



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

# APLIKACE FUZZY LOGIKY PRO VYHODNOCENÍ DODAVATELŮ

THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC FOR RATING OF SUPPLIERS

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Adrián Boros

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Zuzana Janková, Ph.D.

BRNO 2022

# Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav informatiky  
Student: **Bc. Adrián Boros**  
Vedoucí práce: **Ing. et Ing. Zuzana Janková, Ph.D.**  
Akademický rok: 2021/22  
Studijní program: Informační management

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

## **Aplikace fuzzy logiky pro vyhodnocení dodavatelů**

### **Charakteristika problematiky úkolu:**

Úvod  
Cíle práce, metody a postupy zpracování  
Teoretická východiska práce  
Analýza současného stavu  
Návrh řešení a přínos návrhů řešení  
Závěr  
Seznam použité literatury  
Přílohy

### **Cíle, kterých má být dosaženo:**

Hlavním cílem je vytvoření rozhodovacího modelu pro hodnocení dodavatelů firmy a výběr optimálního dodavatele dle potřeb podniku. Řešení bude využívat programové prostředí MATLAB.

### **Základní literární prameny:**

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

DOSTÁL, P. Soft computing v podnikatelství a veřejné správě. Brno: CERM Akademické nakladatelství, 2015. 1120p. ISBN 978-80-7204-896-0 I. díl, ISBN 978-80-7204-897-7 II. díl, ISBN 978-80-7204-898-4 soubor, e-ISBN 978-80-7204-899-1.

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 2021/22

V Brně dne 28.2.2022

L. S.

---

doc. Ing. Miloš Koch, CSc.  
garant

---

doc. Ing. Vojtěch Bartoš, Ph.D.  
děkan

## **Abstrakt**

Diplomová práca sa zaoberá návrhom a implementáciou rozhodovacích modelov pre hodnotenie a následný výber dodávateľov práškových farieb pre spoločnosť Kenzel s.r.o. Rozhodovacie modely sú vytvorené v prostrediach MS Excel a MathWorks MATLAB a využívajú princípy fuzzy logiky. Práca popisuje teoretické východiská práce, súčasný stav spoločnosti a implementáciu oboch navrhnutých modelov. Súčasťou práce je aj výber hodnotiacich kritérií na základe ktorých prebieha samotné hodnotenie vybraných dodávateľov.

## **Abstract**

The master's thesis deals with the design and implementation of decision models for the evaluation and subsequent selection of suppliers of powder paints for the company Kenzel s.r.o. Decision models are created in MS Excel and MathWorks MATLAB and use the principles of fuzzy logic. The thesis describes the theoretical basis of the work, the current state of the company and the implementation of both proposed models. Part of the work is also the selection of evaluation criteria on the basis of which the evaluation of selected suppliers takes place.

## **Klíčové slová**

fuzzy logika, rozhodovací model, hodnotenie dodávateľov, MS Excel, MathWorks MATLAB, rozhodovanie

## **Keywords**

fuzzy logic, decision model, supplier evaluation, MS Excel, MathWorks MATLAB, decision making

## **Bibliografická citácia**

BOROS, Adrián. *Aplikace fuzzy logiky pro vyhodnocení dodavatelů* [online]. Brno, 2022 [cit. 2022-05-08]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/139432>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Zuzana Janková.

## Čestné prehlásenie

Prehlasujem, že predložená diplomová práca je pôvodná a spracoval som ju samostatne. Prehlasujem, že citácie použitých prameňov sú úplné, že som vo svojej práci neporušil autorské práva (v zmysle Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorskom a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brne dňa 8. mája 2022

.....

Bc. Adrián Boros

## **Podakovanie**

Rád by som sa poďakoval svojej vedúcej práce Ing. et Ing. Zuzane Jankovej, Ph.D. za jej odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri tvorbe tejto práce. Zároveň by som sa rád poďakoval spoločnosti Kenzel s.r.o za poskytnutie všetkých potrebných informácií.

# Obsah

<b>ÚVOD</b>	<b>10</b>
<b>CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA</b>	<b>12</b>
<b>1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE</b>	<b>13</b>
1.1 Fuzzy logika . . . . .	13
1.2 Druhy neurčitosti . . . . .	14
1.3 História fuzzy logiky . . . . .	15
1.4 Fuzzy množiny . . . . .	16
1.4.1 Funkcie príslušnosti fuzzy množín . . . . .	21
1.4.2 Operácie s fuzzy množinami . . . . .	22
1.5 Proces fuzzy spracovania . . . . .	24
1.6 Tvorba fuzzy modelov . . . . .	26
1.6.1 Fuzzy model v MS Excel . . . . .	26
1.6.2 Fuzzy model v MathWorks MATLAB . . . . .	29
<b>2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU</b>	<b>37</b>
2.1 Predstavenie spoločnosti . . . . .	37
2.1.1 Základné údaje o spoločnosti . . . . .	38
2.1.2 Predmet činnosti . . . . .	38
2.2 Analýza vonkajšieho prostredia spoločnosti . . . . .	39
2.2.1 Politické a legislatívne faktory . . . . .	39
2.2.2 Ekonomické faktory . . . . .	40
2.2.3 Sociálne faktory . . . . .	41
2.2.4 Technologické faktory . . . . .	42
2.2.5 Ekologické faktory . . . . .	43
2.3 Porterov model piatich síl . . . . .	43
2.4 Analýza vnútorného prostredia spoločnosti . . . . .	45
2.4.1 Štruktúra . . . . .	46
2.4.2 Stratégia . . . . .	47

2.4.3	Systemy . . . . .	47
2.4.4	Štýl . . . . .	48
2.4.5	Spolupracovníci . . . . .	49
2.4.6	Schopnosti . . . . .	49
2.4.7	Zdieľané hodnoty . . . . .	50
2.5	SWOT analýza . . . . .	50
2.6	Aktuálny spôsob hodnotenia dodávateľov . . . . .	52
2.6.1	Popis riešenej problematiky . . . . .	53
2.6.2	Vybrané kritériá hodnotenia . . . . .	54
2.7	Vybraní dodávateľa práškových farieb . . . . .	58
<b>3</b>	<b>VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA</b>	<b>63</b>
3.1	Rozhodovací model v MS Excel . . . . .	63
3.1.1	Popis riešenia pomocou MS Excel . . . . .	63
3.1.2	Popis riešenia pomocou VBA . . . . .	67
3.2	Rozhodovací model v MathWorks MATLAB . . . . .	74
3.2.1	Hodnotiace kritériá . . . . .	75
3.2.2	Popis tvorby rozhodovacieho modelu . . . . .	75
3.3	Praktické využitie navrhnutých modelov . . . . .	85
3.3.1	Hodnotenie dodávateľov pomocou MS Excel . . . . .	85
3.3.2	Hodnotenie dodávateľov pomocou MATLAB . . . . .	87
3.3.3	Porovnanie získaných výsledkov . . . . .	88
3.4	Prínosy navrhnutých riešení . . . . .	89
	<b>ZÁVER</b>	<b>91</b>
	<b>LITERATÚRA</b>	<b>92</b>
	<b>ZOZNAM OBRÁZKOV</b>	<b>97</b>
	<b>ZOZNAM TABULIEK</b>	<b>98</b>
	<b>ZOZNAM PRÍLOH</b>	<b>99</b>

# ÚVOD

Každý deň prijímame a vykonávame množstvo rozhodnutí, pričom niektoré z nich si ani neuvedomujeme. Toto množstvo je niekoľkonásobne vyššie, ak je reč o výrobnjej spoločnosti. Rozhodovanie patrí k základnému súboru činností manažérov, nakoľko kvalita a závažnosť prijatých rozhodnutí vo veľkej miere ovplyvňuje efektívne fungovanie spoločnosti.

V súčasnej dobe je rozhodnutie o výbere vhodného dodávateľa jednou z najdôležitejších fází akéhokoľvek výrobného procesu. Je dôležité, aby sa tento výber uskutočnil v súlade s účelom a cieľmi spoločnosti, pretože následne rozhoduje o jej úspechu, či prípadnom neúspechu. Kľúčom k úspechu je uspokojenie zákazníka dodaním vysoko kvalitných produktov, v čo najkratšom čase pri najnižších nákladoch. Voľba správneho dodávateľa je teda veľmi dôležitým činiteľom pre zaistenie ziskovosti spoločnosti.

Výber dodávateľa je obtiažnym multikritériálnym rozhodovacím problémom, ktorý vyžaduje zameranie sa na množstvo faktorov. Problém takéhoto druhu je možné vyriešiť použitím rôznych metód v rozhodovacom procese. Táto diplomová práca je zameraná na použitie jednej takejto metódy, a to konkrétne fuzzy logiky. Základnou prednosťou fuzzy logiky je schopnosť matematicky podchytiť informácie vyjadrené slovne. Umožňuje tak pracovať s nejednoznačnými pojmami používanými v ľudskej reči. Pri využití fuzzy logiky v procese rozhodovania je jej výhodou to, že rozhodovanie prebieha na základe predom stanovených pravidiel a konečné rozhodnutie je tak objektívne.

Diplomová práca sa zaoberá využitím fuzzy logiky pre vytvorenie rozhodovacieho modelu na hodnotenie dodávateľov spotrebného materiálu. Spoločnosť, v ktorej je možné tento model využiť je súkromná spoločnosť Kenzel, ktorá sa špecializuje na bicyklový priemysel, a to hlavne na výrobu a predaj bicyklov a bicyklových komponentov.

Táto práca je rozdelená do niekoľkých logických celkov. V prvej časti sú vymedzené hlavné ciele práce spolu s metódami a postupmi spracovania. V druhej časti práce je čitateľ oboznámený s teoretickými východiskami práce. Tretia, ana-

lytická časť práce, obsahuje popis spomínanej spoločnosti Kenzel, spolu s analýzou vonkajšieho a vnútorného prostredia, vďaka ktorej čitateľ získa detailnejší prehľad o aktuálnej situácii v spoločnosti. Táto časť práce taktiež obsahuje popis vybraných kritérií podľa ktorých sa spoločnosť rozhoduje o potenciálnych dodávateľoch. Posledná, praktická časť, obsahuje vlastný návrh tvorby rozhodovacieho modelu v programoch MS Excel a MathWorks MATLAB. Súčasťou tejto časti práce je aj popis tvorby grafického užívateľského rozhrania v oboch spomínaných programoch. V závere tejto časti sú výsledky získané z jednotlivých modelov vzájomne porovnané a sú predstavené hlavné prínosy pre manažment spoločnosti.

# CIELE PRÁCE, METÓDY A POSTUPY SPRACOVANIA

Hlavným cieľom práce je návrh a vytvorenie rozhodovacieho modelu pomocou fuzzy logiky pre hodnotenie a následný výber optimálneho dodávateľa práškových farieb pre spoločnosť Kenzel, ktorá sa zaoberá výrobou a predajom bicyklov a bicyklových komponentov. Tvorba rozhodovacieho modelu bude prebiehať v prostrediach MS Excel a MathWorks MATLAB, konkrétne vo verzii R2021b. Získané výsledky budú slúžiť ako doporučenie pri výbere dodávateľov pre manažment spoločnosti.

Medzi dielčie ciele práce je možné zahrnúť:

- Spracovanie teoretického popisu fuzzy logiky
- Analýza vonkajšieho a vnútorného prostredia vybranej spoločnosti
- Výber najvhodnejších hodnotiacich kritérií pre rozhodovací model
- Vytvorenie rozhodovacieho modelu v programoch MS Excel a MathWorks MATLAB R2021b vrátane vytvorenia grafického užívateľského rozhrania
- Vyhodnotenie vybraných dodávateľov pomocou vytvorených rozhodovacích modelov
- Porovnanie získaných výsledkov z rozhodovacích modelov
- Vyvodenie záverov pre spoločnosť

Na splnenie jednotlivých predstavených cieľov budú využité rôzne nástroje a metódy. Na definovanie stavu, v ktorej sa organizácia aktuálne nachádza budú využité analýzy vonkajšieho a vnútorného prostredia ako PESTE, Porterov model 5 síl, McKinseyho model 7S či SWOT. Pre získanie potenciálnych dodávateľov bude vykonaný prieskum trhu a v rámci rozhodovacích modelov budú vybraní dodávatelia ohodnotení. Na záver sa zo získaných výsledkov vyvodí prínosy pre spoločnosť.

# 1 TEORETICKÉ VÝCHODISKÁ PRÁCE

V teoretickej časti diplomovej práce budú obsiahnuté odborné poznatky týkajúce sa fuzzy logiky a jej využitia. V tejto časti práce bude pozornosť zameraná na vymedzenie základných pojmov, ktoré sú dôležité pre následné pochopenie praktickej časti práce. Táto kapitola je rozdelená do niekoľkých, logicky prepojených častí. Prvá časť kapitoly sa venuje samotnej fuzzy logike, definuje základné operácie a popisuje proces fuzzy spracovania. Druhá časť sa zaoberá teoretickým základom vytvárania fuzzy modelu v prostrediach MS Excel a MathWorks MATLAB.

## 1.1 Fuzzy logika

V posledných rokoch je možné sa v oblasti regulácie a riadenia stretnúť s princípmi, ktoré sú založené na vednej disciplíne, ktorá sa označuje ako Soft Computing. Táto disciplína sa zaoberá využitím rôznych výpočtových postupov, ktorých spoločnou vlastnosťou je odchýlenie sa od klasického modelovania založenom na boolovskej logike, analytických modeloch a ostrej klasifikácie. V názve Soft Computing vyjadruje slovo „soft“ mäkkosť či miernosť, teda „mäkké“ požiadavky na presnosť popisovaných javov a udalostí. Medzi predstaviteľov Soft Computingu je možné zaradiť aj fuzzy logiku [1].

Fuzzy je slovo pochádzajúce z angličtiny a v preklade znamená „mlhavý, nejasný, neostrý“. Fuzzy logiku je teda možné označiť ako „mlhavá, nejasná, neostrá“ logika. Logika je veda o zákonoch správneho myslenia, o zákonoch a pravidlách potrebných pre vyvodzovanie korektných záverov. Po vyslovení určitého tvrdenia, môžeme prehlásiť buď: „ÁNO, toto tvrdenie je pravdivé“ alebo „NIE, toto tvrdenie pravdivé nie je“. Takto to však v reálnom svete nefunguje [2].

Ak sa človek snaží o vyriešenie určitej ťažkej úlohy, nepočíta pri riešení s nejakými presne nameranými hodnotami, ale skôr počíta s mlhavými pojmami typu „ďaleko, blízko“ alebo „rýchlo, pomaly“, teda vyjadruje sa pomocou nečíselných pojmov [3]. Aj tieto nejasné pojmy je možné popísať matematicky presne a následne s nimi aj matematicky pracovať. Matematicky pracovať s takýmito pojmami znamená matematicky vyhodnotiť približné závery, ktoré sú výsledkom rozhodovacích procesov,

ktorých vstupnými parametrami sú neurčité údaje. Človek každodenne musí vykonať niekoľko takýchto úsudkov a záverov. Technická disciplína, zaoberajúca sa riešením problémov obsahujúcich nejasné a mlhavé pojmy, sa nazýva umelá inteligencia. Súčasťou tejto vednej disciplíny je aj teória fuzzy množín a fuzzy logika [4].

V klasickej logike je definovaná množina ako súbor, ktorý má určité vlastnosti. Podľa jednoznačných pravidiel sa určí, či daný prvok patrí alebo nepatrí do množiny. Členstvo v množine má iba dve hodnoty: 0 alebo 1. Fuzzy logika definuje „ako veľmi“, patrí prvok  $x$  do množiny. Stupeň príslušnosti k množine sa označuje  $\mu(x)$  a je definovaná v rozmedzí od 0 do 1, pričom 0 znamená úplné nečlenstvo a 1 znamená úplné členstvo. Používanie stupňov členstva lepšie odpovedá tomu, čo sa deje vo svete našich skúseností. Fuzzy logika meria istotu alebo neistotu príslušnosti prvku k množine. Ľudia robia analogické rozhodnutia v oblasti fyzického a duševného správania. Pomocou fuzzy logiky je možné nájsť riešenie danej úlohy lepšie ako klasickými metódami. Metóda, používajúca fuzzy množiny, patrí medzi metódy, ktoré je možné použiť aj v oblasti riadenia firiem [5].

Fuzzy logika umožňuje zahrnutie vágnych ľudských hodnotení do výpočtových problémov a poskytuje tak účinný prostriedok na riešenie problémov viacerých kritérií a lepšie posúdenie dostupných možností. Výpočtové metódy založené na fuzzy logike možno použiť pri vývoji inteligentných systémov na rozhodovanie, identifikáciu, rozpoznávanie vzorov, optimalizáciu a riadenie. Je užitočná pre mnohých ľudí zapojených do výskumu a vývoja, vrátane vývojárov počítačového softvéru, obchodných analytikov, ale aj právnikov. Fuzzy logika sa využíva v mnohých aplikáciách ako je rozpoznávanie vzorov tváre, prevodové systémy, hodnotenie rizík projektu či obchodovanie s akciami [6].

## 1.2 Druhy neurčitosti

Fuzzy logika, vychádzajúca z teórie množín, sa zameriava na nejasnosť, ktorú sa snaží matematicky podchytiť, pričom táto nejasnosť býva často mylne interpretovaná ako pravdepodobnosť. Rozdiel je predovšetkým v pôvode neurčitosti, ktorú sa ľudia snažia popísať [7].

Predmetom teórie pravdepodobnosti je štúdium a modelovanie neistoty. Tá nastáva vtedy, ak nastane stretnutie s určitým javom, ktorý môže ale nemusí nastať. Nie je teda isté, že daný jav skutočne nastane. Základným pojmom v teórii pravdepodobnosti je rozdelenie pravdepodobnosti. Charakterizuje to spôsob výskytu javu z nejakej množiny rôznych javov, o ktorých je známe iba to, že jeden z nich určite nastane. Pravdepodobnosť potom iba poskytuje informáciu o tom, či výskyt niektorej z uvažovaných javov je možné očakávať s väčšou istotou, ako výskyt iného javu. Po vykonaní pokusu sa získa jednoznačná odpoveď, v ktorej už žiadna neurčitost nie je [8].

Oproti tomu, ak sa do úvahy zoberú napr. červené objekty, potom je nutné odpovedať na otázku, čo to je „červený“, bez toho, aby sa odpovedalo na otázku, či nejaký jav nastane alebo nie. V tomto prípade ide o vymedzenie javov. Základným pojmom je tu fuzzy množina objektov a stupeň príslušnosti objektu do množiny. Ako bolo vyššie spomenuté, stupňom príslušnosti môžu byť čísla v intervale  $[0, 1]$ . Interpretácia ako aj manipulácia s nimi je úplne odlišná ako v prípade pravdepodobnosti. Neurčitost v odpovedi vyjadruje kvantitatívnu mieru splnenia nejakej vlastnosti, ktorá však nie je vnímaná ako dvojhodnotová [8].

V oboch prípadoch je možné sa stretnúť s obecným javom, ktorý sa nazýva neurčitost. Neurčitost má dve vzájomne komplementárne stránky: vágnosť a neistotu. Vágnosť je možné modelovať pomocou teórie fuzzy množín, kým neistotu pomocou teórie pravdepodobnosti. Je možné vysloviť tvrdenie, že pravdepodobnosť odpovedá na otázku či „nastane niečo“, zatiaľ čo teória fuzzy množín odpovedá na otázku „čo vlastne nastalo?“ [7] [8]

### 1.3 História fuzzy logiky

Termín fuzzy množina sa prvýkrát objavil v roku 1965, keď profesor Lotfi Askar Zadeh z univerzity Berkeley v USA publikoval článok s názvom „Fuzzy sets“. Odvtedy dosiahol v oblasti fuzzy logiky mnohé významné teoretické prelomy a rýchlo sa k nemu pripojili početní výskumní pracovníci, ktorí vyvíjali teoretické práce [9]. Jedným z takýchto pracovníkov bol aj Joseph Amadee Goguen, ktorý zobecnil fuzzy

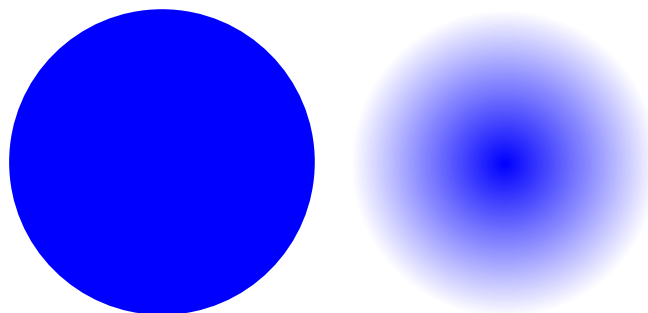
množiny do L zväzu nazývaného „L-fuzzy sets“. Prepojenie s viachodnotovou logikou bolo prvýkrát demonštrované v príspevku „The logic of inexact concepts“ [2].

Zároveň niektorí výskumníci obrátili svoju pozornosť na riešenie obtiažnych problémov pomocou fuzzy logiky. V roku 1975 profesor Mamdani z Londýna vyvinul stratégiu pre riadenie procesov a publikoval výsledky, ktoré dosiahol pri ovládaní parného motora. V roku 1978 dánska spoločnosť F.L. Smidth dosiahla riadenie cementovej pece, pričom toto je možné považovať za prvú skutočnú priemyselnú aplikáciu fuzzy logiky. Tieto skutočnosti iniciovali rýchly vývoj fuzzy logiky a na konci osemdesiatych rokov odštartovali „fuzzy boom“ [9].

Fuzzy logika zažila skutočný rozmach v Japonsku, kde bol výskum vysoko aplikáčne orientovaný. Koncom osemdesiatych rokov sa fuzzy logika častejšie objavovala v malej elektronike, ako sú práčky, fotoaparáty či videokamery, ale taktiež aj v rôznych podzemných systémoch alebo rýchlolakoch. Nasledovali aj aplikácie vyvinuté v iných oblastiach, ako sú financie a lekárska diagnostika [9].

## 1.4 Fuzzy množiny

Hlavným pojmom vo fuzzy logike je pojem fuzzy množina. Už z názvu je jasné, že ide o isté zobecnenie klasického pojmu množiny [8]. Fuzzy množina, na rozdiel od klasickej množiny, ktorej predpokladom je ostrosť hranice množiny, pripúšťa existenciu čiastočnej príslušnosti do množiny. Je tak tvorená prvkami, ktoré sú charakterizované stupňom príslušnosti do danej množiny. Hranice fuzzy množiny sú tak neostré, mlhavé a práve toto je reflektované prívlastkom fuzzy [10]. Grafické porovnanie klasickej a fuzzy množiny je viditeľné na obrázku 1.1.



**Obr. 1.1: Grafické porovnanie klasickej a fuzzy množiny**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Pri definícii fuzzy množiny je možné postupovať nasledovne: V prvom kroku sa nadefinuje množina  $U$ , ktorá sa nazýva *univerzum*. Ide o množinu všetkých prvkov, s ktorými sa bude pracovať, pričom v jeden okamih môže byť definovaných niekoľko univerz súbežne. Pre označenie univerza sa používajú veľké písmená z konca abecedy, najčastejšie  $X, Y$  alebo  $U$  [11].

Fuzzy množina je z matematického pohľadu funkcia:

$$A : U \longrightarrow [0, 1] \quad (1.1)$$

Jedná sa o množinu tvorenú prvkami  $x$  vybranými z množiny  $U, x \in U$ , z ktorých každé má priradené číslo  $a \in [0, 1]$ , nazývaného *stupeň príslušnosti* prvku  $x$  do fuzzy množiny  $A$ . Stupeň príslušnosti prvku  $x \in U$  do fuzzy množiny  $A$  sa zapisuje ako funkčná hodnota  $A(x)$  alebo  $\mu_A(x)$ . Hodnota 0 sa používa na vyjadrenie úplnej nepríslušnosti, hodnota 1 sa používa na vyjadrenie úplnej príslušnosti a hodnoty medzi nimi predstavujú stredné stupne príslušnosti. Zároveň je  $A(x)$  stupňom pravdivosti toho, že  $x$  náleží do  $A$ . Funkcia 1.1 sa niekedy nazýva aj *funkcia príslušnosti*. Znamená to, že fuzzy množina je stotožnená so svojou funkciou príslušnosti [8]. Grafické znázornenie najčastejšie používaných funkcií príslušnosti sa nachádza v podkapitole 1.4.1.

Funkcia príslušnosti je najčastejšie zapísaná pomocou rovnice alebo sadou niekoľkých rovníc. V prípade, že je univerzum konečné, je možné k vyjadreniu využiť tabuľku. V takomto prípade sa v prvom riadku tabuľky nachádzajú prvky  $x$  a v druhom riadku ich stupne príslušnosti do množiny [11]. Príklad tabuľkového zápisu ostrej množiny<sup>1</sup> je možné vidieť v tabuľke 1.1.

**Tabuľka 1.1: Tabuľkový zápis ostrej množiny  $A$  s konečným univerzom**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

$x$	1	2	3	4	5	6
$A(x)$	0	0	0	1	1	0

Je možné stretnúť sa aj s alternatívnym zápisom fuzzy množín, ktorý je v tvare:

$$A = \{a_1/x_1, \dots, a_n/x_n\} \quad (1.2)$$

<sup>1</sup>Pojem ostrá množina sa používa ako alternatívne označenie klasickej množiny

kde  $x_1, \dots, x_n \in U$  sú prvky, ktorým sú priradené stupne príslušnosti  $a_1, \dots, a_n \in [0, 1]$ . Príkladom takéhoto zápisu je:  $A = \{0.2/1, 0.4/2, 0.1/3, 0.8/4, 1/5, 1/6\}$  pričom berieme do úvahy univerzum  $U = \{0, 1, \dots, 8\}$ . Číslo 1 potom patrí do množiny  $A$  so stupňom príslušnosti 0.2, číslo 2 so stupňom príslušnosti 0.4 atď. Čísla z daného univerza, ktoré nie sú uvedené v množine  $A$ , majú stupeň príslušnosti 0, čiže do množiny  $A$  nepatria [8].

V prípade, že univerzom nie je konečná množina a prvky tak nie je možné zapísať výčtom, je možné fuzzy množinu zapísať nasledovne:

$$A = \{a_i/x_i, x \in I\} \quad (1.3)$$

kde  $i$  je určitá indexová množina. Alternatívny zápis fuzzy množiny s nekonečným univerzom môže byť aj v tvare:

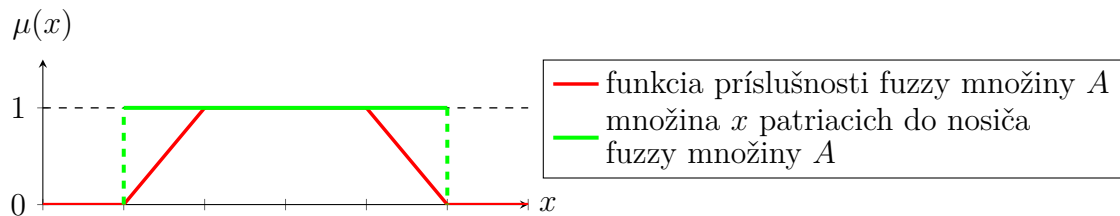
$$A = \int_{x \in R} f(x)/x \quad (1.4)$$

Symbol integrálu však nie je použitý vo svojom tradičnom význame, ale predstavuje zjednotenie. Zmyslom zápisu tohoto typu je v tom, že sa na fuzzy množinu pozerá ako na zjednotenie fuzzy jednoprvkových množín [8].

Základné pojmy používané u množín sú nasledovné:

*Nosič (support)* fuzzy množiny  $A$  je ostrá množina  $S$ , ktorá je definovaná ako množina všetkých prvkov univerza, ktorých stupeň príslušnosti do  $A$  je nenulový, tj.

$$S(A) = \{x/\mu_A(x) > 0\} [2]$$

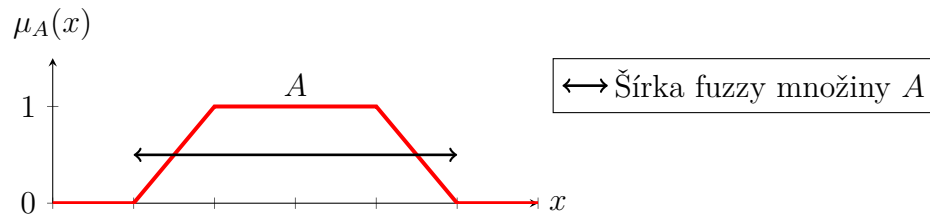


**Obr. 1.2: Nosič fuzzy množiny  $A$**   
(Zdroj: [11])

*Šírka (width)* fuzzy množiny  $A$  je definovaná ako:  $width(A) = sup(S(A)) - inf(S(A))$ .

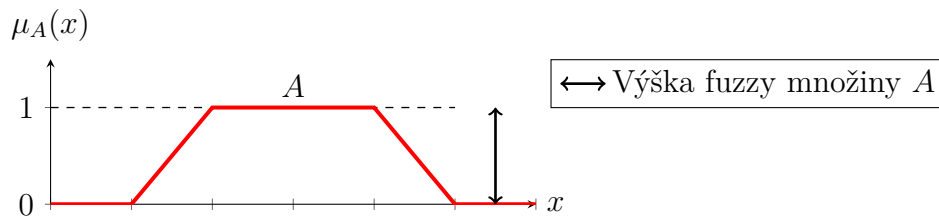
V situácii, kedy je nosič fuzzy množiny ohraničený, je možné supremum a infimum

nahradit maximom a minimom a šírka je potom daná ich rozdielom, pričom tvar funkcie je potom nasledovný:  $width(A) = \max(S(A)) - \min(S(A))$  [2].



