



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

RIZIKO VÝBĚRU DODAVATELE S VYUŽITÍM FUZZY LOGIKY

THE RISK OF THE SELECTION OF A SUPPLIER WITH FUZZY LOGIC

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Zuzana Pukajová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

BRNO 2017

Zadání diplomové práce

| | |
|-------------------|-------------------------------------|
| Ústav: | Ústav soudního inženýrství |
| Studentka: | Ing. Zuzana Pukajová |
| Studijní program: | Rizikové inženýrství |
| Studijní obor: | Řízení rizik firem a institucí |
| Vedoucí práce: | prof. Ing. Petr Dostál, CSc. |
| Akademický rok: | 2016/17 |

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

Riziko výběru dodavatele s využitím fuzzy logiky

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

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

Cíle diplomové práce:

Vyhodnocení dodavatelského rizika s využitím fuzzy logiky.

Seznam doporučené literatury:

DOSTÁL, P. Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě. Brno: CERM Akademické nakladatelství, 2012. 718 p. ISBN 978-80-7204-798-7, e-ISBN 978-80-7204-799-4.

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.

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

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Aleš Vémola, Ph.D.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práca sa zaoberá posúdením rizika výberu dodávateľov vybranej spoločnosti. Pomocou princípov fuzzy logiky vyhodnocuje na základe stanovených pravidiel kvalitu jednotlivých dodávateľov. Vyhodnotenie dodávateľov je uskutočnené pomocou programov MS Office Excel a MATLAB. Práca obsahuje porovnanie výsledkov z týchto dvoch programov.

Abstract

The thesis focuses on risk assessment of selection of chosen company suppliers. It evaluates the quality of suppliers using principles of fuzzy logic and the determining rules. The evaluation of suppliers is conducted using programs MS Office Excel and MATLAB. The thesis contains a comparison of results of these two programs.

Kľúčové slová

Dodávatelia, riadenie rizík, fuzzy logika, MATLAB.

Keywords

Suppliers, risk management, fuzzy logic, MATLAB.

Bibliografická citácia

PUKAJOVÁ, Z. *Riziko výběru dodavatele s využitím fuzzy logiky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, 2017. 61 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Petr Dostál, CSc..

Vyhlásenie

Vyhlasujem, že som diplomovú prácu spracovala samostatne a že som uviedla všetky použité informačné zdroje.

V Brne dňa 26. mája 2017

.....

podpis diplomanta

Pod'akovanie

Touto cestou by som sa rada poďakovala prof. Ing. Petrovi Dostálovi, CSc., vedúcemu diplomovej práce, za odborné vedenie a vecné rady. Poďakovanie patrí aj majiteľovi spoločnosti MIXEL, s.r.o. za poskytnuté údaje a podnetné konzultácie.

OBSAH

| | |
|---|----|
| ÚVOD | 10 |
| CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA..... | 11 |
| 1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ | 12 |
| 1.1 DODÁVATELSKÉ VZŤAHY | 12 |
| 1.1.1 Stratégia dodávateľsko-odberateľských vzťahov | 12 |
| 1.1.2 Výber dodávateľa..... | 12 |
| 1.2 FUZZY LOGIKA..... | 14 |
| 1.2.1 Funkcie členstva..... | 16 |
| 1.2.2 Operácie s fuzzy množinami | 19 |
| 1.2.3 Proces fuzzy spracovania..... | 20 |
| 1.2.4 Postup pri tvorbe rozhodovacieho systému | 22 |
| 1.3 MATLAB..... | 24 |
| 2 ANALÝZA SÚČASNEJ SITUÁCIE | 29 |
| 2.1 Predstavenie spoločnosti..... | 29 |
| 2.1.1 Základné údaje o spoločnosti..... | 29 |
| 2.1.2 História a stručný popis spoločnosti | 29 |
| 2.2 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA DODÁVATEĽOV..... | 30 |
| 2.3 SÚČASNÝ SPÔSOB HODNOTENIA DODÁVATEĽOV..... | 31 |
| 3 VLASTNÉ NÁVRHY | 32 |
| 3.1 KRITÉRIÁ PRE HODNOTENIE DODÁVATEĽOV..... | 32 |
| 3.2 NÁVRH MODELU V MS EXCEL | 34 |
| 3.2.1 Popis transformačnej matice..... | 35 |
| 3.2.2 Popis retransformačnej matice..... | 36 |
| 3.2.3 Stavové matice | 37 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.2.4 | Postup výpočtu v programe MS Excel..... | 39 |
| 3.3 | NÁVRH MODELU V MATLABE | 40 |
| 3.3.1 | Popis modelu a jeho jednotlivých častí | 40 |
| 3.3.2 | Pravidlá..... | 43 |
| 3.3.3 | Tvorba používateľského rozhrania..... | 46 |
| 3.4 | POROVNANIE MODELOV..... | 50 |
| | ZÁVER | 55 |
| | ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY | 56 |
| | ZOZNAM GRAFOV | 58 |
| | ZOZNAM OBRÁZKOV | 59 |
| | ZOZNAM TABULIEK..... | 61 |

ÚVOD

Nákup predstavuje jednu zo základných podnikových funkcií, bez ohľadu na to, či sa jedná o podnik výrobný, obchodný alebo podnik v službách. Výber dodávateľa je tak mimoriadne dôležitou činnosťou, ktorá sa dotýka nákupu podniku. Čím má podnik väčšie nákupné možnosti, čím má viac potenciálnych dodávateľov, tým závažnejšie a náročnejšie je toto rozhodovanie.

Procesy výberu a hodnotenia vhodných dodávateľov patria dnes k štandardne vykonávaným aktivitám prakticky vo všetkých typoch organizácií. Rozhodovacie procesy v jednotlivých organizáciách sa líšia použitými prístupmi, náročnosťou, množstvom zvolených kritérií či spôsobom vyhodnocovania. Väčšina odberateľských organizácií si tak vytvára rozsiahlu databázu možných dodávateľov, z ktorých si pomocou zvolených kritérií môže vybrať takých potenciálnych dodávateľov, ktorí sú pre ňu najvhodnejší. Výstupom z procesu hodnotenia a výberu je konkrétny zoznam dodávateľov, s ktorými odberateľ uzatvára zmluvy na konkrétne dodávky.

Táto diplomová práca poskytuje pohľad na jeden z možných spôsobov hodnotenia výberu dodávateľov, a to prostredníctvom princípov fuzzy logiky. Prvá časť diplomovej práce popisuje jej teoretické východiská. V stručnosti popisuje dodávateľsko-odberateľské vzťahy, obsiahlejšie problematiku fuzzy logiky a záver teoretickej časti je venovaný programu MATLAB a jeho Fuzzy Logic Toolboxu.

Druhou, nosnou, časťou diplomovej práce je analýza súčasného stavu. V tejto časti je predstavená analyzovaná spoločnosť a niektorí jej súčasní dodávatelia. Na základe týchto informácií je spracovaná najpodstatnejšia časť práce, a to časť návrhová. Začiatok návrhovej časti je venovaný stanoveniu atribútov pre hodnotenie dodávateľov analyzovanej spoločnosti. Vychádzajúc zo stanovených kritérií je následne zhotovený rozhodovací systém v programe MS Office Excel a v prostredí programu MATLAB. Výsledné hodnotenia z vytvorených modelov sú v závere práce porovnané a zhodnotené.

CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA

Cieľom diplomovej práce je navrhnutie a vytvorenie fuzzy modelov na hodnotenie súčasných a potenciálnych dodávateľov pre firmu zaoberajúcu sa predajom elektroinštalačného materiálu.

Čiastkové ciele diplomovej práce sú:

- navrhnutie kritérií a hodnôt týchto kritérií pre hodnotenie dodávateľov analyzovanej spoločnosti,
- vytvorenie fuzzy modelu v programe MS Office Excel,
- vytvorenie fuzzy modelu v prostredí programu MATLAB,
- vyhodnotenie súčasných dodávateľov spoločnosti pomocou vytvorených fuzzy modelov,
- porovnanie výsledkov vytvorených fuzzy modelov,
- zhodnotenie výsledkov fuzzy modelov pre spoločnosť.

K tvorbe modelov bude použitý najprv program MS Office Excel, v ktorom budú vytvorené podkladové tabuľky, obsahujúce hodnotiace kritériá. Na základe stanovených kritérií bude v tomto programe vytvorený fuzzy model, ktorý bude pomocou určených bodových intervalov hodnotiť súčasných a potenciálnych dodávateľov. Po vytvorení funkčného modelu v Exceli, bude zhotovený model v programe MATLAB. Ten bude za pomoci kódu a zostavených pravidiel takisto vyhodnocovať všetkých možných a súčasných dodávateľov analyzovanej spoločnosti. Záver práce bude obsahovať porovnanie a zhodnotenie výsledkov z týchto dvoch programov.

1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ

Teoretická časť diplomovej práce je rozdelená na tri časti. Prvá je venovaná dodávateľským vzťahom, druhá popisuje teóriu fuzzy logiky a tretia sa zameriava na programátorské prostredie simulačného programu MATLAB, konkrétne na jeho Fuzzy Logic Toolbox.

1.1 DODÁVATEĽSKÉ VZŤAHY

1.1.1 Stratégia dodávateľsko-odberateľských vzťahov

Stratégiou dodávateľsko-odberateľských vzťahov je myslené systematické vytváranie takých podmienok pre realizáciu vzťahov s dodávateľmi, ktoré by po vecnej a ekonomickej stránke zodpovedali platným právnym normám a záväzným pravidlám a takisto čo najefektívnejšie zaisťovali požadované uspokojovanie výrobných a nevýrobných potrieb podniku (LUKOSZOVÁ, 2004, s. 25).

Pri nadväzovaní dodávateľsko-odberateľských vzťahov je dôležitá stratégia, ktorá sa nezaobíde bez (LUKOSZOVÁ, 2004, s. 25):

- voľby dodávateľa,
- voľby dodávkových ciest,
- rozhodovania o podmienkach dodávok,
- rozhodovania o spôsobe materiálno-technického a právneho zabezpečenia dodávok.

1.1.2 Výber dodávateľa

Rozhodovanie o dodávateľovi nie je jednoduché. Je nutné brať v úvahu niekoľko kritérií, ktoré sa týkajú celého marketingového nákupného mixu a ďalších vonkajších a vnútropodnikových faktorov. Kvalita voľby dodávateľa má mimoriadne závažný vplyv na výsledky hospodárenia každého podniku a v konečnom dôsledku aj na realizáciu cieľov dlhodobej stratégie jeho rozvoja. Prejavuje sa v nákladoch, zásobách, v kvalite a predajnosti výrobkov, čo následne ovplyvňuje výšku zisku. Rozhodovanie o dodávateľovi je proces, ktorému predchádza náročná fáza získavania pomerne početných súborov informácií. Keď už je o dodávateľovi rozhodnuté na základe uskutočneného výberového konania, nie je vhodné

prestáť s hľadáním nových nákupných príležitostí, teda s posudzovaním a výberom nového dodávateľa, ktorý ponúka lepšie podmienky (TOMEK, 1999, s. 174).

Súčasťou výberu dodávateľa nie je len rozhodnutie „od koho nakúpime“, ale aj rozhodovanie o podmienkach dodávok. Pri tomto rozhodovaní je dôležitý kontakt s dodávateľom. Pri uskutočnení kontaktu je dôležité vedieť, čo od dodávateľa vlastne chceme, ďalej včas zachytiť a posúdiť solídnosť dodávateľa a získať obraz o jeho managemente. Pre rozhodovanie sú dôležité aktuálne informácie o nákladoch na obstaranie dodávok od dodávateľov, ktorí prichádzajú v úvahu, ale aj o tom, aké sú predpoklady pre zvýšenie hospodárnosti týchto dodávok. Je dôležité poznať aj rezervy v kapacitách, ktoré by dodávateľovi umožňovali v prípade potreby pružne zvýšiť objem potrebných dodávok (TOMEK, 1999, s. 175).

Za účelom realizácie efektívnej nákupnej činnosti je potrebné mať k dispozícii viac potenciálnych dodávateľov, aby podnik mohol zvažovať ich výhodnosť. Väčší počet potenciálnych dodávateľov je žiaduci aj v tom prípade, kedy podnik nemôže byť obslužený svojimi súčasnými dodávateľmi podľa jeho predstáv a má teda reálnu možnosť obrátiť sa niekde inde. V opačnom prípade hrozí odberateľovi možnosť straty, ktorá súvisí s nutnosťou urýchlene zaistiť náhradného dodávateľa (LUKOSZOVÁ, 2004, s. 77).

Pri voľbe dodávateľov by sa mal podnik vyhnúť dvom nebezpečným návykom (LUKOSZOVÁ, 2004, s. 77):

- prílišnému spoliehaniu sa na dôverne známe a sympatické osoby,
- príliš náhlym rozhodnutiam a ukončeniu vyhľadávania informácií o ďalších potenciálnych dodávateľoch.

Medzi základné kritériá voľby dodávateľa patrí hlavne (LUKOSZOVÁ, 2004, s. 78):

- spoľahlivosť dodávky (požiadavka na dodanie potrebného množstva podľa dohodnutých náležitostí vo vopred stanovenom čase),
- kvalita (v zmysle dodržania kvalitatívnych noriem),
- spôsob platby (možnosť úveru a pôžičiek),
- cena (nemala by byť posudzovaná izolovane od ostatných kritérií),

- rýchlosť dodávky (obvykle preferujeme rýchle vybavenie objednávky, avšak bleskové dodacie lehoty môžu signalizovať odbytové ťažkosti dodávateľa a teda jeho nespoľahlivosť),
- prístup zamestnancov (ich ochota k výkonu a komunikácii),
- možnosti zliav (z titulu množstva, hodnoty alebo rýchlosti nákupu alebo zaplataenia),
- záruky a servis (v prípade, že by boli v budúcnosti nutné),
- balenie (z hľadiska manipulácie a značenia tovaru),
- odhad životaschopnosti dodávateľa (pre prípad ďalšieho plnenia zmlúv).

1.2 FUZZY LOGIKA

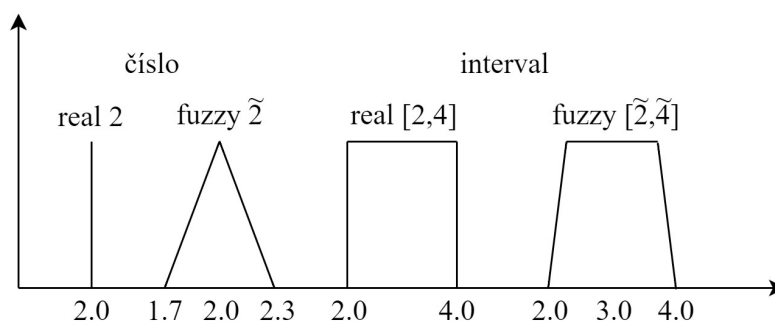
Slovo „fuzzy“ pochádza z angličtiny a je možné vysvetliť ho ako „hmlistý, nejasný, neostrý, neurčitý“. Samotná fuzzy logika je teda „hmlistá, nejasná, neostrá, neurčitá“. Logika je veda o zákonoch správneho myslenia, o zákonoch a pravidlách nutných pre vyvodzovanie správnych záverov. Ak vyslovíme nejaké tvrdenie či vetu, môžeme prehlásiť buď „áno, toto tvrdenie je pravdivé“ alebo „nie, toto tvrdenie nie je pravdivé“. Takto to platí v zjednodušenom a idealizovanom svete, ale nie vo svete reálnom. Fuzzy logika umožňuje pracovať s vágnymi pojmami ako je napríklad „veľmi nízke riziko, nízke riziko, stredné riziko, vysoké riziko, veľmi vysoké riziko“ (DOSTÁL, 2015, s. 6; JURA, 2003, s. 9).

Za zakladateľa fuzzy množín je považovaný Lofti Askar Zadeh, ktorý v roku 1965 použil v jednej zo svojich publikácií prvý raz termín „fuzzy množina“. Jeho myšlienka spočívala v množinách s neostrou hranicou. Každá klasická množina môže byť popísaná jednoznačne pomocou funkcie, fuzzy množina je určitým zobecnením klasickej množiny, ktorú je možné popísať pomocou funkcie na intervale. Tento interval bol pôvodne navrhnutý v rozmedzí $[0 - 1]$ (DOSTÁL, 2015, s. 8).

Zadeh vytvoril teóriu fuzzy množín a fuzzy logiky, kedy sa určuje „ako veľmi“ prvok do množiny patrí alebo nie (prvok x a jeho príslušnosť k množine sa značí $\mu(x)$ a je definovaná v rozmedzí od 0 po 1, pričom 0 znamená úplné nečlenstvo a 1 úplné členstvo. Použitie miery členstva zodpovedá v mnohých situáciách lepšie než použitie konvenčných spôsobov zaraďovania členov do množiny podľa prítomnosti či neprítomnosti. Fuzzy logika teda meria istotu alebo neistotu príslušnosti prvku k množine. Pomocou fuzzy logiky je možné nájsť riešenie pre daný prípad z pravidiel, ktoré boli definované pre obdobné prípady.

Metóda, ktorá používa fuzzy množiny, patrí medzi metódy, ktoré je možné použiť v oblasti riadenia firiem (DOSTÁL, 2012, s. 12).

