 0
cena3 = 0
cena4 = 0
cena5 = 1
End If

```

Obr. č. 27: Stavová matice [vlastní]

Důležitým funkčním prvkem k tomu, aby rozhodovací nástroj fungoval je propojení vah proměnných s jednotlivými poli v *ComboBoxech*. Prvním krokem je vytvoření podmínkové funkce, která dle obrázku č. 27 umožňuje jen jednu pravdivou variantu pro jeden *ComboBox*, pro ukázkou byl opět vybrán atribut cena.

```
skalarni_soucin = (vcena1 * cena1) + (vcena2 * cena2) + (vcena3 * cena3) + (vcena4 * cena4) + (vcena5 * cena5) +  
TextBox3.Value = skalarni_soucin  
  
procenta = 100 * ((skalarni_soucin - minim) / (maxim - minim))  
TextBox1.Value = Round(procenta)  
  
If skalarni_soucin < 618 Then  
TextBox2.Value = "Nezvolit dodavatele"  
ElseIf skalarni_soucin > 773 Then  
TextBox2.Value = "Zvolit dodavatele"  
Else  
TextBox2.Value = "Zvážit dodavatele"  
End If  
  
End Sub
```

Obr. č. 28: Retransformační matice [vlastní]

V dalším kroku dochází k výpočtu skalárního součinu. Na obrázku č. 28 je možné vidět část výpočtu pro skalární součin. Dále jsou jednotlivým *TextBoxům* přiřazeny vhodné proměnné. Dále je za pomoci podmínkové funkce možné vyhodnotit dodavatele, tedy příslušnému bodovému ohodnocení přiřadit slovní proměnnou.

```
Private Sub UserForm_Initialize()  
  
ComboBox1.AddItem ("Velmi nízká")  
ComboBox1.AddItem ("Nízká")  
ComboBox1.AddItem ("Přijatelná")  
ComboBox1.AddItem ("Navýšená")  
ComboBox1.AddItem ("Vysoká")  
ComboBox1.ListIndex = 0  
  