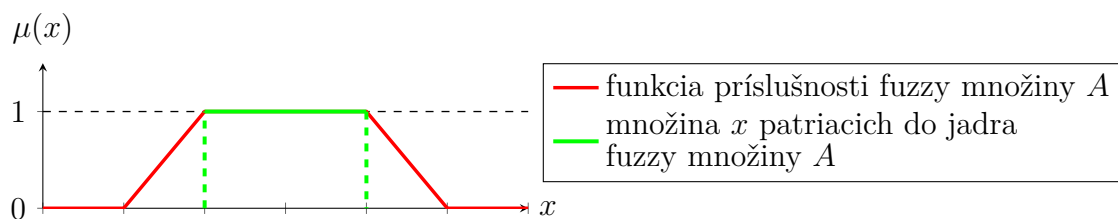
Obr. 1.3: Šírka fuzzy množiny  $A$   
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Výška (*height*) fuzzy množiny  $A$  je pre  $x \in X$  definovaná nasledovne:  $hgt(A) = \sup(\mu_A(x))$ . V situácii, ak sa výška rovná jednej, ide o *normálnu* fuzzy množinu, v opačnom prípade sa jedná o fuzzy množinu *subnormálnu* [2].



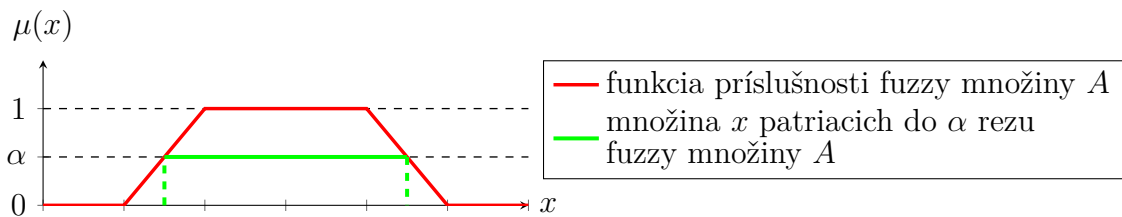
Obr. 1.4: Výška fuzzy množiny  $A$   
(Zdroj: [11])

Jadro (*nucleus*) fuzzy množiny  $A$  je ostrá množina prvkov, ktorých funkcie príslušnosti sa rovná jednej, tj. všetkých prvkov, ktoré jednoznačne patria do fuzzy množiny  $A$ :  $nucleus(A) = \{x \in X / \mu_A(x) = 1\}$ . Špičková hodnota (*peak value*) je jediný bod, v ktorom je funkcia príslušnosti rovná jednej [2].



Obr. 1.5: Jadro fuzzy množiny  $A$   
(Zdroj: [11])

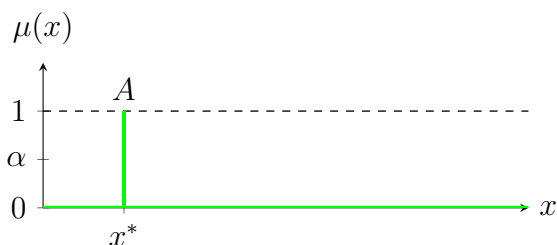
$\alpha$ -rez ( $\alpha$ -cut) sa používa pre označenie podmnožiny prvkov  $x$  fuzzy množiny  $A$  definovanej na univerze, do ktorej spadajú všetky prvky, ktorých stupeň príslušnosti je vyšší alebo rovný zvolenej hodnote  $\alpha$ , tj.  $A^{\geq\alpha} = \{x \in X / \mu_A(x) > \alpha\}$  [2]



**Obr. 1.6:**  $\alpha$  rez fuzzy množiny  $A$   
(Zdroj: [11])

*Fuzzy singleton* (*Fuzzy singleton set*) je ostrá množina, ktorá obsahuje iba jediný prvok  $x^*$  z univerza  $X$  so stupňom príslušnosti  $\mu_A(x^*) = 1$ . Jedná sa teda o analógiu jednoprvkovej množiny. Matematicky je možné fuzzy singleton zapísať ako:

$$\text{nucleus}(A) = S(A) = \{1/x^*\} \text{ [11]}$$

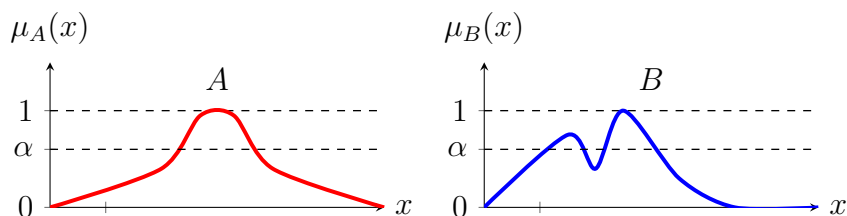


**Obr. 1.7:** Fuzzy singleton  $A$   
(Zdroj: [11])

*Konvexná fuzzy množina* - fuzzy množina  $A$  je konvexná, ak pre každé dva prvky  $x_1, x_2 \in X$  a pre každé  $\lambda \in \langle 0, 1 \rangle$  platí:

$$\mu_A(\lambda \cdot x_1 + (1 - \lambda) \cdot x_2) \geq \min\{\mu_A(x_1), \mu_A(x_2)\}$$

Tento matematický zápis hovorí, že fuzzy množina  $A$  definovaná na univerze  $X$  je konvexná, ak všetky prvky  $x$ , ležiace v ľubovoľne zvolenom rozmedzí  $x_1$  a  $x_2$ , majú vyšší stupeň príslušnosti do fuzzy množiny  $A$  než najmenší z krajných bodov  $x_1$  a  $x_2$  [11].

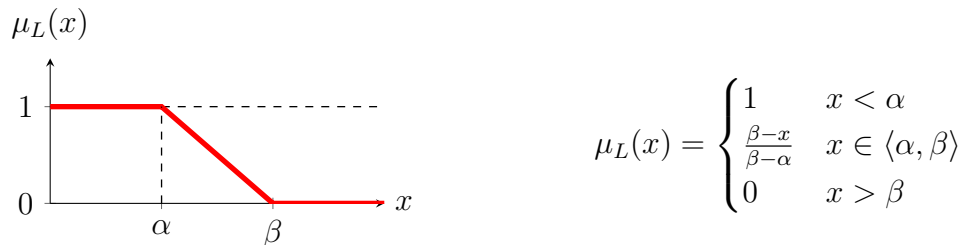


**Obr. 1.8:** Konvexná fuzzy množina  $A$  a nekonvexná množina  $B$   
(Zdroj: [11])

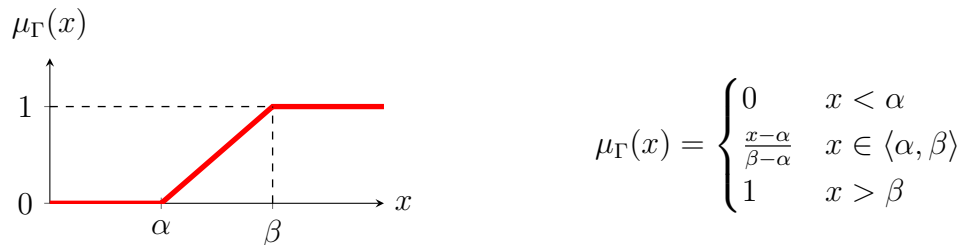
Fuzzy množina  $A$ , znázornená na obrázku 1.8 červenou farbou je konvexná, zatiaľ čo fuzzy množina  $B$  vykreslená modrou farbou je nekonvexná [11]. Platí, že fuzzy množina je konvexná práve vtedy, ak každý jej  $\alpha$ -rez je súvislý interval [8].

### 1.4.1 Funkcie príslušnosti fuzzy množín

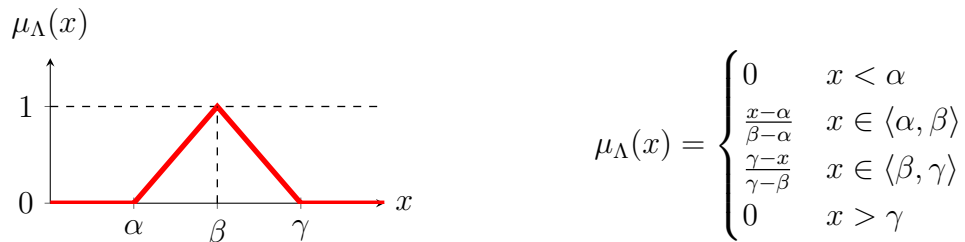
Pre účely fuzzy množín je vytvorená celá rada funkcií príslušnosti, ktoré majú rôzny tvar a vlastnosti. Je doporučené voliť si čo najjednoduchšie funkcie, v najlepšom prípade funkcie zložené z lineárnych úsekov a to pre svoju nízku výpočetnú náročnosť [11]. Medzi najpoužívanejšie takéto funkcie je možné zaradiť L-funkciu,  $\Gamma$ -funkciu, trojuholníkovú funkciu ( $\Lambda$ -funkciu) a lichobežníkovú funkciu ( $\Pi$ -funkciu) [2]. Grafické znázornenie spomínaných funkcií sa nachádza na obrázkoch 1.9 až 1.12.



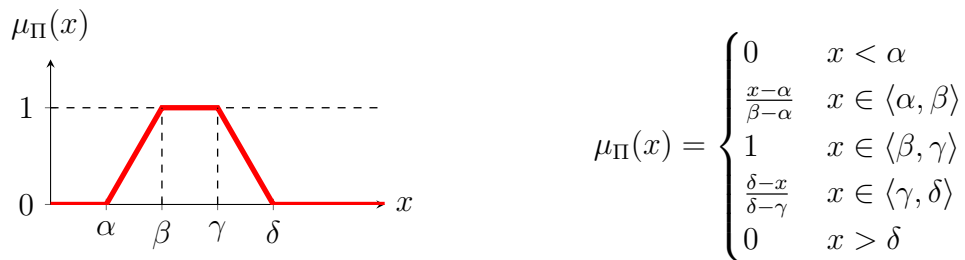
Obr. 1.9: L-funkcia  
(Zdroj: [2])



Obr. 1.10:  $\Gamma$ -funkcia  
(Zdroj: [2])



Obr. 1.11:  $\Lambda$ -funkcia  
(Zdroj: [2])



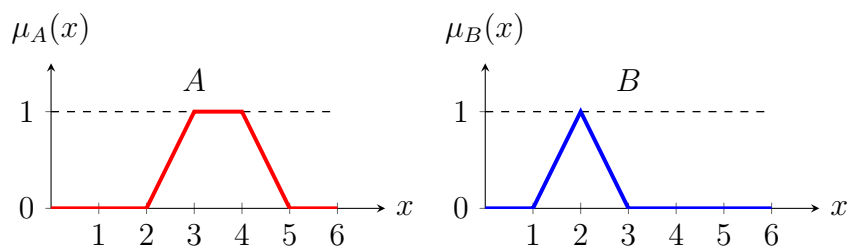
**Obr. 1.12: Π-funkcia**  
(Zdroj: [2])

### 1.4.2 Operácie s fuzzy množinami

Podobne ako u klasických množín, aj u fuzzy množín je možné definovať základné operácie zjednotenia, prieniku a doplnku, avšak ich interpretácia nie je až taká jednoduchá, pretože funkcia príslušnosti dosahuje všetkých hodnôt v intervale  $[0, 1]$  [2]. Okrem spomenutých operácií je však možné definovať aj ďalšie, ktoré v klasickej teórii množín nemajú zmysel alebo dávajú výsledok ekvivalentný s niektorou základnou operáciou [8].

*Rovnosť fuzzy množín* – fuzzy množiny  $A$  a  $B$  sa rovnajú, ak pre všetky  $x \in X$  platí:  $\mu_A(x) = \mu_B(x)$ , tzn. že sa rovnajú ich funkcie príslušnosti. Fuzzy množina  $A$  je podmnožinou  $B$ , práve vtedy, ak pre všetky  $x \in X$  platí:  $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$  [2].

Pre lepšie pochopenie operácií zjednotenia, prieniku a doplnku budú využité dve fuzzy množiny  $A$  a  $B$  definované na jednom univerze  $X$ , uvedené na obrázku 1.13.



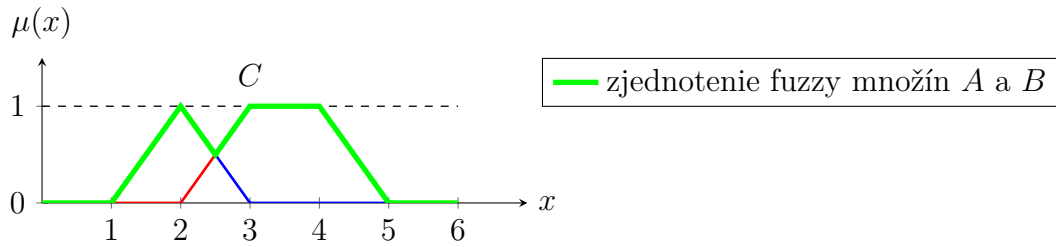
**Obr. 1.13: Fuzzy množiny  $A$  a  $B$**   
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

*Zjednotenie* dvoch fuzzy množín  $A$  a  $B$  je fuzzy množina  $C$ , ktorá ma funkciu príslušnosti:

$$C = A \cup B \quad \text{práve, ak} \quad \mu_C = \mu_A(x) \vee \mu_B(x)$$

Prvok  $x \in X$  patrí do zjednotenia fuzzy množín  $A, B$  so stupňom príslušnosti, ktorý je rovný väčšiemu z oboch stupňov  $\mu_A(x), \mu_B(x)$  [8], tzn.

$$\mu_{A \cup B}(x) = \max(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad [2]$$



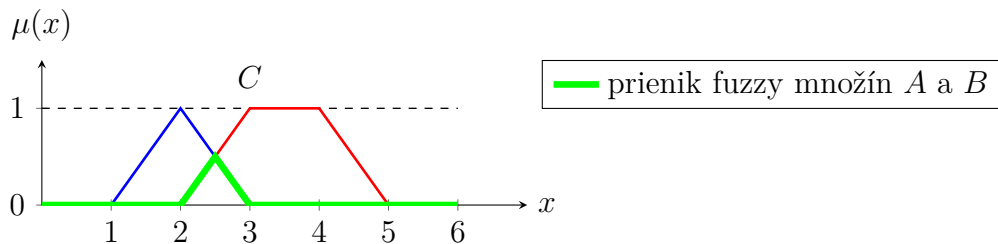
**Obr. 1.14: Zjednotenie fuzzy množín A a B**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Prienik dvoch fuzzy množín A a B je fuzzy množina C, ktorá má funkciu príslušnosti:

$$C = A \cap B \quad \text{práve, ak} \quad \mu_C = \mu_A(x) \wedge \mu_B(x)$$

Prvok  $x \in X$  patrí do prieniku fuzzy množín A, B so stupňom príslušnosti, ktorý je rovný menšiemu z oboch stupňov  $\mu_A(x), \mu_B(x)$  [8], tzn.

$$\mu_{A \cap B}(x) = \min(\mu_A(x), \mu_B(x)) \quad [2]$$

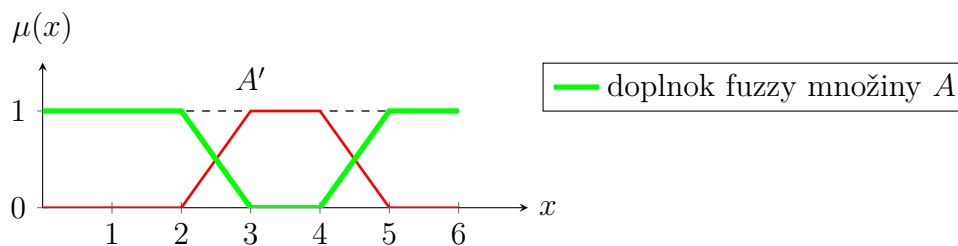


**Obr. 1.15: Prienik fuzzy množín A a B**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Doplnok fuzzy množiny A je fuzzy množina  $A'$ , ktorá je definovaná podľa vzťahu:

$$\mu_{A'}(x) = 1 - \mu_A(x)$$

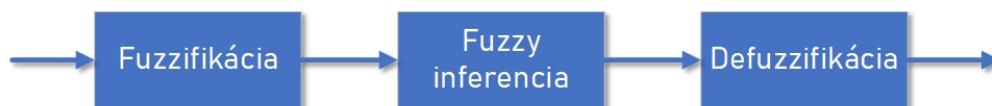
Doplnok  $A'$  fuzzy množiny A je fuzzy množina všetkých prvkov, ktoré nemajú vlastnosti charakterizujúce fuzzy množinu A [8].



**Obr. 1.16: Doplnok fuzzy množiny  $A$**   
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

## 1.5 Proces fuzzy spracovania

Tvorba fuzzy logického systému obsahuje tri základné kroky: fuzzifikáciu, fuzzy inferenciu a defuzzifikáciu [2]. Jednotlivé kroky sú graficky znázornené na obrázku 1.17.



**Obr. 1.17: Rozhodovanie riešené fuzzy spracovaním**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa [2])

Prvý krok (fuzzifikácia) obsahuje prevod reálnych premenných na jazykové premenné. Definovanie jazykových premenných vychádza zo základnej lingvistickej premennej, napr. je možné zvoliť atribúty ako žiadny, veľmi malý, malý, stredný, veľký alebo veľmi veľký. Zvyčajne sa používa tri až sedem atribútov základnej premennej, pričom stupeň členstva atribútov premennej v množine je vyjadrovaný matematickou funkciou. Existuje mnoho tvarov členských funkcií. Medzi najčastejšie používané funkcie členstva patria tieto typy:  $\Lambda$ ,  $\Pi$ ,  $Z$  a  $S$ . Existuje však aj celá rada iných funkcií členstva ako napr. vyhladené  $S$  krivky. Stupeň členstva v množine sa týka vstupných aj výstupných funkcií [2].

V druhom kroku (fuzzy inferencia) sa nadefinuje chovanie systému pomocou pravidiel v tvare  $\langle \mathbf{Ak} \rangle, \langle \mathbf{Potom} \rangle$  na jazykovej úrovni. V týchto algoritmoch sa objavujú aj podmienkové vety, ktoré vyhodnocujú stav príslušnej premennej, pričom tieto vety majú známu formu z programovacích jazykov:

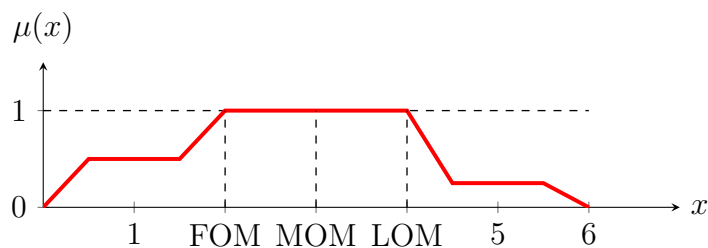
$$\langle \mathbf{Ak} \rangle \text{ Vstup}_a \langle \mathbf{A} \rangle \text{ Vstup}_b \dots \text{ Vstup}_x \langle \mathbf{Alebo} \rangle \text{ Vstup}_y \dots \langle \mathbf{Potom} \rangle \text{ Výstup}_1 \langle \mathbf{S váhou} \rangle z$$

znamená to teda, že ak nastane (stav)  $Vstup_a$  a  $Vstup_b, \dots, Vstup_x$  alebo  $Vstup_y \dots$ , potom nastane situácia označená ako  $Výstup_1$  s váhou pravidla  $z$ , kde  $z \in \langle 0, 1 \rangle$ . Expertný systém je tvorený pravidlami fuzzy logiky. Každá kombinácia atribútov vstupných premenných a vyskytujúcich sa v podmienke  $\langle Ak \rangle \langle Potom \rangle$  predstavuje jedno pravidlo. Pre každé takéto pravidlo je nutné určiť váhy pravidla v systéme. Konečný výsledok systému závisí do značnej miery na správnom určení významu jednotlivých pravidiel. Užívateľ vytvára jednotlivé pravidlá podľa vlastného uváženia. Výsledkom fuzzy inferencie je jazyková premenná, ktorá môže udávať napr. to, či sa má určitá činnosť vykonať či nie [2].

Tretí, posledný, krok prevádza výsledok fuzzy inferencie na konkrétne reálne hodnoty. Cieľom defuzzifikácie je prevod fuzzy hodnoty výstupnej premennej tak, aby slovné čo najlepšie reprezentovala výsledok fuzzy výpočtu [2]. Existuje niekoľko defuzzifikačných metód. Medzi najznámejšie patrí metóda ťažiska a metóda maxima.

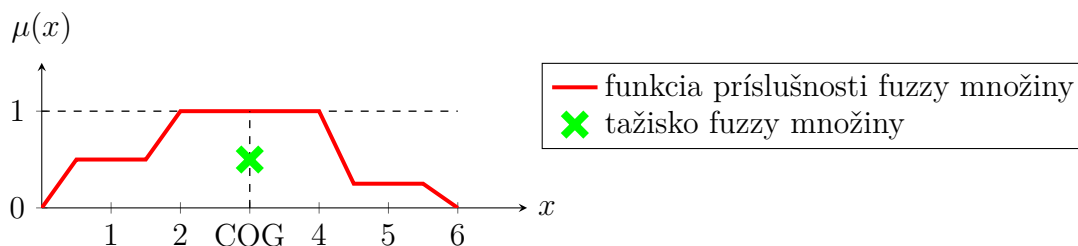
*Metóda maxima* – do tejto kategórie spadajú celkom tri metódy, ktoré sú založené na podobnej myšlienke. Ide o *metódu prvého maxima* označovaného ako FOM (*first of maximum*), *metódu posledného maxima* – LOM (*last of maximum*) a *metódu priemerného maxima* – MOM (*mean of maximum*). Všetky tieto metódy berú do úvahy iba podmnožinu defuzzifikovanej fuzzy množiny, pričom túto podmnožinu tvoria prvky, ktorých stupeň príslušnosti je rovný výške fuzzy množiny. Metódy FOM a LOM patria medzi jednoduchšie metódy defuzzifikácie, ale v praxi sa nevyužívajú často [11]. U metódy FOM je výsledkom najviac vľavo položená hodnota z najväčšej hodnoty funkcie príslušnosti. Podobným spôsobom sa určuje výsledok aj u metódy LOM, kde výsledkom je najviac vpravo položená hodnota z najväčšej hodnoty funkcie príslušnosti [1]. Metóda MOM je o niečo výpočetne náročnejšia. Výsledná hodnota je vypočítaná ako stredná hodnota všetkých hodnôt s najväčšou hodnotou funkcie príslušnosti [11].

Jednotlivé výsledky defuzzifikácie pomocou metód maxima sú zobrazené na obrázku 1.18.



**Obr. 1.18: Výsledky defuzzifikácie pomocou metód maxima**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa [11])

*Metóda ťažiska*, označovaná skratkou COG (*center of gravity*), určuje výslednú hodnotu pomocou ťažiska plochy, ktorá je vymedzená osou  $x$  a funkciou príslušnosti fuzzy množiny. Týmto ťažiskom je následne vedená kolmica k ose  $x$ . Miesto, kde sa táto kolmica pretne s osou  $x$  odpovedá výslednej hodnote, tak ako to je znázornené na obrázku 1.19. Jedná sa o často používanú metódu, pretože na rozdiel od metód maxima zohľadňuje celú fuzzy množinu [11].



**Obr. 1.19: Výsledok defuzzifikácie pomocou metódy ťažiska**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie podľa [11])

## 1.6 Tvorba fuzzy modelov

Existuje niekoľko voľne dostupných programových nástrojov umožňujúcich navrhovanie a vytváranie fuzzy modelov. Pre účely diplomovej práce boli vybrané dva programy, a to konkrétne MS Excel a MathWorks MATLAB. V tejto sekcii bude predstavený teoretický základ potrebný pre pochopenie tvorby fuzzy modelov v týchto programoch a následne v kapitole 3 bude tento postup využitý aj na vytvorenie fuzzy modelov pre hodnotenie a výber vhodných dodávateľov.

### 1.6.1 Fuzzy model v MS Excel

Microsoft Excel je tabulkový procesor používaný na spracovanie a analýzu číselných a štatistických údajov, vyvinutý spoločnosťou Microsoft. Poskytuje veľké množstvo

funkcií na vykonávanie rôznych operácií, ako sú výpočty, kontingenčné tabuľky, grafy, programovanie makier atď. Je kompatibilný s viacerými operačnými systémami, ako sú Windows, macOS, Android či iOS. Tabuľku v programe Excel je možné chápať ako kolekciu stĺpcov a riadkov, pričom miesto kde sa stretne stĺpec a riadok sa nazýva bunka. Adresa tejto bunky je daná písmenom reprezentujúcim stĺpec a číslom reprezentujúcim riadok [12].

V prípade potreby automatizácie série operácií, poskytuje MS Excel možnosť vytvorenia makier. Zošit Excelu je schopný zaznamenať niekoľko akcií po sebe a podľa potreby umožňuje tieto akcie kedykoľvek zopakovať, čím šetrí množstvo práce a zabraňuje tak zbytočným chybám. Akcie vykonávané po spustení makra, si Excel zaznamenáva pomocou programovacieho jazyka Visual Basic for Applications (VBA) [13]. Excel umožňuje vytvárať makrá dvomi spôsobmi. Prvý spôsob je užívateľský, kde sa všetky vykonané akcie zaznamenajú pomocou kódu VBA a tento kód sa následne uloží ako súčasť zošitu. Druhý spôsob je programátorský, v ktorom si užívateľ zobrazí editor VBA do ktorého zapíše zdrojový kód. Je taktiež možné kombinovať tieto spôsoby, čiže zaznamenať makro užívateľsky a neskôr ho upraviť zápisom do zdrojového kódu [14].

Tvorba fuzzy modelu v programe MS Excel zahŕňa vytvorenie nasledujúcich troch tabuliek:

*Transformačná matica* definuje pre každé kritérium hodnoty, ktoré môžu jednotlivé atribúty nadobúdať. Môže sa jednať o slovné a číselné hodnoty, pričom v prípade číselných hodnôt je možné voliť aj určité intervaly. Záhlavie tabuľky obsahuje zvolené kritériá a v tele tabuľky sa nachádzajú atribúty priradené k týmto kritériám [2].

**Tabuľka 1.2: Transformačná matica - slovný popis**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

<b>N</b>	<b>Kritérium 1</b>	<b>Kritérium 2</b>	<b>Kritérium 3</b>
<b>1</b>	Atribút 1 (slovo)	Atribút 1 (číslo)	Atribút 1 (interval)
<b>2</b>	Atribút 2 (slovo)	Atribút 2 (číslo)	Atribút 2 (interval)
<b>3</b>	Atribút 3 (slovo)	Atribút 3 (číslo)	Atribút 3 (interval)

*Ohodnotená transformačná matica* je rozmerovo totožná ako transformačná matica iba s tým rozdielom, že v tele tabuľky sa jednotlivým kritériám priradili bodové hodnotenia. Zvolená výška bodového hodnotenia sa stanoví podľa požiadaviek jedinca, firmy alebo organizácie. Hodnoty jednotlivých atribútov môžu mať lineárny ale aj nelineárny priebeh [2].

**Tabuľka 1.3: Ohodnotená transformačná matica**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

<b>N</b>	<b>Kritérium 1</b>	<b>Kritérium 2</b>	<b>Kritérium 3</b>
<b>1</b>	10	3	2
<b>2</b>	8	9	5
<b>3</b>	6	5	8

*Stavová matica* (tabuľka 1.4) sa vytvára pre konkrétne sledované možnosti (dodávatelia, klienti, nehnuteľnosti), pričom základný princíp jej tvorby je založený na tom, že každá sledovaná možnosť môže disponovať iba jedným atribútom z každého kritéria. V tejto tabuľke je možné použiť aj symboly A (áno), N (nie), pretože lepšie odzrkadľujú realitu. Tieto symboly je však pri výpočte nutné previesť na čísla, kde 1 odpovedá symbolu A a 0 symbolu N [2].

**Tabuľka 1.4: Stavová matica**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

<b>N</b>	<b>Krit. 1</b>	<b>Krit. 2</b>	<b>Krit. 3</b>
<b>1</b>	A	A	N
<b>2</b>	N	N	A
<b>3</b>	N	N	N

<b>N</b>	<b>Krit. 1</b>	<b>Krit. 2</b>	<b>Krit. 3</b>
<b>1</b>	1	1	0
<b>2</b>	0	0	1
<b>3</b>	0	0	0

*Retransformačná matica* – pomocou skalárneho súčinu stavovej matice a transformačnej matice sa získa bodové hodnotenie pre jednotlivé možnosti. Pre prevod výsledkov do percentuálnej podoby, v rozsahu 0 – 100%, je nutné odčítať od takto získanej hodnoty sumu minimálnych hodnôt, vydeliť ich rozdielom maximálnej a minimálnej sumy a vynásobiť hodnotou 100 [2]. Retransformačná matica potom uvádza, aké sú percentuálne hranice dosiahnutých výsledkov jednotlivých možností a aké je ich konečné slovné hodnotenie pre dosiahnutý výsledok.

**Tabuľka 1.5: Retransformačná matica**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

N	Percentuálne hodnotenie	Slovné hodnotenie
1	0-30%	Určite nie
2	31-50%	Skôr nie
3	51-80%	Skôr áno
4	81-100%	Určite áno

### 1.6.2 Fuzzy model v MathWorks MATLAB

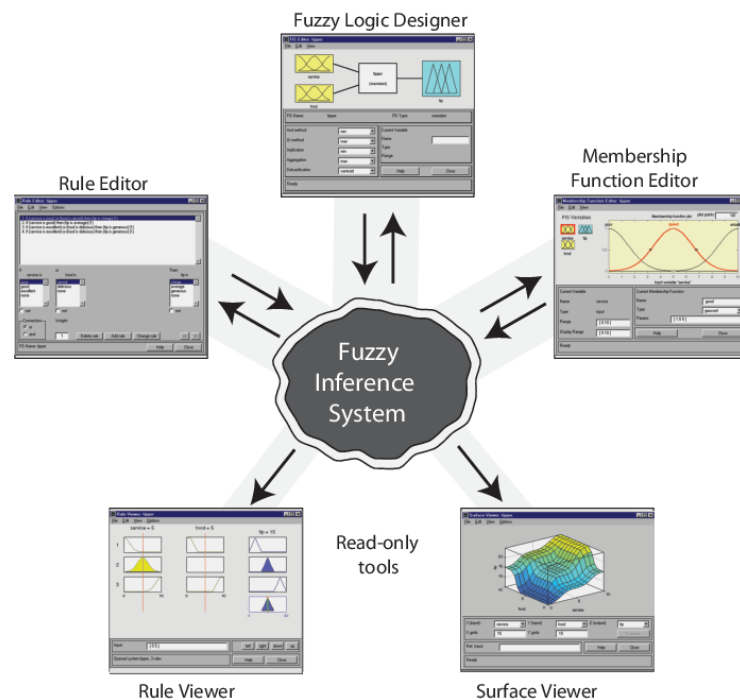
MATLAB, z anglického MATrix LABoratory, je interaktívne programovacie prostredie a skriptovací programovací jazyk určený pre operačné systémy Windows, Linux a MacOS. Jedná sa o systém vhodný na vedecké a inžinierske výpočty, modelovanie, simuláciu, analýzu a vizualizáciu dát, vývoj rôznych algoritmov a aplikácií vrátane grafického užívateľského rozhrania. Veľké uplatnenie nachádza najmä v technických a ekonomických oboroch. Spektrum možností MATLABu rozširujú knižnice funkcií, tzv. toolboxy, súbory M-funkcií zamerané na špeciálne účely ako napr. optimalizácia, symbolické výpočty, neuronové siete či spracovanie signálov a obrazov [15].