Pri práci s fuzzy množinami je potrebné uvedomiť si rozdiel medzi reálnym číslom a fuzzy číslom a reálnym intervalom a fuzzy intervalom. Tento rozdiel znázorňuje Obr. č. 1 (DOSTÁL, 2015, s. 10).



Obr. č. 1: Reálne a fuzzy číslo, reálna a fuzzy množina
(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 10)

Vo fuzzy množinách sa určuje stupeň príslušnosti prvkov k danej množine, teda „ako veľmi“ do nej patria alebo nie. Príslušnosť prvku x k množine A je definovaná v intervale $[0,1]$ a označuje sa $\mu_A(x)$ pričom platí (DOSTÁL, 2015, s. 10):

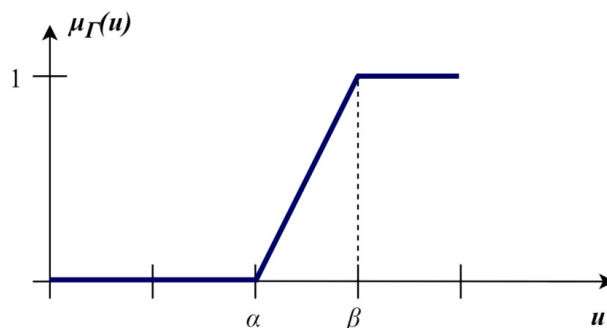
- ak $\mu_A(x) = 1$, tak prvok x do množiny A úplne patrí, tj. jedná sa o úplné členstvo ($x \in A$),
- ak $\mu_A(x) = 0$, tak prvok x do množiny A úplne nepatrí, tj. ide o úplné nečlenstvo ($x \notin A$).

Fuzzy množina je zobecnená množina, ktorá využíva celý interval $[0,1]$ a nie iba jeho časť, tj. $\{0,1\}$. Funkcia príslušnosti fuzzy množiny A na ostrej množine X vyzerá nasledovne: $\mu_A: X \rightarrow [0,1]$. Hodnota $\mu_A(x)$ je vo fuzzy množine spojitou mierou a vyjadruje mieru členstva prvku x v množine A , $x \in A$ teda môže byť ľubovoľné číslo $\alpha \in [0,1]$ (DOSTÁL, 2015, s. 11).

Fuzzy logika sama o sebe nie je nepresná, naopak je presnou teóriou, ale pracuje so známymi stavmi neostých javov. Fuzzy logika je relatívne novým matematickým odborom, ktorý je založený na exaktných princípoch, ktoré umožňujú rýchlejšie, jednoduchšie a elegantnejšie riešiť zložité problémy (DOSTÁL, 2015, s. 11).

1.2.1 Funkcie členstva

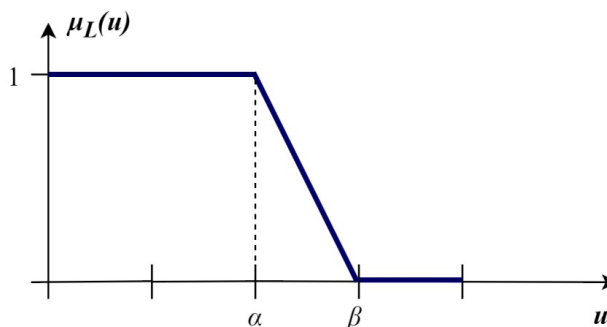
V teórii fuzzy množín sa odporúča používať čo najjednoduchšie tvary funkcií, a to funkcie zložené z lineárnych úsekov. Tieto typy funkcií sa nazývajú funkcie členstva. Používa sa hlavne Γ -funkcia (Obr. č. 2), L-funkcia (Obr. č. 3), trojuholníková Λ -funkcia (Obr. č. 4), lichobežníková Π -funkcia (Obr. č. 5, Obr. č. 7) a nelineárna S-funkcia (Obr. č. 6) (DOSTÁL, 2015, s. 12–14).



Obr. č. 2: Priebeh Γ -funkcie

(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 12)

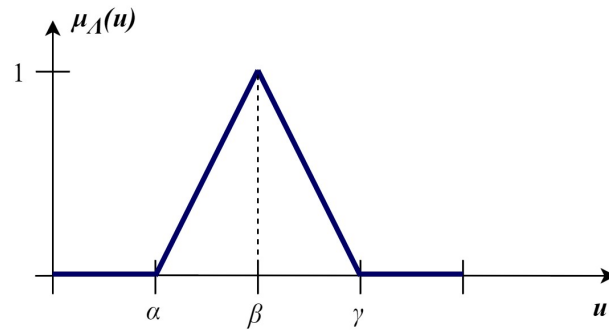
$$\Gamma(u, \alpha, \beta) = \begin{cases} 0 & u < \alpha \\ (u - \alpha)/(\beta - \alpha) & \alpha \leq u \leq \beta \\ 1 & u > \beta \end{cases} \quad (1.1)$$



Obr. č. 3: Priebeh L-funkcie

(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 12)

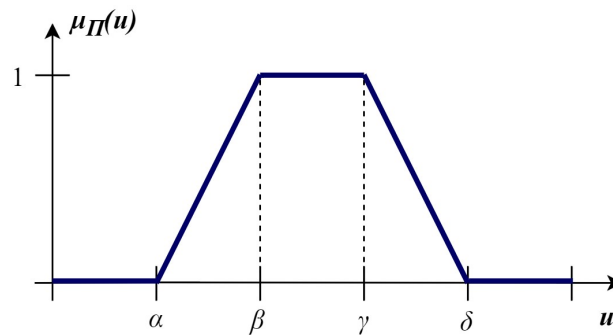
$$L(u, \alpha, \beta) = \begin{cases} 1 & u < \alpha \\ (\beta - u)/(\beta - \alpha) & \alpha \leq u \leq \beta \\ 0 & u > \beta \end{cases} \quad (1.2)$$



Obr. č. 4: Priebeh Λ -funkcie

(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 13)

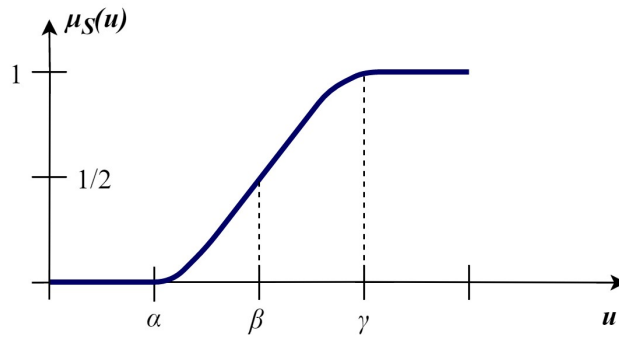
$$\Lambda(u, \alpha, \beta, \gamma) = \begin{cases} 0 & u < \alpha \\ (u - \alpha)/(\beta - \alpha) & \alpha \leq u \leq \beta \\ (\gamma - u)/(\gamma - \beta) & \beta \leq u \leq \gamma \\ 0 & u > \gamma \end{cases} \quad (1.3)$$



Obr. č. 5: Priebeh Π -funkcie

(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 13)

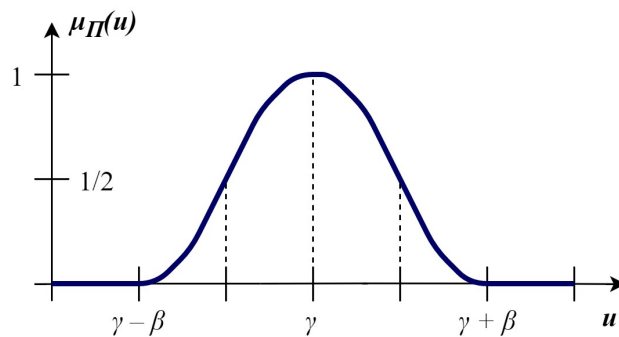
$$\Pi(u, \alpha, \beta, \gamma, \delta) = \begin{cases} 0 & u < \alpha \\ (u - \alpha)/(\beta - \alpha) & \alpha \leq u \leq \beta \\ 1 & \beta \leq u \leq \gamma \\ (\delta - u)/(\gamma - \delta) & \gamma \leq u \leq \delta \\ 0 & u > \delta \end{cases} \quad (1.4)$$



Obr. č. 6: Priebeh S-funkcie podľa Zadeha
(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 14)

$$S(u, \alpha, \gamma) = \begin{cases} 0 & u \leq \alpha \\ 2(u - \alpha)^2 / (\gamma - \alpha)^2 & \alpha < u \leq \beta \\ 1 - 2(u - \gamma)^2 / (\gamma - \alpha)^2 & \beta < u \leq \gamma \\ 1 & u > \gamma \end{cases} \quad (1.5)$$

$$\beta = (\alpha + \gamma) / 2$$



Obr. č. 7: Priebeh Π-funkcie podľa Zadeha
(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 14)

$$\Pi(u, \beta, \gamma) = \begin{cases} S(u, \gamma - \beta, \gamma)^2 & u \leq \gamma \\ 1 - S(u, \gamma, \gamma + \beta)^2 & u \geq \gamma \end{cases} \quad (1.6)$$

1.2.2 Operácie s fuzzy množinami

Fuzzy logika používa odlišné postupy pri štyroch základných operáciách, ktorými sú sčítanie, odčítanie, násobenie a delenie (DOSTÁL, 2012, s. 13):

$$[a, b] + [c, d] = [a + c, b + d] \quad (1.7)$$

$$[a, b] - [c, d] = [a - d, b - c] \quad (1.8)$$

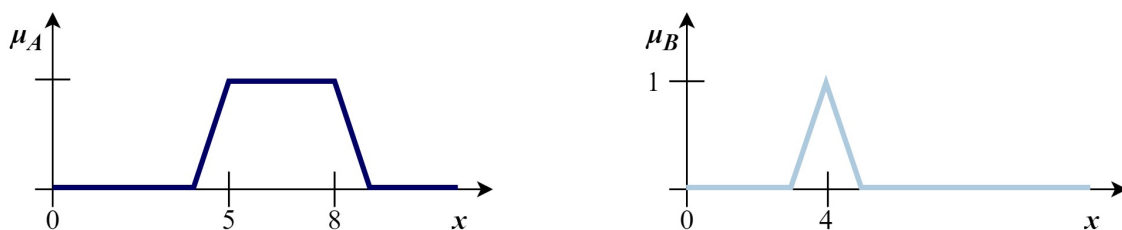
$$[a, b] \cdot [c, d] = [\min(ac, ad, bc, bd), \max(ac, ad, bc, bd)] \quad (1.9)$$

$$[a, b]/[c, d] = [\min(a/c, a/d, b/c, b/d), \max(a/c, a/d, b/c, b/d)] \quad (1.10)$$

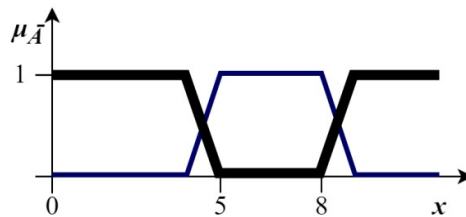
Fuzzy logika sa riadi určitými postupmi aj pri vyhodnocovaní logických operátorov *A*, *Alebo* a *Dop* (ide o prienik, zjednotenie a doplnok) s prívlastkom fuzzy, ktoré sa vyskytujú v pravidlách vyjadrovaných podmienkovými vetami *Ak*, *Potom* (DOSTÁL, 2012, s. 14).

Tab. č. 1: Logické operácie a fuzzy logika
(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2012, s. 14)

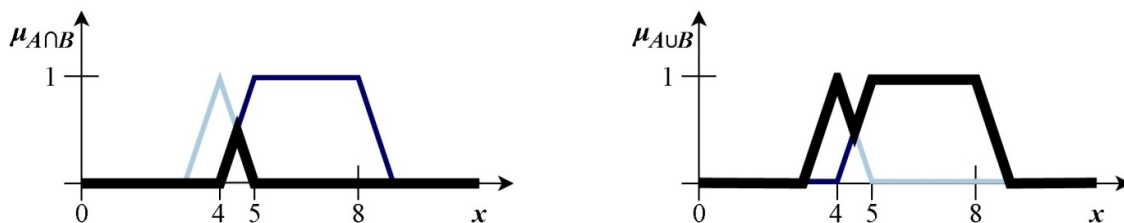
| Logický operátor | Zápis vo fuzzy logike |
|--------------------------|--|
| Prienik <i>A</i> | $\mu(x \wedge y) = \text{MIN}(\mu_x, \mu_y)$ |
| Zjednotenie <i>Alebo</i> | $\mu(x \vee y) = \text{MAX}(\mu_x, \mu_y)$ |
| Doplnok <i>Dop</i> | $\mu(-x) = 1 - \mu(x)$ |



Obr. č. 8: Fuzzy množiny μ_A a μ_B
(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2012, s. 14)



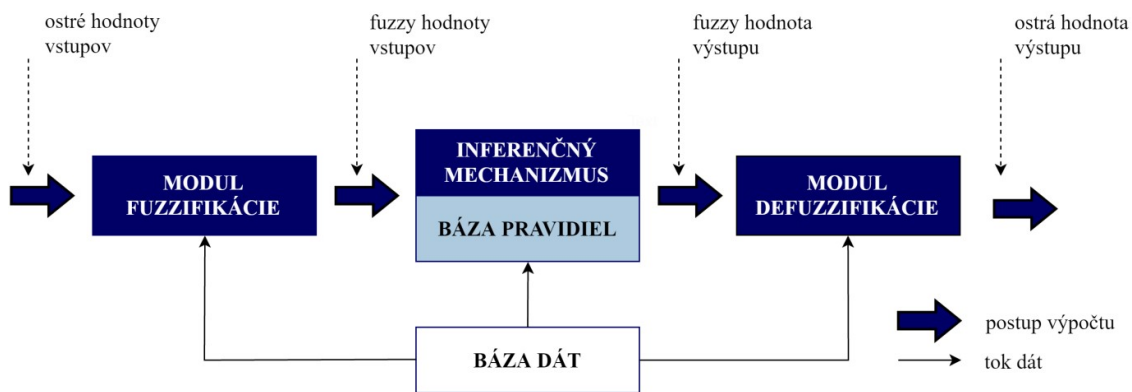
Obr. č. 9: Fuzzy komplement (doplnok)
 (Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2012, s. 15)



Obr. č. 10: Fuzzy prienik a fuzzy zjednotenie
 (Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2012, s. 15)

1.2.3 Proces fuzzy spracovania

Tvorba systému s fuzzy logikou obsahuje tri základné kroky: fuzzifikáciu, fuzzy inferenciu a defuzzifikáciu (viď Obr. č. 11).



Obr. č. 11: Štruktúra fuzzy systému
 (Zdroj: Spracované podľa JURA, 2003, s. 65)

➤ Fuzzifikácia

Fuzzifikácia znamená prevedenie reálnych premenných na jazykové premenné. Definovanie jazykových premenných vychádza z lingvistickej premennej. Obvykle sa používa tri až sedem atribútov premennej. Stupeň členstva atribútov premennej v množine je vyjadrovaný matematickou funkciou. Existuje mnoho tvarov členských funkcií. Typy, ktoré našli v praxi najväčšie uplatnenie, sa nazývajú štandardnými funkciami členstva a patria k nim typy: Λ , Π , Z a S . (viď podkapitola 1.2.1) (DOSTÁL, 2008, s. 11).

➤ Fuzzy inferencia

Druhý krok procesu fuzzy spracovania definuje chovanie systému pomocou pravidiel typu $\langle Ak \rangle$, $\langle Potom \rangle$, $\langle S \text{ váhou} \rangle$ na jazykovej úrovni. V týchto algoritmoch sa objavujú podmienkové vety, ktoré vyhodnocujú stav príslušnej premennej. Tieto podmienkové vety majú známu formu z programovacích jazykov (DOSTÁL, 2011, s. 9):

$$\langle Ak \rangle Vstup_a \langle A \rangle Vstup_b \dots Vstup_x \langle A \rangle Vstup_y \dots \langle Potom \rangle Výstup_1 \langle S \text{ váhou} \rangle z, \quad (1.11)$$

tj. keď nastane stav $Vstup_a$ a $Vstup_b$,, $Vstup_x$ a $Vstup_y$, potom nastane situácia $Výstup_1$ s váhou pravidla z , kde $z \in \langle 0,1 \rangle$.

Pravidlá fuzzy logiky predstavujú expertný systém. Každá kombinácia atribútov premenných, ktoré vstupujú do systému a vyskytujú sa v podmienke $\langle Ak \rangle \langle Potom \rangle$, predstavuje jedno pravidlo. Pre každé pravidlo je potrebné určiť stupeň podpory, tj váhu pravidla v systéme z . Výsledok systému s fuzzy logikou závisí do značnej miery na správnom určení významu definovaných pravidiel. Váhu týchto pravidiel je možné v rámci priebehu optimalizácie systému meniť. Podobne ako pre časť pravidla umiestneného za $\langle Ak \rangle$ je potrebné vybrať zodpovedajúci atribút za časťou $\langle Potom \rangle$. Tieto pravidlá si tvorí používateľ sám. Miesto operátora $\langle A \rangle$ je možné použiť operátor $\langle Alebo \rangle$. Výsledkom fuzzy inferencie je jazyková premenná (DOSTÁL, 2008, s. 12).

