



# 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 HODNOCENÍ KVALITY ZÁKAZNÍKŮ

THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC FOR EVALUATION OF QUALITY OF CUSTOMERS

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

**Bc. Michal Gábrle**

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

**prof. Ing. Petr Dostál, CSc.**

**BRNO 2020**

# Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav informatiky
Student:	<b>Bc. Michal Gábrle</b>
Studijní program:	Systemové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Informační management
Vedoucí práce:	<b>prof. Ing. Petr Dostál, CSc.</b>
Akademický rok:	2019/20

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

## **Aplikace fuzzy logiky pro hodnocení kvality zákazníků**

### **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:**

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

### **Základní literární prameny:**

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

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

HANSELMAN, D. a B. LITTLEFIELD. Mastering MATLAB. Pearson Education International Ltd., 2012. 852 s. ISBN 978-0-13-185714-2.

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

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2019/20

V Brně dne 29.2.2020

L. S.

---

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.  
ředitel

---

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

### **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá principy fuzzy logiky a jejich využitím v rámci obchodní činnosti distribuční společnosti. Jsou představeny 2 modely, založené na bázi těchto principů, sloužící k vyhodnocování kvality odběratelů dle několika jejich atributů, na základě čehož jsou rozřazováni do cenových kategorií odlišujících se různě vysokými obchodními přírážkami.

### **Klíčová slova**

fuzzy logika, zákazník, model, MATLAB, hodnocení, atribut, marže

### **Abstract**

The diploma thesis deals with fuzzy logic and its use in business activities of a distribution company. Two models using fuzzy set theory are presented. These models are able to evaluate quality of customers through their attributes. Based on these calculations, they are classified into several price categories which differ in margin.

### **Key words**

fuzzy logic, customer, model, MATLAB, evaluation, attribute, margin

### **Bibliografická citace**

GÁBRLE, Michal. *Aplikace fuzzy logiky pro hodnocení kvality zákazníků* [online]. Brno, 2020 [cit. 2020-05-11]. Dostupné z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/124265>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav informatiky. Vedoucí práce Petr Dostál.

### **Čestné prohlášení**

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

V Brně dne 15. května 2020

.....

Michal Gábrle

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce panu prof. Ing. Petru Dostálovi, CSc. za přínosné konzultace, rady a připomínky. Dále pak za poskytnutá data a rozhovory děkuji všem zaměstnancům dané distribuční společnosti, s jejichž pomocí práce vznikala.

# Obsah

<b>Úvod</b> .....	<b>10</b>
<b>Cíle práce a metodika jejího zpracování</b> .....	<b>11</b>
<b>1 Teoretická východiska práce</b> .....	<b>12</b>
1.1 Fuzzy logika .....	13
1.1.1 Fuzzy ontologie.....	14
1.1.2 Vznik fuzzy logiky.....	15
1.1.3 Fuzzy množiny.....	16
1.1.4 Operace s fuzzy množinami.....	17
1.1.5 Vlastnosti fuzzy množin.....	20
1.1.6 Fáze fuzzy procesu.....	21
1.2 Tvorba fuzzy modelu .....	23
1.2.1 Microsoft Excel.....	23
1.2.2 MathWorks MATLAB.....	26
<b>2 Analýza současného stavu</b> .....	<b>33</b>
2.1 Předmět podnikání společnosti.....	33
2.1.1 Pořádání konferencí .....	35
2.2 Organizační struktura.....	35
2.2.1 Oddělení nákupu .....	36
2.2.2 Oddělení obchodu .....	38
2.3 Cenové hladiny .....	40
2.3.1 Varianty cenových hladin.....	40
2.3.2 Vytvoření nového zákazníka .....	42
2.3.3 Cenové hladiny v praxi.....	42
<b>3 Vlastní návrh řešení</b> .....	<b>44</b>
3.1 Fuzzy model pro hodnocení kvality zákazníků .....	44
3.1.1 Vstupní lingvistické proměnné .....	45
3.1.2 Výstupní proměnné .....	48
3.2 Tvorba modelu v Microsoft Excel .....	49
3.2.1 Transformační matice.....	49
3.2.2 Ohodnocená transformační matice.....	51
3.2.3 Vstupní stavová matice, GUI.....	52
3.2.4 Testování pocitového faktoru .....	54
3.2.5 Ověření funkčnosti modelu .....	55
3.3 Tvorba modelu v MathWorks MATLAB .....	57
3.3.1 Lingvistické proměnné.....	57
3.3.2 Struktura modelu.....	58
3.3.3 Tvorba fis souborů .....	59
3.3.4 M-file pro práci s modelem .....	62
3.3.5 Ovládací grafické rozhraní .....	64
3.3.6 Testování pocitového faktoru .....	70
3.3.7 Testování výsledků modelu .....	71
3.4 Porovnání obou modelů .....	72
3.4.1 Výsledky.....	73
3.4.2 Cena.....	73
3.4.3 Výhody a nevýhody .....	74

3.5	Zhodnocení přínosu modelu.....	75
<b>Závěr.....</b>		<b>77</b>
<b>Seznam použitých zdrojů .....</b>		<b>78</b>
<b>Seznam použitých obrázků.....</b>		<b>81</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>		<b>83</b>
<b>Seznam zdrojových kódů.....</b>		<b>84</b>
<b>Seznam příloh .....</b>		<b>85</b>

## Úvod

Rozhodování je zcela běžnou součástí každodenního života. Některé situace se řeší bezmyšlenkovitě, jiné člověk musí naopak důkladně zvážit. Rozhodovací problém typu jaké jídlo si objednat v restauraci zcela určitě zabere méně času, než promyšlení koupě nové nemovitosti. Takové problémy se liší jak počtem rozhodovacích kritérií, tak důsledky provedených rozhodnutí.

Nicméně běžný život není jedinou oblastí, ve které je třeba činit volby. Dennodenně se lze ve společnostech, na všech jejich organizačních úrovních, setkat s nutností činit různorodá rozhodnutí. Na nižších úrovních řízení se zpravidla jedná o méně sofistikované problémy, které nevyžadují tolik pozornosti jako otázky řešené středním či vrcholovým managementem.

Jelikož je žádoucí, aby na taktické a strategické úrovni byly při řešení složitých záležitostí činěny závěry kvalitně, avšak zároveň co nejrychleji, hledají se nové způsoby jak do rozhodování zapojit výpočetní výkon. V poslední době se nejvíce mluví o využití umělé inteligence. Ať už se jedná o genetické algoritmy, neuronové sítě či principy fuzzy logiky. Osvojení si těchto metod umožňuje nalézat kvalifikované odpovědi i na velmi složité otázky, kterým mohou manažeři čelit.

Právě fuzzy logika je disciplínou, již se bude tato diplomová práce zabývat. Konkrétně se jedná o její využití pro vyhodnocení kvality zákazníků distributorské společnosti (ta si přála zůstat v anonymitě), na jejímž základě jsou určitým skupinám odběratelů nastavovány prodejní ceny.

## **Cíle práce a metodika jejího zpracování**

Hlavním cílem této diplomové práce je vytvořit funkční model využívající principů fuzzy logiky tak, aby skrze něj bylo možné rychle a jednoduše vyhodnocovat obchodní potenciál jednotlivých zákazníků. Na základě tohoto výsledku pak model konkrétního odběratele zařadí do jedné z několika cenových hladin, které distribuční firma využívá.

Budou zhotoveny 2 varianty. Nejprve bude představena tvorba modelu pomocí programu Microsoft Excel, posléze se využije prostředí MathWorks MATLAB. Jelikož je potřeba vyhodnocení provádět co nejjednodušeji, je žádoucí, aby bylo v obou případech nachystáno intuitivní ovládací rozhraní, které bude obsluhu modelu maximálně usnadňovat.

Práce bude členěna na 3 hlavní části. V první budou popsány teoretické základy fuzzy logiky a vysvětleny základní pojmy potřebné k pochopení této disciplíny. Spolu s tím bude na vzorových příkladech ukázán proces tvorby fuzzy modelů v již zmíněných programech.

V druhé části pak bude představena předmětná distribuční společnost a provedena analýza současné situace. Poslední, návrhová, část již bude věnována samotné tvorbě fuzzy rozhodovacího modelu, přičemž nejprve dojde k definování vstupů systému, poté až k samotné realizaci. Zdrojem informací pro obě tyto kapitoly se stanou konzultace s manažery dané organizace.

# 1 Teoretická východiska práce

Každý vedoucí pracovník, zpravidla od vyšších pozic označován jako manager, se v rámci své pracovní náplně musí vypořádat s celou řadou různorodých činností. Francouzský řemeslník Henri Fayol (1841-1925), též označován jako otec moderní teorie managementu (1, s. 31), definoval takovýchto činností 5. Ty jsou označovány jako sekvenční, neboť jedna na druhou navazují (i když samozřejmě může dojít k různým překryvům, zpětnému zpřesňování atp.). Konkrétně se jedná o tyto manažerské funkce: (2, s. 14)

- Plánování – rozumí se vytyčení budoucích cílů a cesty k nim
- Organizování – tedy obstarávání zdrojů (ať už materiálních, finančních či lidských)
- Příkazování – nařizování podřízeným pracovníkům
- Koordinace – sladění činností pracovníků
- Kontrola – zjišťování odchylek aktuálního stavu od plánu

Tento seznam byl dále obohacen o nespočet dalších kategorií, jako například motivování, vedení lidí, vyhodnocování či správní zajištění (3, s. 68).

Kromě sekvenčních manažerských funkcí však existují i činnosti paralelní, které jimi maticově prostupují. Výhodou maticového zobrazení manažerských funkcí (viz *Tabulka 1*) je, že zjednodušeně zobrazuje dva druhy procesů vyskytujících se v manažerské práci. Tím prvním je posloupnost činností od plánování až po kontrolu. Druhým je následnost fází, kterou prochází každá manažerská funkce - od prvotní analýzy až po finální implementaci (3, s. 69).

**Tabulka 1 - Maticové zobrazení manažerských funkcí**

Zdroj: Autor podle (2, s. 14)

Manažerské funkce	Analýza	Rozhodování	Implementace
Plánování			
Organizování			
Výběr a rozmístění pracovníků			
Vedení pracovníků			
Kontrola			

Manažerskou disciplínou, jíž se bude tato diplomová práce dotýkat nejvíce, je rozhodování. Pracovníci na vedoucích pozicích přebírají za svá učiněná rozhodnutí zodpovědnost a přímo tím ovlivňují budoucí vývoj organizace.

Rozhodování se dá dělit dle několika kategorií. Podle počtu kritérií na jedno či vícekritériální, podle řídicí úrovně na operativní, taktické a strategické, podle počtu zainteresovaných osob na individuální a skupinové (4, s. 8), a několik dalších možných členění.

Ať už je ale problém jakékoliv kategorie, vzhledem k zásadnímu vlivu na úspěch či neúspěch organizace je kladen velký tlak na kvalitu výsledku celého rozhodovacího procesu. Z tohoto důvodu se hledají nejrůznější způsoby a cesty, jak si celou tuto činnost ulehčit. Soustavy se často zjednodušují a nahrazují se modely, které mají za úkol s dostatečnou přesností reprezentovat chování jejich skutečné předlohy. Dále je využito výpočetního výkonu a s modelem jsou prováděny nejrůznější simulace (5, s. 4). Výhody simulace tkví v tom, že lze mnohem lépe poznat realitu. Bez negativních dopadů lze testovat co se stane, když se například změní hodnota nějaké proměnné. Je možné tak najít optimální výsledek, který bude posléze implementován. U velmi složitých soustav, například ekonomických systémů, se poté u jejich modelování uchyluje k využívání pokročilých metod rozhodování jako genetické algoritmy, neuronové sítě či fuzzy logika.

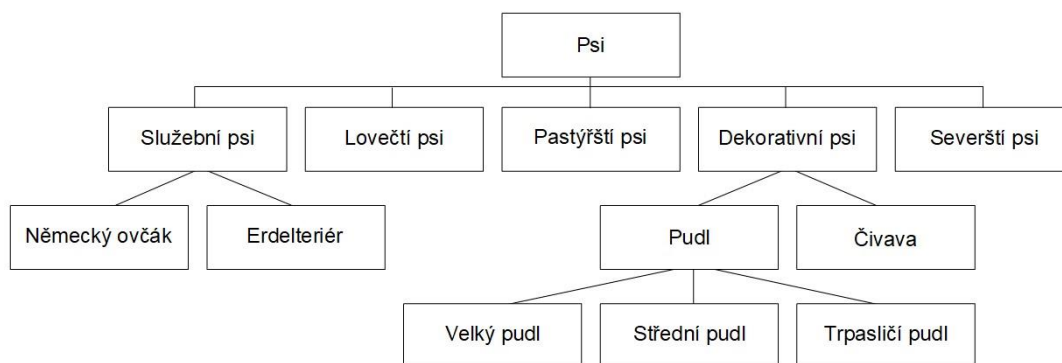
## **1.1 Fuzzy logika**

Nejen v klasických matematických modelech, ale například i v ontologiích, se postupem času ukázalo, že dosud užívaná Booleova logika ne vždy dokáže uspokojit veškeré požadavky, které jsou na ni moderními postupy kladeny.

Hlavní problém je spatřován tom, že velké množství vztahů, které bychom potřebovali nějakým způsobem matematicky vyjádřit, není možno popsat pouze pomocí dvou stavů – TRUE nebo FALSE, respektive 1 nebo 0. Tento problém lze poměrně dobře demonstrovat třeba na výše zmíněných ontologiích.

### 1.1.1 Fuzzy ontologie

Na ontologie by se dalo poněkud zjednodušeně nahlížet jako na hierarchickou strukturu tříd objektů, která je tvořena relací *is-a* (subsumpcí). Tu lze chápat stylem „všechny-některé“, tzn. každý služební pes je pes, ale některý pes je služební pes (6, s. 32-33). Tímto způsobem se v nich formalizovaným způsobem uchovávají znalosti, čímž je umožněno jejich opakované využití.



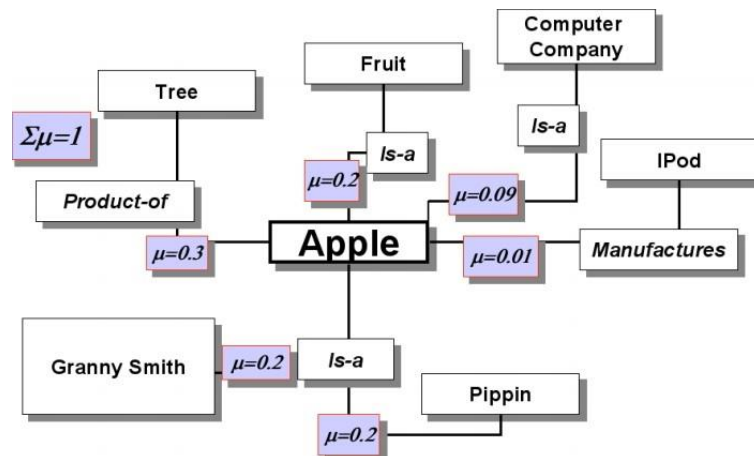
**Obrázek 1 - Kynologická ontologie**

Zdroj: Autor podle (6, s. 35)

Nicméně ne vždy se takovéto jednoznačné deklarování vzájemných vztahů hodí a odpovídá reálným potřebám. Ve své disertační práci se tomuto problému věnuje David Tudor Parry (7), který vše demonstruje na problému jablka (viz *Obrázek 2*). To může být jak produktem stromu, tak počítačovou společností, případně ještě něčím úplně jiným. V klasických ontologiích by toto vedlo k tomu, že se jednotlivé objekty mohou vyskytovat na více místech najednou (jedno konkrétní jablko by bylo jak počítačovou společností, tak ovocem). Z toho by později pramenily nejednoznačnosti, případně zacyklené vztahy.

Proto je třeba jednotlivým vztahům určit nějaké váhy, které příslušnost do dané skupiny určitým způsobem upravují (7, s. 82). Tento krok by za užití klasické logiky 0 nebo 1 nebyl možný, z toho důvodu se zavádí logika jisté neurčitosti, tedy fuzzy.

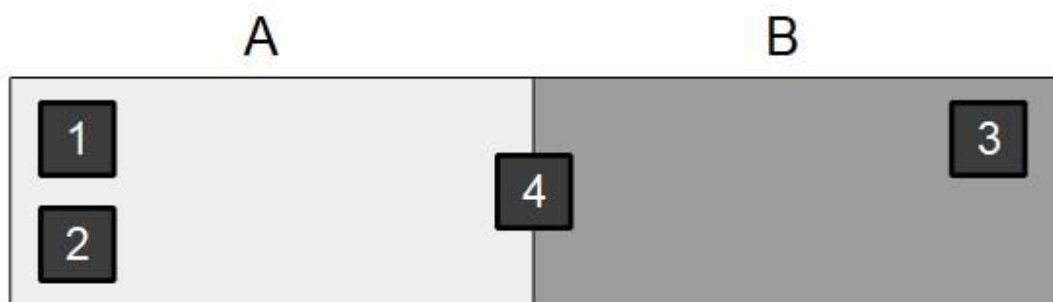
*Obrázek 2* lze interpretovat tak, že v tomto konkrétním případě je jablko s pravděpodobností 0,2 ovoce, s pravděpodobností 0,3 produkt stromu, s pravděpodobností 0,09 se jedná o počítačovou společnost atp.



Obrázek 2 - Fuzzy ontologie  
Zdroj: (7, s. 82)

### 1.1.2 Vznik fuzzy logiky

Na *Obrázek 3* se nachází 2 množiny, jejichž průnikem je prázdná množina, tj  $B=A'$ . Rovněž se zde nachází 4 předměty. Úkolem je určit, do jaké množiny patří každý jeden předmět. U předmětů označených čísly 1 až 3 není s tímto určením žádný problém. Ten však nastává u předmětu číslo 4, neboť leží přesně na rozmezí množin A a B. Podle klasické teorie množin však existují pouze dvě varianty: Předmět číslo 4 patří do množiny A, nebo patří do množiny B. Přitom reálně se nabízí jasná odpověď, že patří půlkou do A a druhou půlkou do B (Autor podle (8, s. 20)).



Obrázek 3 - Problém klasické logiky  
Zdroj: Autor podle (8, s. 20)

Díky fuzzy logice jsme schopni určit, „jak moc“ patří předmět 4 do množiny A a „jak moc“ patří do množiny B, neboť není vyžadována platnost pouze dvou možností, ale prvek může do dané množiny patřit jen částečně.

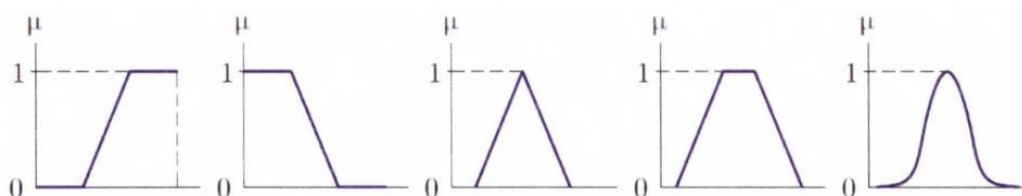
### 1.1.3 Fuzzy množiny

Takovouto teorii fuzzy množin a fuzzy logiky vytvořil L. Zadeh. Zásadním způsobem tím upravuje klasickou Booleovskou logiku, neboť zavádí „jak moc“ daný prvek do nějaké množiny patří či nepatří. Tento stupeň příslušnosti, míra, kterou prvek do množiny patří, je definován na intervalu  $\langle 0;1 \rangle$ , kde 0 znamená úplné nečlenství a 1 úplné členství. Jedná se tak o zobecnění množiny takovým způsobem, že je možné zobrazení na celém intervalu. Fuzzy logika nám tedy říká, s jakou jistotou či nejistotou daný prvek patří do dané množiny (4, s. 12).

„Fuzzy množina  $F$  je jednoznačně určena prvkem  $u \in U$  (pozn. Autora: množina obsahující všechny prvky), a jemu odpovídající hodnotou funkce příslušnosti  $\mu_F(u)$ , tedy množinou dvojic  $(u, \mu_F(u))$ “ (8, s. 25).

$$F = \{(u, \mu_F(u)) / u \in U\}$$

Tvar členské funkce se odvíjí od konkrétní fuzzy množiny a může mít prakticky jakoukoliv podobu. Nicméně jako snad v úplně každé disciplíně, i zde se postupem času „vykrytalizovalo“ několik velice oblíbených a často používaných funkcí. Ty vynikají svou jednoduchostí a univerzálností užití. Vysloužily si i vlastní pojmenování, které je inspirováno jejich vzhledem.

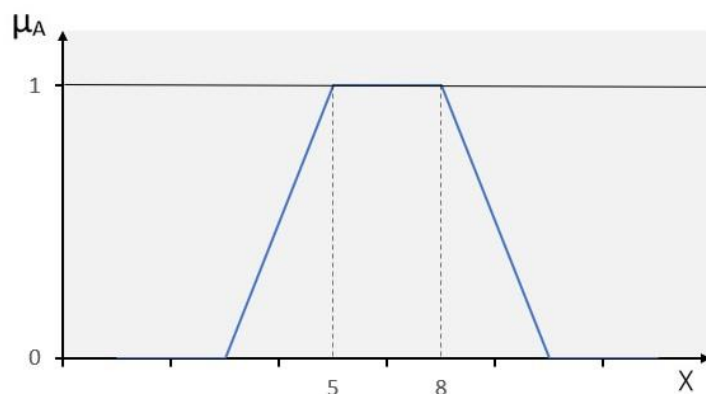


Obrázek 4 - Tvary vybraných členských funkcí

Zdroj: (9, s. 8)

Zleva se jedná o: *S* funkce, *Z* funkce, *Λ*-funkce, *Π*-funkce a poslední zobrazená je *Gaussova křivka*.