End Sub
```

Obr. č. 29: Přiřazení slovních proměnných do příslušného *ComboBoxu* [vlastní]

Posledním důležitým krokem je přidělení slovních proměnných jednotlivým polím *ComboBoxu*. Na obrázku č. 29 je pro *ComboBox1* představující kritérium ceny přiřazena proměnná Velmi nízká a další. Příkaz *Combobox1.ListIndex = 0* způsobuje implicitní zvolení prvního pole v příslušném *ComboBoxu*.

Po úspěšném zapsání kódu je možné ověřit funkčnost rozhodovacího nástroje neboli formuláře, pomocí porovnání výsledků s původní tabulkovou verzí v Microsoft Excel. V následujících obrázcích dojde k porovnání vyhodnocení dvou vybraných dodavatelů.

5.3.2 Výsledné vyhodnocení dodavatele

Hodnocení dodavatele

Vyberte prosím vhodné atributy

Cena za 1 kg	Kvalita	Splatnost	
Přijatelná	Nezávadná	35 až 50 dní	
Doba dodání	Způsob dodání	Reklamáce	Flexibilita
3 až 5 dní	Čistě v režii dodavatele	Ano	Neutrální
Komunikace	Reference	Zpracování webových stránek	Certifikace
Neutrální	Neutrální	Kvalitní	Ano

Skalární součin: 770

Body v procentech: 73

Vyhodnocení dodavatele: Zvážit dodavatele

Vyhodnotit

Odejít

Obr. č. 30: Vyhodnocení dodavatele Metalcut [vlastní]

Hodnocení dodavatele

Vyberte prosím vhodné atributy

Cena za 1 kg	Kvalita	Splatnost	
Přijatelná	Nezávadná	35 až 50 dní	
Doba dodání	Způsob dodání	Reklamáce	Flexibilita
5 až 7 dní	Čistě v režii dodavatele	Ano	Nízká
Komunikace	Reference	Zpracování webových stránek	Certifikace
Neutrální	Neutrální	Kvalitní	Ano

Skalární součin: 720

Body v procentech: 67

Vyhodnocení dodavatele: Zvážit dodavatele

Vyhodnotit

Odejít

Obr. č. 31: Vyhodnocení dodavatele ROMOTOP [vlastní]

Společnosti Metalcut a ROMOTOP ukazují hodnoty skalárního součinu 770 a 720, tedy stejné výsledky jako původní verze modelu v Microsoft Excel. Navíc je možné vidět jednoduché ovládání rozhodovacího formuláře.

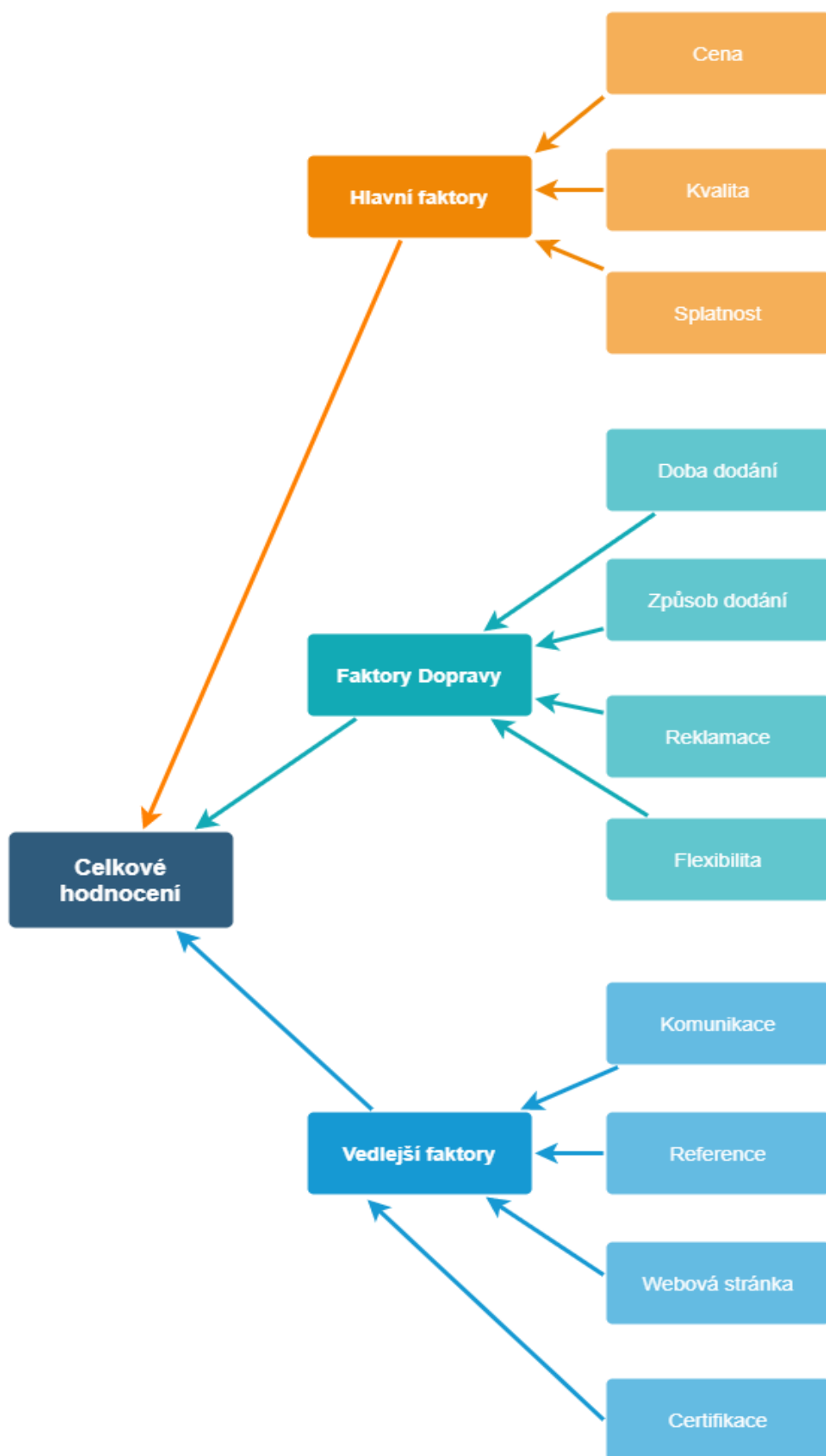
5.4 NÁVRH ŘEŠENÍ V MATLAB