Jadrom MATLABu sú vo všeobecnosti polia a matice, pretože všetky údaje sú uložené ako polia. Okrem toho, že MATLAB ponúka bežné operácie maticovej algebry, ponúka aj operácie s polami, ktoré umožňujú manipuláciu s množinou údajou rozličným spôsobom. Okrem svojej maticovej orientácie ponúka MATLAB aj programovacie funkcie, ktoré sú podobné funkciám iných programovacích jazykov, spolu s nástrojmi grafického užívateľského rozhrania. Kombinácia týchto funkcií a nástrojov robí z MATLABu výkonný nástroj na riešenie problémov z mnohých oblastí [16].

MATLAB ponúka viac ako 80 nadstavbových aplikačných knižníc funkcií, ktoré rozširujú použitie aplikácie do mnoho iných oblastí. Medzi takúto nadstavbu patrí aj *Fuzzy Logic Toolbox*, ktorý umožňuje analýzu, navrhovanie a simuláciu systémov založených na fuzzy logike. Táto sada nástrojov, vrátane grafického užívateľského rozhrania uľahčuje všetky kroky návrhu fuzzy inferenčného systému (FIS). Tieto systémy je možné vytvárať ručne pomocou grafických nástrojov alebo funkcií príkazového riadka, alebo je možné ich generovať automaticky pomocou klastrovania alebo adaptívnej neuro-fuzzy techniky. K dispozícii sú aj funkcie pre najčastejšie po-

užívané metódy vo fuzzy logike, vrátane fuzzy clusteringu alebo adaptívneho neuro-fuzzy učenia. Súčasťou spomínaného toolboxu je i blok fuzzy regulátoru pre použitie v Simulinku. Simulink je nadstavba MATLABu umožňujúca modelovanie a simuláciu riadiacich systémov s fuzzy logikou [17].

Fuzzy Logic Toolbox poskytuje päť základných nástrojov grafického užívateľského rozhrania na vytváranie či úpravu fuzzy inferenčných systémov: *Fuzzy Inference System – FIS Editor*, *Membership Function Editor (Editor funkcie členstva)*, *Rule Editor (Editor pravidiel)*, *Rule Viewer (Prehliadač pravidiel)* a *Surface Viewer (Prehliadač povrchu)* [18]. Všetky tieto nástroje sú graficky znázornené na obrázku 1.20.



**Obr. 1.20: Fuzzy Logic Toolbox**  
(Zdroj: [18])

FIS Editor rieši problémy spojené s vstupnými a výstupnými premennými ako napr. ich počet alebo ich názvy. Editor funkcie členstva sa používa na definovanie tvarov funkcií členstva jednotlivých premenných. Editor pravidiel slúži na úpravu pravidiel, ktoré potom definujú správanie systému. Prehliadač pravidiel ukazuje, ktoré pravidlá sú aktívne alebo to, ako jednotlivé tvary funkcií členstva ovplyvňujú získané výsledky. Posledným nástrojom je Surface Viewer, ktorý slúži na zobraze-

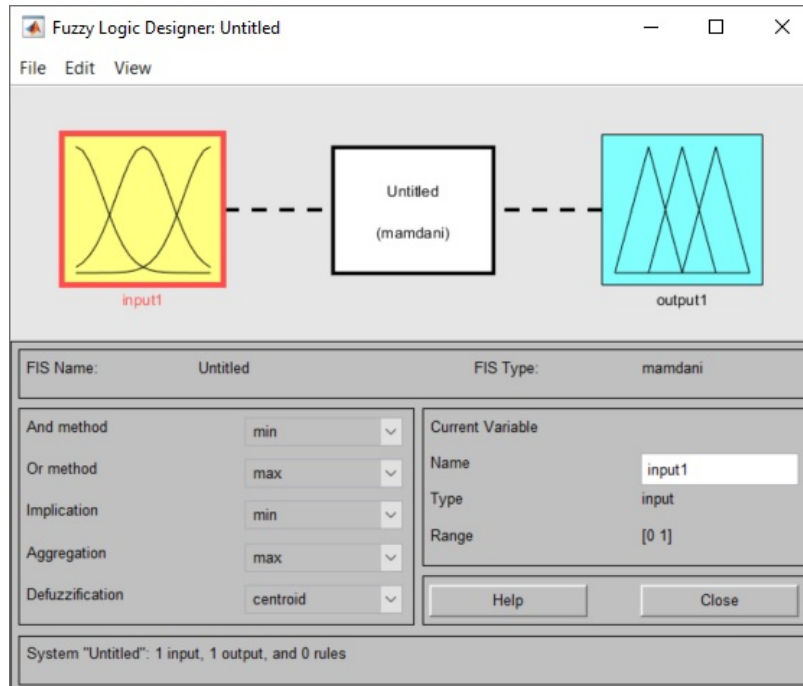
nie závislosti jedného z výstupov na jednom alebo viacerých vstupoch, tzn. generuje a vykresľuje výstupnú povrchovú mapu systému. Všetky vymenované nástroje užívateľského rozhrania sú dynamicky prepojené tak, že zmeny vykonané vo FIS pomocou jedného z nich následne ovplyvnia to, čo bude zobrazené v ostatných nástrojoch. Ak napríklad nastane zmena v názve funkcie členstva, táto zmena sa prejaví aj v pravidlách zobrazených v Editore pravidiel [18].

### **FIS Editor**

FIS Editor je počiatočným miestom, kde začína vytváranie nového fuzzy inferenčného systému. Toto vytváranie sa aktivizuje príkazom `fuzzy` a výsledkom je otvorenie okna zobrazeného na obrázku 1.21. Načítanie už vytvoreného systému prebieha rovnakým spôsobom, ale navyše je nutné zadať aj názov príslušného súboru. Horná časť okna obsahuje schému s názvami každej vstupnej premennej vľavo a názvami každej výstupnej premennej vpravo. Vzorové funkcie členstva týchto premenných zobrazené v rámečkoch sú len ilustračné a nezobrazujú skutočné tvary funkcií. Pod názvom na ľavej strane obrázku sú možnosti na úpravu rôznych častí inferenčného procesu. Na pravej strane sa nachádza oblasť zobrazujúca informácie o aktuálne zvolenej premennej [18] [19].

Pod schémou je názov systému a typ použitej inferencie. V prípade systému zobrazeného na obrázku 1.21 je použitá predvolená inferencia typu Mamdani, pričom k dispozícii je aj inferencia typu Sugeno. Najpodstatnejším rozdielom medzi Mamdani typom FIS a Sugeno je spôsob, akým generujú výstup z fuzzy vstupov. Typ Mamdani využíva techniku defuzzifikácie neurčitého výstupu, typ Sugeno využíva váženého priemeru k výpočtu klasického, ostrého výstupu. Typ Sugeno dosahuje lepší čas spracovania, pretože použitie váženého priemeru nahrádza časovo náročný proces defuzzifikácie. Vzhľadom na intuitívnu povahu bázy pravidiel je FIS typu Mamdani široko využiteľný v aplikáciách na podporu rozhodovania. Vďaka výpočtovej efektívnosti je FIS typu Sugeno veľmi atraktívny v problémoch riadenia a využíva sa najmä v dynamických nelineárnych systémoch. Ďalším rozdielom je, že Mamdani má výstup funkcií členstva, zatiaľ čo Sugeno nemá žiadne funkcie členstva na

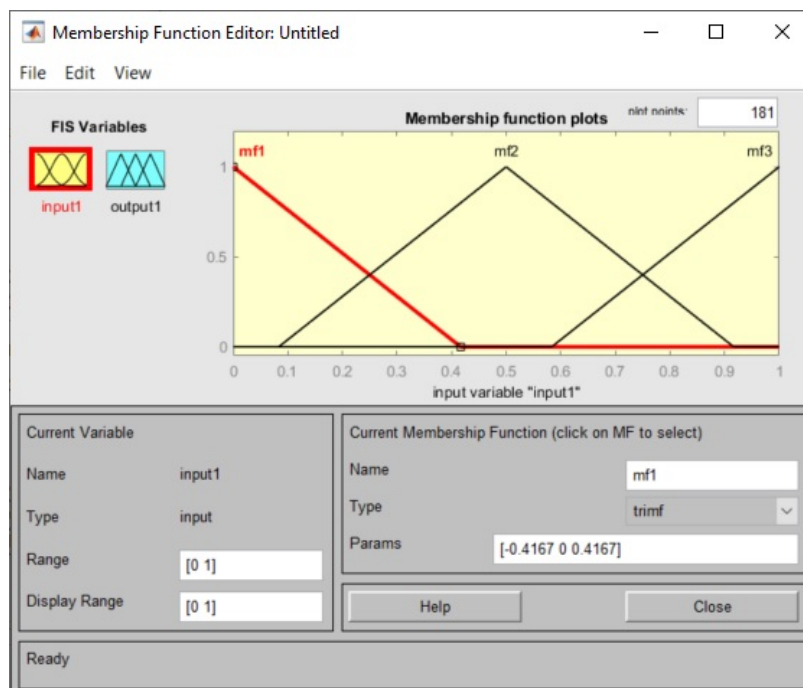
výstupe. Mamdani typ je menej flexibilný pri navrhovaní systému v porovnaní so Sugeno, ale na druhej strane môže byť integrovaný do ANFIS [2].



**Obr. 1.21: FIS Editor**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### Membership Function Editor

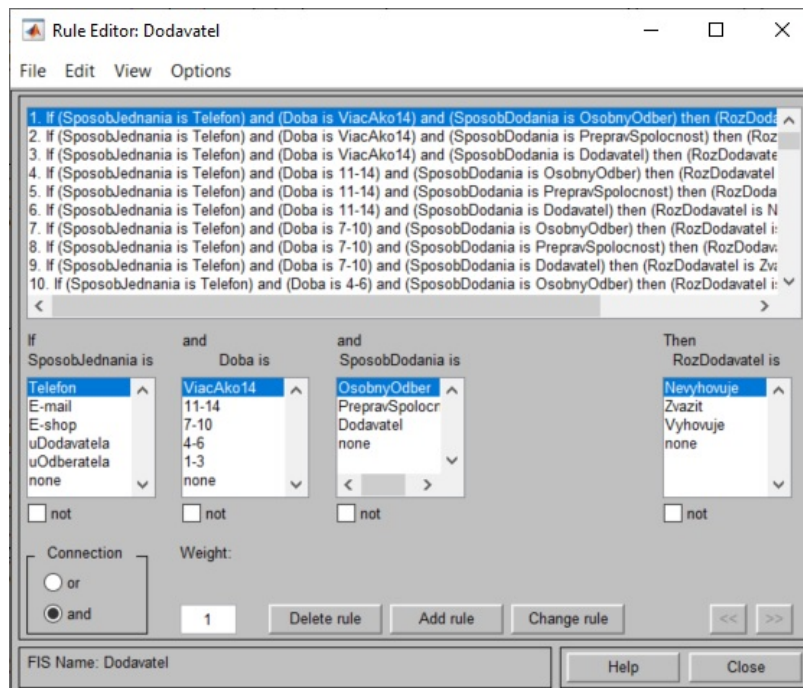
Editor funkcie členstva je nástroj umožňujúci zobrazovať a upravovať funkcie členstva pre celý fuzzy inferenčný systém vrátane vstupných a výstupných premenných. Je možné ho otvoriť pomocou menu `Edit - Membership Functions` alebo dvojitým klikom na vybranú vstupnú alebo výstupnú premennú. Pri práci na fuzzy inferenčnom systéme, ktorý ešte neexistuje v pracovnom priestore, sú k premenným priradené východzie funkcie členstva. Na ľavej strane sa nachádza zoznam premenných, pričom funkcia členstva aktuálne vybranej premennej je zobrazená v hlavnom grafe. Pod zoznamom premenných je zobrazených niekoľko informácií o type a názve aktuálnej premennej. V tejto oblasti sa nachádzajú aj dve textové polia, kde jedno umožňuje zmeniť limity rozsahu aktuálnej premennej a druhé umožňuje nastavenie limitov zobrazenia v aktuálnom grafe [19].



**Obr. 1.22: Editor funkcie členstva**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

## Rule Editor

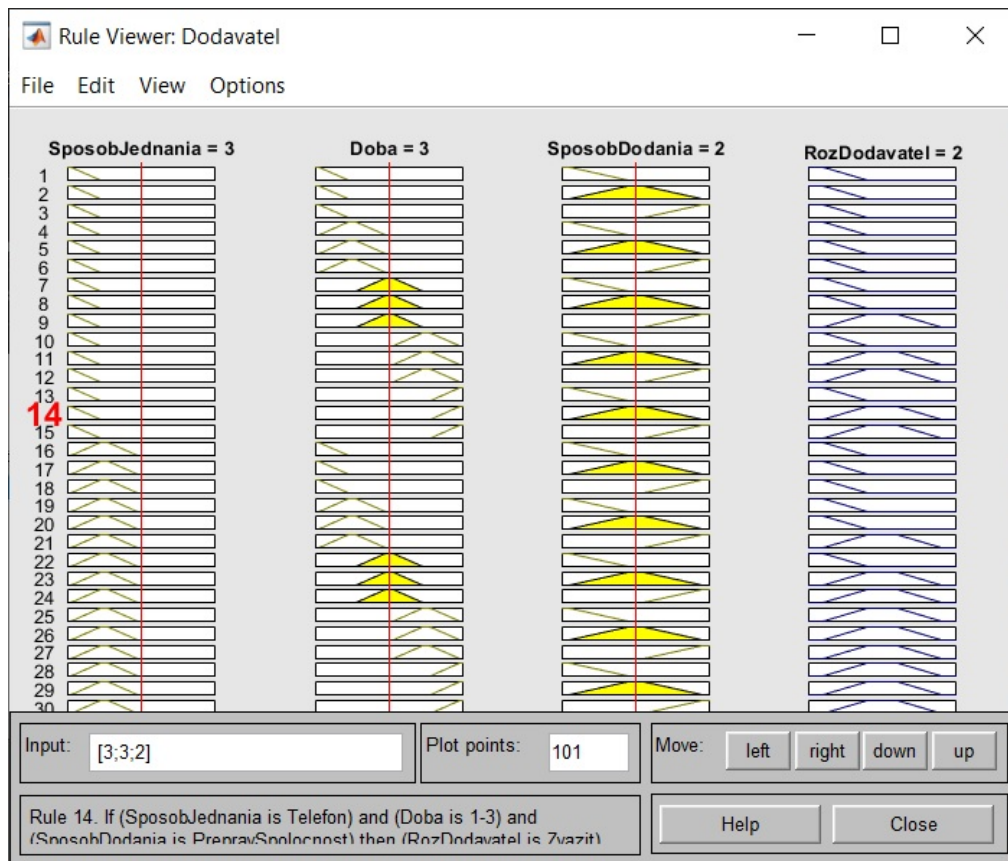
V momente, keď majú premenné svoje pomenovanie a funkcie členstva majú vhodné tvary a názvy, je nutné zadať pravidlá. Na tento účel slúži editor pravidiel (obrázok 1.23), ktoré je možné otvoriť cez ponuku **Edit - Rules**. Tento editor obsahuje veľké upraviteľné textové pole na zobrazenie a úpravu pravidiel. Užívateľovi je tu umožnené vytváranie pravidiel výberom položky v každom poli vstupných a výstupných premenných, následným výberom typu prepojenia (connection) a kliknutím na **Add Rule**. Je taktiež možné špecifikovať váhu pravidla zadaním požadovaného čísla medzi 0 a 1 do **Weight**, pričom ak váha nie je zadaná, predpokladá sa, že ide o váhu 1. Zmenou formátu zobrazenia na indexovaný (**Options - Format - Indexed**) sa užívateľovi zobrazí „strojová“ verzia pravidiel. Pravidlá v tomto zobrazení sú v tvare: 1 2 3, 1 (1): 1. Prvé tri čísla v tomto prípade odpovedajú vstupným premenným, štvrté číslo odpovedá výstupnej premennej, číslo v zátvorke označuje váhu pravidla a posledné číslo je skratka, ktoré označuje či ide o pravidlo AND (1) alebo pravidlo OR (2). Indexový formát pravidiel neobsahuje výrazy ako *if*, *else* a taktiež ani názvy premenných [18].



**Obr. 1.23: Editor pravidiel**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

## Rule Viewer

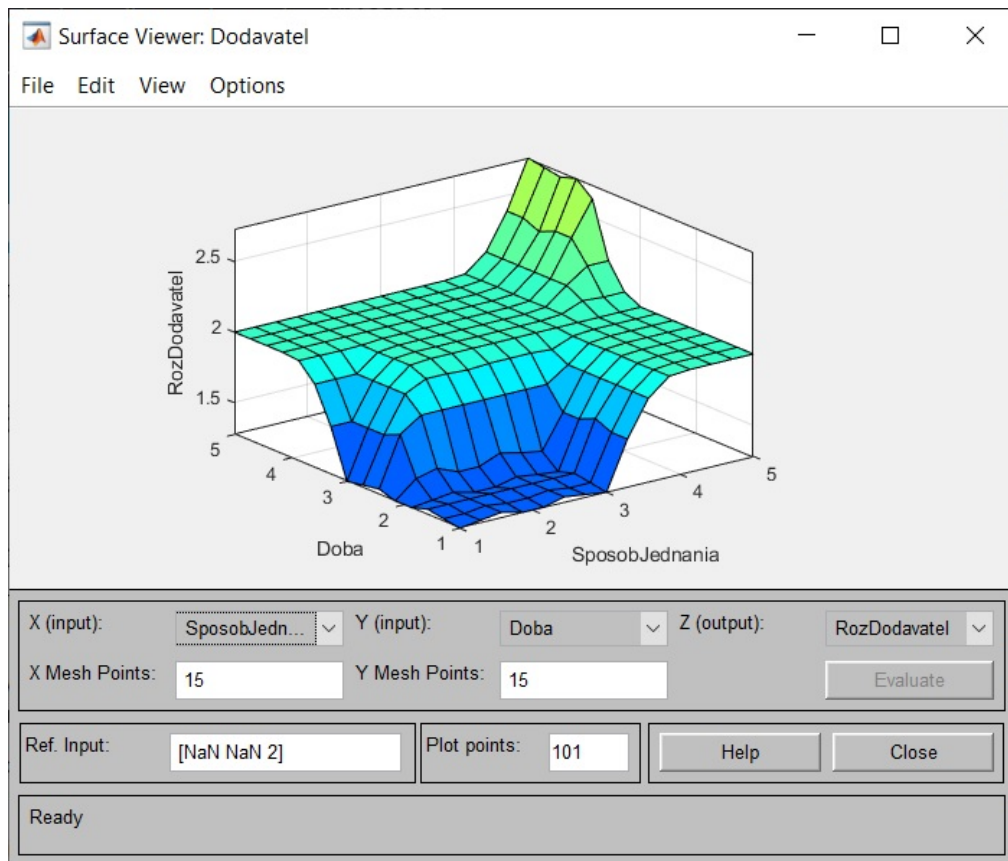
Prehliadač pravidiel zobrazuje plán celého procesu fuzzy inferencie. Každé pravidlo odpovedá jednému riadku a každý stĺpec predstavuje jednu premennú. Čísla jednotlivých pravidiel sú zobrazené naľavo v každom riadku. Po kliknutí na číslo pravidla sa dané pravidlo zobrazí v stavovom riadku. Premenné a ich aktuálne hodnoty sú zobrazené v hornej časti stĺpcov. Vľavo dole, pod grafmi, sa nachádza textové pole, do ktorého je možné zadať vstupné hodnoty. Tieto vstupné hodnoty je možné upravovať aj kliknutím do ktoréhokoľvek z grafov pre vstup. Toto kliknutie posunie červenú indexovú čiaru vodorovne do bodu na ktorý sa kliklo. Po zadaní nového vstupu sa vykoná nový výpočet a je možné tak sledovať ako prebieha celý proces fuzzy inferencie. Prehliadač pravidiel ukazuje ako tvar funkcií členstva ovplyvňuje celkový výsledok. Nevýhodou takéhoto typu zobrazenia je v prípade veľkého počtu pravidiel, pretože sa zobrazuje každá časť každého pravidla. Prehliadač pravidiel poskytuje akýsi mikro pohľad na fuzzy inferenčný systém a je zobrazený na obrázku 1.24 [19].



Obr. 1.24: Prehliadač pravidiel  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### Surface Viewer

Prehliadač povrchu, zobrazený na obrázku 1.25, poskytuje pohľad na celý výstupný povrch daného systému, tzn. na celý rozsah výstupnej množiny na základe celého rozsahu vstupnej množiny. Jedná sa o posledný nástroj používateľského rozhrania Fuzzy Logic Toolboxu. Je možné ho otvoriť pomocou **Surface** z ponuky **View**. Po otvorení prehliadača pravidiel sa užívateľovi zobrazí trojrozmerná krivka, ktorá predstavuje prípad dvoch vstupov a jedného výstupu a je tak možné vidieť celé mapovanie v jednom grafe. Prehliadač povrchu obsahuje rozbaľovacie ponuky  $X$  (vstup),  $Y$  (vstup) a  $Z$  (výstup), ktoré umožňujú výber dvoch ľubovoľných vstupov a jedného výstupu na vykresľovanie. Pod týmito ponukami sú dve vstupné polia  $X$  grids a  $Y$  grids, ktoré umožňujú určiť koľko čiar mriežky na osách bude zahrnutých. Kliknutím na osi grafu a ťahaním myšou je možné manipulovať s povrchom a je tak umožnené prezeranie z rôznych uhlov [19].



**Obr. 1.25: Prehliadač povrchu**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

## 2 ANALÝZA SÚČASNÉHO STAVU

Druhá kapitola diplomovej práce sa zaoberá predstavením vybranej spoločnosti. V prvej časti tejto kapitoly bude táto spoločnosť bližšie predstavená a bude vykonaná analýza firemného prostredia, pričom budú využité analýzy PESTE, Porterov model 5 síl, McKinseyho model 7S a analýza SWOT. Druhá časť bude venovaná aktuálnemu spôsobu hodnotenia dodávateľov, popisu vybraných kritérií hodnotenia a predstaveniu budúcich potenciálnych dodávateľov.

### 2.1 Predstavenie spoločnosti

Kenzel s.r.o. je súkromná rodinná firma, ktorá sa zaoberá výrobou a predajom bicyklov a bicyklových komponentov. Sídlo spoločnosti, ako aj celá výrobná činnosť sa nachádzajú na juhu Slovenska, konkrétne v meste Hurbanovo. Spoločnosť vyrába slovenské bicykle s moderným dizajnom a kvalitnými komponentami pre cieľovú skupinu rekreačných cyklistov, juniorov a detí, ktoré taktiež distribuuje do viacerých európskych štátov. Hlavnými zahraničnými trhmi sú Maďarsko, Chorvátsko, Estónsko a Litva [20].

Spočiatku, krátko po založení firmy, sa jednalo iba o veľkoobchod s bicyklami a so samotnou montážou firma začala až v polovici 90-tych rokov. V roku 1999 vo firme začala aj vlastná produkcia oceľových rámov. O niekoľko rokov neskôr došlo k rozsiahlej modernizácii, ktorá sa týkala výroby ráfikov a rámov. V roku 2015 došlo k modernizácii strojno-technického vybavenia s cieľom zvýšiť kvalitu a množstvo produkcie a taktiež v tomto roku začala spoločnosť s výrobou vlastných nálepiek. Táto modernizácia bola zrealizovateľná vďaka podpore Európskej únie. V súčasnosti v spoločnosti dochádza k rozširovaniu skladových kapacít. V posledných rokoch sa spoločnosť rozvíja hlavne v oblasti elektro bicyklov a kolobežiek [21].

Spoločnosť sa rozhodla, narozdiel od ostatných slovenských výrobcov ísť cestou vlastnej výroby rámov a komponentov, ako sú vidlice alebo ráfiky. Ročná produkcia bicyklov sa pohybuje na úrovni približne 45-tisíc kusov. Výroba ráfikov je pre firmu veľmi dôležitá, nakoľko ich vyrábajú aj pre iných výrobcov po celej Európe. Ďalším významným úsekom výroby je vynovená prášková lakovňa, ktorá zohráva dôležitú

úlohu aj v tejto diplomovej práci, nakoľko vytvorený rozhodovací model je zameraný práve na hodnotenie a výber dodávateľov práškových farieb. V tejto lakovni sa farbía vyrobené ocelové a hliníkové rámy a taktiež aj vidlice. Farbiace a lakovacie služby však spoločnosť poskytuje aj pre iných slovenských či zahraničných výrobcov. Medzi farbením a lakovaním rámov dochádza k lepeniu podlakových nálepiek, ktoré si spoločnosť sama navrhuje a následne tlačí.

### 2.1.1 Základné údaje o spoločnosti

<b>Obchodné meno:</b>	Kenzel s.r.o.
<b>Sídlo:</b>	Novozámocká 182, Hurbanovo 947 01
<b>IČO:</b>	36 504 404
<b>Deň zápisu:</b>	28.02.2001
<b>Právna forma:</b>	Spoločnosť s ručením obmedzeným
<b>Spoločníci:</b>	Jozef Kender, Monika Kenderová
<b>Štatutárny orgán:</b>	konatelia

### 2.1.2 Predmet činnosti

Hlavnou činnosťou spoločnosti je výroba bicyklov a súčiastok k bicyklom. Ďalšími činnosťami súvisiacimi s predmetom podnikania spoločnosti je nákladná cestná doprava vykonávaná vozidlami s celkovou hmotnosťou do 3,5 ton, vďaka čomu môže spoločnosť rozvážať hotové produkty do rôznych častí Slovenska. Doplnkovými činnosťami spoločnosti polygrafická výroba, sadzba a konečná úprava tlačovín a taktiež aj fotografické služby, pričom najčastejšie sa jedná o fotografovanie nových modelov, ktoré sú následne umiestňované do katalógu produktov [22].



Obr. 2.1: Logo spoločnosti Kenzel  
(Zdroj: [23])

## 2.2 Analýza vonkajšieho prostredia spoločnosti

Prvou oblasťou, ktorá je analyzovaná je vonkajšie prostredie spoločnosti. Pod pojmom prostredie je možné chápať súbor okolností, ktoré danú spoločnosť ovplyvňujú. Môže sa jednať o človeka, rodinu, podnik či miesto – súhrnne povedané, jedná sa o určitý objekt. Na chovanie spoločnosti tak pôsobia tak kladné i záporné vplyvy prostredia a rozhodujú tak o jej súčasnom, ako aj budúcom vývoji. Pre hodnotenie vývoja vonkajšieho prostredia bude využitá analýza PESTE, ktorá zahrňuje faktory politické, ekonomické, sociálne, technologické a ekologické. Znamená to, že niektoré vplyvy sú hmotné a iné nehmotné [24].

### 2.2.1 Politické a legislatívne faktory

Tento segment analýzy PESTE je zameraný na právne faktory, v rámci ktorých môže spoločnosť pôsobiť. Zahrňuje faktory, ktoré majú vplyv na vývoj ekonomickej aktivity, ako napr. zákonník práce či zákony o ochrane údajov. Okrem toho sem spadajú aj vlastné zákony, pravidlá a predpisy, ktoré si každá spoločnosť vytvára sama a ktoré musia jej zamestnanci dodržiavať [24].

Celá výrobná činnosť spoločnosti Kenzel podlieha aktuálne platnej legislatíve Slovenskej republiky. Pri výrobe bicyklov a bicyklových komponentov je nutné dodržiavať radu zákonov, ktoré sa týkajú najmä právnej a výrobnjej oblasti. Aj keď spoločnosť pôsobí iba na území Slovenska, musí dodržiavať aj určité európske predpisy a nariadenia. Medzi takéto nariadenie je možné zaradiť nariadenie GDPR, ktoré vstúpilo do platnosti v máji roku 2018. Toto nariadenie pojednáva o ochrane osobných údajov, stanovuje povinnosti podnikateľom a priznáva práva fyzickým osobám. Pre spoločnosť znamenal príchod tohto nariadenia vykonanie menších zmien spojených s komunikáciou s odberateľmi.

Rastúca popularita elektro bicyklov znamenala stanovenie určitých parametrov a nariadení, ktorými sa musí spoločnosť riadiť. Bicykle na elektrický pohon musia spĺňať zákon č. 264/1999 Z.z. o technických požiadavkách na výrobky a nariadenie vlády SR č. 140/2011 Z.z. ktoré ustanovuje podrobnosti o technických požiadavkách a postupoch posudzovania zhody na strojové zariadenia. Tieto typy bicyklov musia

mať označenie CE, za ktoré vždy zodpovedá výrobca. Taktiež ku každému produktu musí byť priložené ES vyhlásenie o zhode v úradnom jazyku krajiny, v ktorom je uvedené na trh [25].

Všetci zamestnanci spoločnosti, vrátane vyššie postavených pracovníkov, musia každoročne absolvovať školenie BOZP (Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci) a OPP (Ochrana pred požiarmi). Pracovníci skladu sa musia navyše každé dva roky zúčastniť kurzu na obsluhu vysokozdvížneho vozíka.

### 2.2.2 Ekonomické faktory

Ekonomické faktory patria medzi určujúce ukazatele výkonnosti ekonomiky. Do tejto kategórie patrí miera ekonomického rastu, výmenné kurzy, miera inflácie či životné náklady. Tieto faktory môžu mať priamy či nepriamy vplyv na spoločnosť, pretože ovplyvňujú kúpnu silu spotrebiteľov a ovplyvňujú aj spôsob, akým spoločnosť oceňuje svoje produkty a služby [24].