Zavedení pojmu příslušnosti do množiny lze názorně demonstrovat na *Obrázek 5*.



**Obrázek 5 - Funkce členství A**

Zdroj: Autor podle (4, s. 13)

Z čehož lze vidět (4, s. 13):

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

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

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

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

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

Skrze takovéto nové chápání množin je možné mnohem přesněji modelovat reálný svět, potažmo nejrůznější situace, které v něm mohou nastat. Díky tomu se využívání fuzzy logiky hodí například k modelování procesů ve firmě, kde ne všechny ovlivňující proměnné lze deterministicky odhadnout, ale vždy existuje nějaká míra nejistoty.

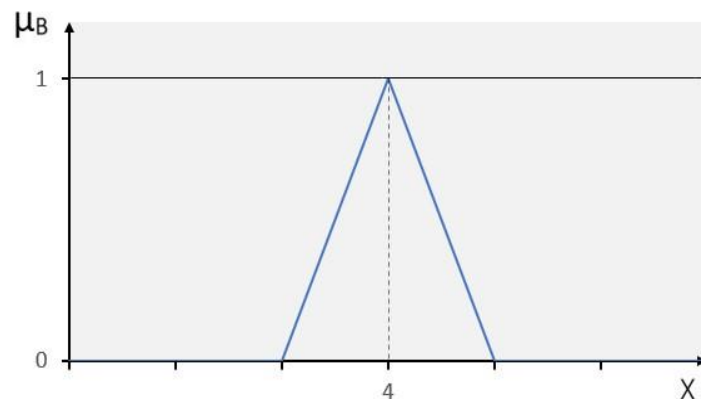
Další nespornou výhodou je možnost využívat i slovního ohodnocení jednotlivých proměnných modelu. Třeba obchodního partnera můžeme ohodnotit jako *velmi významného*, *významného*, *málo významného* či *bezvýznamného*. Tím se fuzzy logika ještě více přibližuje reálnému pohledu na svět.

#### 1.1.4 Operace s fuzzy množinami

S odlišným chápáním jednotlivých množin poté souvisí i odlišné postupy, které jsou používány pro základní operace jako sčítání, odčítání, násobení a dělení, respektive pro sjednocení, průnik a doplněk množin. Jak takováto pravidla ve fuzzy logice vypadají, je shrnuto na rádcích dále (10, s. 7-9).

<b>Sčítání</b>	$[a, b] + [c, d] = [a + c, b + d]$
<b>Odečítání</b>	$[a, b] - [c, d] = [a - d, b - c]$
<b>Násobení</b>	$[a, b] * [c, d] = [\min(ac, ad, bc, bd), \max(ac, ad, bc, bd)]$
<b>Dělení</b>	$[a, b]/[c, d] = [\min(a/c, a/d, b/c, b/d), \max(a/c, a/d, b/c, b/d)]$
<b>Průnik</b>	$\mu(x \wedge y) = \min(\mu_x, \mu_y)$
<b>Sjednocení</b>	$\mu(x \vee y) = \max(\mu_x, \mu_y)$
<b>Doplňek</b>	$\mu(\neg x) = 1 - \mu(x)$

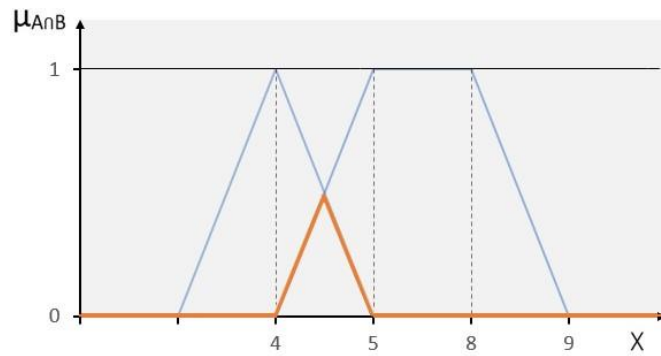
S chápáním zápisu běžných operací zřejmě není žádný problém. Poslední 3 operace však stojí za grafické zobrazení, které je mnohem názornější. Užito při něm bude dvou fuzzy množin. První je totožná s fuzzy množinou zobrazenou na *Obrázek 5*, druhá je vyobrazena níže na *Obrázek 6*.



**Obrázek 6 – Funkce členství B**  
Zdroj: Autor podle (10, s. 8)

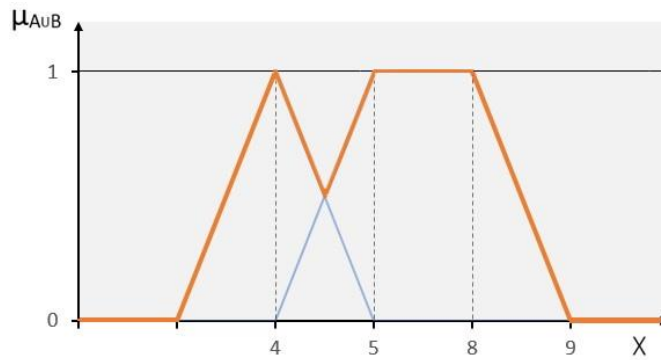
Na každém obrázku jsou vždy slabou modrou čarou vyobrazeny původní fuzzy množiny. Oranžovou barvou je pak znázorněn výsledek provedené operace.

## Fuzzy průnik



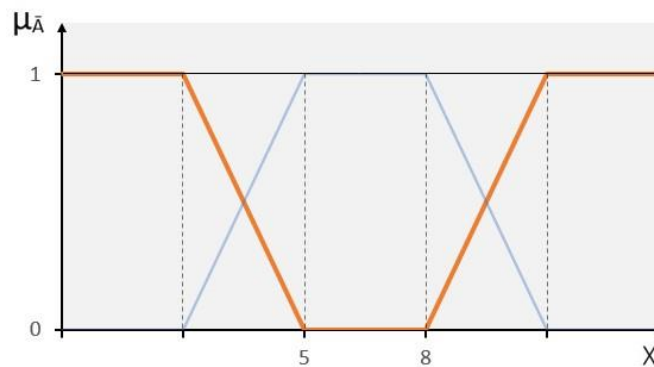
**Obrázek 7 - Fuzzy průnik**  
Zdroj: Autor podle (4, s. 9)

## Fuzzy sjednocení



**Obrázek 8 - Fuzzy sjednocení**  
Zdroj: Autor podle (4, s. 9)

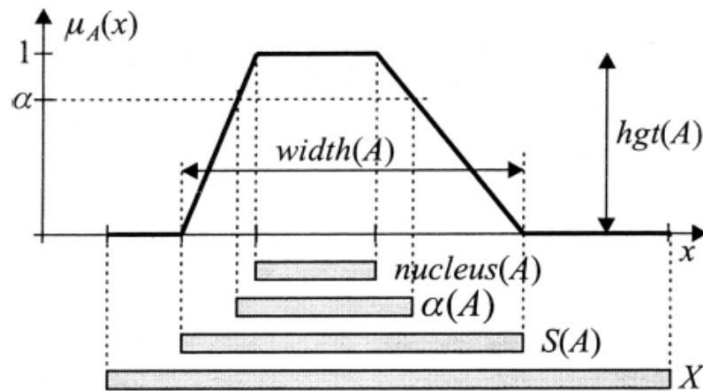
## Fuzzy doplněk



**Obrázek 9 - Fuzzy doplněk**  
Zdroj: Autor podle (4, s. 9)

### 1.1.5 Vlastnosti fuzzy množin

S fuzzy množinami souvisí i několik základních pojmů, které jsou níže představeny i s jejich matematickým zápisem. Platí přitom předpoklad, že množina  $A$  je definována na univerzu  $X$ . (8, s. 26-27)



Obrázek 10 - Základní pojmy fuzzy množin  
Zdroj: (8, s. 26)

#### Nosič (support)

Jedná se o všechny prvky univerzu  $X$ , které mají funkci příslušnosti větší než 0.

$$S(A) = \{x / \mu_a(x) > 0\}$$

#### Šířka (width)

Pro ohraničený nosič fuzzy množiny lze supremum (sup) a infimum (inf) nahradit maximem, resp. minimem. Šířku množiny vyjadřuje rozdíl těchto dvou hodnot.

$$width(A) = \sup(S(A)) - \inf(S(A))$$

#### Jádro (nukleus)

Jádrem je nazývána ostrá množina těch prvků, jejichž funkce příslušnosti je rovna 1. V případě, že této hodnoty dosahuje pouze 1 bod, je označován jako *špičková hodnota (peak value)*

$$nucleus(A) = \{x \in X / \mu_A(x) = 1\}$$

## Výška (height)

Jedná se o maximální hodnotu funkce příslušnosti. Pokud se tato hodnota rovná 1, pak je množina označována jako *normální*, v opačném případě se jedná o množinu *subnormální*.

$$hgt(A) = \sup(\mu_A(x)), x \in X$$

## $\alpha$ -řez ( $\alpha$ -cut)

Jde o množinu prvků, jejichž hodnota funkce příslušnosti je vyšší než hodnota zvolené  $\alpha$ . ( $\alpha \in [0,1]$ )

$$\alpha(A) = \{x \in X / \mu_A(x) \geq \alpha\}$$

### 1.1.6 Fáze fuzzy procesu

Fuzzy logika je teorie, která pracuje na bázi fuzzy množin a logiky. Proces zpracování se skládá z fuzzifikace, fuzzy inference a defuzzifikace. Reálné proměnné jsou přeměněny na lingvistické proměnné, dále se aplikují fuzzy pravidla, z čehož vyjde jako výsledek jazyková proměnná. Každá proměnná má své vlastní atributy a funkci příslušnosti (11, s. 37).

#### 1.1.6.1 Fuzzifikace

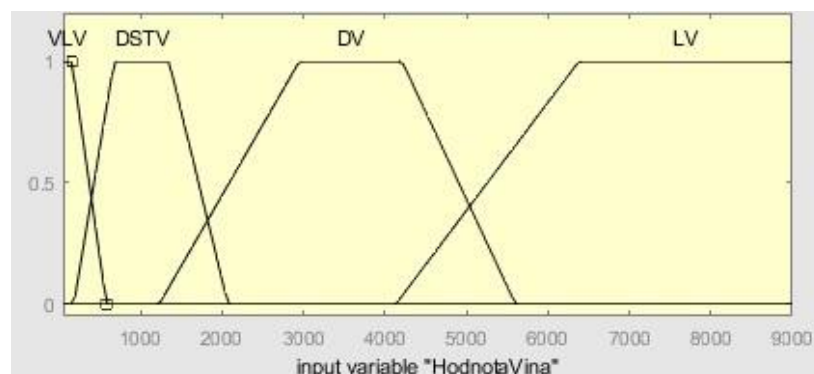
Prvním krokem, který je třeba ve fuzzy procesu udělat, je tedy fuzzifikace, čímž se rozumí převod reálných proměnných na proměnné jazykové. Takovéto definování vždy vychází ze základní lingvistické proměnné. Například pojmu riziko lze přiřadit atributy jako *žádné*, *velmi nízké*, *nízké*, *střední*, *vyšší* nebo *velmi vysoké* (2, s. 23). Počet zvolených atributů a jejich konkrétní lingvistická podoba záleží na tvůrci těchto pravidel. Vždy je však potřeba, aby při zachování relativní jednoduchosti bylo možné co nejpřesněji popsat realitu.

V případě, že se z nějakého důvodu nehodí využívání atributů významově vázaných na základní lingvistickou proměnnou, „je zvykem užívat významově nezávislých pojmenování „pozitivní velký“ – PB (Positive Big), „pozitivní střední“ – PM (Positive Medium), „pozitivní malý“ – PS (Positive Small), „nulový“ – ZO (Zero),

„negativní malý“ – *NS (Negative Small)*, „negativní střední“ – *NM (Negative Medium)* a „negativní velký“ – *NB (Negative Big)* (8, s. 24).

Stupeň příslušnosti těchto atributů je následně namodelován právě pomocí členských funkcí zmiňovaných v kapitole 1.1.3 *Fuzzy množiny*.

Jako příklad této části fuzzy procesu je na následujícím obrázku (zpracovaném v prostředí MATLAB) znázorněn graf členských funkcí atributů pro základní lingvistickou proměnnou *hodnota vína*. Předpokládá se, že cena nejlevnějších vín se pohybuje okolo 50 Kč, zatímco ta nejdražší mohou stát několik tisíc. Univerzum je tedy v tomto případě 50 Kč až 9 000 Kč. Jazykovými proměnnými (atributy) jsou: *velmi levné víno (VLV)*, *dostupné víno (DSTV)*, *drahé víno (DV)* a *luxusní víno (LV)*.



**Obrázek 11 - Příklad fuzzifikace**  
Zdroj: Autor

### 1.1.6.2 Fuzzy inference

Ve fázi fuzzy inference se vlastně definuje expertní systém. Jedná se o nastavení velkého počtu pravidel, podle kterých jsou posléze vyhodnocovány hodnoty vstupů, které do expertního systému vstupují. Tato pravidla se nastavují v podobě podmínkových vět (2, s. 23):

<Když> hodnota vstupu  $A_1$  <A> hodnota vstupu  $A_2$  ... <A> hodnota vstupu  $A_n$   
<Potom> Výstup<sub>1</sub>

Nutno dodat, že místo logického operátoru *A* lze nastavit logický operátor *Nebo*.

Každý jeden takto napsaný řádek, kterému se ještě určuje váha v rámci systému, představuje jedno pravidlo. Váhy si určuje uživatel sám, přičemž toto je většinou předmětem optimalizace systému. (2, s. 24).

### 1.1.6.3 Defuzzifikace

Poslední částí fuzzy procesu je fáze defuzzifikace. Zde se převádějí výsledky fuzzy inference zpět na reálné proměnné. „*Cílem defuzzifikace je převedení fuzzy hodnoty výstupní proměnné tak, aby co nejlépe reprezentovala výsledek fuzzy výpočtu*“ (10, s. 11).

Příklad takového výsledku lze opět vztáhnout k vínu, konkrétně vyhodnocení, zda dané víno zakoupit. Uvažujme expertní systém, jehož vstupní proměnné jsou *Objem disponibilních peněžních prostředků* a již zmíněná proměnná *hodnota vína*. Výsledek takovýchto výpočtů by mohl vypadat jako *Nekupovat toto víno, Důkladně zvážit, zda si víno mohu dovolit* či *Koupit bez rozmyslu*.

## 1.2 Tvorba fuzzy modelu

V diplomové práci budou představeny dva možné postupy, jak lze sestavit rozhodovací systém za použití fuzzy logiky. K tomu budou využity programy Excel od společnosti Microsoft a MATLAB od MathWorks. Programů, které lze pro takovýto typ úloh použít existuje celá řada. Za zmínku stojí například fuzzyTech z dílny INFORM GmbH. Práce s ním je předvedena například v (12, s. 19).

### 1.2.1 Microsoft Excel

Tabulkový editor obsahující nepřehledné množství matematických funkcí, stejně tak jako možnost vytváření grafů, spravování databází atp., zřejmě netřeba dlouze představovat. Systém na podporu rozhodování za použití fuzzy logiky v něm lze vytvořit pomocí několika málo tabulek, viz následující ukázka (zpracováno Autorem na bázi (2, s. 25). V té je demonstrováno možné využití fuzzy logiky jako pomocníka pro výběr ideálního notebooku dle zadaných parametrů.

#### Transformační matice

Prvními dvěma tabulkami jsou transformační matice, resp. její ohodnocená verze. Transformační maticí se rozumí tabulka všech lingvistických proměnných, která obsahuje jejich možné atributy.

**Tabulka 2 - Transformační matice**

Zdroj: Autor

Transformační matice						
	Typ displeje	Disky	RAM paměť	Grafika	Výrobce	Procesor
1	IPS	128 GB SSD + 1 TB HDD	2x2 GB	Integrovaná	Dell	AMD A9-9425
2	TN	1 TB	2x4 GB	Externí	HP	Intel Core i5 7200U
3		256GB SSD	1x4 GB		Lenovo	Intel Core i3 7130U
4		256GB SSD + 1 TB HDD	1x8 GB		Asus	Intel Core i3 8130U
5		128GB SSD			Acer	AMD Ryzen 5 2500u
6						Intel Core i3 6006U

V ohodnocené verzi se již nacházejí jednotlivé váhy přisuzované jednotlivým atributům. Volba těchto vah závisí na vlastních zkušenostech, případně je lze přiřadit na základě konzultace s experty (2, s. 25). V tomto konkrétním případě jsou hodnoty přiřazeny na základě preferencí budoucího uživatele notebooku. Lze vidět jasné preferování typu displeje IPS nad TN apod.

**Tabulka 3 - Ohodnocená transformační matice**

Zdroj: Autor

Ohodnocená transformační matice						
	Typ displeje	Disky	RAM paměť	Grafika	Výrobce	Procesor
1	8	8	4	10	10	2
2	3	4	10	3	9	8
3		3	2		5	6
4		10	9		3	7
5		1			1	10
6						3

### Stavová matice

Stavová matice je nositelem konkrétních atributů jednotlivých testovaných variant, kdy se pomocí čísla 1 označují hodnoty, jimiž produkt disponuje. V následující tabulce je ukázka stavové matice pro notebook HP Pavilion 15-cw0009nc, jehož parametry jsou: IPS displej, 128GB SSD + 1 TB HDD, 2x4 GB RAM, integrovaná grafická karta, výrobce HP a procesor AMD Ryzen 5 2500U.

**Tabulka 4 - Stavová matice HP Pavilion 15**

Zdroj: Autor

Vstupní stavová matice						
	Typ displeje	Disky	RAM paměť	Grafika	Výrobce	Procesor
1	1	1	0	1	0	0
2	0	0	1	0	1	0
3	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	1
6	0	0	0	0	0	0

Vyhodnocení testované varianty se pak provádí jako skalární součin („v *Excelu* definovaný jako součet násobků jednotlivých položek uvedených v polích a tedy odlišně od matematické definice“ (4, s. 18)) transformační a stavové matice (=SOUČIN.SKALÁRNÍ(Vstupní stavová matice; Ohodnocená transformační matice).

### Převod na procenta

Tento krok není nezbytný, nicméně je užitečný v tom, že pokud by se uživatel nespokojil jen s výsledkem z retransformační matice (viz dále), ale chtěl se podívat na přesný výsledek hodnocené varianty, v procentech získá lepší představu.

Testovaný notebook získal 55 bodů. Jedná se o bezrozměrné číslo, které samo o sobě nemá žádnou vypovídající hodnotu. Údaj, že daný notebook splňuje uživatelské preference na 93 %, je tak mnohem přínosnější.

Přepočítání probíhá dle následujícího vzorce:

$$x\% = \frac{S - \min}{\max - \min} * 100$$

**S** – výsledek skalárního součinu

**max** – součet maximálních hodnot v jednotlivých sloupcích ohodnocené transformační matice (58)

**min** – součet minimálních hodnot v jednotlivých sloupcích ohodnocené transformační matice (12)

### Retransformační matice

Poslední matice převádí procentuální výsledek (případně výsledek skalárního součinu) zpět na lingvistickou hodnotu, čímž uživateli sděluje výsledek testování. Její možná podoba je opět vidět v následující tabulce.

**Tabulka 5 - Retransformační matice**

Zdroj: Autor

Retransformační matice		
Možnost	Rozpětí %	Verdikt
1	0-40	Vyřadit z výběru
2	41-50	Nevyhovující
3	51-70	Ucházející
4	71-80	Do užšího výběru
5	81-100	Ihned objednat

Verdikt pro tento konkrétní notebook, který získal 93 %, by tedy zněl *Ihned objednat*.

## 1.2.2 MathWorks MATLAB

„MATLAB je inženýrský nástroj a interaktivní prostředí pro vědecké a technické výpočty, analýzu dat, vizualizaci a vývoj algoritmů, využívaný miliony inženýrů a vědců po celém světě. MATLAB poskytuje řešení v oblastech, jako je aplikovaná matematika, strojové učení, zpracování signálu a komunikace, zpracování obrazu a počítačové vidění, finanční analýza a modelování, návrh řídicích systémů, robotika a mnoha dalších“ (13).

Základní verze programu je dále rozšiřitelná pomocí nepřehledného množství aplikačních knihoven, skrze něž lze program „doučit“ různorodým funkcím, které uživatel vyžaduje. V případě tvorby modelů pracujících na bázi fuzzy logiky se jedná o aplikační knihovnu zvanou Fuzzy Logic Toolbox, která umožňuje tvorbu fuzzy modelů v celkem přehledném a snadno pochopitelném grafickém prostředí.

