



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV INFORMATIKY

INSTITUTE OF INFORMATICS

# VYHODNOCENÍ INVESTIC S VYUŽITÍM FUZZY LOGIKY

EVALUATION OF INVESTMENT WITH THE USAGE OF FUZZY LOGIC

## DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Marian Miczka

## VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

BRNO 2017

# Zadání diplomové práce

Ústav:	Ústav informatiky
Student:	<b>Bc. Marian Miczka</b>
Studijní program:	Systemové inženýrství a informatika
Studijní obor:	Informační management
Vedoucí práce:	<b>prof. Ing. Petr Dostál, CSc.</b>
Akademický rok:	2016/17

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

## Vyhodnocení investic s využitím fuzzy logiky

### Charakteristika problematiky úkolu:

Úvod  
Cíle práce, metody a postupy zpracování  
Teoretická východiska práce  
Analýza současného stavu  
Vlastní návrhy řešení  
Závěr  
Seznam použité literatury  
Přílohy

### Cíle, kterých má být dosaženo:

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

### Základní literární prameny:

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

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

HANSELMAN, D. a B. LITTLEFIELD. Mastering MATLAB7. New Jersey: Pearson Education International Ltd., 2005. 852 s. ISBN 0-13-185714-2.

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

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

V Brně dne 28.2.2017

L. S.

---

doc. RNDr. Bedřich Půža, CSc.  
ředitel

---

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

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce se zabývá problematikou využití základních prostředků umělé inteligence, resp. Fuzzy logiky pro vyhodnocení výhodnosti potencionálních investic podniku. Jsou zde využity především principy fuzzy logiky v prostředí MATLAB, expertní systémy a analýza v programu MS Excel, resp. ve vývojovém prostředí VBA.

## **Abstract**

This thesis deals with the use of basic means of artificial intelligence, respectively. Fuzzy logic to evaluate the potential benefits of the investment company. There are mainly used principles of fuzzy logic in MATLAB, expert systems and analysis in MS Excel respectively. VBA development environment.

## **Klíčová slova**

Fuzzy logika, neuronová síť, analýza, rozhodování, fuzzy množiny, MATLAB, EXCEL, VBA

## **Keywords**

Fuzzy logic, neural network, analysis, decision making, fuzzy sets, MATLAB, EXCEL, VBA

### **Bibliografická citace**

MICZKA, M. *Vyhodnocení investic s využitím fuzzy logiky*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2017. 83 s. Vedoucí práce: prof. Ing. Petr Dostál, CSc

### **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 31. května 2012

.....

Bc. Marian Míczka

## **Poděkování**

Rád bych na tomto místě poděkoval prof. Ing. Petru Dostálovi, CSc. za podporu a rady, které mi umožnily zpracování mé diplomové práce. Rád bych také poděkoval Bohuslavu Kiszovi, zaměstnanci společnosti Turňa Montáže.

# OBSAH

ÚVOD.....	8
1 CÍLE PRÁCE.....	10
2 TEORETICKÁ VYCHODISKA PRÁCE.....	11
2.1 Umělá inteligence.....	11
2.2 Fuzzy logika.....	12
2.3 Expertní systémy.....	25
2.4 Neuronové sítě.....	28
2.5 MICROSOFT EXCEL.....	30
2.6 MATHWORKS MATLAB.....	33
2.7 Využití v této práci.....	35
3 SOUČASNÁ SITUACE PODNIKU.....	37
3.1 Představení podniku.....	37
3.2 Předmět podnikání.....	38
3.3 Statistické údaje z oboru.....	40
3.4 Ekonomické a finanční údaje o společnosti.....	41
3.5 Rozhodování v podniku.....	43
4 VLASTNÍ NAVRH ŘEŠENÍ.....	45
4.1 Popis dodavatelů.....	45
4.2 Výběr kritérií.....	52
4.3 Řešení v programu EXCEL.....	55
4.4 MATLAB.....	60
4.5 Porovnání výsledků.....	71
ZÁVĚR.....	76
SEZNAM OBÁZKŮ.....	80
SEZNAM TABULEK.....	82
SEZNAM GRAFŮ.....	83

## ÚVOD

V každém rozhodovacím procesu je nutné vyhodnotit různé alternativy a zamítnout ty, které nevyhovují některým dříve stanoveným kritériím. Pokud jsou kritéria matematicky definovatelná, může být vytvořen matematicky model pro proces hodnocení.

Vývoj těchto modelů má výhodu generalizovat řešení typických problémů, které může být aplikováno na jiné podobné problémy v rámci stejné oblasti. Použití těchto modelů však není bez problémů. Výsledky získané za použití matematického modelu jsou pouze tak kvalitní jako definovaná metodika samotná. Za druhé, problémem není jen otázka kvality zvolené metodiky, ale také, jak důvěryhodné a kvalitní jsou vstupní parametry modelu. V neposlední řadě je třeba si položit otázku, jak přesně interpretovat získané výsledky. Je třeba definovat sadu praktických identifikátorů řešení nebo kategorií, pro výsledné hodnoty a poté vyhodnotit podle určitých praktických předpokladů.

Jak je dobře známo společnost často čelí problému, jak vyhodnotit nabídky konkurence. Může to představovat konkurenci z pohledu celého spektra činnosti firmy do kterého vstupují externí společnosti (jako np. dodavatelského řetězce), nebo nabídky firmy samotné.