V této podkapitole bude popsán rozhodovací model vytvořený za využití programového prostředí MATLAB. K tomuto účelu byla využita nejnovější verze MATLAB R2020a. Model je tvořen a laděn pomocí modulu *Fuzzy Logic Toolbox*. Tento nástroj byl popsán v předcházejících kapitolách, v této podkapitole dochází k jeho praktické aplikaci.

5.4.1 Popis modelu v MATLAB

Pro správnou funkčnost modelu je nutné určit konkrétní vstupní a výstupní proměnné. Pro účely modelu v programu MATLAB byly již ve fázi tvorby modelu v Microsoft Excel rozděleny do skupin atributů, v této podkapitole má toto rozdělení zásadní význam.

Kritéria Cena za kg, Kvalita a Splatnost byly spojeny do skupiny *Hlavní Faktory*. Dále atributy *Doba dodání, Způsob dodání, Reklamace a Flexibilita* byly přiděleny do skupiny *Faktory dodavatele*. Poslední ze tří skupin kritérií je skupina *Vedlejší faktory*, jejíž součástí jsou atributy *Komunikace, Reference, Webová stránka* a atribut *Certifikace*. Obrázek č. 32 představuje tato fakta.

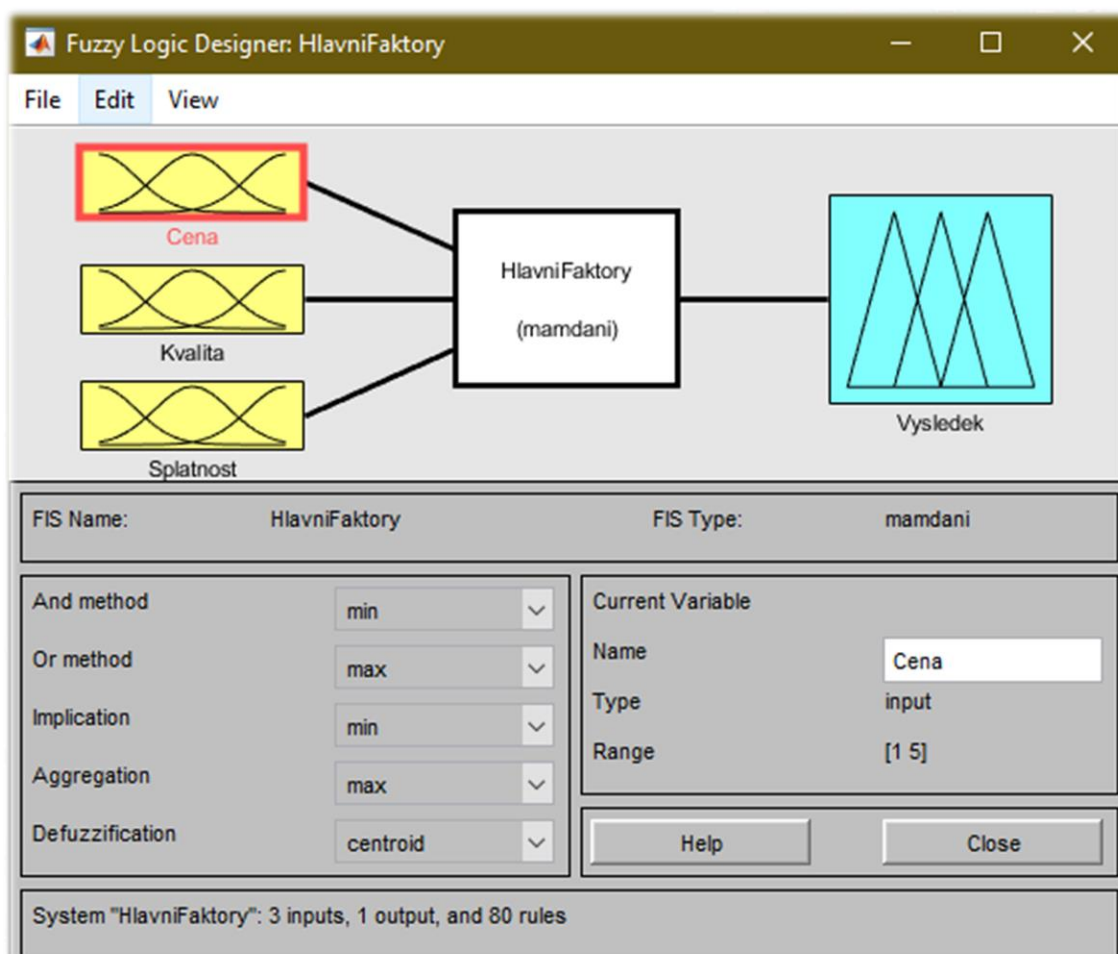


Obr. č. 32: Schéma modelu v programu MATLAB [vlastní]

Tyto skupiny atributů byly vytvořeny za účelem jejich samostatného vyhodnocování. Výsledek hodnocení atributu *Cena*, *Kvalita* a *Splatnost* je po dosažení hodnot konkrétního dodavatele výstupem souboru FIS. Výstupy tří FIS souborů, tedy hodnocení *Hlavních faktorů*, *Faktorů dopravy* a *Vedlejších faktorů* jsou zároveň vstupy pro jim nadřazený FIS soubor, jehož výstupem je *Celkové hodnocení dodavatele*.

5.4.2 Fuzzy Logic Toolbox

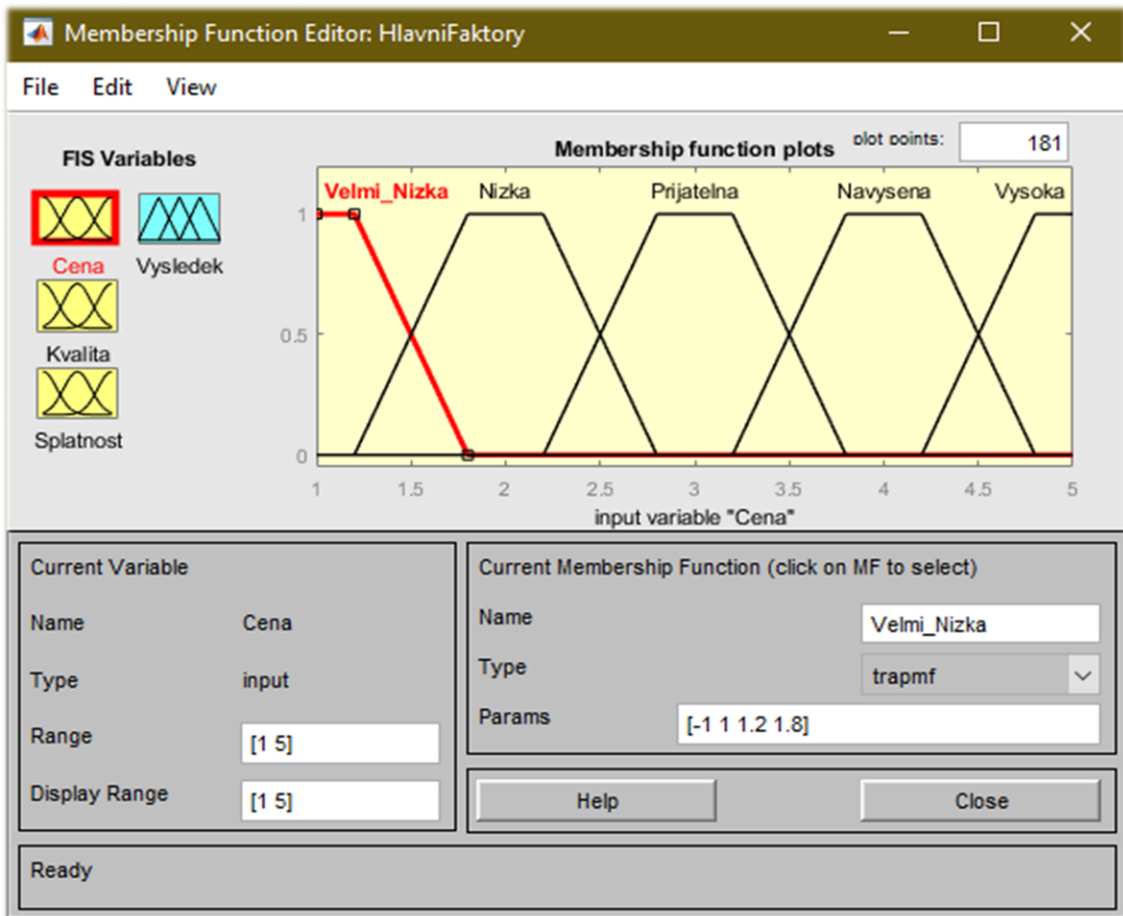
Následující obrázek zobrazuje prostředí *Fuzzy Logic Designeru* již upraveného pro potřeby konkrétního modelu. V tomto konkrétním případě jsou vstupy atribut *Cena*, *Kvalita* a *Splatnost*. Výsledek je výstupem, je tak tvořen FIS soubor *HlavniFaktory*.



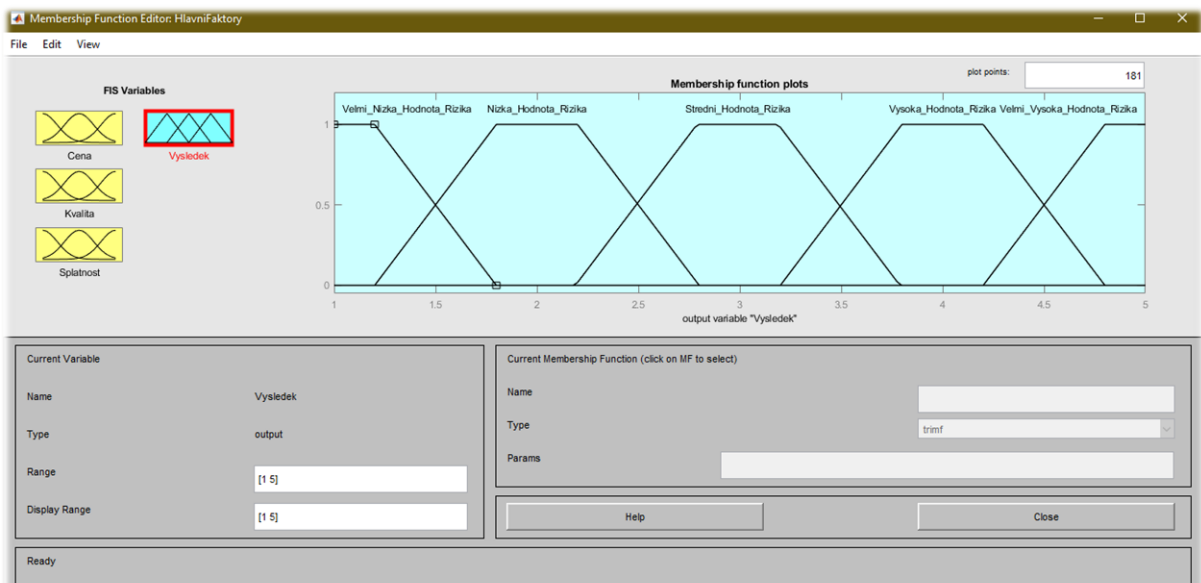
Obr. č. 33: Fuzzy Logic Designer: Hlavní Faktory[vlastní]