Ekonomické ukazatele sú v posledných rokoch silno ovplyvnené prebiehajúcou pandemiou COVID-19. V roku 2020 nastalo výrazné ekonomické spomalenie spôsobené najmä opatreniami počas prvej vlny tejto pandémie. Spoločnosť Kenzel však v tomto roku paradoxne dosiahla svoje najvyššie zisky od svojho založenia. Bolo to spôsobené najmä tým, že ľudia mohli svoj voľný čas tráviť iba v prírode, kde sa dalo iba behať či bicyklovať. Tieto skutočnosti priniesli spoločnosti neuveriteľný rozmach.

Miera inflácie dosiahla na Slovensku v septembri 2021 hodnotu 4,6%, pričom sa jedná o najvyššiu hodnotu od novembra 2011. Medziročnú hodnotu inflácie ovplyvnili najmä vyššie ceny tabakových výrobkov či rast palív a mazadiel, ale vplyv na tento nárast mal aj rast cien bicyklov, a to konkrétne o 3,2% [26]. Tento nárast cien môže mať pre spoločnosť v budúcnosti negatívne dôsledky, pretože môže odradiť niektorých odberateľov.

Jedným z najdôležitejších sledovaných údajov je informácia o nezamestnanosti v oblasti, kde daná spoločnosť pôsobí. Miera nezamestnanosti v Nitrianskom kraji je na úrovni 4,74%, čo znamená približne 16-tisíc nezamestnaných [27]. Keďže spoločnosť väčšinou zamestnáva pracovníkov s nízkou kvalifikáciou, ich nahradenie či prijatie nových pracovníkov nepredstavuje pre spoločnosť problém. V roku 2021

došlo k nárastu minimálnej mzdy na Slovensku na úroveň 623€ [26]. Väčšine pracovníkov je vyplácaná práve táto minimálna mzda, takže rastúci trend znamená aj rastúce celkové výdaje spoločnosti.

Posledným dôležitým faktorom v tejto kategórii je výmenný kurz amerického dolára voči euru. Výmenný kurz je podstatný pri objednávaní súčiastok z Ázie, najmä z Číny a Taiwanu, pretože tieto obchody sú väčšinou realizované v dolároch. Tento výmenný kurz má v posledných rokoch kolísavú tendenciu a pre spoločnosť je výhodné, ak dolár oslabuje a euro posilňuje.

### 2.2.3 Sociálne faktory

Sociálne faktory popisujú, kto sú potenciálnymi zákazníkmi spoločnosti, ako títo zákazníci rozmýšľajú a čo ich môže ovplyvniť pri rozhodovaní o nákupe. Do tejto kategórie patria aj štruktúra trhu práce, miera rastu populácie, vekové rozloženie či príjmy obyvateľstva. Tieto faktory sú dôležité najmä pri zacielení na určitú skupinu zákazníkov, ale takisto hovoria aj o pracovnej sile a jej ochote pracovať za určitých podmienok [24].

Jedným zo sledovaných parametrov v tejto kategórii je veková štruktúra obyvateľstva Slovenska. Priemerný vek obyvateľov bol v marci roku 2021 na úrovni 41,26 roka [26], pričom produktívna veková skupina 15 až 64 rokov tvorila 64,03% celkového obyvateľstva [28]. Na túto vekovú kategóriu sa spoločnosť najviac zameriava a je aj najčastejšou klientelou spoločnosti.

V súčasnosti spoločnosť pôsobí iba na území Slovenskej republiky, v meste Hurbanovo, ktoré sa nachádza v Nitrianskom kraji. Tento kraj má rozlohu približne 6300 km<sup>2</sup> a rozprestiera sa na juhozápadnej časti Slovenska. Z hľadiska počtu obyvateľov patrí k priemerne veľkým krajom s približne 678 tisíc obyvateľmi. V Hurbanove prevádzkuje spoločnosť aj jednu predajňu, ktorá tak má výbornú dostupnosť blízko troch hlavných miest – Bratislavy, Viedne a Budapešti, čo je výhodou pre potenciálnych aj existujúcich odberateľov.

V dobe koronakrízy a lockdownov enormne narástol záujem a dopyt po bicykloch, čo u väčšiny predajcov znamenalo dlhé čakacie doby, pretože žiadané modely neboli dostupné sklodom. Táto kríza postihla aj spoločnosť Kenzel, avšak dokázali potreby

zákazníkov pomerne rýchlo uspokojiť. Počas tohto obdobia bola väčšina športovísk zatvorená a cyklistika bola jedna z dostupných variant ako sa udržať v kondícii. Cyklistika sa tak stala jedným z dostupných spôsobov, ako zostať zdravý, byť pozitívne naladený a zostať v kontakte so svetom okolo.

#### **2.2.4 Technologické faktory**

Technologické faktory majú zásadný makroekonomický vplyv na fungovanie spoločnosti, jeho produkty, ale aj na spôsob akým spoločnosť poskytuje svoje služby. Do tejto kategórie je možné zaradiť inovácie, automatizáciu, výskum a vývoj, ale aj dopravné či skladovacie technológie. Tieto faktory môžu ovplyvniť rozhodnutie o tom, či uviesť alebo neuviesť nový produkt či službu na trh. Technologické prostredie je zdrojom technologického pokroku, ktorý spoločnosti umožňuje dosahovať lepších hospodárskych výsledkov [24].

V súčasnosti sú v areáli spoločnosti vybudované 4 haly, z ktorých jedna je výrobná a ostatné slúžia na skladovanie hotových výrobkov či súčiastok. Aktuálne prebieha dostavba ďalšej haly, nakoľko momentálne skladovacie priestory sú nedostatočné. V cyklistickom priemysle je úspech spoločnosti podmienený dlhoročnými skúsenosťami vo výrobe, sledovaním konkurencie, ale hlavným zdrojom sú neustále inovácie umožňujúce zvýšenie kvality výroby. Toto zvýšenie kvality je možné dosiahnuť najmä vyššou kvalitou použitých súčiastok. Väčšina slovenských, ale aj európskych výrobcov sa sústreďuje na dovoz súčiastok z Taiwanu alebo Číny. Dôvodom sú predovšetkým nižšie ceny. Na druhej strane sú však niektoré komponenty nekvalitné, niekedy dokonca aj iné ako si výrobca objedná. Práve kvôli týmto skutočnostiam sa spoločnosť Kenzel vybrala cestou vlastnej produkcie súčiastok, vďaka ktorej dokáže skrátiť niekoľkonásobne čas výroby [21].

Budúcnosť cyklopriemyslu je v oblasti elektrobicyklov a elektrokolobežiek, ktoré si každoročne získavajú vyššiu a vyššiu popularitu. Aj v tejto oblasti sa vybraná spoločnosť snaží minimálne o udržanie kroku s konkurenciou. V spolupráci so švajčiarskymi vývojármi vyvinuli inteligentný systém zdieľaných elektrických bicyklov. Jedná sa o nový alternatívny systém verejnej dopravy pre mestá a obce, ktorý umož-

ňuje prístup k bicyklom pomocou kreditnej karty či smartfónu. Tento systém sa v súčasnosti využíva v niekoľkých európskych krajinách [23].

V oblasti technológií hrá veľmi dôležitú rolu propagácia značky. S odbytom bicyklov pomáhajú spoločnosti výstavy, na ktorých vystavuje spoločnosť svoje novinky. Okrem toho spoločnosť využíva aj sociálne siete, PR články či inzerciu [21]. Opatrenia spojené s pandemiou koronavírusu donútili spoločnosť k obnove svojej webovej stránky a k zriadeniu e-shopu.

### **2.2.5 Ekologické faktory**

Medzi ekologické faktory je možné zaradiť prírodné a klimatické vplyvy, ako napr. klimatické zmeny. Do tejto kategórie však patria aj zákony týkajúce sa likvidácie odpadov, zákony o ochrane životného prostredia, regulácie spotreby energie a ďalšie. Všetky spomenuté opatrenia a obmedzenia môžu pre spoločnosť znamenať ďalšiu finančnú a časovú záťaž, avšak na druhej strane jej môžu priniesť aj konkurenčné výhody [29].

V dnešnej dobe sa kladie veľký dôraz na čisté životné prostredie a zelenú infraštruktúru. Tieto opatrenia sa dotýkajú aj spoločnosti Kenzel, a to najmä v súvislosti s recyklovaním či likvidáciou vyprodukovaného odpadu. Jedná sa najmä o zákon č. 79/2015 Z. z., ktorý upravuje práva a povinnosti právnických a fyzických osôb pri predchádzaní vzniku odpadov a pri nakladaní s odpadmi. Najväčšie množstvo odpadu vzniká počas prípravy rámov na ich konečnú úpravu, kde sa jednotlivé kusy musia upraviť na požadované rozmery. Odvoz vyprodukovaného kovového odpadu do zberného dvora externou firmou predstavuje dodatočné náklady pre spoločnosť.

## **2.3 Porterov model piatich síl**

Porterov model piatich síl je jedným z najtradičnejších, najznámejších a najpoužívanějších modelov strategickej mikroanalýzy. Umožňuje pochopiť konkurenčné sily pôsobiace v danom odvetví ako aj to, ako tieto sily ovplyvňujú ziskovosť podniku. Tento model je založený na koncepte, že existuje 5 síl, ktoré určujú intenzitu konkurencie a atraktivnosť trhu. Medzi Porterových 5 síl patrí: konkurencia v odvetví,

vstup nových konkurentov, vyjednávací sila dodávateľov, vyjednávací sila odberateľov a substitučné produkty [30].

### **Sučasná konkurencia v odvetví**

Spoločnosť Kenzel nedosahuje monopolné postavenie v odvetví v ktorom pôsobí. V cyklistickom priemysle existuje niekoľko konkurenčných firiem, ktoré si počas rokov svojho pôsobenia vybudovali stabilné miesto na slovenskom, ale aj na zahraničnom trhu. Rivalita v odvetví sa prejavuje predovšetkým prostredníctvom ceny a výslednej kvality. Medzi najväčších konkurentov na slovenskom trhu je možné zaradiť spoločnosti Kellys, CTM Bikes či Dema. Keďže sídlo spoločnosti Kenzel sa nachádza na juhu Slovenska, blízko hraníc s Maďarskom, musí do úvahy brať aj konkurentov z tohto susedného štátu. Na maďarskom trhu sú najväčšími konkurentmi spoločnosti Neuzer a Gepida.

### **Vstup nových konkurentov**

Aj keď trh s bicyklami počas posledných rokov neustále rastie, hrozba vstupu nových konkurentov do odvetvia je pomerne nízka. Každá zo spomínaných spoločností má v súčasnosti stabilné miesto na trhu. Prípadný vstup novej spoločnosti na trh je spojený s veľkými bariérami vstupu, a to najmä finančného charakteru. Ak by chcela novo vznikajúca firma vyvinúť nový model bicykla, musela by postaviť nový výrobný závod a vybaviť ho potrebnými technológiami. Ďalšie úsilie by bolo potrebné vložiť do marketingových aktivít a taktiež aj na nájdenie potrebných dodávateľov. Navyše budovanie dôvery so zákazníkmi predstavuje v cyklistickom priemysle neľahký a zdĺhavý proces.

### **Vyjednávací sila odberateľov**

V cyklistickom priemysle je možné vyjednávaciu silu odberateľov považovať za vysokú. Je to z dôvodu, že zákazník tlačí na spoločnosť najmä v oblasti cien bicyklov, pričom požadujú čo najkvalitnejšie výrobky za čo najnižšie ceny. Aj keď počet výrobcov na slovenskom trhu nie je príliš vysoký, majú zákazníci na výber množstvo rôznych modelov z rôznych kategórií. Pre každú výrobnú spoločnosť je najpodstatnejšie čo najlepšie spoznať potreby zákazníkov a stanoviť výslednú cenu tak, aby bola pre zákazníka akceptovateľná a aby sa nerozhodol pre výrobok konkurenta. Firma

sa snaží o udržiavanie čo najlepších vzťahov s veľkoodberateľmi a preto je najväčšou hrozbou ich strata, takže sú to práve oni, ktorí majú najväčšiu vyjednávaciu silu.

### **Vyjednávacía sila dodávateľov**

Cyklistický priemysel sa vyznačuje úzkou spoluprácou medzi dodávateľskými a výrobnými spoločnosťami. Aj napriek tomu, že sa spoločnosť Kenzel vyznačuje vysokou mierou výrobnjej sebestačnosti, nie je schopná si všetky potrebné súčiastky vyrobiť sama, a je tak nútená spolupracovať s niekoľkými tuzemskými či zahraničnými dodávateľskými firmami. U dodávateľov zo zahraničia, najmä z Číny a Taiwanu, spolupracuje firma s agentmi, ktorí dohliadajú na kvalitu súčiastok. Vyjednávacía sila dodávateľských spoločností nie je až taká vysoká ako by sa mohla zdať, takže v prípade nevyhovujúcej kvality nie je problém nájsť iného vyhovujúceho dodávateľa.

### **Substitučné produkty**

Za substitučné produkty všetkých kategórií bicyklov je možné považovať autá, motocykle či prostriedky hromadnej dopravy, ako napr. autobusy, električky alebo vlaky. Každá z týchto foriem dopravy má aj svoje výhody aj nevýhody, avšak najekologickejšou formou cestovania je určite využitie bicyklov. Ponuku osobnej dopravy za posledné roky rozšírili elektrické kolobežky a s nimi spojené služby zdieľaných kolobežiek. Práve zdieľané kolobežky sú čoraz viac obľúbenejšími a stávajú sa bežnou súčasťou veľkých miest.

## **2.4 Analýza vnútorného prostredia spoločnosti**

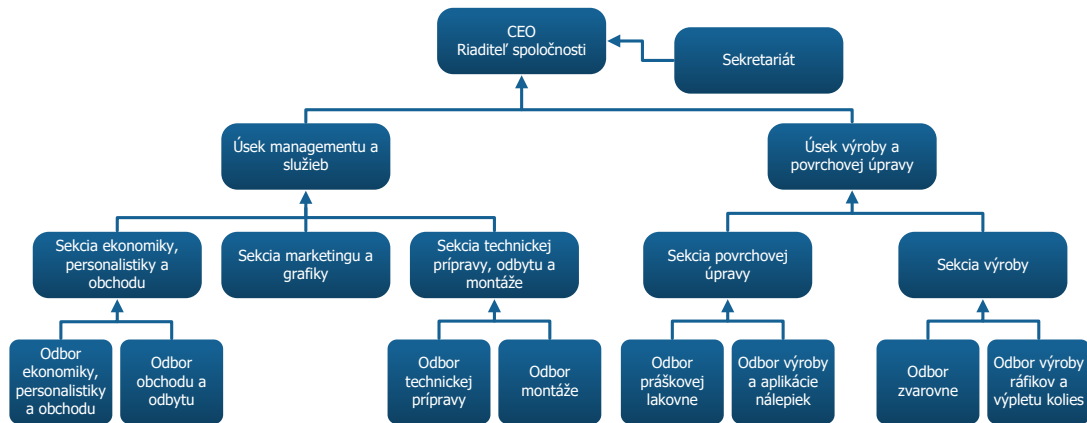
Vnútorné prostredie firmy je tvorené zdrojmi spoločnosti a schopnosťami tieto zdroje čo najefektívnejšie využívať. Toto prostredie sa vzťahuje na faktory, ktoré môžu byť spoločnosťou priamo riadené a ovplyvňované. Analýza vnútorného prostredia je zameraná na identifikáciu zdrojov a schopností, ktorými musí spoločnosť disponovať, aby bola schopná reagovať na príležitosti vznikajúce v jeho okolí [24]. Pre analýzu interného prostredia spoločnosti bude využitý McKinseyho model 7S. Jedná sa o nástroj, ktorý analyzuje organizačný dizajn spoločnosti. Cieľom modelu je znázorniť, ako možno v organizácii dosiahnuť efektivitu prostredníctvom interakcií siedmich kľúčových prvkov – štruktúry, stratégie, schopností, spolupracovníkov, štýlu, sys-

témov a zdieľaných hodnôt. Týchto sedem prvkov je rozdelených do „mäkkých“ a „tvrdých“ oblastí. Stratégia, štruktúra a systémy sa zaraďujú medzi tvrdé prvky, pretože je možné ich jednoduchšie identifikovať a spravovať v porovnaní s mäkkými prvkami. Na druhej strane, riadenie mäkkých prvkov je ťažšie, ale je pravdepodobnejšie že vytvoria konkurenčnú výhodu [31].

### 2.4.1 Štruktúra

Na obrázku 2.2 je možné vidieť jednotlivé segmenty a štruktúru, ktorú nadobúda spoločnosť Kenzel. V súčasnosti je v spoločnosti zamestnaných približne 90 zamestnancov. V spoločnosti sa využíva funkčná organizačná štruktúra, ktorá je založená na rozdelení na menšie sekcie a odbory. Zodpovednosti za výrobnú činnosť sú v spoločnosti rozdelené podľa jednotlivých výrobných procesov, kde každý takýto proces má svojho manažéra. Organizačná štruktúra sa časom vymodelovala do súčasnej podoby podľa toho, akým činnostiam rozumejú jednotliví zamestnanci a aké sú ich schopnosti a právomoci. Jednotliví manažéri úzko spolupracujú a predávajú si navzájom všetky dôležité informácie, takže koordinácia práce medzi rôznymi oddeleniami je efektívna a organizovaná. Výhoda funkčnej organizačnej štruktúry je v tom, že sú udržiavané vzťahy vertikálnym aj horizontálnym smerom. Táto štruktúra je vo firme už zaužívaná, takže jednotliví zamestnanci majú znalosti o tom, s kým majú komunikovať v prípade nejasnosti alebo potreby. Avšak nevýhodou tejto štruktúry je občasné brzdenie výroby z dôvodu vyššieho pracovného zaťaženia niektorých pracovníkov.

Vedenie spoločnosti je tvorené mladou generáciou rodinných príslušníkov a neustále sa snaží vytvoriť vo firme takú atmosféru, aby zamestnanci neboli pod stresom a aby si odvedli prácu čo najkvalitnejšie. Osoba riaditeľa je hlavou celej spoločnosti a je zainteresovaný do každej dôležitej udalosti vo firme. Často kontroluje prácu jeho podriadených alebo rieši problémy spojené s výrobou či fungovaním samotnej spoločnosti.



Obr. 2.2: Organizačná štruktúra spoločnosti  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

## 2.4.2 Stratégia

Hlavným cieľom spoločnosti je spokojnosť koncových odberateľov, preto je aj stratégia zameraná na produkciu bicyklov najvyššej kvality s prispôsobením sa nárokom zákazníkov. Spoločnosť však nezabúda ani na svojich dodávateľov, s ktorými sa taktiež snaží udržiavať nadštandardné vzťahy. Veľmi dôležitú rolu zohráva vlastná výroba ráfikov, vďaka ktorej sa spoločnosť výrazne odlišuje od ostatných výrobcov. Dôležitým aspektom stratégie spoločnosti Kenzel je, že neustále zohľadňuje meniace sa spotrebiteľské trendy a požiadavky a umožňuje to spoločnosti zostať neustále konkurencieschopnou. Dlhodobým strategickým cieľom spoločnosti je neustále zvyšovanie hodnoty svojich výrobkov, inovácia firemných procesov a vstup na nové trhy.

## 2.4.3 Systémy

Systém riadenia výroby je postavený na tvorbe dvojtýždňových výrobných plánov, za ktoré nesie zodpovednosť hlavný skladník. Tieto plány sú zostavované na základe aktuálneho odbytu jednotlivých modelov či počtu skladových zásob. Okrem týchto krátkych plánov, dochádza začiatkom roka k tvorbe celoročného výrobného plánu, ktorý obsahuje približný počet bicyklov, ktoré plánuje spoločnosť v danom roku vyrobiť. Súčasťou systému riadenia výroby sú aj porady, ktoré sa však uskutočňujú iba v prípade výskytu problémov či nejasností.

Rozdelenie pracovných činností na výrobnéj linke má vždy na starosti manažér montáže. Jednotliví pracovníci majú na svojich pracoviskách k dispozícii technickú špecifikáciu aktuálne vyrábaného modelu. Evidencia vyrobených kusov sa vedie u každého výrobného procesu, pričom jej obsahom sú počty vyrobených kusov, počet pracovníkov zapojených do daného procesu, ale aj počet chybných výrobkov.

V spoločnosti je aktuálne implementovaný ERP informačný systém Pohoda, ktorý pokrýva všetky podnikové procesy od príjmu objednávok, cez evidenciu výroby, až po fakturáciu a expedíciu hotových produktov. Tento systém využívajú v spoločnosti hlavne manažéri jednotlivých sekcií a pracovníci ekonomického oddelenia. V procese výroby sa informačné technológie vyskytujú iba pri návrhu a tlači nálepiek. Všetky osobné počítače a notebooky v priestoroch firmy využívajú operačný systém Windows a sú vybavené antivírusovým programom od firmy Eset. Grafik pri navrhovaní nových, alebo úprave existujúcich nálepiek využíva program Adobe Photoshop prípadne Adobe InDesign.

#### **2.4.4 Štýl**

Štýl vedenia pracovníkov v spoločnosti Kenzel je možné definovať ako participatívny. Prostredníctvom tohto štýlu vedenia dokáže spoločnosť zapojiť svojich zamestnancov do rozhodovacích procesov a manažérskych rozhodnutí. Keďže sa jedná o menšiu spoločnosť, vnútorná komunikácia medzi zamestnancami a manažérmi je otvorenejšia, tzn. manažéri si vždy vypočujú názor zamestnancov. Manažéri potom jednotlivé pripomienky a názory zvažia a ak ich považujú za prínosné, tak ich zavádzajú do podnikových procesov. Efektivita vnútornej komunikácie je vyššia aj z dôvodu, že celá výrobná a administratívna činnosť sa nachádza v jednej budove. Štýl participatívneho vedenia je efektívny aj pri dosahovaní cieľov spoločnosti. Vďaka prevládajúcej priateľskej atmosfére sa zamestnanci cítia byť aktívnymi členmi organizácie, ktorých si spoločnosť cení za ich návrhy či spätnú väzbu.

Komunikáciu s konečnými odberateľmi má výlučne na starosti vedenie spoločnosti. Firma sa snaží pristupovať k všetkým odberateľom rovnakým spôsobom, bez ohľadu na počet zakúpených produktov. Pri návrhu nových modelov sa vždy berie

do úvahy spätná väzba získaná od zákazníkov. Samozrejmosťou je prispôsobenie sa nárokom zákazníkov, pričom najčastejšie sa jedná o zmenu špecifikácie bicykla.

#### **2.4.5 Spolupracovníci**

Spoločnosť aktuálne zamestnáva pracovníkov najmä vo vekovej kategórii od 25 do 60 rokov. Medzi staršími pracovníkmi sa nájdu aj jedinci, ktorí v spoločnosti pracujú od jej samého začiatku. Toto svedčí o vyhovujúcich pracovných podmienkach, ale aj o priateľskej atmosfére. Vedenie spoločnosti si však uvedomuje skutočnosť, že v prípade odchodu týchto zamestnancov nastane značný úbytok znalostí.

Spoločnosť Kenzel využíva ako metódu získavania nových zamestnancov prevažne inzerciu, prípadne využije pomoci úradu práce či špecializovaných agentúr zaoberajúcich sa sprostredkovateľskou činnosťou v oblasti zamestnávania. Keďže v niektorých prípadoch dochádza k prelínaniu pracovných pozíc, vedenie sa vždy snaží prijať všestranného pracovníka. Novo prijatí zamestnanci sa na začiatku pracovného pomeru zúčastňujú školenia BOZP a požiarnej ochrany.

Jedným z využívaných prístupov k rozvoji ľudských zdrojov sú rôzne školenia a kurzy, ktoré v spoločnosti prebiehajú iba v rámci potreby. Jedná sa najmä o preskúšanie zváračov z bezpečnostných ustanovení za účelom predĺženia platnosti kurzu zvárania. Zvyčajne tieto školenia prebiehajú v zimných mesiacoch, kedy je spoločnosť mimo hlavnej sezóny. V prípade modernizácie strojov, sú zamestnanci zaškolení externou firmou. Pre zosilnenie vzťahov v spoločnosti sa pre zamestnancov každoročne organizuje vianočný večierok, na ktorom sa vyhodnocujú výsledky za uplynulý rok.

#### **2.4.6 Schopnosti**

Medzi hlavné schopnosti firmy je možné zaradiť poskytovanie kvalitných a jedinečných slovenských výrobkov. Prechodom na vlastnú výrobnú sebestačnosť sa firma snaží odlišiť od konkurenčných spoločností. Jednotlivé oddelenia sú v neustálom vzájomnom kontakte, keďže počas procesu výroby na seba nadväzujú. Po rokoch sa výrobná činnosť medzi oddeleniami vyladila a tieto oddelenia tak tvoria jeden fungujúci celok. Hlavnú zásluhu na tom má firemná rodinná kultúra a atmosféra.

Ako bolo vyššie spomenuté, vedenie spoločnosti sa snaží o zachovanie maximálnej spokojnosti zamestnancov a taktiež aj zákazníkov.

#### **2.4.7 Zdieľané hodnoty**

Zdieľané hodnoty firmy Kenzel predstavujú najdôležitejšie princípy, ktorými sa spoločnosť a jej spolupracovníci riadia. Tieto hodnoty sa snaží dodržiavať tak, aby umožnila zamestnancom podávať požadované výkony a zvýšila ich motiváciu a odhodlanie. Svojou výrobnou činnosťou podporuje zdravý životný štýl a neustálymi inováciami a vylepšeniami sa snaží o vlastný rozvoj. Spoločnosť zastáva názor, že pracovníci sú jej najcennejším kapitálom a preto im zabezpečuje bezpečné pracovné prostredie. Taktiež si uvedomuje jedinečnosť a dôležitosť každého člena tímu. Medzi najdôležitejšie hodnoty je možné zaradiť aj vytvorenie trvalých a férových vzťahov s odberateľmi či dodávateľmi.

### **2.5 SWOT analýza**

SWOT analýza (analýza silných a slabých stránok, príležitostí a hrozieb) je jednou z najčastejšie používaných analýz prostredia, ktorej cieľom je identifikovať to, do akej miery sú súčasná stratégia firmy a jej silné a slabé miesta relevantné a schopné sa vyrovnáť so zmenami prostredia. Pozostáva z dvoch analýz, a to analýzy SW a OT, pričom SW sa týka vnútorného prostredia firmy a obsahom OT sú príležitosti a hrozby pochádzajúce z externého prostredia firmy. Častým využitím SWOT analýzy je sumarizácia viacerých analýz a ich kombinácia s kľúčovými výsledkami analýzy prostredia firmy a jej schopnosťami [24].

Medzi silné stránky spoločnosti Kenzel je možné s určitosťou zaradiť kvalitu bicyklov, za čo firma vďačí najmä vlastnej výrobe niektorých komponent. Silnou stránkou je nepochybne aj prijateľnejšia cena v porovnaní s konkurenčnými značkami. Obrovskou výhodou spoločnosti je jej geografická poloha, pretože vzdialenosti do hlavných miest susedných štátov nie sú veľké. Neustála modernizácia výroby, budovanie úzkych vzťahov s veľkoodberateľmi a dodávateľmi umožňujú firme udržiavať si stabilné miesto najmä na slovenskom, ale nestratí sa ani na zahraničnom trhu.

Slabými stránkami spoločnosti je skutočnosť, že výrobu bicyklov je možné považovať za sezónnu prácu, z čoho môže vyplývať vyššia fluktuácia najmä mladších pracovníkov. Kenzel sa primárne sústreďuje na výslednú kvalitu svojich produktov a má tak v porovnaní s konkurenciou nižšiu ročnú produkciu. Veľkou nevýhodou je slabý popredajný servis, pričom spoločnosť poskytuje iba garančné prehliadky a základnú údržbu. V prípade vážnejšej poruchy je nutné bicykel odoslať do špecializovaného servisu, pričom proces opravy môže následne trvať až niekoľko týždňov, čo môže vyvolať u zákazníkov nespokojnosť. Vedenie spoločnosti by si želalo väčšiu podporu zo strany štátu, napr. vo forme úľav, tak ako sú k dispozícii pre zahraničné firmy. Slabými stránkami v spoločnosti sú aj nezostavený marketingový plán či slabšia firemná prezentácia.

Jednou z príležitostí firmy je zacielenie a následné oslovenie potenciálnych zákazníkov, a to ako na domácom tak aj na zahraničnom trhu. Veľkú možnosť získania konkurenčnej výhody predstavujú elektrobicykle, pretože sú stále viac a viac preferovanejšie a žiadanejšie. Kenzel je jedinou slovenskou firmou, ktorá bicykle tohto typu vyrába. Opatrenia koronavírusu sa dotkli aj spoločnosti Kenzel, avšak vďaka vlastnej výrobe komponentov, dokázala rýchlejšie reagovať na vývoj trhu, čo jej prinieslo najvyšší zisk od svojho založenia. V dnešnej dobe, kedy je zdravý životný štýl viac a viac preferovanejší, ľudia vymieňajú dopravné prostriedky za bicykle, čo spôsobuje rast cyklistického trhu a tiež aj firmy samotnej. Zlepšenie popredajného servisu je taktiež jednou z možností, ako si upevniť vzťahy so zákazníkmi a získať tým aj výhodu oproti konkurencii.

Aj keď si spoločnosť väčšinu komponent vyrába sama, stále je však odkázaná na dovoz niektorých súčiastok zo zahraničia. S týmto dovozom je spojená hrozba zvyšovania nákladov firmy na dovoz, či dlhotrvajúca cesta, ktorá môže výrazne spomaliť proces výroby. Zimné mesiace sú z pohľadu počtu predaných bicyklov oveľa slabšie ako tie letné, pričom v týchto mesiacoch sa hlavne doplňujú skladové zásoby. Zlá finančná situácia, legislatívne zmeny či inflácia v krajine môžu mať za následok zníženie dopytu po produktoch firmy. Stálou, aj keď veľmi nízkou hrozbou pre spoločnosť je aj vstup nových konkurentov na trh.