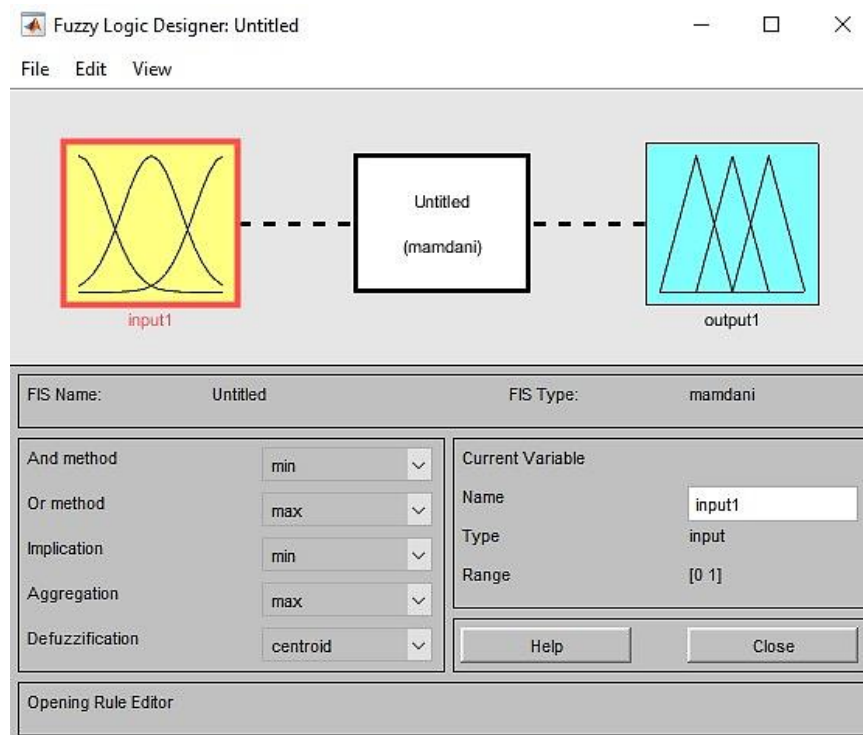
### 1.2.2.1 Tvorba modelu

Tvorba modelu bude demonstrována pomocí vytvoření jednoduchého rozhodovacího systému, který bude uživateli radit, zda zakoupit dané víno či nikoliv. Vstupní proměnné budou 2 – cena vína a množství disponibilních peněžních prostředků.

Po instalaci Fuzzy Logic Toolboxu je pro jeho spuštění nutné v programu MATLAB spustit příkaz *fuzzy*, čímž dojde ke spuštění celé knihovny.

Otevře se nové okno, v němž je k vidění jedna vstupní (*input1*) a jedna výstupní (*output1*) proměnná. Rovněž si lze všimnout, že je nastaven fuzzy inferenční systém typu *Mamdani*. Fuzzy Logic Toolbox nabízí možnost volby mezi dvěma inferenčními

systemy – *Mamdani* a *Sugeno*, o jejichž rozdílech se lze dočíst například v (14). Dále je k dispozici několik polí, v nichž lze nastavit pravidla třeba pro defuzzifikaci.



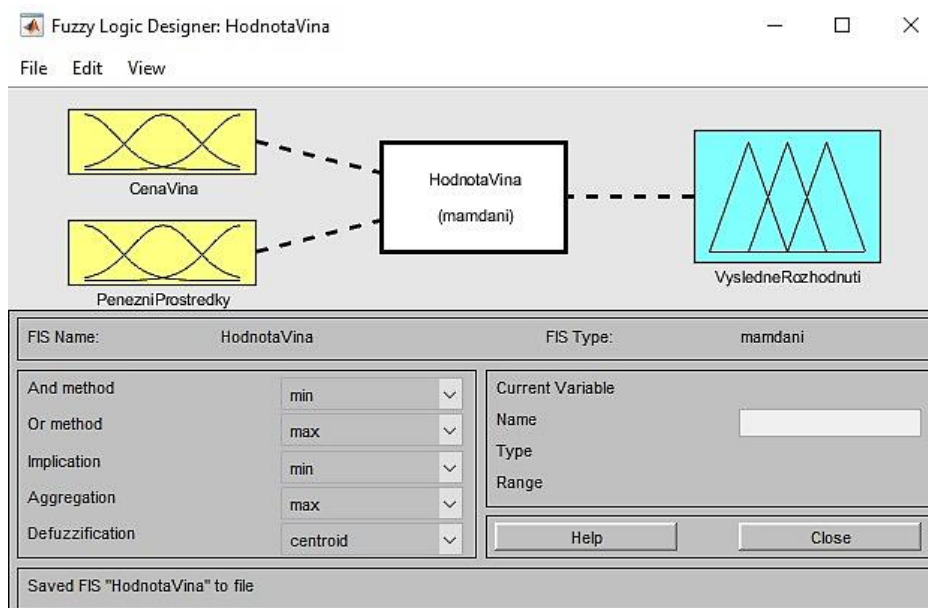
Obrázek 12 - Prostředí Fuzzy Logic Toolbox

Zdroj: Autor

### Definování proměnných

Prvním krokem je změna jména vstupní proměnné *input1* na *CenaVina* v kolonce *Name*. Poté přidat druhou vstupní proměnnou, což lze udělat pomocí *Edit – Add variable – Input*. Nově otevřené okno lze prozatím zavřít a pojmenovat nově vzniklou vstupní proměnnou na *PenezniProstredky*, stejně tak výstupní proměnnou na *VysledneRozhodnuti*. Název v bílém poli se mění dle toho, jak máme pojmenovaný *fis* soubor. Jedná se o soubor, do kterého je exportován vytvořený fuzzy model (*File – Export – To File*). Podoba prostřední Fuzzy Logic Toolbox po této fázi viz *Obrázek 13*.

Dále je třeba všem proměnným upravit členské funkce. Do patřičného dialogového okna se lze dostat buď dvojitým poklepnutím na některou z proměnných, případně přes *Edit – Membership functions*. V základním nastavení má každá z proměnných přiřazeny 3 atributy s členskou funkcí *trimf*, což je ve Fuzzy Logic Toolbox označení pro *A-funkci*. Označení nejčastěji používaných funkcí viz *Tabulka 6*.



**Obrázek 13 - Fuzzy Logic Toolbox s 2 proměnnými**

Zdroj: Autor

**Tabulka 6 - Označení vybraných členských funkcí ve Fuzzy Logic Toolbox**

Zdroj: Autor

Typ funkce	Fuzzy Logic Toolbox
Z-funkce	zmf
S-funkce	smf
$\Lambda$ -funkce	trimf
$\Pi$ -funkce	trapmf
Gaussova křivka	gaussmf

### Definování atributů

Defaultní členské funkce se odstraní pomocí *Edit – Remove All MFs*, načež se přidají vlastní skrze *Edit – Add MFs*, kde lze nastavit jejich počet a typ. Lze samozřejmě přidat různý počet různých funkcí, případně upravovat funkce již přidané. V tomto případě jsou každé proměnné přiřazeny tři členské funkce typu *trapmf*.

V dalším bodě je nutné v políčku *Range* nastavit velikost univerza funkce. Nechť se jedná o rozpětí od 50 Kč do 9 000 Kč pro *CenaVina* a pro základní lingvistickou proměnnou *PenezniProstredky* od 0 Kč do 100 000 Kč. *VysledneRozhodnuti* bude hodnoceno na škále od 0 do 100.

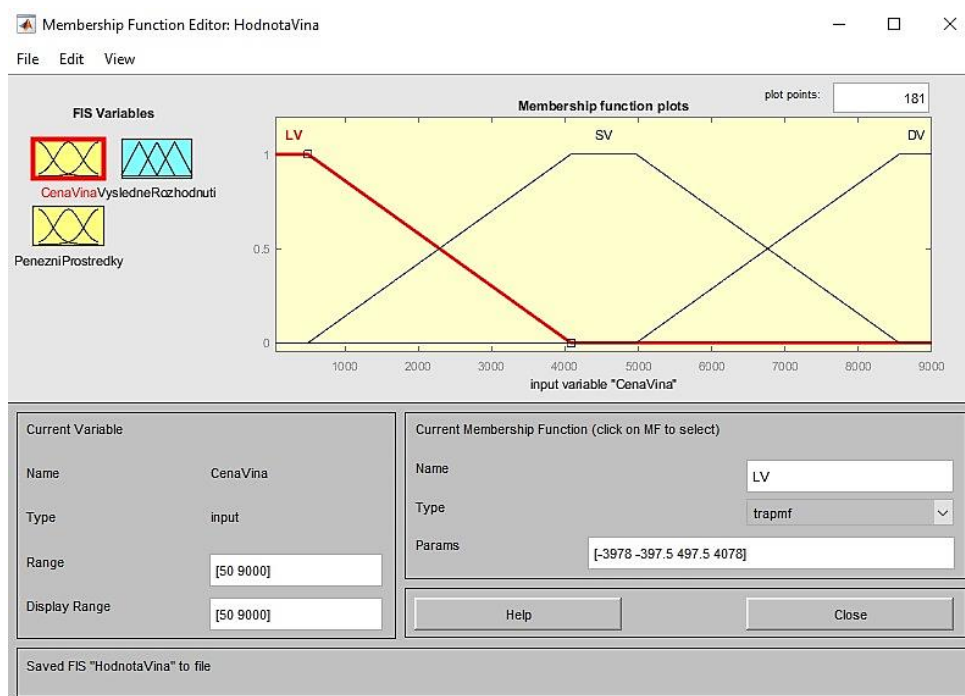
Názvy jednotlivých atributů lze upravit po kliknutí na příslušnou členskou funkci v kolonce *Name*. Skrze kliknutí se rovněž otevírá cesta k upravení parametrů (vzhledu) proměnných. To lze udělat buď myší, tahem za příslušné body vyznačených na křivce, nebo ručním nastavením v políčku *Params*, ideálně pak kombinací těchto dvou postupů. V rámci názorného příkladu postačí nechat atributy na přednastavených hodnotách, názvy byly zvoleny následovně:

*CenaVina* – *Levné víno (LV)*, *Středně drahé víno (SV)*, *Drahé víno (DV)*

*PenezniProstredky* – *Málo (M)*, *Při penězích (P)*, *Hodně peněžních prostředků (H)*

*VysledneRozhodnuti* – *Nekupovat (N)*, *Důkladně zvážít koupi (DZ)*, *Koupit (K)*

Pohled na členské funkce základní lingvistické proměnné *CenaVina* je následující:



Obrázek 14 - Upravené členské funkce

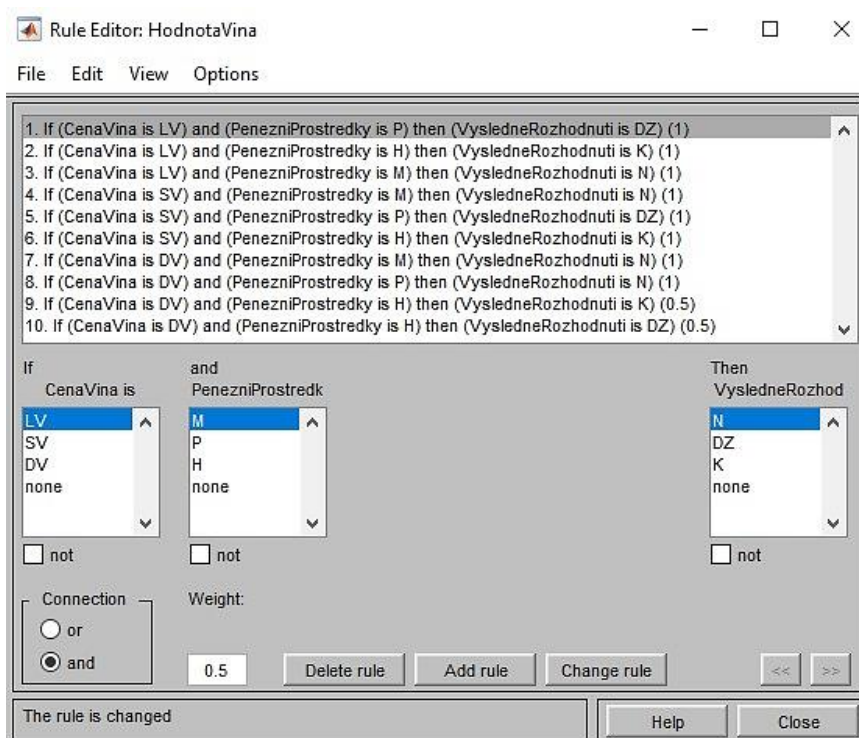
Zdroj: Autor

## Stanovení pravidel systému

Posledním krokem, který se týká práce s modelem a provádí se přímo ve Fuzzy Logic Toolbox, je definování pravidel systému. Ta se zadávají v okně vyvolaném skrze *Edit – Rules*. Zde se pravidla vytvářejí velmi intuitivně pouze za pomoci klikání myší. Jedním takovým pravidlem je například:

If (*CenaVina* is LV) and (*PenezniProstredky* is P) then (*VysledneRozhodnuti* is DZ) (1)

To říká, že jestliže je dané víno levné a kupující je při penězích, měl by koupit víno zvažít. V rámci systému má pravidlo váhu 1. Další pravidla viz *Obrázek 15*.



**Obrázek 15 - Vyplněná pravidla v editoru pravidel**

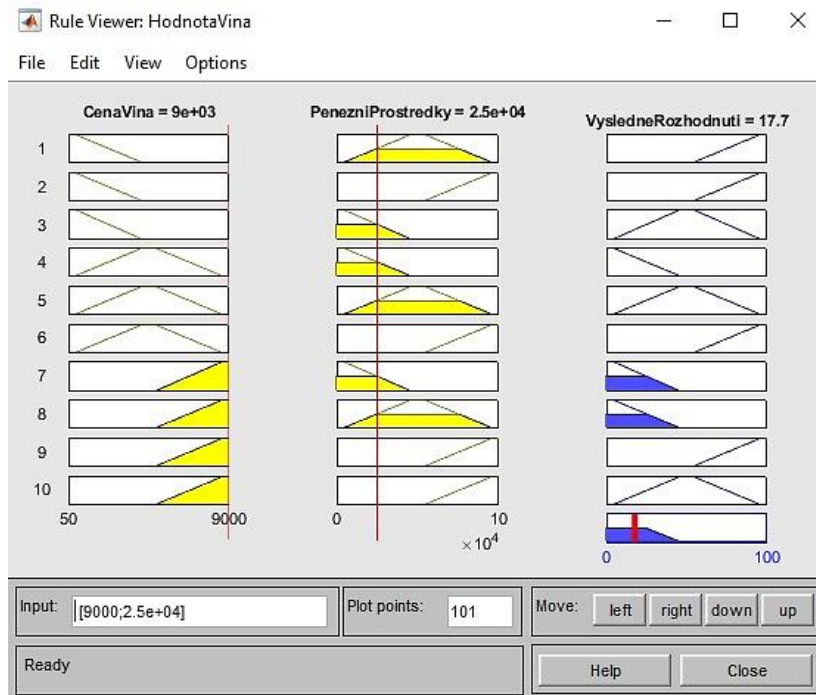
Zdroj: Autor

## Testování, analýza chování systému

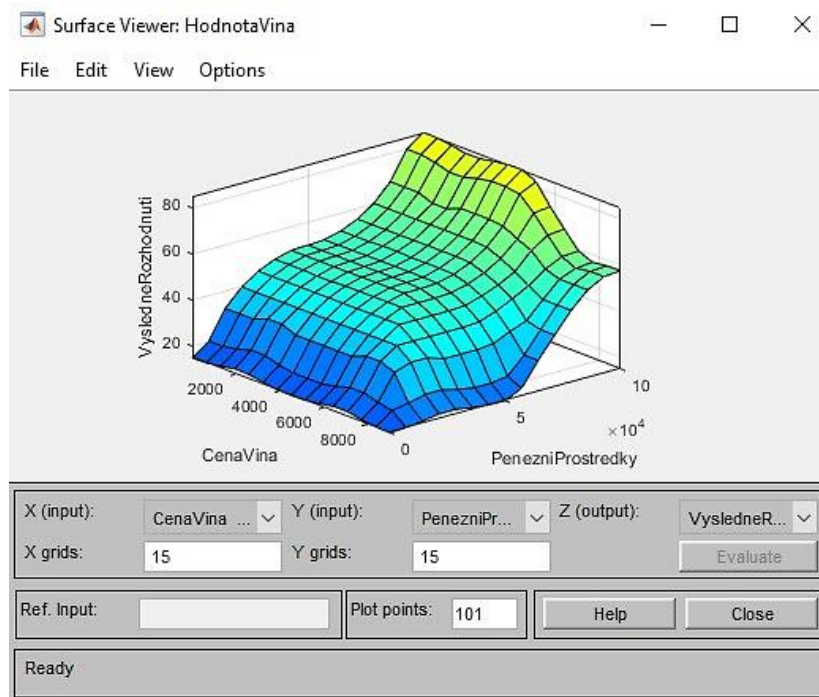
Na konci všech těchto kroků je model hotový a připravený k používání. V případě, že by bylo třeba ho důkladněji testovat a zjistit všechny možné výsledky, ke kterým může systém dojít, nabízí Fuzzy Logic Toolbox 2 pomůcky. Těmi jsou *RuleView* a *Surface*, které jsou dostupné z *Edit – View*.

První zmiňovaná pomůcka umožňuje testovat model na základě konkrétních hodnot vstupů. Kromě toho je zobrazeno i ze kterých pravidel a členských funkcí se vycházelo. *Surface* naproti tomu umožňuje zobrazit závislost vstupních a výstupních proměnných v přehledném trojrozměrném grafu (4, s. 37).

Na *Obrázek 16* je ukázka *RuleView* pro vstupy  $CenaVina = 9\,000$  a  $PenezniProstredky = 25\,000$ , pro které byl vypočítán *VysledekRozhodnuti* 17,7 bodů. *Obrázek 17* ukazuje skrze *Surface* závislost mezi vstupními proměnnými  $CenaVina$ ,  $PenezniProstredky$  a výstupní proměnnou *VysledneRozhodnuti*.



**Obrázek 16 - RuleViewer se vstupy 9 000 a 25 000**  
Zdroj: Autor



**Obrázek 17 – SurfaceViewer**  
Zdroj: Autor

### 1.2.2.2 Používání modelu

Ve chvíli, kdy je expertní systém hotový a v ideálním případě i odladěný důkladným testováním, s ním může uživatel začít pracovat. MATLAB nabízí pro větší pohodlí užívání možnost vytvořit aplikaci s grafickým rozhraním, nicméně na pozadí se stejně vše provádí pomocí několika příkazů.

Kód, skrze který lze s fuzzy modelem pracovat vypadá následovně:

---

```
1. clear all
2. souborfis=readfis('HodnotaVina.fis');
3. Vstupy=input('Zadejte vstupni udaje ve tvaru: [Cena vina;
   Množství peněz]: ');
4. Vysledek=evalfis(souborfis,Vstupy);
5. if Vysledek >= 70 'Koupit víno'
6. elseif Vysledek >= 30 'Zvážit koupit'
7. else 'Nekupovat'
8. end
```

---

#### Zdrojový kód 1 - Zdrojový kód pro práci s modelem

Na jeho úplném začátku je zavolán příkaz *clear all*, čímž dojde k uvolnění veškerých skriptů, proměnných atp. z paměti (15). Je tak učiněno pouze pro jistotu, že nějaká načtená položka v paměti nebude mít negativní vliv na správnou funkčnost modelu, resp. kódu. Poté dojde k načtení souboru *fis*, tedy uloženého fuzzy modelu, a uživatel je vyzván k zadání vstupních parametrů. Ty musí být zadány v konkrétním tvaru, jinak by chod programu patrně skončil chybou. Do proměnné *Vysledek* je uložena hodnota vypočítaná fuzzy modelem na základě vložených vstupních parametrů. Poslední řádky kódu se již věnují pouze převodu číselného výsledku na lingvistickou hodnotu, ze které plyne doporučení ohledně koupě či nekoupě vína.

#### M-file

K uložení kódu a zbavení se tak potřeby neustálého psaní příkazů vždy od samého začátku slouží v programu MATLAB skriptový soubor, též označovaný jako M-file (16, s. 30). Ten lze vytvořit kliknutím na položku *New Script* v horním menu. Do tohoto souboru lze poté uložit například výše vypsáný zdrojový kód, který se spustí poklepnutím na *Run*, též v horním menu.

## 2 Analýza současného stavu

Jelikož diplomová práce bude popisovat atributy cenové politiky společnosti, přístup k nastavování cen jejích zákazníků a jiné vnitrofiremní procesy, nepřála si být tato společnost, s jejíž spoluprací je diplomová práce vytvářena, jmenována či jakýmkoliv způsobem konkretizována. To samé platí pro její zákazníky.

Všechny poskytnuté informace v rámci celé práce jsou proto anonymizovány, nicméně se jedná o data reálná a nezkršená. Jejich zdrojem se staly firemní internetové stránky, vnitrofiremní dokumenty, podnikový informační systém a rozhovory se samotnými zaměstnanci.

### 2.1 Předmět podnikání společnosti

Společnost, necht' se pro potřeby práce jmenuje Distributor a.s., je se svým několikamiliardovým ročním obratem a stovkami zaměstnanců rozmístěných do několika poboček jedním z velkých hráčů na poli českých distributorů. Zaměřuje se zejména na oblast výpočetní techniky, ve které působí jako jeden z důležitých článků logistického řetězce již dlouhou řadu let. A to nejen v rámci České republiky. Působnost společnosti překračuje hranice k našim nejbližším sousedům.