Středem pozornosti dále zůstane vstup neboli kritérium ceny. Ten je dále zpracován pomocí *Membership Function Editoru*. V tomto konkrétním případě byl zvolen lichoběžníkový tvar členské funkce (*trapmf*). Dále je vytyčena konkrétní škála, minimum a maximum hodnot je tedy 1 a 5. Dále je možné zaregistrovat stejné slovní proměnné, jako u modelu v programu Microsoft Excel, pro

potřeby programu MATLAB byly zbaveny interpunkce. V případě ceny se jedná o slovní proměnné *Velmi_Nizka*, *Nizka*, *Prijatelna*, *Navysena*, *Vysoka*.



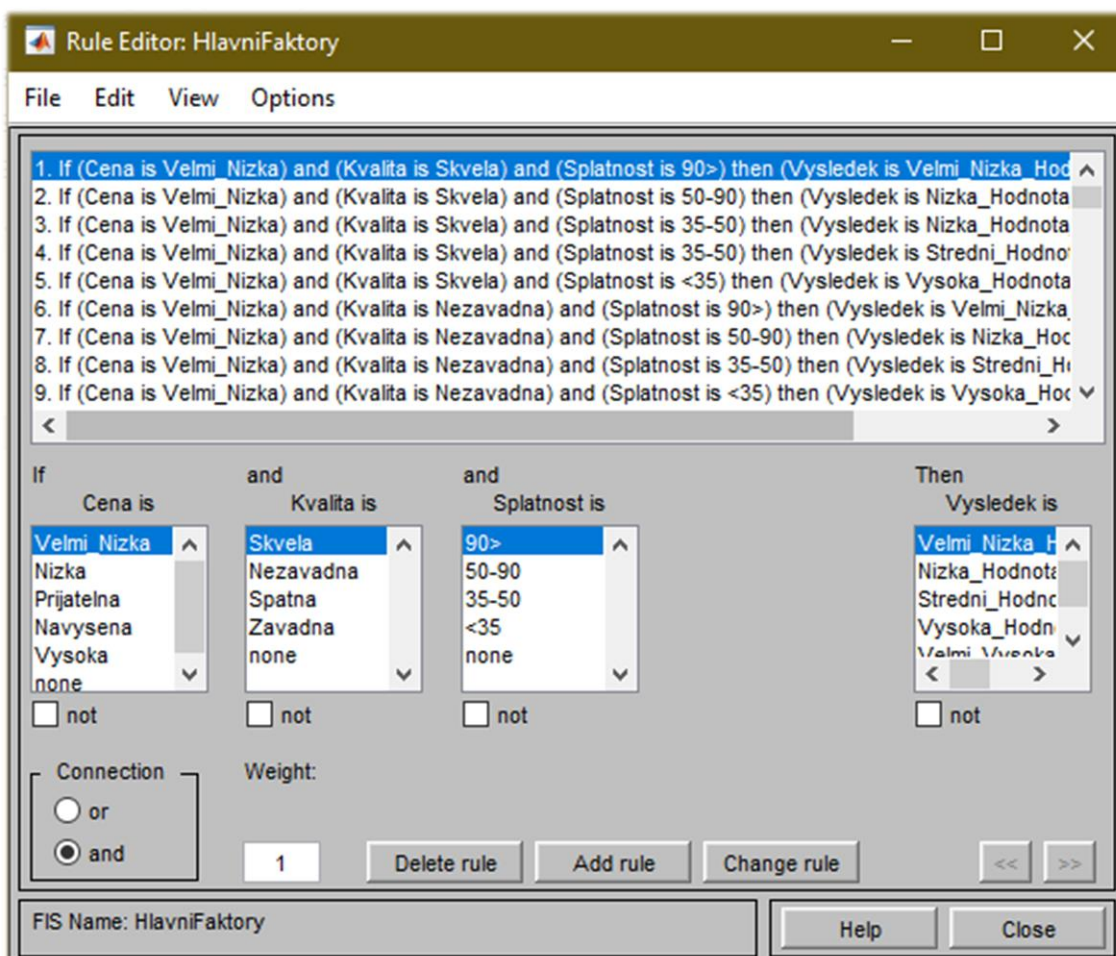
Obr. č. 34. Membership Function Editor: Cena [vlastní]



Obr. č. 35: Membership Function Editor: Vysledek [vlastní]

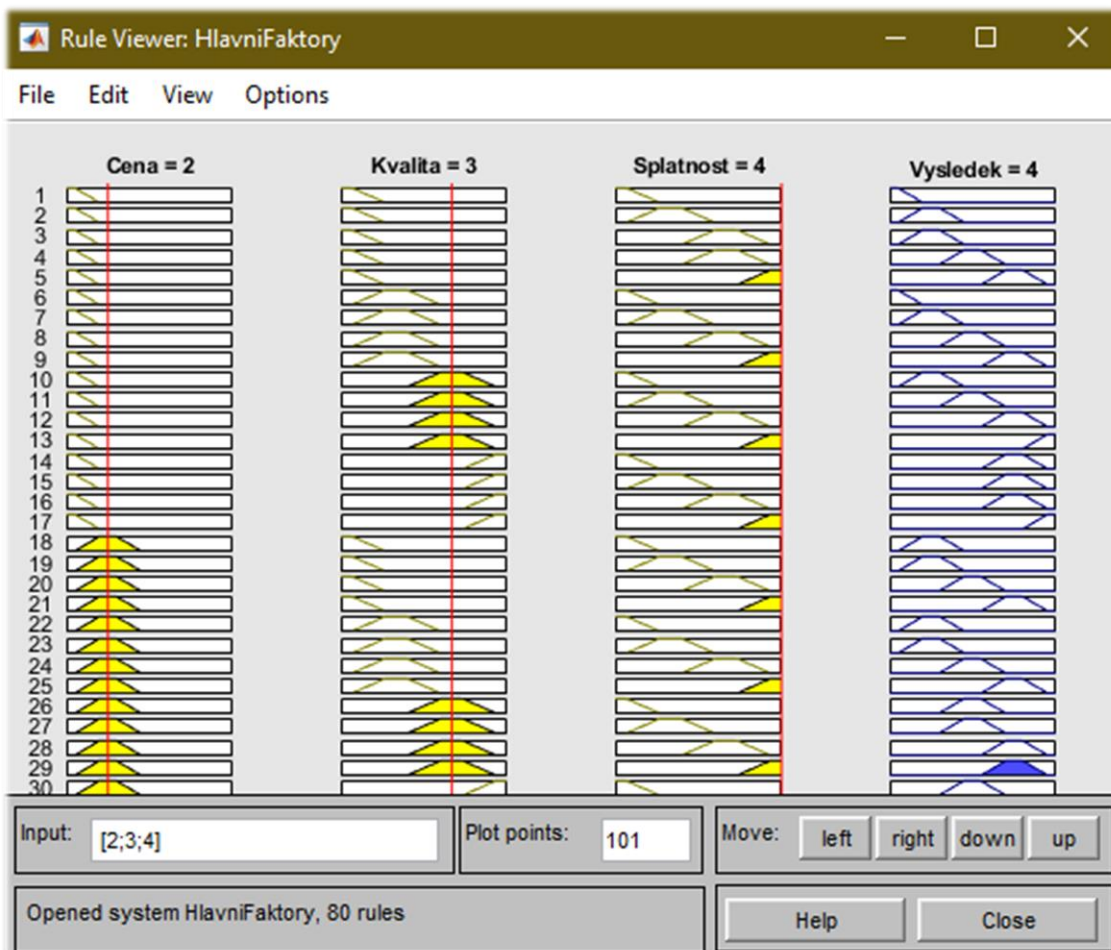
Výstupní proměnná je podobně jako vstupní proměnná upřesněna v *Membership Function Editoru*. Opět je využita lichoběžníková členská funkce *trapmf*. Rozdílem oproti modelu v Microsoft Excel jsou výstupní slovní proměnné, ty se stanou vstupními proměnnými pro nadřazený FIS soubor *CelkoveHodnoceni*, který spojuje jednotlivé FIS soubory.

Dalším krokem je vytvoření pravidel pro tento FIS soubor. Je nutné kombinacím konkrétních vstupních hodnot přiřadit konkrétní výstupní hodnoty. V případě FIS souboru *HlavniFaktory* bylo vytvořeno 80 pravidel. Obrázek č. 36 zobrazuje několik těchto pravidel.



Obr. č. 36: Rule Editor: Hlavní Faktory [vlastní]

Použití nástroje *Rule Viewer* umožňuje prohlížení pravidel nastavených v rámci modelu. Obrázek č. 37 zobrazuje část pravidel nastavených pro FIS soubor *HlavniFaktory*. Dále je možné jasně sledovat výsledné hodnoty kombinací. Při nastavení *Cena = 2*, *Kvalita = 3* a *Splatnost = 4* dosahuje *Výsledek* hodnoty 4.



Obr. č. 37: Rule Viewer: HlavniFaktory [vlastní]

Pravidla je možné prohlížet a upravovat také mimo nástroj *Fuzzy Logic Toolbox*, textové vyobrazení umožňuje rychlou úpravu pravidel.

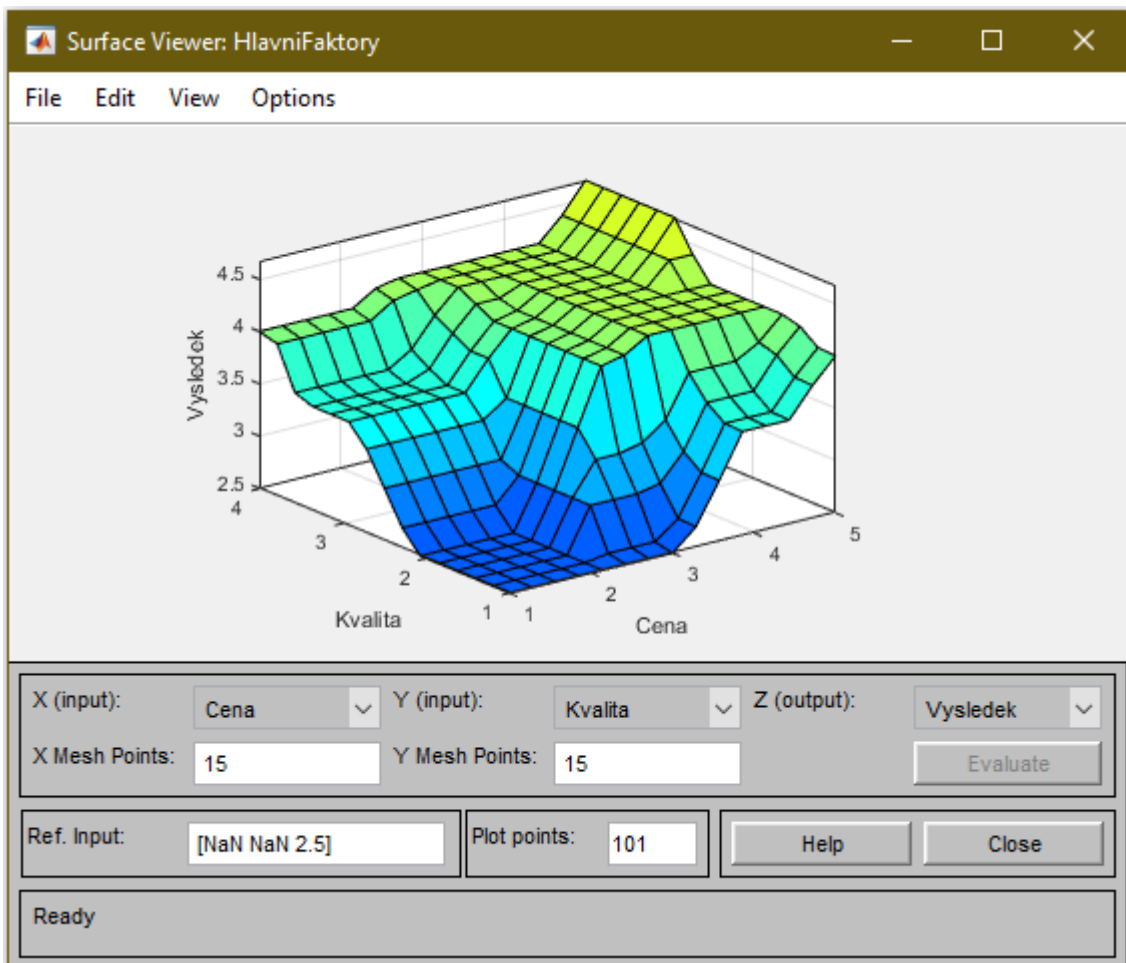
```