**Tabuľka 2.1: SWOT analýza spoločnosti Kenzel**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Silné stránky	Slabé stránky
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kvalita produktov</li> <li>• Priaznivá cena</li> <li>• Vlastná výroba komponent</li> <li>• Výhodná geografická poloha</li> <li>• Stabilné miesto na trhu</li> <li>• Dlhoročné vzťahy s odberateľmi</li> <li>• Neustála modernizácia výroby</li> <li>• Image značky</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chýbajúci marketingový plán</li> <li>• Nižšia ročná produkcia</li> <li>• Slabý popredajný servis</li> <li>• Vyššia fluktuácia pracovníkov</li> <li>• Slabšia podpora zo strany štátu</li> </ul>
Príležitosti	Hrozby
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zisk nových odberateľov</li> <li>• Elektrobicykle a kolobežky</li> <li>• COVID 19</li> <li>• Letná sezóna</li> <li>• Rast cyklistického trhu</li> <li>• Neustály vývoj</li> <li>• Zvýšenie odbornosti pracovníkov</li> <li>• Zlepšenie popredajného servisu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zvyšovanie nákladov na dovoz</li> <li>• Zimná sezóna</li> <li>• Vstup konkurencie na trh</li> <li>• Vysoká inflácia</li> <li>• Kolísanie menového kurzu</li> <li>• Legislatívne zmeny</li> <li>• Nárast cien dodávateľov</li> <li>• Strata odberateľov</li> </ul>

## 2.6 Aktuálny spôsob hodnotenia dodávateľov

V súčasnosti v spoločnosti neexistuje predpísaná stratégia nákupu súčiastok či spotrebného materiálu. Všetky takéto nákupy sú v réžiách manažérov jednotlivých sekcií v spolupráci s vedením spoločnosti. Vo firme sa nevyužíva žiaden systém pre podporu rozhodovania pre vyhodnotenie dodávateľov a ani sa nevedú zoznamy zaužívaných dodávateľov.

Pri výbere dodávateľskej spoločnosti si manažér konkrétneho výrobného podprocesu určí faktory, ktoré sú pre daný podproces najdôležitejšie. Následne sa s potenciálnymi dodávateľmi skontaktuje, pričom účelom je hlavne konkretizácia technických či ekonomických parametrov. Na základe nadefinovaných faktorov zhodnotí manažér prijaté ponuky a vyberie konečného dodávateľa, ktorý najlepšie splňuje jeho požiadavky. Tento výber neprebíha na základe výpočtov či vzorcov, ale na základe subjektívneho názoru manažera a vedenia spoločnosti. Zvyčajne tak dochádza k nákupu od tých istých, overených dodávateľov, s ktorými má spoločnosť pozitívne skúsenosti a je možné ich dodávky považovať za spoľahlivé.

Nevýhodou nákupu takéhoto typu je vysoký stupeň subjektivity pri výbere konečných dodávateľov. Výber dodávateľov by mal byť vykonávaný podľa stanovených kritérií, pričom by mal objektívne posúdiť všetky vyhovujúce dodávateľské spoločnosti. Práve z tohto dôvodu je obsahom práce návrh rozhodovacích modelov na hodnotenie a výber optimálneho dodávateľa práškových farieb.

### **2.6.1 Popis riešenej problematiky**

Povrchová úprava práškovým povlakom vo veľkej miere určuje výsledný vzhľad bicyklov. Povlaky tohto typu sú odolné proti korózii a proti mechanickému namáhaniu. Existuje široké spektrum práškových farieb, ktoré sa líšia konkrétnymi vlastnosťami a oblasťou použitia. Pre každé konkrétne použitie je nutné zvoliť najvhodnejší typ práškovej farby pre dosiahnutie požadovaného účelu. U bicykloch je to predovšetkým odolnosť proti chemickej a elektrochemickej korózii, ale aj kvalita a stálosť vzhľadu.

Práškové povlaky majú nesporné ekologické výhody, pretože neobsahujú rozpúšťadlá, ich pigmenty sú bez nebezpečných kovov, pri nanášaní neprodujú odpadový materiál a je pri nich vysoká možnosť recyklovania. Väčšina práškových náterových hmôt je zmesou živice, vytvrdzovacieho činidla, činidla pre reguláciu rozlivu, pigmentov, plnív a iných. Neobsahujú žiadne rozpúšťadlá, čo umožňuje ich okamžitú aplikáciu bez ďalších vedľajších činností. Tieto náterové hmoty sú vyrábané vo forme veľmi jemného prachu s priemernou veľkosťou zrna 40-50  $\mu\text{m}$ . Po aplikácii na predup-

ravený kov je nevyhnutné nanosený materiál ohriať v peci pri teplotách 140-200 °C po dobu cca 10-15 minút za účelom dosiahnutia kompaktného povlaku [32].

Nanášanie práškových náterových hmôt prebieha pomocou špeciálne upravenej striekacej pištole, ktorá je pripojená k jednému pólu generátora napätia. Prúdiaci prášok dostáva elektrický náboj a po siločiarach elektrického poľa je priťahovaný na uzemnený predmet. Ak hrúbka prášku dosiahne určitú hrúbku, tak začne pôsobiť ako izolant a zabraňuje ďalšiemu prilepovaniu prášku. Prebytočný prášok padá na dno striekacej kabíny a je odsávaný pre opätovné použitie [33].

### **2.6.2 Vybrané kritériá hodnotenia**

Pred samotným procesom hodnotenia dodávateľov je nutné si určiť kritériá, na základe ktorých bude samotné hodnotenie prebiehať. Výber kritérií má zásadný význam pre následnú tvorbu rozhodovacieho modelu. Tieto kritériá boli zvolené po konzultácii s manažérom sekcie povrchovej úpravy tak, aby bolo možné čo najobjektívnejšie posúdiť vyhovujúcich dodávateľov. Kritériá hodnotenia sa líšia v závislosti na hľadisku na základe ktorého jednotlivých dodávateľov ohodnocujú. Rozhodujúcimi kritériami pre hodnotenie dodávateľov sú nasledovné:

#### **Cena**

Tento parameter zahŕňa všetky náklady spojené s nákupom tovaru. Pre spoločnosť Kenzel je jedným z najdôležitejších hodnotiacich kritérií. Konečná výška ceny má zásadný vplyv na tvorbu zisku, ale nepriamo ovplyvňuje aj ďalšie možnosti v napredovaní spoločnosti. Pre zachovanie vysokej kvality produktov za čo najnižšiu cenu, uprednostňuje spoločnosť nižšie cenové ponuky, pokiaľ je kvalita na porovnateľnej úrovni s inými konkurenčnými ponukami.

#### **Výška zľavy**

Významnú úlohu v dodávateľsko-odberateľských vzťahoch zohráva poskytovanie rôznych obchodných zliav z cien nakupovaného tovaru. Aj keď spoločnosť Kenzel neuzatvára s dodávateľmi zmluvy, s niektorými spolupracuje už dlhé roky a tak sú mu v určitých prípadoch poskytnuté množstevné zľavy. V prípade práškových farieb sa zľavy poskytujú v prípade odberu určitého množstva tovaru v merných jednotkách,

pričom najčastejšie sa jedná o minimálny odber 2 tony. Avšak aj častejšie menšie zľavy môžu v konečnom zúčtovaní predstavovať významné rozdiely v prospech odberateľskej spoločnosti.

### **Lehota splatnosti faktúry**

Dátum splatnosti faktúry udáva posledný možný deň, dokedy musí odberateľská spoločnosť zaplatiť za nakúpený tovar, pričom tento dátum je zvyčajne uvedený na faktúre. Spoločnosť sa vždy snaží o dohodu s dodávateľom o nastavení doby splatnosti faktúry maximálne na 31 dní. Dôvodom je fakt, že spoločnosť má takto viac času na zaplatenie faktúry a má tak k dispozícii finančné prostriedky po dlhšiu dobu. Na druhej strane nevýhodou takejto stratégie môže byť to, že sa zabudne na končiacu sa splatnosť, čo v konečnom dôsledku môže znamenať zhoršenie dodávateľsko-odberateľského vzťahu.

### **Veľkosť balenia**

Ďalší z dôležitých atribútov, ktorý udáva veľkosť balenia farby, pričom najčastejšie sa jedná o veľkosti 15, 20 alebo 25 kilogramov. V prípade objednávky väčšieho množstva je dôležité, aby boli farby dodávané po 25 kilogramoch, aby tak nevznikalo spoločnosti veľké množstvo odpadu. Samotné balenie musí byť navrhnuté tak, aby chránilo obsah pred stvrdnutím, čo by mohlo spôsobiť hrudky, ktoré sa potom nedajú rozbiť a farba sa tak stane nepoužiteľnou.

### **Typ farby**

V súčasnosti existuje na trhu niekoľko typov práškových farieb, ktoré sa vo väčšine prípadov odlišujú rôznymi vlastnosťami a oblasťou použitia. Pre spoločnosť je typ použitej farby jedným z najdôležitejších kritérií, pretože vlastnosti použitej farby vo veľkej miere rozhodujú o výslednom vzhľade a kvalite produktov. Epoxidové práškové náterové látky sú funkčné náterové látky s vysokou mechanickou, chemickou a koróznou odolnosťou. Je možné ich vypalovať pri teplote 140-180 °C. Zabezpečujú vysokú odolnosť voči chemikáliám, rozpúšťadlám a korózii najmä vďaka vysokej sieťovej hustote. Nevýhodou epoxidových náterových látok je ich sklon k žltnutiu a takisto aj ich slabá odolnosť voči UV žiareniu [34].

Polyuretánové práškové farby sa používajú hlavne v prípadoch, keď sa vyžaduje matný povrch rámov bicyklov. Jedná sa o najstabilnejšie práškové náterové hmoty aplikované na miestach, kde je vyžadovaná odolnosť voči chemikáliám, rozpúšťadlám a UV žiareniu. Vďaka tomu, že je ľahko dosiahnuteľný matný povrch a vďaka veľmi dobrým rozlevovým vlastnostiam nachádzajú polyuretánové práškové farby uplatnenie v širokom spektre priemyslu [34].

Polyesterové práškové nátery obsahujú polyesterovú živicu a rozdielne tužidlá, v závislosti od oblasti použitia. Sú odolné voči UV žiareniu a preto sa uprednostňujú pri aplikácii v exteriéroch. Majú veľmi dobrú mechanickú a chemickú odolnosť a taktiež ich odolnosť voči žltnutiu je lepšia ako pri epoxidových farbách [34].

### **Farebná škála**

Práškové farby sa bežne vyrábajú v mnoho vzhľadových variantách a vo veľkom počte farebných odtieňov. Väčšina farieb je však vyrábaná podľa medzinárodne uznávanej vzorkovnice s označením RAL. Avšak existujú a spoločnosťou Kenzel sú využívané aj odtiene podľa iných, menej častých vzorkovníc ako sú napr. Pantone, NCS či Munsell. Farby obsiahnuté v týchto vzorkovníkoch môžu byť v odlišnej povrchovej úprave – od matnej cez lesk až po polomat.

### **Stupeň vypaľovania farby**

Vypaľovanie práškovej farby je obzvlášť dôležitým procesom na ceste k dosiahnutiu požadovaných vlastností tejto farby. Nerozhoduje iba o mechanických vlastnostiach povlaku, ale aj o vzhľade a koróznej a chemickej odolnosti. Nedostatočné vypálenie či prepálenie môže spôsobiť nevyhovujúce vlastnosti náteru. Pre manažéra a pracovníkov práškovej lakovne je preto dôležité poznať konkrétnu teplotu a čas vypaľovania farby. Teplotný rozsah vypaľovania sa pri spomínaných typoch farby pohybuje od 140 do 200 °C.

### **Spôsob dopravy**

Toto kritérium popisuje akým spôsobom sa tovar dostane od dodávateľa až k objednávateľskej firme. Práškové farby nepatria do kategórie nebezpečného tovaru a tak ani nevyžadujú špeciálne požiadavky na prepravu. Z dôvodu udržovania úrovne nákladov na minime, preferuje spoločnosť dodanie dodávateľskou spoločnosťou za-

darmo alebo za určitý menší príplatok. Z pohľadu odberateľskej firmy je nevyhovujúca možnosť vlastnej dopravy, ktorá môže byť v prípade objednávky väčšieho množstva nerealizovateľná.

### **Dodacia lehota**

Dodacia lehota predstavuje ďalší z dôležitých kritérií hodnotenia dodávateľov. Je tvorená z doby sprostredkovania objednávky, doby spracovania objednávky a z doby potrebnej na dopravu do spoločnosti. Dodanie potrebných farieb môže byť uskutočnené za kratšiu dobu v prípade, že má dodávateľská spoločnosť tieto farby na sklade, prípadne sa jedná o menšiu objednávku, ktorú dokážu pripraviť za niekoľko dní.

### **Certifikácia**

Aby bola spoločnosť schopná udržiavať kvalitu produktov na vysokej úrovni, je jej snahou vždy pracovať s farbami, ktoré disponujú určitými certifikátmi akosti. Medzi takéto certifikáty je možné zaradiť napr. Qualicoat, ktorý sa zaoberá označovaním akosti s cieľom udržať kvalitu lakovania, farbenia a natierania hliníku. Spoločnosť Kenzel taktiež dbá na to, aby dodávateľská firma bola držiteľom certifikátu ISO 9001:2008 so zameraním na výskum, vývoj, výrobu a predaj náterových látok.

### **Poskytnutie vzorky**

Vzorkou v prípade práškových farieb sa rozumie poskytnutie malého množstva tejto farby spolu so vzorkovníkom za účelom porovnania už nastriekanej farby na ráme s farbou zo vzorkovníku. V prípade poskytnutia takejto vzorky získa manažér informácie o kvalite farby ešte pred objednávkou väčšieho množstva. Odpadá tak nebezpečenstvo spojené s objednávkou nekvalitných či nevyhovujúcich farieb.

### **Spôsob komunikácie**

Tento atribút popisuje spôsob jednania manažéra s potenciálnymi dodávateľmi. Manažéri v dnešnej pandemickej dobe preferujú bezkontaktnú komunikáciu prostredníctvom e-mailov či telefónov. V prípade potenciálnej dlhšej spolupráce s dodávateľmi sa stáva, že vedenie spoločnosti s manažérom navštívia dodávateľskú spoločnosť, kde sa dohadujú na ďalších podmienkach spolupráce.

## 2.7 Vybraní dodávateľa práškových farieb

Základným východiskom pre proces hodnotenia a následného výberu dodávateľa je získanie dostatočného množstva overených informácií o týchto subjektoch. V tejto sekcii budú predstavené také spoločnosti, s ktorými by firma Kenzel mohla v budúcnosti nadviazať dlhodobý a stabilný obchodný vzťah. Získané informácie budú použité ako podklady pre spracovanie vlastného návrhu riešenia.

### Surfin Technology

Spoločnosť Surfin Technology vznikla ako nástupnícka firma v rámci generačnej obmeny a naväzuje na viac ako 25 ročnú históriu firmy SURFIN s.r.o. Víziou spoločnosti je byť firmou, ktorá bude na trh prinášať inovatívne produkty a riešenia a taktiež aj byť firmou, na ktorú sa zákazníci môžu kedykoľvek spoľahnúť. Jedná sa o spoločnosť, ktorá dodáva všetko pre potreby lakovania – od farieb, cez príslušenstvo až po pozáručný servis. Disponujú najširším sortimentom práškových farieb, ktoré sú skladom nielen v Českej republike ale aj iných európskych štátoch, vrátane Slovenska. Svojim odberateľom vedľa dodáť široké spektrum farebných odtieňov podľa vzorkovníka RAL, NCS či Pantone v hmotnostiach do 25 kg. Samozrejmosťou sú návštevy výrobných priestorov odberateľa či riešenia podľa konkrétnych požiadaviek zákazníkov [35].



Obr. 2.3: Logo spoločnosti Surfin Technology  
(Zdroj: [35])

### Pulverit

Pulverit je firma vyrábajúca práškové farby od roku 1973. Svoju výrobnú činnosť mali umiestnenú v historickej časti Milána, a od roku 2000 vyrábajú svoje produkty aj v Poľsku, konkrétne v meste Tychy. Spoločnosť Pulverit Polska má v súčasnej

dobe 7 výrobných liniek a zamestnáva približne 80 zamestnancov. Svoje pôsobenie rozšírila spoločnosť postupne aj do ďalších európskych štátov ako napr. Španielsko či Nemecko. Víziou spoločnosti je trvale si udržiavať rozvoj, pričom hnacou silou tohto vývoja sú kvalita a neustále inovácie. Firma Pulverit vždy venovala pozornosť životnému prostrediu a bezpečnosti a preto vlastní niekoľko medzinárodne uznávaných certifikátov ako napr. UNI EN ISO 9001, Qualicoat či GSB. Trh s práškovými farbami je trh, ktorý vyžaduje krátky čas realizácie zákazky a preto má spoločnosť všetky výrobky na sklade. Centrálny sklad sa nachádza v Taliansku ale firma má veľké množstvo periférnych skladov a mnoho zástupcov v štátoch EÚ, vrátane Česka a Slovenska [36].



**Obr. 2.4: Logo spoločnosti Pulverit S.p.A.**  
(Zdroj: [36])

### **IBA Kimya**

Spoločnosť IBA Kimya bola založená v Ankare v roku 1977, pričom s výrobou práškových náterových látok s licenciou Oxyplast Belgicko začala v roku 1995. V roku 2010 vznikol na Slovensku nový podnik IBA Chemolak s.r.o., ktorý založili Chemolak a.s. a spoločnosť IBA Kimya so zameriavaním sa na výrobu a predaj práškových náterových látok. Spoločnosť dodáva na trh výrobky pod spoločným označením Iba Kimya. Sídlo spoločnosti sa nachádza na západnom Slovensku, konkrétne v obci Smolenice. Víziou spoločnosti je poskytovanie produktov najlepšej kvality a zároveň aj zachovanie pozície lídra v oblasti práškových farieb na domácom trhu. Práškové farby vyrábané spoločnosťou sú nielen ekonomické a priateľské k životnému prostrediu, ale taktiež poskytujú prvotriednu ochranu a možnosť výberu prevedenia podľa niekoľkých vzorkovníkov. Samozrejmosťou je vlastníctvo niekoľkých medzinárodne uznávaných certifikátov [37].



Obr. 2.5: Logo spoločnosti IBA Kimya  
(Zdroj: [37])

### Silvi Nova Slovakia

Silvi Nova Slovakia, ktorá vznikla v roku 1999, sa venuje predaju farieb a lakov pre priemyselné použitie na drevo a kovy. Už dlhé roky sú výhradným distribútorom priemyselných náterových hmôt Akzo Nobel Industrial Coating pre povrchovú úpravu výrobkov z dreva a kovu. Spoločnosť ponúka široký sortiment náterových hmôt pre veľké podniky ale aj pre menšie firmy. V segmente priemyselných náterov je oficiálnym distribútorom náterov značky Teknos na Slovensku a pracujú s rôznymi typmi náterov, od tradičných farieb až po polyuretánové farby. Ponúkajú široký sortiment práškových farieb v RAL odtieňoch v základnom balení po 20 kg. Na základe požiadavky odberateľa poskytuje spoločnosť vzorku na odskúšanie kvality. Spoločnosť disponuje medzinárodnými certifikátmi v oblastiach kvality či environmentálneho manažérstva [38].



Obr. 2.6: Logo spoločnosti Silvi Nova Slovakia  
(Zdroj: [38])

### Tiger Coatings

Spoločnosť Tiger Coatings bola založená v roku 1930 ako obchod s farbami a dnes je medzinárodným rodinným podnikom s 8 výrobnými závodmi ako aj predajnou sieťou

v približne 50 krajinách po celom svete. Distribútorom práškových farieb značky Tiger na Slovensku je spoločnosť TIGERLAK Slovakia spol. s r.o. so sídlom v Pezinku. Vysokokvalitné riešenia povrchovej úpravy, medzi ktoré je možné zaradiť práškové farby a digitálne atramenty pre priemyselné riešenia, zaisťujú dlhodobé uchovanie hodnoty. Dôkazom tejto kvality sú získané certifikáty, medzi ktoré je možné zaradiť GSB International či Qualicoat Approval. Snahou spoločnosti je zachovať vplyv produktov a služieb na životné prostredie na čo najnižšej úrovni, čo je aj potvrdené certifikáciou manažmentu ochrany životného prostredia podľa normy EN ISO 14001 [39].



**Obr. 2.7: Logo spoločnosti Tiger Coatings**  
(Zdroj: [39])

### **OK-Color**

Spoločnosť OK-Color spol. s r.o. je česká rodinná spoločnosť s dlhoročnou tradíciou. Behom doby svojej existencie sa postupne vypracovala na pozíciu úspešného dodávateľa v oblasti práškových farieb a aplikačnej techniky na trhoch v Českej a Slovenskej republike. Spoločnosť sa zameriava na segment kvalitných práškových farieb a aplikačnej techniky, pričom pridanou hodnotou je najmä nadštandardný servis, poradenstvo a osobný kontakt so zákazníkmi. Ponúkajú iba overené a vyskúšané produkty, ktoré dodávajú takmer do všetkých segmentov priemyslu. Ponúkajú práškové farby troch renomovaných výrobcov, konkrétne sa jedná o spoločnosti IGP, Europolveri a Arsonsisi, pre ktoré sú výhradným distribútorom v Českej aj Slovenskej republike. Veľké množstvo týchto farieb držia bežne v skladoch a tovar tak doručujú štandardne do 24 hodín. Všetky farby ponúkajú v medzinárodne uznáva-

nej vzorkovnice RAL ale vedia ponúknuť taktiež odtiene podľa iných vzorkovníc, ako napr. RAL DESIGN, NCS, Pantone atď [40].



**Obr. 2.8: Logo spoločnosti OK-Color**  
(Zdroj: [40])

## 3 VLASTNÝ NÁVRH RIEŠENIA

Tretia časť diplomovej práce vychádza z poznatkov uvedených v kapitole 2, v ktorej bol okrem iných popísaný aj aktuálny spôsob výberu dodávateľov a boli predstavené kritériá, ktoré sú z pohľadu tohto výberu najdôležitejšie. Aktuálny spôsob výberu sa vyznačuje vysokým stupňom subjektivity a preto je pre spoločnosť navrhnutý nový, objektívnejší spôsob hodnotenia. Obsahom tejto časti práce je tak popis tvorby rozhodovacích modelov v programoch MS Excel a MathWorks MATLAB. Predstavení dodávateľa a ich ponuky následne slúžia ako vstupné údaje pre tieto modely.

### 3.1 Rozhodovací model v MS Excel

Prvým, najjednoduchším spôsobom tvorby rozhodovacieho modelu je využitie programu MS Excel. Voľba je daná tým, že spoločnosť má zakúpenú licenciu Office 365, takže jej nevznikajú žiadne dodatočné náklady spojené so zaobstaraním potrebnej licencie. MS Excel je v spoločnosti jeden z najviac využívaných aplikačných nástrojov v každodennej práci manažérov, preto sa nepredpokladá, že by mali problém pri využívaní rozhodovacieho modelu vytvoreného v tomto programe.

Pre vyššiu užívateľskú prívetivosť a jednoduchosť ovládania bol vytvorený program aj s grafickým užívateľským rozhraním v prostredí Visual Basic for Applications (VBA), ktoré je rozšírením programu Excel. Zošit v programe MS Excel je kvôli väčšej prehľadnosti a oddeleniu jednotlivých funkcií rozdelený do niekoľkých hárkov.

#### 3.1.1 Popis riešenia pomocou MS Excel

Jedným z najdôležitejších častí celého riešenia je hárok s názvom „Matice“, pretože obsahuje matice pomocou ktorých je umožnené hodnotenie jednotlivých dodávateľov. Prvou z týchto matíc je *Transformačná matica – slovné hodnotenie*, ktoré obsahuje zoznam jednotlivých zvolených kritérií a im prislúchajúcich atribútov. V poradí druhou maticou je matica s názvom *Transformačná matica - prevedenie na číselnú hodnotu*, ktorá zvoleným kritériám priraduje číselné hodnoty. Ďalšou v poradí je *Retransformačná matica*, ktorá získané výsledky prevádza na slovné ohodnotenie dodávateľa. Poslednou je *Stavová matica*, ktorá znázorňuje zvolené kritériá u da-

ného dodávateľa a podľa počtu získaných percent mu prideluje slovné ohodnotenie, vyplývajúce z retransformačnej matice.

### Transformačná matica – slovné hodnotenie

Transformačná matica definuje pre zvolené kritériá slovné či číselné hodnoty (najmä vo forme rozsahov), ktoré môžu jednotlivé jej atribúty nadobudnúť. Každý stĺpec matice predstavuje jedno zvolené kritérium, pričom sa jedná o zvolené kritériá zo sekcie 2.6.2. Forma transformačnej matice so slovným hodnotením je zobrazená v tabulkách 3.1 a 3.2.

**Tabuľka 3.1: Transformačná matica - slovné hodnotenie 1.časť**

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Cena	Zľava	Balenie	Certifikácia	Farebná škála	Typ farby
6-10€	Žiadna	Malé	Áno	RAL	Polyester
11-15€	Malá	Stredné	Nie	Pantone	Polyuretán
16-20€	Stredná	Veľké		NCS	Epoxid
21-25€	Veľká			Munsell	

**Tabuľka 3.2: Transformačná matica - slovné hodnotenie 2.časť**

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Vypaľovanie	Dodanie	Dod. lehota	Splatnosť	Vzorka	Jednanie
Nízke	Osobne	1-4 dni	Krátka	Áno	Telefón
Stredné	Dodávateľom	5-7 dní	Stredná	Príplatok	E-mail
Vysoké	Zadarmo	8-11 dní	Dlhá	Nie	Osobne
		12-14 dní			
		viac ako 14 dní			

### Transformačná matica – prevedenie na číselnú hodnotu

Matica s týmto názvom predstavuje bodové ohodnotenie jednotlivých kritérií, pričom je rozmerovo rovnaká ako transformačná matica so slovným popisom. V tejto matici sa vykonáva kvantifikácia slovných a rozsahových hodnôt, teda nahradenie slovného popisu odpovedajúcimi číselnými hodnotami v rozsahu od 0 do 15. Tento číselný rozsah sa u jednotlivých kritérií líši v závislosti od toho, ako dôležité je dané kritérium pre spoločnosť. Kvantifikácia bola vykonaná tým spôsobom, že čím viac daná možnosť vyhovuje pre firmu, tým je jeho číselná hodnota vyššia. Maximálne číslo u jednotlivých kritérií predstavuje váhu tohto kritéria, pričom za najdôležitejšie boli zvolené kritériá cena, typ farby a dodacia lehota. Vďaka tejto kvantifikácii

je potom možné pomocou fuzzy logiky vypočítať konečné hodnotenie dodávateľov. Ohodnotenú transformačnú maticu je možné vidieť v tabuľkách 3.3 a 3.4.

**Tabuľka 3.3: Transformačná matica - číselné ohodnotenie 1.časť**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Cena	Zlava	Balenie	Certifikácia	Farebná škála	Typ farby
15	3	4	10	11	15
14	6	8	0	9	12
10	9	10		5	6
9	12			5	

**Tabuľka 3.4: Transformačná matica - číselné ohodnotenie 2.časť**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Vypaľovanie	Dodanie	Dod. lehota	Splatnosť	Vzorka	Jednanie
5	4	15	4	12	6
8	8	12	9	7	7
9	10	8	12	2	9
		6			
		2			

### Stavová matica

Stavová matica sa vytvára zvlášť pre každého dodávateľa. Táto matica môže obsahovať iba hodnoty 0 a 1, pričom je nutné dodržať pravidlo že u každého kritéria môže byť iba jedna jednotka a ostatné atribúty daného kritéria musia mať hodnotu 0, pretože je nelogické aby dodávateľ napr. ponúkal rovnaký tovar v dvoch rôznych cenových kategóriách. Pozícia jednotky v stavovej matici je zhodná s pozíciou zvoleného atribútu z transformačnej matice so slovným popisom. Kontrola počtu jednotiek v jednotlivých stĺpcoch sa vykoná pomocou matematickej funkcie SUM. Príklad stavovej matice je uvedený v tabuľke 3.5.

**Tabuľka 3.5: Vstupná stavová matica**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Cena	Zlava	Balenie	Certifikácia	Škála	Typ	Vypaľovanie	Dodanie	Dod. lehota	Splatnosť	Vzorka	Jednanie
1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0		0	0	0	1	0	0	0	0
0	0			0				0			
								0			
OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK

## Retransformačná matica

Úlohou retransformačnej matice je previesť vypočítaný výsledok vo forme percent, na slovné hodnotenie dodávateľa. Na základe zvolených hodnôt z tabuliek 3.3 a 3.4 môžu dodávateľia získať najmenej 50 a najviac 140 bodov. Minimálny počet bodov 50 zodpovedá situácii, keď u jednotlivých kritérií sú zvolené najhoršie hodnotené atribúty. Naopak, maximálny počet bodov 140 je možné získať v prípade, keď jednotlivé kritériá dosahujú najlepšie hodnotených atribútov. Získané body sa následne prevádzajú ešte na percentuálne hodnoty, tak aby ich bolo možné porovnať s rozsahmi z retransformačnej matice. V tomto prípade boli na intervale 0-100% zvolené 4 podintervaly, ktorých rozsahy sú definované v tabuľke 3.6.

**Tabuľka 3.6: Retransformačná matica**

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

N	Percentuálne hodnotenie	Slovné hodnotenie
1	0-30%	Úplne nevyhovujúci
2	31-50%	Čiastočne nevyhovujúci
3	51-80%	Dodávateľ na zváženie
4	81-100%	Vyhovujúci vo všetkých smeroch

## Postup výpočtu hodnotenia dodávateľa

Samotný výpočet konečného bodového hodnotenia dodávateľa začína skalárnym súčinom stavovej matice daného dodávateľa s transformačnou maticou s číselným ohodnotením. Pre tento účel sa v Exceli využíva funkcia =SUMPRODUCT(A;B), kde A predstavuje rozsah ohodnotenej transformačnej matice a B predstavuje rozsah stavovej matice daného dodávateľa. Výsledkom tejto funkcie je počet získaných bodov dodávateľa. Tento výsledok je však nutné previesť na percentá, tak aby mu bolo možné priradiť slovné hodnotenie. Prevod výsledku na percentá sa vykonáva pomocou vzorca:

$$=(C-D)/(E-D)*100$$

kde C je hodnota skalárneho súčinu z predchádzajúceho kroku, D je minimálny možný počet bodov z ohodnotenej transformačnej matice a E je maximálny možný počet bodov z ohodnotenej transformačnej matice. Posledným krokom je priradenie slov-

ného hodnotenia, na ktoré sa využije podmienený príkaz IF. Konečný tvar vzorca pre slovné ohodnotenie dodávateľa je nasledovný:

```
=IF(F<30;"Úplne nevyhovujúci";IF(F<50;"Čiastočne nevyhovujúci";  
IF(F<80;"Dodávateľ na zváženie";"Vyhovujúci vo všetkých smeroch")))
```

kde F je percentuálne ohodnotenie vybraného dodávateľa. Príklad výsledného hodnotenia dodávateľa je viditeľný v tabuľke 3.7.