Distributor a.s. má ve svém portfoliu desítky tisíc produktů od stovek různých značek. Vypíchnout lze následující:

#### Počítače/notebooky

- HP
- Dell
- Acer
- Apple
- Microsoft

## NAS, síťové prvky

- Synology
- QNAP
- Cisco

## Tiskárny

- Canon
- Xerox
- Epson

Jak již bylo jednou řečeno, distributorské firmy mají v logistickém řetězci jen těžko zastupitelnou roli. Jejich předmětem podnikání, stejně jako tomu je u Distributor a.s., je zprostředkování kontaktu zákazníků a výrobců daného zboží. Kontaktem je přitom myšleno zejména zajištění fyzického přesunu zboží. K tomu slouží obrovské sklady (v tomto konkrétním případě několik tisíc m<sup>2</sup> vlastních skladových ploch), na které je zboží od výrobců naskladňováno a při poptávce opět vyskladňováno.

Zboží nemusí být vždy nakupováno přímo od výrobce, ale velmi časté jsou i nejrůznější přepraveje mezi dvěma distributory, a to například z důvodu zajištění skladových zásob. Stejně tak zákazníkem není primárně myšlen koncový zákazník, tedy člověk, který bude dané zboží v budoucnu opravdu využívat. Distributor a.s. prodává zboží zejména do e-shopů, kamenných prodejen, firem atp.

Co se e-shopů týče, Distributor a.s. přijde do styku s největšími subjekty na trhu. Dodává zboží například Alze či CZC. Pokud je zákazníkem firma, tak ta většinou poptává nějaké řešení na míru, sestávající zpravidla z několika různých produktů. I s tímto si obchodníci, potažmo produktoví manažeři, musí umět poradit.



Obrázek 18 - Postavení společnosti Distributor a.s. v logistickém řetězci

Zdroj: Autor

### 2.1.1 Pořádání konferencí

Přestože hlavním posláním distributorských společností je zajištění přesouvání zboží ve směru logistického řetězce, nejedná se o jedinou službu, kterou výrobcům, potažmo odběratelům, nabízí. Distributor a.s. se stejně jako mnoho ostatních konkurentů také aktivně zajímá o propagaci jednotlivých produktů. Kromě běžných marketingových aktivit, jako je například pravidelné zasílání e-mailů s novinkami, je propojení mezi výrobcí a zákazníky upevňováno pomocí velkých konferencí pořádaných několikrát ročně.

Na konferencích, jichž se účastní stovky lidí, jsou na jedné straně přítomni zástupci z řad výrobců, kteří prezentují nejrůznější portfoliové novinky či plány do budoucna. Stranu druhou pak představují právě odběratelé, kteří mají díky dobrým vztahům s Distributorem a.s. možnost se podobných akcí účastnit a vnímat tak, jakým směrem se odvětví IT posouvá.

## 2.2 Organizační struktura

Velikosti společnosti odpovídá i její organizační struktura, která je velmi rozsáhlá jak horizontálně, tak vertikálně. Typově se jedná o liniovou organizační strukturu.

*„Je to způsob, kdy je organizační struktura založena především nebo výhradně na služebních vazbách. Spočívá v rozdělení základního úkolu realizovaného podnikem podle jednotlivých funkcí nebo souborů činností, které jsou nezbytné k realizaci dílčích úkolů. Osvědčuje se to při jednoduchém výrobním programu a stabilním okolí. Je to vhodný typ formální struktury pro nevelké firmy, ve kterých ani fungování jednotlivých útvarů není příliš složité (17, s. 59).*

Jelikož se diplomová práce nebude týkat všech oddělení napříč podnikem, není nezbytně nutné představovat toto schéma celé. Z toho důvodu bude znázorněna jen první úroveň rozpadu, a poté další členění pouze příslušných dvou útvarů, o kterých bude dále řeč, tedy nákupu a obchodu.

Právě na těchto dvou odděleních totiž probíhají procesy související s obstaráváním skladových zásob a prodejem zboží odběratelům, což po podrobnějším představení bude stěžejní pro další části práce.

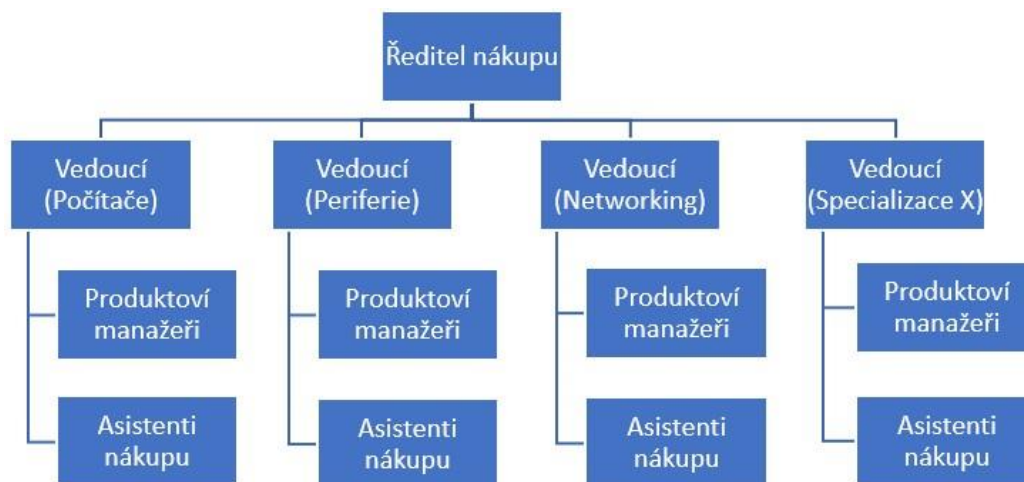


**Obrázek 19 - První úroveň organizační struktury**

Zdroj: Autor podle firemních dokumentů

## 2.2.1 Oddělení nákupu

Za celé oddělení nákupu zodpovídá jeho ředitel, který má na starosti vytyčování strategických cílů v souladu se strategickými cíli organizace či rozvíjení portfolia produktů v nabídce Distributora a.s.



**Obrázek 20 - Struktura oddělení nákupu**

Zdroj: Autor podle firemních dokumentů

### 2.2.1.1 Business unit manažer

Řediteli nákupu jsou přímo podřízeni business unit manažeři - vedoucí dílčích segmentů (na *Obrázku 20* označeno jako specializace) celého IT sortimentu, se kterým Distributor a.s. obchoduje.

Hlavní zodpovědností business unit manažera je zajistit, že obchodní jednotka, dílčí část podniku, která má stanovené nějaké obchodní plány, tyto plány naplňuje, čímž napomáhá celkovému úspěchu podniku. Jeho práce tak obnáší analyzování vývoje tržních trendů či implementace strategie k dosažení vytyčených met (18).

V případě Distributora a.s. má tak každý business unit manažer na starosti rozvoj přidělené části obchodovaného portfolia. Jako příklad lze uvést třeba obchodní jednotku *Networking*.

### 2.2.1.2 Produktoví manažeři

S rozvojem unity mu pomáhají přímo podřízení produktoví manažeři. Každá business unit se totiž nadále rozpadá na několik dalších tzv. subtypů. V případě *Networkingu* lze pro názornost hovořit o Wi-Fi prvcích či kabeláži (UTP, STP, optické kabely atp.). Častější je však dělení subtypů dle názvu výrobce (subtyp Cisco, Synology...).

Každý produktový manažer má pak přiděleno několik subtypů, zpravidla věcně souvisejících, o jejichž rozvoj se v rámci své náplně práce stará. Zodpovídá za objednávky a komunikaci s dodavatelem zboží, které patří do jemu přidělenému subtypu. Ať už se jedná přímo o výrobce, či jiné distributory, od kterých lze zboží překupovat. Tímto zajišťuje dostupnost vysokoobrátkového<sup>1</sup> zboží na skladě Distributora a.s., potažmo má prostor pro vyjednání lepších cen, určitých slev atp. V případě nízkoobrátkového zboží, pro které se ne vždy drží neustálá skladová zásoba, může kvalitní komunikací zajišťovat rychlé dodání na sklad v případě objednávky. Jedná se tedy o udržování distribučního kanálu směrem do firmy.

V momentě, kdy se obrátí nějaký zákazník s dotazem ohledně produktu, případně žádostí o radu („jakou kameru si mám zakoupit k zabezpečení svého domu?“), vystupuje produktový manažer v roli odborníka na danou problematiku.

Dále má na starosti cenotvorbu, kdy záleží na jeho uvážení, za kolik peněz se bude dané zboží nabízet odběratelům. Metodami a možnostmi cenotvorby se práce zabývá v kapitole 2.3 *Cenové hladiny*.

### 2.2.1.3 Asistenti nákupu

Asistenti nákupu jsou formálně přímými podřízenými business unit manažerů, nicméně reálně slouží jako asistenti produktových manažerů. Ti přes své ostatní pracovní povinnosti již nemají dostatek času na úpravu svého produktového portfolia

---

<sup>1</sup> obrátkovosti zboží – počet vydaných kusů za sledované období (23)

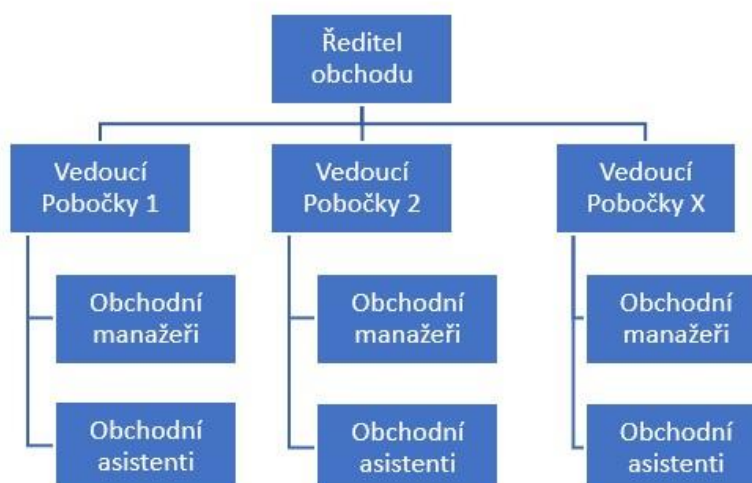
v podnikovém ERP systému. Z toho důvodu tuto činnost delegují právě na asistenty nákupu.

Jejich hlavní náplní práce je tak udržování aktuálních informací o jednotlivých produktech uvnitř systému. Jedná se o správné popisky, výši nákupních/prodejních cen atp. Pokud výrobce přijde na trh s nějakou novinkou a produktový manažer se rozhodne s touto novinkou dále obchodovat, je úkolem asistenta nákupu daný produkt zanést (tzv. zalistovat) do systému a vytvořit produktu vlastní kartu. Rovněž, pokud již některé výrobky nejsou dále nabízeny k prodeji, musí asistent nákupu karty těchto výrobků ze systému vymazat.

Jelikož je velká část informací nacházejících se v ERP systému přímo propojena s e-shopem, dalo by se o asistentech nákupu zjednodušeně říct, že produktovým manažerům spravují informace právě na něm. Přímou totiž ovlivňují informace, které vidí zákazník na webu.

### 2.2.2 Oddělení obchodu

Ředitel obchodu, stejně jako je tomu u nákupu, má na starosti vytyčování dlouhodobých cílů, například co se obratu či velikostí marží týče. Kromě toho zodpovídá za rozvoj vztahů s klíčovými zákazníky, jejich segmentaci a kvalitu obsluhy.



**Obrázek 21 - Struktura oddělení nákupu**  
Zdroj: Autor podle firemních dokumentů

### **2.2.2.1 Vedoucí pobočky**

Ve srovnání s oddělením nákupu je zde na první pohled vidět zásadní odlišnost ve způsobu, jakým je hierarchie oddělení utvářena. Zatímco u nákupu jednotlivé vedoucí oddělovala konkrétní spravovaná obchodní jednotka, u oddělení obchodu jde o geografické rozlišení, kdy vedoucí obchodní pracovníci zodpovídají za chod přiřazených poboček.

### **2.2.2.2 Obchodní manažeři**

Takovéto členění dává mnohem větší smysl, neboť jednou z náplní práce podřízených vedoucího pobočky, obchodních manažerů, je osobní kontakt se zákazníky. Ať už stávajícími, či potenciálními novými klienty, se kterými se obchodníci snaží navázat spolupráci. Z toho je více než zřejmé, proč je hierarchie utvářena právě tímto způsobem. Vede to k segmentaci zákazníků dle geografické polohy, plus má každý zákazník přiděleného obchodníka, který „mu je nablízku“.

Většinu dne však obchodní manažer tráví telefonickým kontaktem se zákazníky. Ti často volají kvůli úpravě objednávek, které učinili v e-shopu, případně se na obchodníky obracejí s nejrůznějšími dotazy, co se dodání zboží, fakturace apod. týče.

Mimo to sledují například nezaplacené faktury, jimž uplynula doba splatnosti, na základě čehož mohou pozastavit prodeje příslušným subjektům. Rovněž mají na starosti zavedení nových zákazníků (v případě, že nějaký takový je) do systému a nastavení hladiny cen, do které bude zákazník spadat, viz kapitola 2.3.2 *Vytvoření nového zákazníka*. Podobně jako u produktových manažerů, zde se jedná o údržbu logistického řetězce směrem z firmy ven.

### **2.2.2.3 Obchodní asistenti**

Podobně s asistenty nákupu, obchodní asistenti jsou přímými podřízenými vedoucího pobočky, nicméně je na ně delegována méně zodpovědná práce od obchodních manažerů. Často komunikují se zákazníky v případě, kdy jsou obchodníci nedostupní. Mohou připravovat reporty a mívají na starosti vystavení dobropisu, resp. zápočtu.

*„Dobropis je opravný daňový doklad, kterým dodavatel snižuje nebo úplně nuluje již dříve vyúčtovanou pohledávku vůči odběrateli. Třeba z důvodu reklamace či vrácení zboží. Laicky řečeno je dobropis „záporná faktura“, protože se jím snižuje (nebo nuluje) již dříve vystavená faktura – daňový doklad“ (19).*

V případě, že zákazník spolu s vratkou objednává zboží nové, může se s obchodníkem domluvit právě na započtení.

*„Započtení pohledávek, někdy také nazýváno jako „kompenzace“, se řadí mezi jeden ze způsobů zániku závazku, jehož podstata spočívá v tom, že mají-li strany vůči sobě vzájemné pohledávky s plněním stejného druhu, může každá z nich učinit vůči té druhé projev vůle směřující právě k započtení. Započítávané pohledávky pak zaniknou v rozsahu, v jakém se vzájemně kryjí“ (20).*

## **2.3 Cenové hladiny**

V popisu pozice produktového manažera byla zmíněna zodpovědnost za nastavování výše prodejních cen u jednotlivých produktů. V tomto má relativně velkou volnost a víceméně záleží jen na něm, s jak velkými obchodními přírážkami (nastavovanými pomocí procent z nákupní ceny) bude jednotlivé položky prodávat dále. Jediné, co ho skutečně závazně omezuje je fakt, že je zodpovědný za plnění stanoveného dlouhodobého plánu. Při nastavování tak musí dbát, aby byl i přes velký konkurenční boj pro odběratele cenově zajímavý (plán obratu), neprodával zboží moc levně (plán zisku) a nedržel zbytečně moc zásob, případně nechtěného zboží na skladě (plán výše skladových zásob). Tato 3 kritéria tak musí brát neustále v úvahu a hledat mezi nimi rovnováhu.

### **2.3.1 Varianty cenových hladin**

V informačním systému je tomuto účelu vyhrazena karta *Ceny*, kde se kromě nejrůznějších poplatků souvisejících s prodejem produktu, nákupní měny či případné výše výprodejových cen, nastavuje i několik cenových úrovní. Ty mají následující označení: *CD, C0, C1, C2, C3, C4, C5, CK*.

Různé cenové kategorie slouží k segmentaci zákazníků, kdy těm nejvýznamnějším odběratelům je zboží prodáváno levněji (s menší marží), než odběratelům méně

významným, například s menšími objemy obchodů. Alespoň takto zní teorie. Od té se však v praxi postupem času téměř zcela upustilo, viz kapitola 2.3.3 *Cenové hladiny v praxi*. Nicméně jednotlivé kategorie mají následující význam:

### **CD**

Neboli cena dealerská. Zpravidla jde hned po *C0* o nejnižší cenu. Tato cena je nastavována zákazníkům, kteří se nacházejí v partnerském programu výrobce, s nímž je nastavení takto nízké ceny konzultováno.

### **C0**

*C0* je prodejní cena s absolutně nejnižší nastavenou marží. Jedná se tak o zcela nejnižší cenu, za kterou je produktový manažer za přijatelných okolností ochotný zboží prodat.

V některých případech se totiž stává, že odběratel spadající např. do hladiny *C3*, má zájem o nákup většího objemu zboží, za což však od Distributora a.s. žádá množstevní slevu (případně tomu tak může být proto, že mu daný produkt konkurence nabízí levněji). Obchodník má možnost zákazníkovi vyjít vstříc a dané zboží mu zlevnit. Maximálně však může cenu snížit na úroveň *C1*. V případě, že by chtěl nabídnout cenu *C0*, musí kontaktovat příslušného produktového manažera, zda mu prodej s takto nízkou marží umožní. V případě, že produktový manažer nesouhlasí, obchodník takto výraznou slevu poskytnout nemůže.

### **C1 – C5**

Nejedná se o jakkoliv zvláštní kategorie. Skrze možnost nastavení různé výše marže každé skupině slouží k segmentaci zákazníků jako takové, kdy cena *C1* má nastavenou nejnižší marží, *C5* naopak nejvyšší.

### **CK**

*CK* je cena pro koncové zákazníky. Bývá v ceníku stanovena přímo výrobcem.

### **Speciální ceny**

Poslední možností nastavení výše cen jsou ceny speciální. Takovéto ceny se ani nenastavují standardně na kartě *Ceny*, ale v systému se nacházejí zcela zvlášť. Určitému zákazníkovi lze nastavit cenu například *C1-5%*, tzn. výsledná marže

nastavená tomuto subjektu bude o 5% nižší, než je nastavená pro kategorii *C1*. Podobné ceny se nastavují zpravidla jen opravdu spolehlivým zákazníkům a často jen na jeden konkrétní subtyp. Jelikož se jedná o skutečně individuální záležitosti, pro budoucí potřeby diplomové práce je lze bez větších dopadů ignorovat a oprostít se od nich.

### **2.3.2 Vytvoření nového zákazníka**

V momentě, kdy chce nějaký subjekt, například kamenná prodejna počítačů, navázat spolupráci s Distributorem a.s., musí být obchodníkem zaregistrován do informačního systému. Kromě všech administrativních záležitostí je obchodní manažer též zodpovědný za jednu důležitou věc – přiřazení tohoto odběratele do určité cenové hladiny. Problémem však je, že neexistuje nějaká jasně daná metodika, která by umožňovala objektivně zákazníka ohodnotit. Tím pádem vše zůstává na subjektivním uvážení konkrétního člověka. Ten má přitom k dispozici pouze dvě věci. Odhad budoucích tržeb, který je sestaven na základně schůzek s potenciálním obchodním partnerem, a rating, který je sestavován třetí stranou. Tyto ratingy slouží ke kvalifikovanému odhadu ekonomické výkonnosti podnikatelského subjektu a mohou pomoci včas odhalit potenciálního dlužníka či jiným způsobem problémového partnera. Jako příklad firem specializujících se na podobné aktivity lze uvést firmu Credit Check, s.r.o. (21).

S novými zákazníky je spojen ještě další problém. Aby se pro ně Distributor a.s. stal zajímavým partnerem, musí mít hned od začátku nastaveny co nejlepší ceny. To je jeden z důvodů, proč se postupem času od správného užívání cenových kategorií ustoupilo. V praxi to totiž většinou vypadá tak, že při registrování nového zákazníka jsou mu, dalo by se říct, automaticky nastaveny ceny *C1*, případně *C2*. Obchodník chce zkrátka zákazníka nalákat na příznivé ceny.

### **2.3.3 Cenové hladiny v praxi**

Absence jakéhokoliv podpůrného nástroje pro vyhodnocování kvality zákazníků tedy vedla k tomu, že obchodníci, i v rámci tvrdého konkurenčního boje, nastavují novým, ale i těm současným, zákazníkům prakticky už jen cenové kategorie *C1* a *C2*.

S tím, jak se v důsledku toho staly cenové kategorie víceméně přežitkem, změnil se i přístup produktových manažerů. Ti velice často nastaví správné marže pro tyto skupiny: *C0*, *CD*, *C1*. Nicméně marže pro další kategorie *C2-C5* jsou nastaveny na stejnou úroveň, čímž z nich udělají de facto jednu cenovou hladinu.

Zde je nutno přidat pohled z druhé strany. Ten je v jednoduchosti takový, že produktivní manažeři ceny *C3-C5* nastavovali nepřiměřeně vysoké, čímž z nich tvořili nekonkurenceschopné kategorie, do kterých zkrátka nebylo možné zákazníky zařadit, jelikož by ihned odcházeli k jinému distributorovi.

Ať už byla cesta jakákoliv, důležitý je výsledek, ke kterému to vedlo. Oddělení obchodu využívá pro nové zákazníky pouze vybrané cenové hladiny. Konkrétně *C1* a *C2*. V případě zisku opravdu lukrativního zákazníka by se situace řešila pravděpodobně nastavením speciální ceny typu *C1-X%*. Na straně nákupu se pak lze běžně setkat se situací, kdy je více cenovým kategoriím nastavena stejná marže, čímž prostor pro segmentaci zákazníků prakticky zcela zaniká.