➤ Defuzzifikácia

Tretí krok, teda defuzzifikácia, prevádza výsledok operácie fuzzy inferencie na reálne hodnoty. Jej cieľom je prevedenie fuzzy hodnôt výstupnej premennej tak, aby slovné čo najlepšie reprezentovali výsledok fuzzy výpočtu (DOSTÁL, 2011, s. 9).

1.2.4 Postup pri tvorbe rozhodovacieho systému

Princípy fuzzy logiky je možné využiť pri tvorbe rôznych rozhodovacích systémov. Nasledujúci vzorový príklad popisuje postup pri rozhodovaní o kúpe nehnuteľnosti (DOSTÁL, 2015, s. 25).

Prvým krokom pri tvorbe rozhodovacieho systému je zostavenie transformačnej matice. Tab. č. 2 obsahuje transformačnú maticu s popisom jednotlivých vstupov a Tab. č. 3 zas transformačnú maticu s vyobrazením funkcií členstva. Hodnoty transformačnej matice sa stanovujú podľa požiadaviek jedinca, firmy alebo organizácie. Hodnoty funkcií členstva sa volia na základe priorit, ktoré si stanoví človek, pracujúci s programom. Príslušné bunky popisu a hodnôt si zodpovedajú (DOSTÁL, 2015, s. 25).

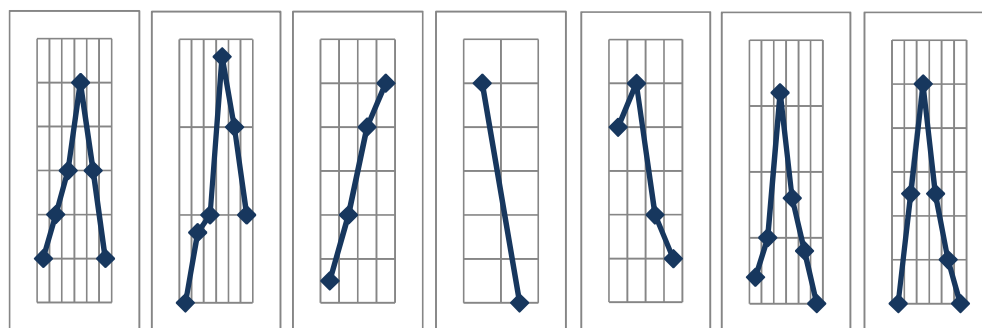
Vstup číslo 1 – počet miestností – nadobúda hodnoty 2, 4, 6, 10, 6 a 2, čo znamená, že uprednostňujeme nehnuteľnosť so 4 miestnosťami, ktorej váha je ohodnotená najvyššou hodnotou, a to hodnotou 10 (DOSTÁL, 2015, s. 25).

Tab. č. 2: Popis transformačnej matice TM
(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 25)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|------------------|--------------------------|-------------|---------|-------------|-------------------------|-------------|
| | Počet miestností | Veľkosť v m ² | Vlastníctvo | Kuchyňa | Poloha | Cena 10 ⁶ Kč | Záhrada |
| 1 | 1 | 0-50 | štátne | áno | mesto | <0,5 | nie je |
| 2 | 2 | 51-70 | prenájom | nie | okraj mesta | 0,5-1 | veľmi malá |
| 3 | 3 | 71-90 | družstevné | | dedina | 1-2 | malá |
| 4 | 4 | 91-110 | osobné | | samota | 2-5 | stredná |
| 5 | 5 | 111-140 | | | | 5-10 | veľká |
| 6 | >5 | >141 | | | | >10 | veľmi veľká |

Tab. č. 3: Transformačná matica TM
(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 25)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
|-----|------------------|--------------------------|-------------|---------|--------|-------------------------|---------|------|
| | Počet miestností | Veľkosť v m ² | Vlastníctvo | Kuchyňa | Poloha | Cena 10 ⁶ Kč | Záhrada | |
| 1 | 2 | 0 | 1 | 10 | 8 | 2 | 0 | |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 0 | 10 | 5 | 5 | |
| 3 | 6 | 5 | 8 | | 4 | 16 | 10 | |
| 4 | 10 | 14 | 10 | | 2 | 8 | 5 | |
| 5 | 6 | 10 | | | | 4 | 2 | |
| 6 | 2 | 5 | | | | 0 | 0 | |
| MAX | 10 | 14 | 10 | 10 | 10 | 16 | 10 | Σ 80 |
| MIN | 2 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 0 | Σ 5 |



Pre každú konkrétnu nehnuteľnosť dostávame vždy jednu stavovú maticu S , ktorej hodnoty zodpovedajú parametrom vyhodnocovanej nehnuteľnosti (Tab. č. 4). V tabuľke používame symboly A (áno) a N (nie), pretože lepšie zodpovedajú realite. Pri výpočte je potrebné previesť hodnoty na čísla 1 (áno) a 0 (nie) (DOSTÁL, 2015, s. 25).

Tab. č. 4: Stavová matica S
(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 26)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|------------------|--------------------------|-------------|---------|--------|-------------------------|---------|
| | Počet miestností | Veľkosť v m ² | Vlastníctvo | Kuchyňa | Poloha | Cena 10 ⁶ Kč | Záhrada |
| 1 | N | N | N | A | N | N | N |
| 2 | N | N | N | N | N | A | A |
| 3 | A | N | N | | A | N | N |
| 4 | N | A | A | | N | N | N |
| 5 | N | N | | | | N | |
| 6 | N | N | | | | | |

Pre každú konkrétnu situáciu dostávame konkrétnu hodnotu, ktorá je skalárnym súčinom transformačnej matice TM a stavovej matice S (DOSTÁL, 2015, s. 26):

$$R = 1 \times 5 + 1 \times 14 + 1 \times 10 + 1 \times 10 + 1 \times 4 + 1 \times 5 + 1 \times 5 = 54.$$

Pretože výsledok chceme vyjadriť v percentách v rozsahu 0–100 % , musíme odpočítať sumu minimálnych hodnôt, vydeliť ju rozdielom maximálnej a minimálnej sumy a vynásobiť hodnotou 100, tj. (DOSTÁL, 2015, s. 26):

$$100 \times (54 - 5)/(80 - 5) = 65,3 \%$$

Na vytvorenie výstupu v podobe lingvistickej premennej zostavíme retransformačnú maticu RM (Tab. č. 5). V prípade výsledku 65,3 % spadá pozorovaná nehnuteľnosť do intervalu 50–70 %, čo predstavuje lingvistickú premennú „sledovať“ (DOSTÁL, 2015, s. 26).

Tab. č. 5: Retransformačná matica RM
(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 26)

| | Body [%] | Nehnuteľnosť |
|---|----------|---------------|
| 1 | 0-50 | nezaujímať sa |
| 2 | 50-70 | sledovať |
| 3 | 70-78 | zvážiť kúpu |
| 4 | 78-80 | ihneď kúpiť |

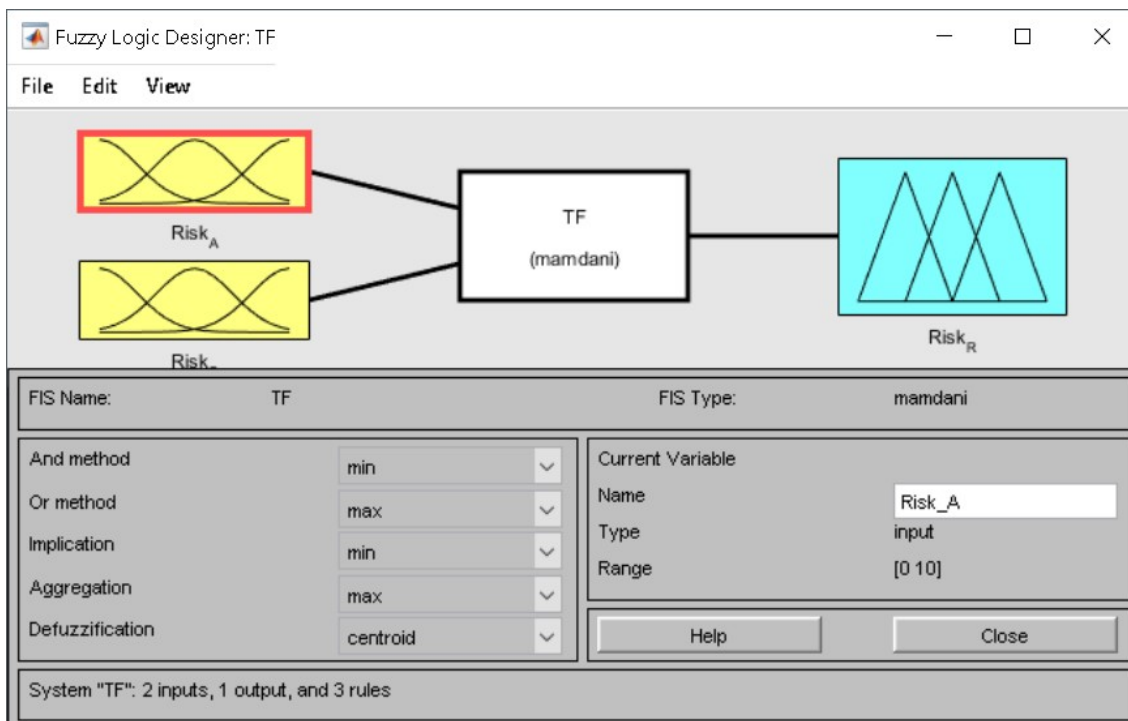
1.3 MATLAB

Na počítačové experimenty s fuzzy riadením a modelovaním je možné použiť programátorské prostredie simulačného programu MATLAB, konkrétne jeho Fuzzy Logic Toolbox. Vo Fuzzy Logic Toolboxe existuje 5 základných nástrojov (JURA, 2003, s. 120):

- FIS Editor,
- MF Editor,
- Rule Editor.
- Rule Viewer,
- Surface Viewer.

Fuzzy Logic Toolbox spustíme v programovacom prostredí MATLABu v pracovnom okne Command Window prostredníctvom príkazu *fuzzy* (DOSTÁL, 2015, s. 43).

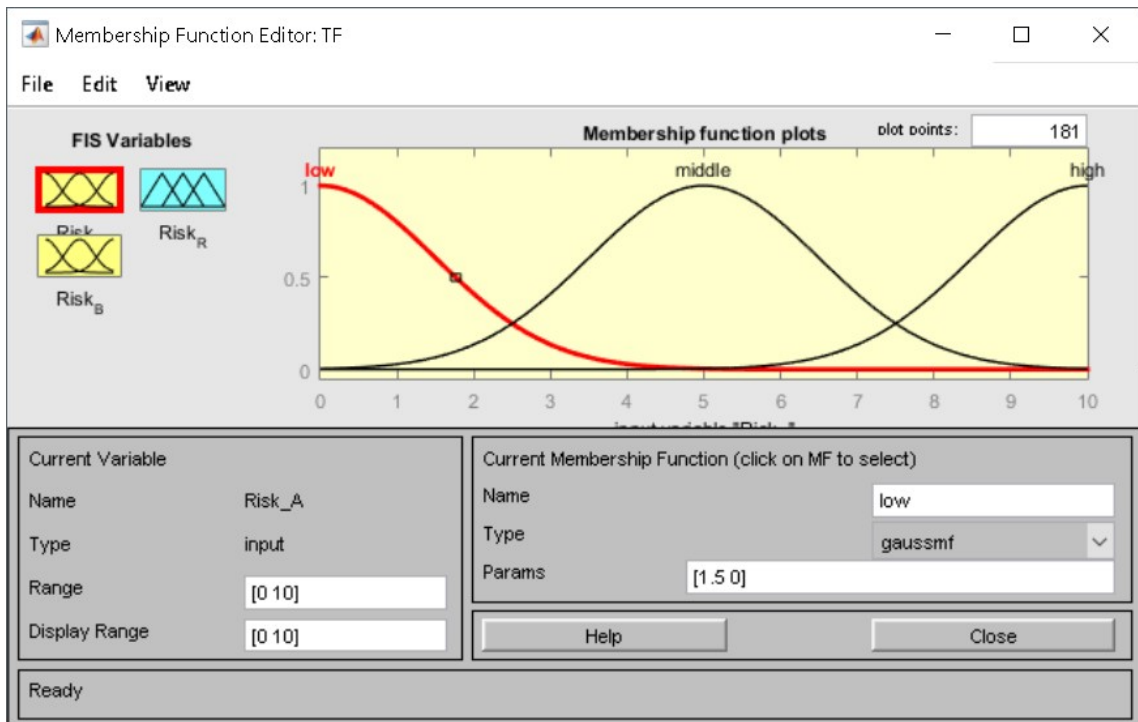
Po použití príkazu *fuzzy* sa otvorí prázdny FIS Editor s prednastaveným fuzzy modelom typu „mamdani“ s jednou vstupnou a jednou výstupnou premennou. Pridanie ďalších vstupných (výstupných premenných je možné pomocou *Edit – Add variable – Input (Output)*) (viď Obr. č. 12) (DOSTÁL, 2015, s. 43).



Obr. č. 12: FIS Editor

(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 45)

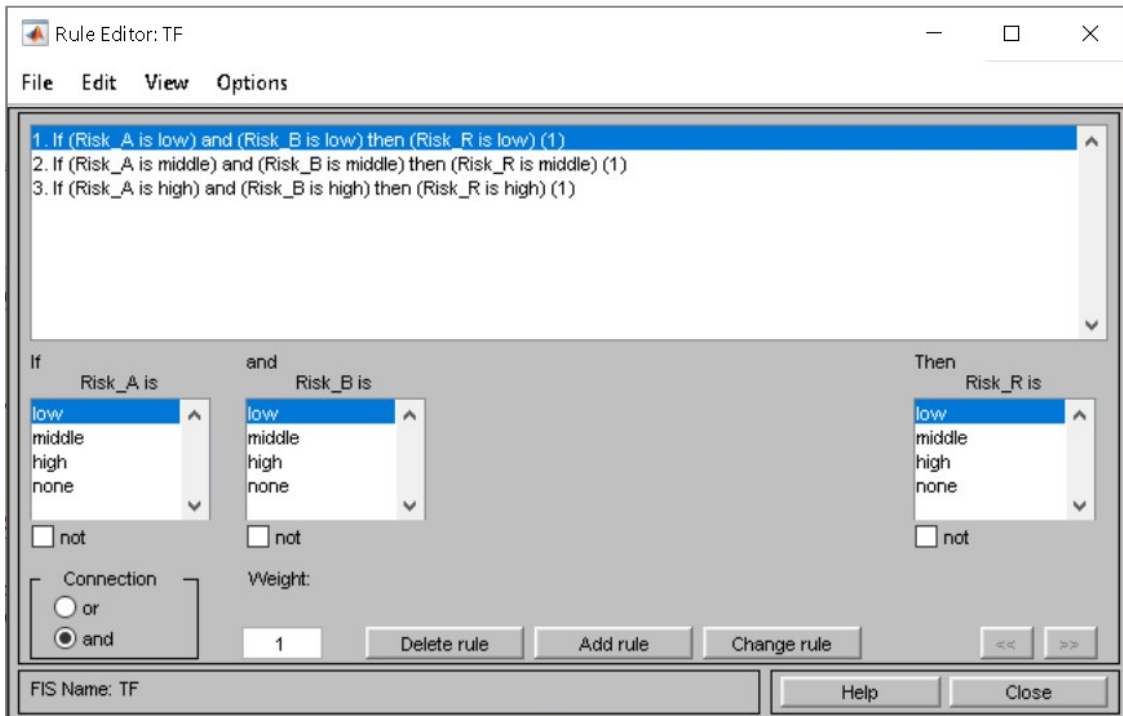
Pri jednotlivých premenných je možné navoliť prostredníctvom MF Editoru (Obr. č. 13) zmeny počtu funkcií pomocou *Edit – Add MFs...* alebo *Edit – Add Custom MF...* . Vybrané funkcie členstva je takisto možné odstrániť. V prípade, že chceme odstrániť len vybrané funkcie členstva, postupujeme pomocou *Edit – Remove Selected MF*. Ak sme pridali nové funkcie členstva, môžeme zvoliť ich typ (napr. *trimf*, *trapmf*, *gaussmf*) a ich počet (DOSTÁL, 2015, s. 43).