52 [Rules]
53 1 1 1, 1 (1) : 1
54 1 1 2, 2 (1) : 1
55 1 1 3, 2 (1) : 1
56 1 1 3, 3 (1) : 1
57 1 1 4, 4 (1) : 1
58 1 2 1, 1 (1) : 1
59 1 2 2, 2 (1) : 1
60 1 2 3, 3 (1) : 1
61 1 2 4, 4 (1) : 1
62 1 3 1, 2 (1) : 1
63 1 3 2, 3 (1) : 1
64 1 3 3, 4 (1) : 1
65 1 3 4, 5 (1) : 1
66 1 4 1, 4 (1) : 1
67 1 4 2, 4 (1) : 1
68 1 4 3, 4 (1) : 1

```

Obr. č. 38: Úprava pravidel v M – Souboru: HlavniFaktory [vlastní]

Další možností, jak graficky zobrazit pravidla nastavena ve FIS souboru *HlavniFaktory* je možnost využití modulu Surface Viewer. Na obrázku č. 39 je možné vidět závislosti vstupů *Cena* a *Kvalita* a výstupu *Vysledek*.



Obr. č. 39: Surface Viewer: HlavniFaktory [vlastní]

5.4.3 M – Soubor

FIS soubor je pouze částí komplexního systému. Aby bylo možné jednotlivé FIS soubory provázat a dále bylo možné zajistit, aby probíhaly vhodné kalkulace je nutné vytvořit v programu MATLAB dále M – Soubor. Tento soubor zajišťuje spuštění celého procesu, a tedy vyhodnocení dodavatele. M soubor je možné upravovat pomocí konkrétních skriptů. Následující obrázek ukazuje skript potřebný pro načtení FIS souborů, k tomu dochází za využití skriptu *readfis*.