Plynou z toho dva hlavní problémy. Tím prvním je, že zajímavým odběratelům se cena nastavuje pomocí *speciálních cen*, což zdaleka není tak komfortní řešení. Druhým jsou telefonáty zákazníků se žádostí o slevu. Jelikož jsou již zařazeni v nízkých hladinách, téměř se ztrácí prostor pro udělení slevy. Pokud je navíc nějaká sleva udělena, musí se často konzultovat s produktovým manažerem, který tuto cenu musí schválit, čímž ztrácí čas na jiné produktivní aktivity.

### 3 Vlastní návrh řešení

Z analýzy současného stavu plyne jeden zásadní problém. Informační systém nabízí vcelku účinný nástroj pro segmentaci zákazníků tím, že jsou každé prodejní skupině nastaveny různě vysoké marže. Nicméně tato možnost není efektivně využívána, respektive je takřka nevyužívána.

Pro shrnutí jsou zde uvedeny 2 hlavní příčiny, které k tomu, zdá se, mohly vést:

- Některým cenovým kategoriím byly nastavovány nekonkurenceschopné marže
- Obchodníci nemají nástroj, jakým lze alespoň částečně standardizovat hodnocení odběratelů

Důsledky tohoto jsou následující:

- Nelze jednoduchým způsobem segmentovat zákazníky
- Téměř mizí prostor pro udělení slevy
- V případě jejího udělení je třeba spolupráce produktového manažera, který tím ztrácí čas
- Komplikuje se způsob udělení opravdu nízkých cen pro lukrativní zákazníky

Cílem této části práce je nalézt odpověď na druhou ze zmiňovaných příčin, neboť by se tím mohla alespoň částečně vyřešit i příčina první. V případě, že by obchodníci začali správně využívat členění zákazníků do různých cenových skupin, byl by na produktové manažery víceméně automaticky vyvíjen tlak, aby změnili svůj přístup k cenovým kategoriím, neboť jsou zodpovědní za plnění plánu obratu, zisku a zásob.

Pokud by nechali kategoriím C3-C5 nastavené nekonkurenceschopné marže, patrně by to vedlo k neplnění plánu obratu a zisku, případně k nutnosti častého potvrzování velkých slev atp. Jestliže by v rámci ulehčení práce nastavili marže všude nízké, mohl by nastat problém s plněním plánu zisku.

#### 3.1 Fuzzy model pro hodnocení kvality zákazníků

Zmíněnou odpovědí je myšleno sestavení vyhodnocovacího modelu za využití principů fuzzy logiky. Tento model bude schopný na základě uživatelem (v tomto

případě se dá předpokládat, že se jedná hlavně o obchodního manažera) vložených hodnot jednotlivých atributů vypočítat, do jaké cenové hladiny by bylo vhodné konkrétního odběratele zařadit. Tudíž se bude jednat o podpůrný prostředek, který může napomoci při segmentaci zákazníků.

Expertní program bude vyhotoven ve dvou variantách. První varianta bude využívat prostředí Microsoft Excel, druhá pak programu MathWorks MATLAB a jeho rozšíření Fuzzy Logic Toolbox. Pro jednoduchost ovládání takto vzniklých modelů bude v obou případech připraveno grafické rozhraní, se kterým bude uživatel interagovat, čímž se zejména v MATLABu vyhne poměrně složitému užívání příkazového řádku.

### **3.1.1 Vstupní lingvistické proměnné**

Na samém začátku tvorby fuzzy expertního systému je třeba si jasně stanovit kritéria, pomocí nichž budou odběratelé firmy Distributor a.s. hodnoceni. Ta budou rozdělena do dvou základních skupin.

#### **3.1.1.1 Tvrdá kritéria**

Tvrkými kritérii se rozumí atributy zákazníka, jež je možné podložit dohledatelnými informacemi. Díky tomu je lze považovat za objektivní.

##### **Velikost obratu**

*Velikost obratu* je i aktuálně velice užívaným ukazatelem. V současnosti slouží jako podpora produktovému manažerovi ve chvílích, kdy obchodníkovi schvaluje udělení slevy na úroveň *C0*.

Ve fuzzy systému si své místo zaslouží víceméně bez obsáhlého zdůvodnění. Jelikož se jedná o distributorskou společnost, výše obratu, kterou daný podnikatelský subjekt za rok vygeneruje, je zcela jistě zásadní. Konkrétně se bude brát v potaz obrat roční.

Při vyhodnocování stávajících zákazníků je tato informace dostupná v informačním systému. V případě zákazníků nových bude třeba vycházet z odhadu sestaveného na základě schůzek s obchodními zástupci odběratele.

## **Spláčení**

*Spláčení* je dalším důležitým atributem pro vyhodnocení kvality zákazníka, neboť je tím přímo ovlivněno cashflow. Parametr se zaměřuje na odběratelovu schopnost včas dostát veškerým svým závazkům vůči Distributorovi a.s. Opět se jedná o informaci, kterou lze poměrně lehce vyčíst z ERP systému. Zde se totiž může obchodník jednoduše podívat na historii všech faktur vázaných ke konkrétnímu subjektu a okamžitě vidí, kolik faktur bylo zapláceno včas a kolik z nich bylo urgováno, tudíž zapláceno pozdě.

Byť je *Spláčení* zahrnuto mezi tvrdá kritéria, u nových zákazníků bude i tak třeba zapojení obchodníkovy citu. U vyhodnocení stávajícího partnera není problém, neboť s největší pravděpodobností již má do systému zanesenou bohatou platební historii. U nového zákazníka lze však pouze odhadovat, zda se s platbami bude či nebude opožďovat. S tímto odhadem však manažerovi může alespoň trochu pomoci jeho zkušenost či kritérium *Odběratelův kredit*.

## **Odběratelův kredit**

V kapitole 2.3.2 *Vytvoření nového zákazníka* již bylo zmíněno, že si společnost nechává hodnotit své odběratele, stávající či budoucí, externími agenturami, které se na podobné ratingy specializují. Rating je právnickým osobám udělován na základě analýzy nepřehledného množství zdrojů, jakým může být insolvenční rejstřík, obchodní rejstřík, účetní závěrky, centrální evidence exekucí a mnoho dalších (21), kdy je finální ohodnocení uděleno na škále od 0 do 10 milionů bodů.

Distributor a.s. má tak prakticky bez práce k dispozici velmi cenné údaje, které lze pro následující oceňování klienta dobře využít.

## **Délka partnerství**

Posledním z objektivních hodnotících kritérií je *Délka partnerství*. Poskytování nejrůznějších věrnostních programů se napříč všemi firmami stalo snad již standardem, tudíž není nejmenší důvod, aby určitá obdoba nefigurovala i u oceňování zákazníků tímto expertním systémem. Čím delší dobu bude odběratel realizovat obchody s Distributorem a.s., tím lepší ceny mu mohou být nabízeny,

respektive tím lepší hodnota tohoto kritéria mu bude přiřazena. Navíc se jedná opět o informaci jednoduše dostupnou v informačním systému.

Oceňování dlouhodobé spolupráce je logickým krokem. Je předpoklad, že po uplynutí určité doby má zákazník vybudovány jisté vztahy s příslušným obchodním manažerem. Obchody s ním jsou tak již jistým způsobem automatizovány a obě strany dobře vědí, co od sebe mohou vzájemně očekávat. Z toho plynou výhody typu přesnější predikce růstu obrátu, menší zatížení obchodníka různými dotazy apod.

### **3.1.1.2 Měkká kritéria**

Za měkké rozhodovací atributy se považují ty atributy, jejichž posouzení závisí čistě na rozhodnutí obchodního manažera. Není je třeba jakýmkoliv způsobem dokládat, respektive z jejich podstaty to ani není možné. Měkkými kritérii se tedy do expertního systému vnáší jakýsi obchodní cit. Jelikož se nejedná o data, která lze objektivně vyhodnotit, budou mít na výsledný verdikt menší vliv než kritéria tvrdá.

#### **Vystupování**

Kritérium vystupování slouží k ohodnocení kvality jednání zákazníka. Jelikož ten komunikuje zejména s konkrétním obchodním manažerem, záleží pouze na něm, jaké v něm vzájemné rozhovory zanechají dojem.

Pokud bude mít co dočinění s příjemně vystupujícím, profesionalitou oplývajícím člověkem, pravděpodobně bude mít zájem s ním realizovat větší množství obchodů a společně se setkávat častěji, než s arogantně vystupující osobou, která je navíc absolutně bez zájmu navázat dlouhodobé prosperující partnerství.

Veškeré pocity tak může obchodník zohlednit právě v tomto kritériu, které může pomoci partnerům na úrovni dosáhnout na lepší cenovou hladinu.

#### **Potenciál**

*Potenciál* je poněkud problémovým kritériem. Ve své podstatě se jedná o kritérium objektivní, tedy by mělo být zařazeno mezi tvrdé faktory, protože je pro každého zákazníka, ať už stávajícího, či budoucího, sestavováno na dobu jednoho následujícího roku. Je přitom velice podrobně zpracován. Nejedná se totiž pouze

o odhad celkových tržeb, ale očekávané tržby jsou rozpracovány i dle jednotlivých subtypů. Ačkoliv je predikován v absolutních číslech, pro účely modelu s ním bude nakládáno jako s relativní hodnotou tak, zda se jedná o možný růst vůči stávajícímu stavu, či úpadek.

I díky tomu, že jde přeci jen o odhad, jakým způsobem se budou vyvíjet vzájemné obchody, kdy zejména u nových zákazníků to nemusí být vůbec směrodatné a predikovaných hodnot se nemusí ani zdaleka dosáhnout, je *Potenciál* zařazen mezi atributy s menší vahou tak, aby byl limitován jeho vliv na výsledek výpočtů.

### **Pocitové faktory**

Zákaznický atribut *Pocitové faktory* dává obchodníkovi skutečně volný prostor k tomu, aby vyjádřil svůj názor na odběratele, potažmo na významnost obchodování s ním. Jedná se o kritérium, které zahrnuje všechny možné myšlenky a postoje, které se obchodnímu manažerovi mohou ohledně zákazníka a jeho příslušnosti do cenové hladiny honit hlavou. Jestliže u popisu měkkých faktorů byla řeč o tom, že se jimi do fuzzy systému vnáší jakýsi obchodní cit, tak právě tento atribut je pro tento účel nejvhodnější.

Jestliže manažerovi bude jeho „šestý smysl“ napovídat, že by daný partner měl dostat možnost dosáhnout na nižší ceny, že se do budoucna jedná o správnou volbu, tímto ukazatelem mu k tomu může napomoci.

Nutno dodat, že by tímto faktorem neměla být výsledná cenová hladina pozměněna více než o jednu, výjimečně maximálně o dvě úrovně. V opačném případě by zde vznikala prostor pro určité nekalé praktiky, protežování určitých subjektů, v krajních případech by se pak dalo mluvit i o prostoru pro úplatky atp.

### **3.1.2 Výstupní proměnné**

Výstupními proměnnými pak musí být veškeré možné cenové hladiny, do nichž může fuzzy model odběratele zařadit. Do dealerské kategorie, *CD*, nelze už z její podstaty nikoho umístit pouze na bázi doporučení rozhodovacím modelem, stejně tak pro *C0*. Cílem je rozřadit zákazníky do standardních kategorií *C1-C5*, což také budou výstupní proměnné.

## 3.2 Tvorba modelu v Microsoft Excel

Ve chvíli, kdy jsou nadefinována jednotlivá hodnotící kritéria, lze přistoupit k tvorbě modelu jako takového.

### 3.2.1 Transformační matice

V programu Microsoft Excel to znamená v prvním kroku vytvořit transformační matici obsahující všechny lingvistické proměnné společně s příslušnými atributy. Ty byly určeny na základě analýzy dat již existujících zákazníků tak, aby pokrývaly všechny vyskytující se možnosti, potažmo možnosti vyskytující se potenciálně s novými zákazníky.

#### **Velikost obratu**

Pro *Velikost obratu* se jedná o: *do1M*, *do5M*, *do20M*, *do50M*, *nad50M*. Popisovány jsou tedy stavy pro roční obrat nepřesahující 1 milion Kč, respektive 5 milionů Kč, 20 milionů Kč a 50 milionů Kč. Poslední atribut je pro zákazníky s ročním obratem přesahujícím hladinu 50 milionů Kč.

#### **Splácení**

Zde figurují atributy *Před splatností*, *Vždy na čas*, *Zřídka po splatnosti*, *Často po splatnosti*. Nelze sice předpokládat, že by odběratelé platili závazky pravidelně ještě před datem splatnosti, mnohem spíše lze předpokládat situaci zcela opačnou (22), nicméně není důvod, aby fuzzy systém nebyl připravený i na takovou variantu.

#### **Odběratelův kredit**

Výši odběratelova kreditu je možné vyjádřit některým z následujících rozpětí: *do 500 000*, *do5M*, *do8M* nebo *Přes8M*. Tedy lze vyjádřit 4 různé nastalé situace – výše kreditu udělena externí agenturou zákazníkovi nepřesáhla 500 000 bodů, poté 5 milionů bodů, 8 milionů bodů, případně poslední možnost, kdy hranici 8 milionů bodů přesáhla

#### **Délka partnerství**

Pro vyjádření délky trvání obchodního vztahu byly zvoleny 4 kategorie. *Do 2 let*, *do 5 let*, *do 10 let*, *Více*, kdy preferovaná je samozřejmě delší doba.

## Vystupování

Partnerovo chování může být popsáno následujícími způsoby: *Velmi profesionální jednání, Jednání na úrovni, Průměrné a Vulgární.*

## Potenciál

Jak již bylo zmíněno, s potenciálem bude nakládáno jako s relativní hodnotou, tudíž atributy nesou pojmenování *Vysoký růst, Mírný růst, Stagnující, Mírný úpadek, Prudký úpadek*

## Pocitové faktory

Poslední lingvistická proměnná bude hodnocena na škále od 0 do 100. Do transformační matice proto byly zapsáno 5 atributů rozdělujících tuto škálu na stejně velké části – 0, 25, 50, 75, 100

Transformační matice sestavená na základě všech výše zmíněných informací má tedy následující podobu.

**Tabulka 7 - Transformační matice (Tvrdé atributy)**

Zdroj: Autor

<b>Tvrdé atributy</b>				
	<b>Velikost obrátu</b>	<b>Splácení</b>	<b>Odběratelův kredit</b>	<b>Délka partnerství</b>
<b>1</b>	nad50M	Před splatností	Přes8M	Více
<b>2</b>	do50M	Vždy na čas	Do8M	do 10 let
<b>3</b>	do20M	Zřídka po splatnosti	Do5M	do 5 let
<b>4</b>	do5M	Často po splatnosti	Do 500 000	do 2 let
<b>5</b>	do1M			

**Tabulka 8 - Transformační matice (Měkké atributy)**

Zdroj: Autor

<b>Měkké atributy</b>			
	<b>Vystupování</b>	<b>Potenciál</b>	<b>Pocitové faktory</b>
<b>1</b>	Velmi profesionální jednání	Vysoký růst	100
<b>2</b>	Jednání na úrovni	Mírný růst	75
<b>3</b>	Průměrné	Stagnující	50
<b>4</b>	Vulgární	Mírný úpadek	25
<b>5</b>		Prudký úpadek	0

### 3.2.2 Ohodnocená transformační matice

V dalším kroku je tedy nutné nastavit všem atributům příslušné váhy. Základní hodnoticí škála, ze které se bude dále vycházet, byla stanovena od 0 do 200, kde 0 znamená nejméně preferovanou hodnotu, opačně pak 200 hodnotu preferovanou nejvíce. Tato základní škála byla pak pro několik atributů modifikována.

#### **Velikost obratu**

Již bylo jednou řečeno, že se jedná o zcela zásadní atribut. Množství peněz obdržených od daného subjektu hraje chtě nechtě skutečně velkou roli. I v případě, že by se jednalo o převážně problémového klienta, u kterého jsou všechny ostatní atributy nanejvýš průměrné, avšak *Velikost obratu* je excelentní, pravděpodobně si ho bude chtít společnost udržet.

Z toho důvodu byla hodnoticí škála nastavena v rozmezí od 50 do 300 bodů. Horní hranice byla navýšena proto, aby případný velký obrat dokázal převážit případné partnerovi mírné neduhy v ostatních oblastech. Dolní hranice pak nezačíná na 0 z toho důvodu, že i malý obrat znamená alespoň nějaké příjmy, tudíž by měl mít aspoň malou váhu. Hodnocení 0 by logicky mělo náležet firmě, která s Distributorem a.s. nemá vůbec žádné obchody, resp. se neplánuje stát novým zákazníkem. U takové společnosti však nevystává otázka, do jaké cenové hladiny ji zařadit, tudíž tato možnost ani nemusí být v rozhodovacím programu zastoupena.

#### **Splácení**

U lingvistické proměnné *Splácení* byl zmíněn jeden poněkud nestandardní atribut – *Před splatností*. Bylo vysvětleno, že se taková situace neočekává, nicméně čistě pro jistotu je na takovouto variantu fuzzy systém nachystán.

Do vyhodnocování by tím však, bez řádné úpravy hodnoticí škály, byl zanesen zmatek, neboť optimální hodnocení (200) by náleželo atributu, který je neočekáván a mírně nerealistický. Váhy proto byly upraveny takovým způsobem, že *Před splatností* má přiřazenou hodnotu 220, čímž je vyjádřena jakási nadstandardní odměna za opravdu brzké splácení. Ostatní váhy pak jsou již dle základní hodnoticí škály.

## Měkké atributy

U měkkých atributů došlo ke snížení hodnoticích vah na poloviční hodnoty, od 0 do 100. A to kvůli tomu, že mají mít na výsledné rozhodnutí menší vliv.

**Tabulka 9 - Ohodnocená transformační matice (Tvrdé atributy)**

Zdroj: Autor

	<b>Tvrdé atributy</b>			
	<b>Velikost obratu</b>	<b>Splácení</b>	<b>Odběratelův kredit</b>	<b>Délka partnerství</b>
<b>1</b>	300	220	200	200
<b>2</b>	250	200	150	150
<b>3</b>	170	100	100	100
<b>4</b>	120	10	50	50
<b>5</b>	50	0	0	0

**Tabulka 10 - Ohodnocená transformační matice (Měkké atributy)**

Zdroj: Autor

	<b>Měkké atributy</b>		
	<b>Vystupování</b>	<b>Potenciál</b>	<b>Pocitové faktory</b>
<b>1</b>	100	100	100
<b>2</b>	75	80	75
<b>3</b>	50	60	50
<b>4</b>	25	40	25
<b>5</b>		20	0

### 3.2.3 Vstupní stavová matice, GUI

V dalším kroku by bylo třeba vyplnit vstupní stavovou matici dle hodnot konkrétního testovaného zákazníka. Jelikož se jedná o tabulku vyplněnou samými 0 a 1, je orientace v ní poměrně náročná. Při zadávání příslušných hodnot atributů odběratele tak může docházet v důsledku nepozornosti k vyplnění špatné buňky, čímž je výsledný verdikt znehodnocen, neboť atributy vstupních proměnných neodpovídají skutečnosti.

Z toho důvodu je k obsluze rozhodovacího modelu nachystané jednoduché grafické prostředí, viz *Obrázek 22*, které riziko vyplnění špatných hodnot minimalizuje skrze svou jednoduchost a přehlednost.

V prvním kroku uživatel postupně vybere zákaznickovy atributy, které se nacházejí v rozevíracích seznamech u patřičných lingvistických proměnných. Rozevírací seznamy jsou provázány se vstupní stavovou maticí pomocí funkcí, tudíž dojde automaticky k jejímu správnému vyplnění.

Následně stačí zmáčknout tlačítko *Vypočítat*, čímž skrze využití maker dojde k zobrazení výsledných hodnot. Uživateli jsou zobrazeny tři nejdůležitější ukazatele – výsledek skalárního součinu, následný převod na procentuální skóre a verdikt (retransformační matice viz *Tabulka 11*). Ten je poté ještě zdůrazněn v dolní části.

Pro vynulování polí zobrazujících konečné hodnocení odběratele slouží tlačítko *Reset*, které stejně jako *Vypočítat* využívá makra.

Fuzzy vyhodnocení zákazníků		
<b>Velikost obratu</b>	<b>Splácení</b>	<b>Odběratelův kredit</b>
do20M ▼	Často po splatnosti ▼	100 ▼
<b>Délka partnerství</b>	<b>Vystupování</b>	<b>Potenciál</b>
do 2 let ▼	Průměrné ▼	Mírný úpadek ▼
<b>Pocitové faktory</b>		
50 ▼		
<b>Skalární součin</b>	0	<b>Reset</b>
<b>Převod na %</b>	0,00	
<b>Verdikt</b>	0	
<b>Vypočítat</b>		
Zadejte hodnoty		

Obrázek 22 – Grafické prostředí pro ovládání modelu  
Zdroj: Autor

Výsledný model, uložený do souboru *Model.xlsm*, se tak skládá ze tří listů. Na tom prvním, pojmenovaném *GUI*, se nachází výše popsané grafické ovládací rozhraní. Na druhém listu *Výpočty* jsou pak umístěny veškeré tabulky, které jsou k provádění výpočtů potřeba. V následující kapitole je ještě přidán list s hodnocením jednotlivých zákazníků *Zákazníci*.