Obr. č. 13: MF Editor

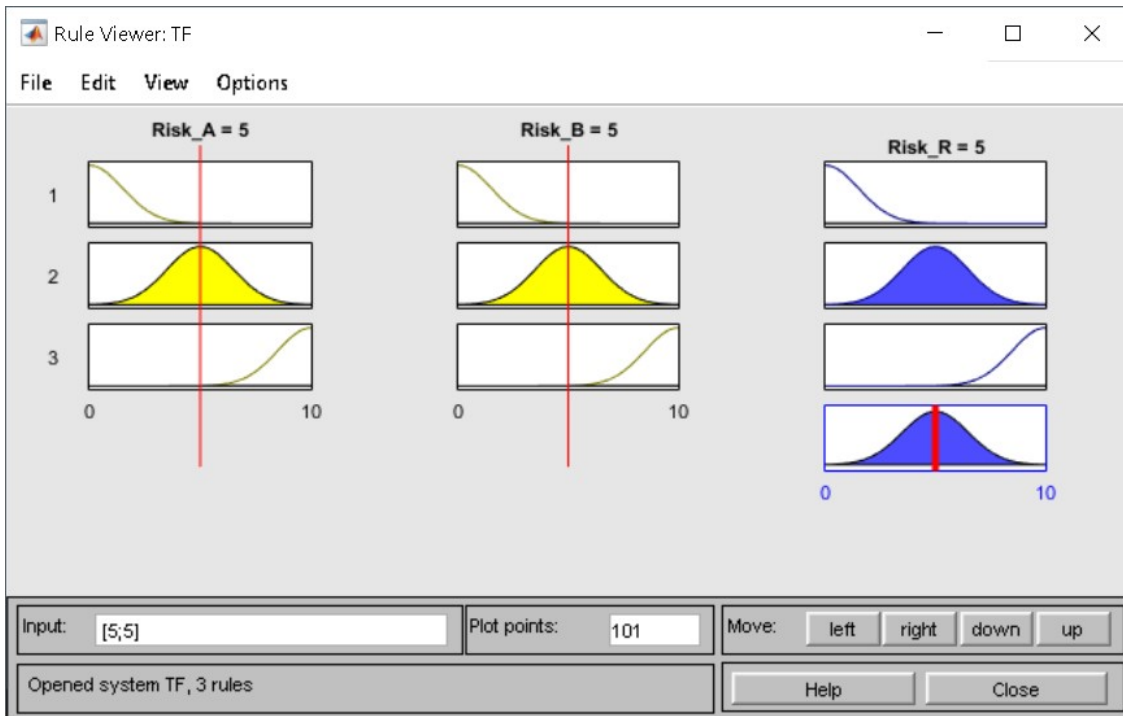
(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 45)

Pomocou menu *Edit – Rules* môžeme nadefinovať potrebné pravidlá (Obr. č. 14), ktoré môžeme následne prehliadať pomocou *View – Rules* (Obr. č. 15). Závislosti jednotlivých premenných vytvorených z pravidiel je možné prehliadať v trojrozmernom grafe prostredníctvom menu *View – Surface* (Obr. č. 16). Vytvorený model môžeme pre ďalšie použitie uložiť a to napríklad pomocou *File – Export – To File...*. Aby sme realizovali vyhodnotenie modelu, musíme vytvoriť M-file, ktorý bude obsahovať sekvenciu príkazov. Požadovaný M-file vytvoríme pomocou *File – New – M-file* (DOSTÁL, 2015, s. 43–44).



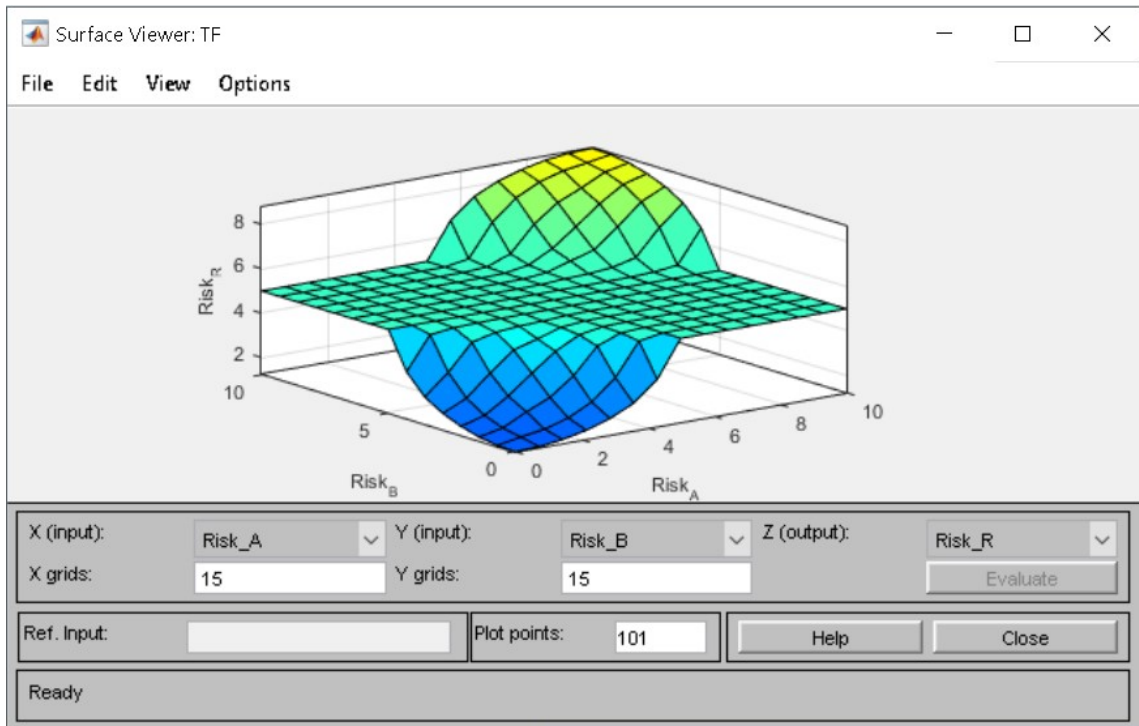
Obr. č. 14: Rule Editor

(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 47)



Obr. č. 15: Rule Viewer

(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 48)



Obr. č. 16: Surface Viewer

(Zdroj: Spracované podľa DOSTÁL, 2015, s. 47)

2 ANALÝZA SÚČASNEJ SITUÁCIE

Praktická časť diplomovej práce obsahuje tri podkapitoly. V úvode je predstavená analyzovaná spoločnosť, následne jej hlavní dodávatelia a v závere je popísaný súčasný spôsob hodnotenia dodávateľov spoločnosti.

2.1 PREDSTAVENIE SPOLOČNOSTI

2.1.1 Základné údaje o spoločnosti

| | |
|------------------|---|
| Obchodné meno: | MIXEL, s.r.o. |
| Sídlo: | Ludovíta Štúra 2046/13 Dolný Kubín 026 01 Slovenská republika |
| IČO: | 36 409 464 |
| Deň zápisu: | 27. 01. 2003 |
| Právna forma: | Spoločnosť s ručením obmedzeným |
| Základné imanie: | 7 000 EUR (ORSR, 2017) |

2.1.2 História a stručný popis spoločnosti

V svojom počiatku, v roku 2007, bola spoločnosť MIXEL evidovaná ako fyzická osoba prevádzkujúca živnosť. Už v tomto období mala v ponuke širokú škálu elektroinštalačného materiálu a svoj sortiment rok od roku zväčšovala. Ku koncu roka 2011 zmenila firma právnu formu a stala sa z nej spoločnosť s ručením obmedzeným.

Predmetom činnosti spoločnosti je:

- kúpa tovaru za účelom jeho predaja konečnému spotrebiteľovi v rozsahu voľnej živnosti,
- kúpa tovaru za účelom jeho predaja iným prevádzkovateľom živnosti v rozsahu voľnej živnosti,
- sprostredkovateľská činnosť,
- reklamná a propagačná činnosť v rozsahu voľnej činnosti (ORSR, 2017).

Ponúkaný sortiment spoločnosti dnes tvoria:

- domové spínače a zásuvky,
- rozvádzače pod omietku a nástenné rozvádzače,
- škatule s vývodkami a bez vývodiek,
- elektroinštalačné rúrky,
- tesniace vývodky,
- príchytky káblov,
- bezskrútkové svorky,
- svietidlá a prenosné lampy,
- gumové a plastové zásuvky a vidlice,
- zásuvkové rozvodnice a iné.

2.2 STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA DODÁVATEĽOV

- El-sklad sp.j. – poľská spoločnosť, ktorá je na trhu od deväťdesiatych rokov dvadsiateho storočia. Zaoberá sa predovšetkým predajom elektrotechnického materiálu. Spoločnosti MIXEL, s.r.o. dodáva vypínače a zásuvky značky Karlik Elektrotechnik (EL-SKLAD, 2011).
- Heavy Power Co., Ltd. – spoločnosť bola založená v roku 1980 v Taiwane. Je popredným výrobcom konektorov so širokým portfóliom výrobkov od káblových svoriek až po svorkovnice. Jedná sa o jedného z prvých obchodných partnerov analyzovanej spoločnosti, ktorej dodávky hlavne v počiatočných rokoch jej podnikania výrazným spôsobom ovplyvnili fungovanie novozaloženej spoločnosti. MIXEL, s.r.o. od nej nakupuje bezskrútkové svorky (HEAWY POWER, 2016).
- Karlik Elektrotechnik Sp. z o.o. – je poľský výrobca elektroinštalačných zariadení. Na trhu je od roku 1978. Pre analyzovanú spoločnosť je dodávateľom vypínačov a zásuviek (KARLIK, 2011).
- Famel – firma bola založená v roku 1990. Vyrába a predáva výrobky pre elektrotechnický priemysel. Pre firmu MIXEL, s.r.o. dodáva rozvádzače, krabice, držiaky káblov, predlžovačky, atď. (FAMEL, 2016).
- PAWBOL – SK s.r.o. – je dcérskou spoločnosťou poľskej Pawbol Sp. Z o.o., ktorá je uznávaným výrobcom elektroinštalačného materiálu v Poľsku a celej Európe. Svoju činnosť začala spoločnosť v roku 1989. Spoločnosti MIXEL dodáva inštalačné škatule, nástenné rozvádzače, svorkovnice, príchytky apod. (PAWBOL, 2016).

- Helios Sp. z o.o. – je spoločnosť s osemdesiatročnou tradíciou na poľskom trhu so žiarovkami, ktorými zásobuje aj analyzovanú spoločnosť (HELIOS, 2016).
- BKL ELEKTRO, s.r.o. – slovenská firma, ktorá sa vo svojich počiatkoch zaoberala len elektroinštalačnými službami. Až neskôr rozšírila svoju činnosť o predaj elektro materiálu v prevádzkach po strednom Slovensku. Analyzovaná spoločnosť od nej nakupuje rôzny elektroinštalačný materiál podľa aktuálnej potreby (BKL ELEKTRO, 2017).

2.3 SÚČASNÝ SPÔSOB HODNOTENIA DODÁVATEĽOV

Spoločnosť MIXEL v súčasnosti nepoužíva žiadny systém na hodnotenie aktuálnych či potenciálnych dodávateľov, ktorý by uľahčil a zefektívnil ich výber. Majiteľ spoločnosti sa pohybuje v odvetví elektroinštalačného materiálu desiatky rokov a tak sú dodávatelia volení intuitívne, pričom sa kladie dôraz hlavne na kvalitu a cenu poskytovaných výrobkov. Spoločnosť kontaktuje potenciálnych dodávateľov so svojim dopytom a po následných vystavených ponukách učiní rozhodnutie, ktorého dodávateľa zvolí.

V prípade rozširovania spoločnosti o ďalších menej skúsených pracovníkov v oblasti v elektro priemysle je vhodné vytvoriť určitý systém, ktorý na základe stanovených kritérií podá pomocnú ruku pri výbere nového dodávateľa. Vytvorením určitého systému s jasne stanovenými kritériami je tak možné predísť riziku výberu nevhodného dodávateľa. Systém hodnotenia môže majiteľovi takisto priniesť iný, nepoznaný, pohľad na spôsob posudzovania aktuálnych a rozhodovania o výbere nových dodávateľov.

Z tohto dôvodu sú ďalšie časti tejto diplomovej práce venované vytvoreniu rozhodovacieho systému, ktorý na základe stanovených kritérií a pravidiel vyhodnotí vhodnosť dodávateľov spoločnosti.

3 VLASTNÉ NÁVRHY

Návrhová časť práce je zameraná na tvorbu rozhodovacieho systému, ktorý má za úlohu hodnotiť vhodnosť súčasných a potenciálnych dodávateľov zvolenej spoločnosti. Základom vytvorenia rozhodovacieho systému je zber informácií od vedenia spoločnosti. Zo získaných dát bude postupne vytvorený rozhodovací systém v programe MS Office Excel a v programe MATLAB.

3.1 KRITÉRIÁ PRE HODNOTENIE DODÁVATEĽOV

Prvým krokom k vytvoreniu akéhokoľvek rozhodovacieho systému je vytýčenie tých oblastí a bodov, ktoré sú pre daný proces rozhodujúce a ktoré ovplyvňujú jeho kvalitu. Na základe konzultácie s vedením analyzovanej spoločnosti bolo zvolených 10 kritérií, podľa ktorých bude hodnotená kvalita dodávateľov a ktoré budú základom pre vytvorenie rozhodovacieho systému. Každé kritérium je kvantifikované do niekoľkých úrovní podľa potreby. Jedná sa o nasledujúce atribúty:

- **Mena** – analyzovaná spoločnosť nakupuje tovar aj od zahraničných dodávateľov. Prijaté faktúry sú tak nielen v domácej mene, ale aj v menách zahraničných a konečná cena dodaného tovaru je potom závislá na aktuálnych kurzoch. Hodnoty, ktorých môže parameter mena nadobudnúť sú teda nasledujúce:
 - EUR,
 - iná mena.
- **Cena** – pri výbere vhodného dodávateľa hrá cena veľmi dôležitú úlohu. Snahou každého podnikateľa je nakúpiť kvalitný tovar za čo možno najnižšiu cenu. Pomer ceny a kvality je veľmi významný. Úroveň ceny je kvantifikovaná na základe prieskumu trhu s elektroinštalačným materiálom a môže byť:
 - nízka,
 - stredná,
 - vysoká.
- **Dodacia lehota** – atribút určujúci termín dodania objednaného tovaru. Jedná sa o dôležité kritérium, vďaka ktorému si spoločnosť plánuje plynulosť predaja svojho sortimentu a takisto sa od neho odvíja množstvo naskladneného tovaru. Podľa dĺžky dodania tovaru je hodnotiace kritérium rozdelené do štyroch úrovní:
 - dodanie do jedného dňa,

- dodanie do troch dní,
 - dodanie do siedmich dní,
 - dodacia lehota je dlhšia ako sedem dní.
- **Spôsob dodania** – kritérium, ktoré určuje, akou formou je tovar dodaný. Parameter je posudzovaný z hľadiska výšky nákladov na dodanie objednaného tovaru. Spôsob dodania môže prebehnúť formou:
- osobného odberu,
 - dodania firmou,
 - dodania prepravcom, pričom náklady sú hradené odberateľom.
- **Balenie** – v prípade balenia je u analyzovanej spoločnosti potrebné rozlišovať, či sa jedná o balenie, ktoré je vhodné aj pre koncových zákazníkov alebo či je potrebné doručený tovar zabaliť do inej podoby, s čím potom súvisia dodatočné náklady spojené s prácou a materiálom potrebným na zabalenie tovaru. Toto kritérium je kvantifikované do dvoch úrovní, ako:
- vyhovujúce balenie,
 - nevyhovujúce balenie.
- **Lehota splatnosti** – čím je doba splatnosti prijatých faktúr dlhšia, tým je to pre spoločnosť výhodnejšie, lebo má k dispozícii viac finančných prostriedkov, ktoré môže použiť na financovanie iných činností. Vo firme MIXEL sa doby splatnosti faktúr výrazne líšia spoločnosť od spoločnosti. Niektoré firmy vyžadujú platbu vopred formou zálohových faktúr, inokedy je splatnosť faktúr stanovená na viac než 2 mesiace. Lehota splatnosti je odstupňovaná do šiestich úrovní:
- platba vopred,
 - platba ihneď,
 - platba do 14 dní,
 - platba v intervale od 15 do 30 dní,
 - platba v intervale od 31 do 60 dní,
 - lehota splatnosti je dlhšia ako 60 dní.
- **Značenie výrobkov** – značenie výrobkov sa zvyčajne odvíja od samotného typu výrobku a jednotlivých sérií. V niektorých prípadoch je však značenie výrobkov dodávateľov zbytočne komplikované a je potrebné, aby si odberateľ vytvoril značenie vlastné, ktorým musí následne označiť predávaný sortiment. Dochádza tak k nadbytočnej práci, s ktorou treba počítať a ktorá spomaľuje proces predaja. Značenie výrobkov môže:

- vyhovovať,
- nevyhovovať.
- **Certifikácia výrobkov** – certifikácia výrobkov je podmienka, ktorá musí byť splnená pri všetkých nakupovaných výrobkoch. V prípade, že výrobok nemá požadovaný certifikát, analyzovaná spoločnosť nemá o tento výrobok záujem. Môžu nastať dve možnosti:
 - výrobok je certifikovaný,
 - výrobok nie je certifikovaný.
- **Komunikácia** – kritérium, ktoré hodnotí vzájomnú komunikáciu pri počiatkových rozhovoroch o budúcej možnej spolupráci, ale aj komunikáciu pri objednávaní tovaru či pri prípadných reklamáciách a pod. Faktor komunikácie môže byť ovplyvnený aj z dôvodu spolupráce so zahraničnými partnermi, ktorí používajú iný jazyk. Hodnoty atribútu sú nasledovné:
 - príjemná a rýchla komunikácia,
 - pomalšia komunikácia s občasnými nedorozumeniami,
 - nevyhovujúca komunikácia.
- **Reklamácia** – atribút hodnotiaci rýchlosť a bezproblémovosť vybavenia reklamácie, ktorý môže nadobúdať nasledujúce hodnoty:
 - rýchla reklamácia,
 - stredná rýchlosť reklamácie,
 - pomalá reklamácia,
 - bez reklamácií.