Organizace často neberou v potaz jiné proměnné než nejnižší cena. Většinu času hodnocení konkurence se provádí výlučně na základě navrhovaných nákladů, s následné negativními důsledky. Tento problém může být vyřešen pomocí přesnějšího postupu nebo modelu, který může být použit jako nástroj rozhodování, což představuje, dle definovaných kritérií, odpovídající konečný výsledek. Fuzzy Logický model, který je prezentován v této práci, definuje preference a obavy při hodnocení konkurenčních firem (dodavatelského řetězce) a tímto způsobem získává konečné zhodnocení.

Vzhledem ke zvyšující se konkurenceschopnosti v každém sektoru podnikatelského života, je efektivní v každém procesu mít definované své požadavky. Zde je jedním z nejdůležitějších procesů výběr dodavatele. V rámci koncepce řízení dodavatelského řetězce.

# 1 CÍLE PRÁCE

Cílem této práce je navrhnout stabilní prostředí pro rozhodování o výběru dodavatele pro vybraný podnik, s využitím fuzzy logiky. Tento program by měl být přínosný pro podnik v podmínkách nejistoty v dodavatelském řetězci. V úvodní části by práce měla seznámit čtenáře se zkoumanou problematikou, představit zajímavé poznatky v tomto oboru.

Jako dílčí cíle můžeme uvést:

- Seznámení s problematikou
- Představení firmy Turňa s r.o.
- Identifikace stávajících i potenciálních dodavatelů
- Analýza a výběr kritérií pro hodnocení dodavatel, interpretace výsledků
- Návrh nástroje pro hodnocení v MS EXCEL
- Hodnocení jednotlivých dodavatelů pomocí aplikace MS EXCEL
- Návrh nástroje pro hodnocení v MATLAB
- Hodnocení jednotlivých dodavatelů pomocí aplikace MATLAB
- Porovnání výsledných hodnot

## 2 TEORETICKÁ VYCHODISKA PRÁCE

### 2.1 Umělá inteligence

UI či anglicky AI (Artificial Intelligence) označuje technický obor zabývající se vývojem zařízení, které vykazují známky inteligence, resp. inteligentního chování. Může se jednat např. o počítač či robot, který je inteligentní, pokud umí něco, na co nebyl při svém vývoji připraven, je tedy schopen řešit neznámé situace.

Umělá inteligence jako vědní disciplína se formuluje od padesátých let minulého století. Je to jedna z nejrychleji se vyvíjejících technických a vědeckých oborů.

Definice umělé inteligence jako oboru je velice rozsáhlá a špatně definovatelná. Samotná definice slova inteligence je natolik rozsáhlá, že zatím nemá obecně uznávanou odpověď. Mezi nejznámější definice umělé inteligence patří:

„Umělá inteligence je věda o vytváření strojů nebo systémů, které budou při řešení určitého úkolu užívat takového postupu, který – kdyby ho dělal člověk – bychom považovali za projev jeho inteligence.“ [5]

#### **Současnost**

Vývojem umělé inteligence se zabývá například společnost IBM, která již několik let pracuje na superpočítači Watson. Výrazně do této oblasti investuje také Google, Apple nebo Facebook.

Alpha genetické programování s fuzzy logikou (GFT – Genetic Fuzzy Tree), značně zjednodušuje komplexnost dat. Alpha se v rámci generací vyvíjí tak, že jednotlivé verze bojují proti sobě a ten nejlepší vždy postupuje do dalšího kola, kde se setká s další nejlepší verzí z jiné větve stromu.

Využití těchto nástrojů bude nastíněno v dalších kapitolách.

## Heuristika

V informatice lze za heuristiku označit postup, který není schopen určit přesné řešení daného problému, ani nezaručuje nalezení tohoto řešení v požadovaném čase. Ve většině případů však dává dostatečně přesné řešení rychle, ale obecně takové tvrzení nelze dokázat. K použití heuristického algoritmu obvykle vede neexistence algoritmu lepšího.

„Heuristikami budeme rozumět exaktně nedokázané znalosti, které expert získal dlouholetou praxí, a o nichž pouze ví, že mu často pomáhají při řešení podobných úloh, nemůže však vždy zaručit nalezení správného řešení. Ukazuje se, že právě rozsah a kvalita speciálních soukromých“ heuristických znalostí odlišuje experta od průměrného pracovníka v dané oblasti.“ [1]

**Heuristické algoritmy** jsou takové algoritmy, které při svém výpočtu používají heuristiku. Algoritmus typicky obsahuje možnost volby pokračování výpočtu, tj. která data, v jakém pořadí a jak se budou zpracovávat. Tato konkrétní volba, tzv. strategie, je pak heuristická

## 2.2 Fuzzy logika

Úspěch moderní matematiky je z velké části důsledkem úsilí Aristotele a filosofů, kteří mu předcházeli. Ve snaze vyvinout stručnou teorii logiky a pozdější matematiky byly vynalezeny takzvané "Zákony myšlení". Jeden z nich, "Zákon vyloučeného středu", prohlásil, že každá věc musí být buď pravdivá nebo falešná, A nebo ne-A, a to buďto toto, nebo ne. Typická růže je například červená nebo ne červená. Nemůže být červená a červená. Každé prohlášení nebo věta jsou pravdivé nebo nepravdivé nebo mají pravdivostní hodnotu 1 nebo 0. I tehdy existovaly silné a okamžité námitky k tomuto návrhu.