```

1 - clear all
2 - H = readfis('HlavniFaktory.fis');
3 - V = readfis('VedlejsiFaktory.fis');
4 - D = readfis('DopravniFaktory.fis');
5 - R = readfis('CelkoveHodnoceni.fis');

```

Obr. č. 40: Skript pro načtení FIS souborů [vlastní]

Obrázek č. 41 zobrazuje příklad otázky pro uživatele. Funkce *while* zajišťuje, že pokud není splněna určitá podmínka, dojde k zopakování otázky, toto je dále rozšířeno příkazem *fprint*, který po nesplnění podmínky pozmění otázku a položí ji znovu. Na obrázku je proměnná *Splatnost*, jako odpovědi slouží celá čísla v uzavřeném intervalu od 1 do 4, pokud uživatel odpoví jinak, dojde k zopakování cyklu. Součástí obrázku je také skript *evalfis*, který slouží k vyhodnocení jednotlivého FIS souboru.

```

while 1
    Splatnost = input('Zadejte prosim splatnost: (1-Vice nez 90 dni/2-50 az 90 dni/3-35 az 50 dni/4-mene nez 35 dni): ');
    if Splatnost >= 1 && Splatnost <=4
        break
    else
        fprintf('Doslo k chybe -): ')
    end
end

HlavniFaktory = evalfis([Cena, Kvalita, Splatnost],H);

```

Obr. č. 41: Otázka a vyhodnocení FIS souboru [vlastní]

Příkaz *evalfis* je dále použit na obrázku č. 42, kde spojuje jednotlivé FIS soubory do jednoho FIS souboru *CelkoveHodnoceni*. Výstupem je bodové hodnocení dodavatele od 1 do 10. Dále je podobně jako u transformační matice pomocí funkce *if* zajištěno příslušné slovní hodnocení dodavatele pro určitou hodnotu výstupu.

```

106 - CelkoveHodnoceni = evalfis(R,[HlavniFaktory DopravniFaktory VedlejsiFaktory]);
107 - CelkoveHodnoceni
108 - if CelkoveHodnoceni > 7.5
109 -     'Zvolit dodavatele'
110 - elseif CelkoveHodnoceni > 6
111 -     'Zvazit dodavatele'
112 - else
113 -     'Nezvolit dodavatele'
114 - end

```

Obr. č. 42: Celkové hodnocení dodavatele [vlastní]

```

>> Vyhodnoceni
Zadejte prosim cenu : (1-Velmi Nizka/2-Nizka/3-Prijatelna/4-Navysena/5-Vysoka): 3
Zadejte prosim kvalitu (1-Skvela/2-Nezavadna/3-Spatna/4-Zavadna): 2
Zadejte prosim splatnost: (1-Vice nez 90 dni/2-50 az 90 dni/3-35 az 50 dni/4-mene nez 35 dni): 3
Zadejte dobu dodani materialu (1-3 dny a mene/2-3 az 5 dni/3-5 az 7 dni/4-vice nez 7 dni): 2
Zadejte prosim, jakym zpusobem je reseno dodani materialu (1-Ciste v rezii dodavatele/2-Dodavatel zajistuje vetsinu/3-Pul na pul/4-V rezii
Zadejte prosim, zda je mozne reklamovat material (1-Ano/2-Ne): 1
Zadejte prosim, jaka je dodavatelova flexibilita (1-Vysoka/2-Neutralni/3-Nizka/4-Neexistujici): 2
Zadejte prosim, jaka je uroven komunikace(1-Svizna/2-Neutralni/3-Pomala): 2
Zadejte prosim, jake ma dodavatel reference (1-Dobre/2-Neutralni/3-Zadne/4-Spatne): 2
Zadejte prosim, jake jsou webové stránky dodavatele(1-Kvalitni/2-Nekvalitni/3-Nejsou): 1
Zadejte prosim, zda ma podnik certifikaci (1-Ano/2-Ne): 1