3.2 NÁVRH MODELU V MS EXCEL

Návrh rozhodovacieho systému v programe Microsoft Office Excel možno v tejto práci považovať za ten menej komplikovaný, ktorý zvládne vytvoriť aj priemerný používateľ tohto programu. Jedná sa o alternatívu, ktorá je jednoduchá na úpravu a ktorá je použiteľná na akomkoľvek počítači, ktorý má v sebe nainštalovaný balík Microsoft Office.

Východiskom pre vytvorenie rozhodovacieho systému sú kritériá stanovené v predchádzajúcej kapitole. Táto diplomová práca používa na tvorbu rozhodovacích systémov princípy fuzzy logiky, ktorých súčasťou je zhotovenie transformačnej, retransformačnej a stavovej matice. Od vytvorených matíc sa bude odvíjať ďalší postup.

3.2.1 Popis transformačnej matice

Základom rozhodovacieho systému je vytvorenie transformačnej matice s popisom jednotlivých vstupov a transformačnej matice s vyobrazením funkcií členstva. Nižšie zobrazená transformačná matica je tvorená 10 stĺpcami, ktoré predstavujú počet vstupov. Riadky matice znázorňujú počet úrovní kvantifikácie jednotlivých vstupov. Údaje v transformačnej matici s popisom sú získané z konzultácie s vedením analyzovanej spoločnosti. Jednotlivé vstupy, ako aj úrovne ich kvantifikácie, sú popísané v časti 3.1. Transformačná matica je pre všetkých hodnotených dodávateľov rovnaká.

Tab. č. 6: Transformačná matica – popis

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|----------|---------|-----------------|--|------------|-------------------|-------------------|-----------------------|--|----------------|
| | Mena | Cena | Dodacia lehota | Spôsob dodania | Balenie | Lehota splatnosti | Značenie výrobkov | Certifikácia výrobkov | Komunikácia | Reklamácia |
| 1 | EUR | nízka | do jedného dňa | osobný odber | vyhovuje | platba vopred | vyhovuje | áno | prijemná a rýchla | rýchla |
| 2 | iná mena | stredná | do troch dní | dodanie firmou | nevyhovuje | platba ihneď | nevyhovuje | nie | pomalšia a s občasnými nedorozumeniami | stredná |
| 3 | | vysoká | do siedmich dní | dodanie prepravcom hradené odberateľom | | do 14 dní | | | nevyhovujúca | pomalá |
| 4 | | | dlhšie | | | 15 - 30 dní | | | | bez reklamácií |
| 5 | | | | | | 31 - 60 dní | | | | |
| 6 | | | | | | nad 60 dní | | | | |

Transformačná matica s váhami je stanovená podľa potrieb a požiadaviek spoločnosti na vhodného dodávateľa. Jednotlivé vstupy obsahujú rôzny počet úrovní s odlišným odstupňovaním. Hodnotiaci škála je v intervale od 0 do 100. Hodnota 0 predstavuje najhoršiu možnosť, hodnota 100 najlepšiu. Takto vysoko zvolená hodnota pri niektorom zo vstupov zároveň predstavuje veľkú dôležitosť pri hodnotení dodávateľov. Nie všetky vstupy v transformačnej matici sú pre dodávateľa rovnako prioritné a tak z dôvodu uprednostňovania niektorých vstupov dosahujú maximá a minimá vstupov rôzne výšky.

Tab. č. 7: Transformačná matica – váhy

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|------|------|----------------|----------------|---------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------|------------|
| | Mena | Cena | Dodacia lehota | Spôsob dodania | Balenie | Lehota splatnosti | Značenie výrobkov | Certifikácia výrobkov | Komunikácia | Reklamácia |
| 1 | 80 | 90 | 95 | 50 | 90 | 10 | 75 | 100 | 85 | 90 |
| 2 | 65 | 70 | 90 | 85 | 65 | 30 | 60 | 0 | 70 | 70 |
| 3 | | 40 | 70 | 65 | | 50 | | | 20 | 40 |
| 4 | | | 40 | | | 70 | | | | 95 |
| 5 | | | | | | 80 | | | | |
| 6 | | | | | | 90 | | | | |

3.2.2 Popis retransformačnej matice

Retransformačná matica, podľa ktorej program zobrazí výsledné rozhodnutie, je vytvorená z číselných intervalov, ktoré sa odvíjajú od maximálneho a minimálneho možného počtu dosiahnutých bodov pri hodnotení jednotlivých kritérií u dodávateľa. Na základe maximálnej a minimálnej hodnoty skalárneho súčinu transformačnej a stavovej matice prevedie číselný údaj na lingvistickú hodnotu.

Mnou vytvorená retransformačná matica (Tab. č. 8) obsahuje tri úrovne vyhodnotenia dodávateľa. Jedná sa o rozhodnutie spoločnosti, kedy má dodávateľa na základe dosiahnutých kritérií vybrať, zvážiť jeho výber, prípadne nevybrať. Dodávateľa je potrebné odmietnuť v prípade, že jeho bodové hodnotenie je nižšie ako 555 bodov. Ak sa jeho bodové ohodnotenie pohybuje v intervale od 555 do 719 bodov, je vhodné zvážiť výber tohto dodávateľa. Naopak, ak po hodnotení dosiahne analyzovaný dodávateľ skóre vyššie ako 720 bodov, je vhodné tohto dodávateľa vybrať a nadviazať s ním obchodný kontakt.

Tab. č. 8: Retransformačná matica

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| Interval | 885 - 720 | 719 – 555 | 554 – 390 |
|-------------|-----------|--------------|-----------|
| Rozhodnutie | Vybrať | Zvážiť výber | Nevybrať |

3.2.3 Stavové matice

Nasledujúce tabuľky zobrazujú stavové matice siedmich súčasných dodávateľov spoločnosti, ktorí sú popísaní v časti 2.2. Tabuľky stavových matíc boli vytvorené na základe predchádzajúceho stanovenia transformačnej matice a ich hodnoty zodpovedajú parametrom vyhodnocovanej spoločnosti.

Tabuľky stavových matíc sú vyplnené číslami 1 (áno) a 0 (nie). Každý stĺpec stavovej matice obsahuje slovné vyjadrenie „OK“, ktoré značí, že v jednotlivých stĺpcoch matíc sa nachádza iba jedna kladná hodnota. V prípade vyznačenia viacerých možností dôjde k chybovému hláseniu v programe MS Office Excel.

Tab. č. 9: Stavová matica pre El-sklad

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|------|------|----------------|----------------|---------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------|------------|
| | Mena | Cena | Dodacia lehota | Spôsob dodania | Balenie | Lehota splatnosti | Značenie výrobkov | Certifikácia výrobkov | Komunikácia | Reklamácia |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | 0 |
| 4 | | | 0 | | | 0 | | | | 0 |
| 5 | | | | | | 0 | | | | |
| 6 | | | | | | 0 | | | | |
| | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |

Tab. č. 10: Stavová matica pre Heavy Power

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|------|------|----------------|----------------|---------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------|------------|
| | Mena | Cena | Dodacia lehota | Spôsob dodania | Balenie | Lehota splatnosti | Značenie výrobkov | Certifikácia výrobkov | Komunikácia | Reklamácia |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 3 | | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 | 0 |
| 4 | | | 1 | | | 0 | | | | 1 |
| 5 | | | | | | 0 | | | | |
| 6 | | | | | | 0 | | | | |
| | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |

Tab. č. 11: Stavová matica pre Karlik Elektro

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|------|------|----------------|----------------|---------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------|------------|
| | Mena | Cena | Dodacia lehota | Spôsob dodania | Balenie | Lehota splatnosti | Značenie výrobkov | Certifikácia výrobkov | Komunikácia | Reklamácia |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | | 0 | 1 | 0 | | 1 | | | 0 | 0 |
| 4 | | | 0 | | | 0 | | | | 0 |
| 5 | | | | | | 0 | | | | |
| 6 | | | | | | 0 | | | | |
| | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |

Tab. č. 12: Stavová matica pre Famel

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|------|------|----------------|----------------|---------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------|------------|
| | Mena | Cena | Dodacia lehota | Spôsob dodania | Balenie | Lehota splatnosti | Značenie výrobkov | Certifikácia výrobkov | Komunikácia | Reklamácia |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | 0 |
| 4 | | | 0 | | | 0 | | | | 0 |
| 5 | | | | | | 0 | | | | |
| 6 | | | | | | 1 | | | | |
| | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |

Tab. č. 13: Stavová matica pre Pawbol

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|------|------|----------------|----------------|---------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------|------------|
| | Mena | Cena | Dodacia lehota | Spôsob dodania | Balenie | Lehota splatnosti | Značenie výrobkov | Certifikácia výrobkov | Komunikácia | Reklamácia |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | 0 |
| 4 | | | 0 | | | 0 | | | | 0 |
| 5 | | | | | | 0 | | | | |
| 6 | | | | | | 1 | | | | |
| | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |

Tab. č. 14: Stavová matica pre Helios

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|------|------|----------------|----------------|---------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------|------------|
| | Mena | Cena | Dodacia lehota | Spôsob dodania | Balenie | Lehota splatnosti | Značenie výrobkov | Certifikácia výrobkov | Komunikácia | Reklamácia |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | | 0 | 0 | 0 | | 1 | | | 0 | 1 |
| 4 | | | 0 | | | 0 | | | | 0 |
| 5 | | | | | | 0 | | | | |
| 6 | | | | | | 0 | | | | |
| | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |

Tab. č. 15: Stavová matica pre BKL

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|------|------|----------------|----------------|---------|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------|------------|
| | Mena | Cena | Dodacia lehota | Spôsob dodania | Balenie | Lehota splatnosti | Značenie výrobkov | Certifikácia výrobkov | Komunikácia | Reklamácia |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 3 | | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 | 0 |
| 4 | | | 0 | | | 1 | | | | 0 |
| 5 | | | | | | 0 | | | | |
| 6 | | | | | | 0 | | | | |
| | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK | OK |

3.2.4 Postup výpočtu v programe MS Excel

V programe MS Excel bol pre jednoduchosť použitia vytvorený ovládací panel (Obr. č. 17), vďaka ktorému používateľ zadá vstupné hodnoty jednotlivých atribútov. K tomuto účelu slúžia rolovacie lišty pri každom atribúte s možnosťami podľa predtým vytvorenej transformačnej matice (Tab. č. 6). Zvolením možnosti pri každom atribúte sa vytvorí stavová matica, ktorej hodnoty následne vstupujú do výpočtu pre celkové hodnotenie dodávateľa.

Výsledné hodnotenie je určené skalárnym súčinom transformačnej a stavovej matice. Pre percentuálne hodnotenie som od výsledného bodového hodnotenia odčítala sumu minimálnych hodnôt transformačnej matice a celú túto hodnotu následne vydělila rozdielom sumy maximálnych a sumy minimálnych hodnôt. Na konci som celý zlomok vynásobila číslom 100.

Výsledok je vyčíslený bodovou a percentuálnou hodnotou a takisto slovným vyjadrením, ktoré vychádza z retransformačnej matice.

The image shows a control panel with the following attributes and selected values:

- Mena: EUR
- Cena: stredná
- Dodacia lehota: do jedného dňa
- Spôsob dodania: osobný odber
- Balenie: vyhovuje
- Lehota splatnosti: 15 - 30 dní
- Značenie výrobkov: vyhovuje
- Certifikácia výrobkov: áno
- Komunikácia: príjemná a rýchla
- Reklamácia: stredná

Below the attributes, the results are displayed:

ROZHODNUTIE PODĽA ZADANÝCH POŽIADAVIEK

počet bodov: 785 body v percentách: 79,80% rozhodnutie: vybrať

Obr. č. 17: Ovládací panel v programe MS Excel

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

3.3 NÁVRH MODELU V MATLABE

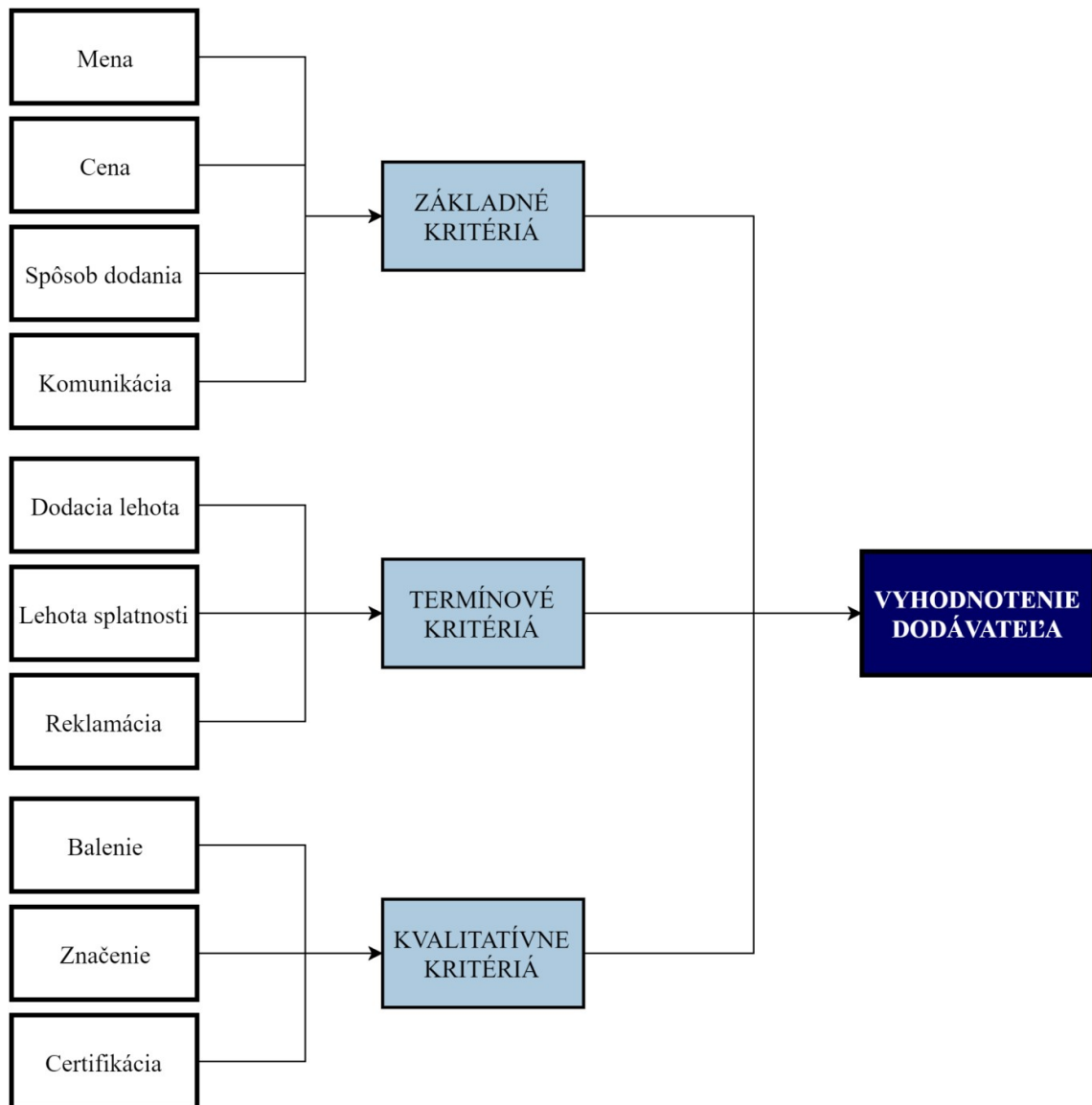
Ďalšou časťou, ktorou sa zaoberá táto diplomová práca, je tvorba rozhodovacieho systému v prostredí programu MATLAB s využitím Fuzzy Logic Toolboxu. Východiskom pre tvorbu rozhodovacieho systému v tomto programe sú vstupy použité v transformačnej matici. Pre zjednodušenie práce sú tieto vstupy rozdelené do troch menších blokov, s ktorými program ďalej osobitne pracuje. Podstatou tejto časti je vytvorenie niekoľkých desiatok pravidiel a súboru M-file, ktorý po spustení vyzve používateľa k zadaniu jednotlivých parametrov potenciálneho dodávateľa. Na základe vyplnených údajov program vzápätí vyhodnotí údaje, ktoré používateľ zadal a zobrazí rozhodnutie.