Ve skutečnosti, téměř před dvěma stoletími, viděl Buddha svět plný rozporů, že věci by mohly být do jisté míry pravdivé a do jisté míry také nepravdivé. Platón však položil základy pro to, co by se stalo fuzzy logikou, což naznačuje, že existuje třetí oblast (za pravou a falešnou), kde se tyto protiklady "zhroutily". [12]

Důvod proč se vlastně zabývat fuzzy logikou, je vytvořit nástroj, či jakýsi prostředník, mezi dvěma typy znalosti, které v podstatě nejsou vzájemně propojeny, což dále popisuje:

„Mezi znalostmi získanými přirozeným poznáním a znalostmi získanými poznáním metodou exaktních věd, je kvalitativní propast. V prvním případě se na svět díváme filtrem vágnosti, v druhém případě filtrem „dírkovaným“, dírkami „vidíme“ atributy (měřitelné veličiny a parametry) - elementární manifestace reálného světa a vztahy mezi nimi, a nic jiného. Newton „digitalizoval“ přirozený vágní pohled člověka na reálný svět. Inherentně vágní znalosti získané přirozeným poznáním lze sdělovat (reprezentovat, popsat) jen a jen neformálním jazykem, nejčastěji přirozeným. Znalosti získané umělým poznáním lze reprezentovat umělým formálním jazykem (matematika, logika, programovací jazyky).“ [6]

Snažíme se tedy převést nejasné výroky přirozeného jazyka do jazyka formálního, již matematicky popsatelného. Nejasnost chápeme z původu slov jako například: spíše, trochu, nějak atd., nebo lidských emocí. Tuto zkoumanou vágnost výroku můžeme pouze odhadovat, vágnost umělého jazyka musí být vždy nulová – a toto představuje náš problém. Vnitřní nesrovnalosti ve formálním jazyce je třeba převést do vnější formy kterou již můžeme matematicky interpretovat. Nesrovnalosti pak pomoci fuzzy operaci můžeme dávat do vzájemných souvislosti, nebo provádět další definované operace nad těmito množinami.

## **Příslušnost**

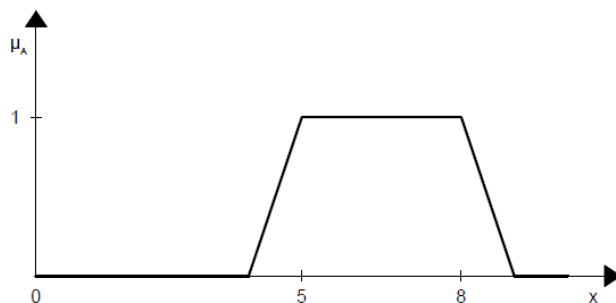
Funkce příslušnosti ve fuzzy logice přiřazuje příslušnost k množinám v rozmezí od 0 do 1, včetně obou hraničních hodnot. Fuzzy logika tak umožňuje matematicky vyjádřit

pojmy jako „trochu“, „dost“ nebo „hodně“ apod. Přesněji, umožňuje vyjádřit částečnou příslušnost k množině. Fuzzy logika používá stupeň příslušnosti (míru pravdivosti) jako matematický model vágnosti, zatímco pravděpodobnost je matematický model neznalosti. Je nutno říci, že fuzzy logika může modelovat pouze sdělitelnou vnější vágnost. [7]

## Množina

Fuzzy množina nebo neostrá množina je množina prvků, jejichž příslušnost k této množině je odstupňovaná. V klasické booleovské teorii množin se pracuje pouze s dvouhodnotovými vstupy – příslušnost může nabývat jen dvě hodnoty, 0 a 1. Klasické množiny jsou tedy speciálním případem fuzzy množin, kde může příslušnost nabývat libovolnou hodnotu z reálného intervalu  $[0,1]$ .

Příklad Fuzzy množiny:



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

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

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

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

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

Obrázek 1: Funlce členství [7]

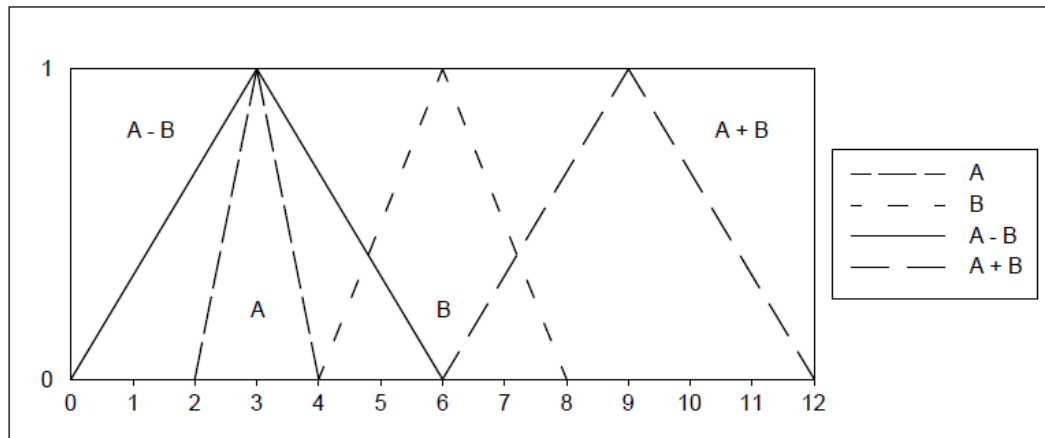
Fuzzy logika používá odlišné postupy u základních operaci (sčítání, odečítání, násobení a dělení).

$$[a, b] + [c, d] = [a + c, b + d], [a, b] - [c, d] = [a - d, b - c]$$

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

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

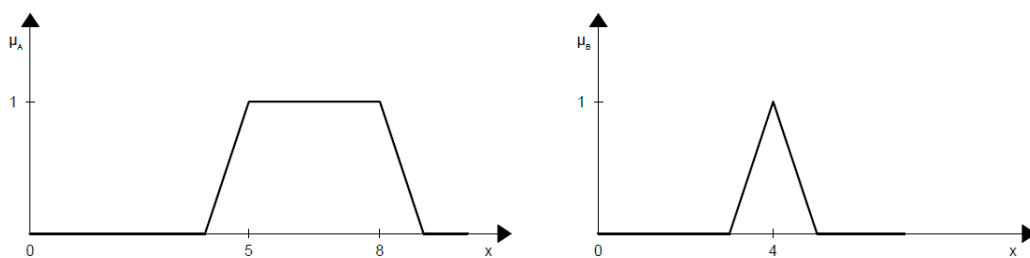
Graficky znázorněno níže:



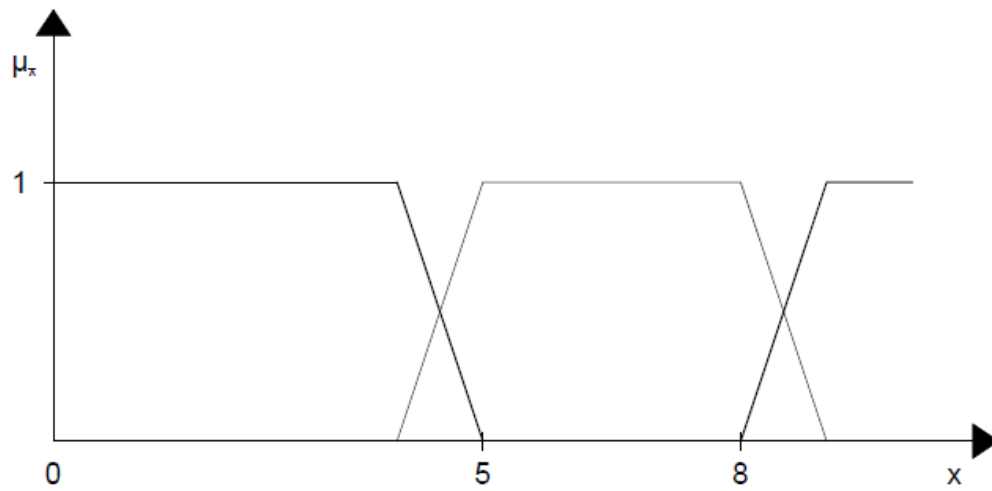
Obrázek 5: Sčítání, odečítání, násobení [7]

V teorii fuzzy množin lze analogicky zavést operace (doplňek, průnik, sjednocení), jak jsou známy z klasické teorie množin, pouze s rozdílem přívlastku fuzzy.[7]

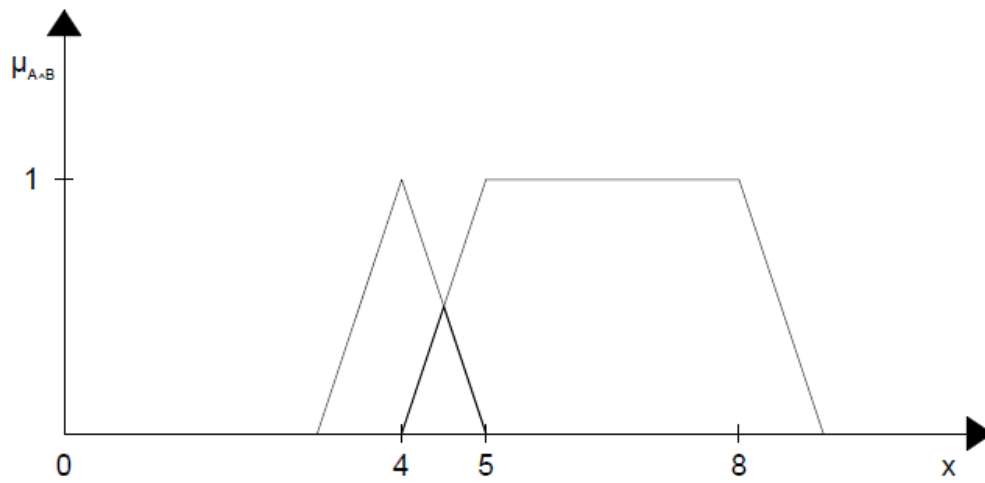
Graficky znázorněny příklad níže:



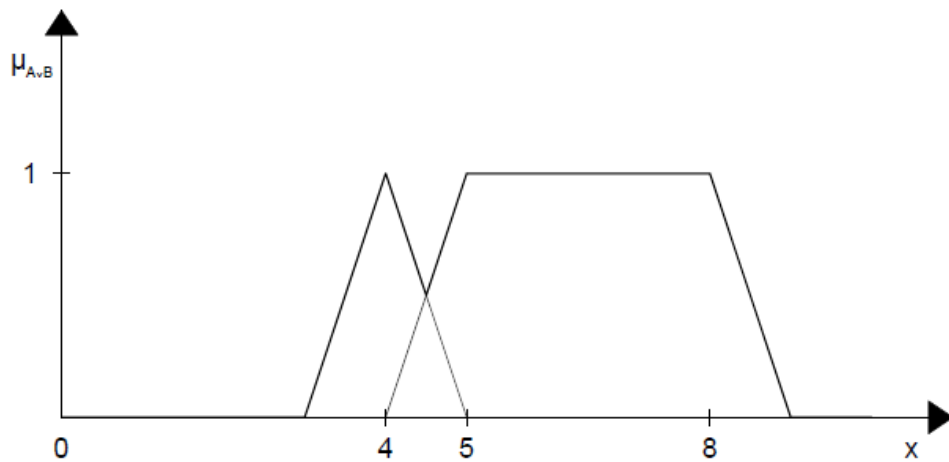
Obrázek 6: Fuzzy množiny [7]



Obrázek 7: Fuzzy doplněk [7]



Obrázek 8: Fuzzy průnik [7]

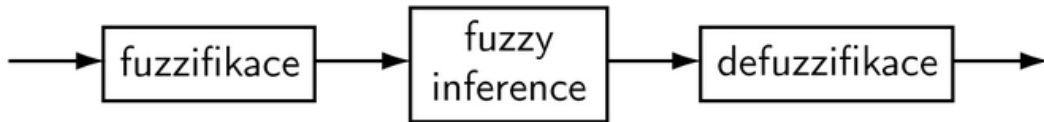


Obrázek 9: Fuzzy sjednocení [7]

### Postup zpracování

Fuzzy logika je vícehodnotová logika definovaná funkcí příslušnosti prvku na intervalu  $\langle 0,1 \rangle$ .