**Tabuľka 3.7: Konečné hodnotenie dodávateľa**

(Zdroj: Vlastné spracovanie)

<b>Celkové hodnotenie:</b>	116
<b>Celkové hodnotenie v %:</b>	73,33%
<b>Záverečné slovné hodnotenie:</b>	Dodávateľ na zváženie

### 3.1.2 Popis riešenia pomocou VBA

Princíp návrhu rozhodovacieho modelu pomocou Visual Basic for Applications (VBA) je rovnaký ako v prípade návrhu v MS Excel. Model vytvorený v prostredí VBA využíva rovnakú transformačnú a retransformačnú maticu ako tie, ktoré sú uvedené v sekcii 3.1.1. Rozdiel oproti riešeniu v MS Excel je hlavne v užívateľskej prívetivosti, kde VBA poskytuje možnosť zadávania vstupných údajov pomocou rôznych formulárov.

Prvý hárok s názvom „Úvod“ je vstupným bodom navrhnutého modelu. Obsahuje jednoduché menu s hlavnými funkčnými prvkami. Konkrétne sa jedná o tri tlačidlá typu CommandButton z kategórie ovládacích prvkov ActiveX. Tieto jednotlivé tlačidlá nemajú žiadnu špeciálnu funkciu, ich úlohou je iba otvorenie nového formulára. Ako je už z názvov jasné, ide o formuláre na pridanie nového dodávateľa, úpravu či vymazanie existujúceho dodávateľa alebo na vyhodnotenie už vytvorených dodávateľov. Pred samotnou prácou s modelom je nutné aby užívateľ povolil používanie makier, pretože ak sa takto nestane, fuzzy model bude nefunkčný. Po kliknutí na dané tlačidlo sa otvorí príslušný formulár, ktorý odpovedá popisu tlačidla. Jednotlivé formuláre budú bližšie popísané v nasledujúcich častiach práce. Konečný vzhľad úvodného vstupného formulára je zobrazený na obrázku 3.1.



**Obr. 3.1:** Úvodný formulár s tlačidlami  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### Vloženie nového dodávateľa

Pomocou prvého formulára, ktorý sa otvorí po kliknutí na tlačidlo s názvom „Vložiť nového dodávateľa“, má užívateľ možnosť vložiť údaje nového dodávateľa, ktorého hodnotenie bude chcieť neskôr získať. Formulár obsahuje jedno textové pole na zadanie mena daného dodávateľa, ďalej jedenásť rozbaľovacích zoznamov typu ComboBox, ktoré umožňujú výber vždy jedného z atribútov, ktoré sú u daného kritéria dostupné. Tieto rozbaľovacie zoznamy obsahujú u jednotlivých kritérií rovnaké atribúty ako sú uvedené v tabuľkách 3.1 a 3.2. Okrem týchto dvoch typov vstupných ovládacích prvkov sa v tomto formulári nachádza aj dve tlačidlá typu Option-Button, ktoré slúžia na označenie možnosti o tom, či aktuálne vkladaný dodávateľ disponuje potrebnou certifikáciou. V pravom dolnom rohu formulára sa nachádzajú dve tlačidlá, pričom prvé slúži na uloženie vložených údajov a druhé na vynulovanie užívateľom vyplnených vstupných prvkov. Po vyplnení všetkých údajov a stlačení tlačidla „Uložiť“ sa údaje dodávateľa vložia na hárok s názvom „Zoznam“.

Vložiť nového dodávateľa

**Vložiť údaje**


Názov dodávateľa  Farebná škála  Dodacia lehota

Cena  Typ farby  Lehota splatnosti

Množstevná zľava  Stupeň vypaľovania  Poskytnutie vzorky

Balenie  Spôsob dodania  Spôsob jednania

Certifikácia  Áno  Nie



**Zoznam uložených dodávateľov**

Názov	Cena	Zľava	Balenie	Certifikácia	Škála	Typ farby	Vypaľovanie	Dodanie	Dod. lehota	Splatnosť	Vzorka	Jednanie
Surfin Technology	16.20€	Malá	Veľké	áno	RAL	Polyester	Vysoký	Dodávateľ	5-7 dní	Stredná	Príplatok	Osobne
Pulverit S.p.A.	11.15€	Stredná	Stredné	áno	Pantone	Epoxid	Stredný	Dodávateľ	1-4 dni	Krátka	Nie	E-mail
IBA Kimya	21.25€	Žiadna	Malé	áno	NCS	Polyuretán	Vysoký	Zadarmo	8-11 dní	Stredná	Príplatok	Telefón
Silvi Nova Slovakia	6.10€	Stredná	Stredné	áno	RAL	Polyuretán	Nízky	Zadarmo	1-4 dni	Stredná	Ano	E-mail
Tiger Coatings	21.25€	Žiadna	Malé	áno	Munsell	Epoxid	Vysoký	Osobne	8-11 dní	Krátka	Príplatok	E-mail
OK Color	11.15€	Veľká	Stredné	áno	RAL	Polyester	Nízky	Zadarmo	5-7 dní	Dlhá	Ano	Osobne

**Obr. 3.2: Formulár na vloženie nového dodávateľa**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Formulár na vloženie nového dodávateľa obsahuje v zdrojovom kóde validáciu vstupných údajov, pretože k uloženiu údajov dodávateľa dojde iba v prípade, že sú všetky vstupné polia vo formulári vyplnené. Validácia vstupných dát je vykonaná pomocou funkcie, ktorá v prípade, že je všetko v poriadku, vracia hodnotu `True` a v opačnom prípade vracia hodnotu `False`. Hlavnou podstatou tejto funkcie je postupné prechádzanie jednotlivými vstupnými prvkami a kontrola či tento prvok obsahuje nejakú hodnotu. Úryvok zdrojového kódu funkcie je zobrazený nižšie.

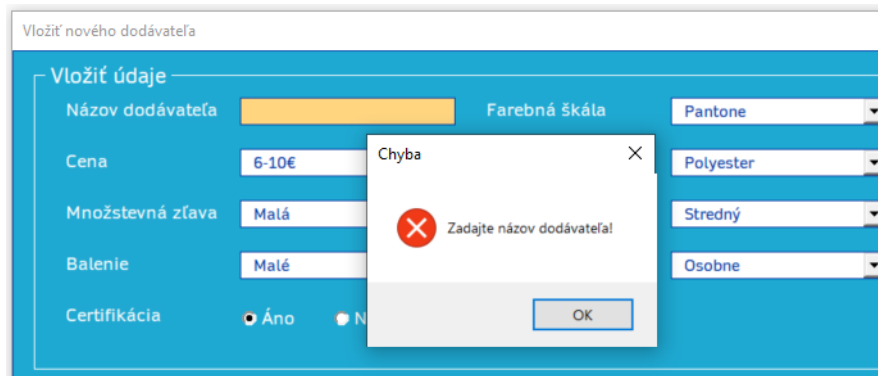
```

Function DataValidation() As Boolean
    ' --- Pociatocne nastavenie premennej ---
    DataValidation = True
    ' --- Validacia jednotlivych parametrov ---
    ' --- Ak je vlozeny udaj chybny, vyskoci messagebox ---
    ' --- s chybovou hlaskou a nastavi sa pozadie ---
    ' --- daneho kriteria na oranžovu ---
    With VlozitDodavateľaForm
        If .txtName.Value = "" Then
            MsgBox "Zadajte nazov dodavateľa!", vbCritical, "Chyba"
            .txtName.BackColor = RGB(255, 213, 128)
            DataValidation = False
            Exit Function
        Else
            .txtName.BackColor = rgbWhite
        End If
    End With

```

**Výpis 3.1: Validácia vkladaných údajov**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

V prípade, že nastane situácia, keď niektorý zo vstupov nie je vyplnený a užívateľ stlačí tlačidlo na uloženie nového záznamu, vykonávanie programu je pozastavené a užívateľ je upozornený chybovou hláškou a nevyplnený element vo formulári sa následne zvýrazní oranžovou farbou. Ak si užívateľ chybu napraví, farba daného prvku sa zmení na pôvodnú bielu. Príklad chybového hlásenia je zobrazený na obrázku 3.3.



**Obr. 3.3: Príklad chybovej hlášky**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Ak sú všetky údaje vyplnené správnym spôsobom, dojde po stlačení tlačidla „Uložiť“ k zápisu zadaných hodnôt do hárku „Zoznam“. Tento zápis má na starosti podprogram, ktorého princíp je založený na získaní hodnoty prvého voľného riadka, a následného zápisu zadaných hodnôt na takto získaný riadok. Identifikácia prvého voľného riadka a následný zápis hodnôt sú vykonané pomocou nasledovného kódu:

```
Sub Save()
' --- Nastavenie harku na ukladanie ---
Dim Worksheet As Worksheet
Dim numOfRow As Long
Set Worksheet = ThisWorkbook.Sheets("Zoznam")
' --- Identifikacia cisla prveho volneho riadka ---
numOfRow = [Counta(Zoznam!A:A)] + 1
' --- Vlozenie jednotlivych parametrov do zvoleneho harku ---
With Worksheet
    .Cells(numOfRow,1)=VlozitDodavateľaForm.txtName.Value
    .Cells(numOfRow,2)=VlozitDodavateľaForm.cmbBoxCena.Value
    .Cells(numOfRow,3) = VlozitDodavateľaForm.cmbBoxZlava.Value
    .Cells(numOfRow,4) = VlozitDodavateľaForm.cmbBoxBalenie.Value
    If VlozitDodavateľaForm.optAno.Value = True Then
        .Cells(numOfRow, 5) = "ano"
    ElseIf VlozitDodavateľaForm.optNie.Value = True Then
        .Cells(numOfRow, 5) = "nie"
    End If
End With
```

**Výpis 3.2: Uloženie zadaných údajov**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

## Úprava/odstránenie dodávateľa

V poradí druhým prvkom v úvodnom menu je tlačidlo na úpravu či odstránenie skôr vložených dodávateľov. Po stlačení tohto tlačidla sa užívateľovi zobrazí formulár obsahujúci aktuálny zoznam uložených dodávateľov spolu aj s ich hodnotami jednotlivých kritérií. Môže nastať situácia, že do tohto zoznamu ešte žiaden dodávateľ nebol pridaný, vtedy sa na mieste zoznamu objaví nápis *Zoznam dodávateľov je aktuálne prázdny*.

Na úpravu parametrov je nutné, aby užívateľ označil z daného zoznamu dodávateľa, ktorého kritériá hodlá editovať. Po výbere dodávateľa je ešte nutné tento výber potvrdiť tlačidlom „Upraviť“, po ktorom sa zobrazí formulár podobný ako tomu bolo v prípade vkladania nového dodávateľa s tým rozdielom, že pri editácii sú jednotlivé vstupné polia predvyplnené podľa aktuálnych hodnôt kritérií. Podobne, ako tomu bolo v prípade vkladania nového dodávateľa sa v dolnej časti nachádza tlačidlo „Uložiť“, ktoré aktualizuje hodnoty v zozname dodávateľov a následne vynuluje jednotlivé vstupné elementy. V tomto prípade sa volá rovnaký podprogram ako je uvedený vyššie pri vkladaní nového dodávateľa, s tým rozdielom, že sa neidentifikuje prvý voľný riadok, ale riadok na ktorom sa aktuálne editovaný dodávateľ nachádza. Na zatvorenie formulára slúži tlačidlo „Zatvoriť“. Okno s načítanými hodnotami dodávateľa pripravenými na úpravu, je zobrazené na obrázku 3.4.

The screenshot shows a window titled "Upraviť/odstrániť dodávateľov" with a close button (X) in the top right corner. Below the title bar is a table labeled "Aktuálny zoznam uložených dodávateľov". The table has 13 columns: Názov, Cena, Záva, Balenie, Certifikácia, Škála, Typ farby, Vypaľovanie, Dodanie, Dod. lehota, Splätnosť, Vzorka, and Jednanie. The row for "Tiger Coatings" is highlighted in blue. Below the table, the selected supplier "Tiger Coatings" is displayed. A form below contains various fields for editing the supplier's parameters, including dropdown menus for name, price, weight, packaging, certification, color scale, color type, curing, delivery, lead time, payment terms, sample provision, and contact method. There are also radio buttons for certification status and two buttons: "Upraviť" and "Odstrániť" on the right, and "Uložiť" and "Zatvoriť" on the bottom right.

Názov	Cena	Záva	Balenie	Certifikácia	Škála	Typ farby	Vypaľovanie	Dodanie	Dod. lehota	Splätnosť	Vzorka	Jednanie
Surfin Technology	16.20€	Malé	Veľké	áno	RAL	Polyester	Vysoký	Dodávateľ	5-7 dní	Stredná	Priplatok	Osobne
Pulverit S.p.A.	11.15€	Stredná	Stredné	áno	Pantone	Epoxid	Stredný	Dodávateľ	1-4 dni	Krátka	Nie	E-mail
IBA Kimya	21.25€	Žiadna	Malé	áno	NCS	Polyuretán	Vysoký	Zadarmo	8-11 dní	Stredná	Priplatok	Telefón
Silvi Nova Slovakia	6.10€	Stredná	Stredné	áno	RAL	Polyuretán	Nízky	Zadarmo	1-4 dni	Stredná	Ano	E-mail
Tiger Coatings	21.25€	Žiadna	Malé	áno	Munsell	Epoxid	Vysoký	Osobne	8-11 dní	Krátka	Priplatok	E-mail
OK Color	11.15€	Veľká	Stredné	áno	RAL	Polyester	Nízky	Zadarmo	5-7 dní	Dlhá	Ano	Osobne

Vybraný dodávateľ: Tiger Coatings

Názov dodávateľa: Tiger Coatings Farebná škála: Munsell Dodacia lehota: 8-11 dní

Cena: 21-25€ Typ farby: Epoxid Lehota splatnosti: Krátka

Množstevná zřava: Žiadna Stupeň vypaľovania: Vysoký Poskytnutie vzorky: Priplatok

Balenie: Malé Spôsob dodania: Osobne Spôsob jednania: E-mail

Certifikácia:  Áno  Nie

Buttons: Upraviť, Odstrániť, Uložiť, Zatvoriť

Obr. 3.4: Úprava parametrov dodávateľa  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

V určitých prípadoch môže nastať situácia, kedy sa spoločnosť rozhodne o odstránení určitého dodávateľa. Na tento účel slúži vo formulári na obrázku 3.4 tlačidlo „Odstrániť“. Na odstránenie je opäť nutné, aby užívateľ označil riadok s príslušným dodávateľom, ktorého chce odstrániť. V opačnom prípade je na neoznačenie určitého záznamu upozornený pomocou MsgBoxu s textom *Nie je vybraný žiadny dodávateľ!* Ak sa stane, že zoznam dodávateľov je prázdny, chovanie je rovnaké ako pri editácii. Pred samotným odstránením označeného záznamu sa ešte program uistí, či si užívateľ skutočne praje odstrániť vybraného dodávateľa, a v prípade potvrdenia sa vybraný riadok odstráni z hárku „Zoznam“. V prostredí VBA je odstránenie dodávateľa vykonané nasledovným kódom:

```

Private Sub cmdButtonOdstranit_Click()
    Set Worksheet = ThisWorkbook.Sheets("Zoznam")
    Dim numOfRow As Long
    numOfRow = [Counta(Zoznam!A:A)]
    ' --- Ak je zoznam prazdny zobrazi sa upozornenie ---
    If numOfRow = 1 Then
        MsgBox "Zoznam dodavatelov je prazdny!", vbExclamation,
            "Upozornenie"
        Exit Sub
    End If
    ' --- Ak uzivatel neoznacil prislusny riadok ---
    ' --- zobrazi sa upozornenie ---
    If Selected_Row = 0 Then
        MsgBox "Nie je vybrany ziadny dodavatel!", vbExclamation,
            "Upozornenie"
        Exit Sub
    End If
    ' --- Ak uzivatel oznacil prislusny riadok a stlacil ---
    ' --- button ODSTRANIT zobrazi sa message box s potvrdenim ---
    Dim msgValue As VbMsgBoxResult
    msgValue = MsgBox("Prajete si odstranit vybraneho dodavateľa?",
        vbYesNo + vbQuestion, "Potvrdenie")
    If msgValue = vbNo Then Exit Sub
    ' --- Zmazanie dodavateľa zo zoznamu ---
    Worksheet.Rows(Selected_Row + 1).Delete
End Sub

```

**Výpis 3.3: Odstránenie vybraného dodávateľa**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### Vyhodnotenie dodávateľa

Tretím, najdôležitejším prvkom úvodného formulára je tlačidlo „Vyhodnotiť dodávateľa“, ktoré, ako už názov značí, slúži na vyhodnotenie dodávateľa zo zoznamu

už skôr uložených subjektov. Opäť platí rovnaké chovanie programu ako pri úprave či odstránení dodávateľa v prípade, že je zoznam dodávateľov prázdny alebo ak užívateľ neoznačil žiaden záznam. V prvom kroku, po výbere dodávateľa a stlačení tlačidla „Vyhodnotiť“, sa do lokálnych premenných načítajú aktuálne hodnoty kritérií vybraného záznamu. V programovom prevedení je toto načítanie vykonané nasledovným kódom:

```
' --- Získanie hodnôt zvoleného dodávateľa ---
actualRow = Selected_Row + 1
cena = Worksheet.Cells(actualRow, 2)
zlava = Worksheet.Cells(actualRow, 3)
balenie = Worksheet.Cells(actualRow, 4)
certifikacia = Worksheet.Cells(actualRow, 5)
skala = Worksheet.Cells(actualRow, 6)
typ = Worksheet.Cells(actualRow, 7)
.
.
.
jednanie = Worksheet.Cells(actualRow, 13)
```

**Výpis 3.4: Načítanie hodnôt kritérií**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

V druhom kroku je nutné vytvoriť vstupnú stavovú maticu. Zostavenie tejto matice, ako aj ďalšie výpočty potrebné pre hodnotenie prebiehajú na hárku s názvom „Vypocet“. Vstupná stavová matica sa zostavuje tým spôsobom, že sa postupne každá hodnota lokálnej premennej porovnáva s príslušnými hodnotami kritérií z transformačnej matice so slovným hodnotením uvedeným na tomto hárku. Ak je daná premenná rovná hodnote atribútu práve kontrolovaného kritéria, do stavovej matice sa zapíše hodnota 1, v opačnom prípade hodnota 0. Porovnanie hodnôt a zápis do stavovej matice prebiehajú pomocou cyklu v kombinácii s podmieneným príkazom tak, ako to je uvedené nižšie. Pre ukážku bolo zvolené kritérium cena.

```
Set Worksheet = ThisWorkbook.Sheets("Vypocet")
' --- Vytvorenie stavovej matice daného dodávateľa ---
' --- Parameter CENA ---
For i = 9 To 12
    If cena = Worksheet.Cells(i, 1) Then
        Worksheet.Cells(i, 14) = 1
    Else
        Worksheet.Cells(i, 14) = 0
    End If
Next i
```

**Výpis 3.5: Vytvorenie vstupnej stavovej matice**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Po zostavení vstupnej stavovej matice je nutné vypočítať skalárny súčin tejto matice s transformačnou maticou s číselným hodnotením, pričom sa využíva funkcia SUMPRODUCT. Výsledkom tejto operácie je bodové hodnotenie vybraného dodávateľa. Takto získané body sa ešte prevedú na hodnoty v rozsahu 0 – 100% a na základe tohto percentuálneho hodnotenia sa získa záverečné slovné hodnotenie. Všetky tri spomínané hodnotenia (počet získaných bodov, percentuálne hodnotenie a slovné hodnotenie) sa zobrazia vo formulári, tak ako to je uvedené na obrázku 3.5.

The screenshot shows a window titled "Vyhodnotiť dodávateľa" (Evaluate Supplier). It contains a table with the following data:

Názov	Cena	Závažnosť	Balenie	Certifikácia	Škála	Typ farby	Vypaľovanie	Dodanie	Dod. lehota	Splatnosť	Vzorka	Jednanie
Surfin Technology	16.20€	Malá	Veľká	áno	RAL	Polyester	Vysoký	Dodávateľ	5-7 dní	Stredná	Priplatok	Osobne
Pulverit S.p.A.	11.15€	Stredná	Stredné	áno	Pantone	Epoxid	Stredný	Dodávateľ	1-4 dni	Krátka	Nie	E-mail
IBA Kimya	21.25€	Žiadna	Malá	áno	NCS	Polyuretán	Vysoký	Zadarmo	8-11 dní	Stredná	Priplatok	Telefón
Silvi Nova Slovakia	6.10€	Stredná	Stredné	áno	RAL	Polyuretán	Nízky	Zadarmo	1-4 dni	Stredná	Ano	E-mail
Tiger Coatings	21.25€	Žiadna	Malá	áno	Munsell	Epoxid	Vysoký	Osobne	8-11 dní	Krátka	Priplatok	E-mail
OK Color	11.15€	Veľká	Stredné	áno	RAL	Polyester	Nízky	Zadarmo	5-7 dní	Dlhá	Ano	Osobne

Below the table, the interface shows the selected supplier: "Vybraný dodávateľ: OK Color". It also displays the evaluation results: "Celkový počet získaných bodov: 130", "Celkové percentuálne hodnotenie: 88,89%", and "Záverečné slovné hodnotenie: Vyhovujúci vo všetkých smeroch". There are buttons for "Vyhodnotiť" and "Zatvoriť".

Obr. 3.5: Príklad záverečného hodnotenia dodávateľa  
Zdroj: Vlastné spracovanie)

## 3.2 Rozhodovací model v MathWorks MATLAB

Druhý rozhodovací model bol vytvorený pomocou programu MathWorks MATLAB, konkrétne vo verzii R2021b, s využitím doplnku Fuzzy Logic Toolbox, ktorý umožňuje návrh modelov založených na fuzzy logike. Funkcionalita a princíp riešenia sú veľmi podobné riešeniu, ktoré bolo vytvorené v programe MS Excel. Boli využité rovnaké hodnotiace kritériá ako v predchádzajúcom modeli, takže je možné následné vzájomné porovnanie získaných výsledkov.

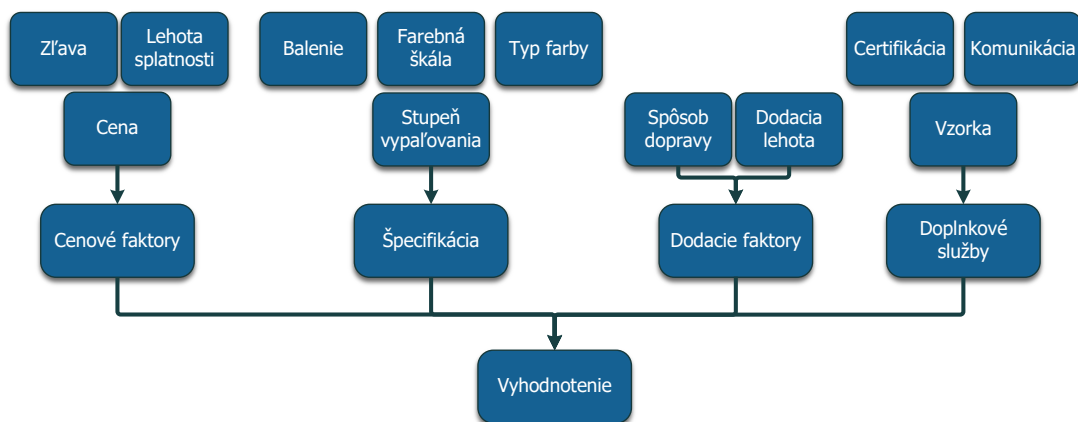
V tejto sekcii bude predstavený návrh rozhodovacieho modelu v tomto prostredí, ktorý zahŕňa tvorbu .fis súborov pomocou základných nástrojov grafického užívateľského rozhrania a taktiež aj tvorbu .m súboru, ktorý slúži na zadávanie vstupných parametrov. Okrem spomínaných súborov bude opísaná aj tvorba výslednej aplikácie vytvorenej prostredníctvom doplnku App Designer.

### 3.2.1 Hodnotiace kritériá

Rozhodovací model obsahuje pomerne vysoký počet hodnotiacich kritérií, ktoré následne vedú k tvorbe veľkého množstva pravidiel. Tento vysoký počet pravidiel by mohol spôsobiť značné spomalenie výpočtu a taktiež by bol výsledný model neprehľadný. Kvôli týmto skutočnostiam sú jednotlivé kritériá rozdelené do menších, logických skupín a tvoria tak jednotlivé podsystémy, z ktorých je zložený výsledný systém. Celkový počet pravidiel, v prípade že by nedošlo k rozdeleniu kritérií, by sa blížil hodnote 1,4 milióna. Po rozdelení do podsystémov sa tento počet zredukoval na 445. Rozdelenie do menších subsystémov je nasledovné:

- Cenové faktory – Cena, Množstevná zľava a Lehota splatnosti
- Špecifikácia – Veľkosť balenia, Farebná škála, Stupeň vypalovania a Typ farby
- Dodacie faktory – Spôsob dopravy a Dodacia lehota
- Doplnkové služby – Certifikácia, Poskytnutie vzorky a Spôsob komunikácie

Grafické znázornenie rozdelenia kritérií je možné vidieť na nasledujúcom obrázku.



Obr. 3.6: Štruktúra rozhodovacieho modelu  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

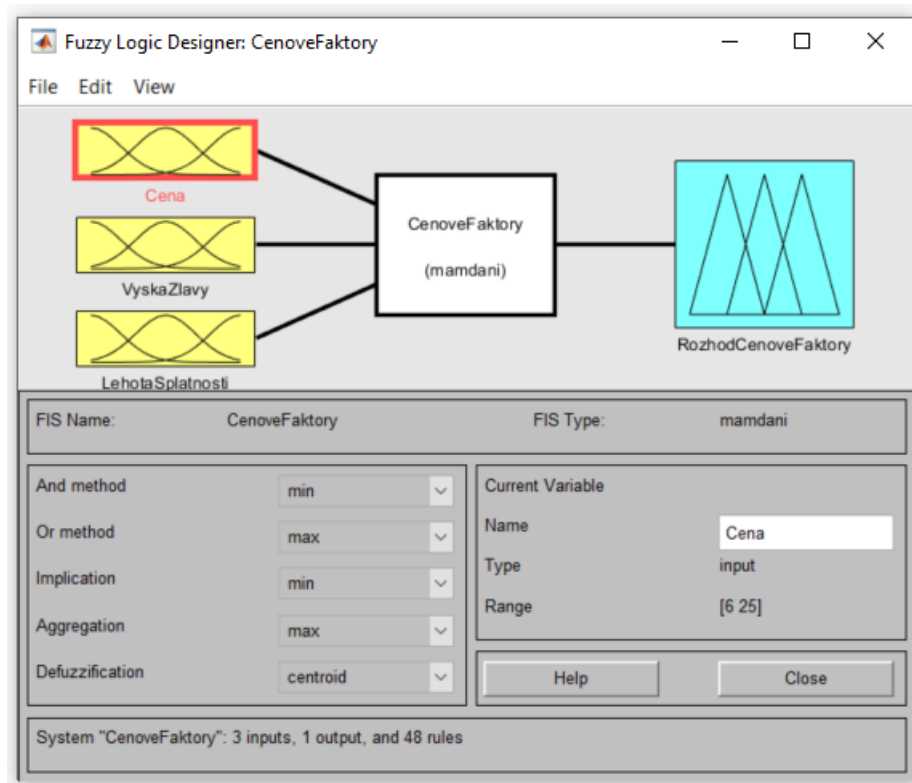
### 3.2.2 Popis tvorby rozhodovacieho modelu

Každý zo subsystémov (*Cenové faktory*, *Špecifikácia*, *Dodacie faktory* a *Doplnkové služby*) tvorí samostatný .fis súbor. Výsledný subsystém *Vyhodnotenie*, ktorý je taktiež tvorený samostatným .fis súborom, používa ako vstupné premenné výstupy z jednotlivých subsystémov a následne vypočítava výsledné hodnotenie. Jednotlivé

.fis súbory sa tvoria prostredníctvom editoru Fuzzy Logic Designer. Keďže tvorba jednotlivých .fis súborov je takmer identická, pre podrobnejší popis riešenia bude zvolený subsystém *Cenové faktory*.

### FIS Editor

Prvým oknom, ktorý sa po otvorení editoru Fuzzy Logic Designer zobrazí je FIS Editor. V tomto editore sa nastavujú názvy vstupných a výstupných premenných a taktiež aj typ použitej inferencie. V každom z .fis súborov je ponechaná pôvodná inferencia typu Mamdani. Na obrázku 3.7 je zobrazený FIS Editor subsystému *Cenové faktory*, ktorý obsahuje tri vstupné premenné *Cena*, *VyskaZlavy*, *LehotaSplatnosti* a jednu výstupnú premennú *RozhodCenoveFaktory*.