**Tabulka 11 – Retransformační matice**

Zdroj: Autor

Retransformační matice		
Možnost	Rozpětí %	Verdikt
1	0-20	Ceny C5
2	21-40	Ceny C4
3	41-60	Ceny C3
4	61-80	Ceny C2
5	81-100	Ceny C1

### 3.2.4 Testování pocitového faktoru

Před samotným testováním jednotlivých zákazníků je nutné provést zkoušku dopadu hodnotícího kritéria *Pocitové faktory* na výsledný verdikt. Důvody, proč na konečné rozhodnutí může mít pouze omezený vliv již byly sděleny v kapitole 3.1.1.2 *Měkká kritéria*.

Za tímto účelem bylo vytvořeno 10 fiktivních zákazníků, tj. s náhodně vybranými atributy, kteří byli podrobeni analýze vytvořeným modelem. V první fázi jim byl vždy nastaven *Pocitový faktor* roven 0 a zapsáno udělené hodnocení. Následně byly použity tytéž atributy, avšak *Pocitový faktor* byl nastaven na maximální hodnotu, přičemž bylo sledováno, jak se změní odběratelovo ohodnocení.

Vše je shrnuto v následující tabulce. Na první pohled je patrné, že ve většině případů lze hodnocení zákazníka pomocí tohoto kritéria vylepšit. Rovněž je pozitivní, že hodnocení se ani při maximální nastavené hodnotě nezmění více než o jednu cenovou hladinu. Mimo to se zde nacházejí také 3 zákazníci, kteří ani s vylepšeným hodnocením na prestižnější cenovou hladinu nedosáhli. Je tomu tak proto, že v první fázi testování se nacházeli na dolní mezi rozpětí, které jim přiřadilo danou cenovou úroveň, tj. ztráta jen několika málo bodů by je přemístila do kategorie o stupeň horší. V takovém případě by ani nebylo zcela logické jim skrze jediný atribut přiřadit ještě o další stupeň lepší ceny. Vliv *Pocitových faktorů* lze tedy označit za správně fungující.

**Tabulka 12 -Výsledky testování pocitového faktoru**  
Zdroj: Autor

	Skalární součin	Hodnocení	Skalární součin s pocit. fakt.	Hodnocení s pocit. fakt.	Rozdíl
<b>1</b>	670	C3	770	C3	NE
<b>2</b>	460	C4	560	C3	ANO
<b>3</b>	710	C3	810	C2	ANO
<b>4</b>	395	C4	495	C4	NE
<b>5</b>	675	C3	775	C2	ANO
<b>6</b>	515	C4	615	C3	ANO
<b>7</b>	230	C5	330	C4	ANO
<b>8</b>	455	C4	555	C3	ANO
<b>9</b>	970	C2	1070	C1	ANO
<b>10</b>	775	C2	875	C2	NE

### 3.2.5 Ověření funkčnosti modelu

Pro ověření, zda je model správně nastaven a generuje výsledky, které jsou reálné a použitelné, došlo k testování na skutečných datech. Ta jsou, stejně jako zbytek práce, anonymizovaná, nicméně na rozdíl od přechozí kapitoly již nejde o zákazníky fiktivní, nýbrž se jedná o skutečné podnikatelské subjekty, které s Distributorem a.s. obchodují.

Testování probíhalo opět ve dvou fázích. V té první bylo náhodně vybráno 10 zákazníků, skrze něž bude funkčnost modelu ověřována. Ze systému byly extrahovány informace potřebné ke správnému vyplnění všech tvrdých kritérií. Měkká hlediska byla ke každému odběrateli doplněna obchodním manažerem, který byl zároveň požádán, aby se zákazníky pokusil rozřadit do cenových kategorií. Musel si přitom představit situaci, kdy jsou cenové hladiny využívány správně, tudíž jsou zákazníci rozřazováni do 5 hladin rozlišených různě vysokými maržemi. Toto obchodní rozhodnutí pak bylo považováno jako expertní odhad, vůči kterému lze výsledky produkované modelem ověřovat.

Ve druhé fázi byli poté titíž odběratelé podrobeni analýze prostřednictvím vyhotoveného fuzzy systému, kdy byl vždy poznamenán výsledek.

Atributy testovaných zákazníků spolu s obchodníkem odhadem a rozhodnutím expertního modelu jsou přehledně shrnuty v následujících tabulkách.

**Tabulka 13 - Atributy zákazníků (1. část)**

Zdroj: Autor

	Zákazník 1	Zákazník 2	Zákazník 3	Zákazník 4
<b>Velikost obratu</b>	nad50M	do50M	do20M	do5M
<b>Splácení</b>	Zřídka po	Vždy na čas	Zřídka po	Vždy na čas
<b>Odběr. kredit</b>	Přes8M	Přes8M	do5M	do5M
<b>Délka partner.</b>	Více	Více	do 10 let	Více
<b>Vystupování</b>	Jedn. na úrovni	Velmi prof.	Velmi prof.	Velmi prof.
<b>Potenciál</b>	Stagnující	Stagnující	Prudký úpadek	Mírný úpadek
<b>Pocitové faktory</b>	75	100	50	50
<b>Návrh manažera</b>	C1	C1	C2	C2
<b>Návrh modelu</b>	C1	C1	C3	C2

**Tabulka 14 Atributy zákazníků (2. část)**

Zdroj: Autor

	Zákazník 5	Zákazník 6	Zákazník 7
<b>Velikost obratu</b>	do5M	do1M	do1M
<b>Splácení</b>	Vždy na čas	Zřídka po	Vždy na čas
<b>Odběr. kredit</b>	do5M	do 500 000	do 500 000
<b>Délka partnerství</b>	do 10 let	do 5 let	Více
<b>Vystupování</b>	Velmi prof.	Jedn. na úrovni	Průměrné
<b>Potenciál</b>	Mírný růst	Stagnující	Mírný úpadek
<b>Pocitové faktory</b>	25	0	25
<b>Návrh manažera</b>	C2	C3	C4
<b>Návrh modelu</b>	C2	C4	C3

**Tabulka 15 - Atributy zákazníků (3. část)**

Zdroj: Autor

	Zákazník 8	Zákazník 9	Zákazník 10
<b>Velikost obratu</b>	do1M	do50M	do1M
<b>Splácení</b>	Zřídka po	Vždy na čas	Vždy na čas
<b>Odběr. kredit</b>	do 500 000	Přes8M	do 500 000
<b>Délka partnerství</b>	Více	Více	do 5 let
<b>Vystupování</b>	Vulgární	Velmi prof.	Průměrné
<b>Potenciál</b>	Mírný růst	Mírný úpadek	Stagnující
<b>Pocitové faktory</b>	0	50	25
<b>Návrh manažera</b>	C4	C1	C5
<b>Návrh modelu</b>	C4	C1	C4

Zelenou barvou jsou buňky označeny v případě, že došlo ke shodě expertního odhadu a výsledku vygenerovaného expertním systémem. Tato shoda nastala v 6 z 10 případů, což by se na první pohled mohlo jevit jako neúspěch. Pozitivní zajisté je, že se verdikty vždy rozcházejí maximálně o 1 cenovou hladinu. Při bližším zkoumání výsledků (detaily do tabulek zahrnuté nebyly) se navíc ukázalo, že ve dvou případech, u *Zákazníka 3* a *6*, se jedná o rozdíl pouze několika málo bodů skalárního

součinu. Resp. u obou zmíněných odběratelů stačilo jen o jednu úroveň vylepšit kritérium *Pocitové faktory* a v ten moment se vyhodnocení shodovala, tudíž se jednalo o skutečně nepatrný rozdíl.

Pokud je navíc přihlédnuto k tomu, že se nemá jednat o model s rozhodujícím vlivem, nicméně má jít pouze o podpůrný prostředek, který má pomáhat obchodním manažerům s jejich konečnými verdikty, lze považovat vytvořený expertní systém za funkční a poskytující relevantní závěry.

### 3.3 Tvorba modelu v MathWorks MATLAB

Další část práce je zaměřena na vytvoření fuzzy modelu pomocí programu MATLAB společně s jeho rozšířením Fuzzy Logic Toolbox. Tento způsob řešení nabízí poněkud odlišný přístup k několika vstupním proměnným.

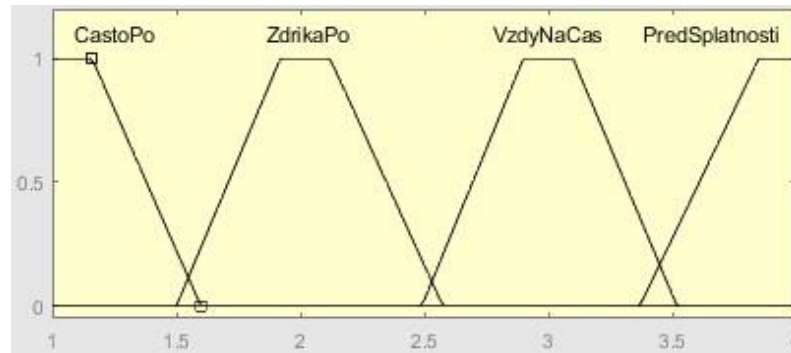
#### 3.3.1 Lingvistické proměnné

Není totiž nezbytně nutné vytvářet pro každé kritérium atributy, jež jsou tvořeny číselnými intervaly, avšak lze uživatele nechat zadat konkrétní hodnotu. Samozřejmě je nutné ošetřit, aby uživatel vždy zadal hodnotu v takovém rozmezí, se kterým je program schopný pracovat.

Demonstrovat to lze názorně na tvrdém kritériu *Velikost obratu*. V Microsoft Excel došlo k rozdělení celého univerza na 5 intervalů – *do1M*, *do5M*, ..., *nad50M*. V MATLAB si však lze vyžádat vložení přesné hodnoty, která je pak do příslušné členské funkce zařazena až na pozadí veškerých výpočtů. V programu Microsoft Excel se takovému řešení sice lze teoreticky taktéž přiblížit, avšak transformační, ohodnocenou transformační a vstupní stavovou matici by bylo potřeba rozdělit na dostatečně malé intervaly – například po 250 000. Jelikož však výše zmíněné kritérium *Velikost obratu* operuje s hodnotami v řádu desítek milionů, jednalo by se o matice obsahující stovky řádků. To by prakticky absolutně degradovalo použitelnost celého modelu. Tudíž lze konstatovat, že to není proveditelné.

Druhým případem jsou proměnné, jejichž atributy jsou tvořeny slovními odpověďmi. S těmi se pracuje podobně jako v Microsoft Excel. Před zavedením do Fuzzy Logic Toolboxu jsou převedeny na jednoduché číselné hodnoty, díky čemuž s nimi lze dále

pracovat jako s prvky univerza. Postup lze ukázat na vstupní proměnné *Spláčení*. Atributy jsou *Před splatností* (1), *Vždy na čas* (2), *Zřídka po splatnosti* (3) a *Často po splatnosti* (4), kde čísla v závorkách značí přiřazené číselné vyjádření.



**Obrázek 23 – Členské funkce vstupní proměnné Spláčení**  
Zdroj: Autor

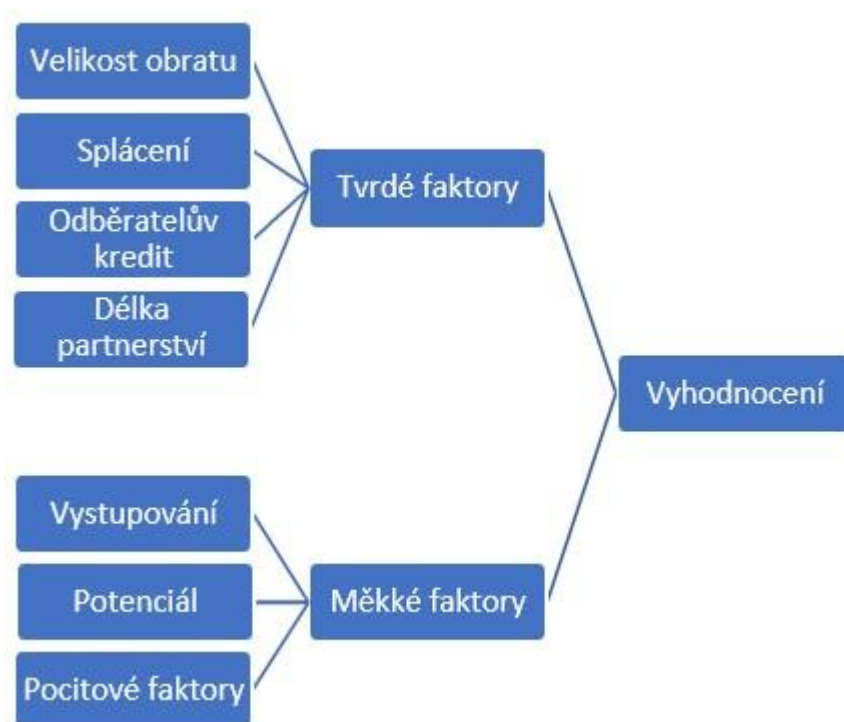
Univerzum proměnné proto bylo nastaveno na interval  $\langle 1; 4 \rangle$ , což odráží počet členských funkcí, které jsou vždy nakonfigurované tak, aby v přiřazené číselné hodnotě bylo jejich maximum. Toto řešení umožňuje přehledné nastavení inferenčních pravidel, kdy se v jejich editoru zobrazují textové řetězce, přičemž při práci s hotovým modelem (při zadávání vstupních informací, tj. zákaznickových atributů) se využívají právě číselné alternativy, viz kapitola 3.3.4 *M-file pro práci s modelem* v části *Načtení hodnot vstupních proměnných*.

V důsledku těchto možností je třeba přistoupit v porovnání s předchozím modelem k několika úpravám. Pro kritéria s číselnými atributy (*Velikost obratu*, *Odběratelův kredit*, *Délka partnerství* a *Pocitové faktory*) bude mít uživatel možnost zadat konkrétní hodnotu z celého univerza. U atributů zbylých faktorů je nezbytné provést převod atributů na číselné alternativy.

### 3.3.2 Struktura modelu

Jelikož se v modelu operuje s poměrně velkým množstvím lingvistických proměnných, není vhodné ho konstruovat za využití pouze jednoho fis souboru. Vedlo by to mimo jiné k velké nepřehlednosti při tvorbě inferenčních pravidel či problematickému modelování nižšího vlivu měkkých faktorů. Lepší variantou je model rozdělit na takovýchto souborů více. V tomto konkrétním případě se přímo nabízí rozdělení na 3 fis soubory. Jeden pro vyhodnocení tvrdých faktorů, druhý

pro vyhodnocení faktorů měkkých a poslední pro výpočet finálního rozhodnutí, kde dojde ke spojení předchozích dílčích výsledků.



Obrázek 24 - Struktura modelu v MATLAB

Zdroj: Autor

Výstupy prvních dvou jmenovaných souborů se tedy posléze stanou vstupy souboru posledního. Pro správnou funkčnost takového řešení je třeba dodržet pravidlo, že výstupní proměnná je zcela totožná s odpovídající vstupní proměnnou. To znamená, že výstupní proměnná souboru s tvrdými faktory musí mít naprosto stejné vlastnosti (univerzum, tvary členských funkcí atp.), jako vstupní proměnná zastupující výsledek tvrdých faktorů v souboru s finálním vyhodnocením. Stejně tak u výstupní proměnné měkkých faktorů.

Následně je nutné všechny soubory, které se tak stanou dílčími funkčními prvky, propojit pomocí příkazů v M-file, případně pomocí grafického prostředí a zdrojového kódu.

### 3.3.3 Tvorba fis souborů

Na základě úvah v předchozí kapitole byly vytvořeny 3 fis soubory, *tvrdeatributy.fis*, *mekkeatributy.fis* a *vysledek.fis*, které tvoří kostru celého modelu.

### 3.3.3.1 Tvrdeatributy.fis

Část zabývající se vyhodnocením objektivních zákaznickových vlastností je tvořena 4 vstupními proměnnými, jednou proměnnou výstupní a inferenčním blokem typu *mamdani*. Veškeré členské funkce, které jsou na vstupu, byly nastaveny tak, aby jak svým počtem, tak významem odpovídaly modelu vytvořeném v prostředí Microsoft Excel. Výstupní proměnná *vysledektvrde* má pak členských funkcí 5. Vše shrnuje následující tabulka.

**Tabulka 16 - Souhrn proměnných souboru tvrdeatributy.fis**

Zdroj: Autor

	Obrat	Splácení	Kredit	Délka partnerství	Výsledektvrde
<b>Univerzum</b>	0-70	1-4	0-10 000 000	0-30	0-100
<b>Atribut 1</b>	do1M	CastoPo	do500000	do2Let	HrozneTvrde
<b>Atribut 2</b>	do5M	ZridkaPo	do5M	do5Let	SpatneTvrde
<b>Atribut 3</b>	do20M	VzdyNaCas	do8M	do10Let	PrumerTvrde
<b>Atribut 4</b>	do50M	PredSplatnosti	Pres8M	Vice	DobreTvrde
<b>Atribut 5</b>	nad50M	-	-	-	VyborneTvrde

#### Tvorba pravidel

Proces tvorby inferenčních pravidel se skládal ze dvou kroků. Tím prvním bylo vytvoření několika pravidel, při jejichž vzniku asistoval obchodní manažer. Ta byla považována za jakýsi základ celého inferenčního mechanismu. Druhou fází bylo vytvoření zbývajících pravidel na základě vlastních úvah Autora tak, aby vhodně doplňovala již existující pravidla z prvního kroku.

Jejich množství bylo odvozeno z počtu vstupních proměnných, resp. jejich atributů, tak, aby byl model připraven na jejich jakoukoliv možnou kombinaci. To znamená vytvořit pravidel tolik, kolik činí součin počtů atributů u jednotlivých vstupních proměnných. Pro *tvrdeatributy.fis* to tedy znamená  $5 * 4 * 4 * 4 = 320$  pravidel.

### 3.3.3.2 Mekkeatributy.fis

Podobně jako u předchozího souboru byl i tento vytvořen tak, aby vlastnostmi odpovídal expertnímu systému vytvořenému v aplikaci Microsoft Excel. Jelikož byl stejný i proces tvorby, je níže pouze vložena tabulka s přehledem lingvistických proměnných (3 vstupní, 1 výstupní). Počet pravidel je pak  $4 * 5 * 5 = 100$ .

**Tabulka 17 - Souhrn proměnných souboru mekkeatributy.fis**

Zdroj: Autor

	Vystupování	Potenciál	Pocit	Výsledekměkké
<b>Univerzum</b>	1-4	1-5	0-100	0-100
<b>Atribut 1</b>	Vulgarní	PrudkýÚpadek	0	HrozneMekke
<b>Atribut 2</b>	Prumerne	MírnyÚpadek	25	SpatneMekke
<b>Atribut 3</b>	NaUrovni	Stagnující	50	PrumerMekke
<b>Atribut 4</b>	Profesionalní	MírnyRust	75	DobreMekke
<b>Atribut 5</b>	-	VysokyRust	100	VyborneMekke

### 3.3.3.3 Výsledek.fis

Poslední část modelu je specifická tím, že její vstupy jsou dány výstupy z předchozích 2 souborů. Na základě těchto 2 dílčích výsledků je pak vypočítáno finální rozhodnutí o tom, jaké ceny by měly být zákazníkovi nastaveny.

Protože vstupní proměnné *vysledektvrde* a *vysledekmekke* již byly popsány, zbývá doplnit informace pouze o výstupní proměnné *Vysledek*. Ta obsahuje 5 atributů pojmenovaných dle používaných cenových hladin *C5*, *C4*, *C3*, *C2* a *C1*, které jsou rozmístěny na univerzu od 0 do 100.

Rovněž bylo definováno  $5 * 5 = 25$  pravidel, pomocí nichž je docíleno toho, že měkké faktory mají na konečné rozhodnutí menší vliv. To lze demonstrovat na následujícím příkladu.

If (*vysledektvrde* is *VyborneTvrde*) and (*vysledekmekke* is *PrumerMekke*) then (*Vysledek* is *C1*) (1)

If (*vysledektvrde* is *HrozneTvrde*) and (*vysledekmekke* is *PrumerMekke*) then (*Vysledek* is *C5*) (1)

Jak lze vidět, pokud odběratel dosahuje výborných kvalit v části objektivních měřítek, avšak u subjektivních měkkých faktorů dosahuje pouze průměru, je i tak zařazen do hladiny těch nejlepších cen.

Opačně pak u druhého pravidla, kde i přes průměrné měkké faktory je z důvodu hrozných faktorů tvrdých zařazen do hladiny nejhorší.

### 3.3.4 M-file pro práci s modelem

Kód popsany v kapitole 1.2.2.2 *Používání modelu* bude pro potřeby tohoto modelu mírně upraven. Rozumí se tím předělání do takové podoby, že jednotlivé hodnoty vstupních proměnných budou načítány postupně. Vedou k tomu hned 2 důvody. Tím prvním je velmi složité zadávání tolika hodnot najednou, viz:

---

```
1. Vstupy=input('Zadejte vstupni udaje ve tvaru: [Obrat;  
   Splaceni; Kredit; ...; Pocit]: ');
```

---

#### Zdrojový kód 2 - Ukázka dávkového načítání vstupních hodnot

Pokud by bylo využito výše uvedeného postupu, existuje vysoká pravděpodobnost toho, že by uživatel zadal špatné hodnoty (například by prohodil pořadí atributů, přičemž to je třeba striktně dodržet). V lepším případě by pak výsledek neměl žádnou vypovídající hodnotu, v tom horším by pak běh programu skončil chybou.