Jednotlivé prvky fuzzy systému integrující v sobě fuzzy logiku jsou bloky fuzzifikace (transformace reálných proměnných), fuzzy inference (pravidla, jazykové – lingvistické proměnné) a defuzzifikace (transformace jazykových proměnných). Sled jednotlivých bloků:



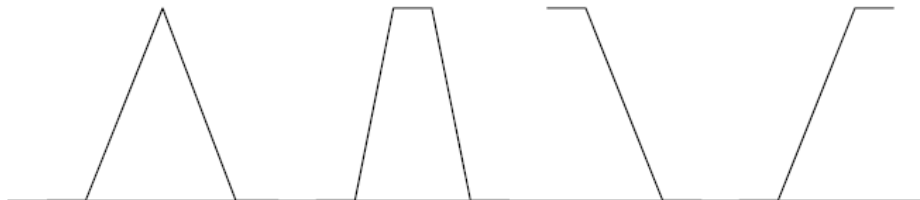
Obrázek 10: Postup zpracování [9]

## Fuzzifikace

Tato operace převádí reálné proměnné do jazykových proměnných. Může se například jednat o reálnou proměnnou, a to *cenu výrobku*, po fuzzifikaci (transformaci) vznikne *jazyková proměnná cena*, např. s pěti atributy (*malá, spíše malá, střední, spíše vyšší, vysoká*).

Fuzzifikace určuje taktéž stupeň členství ( $u$ ) v příslušných množinách. Stupně členství se určí (v uvedeném případě s cenou výrobku) jak pro jazykovou proměnnou *cena*, tak i pro proměnnou, která bude sloužit pro operaci defuzzifikace. Touto proměnnou může v tomto případě být např. četnost nákupu výrobku při dané ceně.

Stupeň členství v množině je znázorněno osou  $y$  v rozmezí hodnot  $0$  a  $1$ . Zařazení do skupiny je zobrazeno funkcí. Funkci je možno zvolit, přičemž existuje velké množství funkcí, které zobrazují přiřazení proměnné a jejích atributů k dané množině. Nejčastěji se však používají funkce *lambda*, *S-tyt* a *Z-tyt*. Posledně jmenované jsou nejčastěji používané pro krajní atributy. [7]



Obrázek 11: Příklady tvarů členských funkcí [7]

## Fuzzy inference

Fuzzy inferencí se míní definování transformačních pravidel. Pravidla modelují situaci podmínkovou větou *IF podmínka THEN proved.* Fuzzy inference umožňuje definovat i složené podmínky, spojené logickými spojkami. V tomto případě je nutno podotknout, že jejich interpretace je odlišná od logických spojek *AND, OR, NOT.* [7]

- AND  $u_{(x \text{ and } y)} = \min(u_x, u_y)$
- OR  $u_{(x \text{ or } y)} = \max(u_x, u_y)$
- NOT  $u_{(\text{not } x)} = 1 - u_x$

Představený model prodeje výrobku mohou definovat následující pravidla:

- IF cena = vysoká THEN bez prodeje;
- IF cena = spíše vyšší THEN malý prodej;
- IF cena = střední THEN střední prodej;
- IF cena = spíše malá THEN prodej;
- IF cena = malá THEN velký prodej;

## Defuzzifikace

Fuzzy logika pro převod jazykových proměnných do reálných proměnných užívá různých transformačních postupů. Jedním z často používaných je princip maxima nebo těžiště<sup>1</sup>výsledné fuzzy množiny.

---

<sup>1</sup> Těžiště – těžiště prvku daného sjednocením dílčích prvků, které jsou ohraničeny jednotlivými funkcemi příslušnosti

U principu maxima charakteristické funkce množiny platí hodnota pro celý interval řízené proměnné, pak se jako defuzzifikovaná hodnota bere střed intervalu.

U principu těžiště se jako defuzzifikovaná hodnota bere těžiště výsledné fuzzy množiny.

Pro diskrétní charakteristickou a pro spojitou charakteristickou funkci

funkci fuzzy množiny  $D^{x^n}$  bude těžiště:

$$x_T = \frac{\sum_i x_i \mu^{X^n}(x_i)}{\sum_i \mu^{X^n}(x_i)}$$

Obrázek 12: Diskretní funkce [9]