CelkoveHodnoceni =

    8.7579

ans =

    'Zvolit dodavatele'

```

Obr. č. 43: Vyhodnocení dodavatele Metalcut v MATLAB [vlastní]

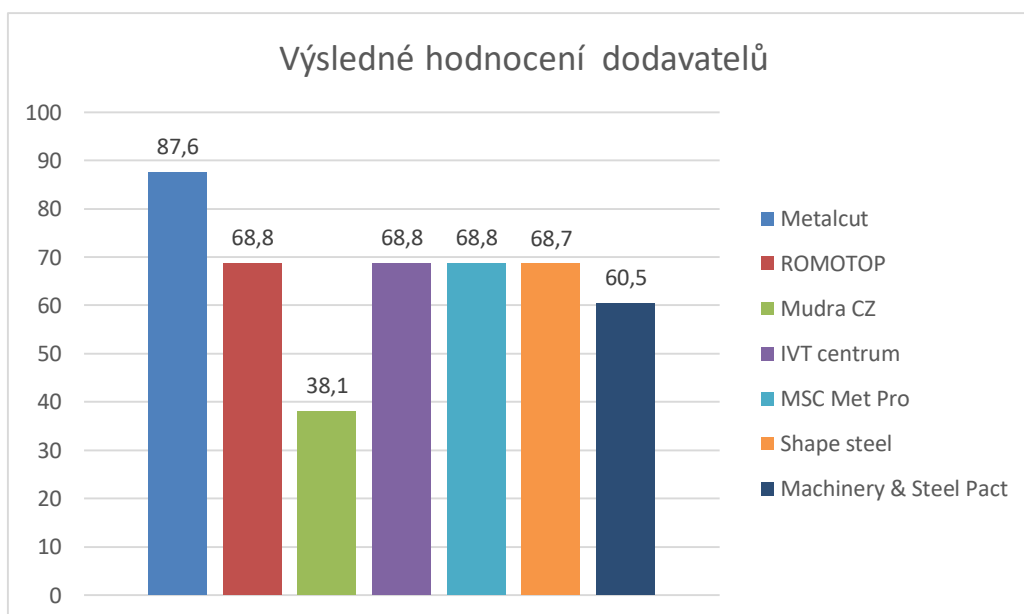
Jak je možné vidět na obrázku 43, po spuštění M – souboru dochází k pokládání otázek, kdy uživatel vyplní hodnoty dle potřeby. Po dosazení hodnot pro všechny otázky dojde k vyhodnocení a uživatel obdrží jak číselné, tak slovní hodnocení dodavatele. Pro tento případ byl zvolen dodavatel Metalcut.

5.4.4 Výsledné hodnocení dodavatele

Výsledné hodnocení dodavatelů je možné vidět v tabulce a grafu níže. Nejlepšího hodnocení dosáhl dodavatel Metalcut, který získal bodové hodnocení 87,6. Naopak nejnižší hodnocení obdržela společnost Mudra CZ, tento dodavatel získal bodové hodnocení 38,1. Dodavatel Machinery Machinery & Steel Pact je hodnocen 60,5 body, je tedy na hranici výsledného slovního hodnocení *Zvážit dodavatele* a *Nezvolit dodavatele*.

Tab. č. 24: Výsledné hodnocení dodavatelů v MATLAB [vlastní]

Dodavatel	Bodové ohodnocení	Výsledné hodnocení
Metalcut	87,6	Zvolit dodavatele
ROMOTOP	68,8	Zvážit dodavatele
Mudra CZ	38,1	Nezvolit dodavatele
IVT centrum	68,8	Zvážit dodavatele
MSC Met Pro	68,8	Zvážit dodavatele
Shape steel	68,7	Zvážit dodavatele
Machinery & Steel Pact	60,5	Zvážit dodavatele



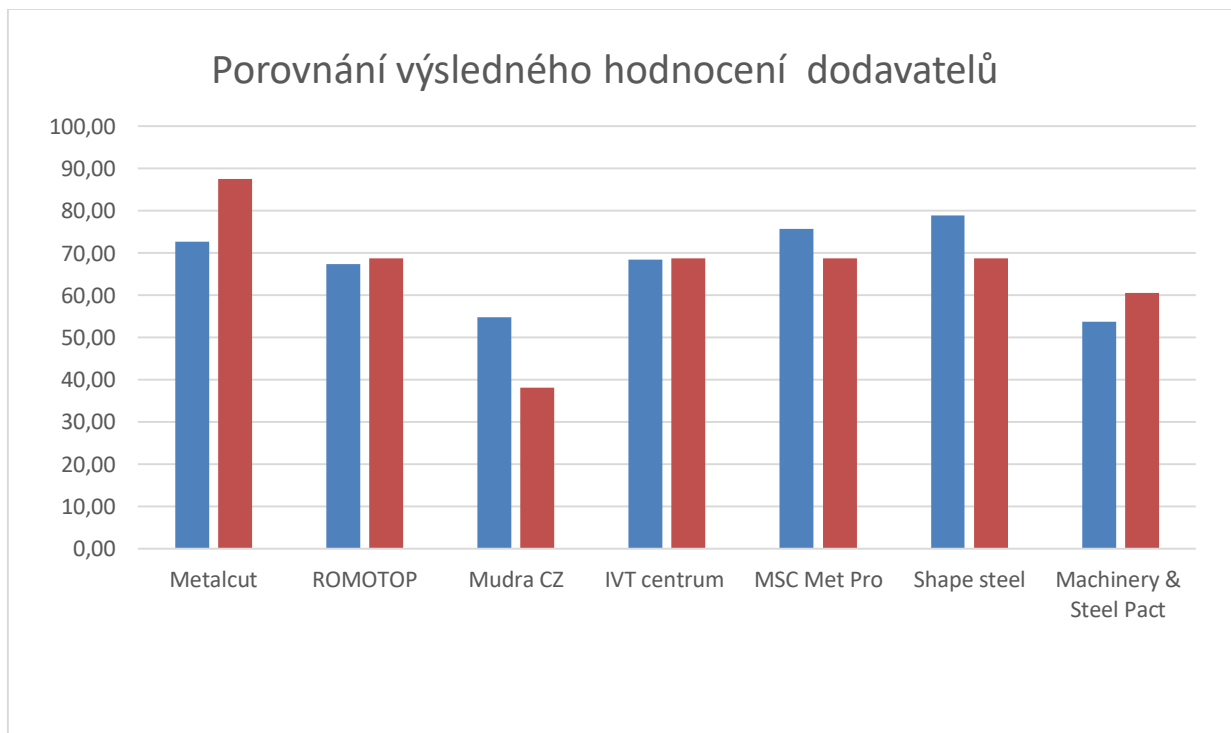
Graf č. 2: Výsledné hodnocení dodavatelů v MATLAB [vlastní]

5.5 POROVNÁNÍ VÝSLEDNÉHO HODNOCENÍ MICROSOFT EXCEL A MATLAB

V následující tabulce, stejně jako grafu je možné spatřit rozdílné vyhodnocení dodavatelů v programu Microsoft Excel a programovém prostředí MATLAB. Je možné vidět, že výsledné slovní hodnocení se neliší u dodavatelů ROMOTOP a IVT centrum, které získaly hodnocení *Zvážit dodavatele*, dále slovní hodnocení dosahuje stejného výsledku u obou metod u dodavatele Mudra CZ, který byl hodnocen jako *Nezvolit dodavatele*. Společnost Metalcut dle MATLAB získala 87,6 procent a je tedy oproti Excelovskému modelu nejhodnějším dodavatelem. Rozdíly procentuálního hodnocení nejsou velmi zásadní. Pouze v případě společnosti Metalcut a Mudra CZ se jedná o větší odchylky.

Tab. č. 25: Porovnání výsledného hodnocení dodavatelů [vlastní]

Microsoft Excel				MATLAB	
Dodavatel	Body skalárního součinu	Body v procentech	Výsledné hodnocení	Body v procentech	Výsledné hodnocení
Metalcut	770	72,63	Zvážit dodavatele	87,6	Zvolit dodavatele
ROMOTOP	720	67,37	Zvážit dodavatele	68,8	Zvážit dodavatele
Mudra CZ	600	54,74	Nezvolit dodavatele	38,1	Nezvolit dodavatele
IVT centrum	730	68,42	Zvážit dodavatele	68,8	Zvážit dodavatele
MSC Met Pro	800	75,79	Zvolit dodavatele	68,8	Zvážit dodavatele
Shape steel	830	78,95	Zvolit dodavatele	68,7	Zvážit dodavatele
Machinery & Steel Pact	590	53,68	Nezvolit dodavatele	60,5	Zvážit dodavatele



Graf č. 3: Porovnání výsledného hodnocení dodavatelů [vlastní]

Řešením odchylek metod by se mohlo jevit určení aritmetického průměru výsledných hodnot dodavatelů. Dodavatel Machinery & Steel Pact, který je dle modelu MATLAB na hranici přijatelnosti by dle zprůměrování hodnot byl slovně hodnocen jako *Nezvolit dodavatele*. K dalším změnám slovního hodnocení by u dodavatelů oproti modelu v MATLAB nedošlo. MSC Met Pro a společnost Shape steel se nacházejí na hranici slovního hodnocení *Zvážit dodavatele* a *Zvolit dodavatele*. Celková průměrná hodnocení všech dodavatelů je možné vidět v tabulce č. 26.

Tab. č. 26: Průměrná hodnota výsledného hodnocení dodavatelů [vlastní]

Microsoft Excel				MATLAB			
Dodavatel	Body skalárního součinu	Body v procentech	Výsledné hodnocení	Body v procentech	Výsledné hodnocení	Průměrná hodnota	Výsledné hodnocení
Metalcut	770	72,63	Zvážit dodavatele	87,6	Zvolit dodavatele	80,12	Zvolit dodavatele
ROMOTOP	720	67,37	Zvážit dodavatele	68,8	Zvážit dodavatele	68,08	Zvážit dodavatele
Mudra CZ	600	54,74	Nezvolit dodavatele	38,1	Nezvolit dodavatele	46,42	Nezvolit dodavatele
IVT centrum	730	68,42	Zvážit dodavatele	68,8	Zvážit dodavatele	68,61	Zvážit dodavatele
MSC Met Pro	800	75,79	Zvolit dodavatele	68,8	Zvážit dodavatele	72,29	Zvážit dodavatele
Shape steel	830	78,95	Zvolit dodavatele	68,7	Zvážit dodavatele	73,82	Zvážit dodavatele
Machinery & Steel Pact	590	53,68	Nezvolit dodavatele	60,5	Zvážit dodavatele	57,09	Nezvolit dodavatele

6 ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo zvolení vhodného dodavatele pro vybranou společnost, a tedy minimalizace rizik při jejich výběru. V první části diplomové práce došlo k teoretickému vymezení termínů jako je Fuzzy logika, fuzzy množiny, riziko či modelování. Dále došlo k teoretickému vymezení potřebných nástrojů a postupů v programu Microsoft Excel, zejména byly vymezeny termíny jako je transformační matice, stavová matice či Retransformační matice. Dále byly popsány potřebné nástroje programu MATLAB, tedy *Fuzzy Logic Toolbox*.

V druhé části diplomové práce došlo k analýze současného stavu. Byl stručně popsán podnik a nastíněn problém s výběrem dodavatele pro něj. Dále došlo ke jmenování a popisu vybraných dodavatelů.

Ve třetí, a tedy praktické části došlo k vytvoření potřebných kritérií pro výběr vhodného dodavatele. V této části také došlo k vytvoření modelu v programu Microsoft Excel a MATLAB. Model v programu Microsoft Excel byl dále rozšířen o modul vytvořen za využití programovacího jazyka Visual Basics. Výsledkem tohoto snažení bylo určení nejvhodnějšího dodavatele pro společnost Ferrit.

Nejvhodnějším dodavatelem pro společnost Ferrit je dle celkového vyhodnocení společnost Metalcut, která jako jediná získala slovní hodnocení *Zvolit dodavatele*, a tedy společnost u které je riziko volby dodavatele minimální z celkového výběru.

Dalšími vhodnými kandidáty by mohly být společnosti MSC Met Pro a Shape steel, které sice nedosahují požadovaného slovního hodnocení *Zvolit dodavatele*, a však při svém hodnocení *Zvážit dodavatele* se velmi blíží požadovanému výsledku.

Nedoporučují se dodavatelé s hodnocením *Nezvolit dodavatele*, v rámci této diplomové práce toto slovní hodnocení získali dodavatelé Mudra CZ a Machinery & Steel Pact, zde vzniká nejvyšší riziko při volbě dodavatele.

Rozhodovací modely zajistily snížení rizika spolupráce s nevhodnými dodavateli. Díky tohoto snížení rizika dochází k nižším finančním ztrátám. Odhadovaná úspora díky zvolení vhodného dodavatele se pohybuje v řádu tisíců až desetitisíců korun.

Výsledky těchto řešení mohou být dle autora nápomocny společnosti Ferrit při výběru dodavatele, stejně jako vytvořený model, který může do budoucna sloužit jako rozhodovací systém pro případ budoucích výběrových řízení na dodavatele.

7 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] MAŘÍK, Vladimír, Olga ŠTĚPÁNKOVÁ a Jiří LAŽANSKÝ. *Umělá inteligence*. 2. vyd. Praha: Academia, 1993, 264 s. ISBN 80-200-0496-3.
- [2] DERNONCOURT, Franck. *Introduction to fuzzy logic* [online]. MIT, 2013 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/267041266_Introduction_to_fuzzy_logic
- [3] ZIMMERMANN, H. J. *Fuzzy Set Theory and its Applications*. 4. vyd. New York: Springer Science Business Media, 2001, 399 s. ISBN 978-94-010-3870-6.
- [4] VOLNÁ, Eva. *Základy Softcomputingu* [online]. Ostrava, 2012, 152 s. [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: https://www1.osu.cz/~volna/Zaklady_softcomputingu_skripta.pdf
- [5] NOVÁK, Vilém. *Základy fuzzy modelování*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2000, 176 s. ISBN 80-730-0009-1.
- [6] Fuzzy Logic - Set Theory. *Tutorialspoint* [online]. 2020 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: https://www.tutorialspoint.com/fuzzy_logic/fuzzy_logic_set_theory.htm