Druhým důvodem je možnost okamžité validace zadané hodnoty. Tudíž nehrozí, že by uživatel zadal takové hodnoty, se kterými fuzzy systém neumí pracovat a jeho běh by opět skončil chybovou hláškou.

#### Načtení hodnot vstupních proměnných

---

```
1. while true  
2. obrat=input('Zadejte vysí obratu (v milionech). Rozmezi  
   0 - 70: ');  
3. if (obrat>=0 && obrat<=70)  
4.   break  
5.   else  
6.     'Byla zadana neplatna hodnota!'  
7.   end  
8. end  
9.  
10. while true  
11. splaceni=input('Zadejte atribut splaceni. 1 - Casto po  
   splatnosti; 2 - Zridka po splatnosti; 3 - Vzdy na cas; 4 -  
   Pred splatnosti: ');  
12. if (mod(splaceni,1)==0 && splaceni>=1 && splaceni<=4)  
13.   break  
14.   else  
15.     'Byla zadana neplatna hodnota!'  
16.   end  
17. End
```

---

#### Zdrojový kód 3 - Postupné načítání vstupů a jejich validace

V ukázce kódu *Zdrojový kód 3* vyňatého z M-file je vidět zadávání obou typů proměnných včetně toho, jak probíhá validace uživatelem zadané hodnoty. Řádek 1 až 10 je věnován atributu *Obrat*. Uživatel je vyzván k zadání jeho hodnoty v milionech, přičemž ta musí být z rozpětí 0 až 70. Právě na řádce číslo 3 dochází k validaci vyplněné hodnoty. Pokud se nachází ve vyžadovaném intervalu, ukončuje se cyklus a přechází se k zadání hodnoty další. V opačném případě je zobrazena chybová hláška a uživatel musí vyplnit hodnotu jinou. Řádky 10 až 17 jsou pak spojeny s proměnnou *Splácení*, kde je třeba zadat číselné vyjádření určité slovní varianty (viz kapitola 3.3.1 *Lingvistické proměnné*). Proto je žádoucí, aby vyplněná hodnota byla celé číslo. Validace, nacházející se na řádce 12, je proto ve srovnání s předchozím případem ještě rozšířena o kontrolu takovéto podmínky. Pokud je totiž zbytek po celočíselném dělení 1 roven 0, je tento předpoklad naplněn. Stejným způsobem jsou pak v další části M-file načteny veškeré potřebné hodnoty.

### Výpočet finálního rozhodnutí

---

```

1. fistvrde = readfis('tvrdeatributy.fis');
2. fismekke = readfis('mekkeatributy.fis');
3.
4. vysledektvrde = evalfis(fistvrde,[obrat splaceni kredit
   partnerstvi]);
5. vysledekmeke = evalfis(fismekke,[vystupovani potencial
   pocit]);
6.
7. fisvysledek=readfis('vysledek.fis');
8. vysledek=evalfis(fisvysledek,[vysledektvrde
   vysledekmeke]);
9.
10. if vysledek > 80
11.     disp('Nastavit Ceny C1');
12.
13.     elseif vysledek > 60
14.         disp('Nastavit Ceny C2');
15.
16.     elseif vysledek > 40
17.         disp('NastavitCeny C3');
18.
19.     elseif vysledek > 20
20.         disp('Nastavit Ceny C4');
21.     else
22.         disp('Nastavit Ceny C5');

```

---

### Zdrojový kód 4 - Provedení výpočtů a retransformační matice

Ukázka *Zdrojový kód 4* je opět vyňata z M-file (*Msoubor.m*) a slouží k provedení veškerých výpočtů nutných pro získání finálního rozhodnutí. Právě tato část M-file slouží k onomu zmiňovanému propojení dílčích částí fuzzy systému dohromady. První 2 řádky, potažmo pak ještě řádek 7, slouží k načtení potřebných *fis* souborů. Do proměnných *vysledektvrde* a *vysledekmekke* je uložena hodnota, která byla vrácena funkcemi *evalfis* (ta spočítá výsledek na základě vložených hodnot a příčného *fis* souboru).

*Vysledektvrde* a *vysledekmekke* jsou pak obratem použity jako vstupy pro poslední výpočet pomocí pravidel souboru *vysledek.fis*. Od řádku 10 je již pouze nastavena retransformační matice, pomocí níž je uživateli do konzole zobrazen finální verdikt.

Pro lepší představu, jak práce s fuzzy modelem pomocí takového skriptu probíhá, je dále vložen výpis příkazového řádku prostředí MATLAB pro náhodně vygenerované zákaznickovy atributy. V prvním kroku byla pro demonstraci záměrně vložena nepřijatelná hodnota.

---

```
1. Zadejte vysí obratu (v milionech). Rozmezi: 0 - 70: 80
2.
3. ans =
4.
5.      'Byla zadana neplatna hodnota!'
6.
7. Zadejte vysí obratu (v milionech). Rozmezi: 0 - 70: 50
8. Zadejte atribut splaceni. 1 - Casto po splatnosti; 2 -
   Zridka po splatnosti; 3 - Vzdy na cas; 4 - Pred
   splatnosti: 3
9. Zadejte vysí kreditu. Rozmezi 0 - 10 000 000: 8500000
10. Zadejte delku trvani partnerskeho vztahu. Rozmezi 0 - 30:
    8
11. Zadejte atribut vystupovani. 1 - Vulgarni; 2 - Prumerne; 3
    - Na urovni; 4 - Profesionalni: 3
12. Zadejte atribut potencial. 1 - Prudky upadek; 2 - Mirny
    upadek; 3 - Stagnujici; 4 - Mirny rust; 5 - Vysoky rust: 3
13. Zadejte pocitove hodnoceni. Rozmezi 0 - 100: 30
14. Nastavit Ceny C1
```

---

#### **Zdrojový kód 5 - Práce s modelem skrze příkazový řádek**

### **3.3.5 Ovládací grafické rozhraní**

Stejně jako tomu bylo v předchozím případě, je i tentokrát práce s modelem nepřehledná a tím pádem náchylná na chyby. Proto i zde dojde k vytvoření grafického

rozhraní, skrze které bude moci uživatel ovládat rozhodovací systém mnohem pohodlněji. Bude k tomu využito vestavěné funkce prostředí MATLAB, *Design App*. Ta je dostupná ze záložky *Apps* v horním ovládacím menu.

### 3.3.5.1 Grafická část

*Design App* nabízí velmi přehledné a intuitivní rozhraní (náhled viz *Příloha I*), ve kterém je možné vytvořit grafickou část aplikace pouze pomocí tahů myši. K dispozici je široká škála nejrůznějších ovládacích prvků jako rozevírací seznamy (*Drop Down*), popisky (*Label*) či textová pole (*Text Area*). V rámci této práce (výsledný design aplikace viz *Obrázek 25*) jsou využity následující části:

#### **Label**

Slouží k přidání textových popisků. V aplikaci slouží k zobrazení jejího názvu a popisků proměnných.

#### **Button**

Po kliknutí umožňuje uživateli vyvolat akci. V grafickém rozhraní se nacházejí tlačítka dvě. A to pro vyhodnocení uživatele na základě zadaných hodnot (*Vyhodnotit*) či pro uvedení programu do původního stavu (*Resetovat*).

#### **Drop Down**

Rozevírací seznamy zobrazují možnosti výběru u těch proměnných, jejichž atributy jsou textového charakteru. V detailním nastavení každého takového prvku lze jednotlivým řádkům seznamu přiřadit číselné vyjádření, se kterým se dále na pozadí pracuje. Jelikož jsou uživateli zobrazeny pouze předem nadefinované a validní vstupy, není nutné je jakýmkoliv způsobem dále ověřovat. Využívají se pro lingvistické proměnné *Splácení*, *Potenciál* a *Vystupování*.

#### **Slider**

Posuvníky slouží k zadání konkrétní hodnoty z předem daného intervalu, který lze individuálně upravit. Právě ono omezení rozmezí, ze kterého je možné číslo vybírat, z nich činí ideální nástroj pro nastavování hodnot číselných proměnných, neboť tak je velmi jednoduše ošetřen problém se zadáním nevalidního vstupu. Jejich nevýhoda však spočívá v tom, že na velmi velkých intervalech (například u *Kredit*) se jen stěží

zadává přesná hodnota. Použito pro *Obrat*, *Kredit*, *Délka partnerství* a *Pocitové faktory*.


### Edit Field (Numeric)

K odstranění zmíněné nevýhody posuvníků je přidána druhá možnost, skrze kterou lze vstupy zadat, přičemž je opět zabezpečena jejich validita. I zde lze definovat interval, do kterého musí vložený vstup patřit, navíc numerické editovací pole automaticky hlídá, že je vložena numerická hodnota, a nikoliv textový řetězec.

Uživatel tak bude mít na výběr, zda využije rychlejší, avšak méně přesnou variantu, či vloží zcela konkrétní hodnotu.

### Image

Obrazový prvek je využit k zobrazení Autorem vytvořené ikonky nápovědy, kdy po kliknutí na něj dojde k zobrazení instrukcí ohledně používání programu.

**Vyhodnocení zákazníka** 

**Velikost obratu [miliony]**  
0 35 70  
Hodnota

**Odběratelův kredit**  
0 250000 500000 750000 1000000  
Hodnota

**Délka partnerství**  
0 15 30  
Hodnota

**Pocitové faktory**  
0 25 50 75 100  
Hodnota

**Splácení** Často po splatnosti ▼

**Potenciál** Prudký úpadek ▼

**Vystupování** Vulgární ▼

Vyhodnotit | Resetovat

Vyplňte hodnoty a zmáčkněte "Vyhodnotit"

Obrázek 25 - Grafické uživatelské rozhraní  
Zdroj: Autor

### 3.3.5.2 Zdrojový kód

Obrovskou výhodou využívání *Design App* je fakt, že po ručním uspořádání jednotlivých prvků do chtěné podoby dojde automaticky k sestavení zdrojového kódu, který všem využitým prvkům nastaví jejich velikost, polohu, popisky atp. Demonstrovat to lze například na automaticky vygenerovaném kódu, který po spuštění aplikace (*Run* v horním menu) slouží k vytvoření rozevíracího seznamu pro lingvistickou proměnnou *Splácení*, viz *Zdrojový kód 6*.

---

```
1. % Create SplaceniDropDown
2. app.SplaceniDropDown = uidropdown(app.UIFigure);
3. app.SplaceniDropDown.Items = {'Často po splatnosti',
    'Zřídka po splatnosti', 'Vždy na čas', 'Před splatností'};
4. app.SplaceniDropDown.ItemsData = {'1', '2', '3', '4'};
5. app.SplaceniDropDown.Position = [55 233 146 22];
6. app.SplaceniDropDown.Value = '1';
```

---

#### Zdrojový kód 6 - Automatické vytvoření rozevíracího seznamu

Nicméně části zdrojového kódu, které se starají o funkčnost aplikace jako takovou, samozřejmě automaticky vygenerovat nelze. Pro správné odezvy grafického prostředí na uživatelovu aktivitu je třeba manuálně naprogramovat tlačítka *Vyhodnotit*, *Resetovat* a zobrazování zvolené hodnoty na posuvnicích v příslušných textových popiscích.

#### Vyhodnotit

Zdrojový kód obstarávající funkcionalitu tlačítka *Vyhodnotit* (viz *Zdrojový kód 7*) byl již z velké části představen. Jelikož se jedná o výpočet, který má zajistit zařazení zákazníka do cenové hladiny na základě jeho atributů, logicky musí být z velké části podobný skriptu představenému v kapitole 3.3.4 *M-file pro práci s modelem*. Lze však najít několik rozdílů, které si zaslouží svůj komentář.

Hned na řádcích 1 až 8 je vidět jiný přístup k načítání hodnot proměnných do paměti programu. Zatímco při obsluze modelu pomocí *Msoubor.m* bylo pro zabezpečení validity vstupů přikročeno k jejich načítání postupně, díky využití rozevíracích seznamů, sliderů a numerických editovacích polí lze tento krok zcela vynechat. Veškerá vstupní data tak lze načíst bez jakéhokoliv ověřování, jelikož je zabezpečeno, že s nimi program dokáže pracovat.

Další část, na řádcích 10 až 35, se téměř shoduje s předchozím M-file. Rozdíl je pouze v retransformační matici, kde nedochází k okamžitému vypsání výsledku uživateli, avšak ten je uložen do paměti do proměnné *rozhodnuti*, která je zobrazena až pomocí posledních 3 řádků.

---

```
1. %Načtení hodnot do proměnných
2.  obrat = app.ObratSlider.Value;
3.  kredit = app.KreditSlider.Value;
4.  partnerstvi = app.PartnerstviSlider.Value;
5.  pocit = app.PocitSlider.Value;
6.  splaceni = str2double(app.SplaceniDropDown.Value);
7.  potencial = str2double(app.PotencialDropDown.Value);
8.  vystupovani = str2double(app.VystupovaniDropDown.Value);
9.
10. %Vyhodnocení dílčích výsledků pomocí *.fis souborů
11.  fistvrde = readfis('tvrdeatributy.fis');
12.  fismekke = readfis('mekkeatributy.fis');
13.  vysledektvrde = evalfis(fistvrde,[obrat splaceni kredit
14.  partnerstvi]);
15.  vysledekmeke = evalfis(fismekke,[vystupovani
16.  potencial pocit]);
17.
18. %Vyhodnocení finálního *.fis souboru -> finální verdikt
19.  fisvysledek=readfis('vysledek.fis');
20.  vysledek=evalfis(fisvysledek,[vysledektvrde
21.  vysledekmeke]);
22.
23. %Rozhodnutí
24.  if vysledek > 80
25.    rozhodnuti = "Ceny C1";
26.
27.  elseif vysledek > 60
28.    rozhodnuti = "Ceny C2";
29.
30.  elseif vysledek > 40
31.    rozhodnuti = "Ceny C3";
32.
33.  elseif vysledek > 20
34.    rozhodnuti = "Ceny C4";
35.
36.  else
37.    rozhodnuti = "Ceny C5";
38. end
39.
40. %Zobrazení výsledku uživateli
41.  app.VyhodnoceniLabel.FontSize=40;
42.  app.VyhodnoceniLabel.Text=rozhodnuti;
```

---

**Zdrojový kód 7 - Zdrojový kód obsluhující tlačítko Vyhodnotit**

## Resetovat

Naprogramování obsluhy druhého tlačítka je o poznání jednodušší. Jelikož je zapotřebí pouze uvést veškeré funkční prvky do původního stavu, jedná se o několik málo řádků, které použitým entitám přiřazují defaultní hodnoty. Tento velice jednoduchý kód viz *Zdrojový kód 8*.

---

```
1. app.ObratSlider.Value=0;
2. app.KreditSlider.Value=0;
3. app.PartnerstviSlider.Value=0;
4. app.PocitSlider.Value=0;
5. app.SplaceniDropDown.Value="1";
6. app.PotencialDropDown.Value="1";
7. app.VystupovaniDropDown.Value="1";
8. app.ObratEditField.Value=0;
9. app.KreditEditField.Value=0;
10. app.PartnerstviEditField.Value=0;
11. app.PocitEditField.Value=0;
12. app.VyhodnoceniLabel.FontSize=str2double('14');
13. app.VyhodnoceniLabel.Text='Vyplňte hodnoty a zmáčkněte
    "Vyhodnotit"';
```

---

### Zdrojový kód 8 - Uvedení modelu do defaultního nastavení

#### Posuvníky, editovací pole

Poslední část, která si zaslouží být okomentována, je kód, resp. dvojice kódů, které propojují posuvníky s příslušnými editovacími poli. Jako ukázka byla zvolena dvojice těchto entit u lingvistické proměnné *Pocit*.

---

```
9. function PocitSliderValueChanging(app, event)
10.     changingValue = event.Value;
11.     app.PocitEditField.Value=
        round(changingValue);
12. end
13.
14. function PocitEditFieldValueChanged(app, event)
15.     value = app.PocitEditField.Value;
16.     app.PocitSlider.Value=value;
17. end
```

---

### Zdrojový kód 9 - Propojení jezdce a editačního pole

První část, nacházející se na řádcích 9 až 12, má za úkol okopírovat uživatelem zadanou hodnotu na posuvníku a vepsat ji (pomocí *round()* zbavenou desetinných

míst) do editačního pole. Zbytek kódu pak funguje právě naopak. Takto lze jednoduše zabezpečit konzistentnost zobrazovaných hodnot těmito dvěma prvky.

Výsledná aplikace sloužící pro obsluhu fuzzy modelu je pak uložena jako *ModelApp.mlapp*.

### 3.3.6 Testování pocitového faktoru

I v modelu vytvořeném pomocí programu MATLAB je nasnadě ověřit, zda lze využít vstupní proměnné *Pocit* takovým způsobem, že je možné za určitých podmínek vylepšit zákazníkovo hodnocení natolik, aby ve výsledku dosáhl na lepší ceny. Zároveň platí, že by se mělo jednat o rozdíl 1, výjimečně maximálně 2, cenové hladiny.

Testování bude opět probíhat ve dvou krocích. V prvním kroku bude fuzzy rozhodovacímu systému podrobena 10 fiktivních odběratelů s náhodně přidělenými atributy, přičemž *Pocit* bude vždy nastaven na defaultní hodnotu 0. V druhém kroku budou vyhodnocováni titíž zákazníci, avšak s proměnnou *Pocit* nastavenou na maximální hodnotu 100.

**Tabulka 18 - Výsledky testování pocitového faktoru**

Zdroj: Autor

	Hodnocení Pocit=0	Hodnocení Pocit=100	Rozdíl
1	C3	C2	ANO
2	C3	C2	ANO
3	C4	C3	ANO
4	C1	C1	NE
5	C4	C3	ANO
6	C5	C3	ANO
7	C4	C3	ANO
8	C2	C1	ANO
9	C3	C2	ANO
10	C4	C3	ANO

Z výsledků uvedených v tabulce výše je evidentní, že skrze toto kritérium je možné zákazníkovo hodnocení vylepšit. Dokonce se zdá, že funkčnost je ještě lepší, než tomu bylo v případě Microsoft Excel. Tam se povedlo změnit hodnocení pouze u 7 z 10 zákazníků. Jelikož verdikt u 4. zákazníka nelze brát v úvahu, neboť z hodnocení C1 již nebyl prostor ke zlepšení, je možné prohlásit, že v programu

MATLAB došlo k úpravě hodnocení u všech zákazníků. U jednoho (vyznačeno sytější zelenou barvou) dokonce o 2 cenové hladiny, což je však stále v toleranci. Nastavení a funkčnost tohoto atributu tak lze na základě proběhnuvšího testování považovat za správnou.

### 3.3.7 Testování výsledků modelu

K ověření toho, zda fuzzy rozhodovací systém poskytuje relevantní hodnocení jednotlivých obchodních partnerů, budou využita anonymizovaná data, se kterými se pracovalo již v kapitole 3.2.5 *Ověření funkčnosti modelu*. Na rozdíl od přechozího případu však bude u proměnných *Obrat*, *Kredit*, *Partnerství* a *Pocit* využito možnosti zadání zcela přesných čísel (zaokrouhlených). Výsledky budou následně opět srovnány s expertním odhadem získaným od obchodního manažera.

**Tabulka 19 - Testování výsledků modelu (1. část)**

Zdroj: Autor

	<b>Zákazník 1</b>	<b>Zákazník 2</b>	<b>Zákazník 3</b>	<b>Zákazník 4</b>
<b>Velikost obratu</b>	66 000 000	32 000 000	11 800 000	4 200 000
<b>Splácení</b>	Zřídka po	Vždy na čas	Zřídka po	Vždy na čas
<b>Odběr. kredit</b>	10 000 000	10 000 000	3 700 000	1 000 000
<b>Délka partner.</b>	18	16	8	14
<b>Vystupování</b>	Jedn.na úrovni	Velmi prof.	Velmi prof.	Velmi prof.
<b>Potenciál</b>	Stagnující	Stagnující	Prudký úpadek	Mírný úpadek
<b>Pocitové faktory</b>	70	100	40	60
<b>Návrh manažera</b>	C1	C1	C2	C2
<b>Návrh modelu</b>	C1	C1	C3	C2

**Tabulka 20 - Testování výsledků modelu (2. část)**

Zdroj: Autor

	<b>Zákazník 5</b>	<b>Zákazník 6</b>	<b>Zákazník 7</b>
<b>Velikost obratu</b>	2 800 000	920 000	900 000
<b>Splácení</b>	Vždy na čas	Zřídka po	Vždy na čas
<b>Odběr. kredit</b>	1 500 000	110 000	200 000
<b>Délka partnerství</b>	6	4	13
<b>Vystupování</b>	Velmi prof.	Jedn. na úrovni	Průměrné
<b>Potenciál</b>	Mírný růst	Stagnující	Mírný úpadek
<b>Pocitové faktory</b>	30	0	30
<b>Návrh manažera</b>	C2	C3	C4
<b>Návrh modelu</b>	C2	C4	C3

**Tabulka 21 - Testování výsledků modelu (3. část)**

Zdroj: Autor

	<b>Zákazník 8</b>	<b>Zákazník 9</b>	<b>Zákazník 10</b>
<b>Velikost obratu</b>	750 000	45 800 000	400 000
<b>Splácení</b>	Zřídka po	Vždy na čas	Vždy na čas
<b>Odběr. kredit</b>	300 000	10 000 000	100 000
<b>Délka partnerství</b>	11	15	3
<b>Vystupování</b>	Vulgární	Velmi prof.	Průměrné
<b>Potenciál</b>	Mírný růst	Mírný úpadek	Stagnující
<b>Pocitové faktory</b>	10	40	30
<b>Návrh manažera</b>	C4	C1	C5
<b>Návrh modelu</b>	C4	C2	C4

Z tabulek výše lze vidět, že přesně v 50 % případů došlo ke shodě cenové hladiny navrhované modelem s výší cen navrženou obchodním manažerem. Ve srovnání s předchozím modelem se jedná o zhoršení, neboť vzniklo o 1 nepřesnost více, konkrétně u *Zákazníka 9*.