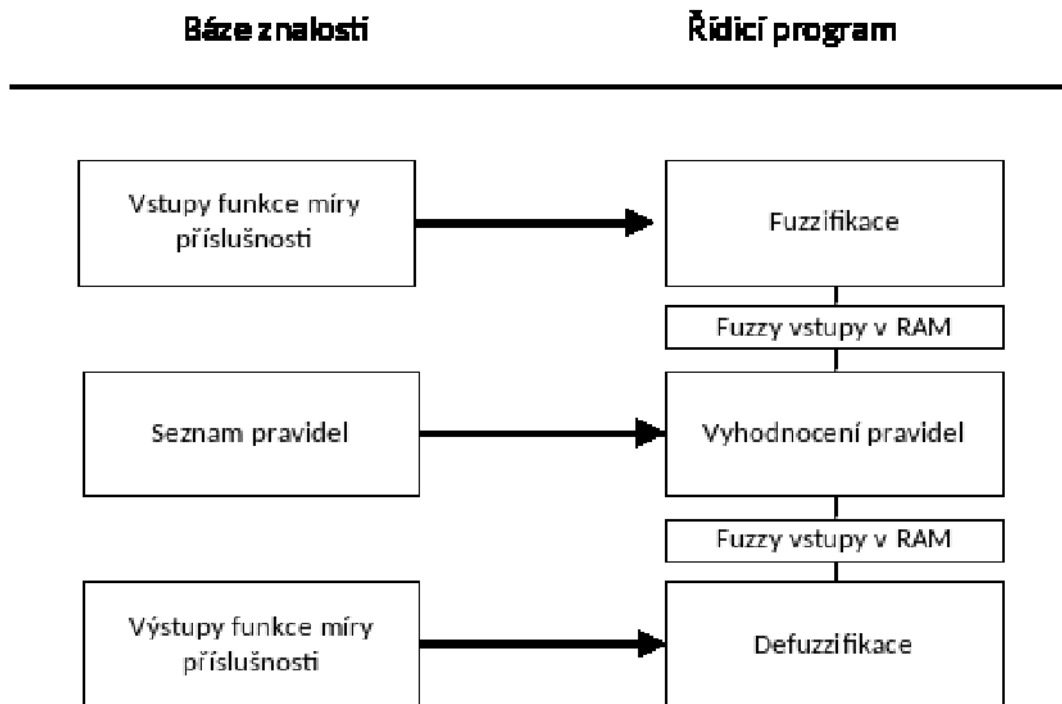
$$x_T = \frac{\int x \mu^{X^n}(x) dx}{\int \mu^{X^n}(x) dx}$$

Obrázek 13: Spojitá funkce [9]

## Činnost systému

Samotná činnost fuzzy systému je založena na odvozovacích (inferenčních) pravidlech IF-THEN, podobně jako je tomu v expertních systémech. Výhodou takové reprezentace znalostí je přehlednost a snadná "čitelnost" člověkem. Báze znalostí fuzzy systému je rozdělena do dvou částí: první jsou již zmíněné definice FM, druhou jsou pravidla pro odvozování, které jsou obvykle uloženy v tzv. look-up table.

Konceptuálně výše uvedené definice můžeme v praxi ukázat v podobě diagramu toku dat v definovaném fuzzy systému.



Obrázek 14: Blokový diagram systému s fuzzy logikou

## Využití

Fuzzy logika se využívá v nejrůznějších oblastech a úrovních rozhodování. Používá se ve velké škále odvětví jako personalistika, správa, bankovníctví a mnoho dalších. Dá se použít všude, kde je potřeba zhodnotit a rozhodnout zadaná kritéria pro správný výběr. Fuzzy logiku můžeme použít např. při:

- Fuzzy regulace v japonském metru — automatické řízení metra — zvýšená přesnost zastavování, plynulejší brždění, a hlavně nižší spotřeba energie
- Fotoaparát s automatickým vyhledáváním centrálního bodu pro zaostření (Minolta)
- ABS, řízení motoru, volnoběhu a klimatizace (Honda, Nissan, Sabaru)
- Řízení výtahů (Mitsubishi)
- Korekce chyb ve slévárenských zařízeních na plastické výrobky (Omron)
- 3.5" disketové mechaniky (zlepšení doby vystavení hlaviček až o 30 %)

- palmtop Kanji určený pro rozpoznávání ručně psaných textů
- rozpoznávání řeči
- Fuzzy SQL (Omron)
- Pomoc při hledání identifikačních a profilových systémů pachatele (velký, ne příliš těžký, víceméně starý, ...)
- Analýza portfolia při investování na kapitálovém trhu

Fuzzy technologie se nejčastěji nasazují ve formě **fuzzy expertních systémů** založených na pravidlech. Tohoto se s výhodou využívá v oblastech poskytování pojištění (zhodnocení rizik a navrhnutí adekvátního pojištění), fuzzy řízení výrobních procesů, popřípadě je lze použít k podpoře rozhodování investorů nebo k predikci cenového pohybu dané komodity, popřípadě kurzu. K podpoře v těchto oblastech se používá specializovaných softwarových produktů (fuzzyTECH, Fuzzy Candlesticks, DataXtm), popřípadě lze na tvorbu fuzzy systému využít podpory MATLABu.[9]

Dále fuzzy technologie mají také své místo i v **podnikatelském sektoru**, vzhledem k charakteru této práce nastíním současné metodiky jejich využití.

### **Risk management a rozhodování**

Fuzzy logické systémy pomáhají zjednodušit rozsáhlé rámce řízení rizik. Pro rizika, která nemají vhodný kvantitativní model pravděpodobnosti pak systém fuzzy logiky může pomoci modelovat vztahy příčin a následků, posuzovat míry rizika a vyhodnotit klíčová rizika efektivně, s ohledem na dostupné údaje i odborná stanoviska. Firmy s různorodým spektrem podnikání, často čelí rozsáhlému riziku, klíčové jsou také operace ve více geografických oblastech. Mnohdy je třeba sledovat dlouhý seznam rizik, což činí hlubší analýzu rizika nedosažitelnou, zvláště tam, kde existují spletité vztahy mezi rizikovými faktory. Taková analýza by, bez použití systému fuzzy logiky, mohla být velice nákladná. Navíc fuzzy logické systémy obsahují pravidla, která explicitně vysvětlují vazbu, závislost a vztahy mezi modelovanými faktory. Pomáhá identifikovat řešení ke zmírnění

rizika. Zdroje pote mohou být třeba použity k zmírnění rizik s nejvyšší mírou expozice a relativně nízkými náklady na zadržení.