- [7] DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě*. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012. 720 s. ISBN 978-80-7204-798-7.
- [8] JURA, Pavel. *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Nakladatelství VUTUM, 2003. 132 s. ISBN 80-214-2261-0.
- [9] ASMUNI, Hishammuddin. *Fuzzy Methodologies for Automated University Timetabling Solution Construction and Evaluation*. Nottingham, 2008.. Disertační práce. University of Nottingham. 294 s.
- [10] Fuzzy Inference Process. *Mathworks* [online]. 2020 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/fuzzy-inference-process.html>
- [11] BABINEC, F. *Management rizika : Loss Prevention & Safety Promotion* [online]. 1. vyd. Brno, 2005. 95 s. [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.slu.cz/math/cz/knihovna/ucebni-texty/Analyza-rizik/Analyza-rizik-1.pdf/>
- [12] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4. aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013. 488 s. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.
- [13] TICHÝ, Milík. *Ovládání rizika: analýza a management*. V Praze: C.H. Beck, 2006. Beckova edice ekonomie. 396 s. ISBN 80-717-9415-5.

- [14] DOSKOČIL, Radek. *Kvantitativní metody*. 2. vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2019. 262 s. ISBN 978-80-214-5716-4.
- [15] JANÍČEK, Přemysl a Jiří MAREK. *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). 529 s. ISBN 978-802-4741-277.
- [16] Microsoft Excel. *CDR* [online]. 2019 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://cdr.cz/clanek/excel-v-androidu-dokaze-digitalizovat-namalovanou-tabulku>
- [17] MATLAB®. *HUMUSOFT* [online]. 2020 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.humusoft.cz/matlab/details/>
- [18] DAVIS, Timothy A. *MATLAB Primer*. 8. vyd. Boca Raton: CRC Press, 2011. 200 s. ISBN 978-1-4398-2862-5.
- [19] Build Fuzzy Systems Using Fuzzy Logic Designer. *MathWorks* [online]. 2020 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://es.mathworks.com/help/fuzzy/building-systems-with-fuzzy-logic-toolbox-software.html>
- [20] O společnosti. *Ferrit* [online]. 2020 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <http://ferrit.cz/o-spolecnosti/>
- [21] *Výroční zpráva Ferrit s.r.o. za rok 2018* [online]. 2019 [cit. 2020-05-29].
- [22] O společnosti. *Metalcut* [online]. 2018 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <http://www.metalcut.cz/>
- [23] O nás. *Shape Steel* [online]. 2017 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.shapesteel.cz/cs/o-spolecnosti/o-nas/>
- [24] O společnosti. *MSC Met Pro* [online]. 2018 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <http://www.mscometpro.cz/clanky/o-spolecnosti-msc-met-pro-as>
- [25] O nás. *IVT Centrum* [online]. 2020 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <http://www.ivt.cz/our-services/>
- [26] O nás. *Mudra CZ* [online]. 2013 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.mudracz.cz/>
- [27] O společnosti. *ROMOTOP* [online]. 2020 [cit. 2020-05-27]. Dostupné z: <https://www.romotop.cz/cz/o-spolecnosti>
- [28] O firmě. *Machinery & Steel Pact* [online]. 2018 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <http://www.mscompact.cz/about.html>
- [29] ISO 9001. *ISO* [online]. 2020 [cit. 2020-05-29]. Dostupné z: <http://www.iso.cz/iso-9001>

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1: Transformační matice – Popis [vlastní]	25
Tab. č. 2: Ohodnocená transformační matice [vlastní]	26
Tab. č. 3: Stavová matice (Ano, Ne) [vlastní]	26
Tab. č. 4: Stavová matice (1, 0) [vlastní]	27
Tab. č. 5: Retransformační matice [vlastní].....	27
Tab. č. 6: Transformační matice – Popis [vlastní]	45
Tab. č. 7: Ohodnocená transformační matice [vlastní]	46
Tab. č. 8: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – Metalcut [vlastní].....	47
Tab. č. 9: Vstupní stavová matice (1, 0) – Metalcut [vlastní].....	47
Tab. č. 10: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – ROMOTOP [vlastní].....	48
Tab. č. 11: Vstupní stavová matice (1, 0) – ROMOTOP [vlastní].....	48
Tab. č. 12: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – Mudra CZ [vlastní].....	49
Tab. č. 13: Vstupní stavová matice (1, 0) - Mudra CZ [vlastní]	49
Tab. č. 14: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – IVT centrum [vlastní]	50
Tab. č. 15: Vstupní stavová matice (1, 0) - IVT centrum [vlastní]	50
Tab. č. 16: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – MSC Met Pro [vlastní].....	51
Tab. č. 17: Vstupní stavová matice (1, 0) - MSC Met Pro [vlastní].....	51
Tab. č. 18: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – Shape steel [vlastní].....	52
Tab. č. 19: Vstupní stavová matice (1, 0) - Shape steel [vlastní]	52
Tab. č. 20 : Vstupní stavová matice (Ano,ne) – Machinery & Steel Pact [vlastní]	53
Tab. č. 21: Vstupní stavová matice (Ano,ne) – Machinery & Steel Pact [vlastní]	53
Tab. č. 22: Retransformační matice [vlastní].....	54
Tab. č. 23: Výsledné hodnocení dodavatelů v Microsoft Excel [vlastní]	55
Tab. č. 24: Výsledné hodnocení dodavatelů v MATLAB [vlastní].....	69
Tab. č. 25: Porovnání výsledného hodnocení dodavatelů [vlastní]	70
Tab. č. 26: Průměrná hodnota výsledného hodnocení dodavatelů [vlastní]	71

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1: Porovnání klasické a fuzzy množiny [2]	18
Obr. č. 2: Funkce členství klasické a fuzzy množiny [6]	18
Obr. č. 3 Operace mezi fuzzy množinami [9].....	19
Obr. č. 4 Proces fuzzy zpracování [7]	20
Obr. č. 5 Proces fuzzy inference [10]	21
Obr. č. 6 Vztahy v analýze rizik [12].....	23
Obr. č. 7 Microsoft Excel 2019 [16]	25
Obr. č. 8: MATLAB [17]	27
Obr. č. 9: Fuzzy Inference Systém [19].....	29
Obr. č. 10: Fuzzy Logic Designer [vlastní]	30
Obr. č. 11: Membership Function Editor [vlastní]	31
Obr. č. 12: Rule Editor [vlastní]	32
Obr. č. 13: Rule Viewer [vlastní].....	33
Obr. č. 14: Surface Viewer [vlastní]	34
Obr. č. 15: Ferrit S.R.O. [20].....	35
Obr. č. 16: Organizační struktura [vlastní]	37
Obr. č. 17: Metalcut s.r.o. [22].....	38
Obr. č. 18: Shape steel a.s. [23]	38
Obr. č. 19: MetPro a.s. [24].....	39
Obr. č. 20: IVT centrum, spol. s.r.o. [25]	39
Obr. č. 21: MUDRA CZ. s.r.o. [26].....	40
Obr. č. 22: Romotop [27]	40
Obr. č. 23: Machinery & Steel Pact s.r.o. [28].....	41
Obr. č. 24: Vstupní prostředí v Microsoft Excel [vlastní]	56
Obr. č. 25: Rozhodovací nástroj ve VBA [vlastní].....	57
Obr. č. 26: Přiřazení vah [vlastní].....	58
Obr. č. 27: Stavová matice [vlastní]	58
Obr. č. 28: Retransformační matice [vlastní]	59
Obr. č. 29: Přiřazení slovních proměnných do příslušného ComboBoxu [vlastní].....	59
Obr. č. 30: Vyhodnocení dodavatele Metalcut [vlastní].....	60
Obr. č. 31: Vyhodnocení dodavatele ROMOTOP [vlastní]	60
Obr. č. 32: Schéma modelu v programu MATLAB [vlastní].....	62
Obr. č. 33: Fuzzy Logic Designer: Hlavní Faktory[vlastní].....	63
Obr. č. 34. Membership Function Editor: Cena [vlastní]	64

Obr. č. 35: Membership Function Editor: Vysledek [vlastní].....	64
Obr. č. 36: Rule Editor: Hlavní Faktory [vlastní]	65
Obr. č. 37: Rule Viewer: HlavniFaktory [vlastní].....	66
Obr. č. 38: Úprava pravidel v M – Souboru: HlavniFaktory [vlastní]	66
Obr. č. 39: Surface Viewer: HlavniFaktory [vlastní]	67
Obr. č. 40: Skript pro načtení FIS souborů [vlastní]	67
Obr. č. 41: Otázka a vyhodnocení FIS souboru [vlastní].....	68
Obr. č. 42: Celkové hodnocení dodavatele [vlastní]	68
Obr. č. 43: Vyhodnocení dodavatele Metalcut v MATLAB [vlastní]	68

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1: Výsledné hodnocení dodavatelů v Microsoft Excel [vlastní].....	55
Graf č. 2: Výsledné hodnocení dodavatelů v MATLAB [vlastní].....	69
Graf č. 3: Porovnání výsledného hodnocení dodavatelů [vlastní]	70