3.3.1 Popis modelu a jeho jednotlivých častí

Model vytvorený v prostredí programu MATLAB používa rovnaké vstupy ako tie, ktoré sú využité v rozhodovacom systéme zhotovenom v programe Excel. Obsahuje teda 10 vstupov, ktoré sú účelne rozdelené do troch blokov na (viď Obr. č. 18):

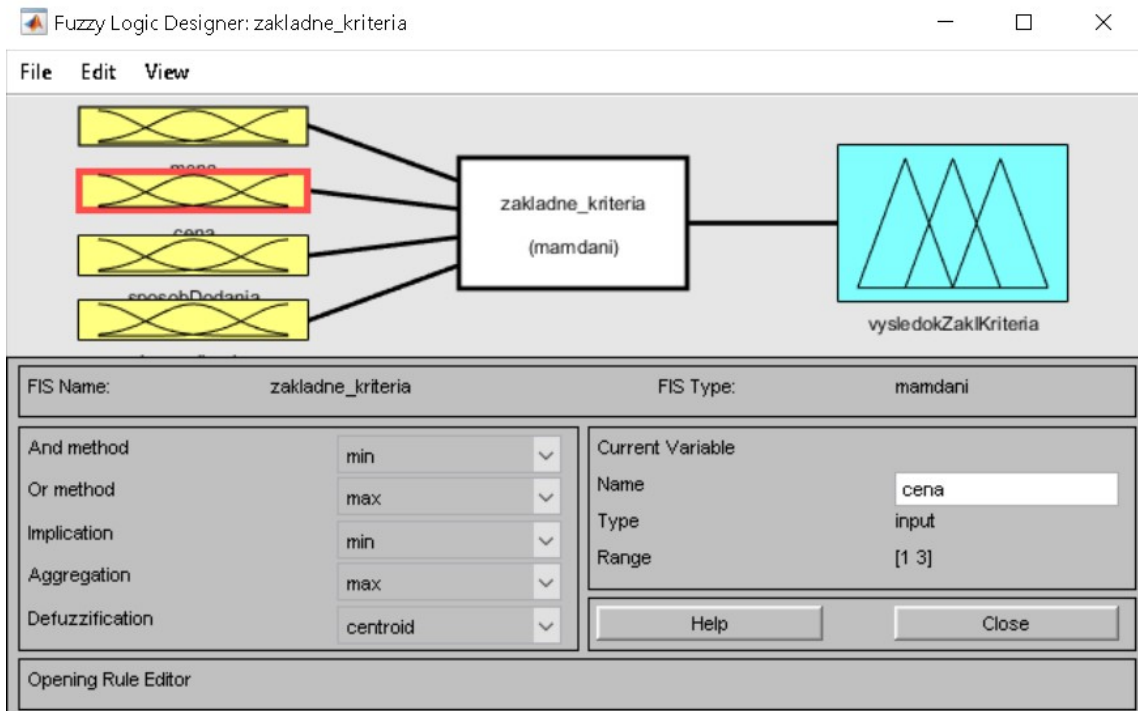
- základné kritériá,
- termínové kritériá,
- kvalitatívne kritériá.

K takémuto rozdeleniu som pristúpila z toho dôvodu, aby som znížila počet pravidiel, ktoré je potrebné vytvoriť na zhotovenie funkčného rozhodovacieho systému. Blok základných kritérií má 54 pravidiel, blok termínových kritérií 96 pravidiel a blok kvalitatívnych kritérií 8 pravidiel. Do súhrnného hodnotiaceho bloku vstupujú výsledky zo spomenutých troch blokov a preto je vytvorených ďalších 27 pravidiel. Celý fuzzy model pracuje so 185 pravidlami. V prípade, že by som nespojila jednotlivé vstupy do týchto blokov, bolo by potrebné vytvoriť celkom 41 472 pravidiel.

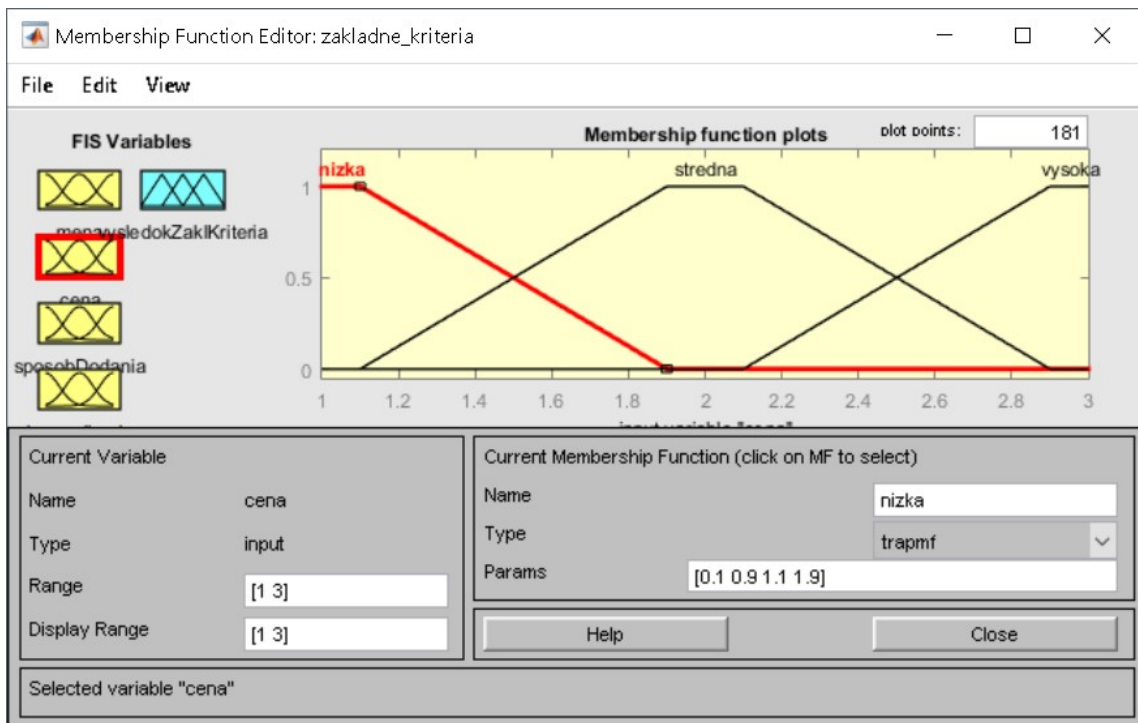


Obr. č. 18: Štruktúra modelu v programe MATLAB
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Vychádzajúc z vytvorenej štruktúry modelu boli po vpísaní príkazu *fuzzy* v prostredí programu MATLAB postupne vytvorené jednotlivé bloky vstupných premenných. Obr. č. 19 znázorňuje blok so základnými kritériami. Tento blok obsahuje 4 vstupy, a to cenu, menu, spôsob dodania a komunikáciu a jeden výstup, ktorý slúži zároveň aj ako vstup do súhrnného hodnotiaceho bloku. Obr. č. 20 ukazuje tri funkcie členstva pri vstupe cena. Na znázornenie funkcií členstva je použitý typ *trapmf*.

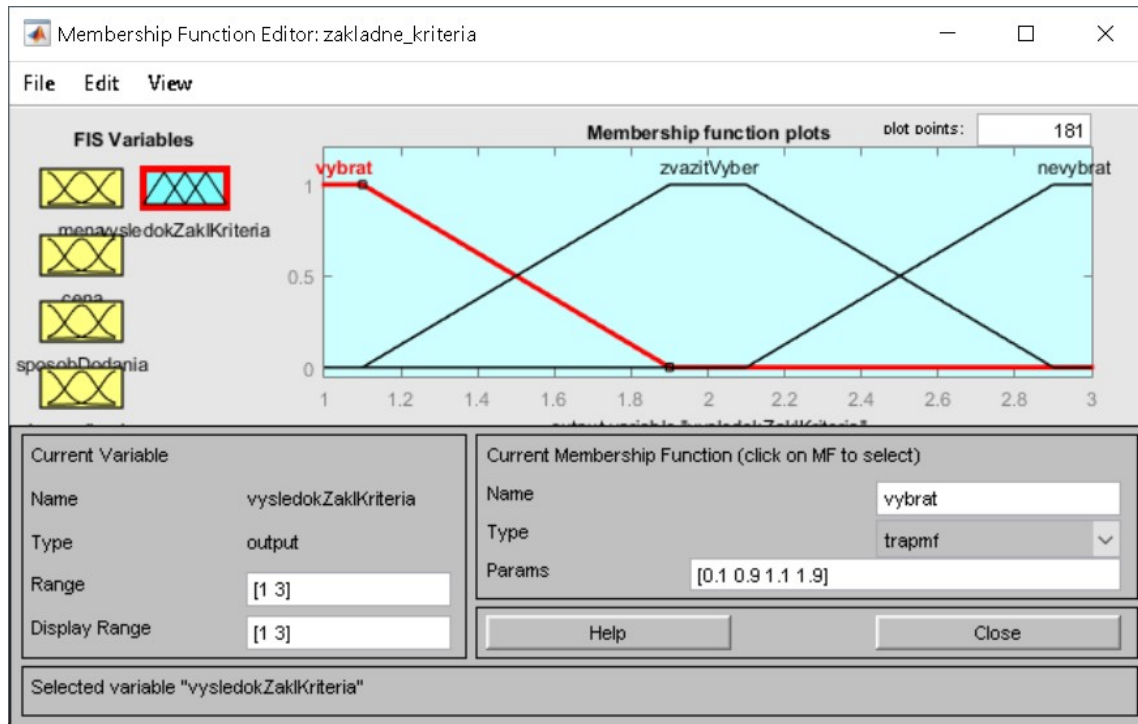


Obr. č. 19: FIS Editor – Vstupné premenné pre základné kritériá
(Zdroj: Vlastné spracovanie)



Obr. č. 20: MF Editor – Funkcie členstva pre základné kritériá (konkrétne pre cenu)
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Na Obr. č. 21 je znázornený graf výstupnej funkcie členstva, ktorý obsahuje 3 atribúty. Na základe zvolených možností pri vstupoch cena, mena, spôsob dodania a komunikácia, môže výstupná funkcia nadobúdať troch hodnôt, a to možnosť „vybrať“, „zvážiť výber“, prípadne „nevybrať“. Obdobným spôsobom sú vytvorené aj zvyšné dva bloky vstupných premenných.



Obr. č. 21: MF Editor – Funkcie členstva pre výstup základných kritérií

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

3.3.2 Pravidlá

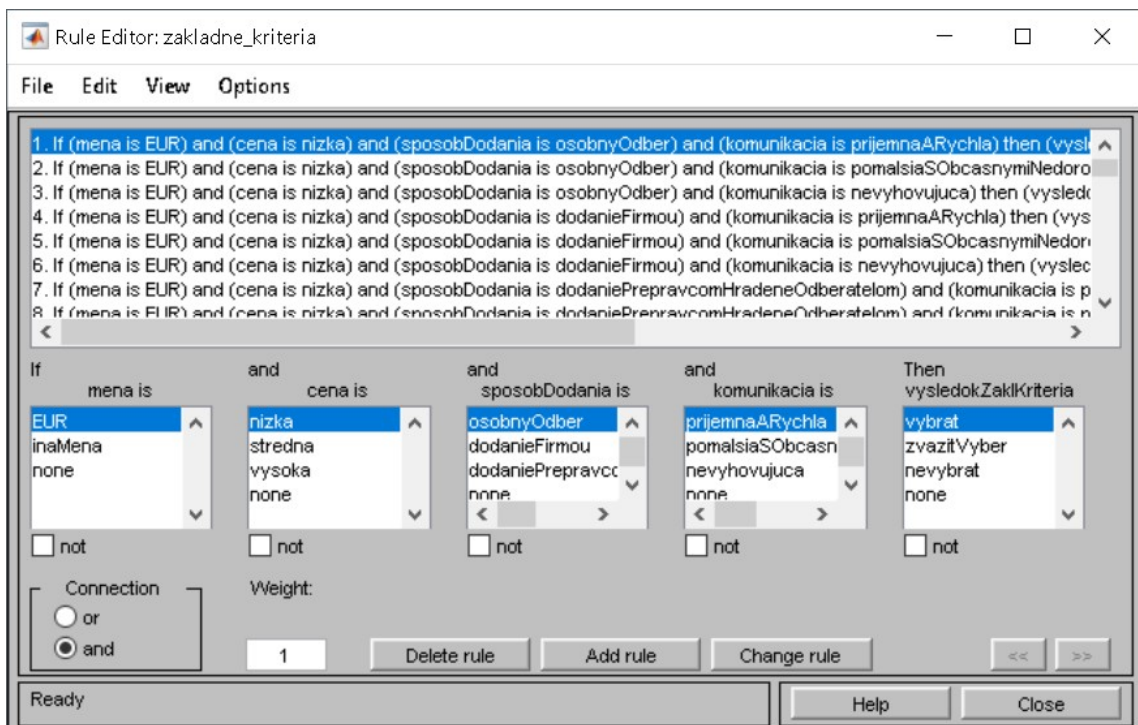
Nedeliteľnou súčasťou vytvorenia modelu v programe MATLAB je aj nastavenie určitých pravidiel. Na základe týchto pravidiel je potom určené výsledné hodnotenie dodávateľa. Pravidlá sú spájané pomocou logického operátora AND. V dôsledku rozdelenia modelu na niekoľko častí došlo k zníženiu počtu pravidiel nasledovným spôsobom:

- blok základných kritérií obsahuje štyri vstupy, ktoré sú kvantifikované do úrovni 2, 3, 3 a 3 $\Rightarrow 2 \times 3 \times 3 \times 3 = 54$ pravidiel,
- blok termínových kritérií je tvorený troma vstupmi, kvantifikovanými do úrovni 4, 6 a 4 $\Rightarrow 4 \times 6 \times 4 = 96$ pravidiel,

- blok kvalitatívnych kritérií má tri vstupy s úrovňami kvantifikovanými do hodnoty 2
=> $2 \times 2 \times 2 = 8$ pravidiel.

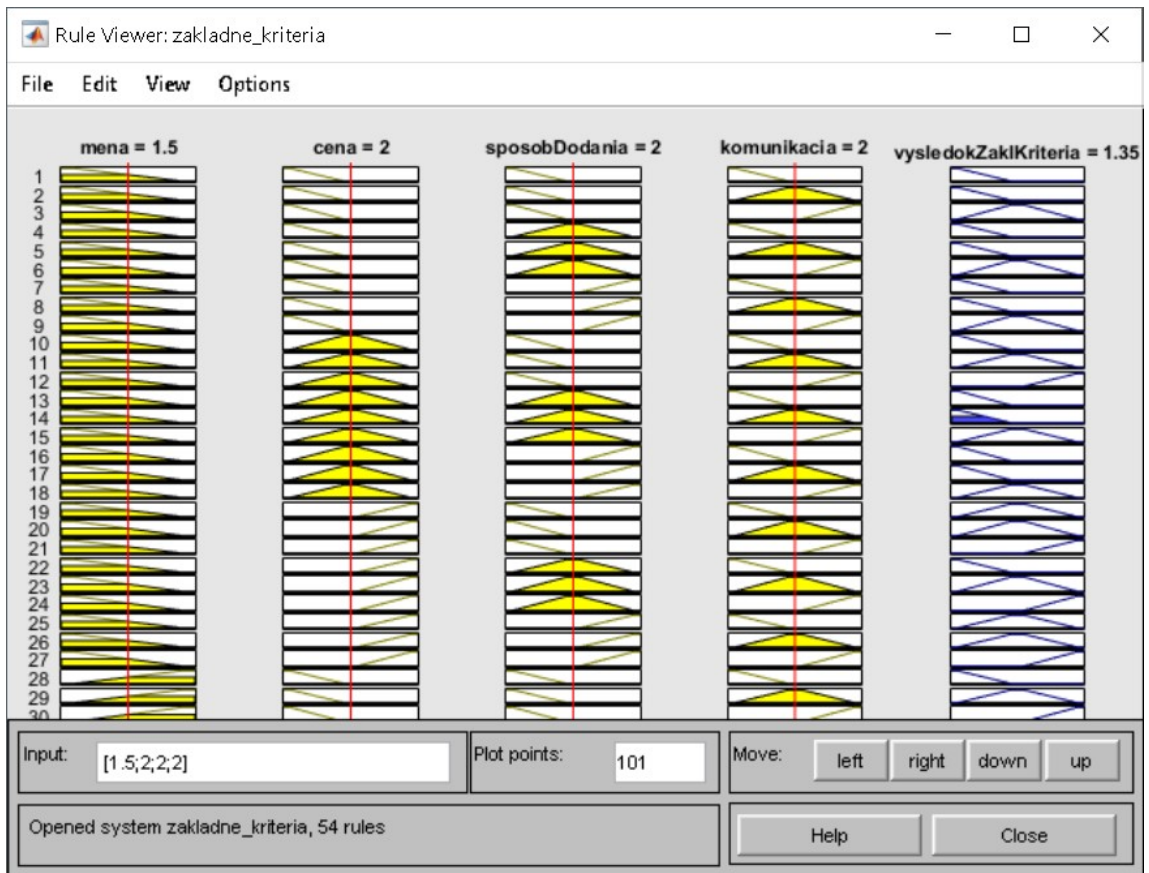
Do celkového vyhodnotenia tak vstupujú tri vstupy tvorené z predchádzajúcich troch blokov. Dostávame teda ďalších 27 pravidiel. Celkovo bolo vytvorených 185 pravidiel.

Na vytvorenie pravidiel bol použitý program MS Office Excel a výsledné hodnoty boli následne prenesené do príslušných .fis súborov. Obr. č. 22 zobrazuje ako sú definované pravidlá zaznamenané v Rule Editore. Rule Editor umožňuje tieto pravidlá ďalej jednoducho meniť, pridávať nové alebo mazať už vytvorené.