Metody používané v problémech s výběrem dodavatelů byly klasifikovány trochu jinak, ale většinou velmi podobně v literatuře Sanayei a kol. (2010), byla provedena jedna z posledních klasifikací. Podle klasifikace existuje šest tříd. Jedná se o:

- rozhodovací techniky s více atributy (MADM) (AHP, ANP, MAUT, „outranking“ metoda, TOPSIS),
- multi-objektové rozhodování
- matematické programování (LP, GP, MIP, DEA)
- statistické a pravděpodobnostní přístupy,
- inteligentní přístupy (neuronové sítě, CBR, expertní systémy),
- hybridní přístupy (AHP-LP, ANP-MIP, ANP-TOPSIS, Fuzzy-QFD) a další.

S ohledem na vícekritériální strukturu problému výběru dodavatele a neurčitost v reálném prostředí, je fuzzy TOPSIS momentálně považována za vhodnou techniku pro výběr nejvhodnějšího dodavatele. [10]

### **Metoda TOPSIS**

Jednou z původních metod, které jsou nejčastěji rozšiřovány pomocí teorie fuzzy množin, je metoda známá pod zkratkou TOPSIS (celý název zní Technique of Order Preferences by Similarity to an Ideal Solution), kterou navrhli Yoon a Hwang (1981). Tato metoda je založena na přístupu měření vzdáleností alternativ od ideálního řešení a bazálního řešení pomocí Eukleidovské metriky a jejich vyhodnocení. Obecně je tato metoda považována za jednu z nejjednodušších, přitom ale také za jednu z nejefektivnějších. Jednou z výhod metody je bezesporu její snadná interpretovatelnost, jelikož je její princip snadno představitelný. Ideální, případně bazální, variantou je myšlena taková zpravidla teoretická varianta, která je uměle zkonstruována z nejlepších, případně nejhorších, možných hodnot kritérií v dané úloze.

Pro použití musí být dána množina variant  $A$ , množina kritérií  $C$  a  $X$  představující ohodnocení varianty  $i$  podle kritéria  $j$ . Dále jsou požadovány váhy kritérií  $w$ . Pro snazší výpočet je předpokládáno, že jsou všechna kritéria maximalizačního typu. U všech má tedy platit, že čím větších hodnot podle nich varianty nabývají, tím pro ne lépe. Kritéria, která byla minimalizačního typu (to mohou být například kritéria týkající se nákladu, doby trvání a podobné), lze na maximalizační převést vynásobením všech hodnot číslem 1.

Prvním krokem metody TOPSIS je normalizace hodnot v rámci jednotlivých kritérií. Poté jsou započítány váhy kritérií  $w_j$  a hodnoty  $r_{ij}$  jsou převedeny na  $z_{ij}$  na základě vztahu  $z_{ij} = w_j r_{ij}$ . Na základě hodnot  $z_{ij}$  se zkonstruuje ideální varianta  $H$  a bazální varianta<sup>2</sup>  $D$ . Jedná se o varianty, které náleží v prostoru původních variant (jsou ohodnoceny pomocí stejných kritérií) a pro jejich hodnoty platí  $h_j = \max z_{ij}$ ;  $d_j = \min z_{ij}$ . Po určení ideální a bazální varianty je již možné provést měření, jak jsou od nich jednotlivé varianty vzdálené. Jak již bylo zmíněno, využívá se k tomu Eukleidovská metrika. Na základě získaných hodnot se pro každou variantu vypočte relativní ukazatel vzdálenosti od bazální varianty  $c_i$ . Tento ukazatel nabývá hodnot z intervalu  $[0; 1]$ , přičemž hodnotu 0 má pouze v případě, kdy je vzdálenost dané varianty od varianty bazální rovna 0, daná varianta je tedy variantou bazální, a hodnotu 1 má pouze v případě, kdy je vzdálenost dané varianty od ideální varianty rovna 0, daná varianta je tedy variantou ideální. V ukazateli tedy nezáleží pouze na absolutní vzdálenosti variant od bazální varianty, důležitou roli zde hraje i pozice vzhledem k ideální variante.

Na tomto základě je následně snadné seřadit varianty a určit nejlepší kompromisní řešení. Tím se stane varianta s nejvyšší hodnotou ukazatele  $c_i$ . [13]

---

<sup>2</sup> Bazální varianta

– hypotetická či reálná varianta, jejíž ohodnocení je nejhorší podle všech kritérií.

## 2.3 Expertní systémy

„Expertní systémy, popřípadě též konzultační systémy, jsou počítačové programy pro řešení složitých úloh, jejichž řešení je schopen provádět pouze specialista v daném oboru. Úlohy obvykle nejsou algoritmizovatelné, a tudíž nelze při jejich řešení aplikovat klasické programové prostředky.“ [11]

Architektura expertních systému pak vychází ze základní struktury, která je vždy tvořena bázi znalosti (**fuzzy modelem**) a interferenčním řídicím mechanismem. Další typy architektury pak závisí od jeho určení.