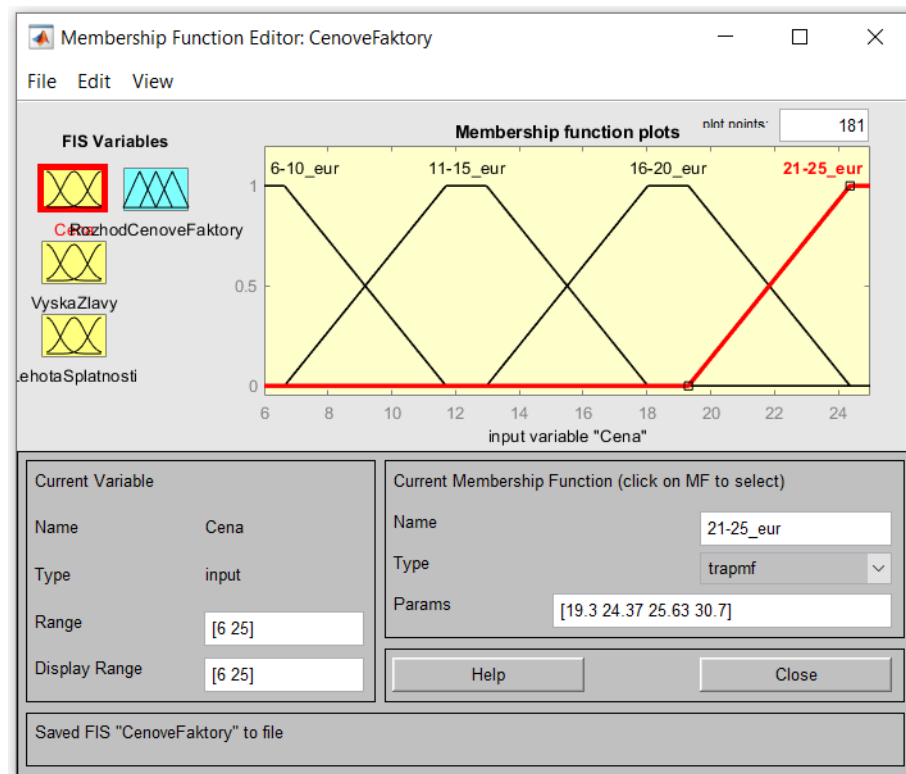


Obr. 3.7: FIS Editor subsystému *Cenové Faktory*  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### Membership Function Editor

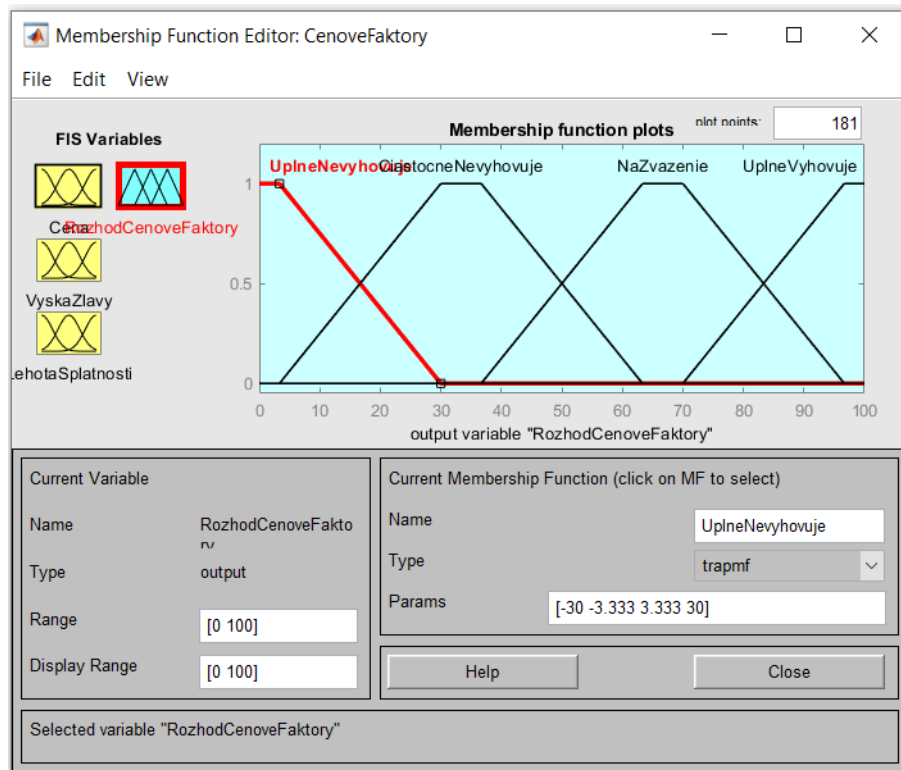
Po nastavení názvov premenných je nutné každej takejto premennej nastaviť funkcie príslušnosti bez ohľadu na to, či sa jedná o vstupnú či výstupnú premennú. Na nastavenie funkcie príslušnosti slúži Membership Function Editor, ktoré je možné otvoriť dvojklikom na vybranú premennú. Počet funkcií príslušnosti závisí od počtu

atribútov, ktoré môže dané kritérium nadobudnúť. Pre všetky funkcie členstva bol zvolený typ *trampf*, ktoré je ekvivalentom štandardnej funkcie príslušnosti typu  $\pi$ . Na obrázku 3.8 je zobrazený editor funkcie členstva vstupnej premennej *Cena* zo subsystému *CenoveFactory*. Pri tejto premennej sú nastavené štyri funkcie príslušnosti: *6-10€*, *11-15€*, *16-20€* a *21-25€*, pričom rozsah tohto vstupu je nastavený na [6 25]. Rovnakým spôsobom sú nastavené aj ostatné vstupné premenné v tomto subsystéme, rozdiel je iba v rozsahu a počte funkcií príslušnosti.



**Obr. 3.8: Funkcie príslušnosti vstupnej premennej *Cena***  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

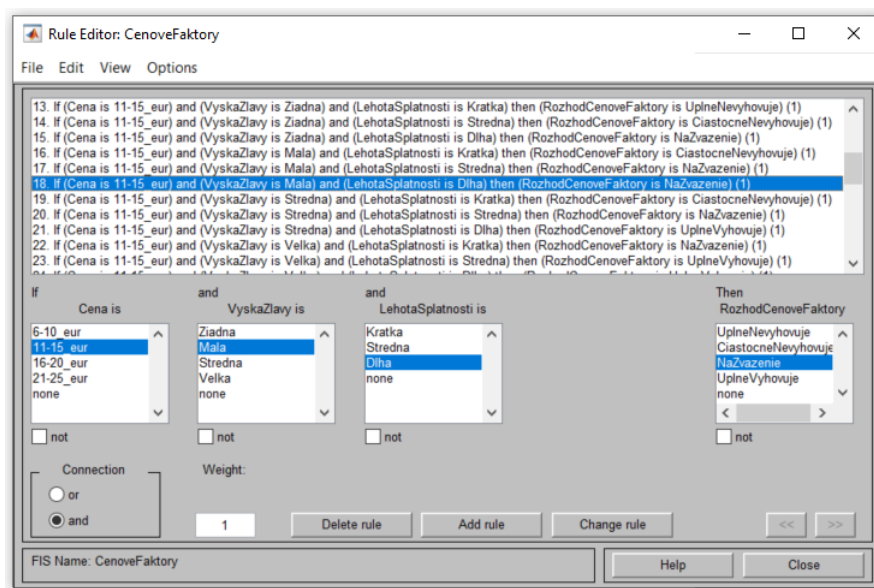
Pri pohľade na výstupnú premennú daného subsystému je situácia veľmi podobná. Vo vyššie spomínanom subsystéme sú nastavené štyri funkcie príslušnosti: *UplneNevyhovuje*, *CiastocneNevyhovuje*, *NaZvazenie* a *UplneVyhovuje* pričom rozsah je nastavený na [0 100]. Upravené sú iba rozsahy jednotlivých funkcií príslušnosti tak, aby odpovedali hodnotám z retransformačnej matice z tabuľky 3.6.



Obr. 3.9: Funkcie príslušnosti výstupnej premennej RozhodCenoveFaktory (Zdroj: Vlastné spracovanie)

## Rule Editor

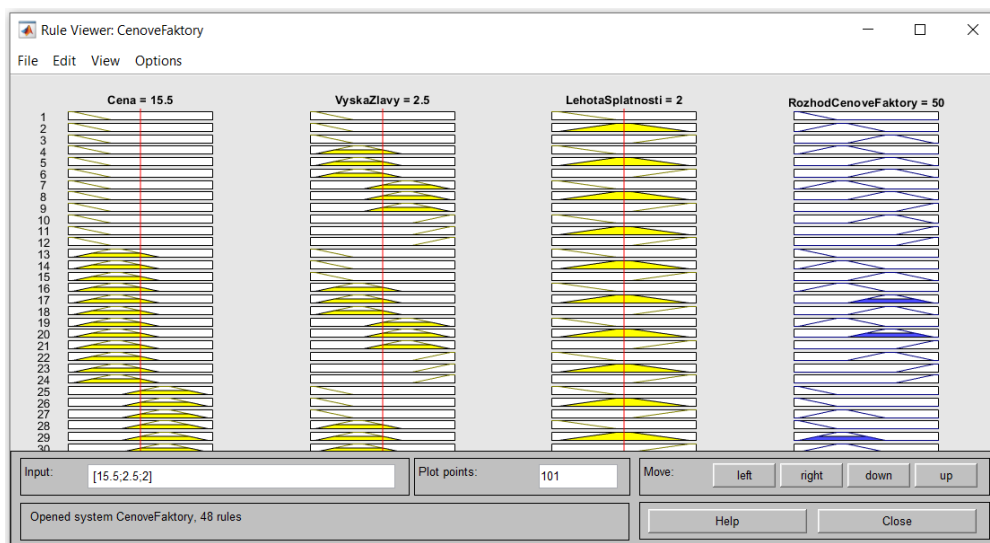
Jednou z najdôležitejších krokov pri tvorbe rozhodovacieho modelu v MATLABe je nastavenie pravidiel, ktorými sa nadefinuje jeho konečné správanie. Nastavenie pravidiel je možné vykonať dvomi spôsobmi, a to pomocou Rule Editoru alebo vložení pravidiel v podobe čísiel priamo do zdrojového kódu .fis súboru. Pri vytváraní pravidiel je dôležité zachovať si určitý postup, pretože chybným nastavením pravidiel môže výsledný model vykazovať nesprávne výsledky. Ako bolo vyššie spomenuté, celkový počet pravidiel je rovný počtu 445, pričom subsystém *Cenové faktory* obsahuje 48 pravidiel, *Špecifikácia* 108, *Dodacie faktory* 15, *Doplňkové služby* 18 a najviac pravidiel obsahuje posledný subsystém *Vyhodnotenie*, a to konkrétne 256. Spôsob vkladania pravidiel priamo do zdrojového kódu .fis súboru bol využitý pri subsystémoch *Špecifikácia* a *Vyhodnotenie*. V takomto prípade sú pravidlá v takom tvare, ako bolo vysvetlené v sekcii 1.6.2. Editor pravidiel podsystému *CenoveFaktory* je zobrazený na obrázku 3.10.



Obr. 3.10: Editor pravidiel subsystému Cenové factory  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### Rule Viewer

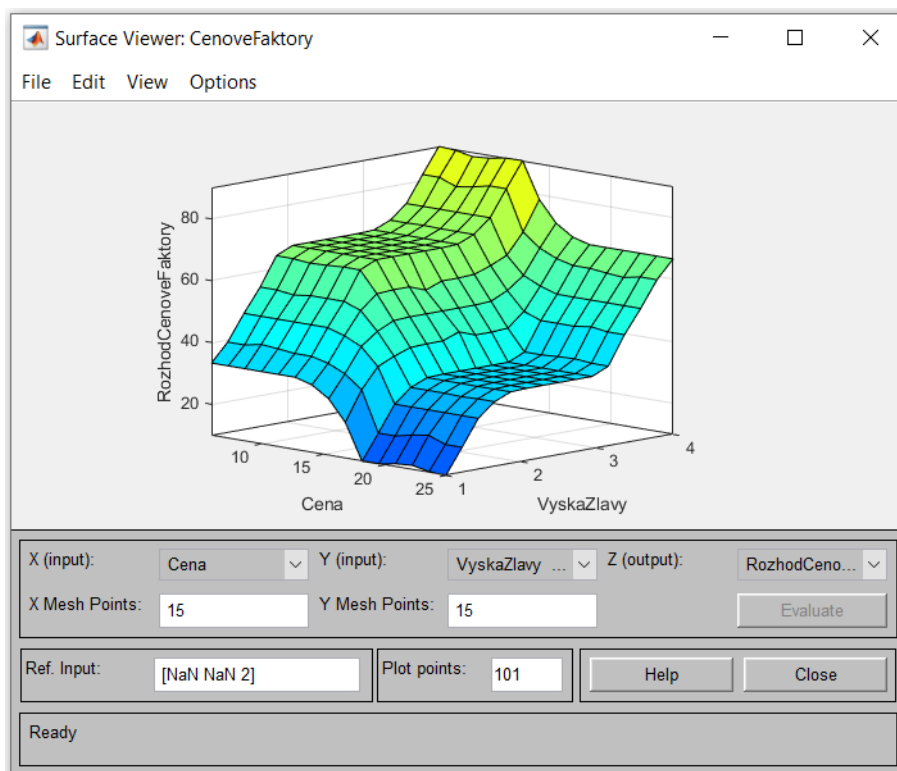
Prehliadač pravidiel, zobrazený na obrázku 3.11, poskytuje grafické zobrazenie plánu celého procesu fuzzy inferencie. Je možné ho otvoriť pomocou výberu možnosti **Surface** v menu **View** v editore **Fuzzy Logic Designer**. Prvé tri stĺpce predstavujú vstupné premenné a posledný stĺpec značí výstupnú premennú *RozhodCenoveFactory*. Posúvaním zvislej čiary u jednotlivých vstupných premenných je možné meniť ich hodnoty a sledovať tak zmeny hodnôt na výstupe.



Obr. 3.11: Prehliadač pravidiel subsystému Cenové factory  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

## Surface Viewer

Ďalší z nástrojov na zobrazenie vzťahu medzi premennými je Surface Viewer, ktorý je možné otvoriť cez možnosť **Surface** v menu **View** vo Fuzzy Logic Designer-u. Narozdiel od prehliadača pravidiel, umožňuje Surface Viewer zobrazenie závislosti maximálne dvoch vstupných premenných. Na obrázku 3.12 je na osi X je nanosená vstupná premenná *Cena*, na osi Y vstupná premenná *VyskaZlavy* a na osi Z výstupná premenná *RozhodCenoveFaktory*. Možnosť vysokej ceny a nízkej zľavy je vykreslená modrou farbou v ľavom dolnom rohu. Naopak nízka cena a vysoká zľava znamená výstup znázornený žltou farbou v pravom hornom rohu. Z týchto poznatkov platí, že čím bližšie je kombinácia vstupných premenných k pravému hornému rohu, tým je hodnota výstupnej premennej *RozhodCenoveFaktory* vyššia a tak pre spoločnosť zaujímavejšia.



Obr. 3.12: Surface Viewer subsystému Cenové faktory  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

## Popis tvorby M-súboru

Po úspešnom vytvorení jednotlivých subsystémov je nutné ich prepojiť do výsledného modelu. Jednou z možností ako toto vykonať je vytvoriť M-súbor, ktorý ok-

rem prepojenia subsystémov slúži aj ako jednoduché textové užívateľské rozhranie, do ktorého užívateľ môže zadávať svoje vstupné hodnoty. Tento skript je možné spustiť zadaním názvu súboru *Vyhodnotenie* do príkazového riadka, prípadne otvorením tohto .m súboru a kliknutím na tlačidlo Run. Po spustení je užívateľ vyzvaný k postupnému zadávaniu hodnôt jednotlivých kritérií, tak ako to je uvedené nižšie. V prípade zadania nesprávneho vstupu je užívateľ na chybu upozornený a je vyzvaný k opätovnému zadaniu tohto vstupu. Rýchlejšým spôsobom by mohlo byť zadanie vstupných hodnôt v maticovom tvare, prípadne zadanie všetkých vstupov naraz, avšak tieto spôsoby sú značne neprehľadné a v prípade chybne zadanej hodnoty by užívateľ musel začať so zadávaním odznova.

```
>> Vyhodnotenie
Zadajte vysku ceny v rozmedzi od 6 do 25 eur: 6
Zadajte vysku mnozstevnej zlavu: 1 - ziadna, 2 - mala, 3 - stredna,
4 - velka: 4
Zadajte dlzku lehoty splatnosti: 1 - kratka, 2 - stredna, 3 - dlha: 2
Zadajte velkost balenia: male - 1, stredne - 2, velke - 3: 4
Zadali ste nespravnu hodnotu, zadajte prosim znovu
Zadajte velkost balenia: male - 1, stredne - 2, velke - 3: 2
```

**Výpis 3.6: Zadávanie hodnôt do textového užívateľského rozhrania**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

V zdrojovom kóde súboru *Vyhodnotenie.m* je prvým krokom načítanie jednotlivých .fis súborov pomocou príkazu `readfis` a ich uloženie do premenných tak, aby s nimi bolo možné neskôr pracovať. V ďalších krokoch sa príkazom `input` načítavajú užívateľom zadané vstupy a ukladajú sa do premenných. Cyklus `while` slúži na validáciu zadaných hodnôt, v ktorom sa overuje, či užívateľ zadal vstup v povolenom rozsahu. V poslednom kroku sa jednotlivé subsystémy vyhodnocujú pomocou príkazu `evalfis`. Výsledky z takto vyhodnotených subsystémov sa stávajú vstupmi pre posledný subsystém *Vyhodnotenie* a do premennej *konecnyVysledok* je uložené percentuálne hodnotenie daného dodávateľa. Prevod číselného hodnotenia na lingvistickú formu je vykonané pomocou podmieneného príkazu `if-elseif-else`. Zdrojový kód opisovaného postupu je uvedený nižšie.

```
modelCenoveFaktory = readfis ('CenoveFaktory.fis');
modelSpecifikacia = readfis ('Specifikacia.fis');
modelDodanie = readfis ('Dodanie.fis');
modelDoplňkoveSluzby = readfis ('DoplňkoveSluzby.fis');
modelVyhodnotenie = readfis ('Vyhodnotenie.fis');
```

```

cena = input ('Zadajte vysku ceny v rozmedzi od 6 do 25 eur: ');
while isempty(cena) || cena < 6 || cena > 25
    disp ('Zadali ste nespravnu hodnotu, zadajte prosim znovu' )
    cena = input ('Zadajte vysku ceny v rozmedzi od 6 do 25 eur: ');
end

zlava = input ('Zadajte vysku mnozstevnej zlavu: 1 - ziadna, 2 -
    mala, 3 - stredna, 4 - velka: ');
while isempty(zlava) || zlava < 1 || zlava > 4
    disp ('Zadali ste nespravnu hodnotu, zadajte prosim znovu' )
    zlava = input ('Zadajte vysku mnozstevnej zlavu: 1 - ziadna, 2 -
        mala, 3 - stredna, 4 - velka: ');
end

. . .
vysledokCenoveFaktory = evalfis(modelCenoveFaktory, [cena zlava
    lehotaSplatnosti]);
vysledokSpecifikacia = evalfis(modelSpecifikacia, [balenie
    farebnaSkala stupenVypalovania typFarby]);
vysledokDodanie = evalfis(modelDodanie, [doprava dodaciaLehota]);
vysledokSluzby = evalfis(modelDoplukoveSluzby, [certifikacia vzorka
    komunikacia]);
konecnyVysledok = evalfis(modelVyhodnotenie, [vysledokCenoveFaktory
    vysledokSpecifikacia vysledokDodanie vysledokSluzby]);

odpoved = sprintf('\nKonecny vysledok: %.2f%%', konecnyVysledok);
disp (odpoved);
if konecnyVysledok < 30
    disp ('Zaverecne slovne hodnotenie: Uplne nevyhovujuci dodavatel')
elseif konecnyVysledok < 50
    disp ('Zaverecne slovne hodnotenie: Ciastocne nevyhovujuci')
elseif konecnyVysledok < 80
    disp ('Zaverecne slovne hodnotenie: Dodavatel na zvazenie')
else
    disp ('Zaverecne slovne hodnotenie: Uplne vyhovujuci dodavatel')
end

```

Výpis 3.7: Časť zdrojového kódu súboru Vyhodnotenie.m  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

## Popis tvorby aplikácie pomocou App Designer

Druhým, užívateľský prívetivejším spôsobom zadávania vstupných hodnôt užívateľa je využitie doplnku App Designer. Jedná sa o doplnok umožňujúci tvorbu grafického užívateľského rozhrania pomocou štandardných komponent ako sú tlačidlá, zaškrtávacie políčka či rozbaľovacie zoznamy. Jednotlivé komponenty sa pri návrhu dizajnu jednoducho presúvajú na potrebné miesto potiahnutím myši. Na definovanie

správania aplikácie je možné následne využiť integrovaný editor, ktorý sa otvorí po prepnutí do častí úprav zdrojového kódu.

Výslednú aplikáciu je možné spustiť otvorením súboru *HodnotenieDodavateľov.mlapp* a kliknutím na tlačidlo **Run**, podobne ako tomu bolo v prípade .m súboru. Ako je možné vidieť na obrázku 3.13, vo vstupnom formulári sa nachádza jedno pole umožňujúce zadávanie ceny farby, ďalších desať rozbaľovacích zoznamov na výber konkrétnej možnosti u daného kritéria a taktiež aj dve zaškrťavacie políčka na výber možnosti, či daný dodávateľ disponuje potrebnou certifikáciou. V spodnej časti formulára sa nachádzajú textové návestia, pod ktorými sa po stlačení tlačidla **Vyhodnotiť** zobrazí konečné percentuálne a slovné hodnotenie. Pre nastavenie pôvodných hodnôt vo formulári slúži tlačidlo **Reset**.

Hodnotenie dodávateľov			
Cena [€]	6	Stupeň vypaľovania [°C]	Nízky
Množstevná zľava [%]	Žiadna	Spôsob dodania	Osobný odber
Balenie	Malé	Dodacia lehota	1-4 dni
Certifikácia	<input checked="" type="radio"/> Áno <input type="radio"/> Nie	Lehota splatnosti	Krátka
Farebná škála	RAL	Poskytnutie vzorky	Áno
Typ farby	Polyester	Spôsob jednania	Telefón
Percentuálne hodnotenie:		Záverečné slovné hodnotenie:	
60.44 %		Dodávateľ na zváženie	
KENZEL		Vyhodnotiť Reset	

Obr. 3.13: Výsledná aplikácia vytvorená pomocou App Designer  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Pre správnu funkčnosť aplikácie bolo nutné tlačidlám *Vyhodnotiť* a *Reset* priradiť akcie, ktoré po stlačení budú vykonávať. Toto priradenie sa deje prostredníctvom spomínaného integrovaného editoru. Po stlačení tlačidla *Reset* sa program uistí, či užívateľ skutočne chce vynulovať formulár. V prípade kladnej odpovede sa tieto hodnoty nastaví na pôvodné pomocou nasledovnej funkcie:

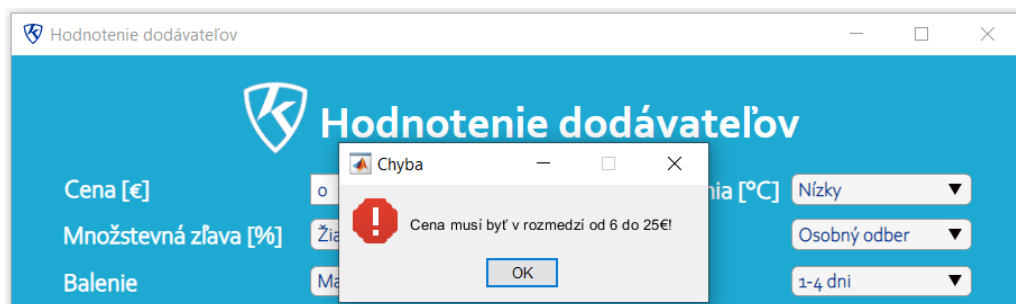
```

function ResetButtonPushed(app, event)
    answer = questdlg('Prajete si zresetovat formular?', 'Reset',
        'Ano', 'Nie', 'Nie');
    if strcmp(answer, 'Ano') == 1
        app.percentaLabel.Visible = false;
        app.SlovneHodnotenieLabel.Visible = false;
        app.CenaEditField.Value = 0;
        app.MnozstevnaZlavaDropDown.Value = '1';
        app.BalenieDropDown.Value = '1';
        app.AnoButton.Value = true;
        .
        app.LehotaSplatnostiDropDown.Value = '1';
    end
end
end

```

**Výpis 3.8: Vynulovanie hodnôt formulára**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Po stlačení tlačidla *Vyhodnotiť* sa vykonávajú akcie veľmi podobné tým, ktoré boli predstavené pri popise tvorby .m súboru. Rozdiel je iba v spôsobe získavania zadaných vstupných hodnôt. V tomto prípade získavanie údajov vykonáva funkcia `str2double`, ktorá zvolenú hodnotu z rozbaľovacieho zoznamu prevedie na číselnú hodnotu, s ktorou je možné neskôr pracovať. Pri zadávaní ceny farby je nutné overiť validáciu zadanej hodnoty. V prípade zadania hodnoty mimo určeného rozmedzia, sa zobrazí `msgbox` s chybovou hláškou, tak ako to je zobrazené na obrázku 3.14. V takomto prípade si užívateľ musí chybu opraviť. V poslednom kroku, sa tak ako pri .m súbore vyhodnotia jednotlivé subsystemy pomocou príkazu `evalfis` a získaný konečný výsledok sa prevedie na slovné hodnotenie pomocou príkazov `if-elseif-else`.



**Obr. 3.14: Nesprávne zadaná hodnota ceny**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### 3.3 Praktické využitie navrhnutých modelov

Táto sekcia práce je venovaná ohodnoteniu zvolených dodávateľov, ktorí boli bližšie predstavení v sekcii 2.7. Hodnoty jednotlivých kritérií u vybraných dodávateľov, uvedené v tabuľkách 3.8 a 3.9 boli nastavené po internej konzultácii s manažérom sekcie povrchovej úpravy na základe jeho reálnych poznatkov a prijatých ponúk od jednotlivých dodávateľov. Pre ohodnotenie vybraných dodávateľov budú využité oba navrhnuté modely, či už v programe MS Excel alebo MATLAB. Získané výsledky z modelov budú vzájomne porovnané, a bude tak možné získať obraz o ich spoločných či rozdielnych vlastnostiach. V závere sekcie budú predstavené najpodstatnejšie prínosy, ktoré pre spoločnosť plynú z využitia navrhnutých modelov.

**Tabuľka 3.8: Hodnoty kritérií dodávateľov 1.časť**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Názov	Cena	Zľava	Balenie	Certifikát	Škála	Typ
Surfin Technology	16-20€	Malá	Veľké	Áno	RAL	Polyester
Pulverit S.p.A.	11-15€	Stredná	Stredné	Áno	NCS	Epoxid
IBA Kimya	21-25€	Žiadna	Malé	Áno	NCS	Polyuretán
Silvi Nova Slovakia	6-10€	Stredná	Stredné	Áno	RAL	Polyuretán
Tiger Coatings	21-25€	Žiadna	Malé	Áno	Munsell	Epoxid
OK Color	11-15€	Veľká	Stredné	Áno	RAL	Polyester

**Tabuľka 3.9: Hodnoty kritérií dodávateľov 2.časť**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Názov	Vypaľovanie	Dodanie	Dod. lehota	Splatnosť	Vzorka	Jednanie
Surfin Technology	Vysoké	Dodávateľ	5-7 dní	Stredná	Príplatok	Osobne
Pulverit S.p.A.	Stredné	Dodávateľ	1-4 dni	Krátka	Príplatok	Osobne
IBA Kimya	Vysoké	Zadarmo	8-11 dní	Stredná	Príplatok	Telefón
Silvi Nova Slovakia	Nízke	Zadarmo	1-4 dni	Stredná	Áno	E-mail
Tiger Coatings	Vysoké	Osobne	8-11 dní	Krátka	Príplatok	E-mail
OK Color	Nízke	Zadarmo	5-7 dní	Dlhá	Áno	Osobne

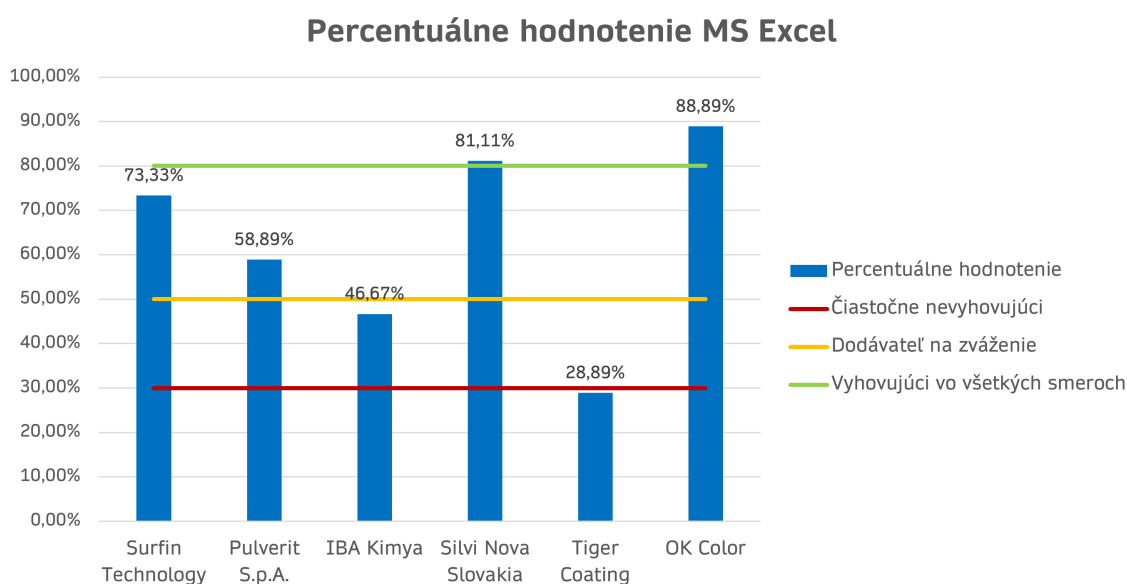
#### 3.3.1 Hodnotenie dodávateľov pomocou MS Excel

Pre potrebu záverečného hodnotenia dodávateľov bol ako prvý využitý rozhodovací model navrhnutý v programe MS Excel. Podľa opísovaného postupu zo sekcie 3.1, boli dodávatelia postupne vkladaní a následne vyhodnocovaní. Získané kvantitatívne a kvalitatívne ohodnotenia sú uvedené v tabuľke 3.10. Pre možnosť lepšieho

vzájomného porovnania dodávateľov sú výsledky znázornené aj v grafe na obrázku 3.15.