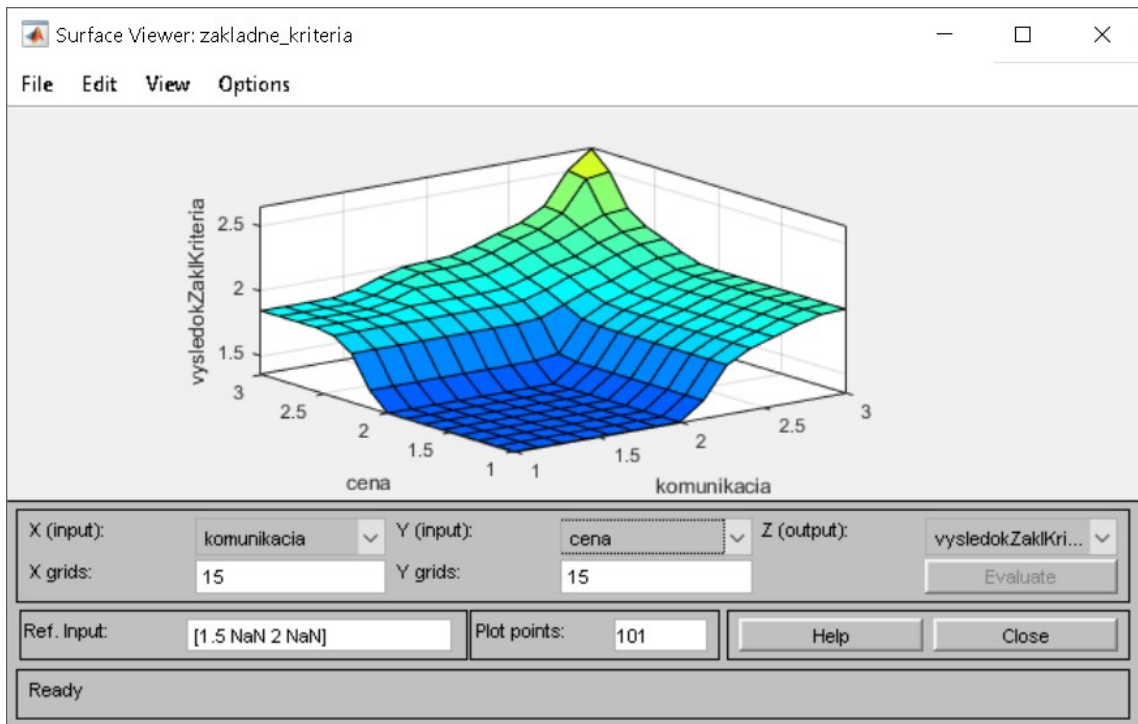
Obr. č. 22: Rule Editor – Zobrazenie pravidiel pre základné kritériá
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Po vytvorení pravidiel v Rule Editore je možné nahliadnuť na ich grafickú podobu prostredníctvom Rule Viewer (Obr. č. 23).



Obr. č. 23: Rule Viewer – Zobrazenie pravidiel základných kritérií s členskými funkciami
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Program MATLAB umožňuje takisto sledovanie závislosti medzi dvoma vstupnými premennými a výstupnou premennou pomocou Surface Viewer. Obr. č. 24 zobrazuje závislosť ceny a komunikácie, ktoré sú vstupmi základných kritérií. Ak je cena nízka a komunikácia rýchla a bezproblémová, tak je dosiahnutý uspokojivý výsledok. Naopak so súčasne rastúcou cenou a prípadnými problémami a nedorozumeniami v komunikácii, je možné pozorovať znižovanie hodnoty výstupu. Na tejto závislosti môžeme takisto pozorovať, že zo začiatku majú vstupy približne rovnakú váhu. Až v polovici grafu dochádza k jemnej odchýlke, ktorá je spôsobená väčšou váhou pri vstupe cena.



Obr. č. 24: Surface Viewer – Grafické zobrazenie závislosti ceny a komunikácie na výstupnej premennej
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

3.3.3 Tvorba používateľského rozhrania

V programe MATLAB bol nakoniec vytvorený súbor M-file, ktorý prepája bloky základných, termínových a kvalitatívnych kritérií. Po jeho spustení je používateľ vyzvaný k zadaniu vstupov podľa údajov získaných od odberateľov. Po vyplnení stanovených kritérií zobrazí program rozhodnutie. M-file je tvorený dvoma časťami. Prvá časť je zameraná na definovanie jednotlivých otázok, ktoré musia byť používateľovi položené, aby program dokázal vyhodnotiť vhodnosť dodávateľa. Táto časť je rozdelená na tri celky, ktoré sú určené rozdelením modelu na tri bloky. Nasledujúci kód zobrazuje situáciu pre prvý blok, a teda pre základné kritériá. Obdobným spôsobom boli vytvorené kódy aj pre ostatné bloky.

```
%ZAKLADNE KRITERIA
```

```
zakladne_kriteria=readfis('DP_zakladne_kriteria.fis');
```

```
mena=input('Zadajte menu, v ktorej podnik predava produkty: \n 1 - EUR \n 2  
- ina mena \n \n -> ');
```

```
while mena>2 || mena<1 'Chybne zadanie, zadavajte iba ponukane hodnoty.'
```

```

    mena=input('Zadajte menu, v ktorej podnik predava produkty: \n 1 -
EUR \n 2 - ina mena \n \n -> ');
end

cena=input('Zadajte cenu, za ktoru podnik ponuka produkty: \n 1 - nizka \n
2 - stredna \n 3 - vysoka \n \n -> ');
while cena>3 || cena<1 'Chybne zadanie, zadavajte iba ponukane hodnoty.'
    cena=input('Zadajte cenu, za ktoru podnik ponuka produkty: \n 1 -
nizka \n 2 - stredna \n 3 - vysoka \n \n -> ');
end

sposob_dodania=input('Zadajte sposob dodania tovaru: \n 1 - osobny odber \n
2 - dodanie firmou \n 3 - dodanie prepravcom hradene odberateľom \n \n ->
');
while sposob_dodania>3 || sposob_dodania<1 'Chybne zadanie, zadavajte iba
ponukane hodnoty.'
    sposob_dodania=input('Zadajte sposob dodania tovaru: \n 1 - osobny
odber \n 2 - dodanie firmou \n 3 - dodanie prepravcom hradene odberateľom
\n \n -> ');
end

komunikacia=input('Zadajte uroven komunikacie s podnikom: \n 1 - prijemna a
rychla \n 2 - pomalsia a s obcasnymi nedorozumeniami \n 3 - nevyhovujuca \n
\n -> ');
while komunikacia>3 || komunikacia<1 'Chybne zadanie, zadavajte iba
ponukane hodnoty.'
    komunikacia=input('Zadajte uroven komunikacie s podnikom: \n 1 -
prijemna a rychla \n 2 - pomalsia a s obcasnymi nedorozumeniami \n 3 -
nevyhovujuca \n \n -> ');
end

zakl_krit(1)=mena;
zakl_krit(2)=cena;
zakl_krit(3)=sposob_dodania;
zakl_krit(4)=komunikacia;
vysledok_zakl_krit=evalfis(zakl_krit,zakladne_kriteria);

```

Druhá časť súboru M-file pracuje s medzivýsledkami, ktoré boli získané z troch blokov. Zlučuje ich do jednej hodnoty a v závere definuje výsledné rozhodnutie.

```
%VYHODNOTENIE

kriteria_spolu=readfis('DP_kriteria_spolu.fis');

kriteria(1)=vysledok_zakl_krit
kriteria(2)=vysledok_term_krit
kriteria(3)=vysledok_kval_krit

vysledok_spolu=evalfis(kriteria,kriteria_spolu)

fprintf('Vysledok \n', vysledok_spolu*100/100);

if vysledok_spolu <1.7
    disp('Prijat dodavateľa')
elseif vysledok_spolu <2.3
    disp('Zvazit dodavateľa')
else
    disp('Odmietnut dodavateľa')
end
```

Takto vytvorený M-file vyzve po spustení používateľa k zadaniu jednotlivých hodnôt (Obr. č. 25). Command Window po zadaní možnosti z intervalu postupne generuje nadefinované otázky. V prípade zadania hodnoty mimo interval ponúkaných možností je zobrazené chybové hlásenie a otázka, na ktorú nebolo zodpovedané.

Po zodpovedaní všetkých otázok program zobrazí bodové hodnotenie z troch definovaných blokov a takisto výsledné bodové ohodnotenie. Na základe tejto hodnoty je k výsledku priradené aj slovné hodnotenie, ktoré má byť pre užívateľa smerodajné pri rozhodovaní o výbere dodávateľa (Obr. č. 26).


```
Command Window
Zadajte menu, v ktorej podnik predava produkty:
 1 - EUR
 2 - ina mena

-> 1
Zadajte cenu, za ktoru podnik ponuka produkty:
 1 - nizka
 2 - stredna
 3 - vysoka

-> 4

ans =

Chybne zadanie, zadavajte iba ponukane hodnoty.

Zadajte cenu, za ktoru podnik ponuka produkty:
 1 - nizka
 2 - stredna
 3 - vysoka

fx ->
```

Obr. č. 25: Priebeh vyplňania kritérií pre hodnotenie dodávateľa v programe MATLAB
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

```
Command Window
kriteria =

    2.0000    2.7027    1.2973

vysledok_spolu =

    2.0485

Vysledok
Zvazit dodavateľa
fx >>
```

Obr. č. 26: Zobrazenie hodnotenia dodávateľa v programe MATLAB
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

3.4 POROVNANIE MODELOV

Výstupom navrhnutých modelov sú nižšie zobrazené tabuľky a grafy, ktoré obsahujú hodnotenie súčasných dodávateľov spoločnosti MIXEL, s.r.o. na základe výsledkov hodnôt jednotlivých zvolených atribútov.

Tab. č. 16 obsahuje bodové a slovné hodnotenie súčasných dodávateľov prostredníctvom programu MS Excel. Slovné hodnotenie, teda rozhodnutie, či analyzovaného dodávateľa vybrať, zvážiť jeho výber alebo nevybrať, je priradené na základe súčtu získaných bodov pri jednotlivých hodnotených atribútoch. Odvíja sa od určených intervalov, ktoré boli stanovené v časti 3.2.2 pomocou retransformačnej matice. Maximálny možný počet získaných bodov je 885. Dodávatelia, ktorí získali aspoň 720 bodov, sú vhodnými dodávateľmi a spolupráca s nimi by mala byť na základe tohto hodnotenia výhodná a bezproblémová. Dodávatelia, ktorí získali menej ako 720 bodov, ale viac ako 554, sú dodávateľmi, pri ktorých by bolo vhodné zvážiť ďalšiu spoluprácu. Dodávatelia so získaným počtom bodov nižším ako 554, nie sú vhodnými dodávateľmi pre analyzovanú spoločnosť (viď Graf č. 1).

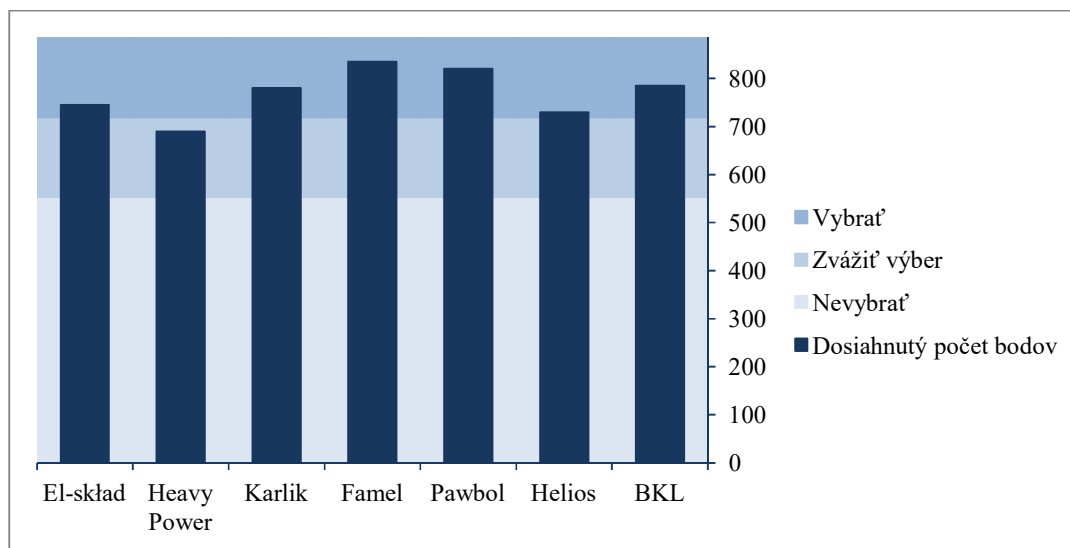
Tab. č. 16: Výsledné hodnotenie dodávateľov v programe MS Office Excel

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| Dodávateľ | Počet bodov | Rozhodnutie |
|-------------|-------------|--------------|
| EI-skład | 745 | Vybrať |
| Heavy Power | 690 | Zvážiť výber |
| Karlik | 780 | Vybrať |
| Famel | 835 | Vybrať |
| Pawbol | 820 | Vybrať |
| Helios | 730 | Vybrať |
| BKL | 785 | Vybrať |

Z analýzy súčasných dodávateľov spoločnosti pomocou programu MS Excel možno povedať, že s výnimkou jedného dodávateľa, dosahujú všetci uspokojivých hodnôt. Najlepšie bodové ohodnotenie dosiahla spoločnosť Famel s 835 bodmi. Naopak najhoršie sa umiestnila taiwanská spoločnosť Heavy Power, a to hlavne kvôli dlhšej dodacej lehote, ktorá je pravidelne v intervale dvoch týždňov až jedného mesiaca a takisto kvôli lehote splatnosti, pretože dodávateľ vyžaduje platbu faktúry vopred. Toto nízke hodnotenie ju zaradilo medzi spoločnosti, pri ktorých by sa mal odberateľ zamyslieť, či je ich vzájomná obchodná

spolupráca výhodná a prináša mu dostatočný úžitok. Podľa informácií zo spoločnosti MIXEL však možno povedať, že za roky spolupráce s týmto dodávateľom nedošlo k žiadnym značným problémom, ktoré by negatívne ovplyvnili ich obchodné vzťahy. Z dlhodobého hľadiska sa navyše jedná o veľmi významného dodávateľa, s ktorým analyzovaná spoločnosť obchoduje už od počiatku svojej podnikateľskej činnosti.



Graf č. 1: Výsledné hodnotenie dodávateľov v programe MS Office Excel

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Tí istí dodávatelia boli hodnotení aj pomocou programu MATLAB. Výsledky sa však pri niektorých analyzovaných dodávateľoch líšia a to z toho dôvodu, že fuzzy model v programe MATLAB bol značne zjednodušený a jednotlivé hodnotiace atribúty boli zlúčené do kritérií podľa toho, ako spolu súvisia.

Tab. č. 17: Výsledné hodnotenie dodávateľov v programe MATLAB

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

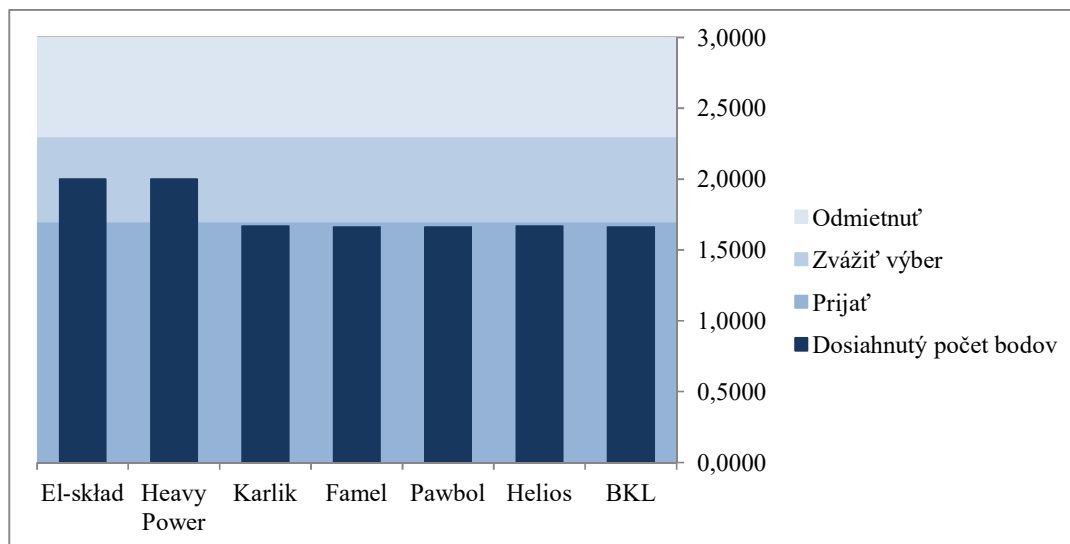
| Dodávateľ | Počet bodov | Rozhodnutie |
|-------------|-------------|-------------------------|
| El-sklad | 2,0000 | Zvážiť výber dodávateľa |
| Heavy Power | 2,0000 | Zvážiť výber dodávateľa |
| Karlik | 1,6676 | Prijat' dodávateľa |
| Famel | 1,6626 | Prijat' dodávateľa |
| Pawbol | 1,6626 | Prijat' dodávateľa |
| Helios | 1,6676 | Prijat' dodávateľa |
| BKL | 1,6626 | Prijat' dodávateľa |

Tab. č. 17 obsahuje výsledné bodové a slovné hodnotenie súčasných dodávateľov spoločnosti z programu MATLAB. Ak je výsledok menší ako 1,7, tak program odporúča dodávateľa prijať. Ak je bodové hodnotenie v intervale od 1,7 do 2,3, tak by mala spoločnosť zvážiť výber dodávateľa. Pokiaľ je výsledok väčší alebo rovný 2,3, program vyhodnotí dodávateľa ako nevhodného a navrhne odmietnutie spolupráce s ním.