U zákazníků, kterým model ve srovnání s expertním odhadem přihoršil (3, 6 a 9), dále proběhl test, zda lze tato hodnocení vyrovnat alespoň pomocí vstupu *Pocit*. Ve všech případech se tato varianta ukázala jako proveditelná a po přidání několika bodů tomuto kritériu se návrhy manažera i modelu shodovaly. Na druhou stranu v situacích, kdy fuzzy systém zákazníkovi přilepšil (7 a 10), snížení pocitových faktorů až na 0 ke korekci finálního verdiktu nevedlo.

Protože v polovině případů došlo ke shodě a v těch ostatních šlo povětšinou o rozdíl, který lze vyrovnat pouze pomocí měkkého faktoru *Pocit*, opět lze s přihlédnutím k roli expertního systému pouze jako podpůrného prostředku pro rozhodování konstatovat, že je i tento model schopný poskytovat relevantní závěry.

### 3.4 Porovnání obou modelů

V diplomové práci byly předvedeny dva různé způsoby, jimiž lze přistupovat k tvorbě expertního rozhodovacího systému za využití principů fuzzy logiky. Proto se přímo nabízí věnovat se rozdílům těchto dvou modelů, jejich kladným či záporným stránkám a výsledkům.

### 3.4.1 Výsledky

Díky tomu, že relevantnost výsledků obou modelů byla testována na stejných zákaznících, není problém s využitím těchto dat k porovnání finálních verdiktů. V *Tabulce 22* jsou zeleně vyznačeny ty případy, ve kterých došlo ke shodnému zařazení odběratele do cenové hladiny. Oranžová barva pak zobrazuje situaci, kdy byla příslušná hodnocení rozdílná.

**Tabulka 22 - Porovnání výsledků jednotlivých modelů**  
Zdroj: Autor

	Microsoft Excel	MathWorks MATLAB
Zákazník 1	C1	C1
Zákazník 2	C1	C1
Zákazník 3	C3	C3
Zákazník 4	C2	C2
Zákazník 5	C2	C2
Zákazník 6	C4	C4
Zákazník 7	C3	C3
Zákazník 8	C4	C4
Zákazník 9	C1	C2
Zákazník 10	C4	C4

Již v kapitole 3.3.7 *Testování výsledků modelu* bylo patrné, že modely si jsou v podávaných verdiktech velice podobné. Tabulkové srovnání to pak jenom potvrzuje. V 9 z 10 případů došlo ke shodě. Rozdíl, a to o jednu cenovou úroveň, nastal pouze u *Zákazníka 9*. Oba modely tak zdá se produkují konzistentní rozhodnutí bez výraznějších vzájemných odchylek.

### 3.4.2 Cena

Pokud bude brána v úvahu doživotní licence Standard (v případě ročního předplatného se jedná o cca třetinové částky), pořizovací cena MathWorks MATLAB společně s rozšířením Fuzzy Logic Toolbox šplhá až na hodnotu 3075 EUR, což je v přepočtu cca 80 000 Kč. Nutné je zmínit, že jde o licenci pouze pro 1 osobu. Jedná se tak o skutečně obrovskou investici v momentě, kdy by bylo zapotřebí zakoupit licence například 30 obchodním manažerům. Cena tolika licencí je rovna 2 400 000 Kč. K té je ještě potřeba přičíst peněžní sumu určenou na vytvoření modelu

a uspořádání školení zaměstnanců ohledně jeho užívání. Rázem se tak celkové náklady mohou pohybovat i nad úrovní 2 500 000 Kč.

U Microsoft Excel je situace diametrálně odlišná. Obchodní manažeři s ním pracují denně, tudíž jsou veškeré potřebné licence již zakoupené. Dále díky tomu odpadá potřeba uspořádání školení. Stačila by pouze nějaká lehčí forma, kdy by zainteresované osoby sdělily podřízeným pokyny k využívání nového firemního nástroje. Při velmi hrubém odhadu, pokud bude bráno v potaz důkladné testování a ladění modelu, by jeho zhotovení mohlo trvat kolem 100 hodin. V těch jsou započítány nejrůznější konzultace, sestavení řádných expertních odhadů s více obchodními manažery atp. Při hodinové sazbě 200 Kč se tak pořizovací náklady rovnají pouhým 20 000 Kč.

### **3.4.3 Výhody a nevýhody**

Pokud by byla řeč o kvalitě rozhodnutí, které lze s jednotlivými programy dosáhnout, pravděpodobně by bez jakýchkoliv námitek vyhrál MathWorks MATLAB. Ten má ve srovnání s Microsoft Excel navrch díky využívání členských funkcí a nepřeborného množství pravidel, díky nimž lze inferenční mechanismus vedoucí k vypočítání výsledného rozhodnutí nastavit velmi citlivě a přesně. Konkurenční řešení nabízí vlastně pouhé počítání s jakýmsi bodovým hodnocením předem daných variant, kdy součet těchto vah udává konečné skóre předurčující hodnocení dané testované varianty. Na druhou stranu je třeba říci, že jak bylo ukázáno v této diplomové práci, při správném nastavení je i konkurenční přístup schopný podávat relevantní a srovnatelné verdikty.

Microsoft Excel má pak navrch v jednoduchosti vytvoření celého modelu a jeho případné úpravě či budoucí škálovatelnosti. Zatímco zde pro tvorbu expertního systému stačí vytvořit několik provázaných tabulek, ve kterých je velice jednoduché váhy proměnných upravit, či přidat další, v programu MATLAB je situace o poznání těžší. Zejména přidání nějaké proměnné, případně členské funkce, znamená úpravu celého inferenčního mechanismu, což úkol činí poměrně složitým. Nicméně i samotné prvotní vytvoření modelu zabere mnohem více času, což se opět negativně projeví na nákladech.

Co se týká složitosti používání jednotlivých alternativ, zde jsou si konkurenti rovni. Díky vytvořeným grafickým rozhraním sloužícím k obsluze je využívání obou variant velice jednoduchou a intuitivní záležitostí. Tudíž lze jen velmi těžko ukázat na vítěze.

### 3.5 Zhodnocení přínosu modelu

Nezávisle na tom, jaká varianta modelu by byla případně nasazena, lze uvažovat o následujících benefitech, které by z využívání expertního systému mohly plynout. Tím prvním je určitá standardizace vyhodnocování kvality odběratelů Distributora a.s. a jejich následné, alespoň z části objektivní, rozřazování do cenových hladin. S tím souvisí i návrat k jejich správnému využívání, na což je informační systém od začátku připraven, avšak postupem času se od toho upustilo. Více o cenových hladinách a aktuálním špatném užívání *2.3.3 Cenové hladiny v praxi*.

Dále se může na tyto modely nahlížet jako na znalostní systémy. Ty slouží k uchování a předávání znalostí napříč celou firmou. Pokud by například společnost opustil některý z obchodních manažerů, zajisté by bylo potřeba nahradit ho nově přichozím zaměstnancem. Ten by si v počátcích nemusel být zcela jist, jak zákazníky, o které se má starat, efektivně a správně vyhodnocovat. Takováto pomůcka by tak zajisté přišla vhod a nově přichozím pracovním silám by usnadnila adaptační proces. Dá se tedy mluvit o efektivním sdílení znalostí.

Potenciálně by rozhodující systém mohl firmě přinést zisk. Těžko si lze představit situaci, že některý z odběratelů bude zařazen na vyšší cenovou hladinu (zboží mu bude prodáváno s větší marží), než na kterou by měl být schopný dosáhnout. Jeví se to nepravděpodobné z důvodu podstaty tržního konkurenčního prostředí. Pokud by totiž odběratel nakupoval zboží draze, pravděpodobně by začal obchodovat s jedním z mnoha konkurentů Distributora a.s. Opačnou situaci už si však představit lze. Některému ze zákazníků by byly nastaveny příliš nízké ceny. Neměl by žádný důvod odcházet ke konkurenci, natož pak se dobrovolně přihlásit o sjednání nápravy. Pro ukázkou si lze představit zákazníka, který má roční obrát 300 000 Kč a má špatně nastavenou cenovou hladinu. Nechť je mu zboží prodáváno o 2 % levněji, než by

správně mělo být. Znamenalo by to, že pouze na tomto konkrétním zákazníkovi společnost ročně přichází o 6 000 Kč. Ve srovnání s pořizovací cenou modelu vyhotoveném v Microsoft Excel se jedná o cca třetinu této sumy. Znamená to tedy, že i kdyby ve firmě existoval pouze jeden jediný zákazník, kterému je zboží prodáváno pod optimální cenou, investice do expertního systému by se za necelé 4 roky vrátila. Bez detailní analýzy se však nelze ani domnívat, kolik takových zákazníků existuje a kolik peněz na nich společnost trátí.

Na základě posledních dvou kapitol lze Distributorovi a.s. doporučit zvážení, zda nezařadit model vytvořený v Microsoft Excel mezi běžně využívané nástroje pro hodnocení kvality svých odběratelů. Přestože se nejedná o model dosahující kvalit konkurenční aplikace vytvořené v MathWorks MATLAB, má mnoho výhod. S přihlédnutím k faktu, že se má jednat o podporu rozhodování obchodních manažerů, a nikoliv o úplnou náhradu, lze i jeho kvalitu ohodnotit jako dostačující tomuto účelu. Naproti tomu provedení investice přesahující cenu 2 000 000 Kč se jeví jako nelogické, neboť je k dispozici řádově levnější varianta.

## Závěr

V první části diplomové práce byly představeny teoretické základy fuzzy logiky společně se vzorovými příklady toho, jak ji lze prakticky využít při tvorbě expertních rozhodovacích systémů. Poté již byl věnován prostor představení předmětné distributorské společnosti, s pomocí jejíchž manažerů celá práce vznikala, potažmo návrhu konkrétního řešení.

Hlavním cílem bylo sestavit funkční fuzzy model, který by byl schopný na základě několika zákaznických atributů vyhodnotit jeho kvalitu a následně ho zařadit do jedné z několika cenových hladin, které se odlišují výší obchodní přírážky.

Tohoto cíle bylo dosaženo. Byl představen model sestrojený jak v programu Microsoft Excel, tak MathWorks MATLAB. Oběma variantám bylo dále vytvořeno grafické uživatelské rozhraní tak, aby byly modely velmi jednoduché na obsluhu.

Modely operovaly s několika atributy, které byly rozděleny do dvou kategorií. Kategorie tvrdých kritérií sestávala ze 4 proměnných, které byly vyhodnoceny jako objektivně měřitelné. Konkrétně se jednalo o *Velikost obratu*, *Splácení*, *Odběratelův kredit* a *Délka partnerství*. Díky tomu, že se jedná o objektivní vstupy, byly jim v rámci rozhodovacího procesu přiřazeny vyšší váhy důležitosti tak, aby měly na výsledný verdikt větší vliv než kategorie druhá, a to kritéria měkká. Šlo o *Vystupování*, *Potenciál* a *Pocitové faktory*. Jedná se o vstupní proměnné, které závisí čistě na posouzení obchodního manažera. Proto byla brána v potaz jejich subjektivita a byly jim přiřazeny nižší rozhodovací váhy než v předchozím případě.

Při porovnávání výsledků jednotlivých modelů se ukázalo, že jsou v tomto stejně kvalitní. Při přihlédnutí k ostatním výhodám a nevýhodám těchto dvou konkurentů a přínosům, které mohou při implementaci do firemního prostředí přinést, bylo shledáno, že provedení obrovské investice do nákupu licencí programu MathWorks MATLAB se jeví jako zbytečné. Naopak využívání modelu vytvořeného v Microsoft Excel by za určitých okolností mohlo přinést zisk.

## Seznam použitých zdrojů

- (1) BARTOŠOVÁ, Hana. *Management II: základy : vybrané metody a techniky*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie České republiky, 2005. ISBN 80-7251-198-x.
- (2) DOSTÁL, Petr, Karel RAIS a Zdeněk SOJKA. *Pokročilé metody manažerského rozhodování: konkrétní příklady využití metod v praxi*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. Expert (Grada). ISBN 80-247-1338-1.
- (3) VODÁČEK, Leo a Oľga VODÁČKOVÁ. *Moderní management v teorii a praxi*. 2., rozš. vyd. Praha: Management Press, 2009. ISBN 978-80-7261-197-3.
- (4) DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012. ISBN 978-80-7204-798-7.
- (5) DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody analýz a modelování: metodická příručka pro kombinovanou formu studia*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006. ISBN 80-214-3324-8.
- (6) MAŘÍK, Vladimír, Olga ŠTĚPÁNKOVÁ a Jiří LAŽANSKÝ. *Umělá inteligence (6)*. Vyd. 1. Praha: Academia, 2013. ISBN 978-80-200-2276-9.
- (7) PARRY, David Tudor. *Fuzzy Ontology and Intelligent Systems for Discovery of Useful Medical Information*. Auckland, 2005. Disertace. Auckland University of Technology.
- (8) JURA, Pavel. *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Nakladatelství VUTIUM, 2003. ISBN 80-214-2261-0.

- (9) ŠTEMBERK, Petr. *Alternativní přístup k navrhování a modelování betonových konstrukcí: Alternative approach to design and modeling of concrete structures*. 1. vydání. V Praze: České vysoké učení technické, 2017. ISBN 978-80-01-06337-8.
- (10) DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody rozhodování za právní nejistoty*. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2009. ISBN 978-80-7204-651-5.
- (11) DOSTÁL, Petr. *Moderní metody ekonomických analýz: finanční kybernetika*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2002. ISBN 80-7318-075-8.
- (12) Matlab. *Ústav výpočetní techniky* [online]. Praha: Univerzita Karlova, c2020 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://uvt.cuni.cz/UVT-920.html>
- (13) Mamdani and Sugeno Fuzzy Inference Systems. *MathWorks - Makers of MATLAB and Simulink* [online]. Natick: The MathWorks, c1994-2020 [cit. 2020-04-09]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/fuzzy/types-of-fuzzy-inference-systems.html>
- (14) Remove items from workspace, freeing up system memory - MATLAB clear. *MathWorks - Makers of MATLAB and Simulink* [online]. Natick: The MathWorks, c1994-2020 [cit. 2020-04-12]. Dostupné z: <https://www.mathworks.com/help/matlab/ref/clear.html>
- (15) HANSELMAN, Duane a Bruce LITTLEFIELD. *Mastering MATLAB 7*. Upper Saddle River: Pearson Education International Ltd., 2005. ISBN 0-13-185714-2.
- (16) BAKEŠOVÁ, Miroslava. *Základy organizačního chování: bakalářské kombinované studium : andragogika - v profilaci na personální management*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, Filozofická fakulta, 2006. ISBN 80-244-1449-x.

- (17) What is a Business Unit Manager?. *JobHero* [online]. Guaynabo: Job Hero Limited, c2020 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.jobhero.com/what-is-a-business-unit-manager/>
- (18) Dobropis (opravný daňový doklad). *Buďte v obraze se všemi články a informacemi od Money / Money* [online]. Brno: Solitea, b.r. [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://money.cz/novinky-a-tipy/slovník/dobropis/>
- (19) ŠPERKOVÁ, Kateřina. Podmínky započtení pohledávek dle Nového občanského zákoníku. *EPRAVO.CZ – Váš průvodce právem - Sbírká zákonů, judikatura, právo* [online]. Praha: EPRAVO.CZ, 2014 [cit. 2020-04-17]. Dostupné z: <https://www.epravo.cz/top/clanky/podminky-zapocteni-pohledavek-dle-noveho-obcanskeho-zakoniku-95745.html>
- (20) *Prověřování zákazníků - CreditCheck.cz* [online]. Praha: Credit Check, c2009-2020 [cit. 2020-04-21]. Dostupné z: <https://www.creditcheck.cz/>
- (21) Každá 10. faktura v Česku je zaplacená až po splatnosti. *Finance.cz* [online]. Praha: Mladá fronta, c2020 [cit. 2020-04-22]. Dostupné z: <https://www.finance.cz/525903-faktury-po-splatnosti/>
- (22) KOŽEJ, Vlastimil. Rozvoj dovnitř aneb než sáhneme po dalších zdrojích. *SystemOnLine.cz - ekonomické a informační systémy v praxi* [online]. Brno: CCB, spol. s r. o., 2018 [cit. 2020-04-16]. Dostupné z: <https://www.systemonline.cz/it-pro-logistiku/rozvoj-dovnitř-aneb-nez-sahneme-po-dalsich-zdrojich.htm>

## Seznam použitých obrázků

Obrázek 1 - Kynologická ontologie .....	14
Obrázek 2 - Fuzzy ontologie.....	15
Obrázek 3 - Problém klasické logiky .....	15
Obrázek 4 - Tvary vybraných členských funkcí .....	16
Obrázek 5 - Funkce členství A.....	17
Obrázek 6 – Funkce členství B .....	18
Obrázek 7 - Fuzzy průnik .....	19
Obrázek 8 - Fuzzy sjednocení.....	19
Obrázek 9 - Fuzzy doplněk.....	19
Obrázek 10 - Základní pojmy fuzzy množin .....	20
Obrázek 11 - Příklad fuzzifikace.....	22
Obrázek 12 - Prostředí Fuzzy Logic Toolbox .....	27
Obrázek 13 - Fuzzy Logic Toolbox s 2 proměnnými .....	28
Obrázek 14 - Upravené členské funkce.....	29
Obrázek 15 - Vyplněná pravidla v editoru pravidel.....	30
Obrázek 16 - RuleViewer se vstupy 9 000 a 25 000.....	31
Obrázek 17 – SurfaceViewer .....	31
Obrázek 18 - Postavení společnosti Distributor a.s. v logistickém řetězci.....	34
Obrázek 19 - První úroveň organizační struktury .....	36
Obrázek 20 - Struktura oddělení nákupu.....	36
Obrázek 21 - Struktura oddělení nákupu.....	38
Obrázek 22 – Grafické prostředí pro ovládání modelu .....	53
Obrázek 23 – Členské funkce vstupní proměnné Splácení .....	58
Obrázek 24 - Struktura modelu v MATLAB.....	59

Obrázek 25 - Grafické uživatelské rozhraní .....66

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Maticové zobrazení manažerských funkcí.....	12
Tabulka 2 - Transformační matice .....	24
Tabulka 3 - Ohodnocená transformační matice .....	24
Tabulka 4 - Stavová matice HP Pavilion 15 .....	25
Tabulka 5 - Retransformační matice .....	26
Tabulka 6 - Označení vybraných členských funkcí ve Fuzzy Logic Toolbox .....	28
Tabulka 7 - Transformační matice (Tvrdé atributy).....	50
Tabulka 8 - Transformační matice (Měkké atributy) .....	50
Tabulka 9 - Ohodnocená transformační matice (Tvrdé atributy) .....	52
Tabulka 10 - Ohodnocená transformační matice (Měkké atributy) .....	52
Tabulka 11 – Retransformační matice.....	54
Tabulka 12 -Výsledky testování pocitového faktoru .....	55
Tabulka 13 - Atributy zákazníků (1. část) .....	56
Tabulka 14 Atributy zákazníků (2. část) .....	56
Tabulka 15 - Atributy zákazníků (3. část) .....	56
Tabulka 16 - Souhrn proměnných souboru tvrdeatributy.fis.....	60
Tabulka 17 - Souhrn proměnných souboru mekkeatributy.fis .....	61
Tabulka 18 - Výsledky testování pocitového faktoru .....	70
Tabulka 19 - Testování výsledků modelu (1. část) .....	71
Tabulka 20 - Testování výsledků modelu (2. část) .....	71
Tabulka 21 - Testování výsledků modelu (3. část) .....	72
Tabulka 22 - Porovnání výsledků jednotlivých modelů.....	73

## Seznam zdrojových kódů

Zdrojový kód 1 - Zdrojový kód pro práci s modelem .....	32
Zdrojový kód 2 - Ukázka dávkového načítání vstupních hodnot .....	62
Zdrojový kód 3 - Postupné načítání vstupů a jejich validace .....	62
Zdrojový kód 4 - Provedení výpočtů a retransformační matice .....	63
Zdrojový kód 5 - Práce s modelem skrze příkazový řádek .....	64
Zdrojový kód 6 - Automatické vytvoření rozevíracího seznamu .....	67
Zdrojový kód 7 - Zdrojový kód obsluhující tlačítko Vyhodnotit.....	68
Zdrojový kód 8 - Uvedení modelu do defaultního nastavení .....	69
Zdrojový kód 9 - Propojení jezdce a editačního pole.....	69

## Seznam příloh

Příloha I - Ukázka MATLAB App Designer.....	86
Příloha II - Struktura souborů na přiloženém CD.....	87

## Příloha I - Ukázka MATLAB App Designer



## Příloha II - Struktura souborů na přiloženém CD