**Tabuľka 3.10: Hodnotenie dodávateľov pomocou MS Excel**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Názov	Percentuálne hodnotenie	Slovné hodnotenie
Surfin Technology	73,33%	Dodávateľ na zváženie
Pulverit S.p.A.	58,89%	Dodávateľ na zváženie
IBA Kimya	46,67%	Čiastočne nevyhovujúci
Silvi Nova Slovakia	81,11%	Vyhovujúci vo všetkých smeroch
Tiger Coatings	28,89%	Úplne nevyhovujúci
OK Color	88,89%	Vyhovujúci vo všetkých smeroch



**Obr. 3.15: Grafické znázornenie hodnotenia pomocou MS Excel**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Z uvedených výsledkov vyplýva, že najvhodnejšími kandidátmi na spoluprácu sú spoločnosti *OK Color* a *Silvi Nova Slovakia*, ktoré získali hodnotenia nad úrovňou 80% a patria tak do kategórie *Vyhovujúci vo všetkých smeroch*. Jedná sa o dodávateľov ponúkajúcich práškové farby za pomerne nízke ceny, so strednou, resp. veľkou množstevnou zľavou a krátkou dodacou lehotou. K vysokému hodnoteniu prispela u oboch dodávateľov aj stredná, resp. dlhá doba splatnosti faktúr.

Pomerne vysoké hodnotenie dosiahla aj spoločnosť *Surfin Technology*, so ziskom 73,33%. Tento dodávateľ ponúka najviac vyhovujúci typ farby a farebnú škálu, avšak v pomerne vysokej cenovej kategórii s malou úrovňou zľavy.

Ostatní dodávateľia, *Pulverit S.p.A.*, *IBA Kimya* a *Tiger Coating* dosiahli menej uspokojivé hodnotenia, pričom spoločnosť *Tiger Coating* dosiahla najhoršie hodnotenie *Nevyhovujúci vo všetkých smeroch*. Pre odberateľskú spoločnosť môže byť spolupráca s týmito spoločnosťami pomerne riziková.

### 3.3.2 Hodnotenie dodávateľov pomocou MATLAB

Rovnakým spôsobom bol na hodnotenie dodávateľov využitý aj druhý navrhnutý model v programe MATLAB. Rozdiel je však v tom, že oproti rozhodovaciemu modelu z programu MS Excel, tento model neumožňuje ukladanie dodávateľov a neskorší návrat k nim. Do výslednej aplikácie sa postupne vkladali hodnoty jednotlivých kritérií vybraných dodávateľov a získané kvantitatívne a kvalitatívne výsledky sa zapisovali do tabuľky 3.11, z ktorej bol následne opäť vytvorený graf, zobrazený na obrázku 3.16.

**Tabuľka 3.11: Hodnotenie pomocou MATLAB**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

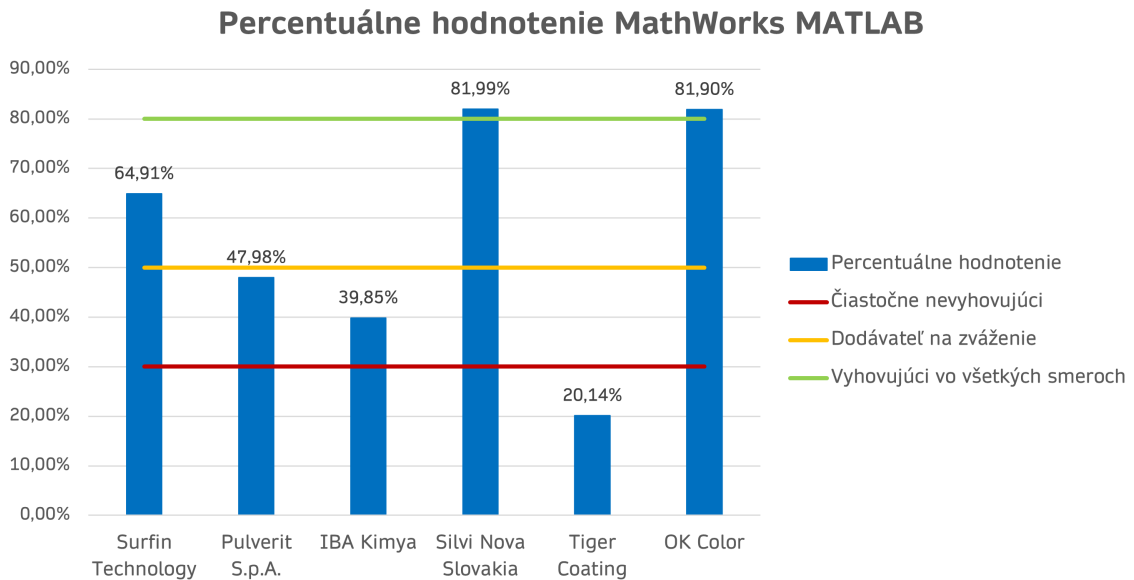
Názov	Percentuálne hodnotenie	Slovné hodnotenie
Surfin Technology	64,91%	Dodávateľ na zväženie
Pulverit S.p.A.	47,98%	Čiastočne nevyhovujúci
IBA Kimya	39,85%	Čiastočne nevyhovujúci
Silvi Nova Slovakia	81,99%	Vyhovujúci vo všetkých smeroch
Tiger Coatings	20,14%	Úplne nevyhovujúci
OK Color	81,90%	Vyhovujúci vo všetkých smeroch

Ako je možné z tabuľky a grafu vidieť, dodávateľia *Silvi Nova Slovakia* a *OK Color* získali opäť hodnotenie *Vyhovujúci vo všetkých smeroch*. Po bližšom preskúmaní čiastočných výsledkov zo subsystémov je zrejmé, že základom vysoko dosiahnutých výsledkov v porovnaní s ostatnými spoločnosťami je prevaha v cenových a dodacích faktoroch.

Spoločnosť *Surfin Technology* sa zaradila do kategórie *Na zväženie* so ziskom 64,91%. Tento dodávateľ zaostáva za najlepšími v kategóriách *Dodanie* a *Doplnkové služby*. Naopak, navrch má v kritériách, ktoré súvisia so špecifikáciou tovaru.

V kategórii *Čiastočne nevyhovujúci* sa umiestnili dvaja dodávateľia, konkrétne *Pulverit S.p.A.* a *IBA Kimya*. Spoločnosť *Tiger Coating* dosiahla najhoršie hodno-

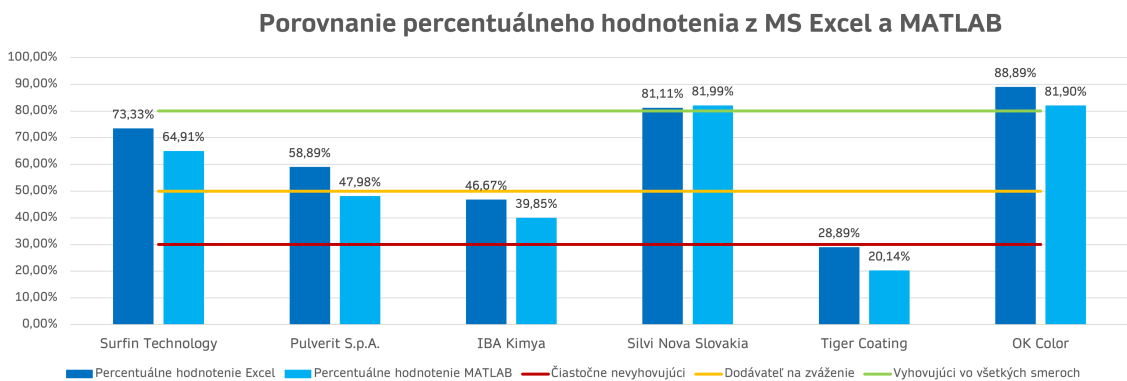
tenie so ziskom 20,14%. Príčinou jej neúspechu sú nízke dosiahnuté výsledky najmä zo subsystémov *Cenové Faktory* a *Špecifikácia*.



**Obr. 3.16: Grafické znázornenie hodnotenia pomocou MATLAB**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

### 3.3.3 Porovnanie získaných výsledkov

Vďaka tomu, že boli navrhnuté a vytvorené dva rozhodovacie modely v rôznych programoch, je možné ich vzájomne porovnať. Práve tomuto porovnaniu sa venuje táto podsekcia. Aj keď je princíp fungovania jednotlivých modelov odlišný, oba poskytujú rovnaký formát výsledkov, takže je možné priame porovnanie získaných kvalitatívnych aj kvantitatívnych hodnôt. Graf na obrázku nižšie znázorňuje výsledné hodnoty, ktoré boli získané z oboch navrhnutých modelov.



**Obr. 3.17: Porovnanie výsledných hodnôt z navrhnutých modelov**  
(Zdroj: Vlastné spracovanie)

Pri porovnaní výsledkov z tohto grafu je možné vidieť, že získané výsledky z oboch modelov majú veľmi podobný priebeh. Taktiež je možné usúdiť, že model vytvorený v MS Excel je o niečo miernejší, pretože výsledné hodnotenia dodávateľov sú až na jeden prípad, vyššie ako pri modeli z MATLABu. Okrem spoločnosti *Pulverit S.p.A*, dosiahli všetky dodávateľské firmy rovnakého slovného hodnotenia. Pri tejto spomínanej spoločnosti je rozdiel medzi hodnoteniami rovný približne 10%, pričom tento rozdiel je možné pripísať odlišnému fungovaniu oboch modelov. Avšak, aj pri tejto spoločnosti by stačila zmena jedného kritéria a slovné hodnotenie by bolo v oboch prípadoch rovnaké. Aj napriek tomu, že nebolo u všetkých spoločností rovnaké slovné či percentuálne hodnotenie, je možné tvrdiť, že oba navrhnuté modely majú približne rovnakú vypovedaciu schopnosť. Pri súčasnej analýze získaných výstupov sa ako dodávatelia s najlepším hodnotením javia *Silvi Nova Slovakia* a *OK Color*, ktorí získali najlepšie hodnotenia v oboch vytvorených modeloch.

### **3.4 Prínosy navrhnutých riešení**

Obsahom tejto diplomovej práce bol návrh a následné vytvorenie dvoch rozhodovacích modelov na podporu rozhodovania pri výbere dodávateľa práškových farieb pre firmu Kenzel. Pre tvorbu modelov boli využité prostredia MS Excel a MathWorks MATLAB. Tvorba oboch modelov prebiehala v úzkej spolupráci s manažérom sekcie povrchovej úpravy.

Ako prvým v poradí bol vytvorený model v prostredí MS Excel aj za pomoci programovacieho jazyka Visual Basic for Application. Spoločnosť má v súčasnosti zakúpenú licenciu Microsoft, preto nie je nutná žiadna ďalšia investícia. Spomínaný manažér úseku povrchovej úpravy využíva programy z balíka Office každodenne, takže práca s aplikáciou by pre neho nemala byť problém. Výsledná aplikácia pozostáva z niekoľkých jednoduchých, užívateľsky prívetivých formulárov umožňujúcich zadanie, úpravu, odstránenie či vyhodnotenie zvoleného dodávateľa.

Druhý rozhodovací model bol vytvorený v prostredí MathWorks MATLAB. Kvôli tomu, že sa toto prostredie v spoločnosti takmer vôbec nevyužíva, bol vytvorený jednoduchý formulár umožňujúci zadanie vstupných hodnôt dodávateľa s násled-

ným výpisom získaných výsledkov. Využívanie tohto modelu by však pre spoločnosť znamenalo dodatočné náklady spojené s nákupom potrebnej licencie.

Hlavným prínosom vytvorených rozhodovacích modelov je skutočnosť, že oba modely boli vytvorené na mieru pre vybranú spoločnosť podľa ich zvolených požiadaviek. V súčasnosti prebieha výber dodávateľov iba na základe subjektívneho názoru manažéra. Tento spôsob nemusí vždy znamenať najlepší a najkvalitnejší výsledok. Navrhnuté modely by mali odstrániť aktuálne nedostatky v spôsobe hodnotenia dodávateľov a mali by znížiť aj riziko výberu nesprávneho dodávateľa. Keďže boli kritériá vybrané v spolupráci s manažérom, získané výsledky by mali byť relevantné pre proces manažérskeho rozhodovania. Výhodou je aj hardwarová nenáročnosť, takže by výsledné modely mohli fungovať aj na osobných počítačoch a notebookoch, ktoré spoločnosť v súčasnosti využíva. Výhodou zaobstarania si oboch modelov by bolo získanie určitého kontrolného mechanizmu, kedy by mohli byť výsledky z oboch modelov medzi sebou porovnávané.

# ZÁVER

Rastúca zložitost prostredia, v ktorom musí spoločnosť fungovať, vyvoláva spolu s meniacimi sa požiadavkami zákazníkov potrebu vykonávať určité rozhodnutia, na ktorých následne závisí stratégia rozvoja danej organizácie. Jedným z takýchto rozhodnutí je aj výber dodávateľov, ktorý je veľmi dôležitým faktorom na zabezpečenie ziskovosti a prežitia spoločnosti. Hlavným cieľom diplomovej práce bolo navrhnúť a vytvoriť rozhodovacie modely pomocou fuzzy logiky na hodnotenie a následný výber optimálneho dodávateľa práškových farieb pre spoločnosť Kenzel.

Úvodná časť práce obsahovala teoretické východiská, ktoré boli následne aplikované v praktickej časti. V tejto časti boli bližšie predstavené pojmy ako fuzzy logika a jej história, fuzzy množiny a operácie s nimi a taktiež aj proces fuzzy spracovania. Okrem týchto pojmov bol taktiež popísaný teoretický základ tvorby rozhodovacích modelov v prostrediach MS Excel a MathWorks MATLAB.

V druhej, analytickej časti práce bola predstavená spoločnosť Kenzel, pre ktorú boli rozhodovacie modely navrhnuté a vytvorené. Popis súčasnej situácie spoločnosti prebiehal pomocou niekoľkých analýz, ako analýza PESTE, Porterov model 5 síl či McKinseyho model 7S. Výstupy z týchto analýz boli zhrnuté v SWOT matici. Okrem analýzy firemného prostredia boli v tejto časti práce predstavení vybraní dodávatelia a taktiež aj kritériá hodnotenia, ktoré boli využité pri tvorbe rozhodovacích modelov.

Tretia časť diplomovej práce popisuje vlastný návrh riešenia. V tejto časti je vysvetlený postup tvorby fuzzy rozhodovacích modelov v oboch spomínaných prostrediach. Pre vyššiu užívateľskú prívetivosť a jednoduchšiu prácu s vytvorenými modelmi boli v oboch prípadoch vytvorené aj grafické užívateľské rozhrania vo forme jednoduchých vstupných formulárov. Po vytvorení jednotlivých rozhodovacích modelov prebehlo testovanie ich funkčnosti, pri ktorom sa vyhodnotili vybraní dodávatelia práškových farieb. Týmto otestovaním sa zistili najmenej a najviac vyhovujúci dodávatelia pre spoločnosť Kenzel. V poslednej časti sa získané výsledky z jednotlivých modelov vzájomne medzi sebou porovnali a boli predstavené najväčšie prínosy pre spoločnosť.

# LITERATÚRA

- [1] MODRLÁK, O. *Fuzzy řízení a regulace* [online]. Technická univerzita v Liberci, 19. apríla 2002 [cit. 2021-11-12]. Dostupné z:  
<https://www.uiam.sk/~bakosova/wwwRTP/tar2fuz.pdf>.
- [2] DOSTÁL, P. *Soft computing v podnikatelství a veřejné správě*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2015. ISBN 978-80-7204-896-0.
- [3] MAŘÍK, V. *Umělá inteligence (6)*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2013. ISBN 978-80-200-2276-9.
- [4] JURA, P. *Fuzzy logika v modelování a řízení dynamických systémů, současný stav, perspektivy a výuka = Fuzzy logic in modelling and control of dynamic systems, state of the art, perspective and education : teze přednášky k profesorskému jmenovacímu řízení v oboru Technická kybernetika*. Brno: VUTIUM, 2005.
- [5] DOSTÁL, P. *Advanced decision making in business and public services*. 1st ed. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-7204-747-5.
- [6] SINGH, H., GUPTA, M. M., MEITZLER, T., HOU, Z.-G., GARG, K. K. et al. Real-Life Applications of Fuzzy Logic. *Advances in fuzzy systems*. 1. vyd. Hindawi Publishing Corporation. 2013, zv. 2013, s. 1–3. ISSN 1687-7101.
- [7] NAVARA, M. a OLŠÁK, P. *Základy fuzzy množin* [online]. Nakladatelství ČVUT, 2007 [cit. 2021-11-12]. Dostupné z:  
[https://cmp.felk.cvut.cz/~navara/Zaklady\\_fuzzy\\_mnoziny/fuzzy-2ed.pdf](https://cmp.felk.cvut.cz/~navara/Zaklady_fuzzy_mnoziny/fuzzy-2ed.pdf).
- [8] NOVÁK, V. *Základy fuzzy modelování*. Vyd. 1. Praha: BEN, 2000. ISBN 80-7300-009-1.
- [9] CHEVRIE, F. a GUELY, F. *Fuzzy logic*. Schneider Electric, December 1998.
- [10] ŠLECHTA, P. *Kognitivně základy fuzzy logiky* [online]. Psychologický ústav AV ČR, 2007 [cit. 2021-11-15]. Dostupné z: <https://adoc.pub/kognitivni-zaklady-fuzzy-logiky-petr-s-lechta-psychologicky.html>.

- [11] ŠKRABÁNEK, P. *Teorie fuzzy množin a její aplikace*. 1. vyd. December 2014. ISBN 978-80-7395-875-6.
- [12] GIPSON, S. *Introduction to Microsoft Excel 101: Notes about MS excel* [online]. Oct 2021 [cit. 2021-11-29]. Dostupné z: <https://www.guru99.com/introduction-to-microsoft-excel.html>.
- [13] KRÁL, M. *Excel VBA : výukový kurz*. Vyd. 1. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2358-4.
- [14] LAURENČÍK, M. *Programování v Excelu 2010 ě 2013 : záznam, úprava a programování maker*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-5033-0.
- [15] KOLÁČEK, J. a KONEČNÁ, K. *Jak pracovat s MATLABem* [online]. 2016 [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: <https://www.math.muni.cz/~kolacek/vyuka/vypsyst/navod.pdf>.
- [16] HANSELMAN, D. C. *Mastering MATLAB*. 1st ed. Upper Saddle River: Pearson, 2012. ISBN 978-0-13-601330-3.
- [17] HUMUSOFT. *Fuzzy Logic Toolbox* [online]. 2021 [cit. 2021-11-25]. Dostupné z: <https://www.humusoft.cz/matlab/fuzzy-logic/>.
- [18] GULLEY, N. a JANG, J.-S. R. *Fuzzy Logic Toolbox User's Guide*. Version 2. 24 Prime Park Way Natick: The MathWorks, Inc., 1997. ISBN 19-127.
- [19] THE MATHWORKS, I. *Build Fuzzy Systems Using Fuzzy Logic Designer* [online]. The MathWorks, Inc., 2021 [cit. 2021-11-27]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/building-systems-with-fuzzy-logic-toolbox-software.html#FP28385>.
- [20] LEGÉŇ, M. *Riadidlá hurbanovských bicyklov Kenzel preberá dcéra* [online]. TREND.sk, Mar 2020 [cit. 2021-11-29]. Dostupné z: <https://www.trend.sk/trend-archiv/riadidla-hurbanovskych-bicyklov-kenzel-prebera-dcera>.

- [21] TUREK, T. *Súčiastky z Číny nahradili vlastnou výrobou. Ako vyrába bicykle slovenský Kenzel* [online]. Feb 2019 [cit. 2021-11-29]. Dostupné z: <https://www.forbes.sk/suciastky-z-ciny-nahradili-vlastnou-vyrobou-ako-vyraba-bicykle-slovensky-kenzel/>.
- [22] *Obchodný register* [online]. Nov 2021 [cit. 2021-11-29]. Dostupné z: <https://orsr.sk/vypis.asp?ID=8163&SID=9&P=0>.
- [23] KENZEL. *Kenzel.sk* [online]. 2021 [cit. 2021-11-28]. Dostupné z: <http://www.kenzel.sk/>.
- [24] JAKUBÍKOVÁ, D. *Strategický marketing : strategie a trendy*. 2., rozš. vyd. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4670-8.
- [25] *Aké požiadavky musia spĺňať bicykle na elektrický pohon EPAC?* [online]. Slovenská obchodná inšpekcia, Aug 2015 [cit. 2021-12-01]. Dostupné z: <https://www.soi.sk/sk/najcastejsie-otazky/Ake-poziadavky-musia-splnat-bicykle-na-elektricky-pohon-EPAC-.soi>.
- [26] *Štatistiky* [online]. Štatistický úrad Slovenskej republiky, Okt 2021 [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: <https://slovak.statistics.sk/>.
- [27] *Nezamestnanosť - mesačné štatistiky* [online]. Ústredie práce, sociálnych vecí a rodiny, Okt 2021 [cit. 2021-11-30]. Dostupné z: [https://www.upsvr.gov.sk/statistiky/nezamestnanost-mesacne-statistiky.html?page\\_id=1254](https://www.upsvr.gov.sk/statistiky/nezamestnanost-mesacne-statistiky.html?page_id=1254).
- [28] *Obyvatelia - Základné Výsledky* [online]. Štatistický úrad SR, 2022 [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: <https://www.scitanie.sk/obyvatelia/zakladne-vysledky/struktura-obyvatelstva-podla-vekovych-skupin/SR/SK0/SR#>.
- [29] GRASSEOVÁ, M. *Analýza podniku v rukou manažera : 33 najpoužívanějších metod strategického řízení*. 2. vyd. Brno: Computer Press, 2012. ISBN 978-80-265-0032-2.
- [30] HART, D. *Porter's five forces: Increase the profitability of your business*. The Power Business School, Jun 2021 [cit. 2022-02-11]. Dostupné z: <https://www.thepowermba.com/en/blog/porters-five-forces>.

- [31] JUREVICIUS, O. *McKinsey 7S Model* [online]. Nov 2021 [cit. 2022-01-19].  
Dostupné z: <https://strategicmanagementinsight.com/tools/mckinsey-7s-model-framework/>.
- [32] DRAGANOVSKÁ, D. a BREZINOVÁ, J. Hodnotenie koróznej odolnosti práškových povlakov po rôznej chemickej predúprave povrchu. *Korose a ochrana materiálu*. 1. vyd. 2017, zv. 61, č. 2, s. 80–85. ISSN 0452-599X.
- [33] *Predúprava povrchu* [online]. [cit. 2022-01-25]. Dostupné z:  
<https://fcht.upce.cz/sites/default/files/public/luva3059/mater-vstrojar-vyrobe.pdf>.
- [34] *Katalóg spoločnosti* [online]. IBA CHEMOLAK, s.r.o., 2018 [cit. 2022-01-31].  
Dostupné z: [http://iba.chemolak.sk/userfiles/file/katalogy/katal%C3%B3g\\_ibakymia\\_Sk.pdf](http://iba.chemolak.sk/userfiles/file/katalogy/katal%C3%B3g_ibakymia_Sk.pdf).
- [35] *J sme SURFIN Technology* [online]. SURFIN Technology s.r.o., 2022 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z:  
<https://www.surfin-tech.cz/o-firme/o-surfin-technology>.
- [36] *Kdo jsme?* [online]. Pulverit S.p.A., 2012 [cit. 2022-02-02]. Dostupné z:  
<https://www.pulverit.cz/kdo-jsme/>.
- [37] *Profil spoločnosti* [online]. IBA CHEMOLAK, s.r.o., 2020 [cit. 2022-02-02].  
Dostupné z: <http://iba.chemolak.sk/profil-spolocnosti.htm>.
- [38] *O nás* [online]. SILVI NOVA SLOVAKIA, s.r.o, 2021 [cit. 2022-02-03].  
Dostupné z: <https://silvinova.sk/o-nas/>.
- [39] *Prehľad* [online]. TIGER Coatings, 2022 [cit. 2022-02-03]. Dostupné z:  
<https://www.tiger-coatings.com/sk-sk/o-spolocnosti-tiger/overview>.
- [40] *O spoločnosti* [online]. OK Color, 2022 [cit. 2022-02-04]. Dostupné z:  
<https://okcolor.cz/o-spolecnosti/>.

# ZOZNAM OBRÁZKOV

1.1	Grafické porovnanie klasickej a fuzzy množiny . . . . .	16
1.2	Nosič fuzzy množiny $A$ . . . . .	18
1.3	Šírka fuzzy množiny $A$ . . . . .	19
1.4	Výška fuzzy množiny $A$ . . . . .	19
1.5	Jadro fuzzy množiny $A$ . . . . .	19
1.6	$\alpha$ rez fuzzy množiny $A$ . . . . .	20
1.7	Fuzzy singleton $A$ . . . . .	20
1.8	Konvexná fuzzy množina $A$ a nekonvexná množina $B$ . . . . .	20
1.9	L-funkcia . . . . .	21
1.10	$\Gamma$ -funkcia . . . . .	21
1.11	$\Lambda$ -funkcia . . . . .	21
1.12	$\Pi$ -funkcia . . . . .	22
1.13	Fuzzy množiny $A$ a $B$ . . . . .	22
1.14	Zjednotenie fuzzy množín $A$ a $B$ . . . . .	23
1.15	Prienik fuzzy množín $A$ a $B$ . . . . .	23
1.16	Doplnok fuzzy množiny $A$ . . . . .	24
1.17	Rozhodovanie riešené fuzzy spracovaním . . . . .	24
1.18	Výsledky defuzzifikácie pomocou metód maxima . . . . .	26
1.19	Výsledok defuzzifikácie pomocou metódy ťažiska . . . . .	26
1.20	Fuzzy Logic Toolbox . . . . .	30
1.21	FIS Editor . . . . .	32
1.22	Editor funkcie členstva . . . . .	33
1.23	Editor pravidiel . . . . .	34
1.24	Prehliadač pravidiel . . . . .	35
1.25	Prehliadač povrchu . . . . .	36
2.1	Logo spoločnosti Kenzel . . . . .	38
2.2	Organizačná štruktúra spoločnosti . . . . .	47
2.3	Logo spoločnosti Surfin Technology . . . . .	58

2.4	Logo spoločnosti Pulverit S.p.A. . . . . .	59
2.5	Logo spoločnosti IBA Kimya . . . . .	60
2.6	Logo spoločnosti Silvi Nova Slovakia . . . . .	60
2.7	Logo spoločnosti Tiger Coatings . . . . .	61
2.8	Logo spoločnosti OK-Color . . . . .	62
3.1	Úvodný formulár s tlačidlami . . . . .	68
3.2	Formulár na vloženie nového dodávateľa . . . . .	69
3.3	Príklad chybovej hlášky . . . . .	70
3.4	Úprava parametrov dodávateľa . . . . .	71
3.5	Príklad záverečného hodnotenia dodávateľa . . . . .	74
3.6	Štruktúra rozhodovacieho modelu . . . . .	75
3.7	FIS Editor subsystému Cenové Faktory . . . . .	76
3.8	Funkcie príslušnosti vstupnej premennej Cena . . . . .	77
3.9	Funkcie príslušnosti výstupnej premennej RozhodCenoveFaktory . . . . .	78
3.10	Editor pravidiel subsystému Cenové faktory . . . . .	79
3.11	Prehliadač pravidiel subsystému Cenové faktory . . . . .	79
3.12	Surface Viewer subsystému Cenové faktory . . . . .	80
3.13	Výsledná aplikácia vytvorená pomocou App Designer . . . . .	83
3.14	Nesprávne zadaná hodnota ceny . . . . .	84
3.15	Grafické znázornenie hodnotenia pomocou MS Excel . . . . .	86
3.16	Grafické znázornenie hodnotenia pomocou MATLAB . . . . .	88
3.17	Porovnanie výsledných hodnôt z navrhnutých modelov . . . . .	88

# ZOZNAM TABULIEK

1.1	Tabulkový zápis ostrej množiny $A$ s konečným univerzom . . . . .	17
1.2	Transformačná matica - slovný popis . . . . .	27
1.3	Ohodnotená transformačná matica . . . . .	28
1.4	Stavová matica . . . . .	28
1.5	Retransformačná matica . . . . .	29
2.1	SWOT matica spoločnosti Kenzel . . . . .	52
3.1	Transformačná matica - slovné hodnotenie 1.časť . . . . .	64
3.2	Transformačná matica - slovné hodnotenie 2.časť . . . . .	64
3.3	Transformačná matica - číselné ohodnotenie 1.časť . . . . .	65
3.4	Transformačná matica - číselné ohodnotenie 2.časť . . . . .	65
3.5	Vstupná stavová matica . . . . .	65
3.6	Retransformačná matica . . . . .	66
3.7	Konečné hodnotenie dodávateľa . . . . .	67
3.8	Hodnoty kritérií dodávateľov 1.časť . . . . .	85
3.9	Hodnoty kritérií dodávateľov 2.časť . . . . .	85
3.10	Hodnotenie dodávateľov pomocou MS Excel . . . . .	86
3.11	Hodnotenie pomocou MATLAB . . . . .	87

# ZOZNAM PRÍLOH

Príloha č. 1: MS Excel – Vyhodnotenie_dodavatelov_praskovych_farieb . . . . .	I
Príloha č. 2: MATLAB – CenoveFaktory.fis . . . . .	II
Príloha č. 3: MATLAB – Specifikacia.fis . . . . .	III
Príloha č. 4: MATLAB – Dodanie.fis . . . . .	IV
Príloha č. 5: MATLAB – DoplnkoveSluzby.fis . . . . .	V
Príloha č. 6: MATLAB – Vyhodnotenie.fis . . . . .	VI
Príloha č. 7: MATLAB – Vyhodnotenie.m . . . . .	VII
Príloha č. 8: MATLAB – HodnotenieDodavatelov.mlapp . . . . .	VIII
Príloha č. 9: Obrázok – K_logo.jpg . . . . .	IX
Príloha č. 10: Obrázok – K_logo_M.jpg . . . . .	X
Príloha č. 11: Obrázok – logo.jpg . . . . .	XI