Program MATLAB vyhodnotil dvoch súčasných dodávateľov slovným vyjadrením „Zvážiť výber dodávateľa“. Ako v prvej analýze, aj v tomto prípade sa medzi podnikmi, s ktorými je vhodné zvážiť spoluprácu, ocitla taiwanská firma Heavy Power. Opäť je to spôsobené dvoma atribútmi dodacia lehota a lehota splatnosti, ktoré sú v navrhnutom modeli v MATLABe navyše v jednom bloku hodnotiacich kritérií, a to v termínových kritériách. Z toho dôvodu dosahujú termínové kritériá vysokej hodnoty, ktorá sa odráža v celkovom hodnotení, ktoré je číselne na úrovni 2,000 a prináleží mu slovné ohodnotenie „Zvážiť výber dodávateľa“.

Na tej istej úrovni sa po vyhodnotení v programe v MATLABe ocitla aj dodávateľská spoločnosť El-sklad. Dôvodom je znova výskyt dvoch nie úplne pozitívnych odpovedí na otázky v jednom bloku hodnotiacich kritérií, tentoraz v základných kritériách. Jedná sa o atribút mena a spôsob dodania. Z analyzovaných dodávateľov je spoločnosť El-sklad jedinou, s ktorou firma obchoduje v inej mene, než je tá domáca. Pri výkyve kurzu, tak môže dochádzať ku kurzovým stratám a preto je tento atribút ohodnotený nižšou váhou. Spôsob dodania tovaru prebieha formou osobného odberu, ktorý je ohodnotený tiež nižšou hodnotou, pretože tu dochádza k vyšším nákladom zo strany kupujúcej spoločnosti.

Výsledky ostatných analyzovaných spoločností sa pohybujú približne na úrovni 1,66, čím tesne spadajú do kategórie firiem, ktoré program vyhodnotí kladne (viď Graf č. 2).



Graf č. 2: Výsledné hodnotenie dodávateľov v programe MATLAB

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Obidva modely na posúdenie dodávateľov pracujú s bodovým hodnotením, ku ktorému je následne pridelené príslušné slovné ohodnotenie, ktoré podáva výsledné rozhodnutie o tom, či hodnoteného dodávateľa prijať, zvážiť jeho výber, prípadne ho úplne odmietnuť. Bodové hodnotenie v oboch modeloch pracuje s odlišnými bodovými stupnicami – ovládací panel vytvorený v MS Excel pracuje s rozsahom hodnôt od 390 do 885 bodov, program vytvorený v MATLABe využíva bodovú stupnicu od 1 do 3. Výsledky z týchto dvoch programov preto nemožno porovnávať na základe bodového hodnotenia.

Modely však majú stanovenú aj slovnú hodnotiacu stupnicu, na základe ktorej už možno výsledky analyzovaných dodávateľov porovnať. Toto porovnanie znázorňuje nasledujúca tabuľka.

Tab. č. 18: Porovnanie bodových a slovných hodnotení dodávateľov v programe MS Office Excel a MATLAB

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

| Dodávateľ | MS Office Excel | | MATLAB | |
|-------------|-----------------|--------------|-------------|-------------------------|
| | Počet bodov | Rozhodnutie | Počet bodov | Rozhodnutie |
| El-sklad | 745 | Vybrať | 2,0000 | Zvážiť výber dodávateľa |
| Heavy Power | 690 | Zvážiť výber | 2,0000 | Zvážiť výber dodávateľa |
| Karlik | 780 | Vybrať | 1,6676 | Prijat' dodávateľa |
| Famel | 835 | Vybrať | 1,6626 | Prijat' dodávateľa |
| Pawbol | 820 | Vybrať | 1,6626 | Prijat' dodávateľa |
| Helios | 730 | Vybrať | 1,6676 | Prijat' dodávateľa |
| BKL | 785 | Vybrať | 1,6626 | Prijat' dodávateľa |

Z Tab. č. 18 možno pozorovať, že slovné hodnotenie má pri väčšine analyzovaných dodávateľov rovnaký záver. Jedinou výnimkou je prvý analyzovaný dodávateľ, ktorým je firma El-sklad. V tomto prípade vyhodnocuje program Excel dodávateľa ako vhodného, pričom program MATLAB odporúča zvážiť výber tohto dodávateľa. Odlišný výsledok je spôsobený nastavením výpočtu v jednotlivých programoch. Program v Exceli pracuje osobitne s hodnotami jednotlivých atribútov, pričom program v MATLABe zoskupuje atribúty do súvisiacich celkov a až výsledky z nich vstupujú do výsledného hodnotenia.

Hoci sú hodnoty atribútov stanovené podľa dôležitosti pre analyzovanú spoločnosť, výsledky nemožno brať ako konečné a v niektorých prípadoch je aj tak potrebné použiť selský rozum a preskúmať výsledok hodnotenia.

Rozhodovací systém je nastavený tak, že dlhoročného obchodného partnera – taiwanskú firmu Heavy Power – vyhodnotil ako dodávateľa, s ktorým je potrebné zvážiť spoluprácu. Učinil tak na základe dlhej dodacej lehoty a atribútu lehoty splatnosti, pretože firma vyžaduje platbu za tovar vopred. Spoločnosť MIXEL má však s touto firmou veľmi dobré obchodné vzťahy a spoluprácu s ňou nemieni v žiadnom prípade zvažovať. Uprednostňuje pomer ceny a kvality oproti dĺžke dodania tovaru a má vyčíslený bod objednania tovaru, pri ktorom uskutočňuje ďalšiu objednávku, aby bola permanentne zásobená dostatočným množstvom potrebného tovaru.

Ďalej je potrebné počítať s tým, že ak nájdeme spoločnosť, ktorá bude dosahovať najvyššie hodnoty vo všetkých atribútoch rozhodovacieho systému, okrem atribútu certifikácie výrobkov (bez ktorého spoločnosť nie je ochotná prijať potenciálneho dodávateľa), systém vyhodnotí dodávateľa rozhodnutím „Vybrať“. Keďže certifikácia výrobkov je najpodstatnejším faktorom pre výber dodávateľa a v rozhodovacom systéme má pridelenú najvyššiu váhu, je potrebné pri tomto výsledku spozornieť a daného dodávateľa odmietnuť, pretože firma MIXEL nechce v žiadnom prípade predávať necertifikované výrobky.

Z uvedeného vyplýva, že vytvorené rozhodovacie systémy nepodávajú v každom prípade záver, ktorý sa zhoduje s ľudským rozhodovaním. Napriek týmto drobným odchýlkam však považujem vytvorené modely za užitočné a nápomocné pri voľbe a posudzovaní dodávateľov. Vytvorením týchto rozhodovacích systémov získala analyzovaná spoločnosť povedomie o inej možnosti výberu vhodných dodávateľov.

ZÁVER

Cieľom diplomovej práce bolo navrhnutie a vytvorenie fuzzy modelov na hodnotenie súčasných a potenciálnych dodávateľov pre spoločnosť, ktorá sa zaoberá predajom elektroinštalačného materiálu.

Prvá časť práce sa venovala teoretickým východiskám, ktoré boli podkladom pre praktickú časť práce. Teoretická časť popisovala dodávateľsko-odberateľské vzťahy, problematiku fuzzy logiky a v stručnosti prácu s programom MATLAB, konkrétne s jeho Fuzzy Logic Toolboxom.

Praktická časť práce obsahuje predstavenie analyzovanej spoločnosti a niektorých jej súčasných dodávateľov. Na základe týchto informácií a údajov od vedenia spoločnosti bola spracovaná najpodstatnejšia časť práce, a to časť návrhová. Začiatok návrhovej časti bol venovaný vytvoreniu kritérií a hodnôt týchto kritérií pre hodnotenie dodávateľov analyzovanej spoločnosti. Celkovo bolo vytvorených 10 kritérií, pomocou ktorých bol zhotovený rozhodovací systém v programe MS Office Excel. Po usporiadaní hodnotiacich atribútov do blokov podľa toho, ako spolu súvisia, bol zhotovený fuzzy model v programe MATLAB. Záver práce bol venovaný vyhodnoteniu súčasných dodávateľov spoločnosti prostredníctvom obidvoch vytvorených rozhodovacích systémov a takisto porovnaniu a zhodnoteniu výsledkov z týchto modelov.

Výsledky z vytvorených rozhodovacích systémov nepodávajú vždy totožné rozhodnutie o posúdení dodávateľa. Odlišné slovné hodnotenie bolo spôsobené zlúčením jednotlivých kritérií do blokov, aby bola zabezpečená jednoduchšia práca v programe MATLAB. Pri analyzovaní súčasných dodávateľov spoločnosti však došlo len k miernym odchýlkam, ktoré sú ľahko odôvodniteľné a tým pádom ich nemožno považovať za chybné.

Analyzovaná spoločnosť doteraz nepoužívala žiadny systém na hodnotenie aktuálnych či potenciálnych dodávateľov, ktorý by uľahčil a zefektívnil ich výber. Dodávatelia boli volení vždy intuitívne, pričom sa kládol dôraz hlavne na kvalitu a cenu poskytovaných výrobkov. Vytvorený hodnotiaci systém tak môže spoločnosti podať pomocnú ruku pri výbere dodávateľa a nahliadnuť tak na iný postup hodnotenia, než na aký bola doteraz zvyknutá.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

BKL ELEKTRO ©2016. Profil spoločnosti – BKL ELEKTRO. *Bkl.sk*. [online]. [cit. 2017-24-30]. Dostupné z: http://www.bkl.sk/profil_spolocnosti/

DOSTÁL, P., 2008. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*. Vyd. 1. Brno: CERM, 340 s. ISBN 978-80-7204-605-8

DOSTÁL, P., 2011. *Advanced Decision Making in Business and Public Services*. 1st ed. Brno: CERM. 168 s. ISBN 978-80-7204-747-5

DOSTÁL, P., 2012. *Pokročilé metody rozhodování v podnikatelské a veřejné správě*. Vyd. 1. Brno: CERM. 718 s. ISBN 978-80-7204-798-7

DOSTÁL, P., 2015. *Soft computing v podnikatelství a veřejné správě*. Vyd. 1. Brno: CERM. 524 s. ISBN 978-80-7204-896-0

EL-SKŁAD ©2011. El-Skład – Hurtownia elektrotechniczna. Galeria sprzętu elektrycznego i oświetlenia ledowego Rybnik. *El-sklad.com*. [online]. [cit. 2016-07-10]. Dostupné z: <http://el-sklad.com/o-nas>

FAMEL, ©2016. Produkcja i handel artykułami branży elektrotechnicznej – FAMEL – O firmie. *Famel.pl*. [online]. [cit. 2016-07-10]. Dostupné z: http://www.famel.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=12&Itemid=34

HANSELMAN, D. a B. LITTLEFIELD, 2012. *Mastering MATLAB*. 1st ed. Upper Saddle River: Pearson. 843 s. ISBN 978-0-13-601330-3

HEAWY POWER ©2016. Heavy Power – About Heavy Power. *Heavypower.com.tw*. [online]. [cit. 2016-07-10]. Dostupné z: <http://www.heavypower.com.tw/english/company/>

HELIOS, ©2016. Misja – Helios. *Helios.katowice.pl*. [online]. [cit. 2016-07-10]. Dostupné z: <http://www.helios.katowice.pl/pl/strona/4-misja>

JURA, P., 2003. *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*. Vyd. 1. Brno: Vutium. 132 s. ISBN 80-214-2261-0

KARLIK, ©2011. Informacje o firmie – Karlik producent oprzętu elektrycznego. *Karlik.pl* [online]. [cit. 2016-07-10]. Dostupné z: <http://www.karlik.pl/o-firmie/>

LUKOSZOVÁ, X., 2004. *Nákup a jeho řízení*. Vyd. 1. Brno: Computer Press. 170 s. ISBN 80-251-0174-6

ORSR, ©2017. Výpis z obchodného registra. *Orsr.sk* [online]. [cit. 2015-04-30]. Dostupné z: <http://orsr.sk/vypis.asp?ID=10238&SID=5&P=0>

PAWBOL, ©2016. Pawbol Sp. z o.o. – Výrobca Elektroinštaláčného materiálu. *Pawbol.pl* [online]. [cit. 2016-07-10]. Dostupné z: http://www.pawbol.pl/index_sk.htm

TOMEK, J. a J. HOFMAN, 1999. *Moderní řízení nákupu podniku*. Vydání 1. Praha: Management Press. 276 s. ISBN 80-85943-73-5

ZOZNAM GRAFOV

Graf č. 1: Výsledné hodnotenie dodávateľov v programe MS Office Excel 51

Graf č. 2: Výsledné hodnotenie dodávateľov v programe MATLAB 53

ZOZNAM OBRÁZKOV

| | |
|---|----|
| Obr. č. 1: Reálne a fuzzy číslo, reálna a fuzzy množina | 15 |
| Obr. č. 2: Priebeh Γ -funkcie | 16 |
| Obr. č. 3: Priebeh L-funkcie | 16 |
| Obr. č. 4: Priebeh Λ -funkcie | 17 |
| Obr. č. 5: Priebeh Π -funkcie | 17 |
| Obr. č. 6: Priebeh S-funkcie podľa Zadeha | 18 |
| Obr. č. 7: Priebeh Π -funkcie podľa Zadeha | 18 |
| Obr. č. 8: Fuzzy množiny μ_A a μ_B | 19 |
| Obr. č. 9: Fuzzy komplement (doplnok) | 20 |
| Obr. č. 10: Fuzzy prienik a fuzzy zjednotenie | 20 |
| Obr. č. 11: Štruktúra fuzzy systému | 20 |
| Obr. č. 12: FIS Editor | 25 |
| Obr. č. 13: MF Editor | 26 |
| Obr. č. 14: Rule Editor | 27 |
| Obr. č. 15: Rule Viewer | 27 |
| Obr. č. 16: Surface Viewer | 28 |
| Obr. č. 17: Ovládací panel v programe MS Excel | 39 |
| Obr. č. 18: Štruktúra modelu v programe MATLAB | 41 |
| Obr. č. 19: FIS Editor – Vstupné premenné pre základné kritériá | 42 |
| Obr. č. 20: MF Editor – Funkcie členstva pre základné kritériá (konkrétne pre cenu) | 42 |
| Obr. č. 21: MF Editor – Funkcie členstva pre výstup základných kritérií | 43 |
| Obr. č. 22: Rule Editor – Zobrazenie pravidiel pre základné kritériá | 44 |
| Obr. č. 23: Rule Viewer – Zobrazenie pravidiel základných kritérií s členskými funkciami .. | 45 |

| | |
|---|----|
| Obr. č. 24: Surface Viewer – Grafické zobrazenie závislosti ceny a komunikácie na výstupnej premennej | 46 |
| Obr. č. 25: Priebeh vyplňania kritérií pre hodnotenie dodávateľa v programe MATLAB..... | 49 |
| Obr. č. 26: Zobrazenie hodnotenia dodávateľa v programe MATLAB..... | 49 |

ZOZNAM TABULIEK

| | |
|---|----|
| Tab. č. 1: Logické operácie a fuzzy logika | 19 |
| Tab. č. 2: Popis transformačnej matice TM | 22 |
| Tab. č. 3: Transformačná matica TM..... | 23 |
| Tab. č. 4: Stavová matica S | 23 |
| Tab. č. 5: Retransformačná matica RM | 24 |
| Tab. č. 6: Transformačná matica – popis | 35 |
| Tab. č. 7: Transformačná matica – váhy | 36 |
| Tab. č. 8: Retransformačná matica | 36 |
| Tab. č. 9: Stavová matica pre El-skład..... | 37 |
| Tab. č. 10: Stavová matica pre Heavy Power..... | 37 |
| Tab. č. 11: Stavová matica pre Karlik Elektro | 37 |
| Tab. č. 12: Stavová matica pre Famel..... | 38 |
| Tab. č. 13: Stavová matica pre Pawbol..... | 38 |
| Tab. č. 14: Stavová matica pre Helios | 38 |
| Tab. č. 15: Stavová matica pre BKL..... | 38 |
| Tab. č. 16: Výsledné hodnotenie dodávateľov v programe MS Office Excel | 50 |
| Tab. č. 17: Výsledné hodnotenie dodávateľov v programe MATLAB | 51 |
| Tab. č. 18: Porovnanie bodových a slovných hodnotení dodávateľov v programe MS Office Excel a MATLAB..... | 53 |