Za hlavní **výhody** expertních systémů lze dle považovat:

- Poskytuje stále stejné výsledky, může pracovat 24 hodin denně, nemusí si brát dovolenou, nedá výpověď, rozhodování expertního systému neovlivňuje únava, časový stres a jiné faktory. Výpočet je opakovatelný.
- Dokáže svůj výrok jednoznačně zdůvodnit. Může také vypsát postup odvozování. Postup a jeho výpis nemusí být v uživatelsky přívětivé formě, např. když ES zpracovává pravděpodobnostní a neurčité informace.
- Umožňuje hypotetické odvozování, tj. odpovědi na otázky typu "Co se stane, když...". Výpočet je opakovatelný za jiných podmínek.
- Může integrovat zkušenosti více expertů. I když se oni neshodnou.
- Dá se vylepšovat znalostní báze (i samostatně, bez zásahu do řídicího mechanismu). Případně se může i učit. Zpracované případy se můžou ukládat a případně vhodnou formou integrovat do systému.
- Expertní systém je schopen používat jednotnou terminologii.
- Může radit i vzdáleně, může za ním být velký (i cloudový) výkon a velká (i distribuovaná) báze dat. Taktéž může být integrován s člověkem.
- Znalosti jsou v jednotném formátu. Znalosti jsou formalizované. Formát může být ale složitý.

Mezi **nevýhody** expertních systémů (dále ES) pak patří především:

- Lidský expert v dané oblasti nedokáže své vědomosti expertnímu systému předat přímo, ale je odkázaný na prostředníka – znalostního inženýra.
- Lidský expert obvykle nedokáže podrobně popsat všechny aspekty, které se podílí na jeho rozhodnutí.
- Lidský expert provádí svá rozhodnutí také tak, že je nedokáže nijak přesně zdůvodnit.
- Lidský expert má další vlastnosti, které do expertního systému nelze vůbec promítnout – intuici, schopnost rozpoznat velmi vzácné výjimky a okamžitě se jim přizpůsobit.
- Na lidském rozhodování se podílí i další znalosti a schopnosti, které s problémem na první pohled přímo nesouvisí – všeobecný přehled, lidská životní zkušenost a moudrost, zdravý úsudek, vtip apod. [2]

Předcházející **nevýhody** se týkaly hlavně problémů s **přípravou báze dat**. Další nevýhody jsou:

- Dělá stále stejné chyby. Když se učí, tak dělá stále jiné chyby. A bázi dat je třeba udržovat, obvykle.
- Když v oblasti nepracují lidé, tak se jejich znalosti ztrácí a co nebylo převedeno do ES (nebo bylo převedeno chybně či neúplně), to se ztratí úplně.
- ES neuvažuje jako člověk a nemá selský rozum. V principu nerozumí doméně. Vysvětlovat svoje rozhodnutí a postup může pouze tím způsobem, jak byl naprogramovaný.
- Některé metody vyhodnocování (neurčité) informace nedovolují jednoduché a přímočaré opravy.
- Znalosti se musí přizpůsobit formátu a převést do něj. Může být víc způsobů převodu, se svými výhodami a nevýhodami. Formát nemusí být dostatečně obecný.

- Běžný počítačový program je obvykle navržen tak, že zpracovává nějaká vstupní data a pomocí algoritmů, které jsou naprogramovány v určitém programovacím jazyce, dospěje k nějakým závěrům – výsledkům.

Při **tvorbě počítačového** programu proto musí nejprve specialista (počítačový analytik) velmi přesně a detailně popsat řešení daného problému a rozdělit řešení na dílčí kroky, které jsou algoritmizovatelné. Podle tohoto popisu pak programátor vytvoří počítačový program. Část inteligence programu může být uložena mimo samotný program v souborech nebo databázích, část inteligence je realizovaná v programovém kódu samotném.

Expertní systém používá úplně jiný model. Veškerá inteligence je uložena mimo programový kód. Programový kód řídicího mechanismu má za úkol pouze vyhodnocovat stav, který je ovlivněn expertními znalostmi uloženými v bázi znalostí a informacemi získanými z okolního světa (například odpovědi na otázky kladené uživateli, výsledky měření nějakých čidel apod.). Na základě toho expertní systém samostatně rozhoduje o tom, zda je schopen poskytnout expertní radu nebo zda je potřebné získat ještě další informace. Expertní systém se dokáže rozumně rozhodnout i při odpovědích, které nejsou úplně přesné (asi ne, nevím, velký, hodně velký apod.) nebo si vzájemně protirečí.

### **Rozhodování v podmínkách neurčitosti**

„Charakteristickým znakem expertních systémů je jejich schopnost pracovat s neurčitou informací. Neurčitost se vyskytuje jednak ve znalostech převzatých od experta, jednak v datech, která se týkají řešeného případu. Z neurčitých znalostí a neurčitých dat nelze odvozovat kategorické závěry, úkolem expertního systému je tedy vymezit neurčitosti vyšetřovaných hypotéz.“ [1]

Neurčitost můžeme dělit na vynucenou, zapříčiněnou nepřesností a nejednoznačností vstupních dat, a na volitelnou, kdy je s vědomím uživatele použito méně přesných

informací. Důvodem pro oddělení nadbytečných informací bývá snaha o nižší složitost a vyšší přehlednost modelovaného systému a získání dostatečné úrovně informací pro řešení dané úlohy. [19]

Vznikly i tzv. **prázdné expertní systémy**. Jsou to programy, které obsahují odvozovací komponentu a další softwarové části, ale neobsahují bázi znalostí. Jsou schopny pracovat s různými bázemi znalostí z různých domén.[2]

## 2.4 Neuronové sítě

Neuronovou sítí se myslí rozložení jednotlivých neuronů (základní stavební dílec) ve vrstvách a spojení synapsemi. Určitý tvar neuronové sítě, je definován počtem neuronů v jednotlivých vrstvách a jednotlivými spojeními mezi neurony. Neuronová síť se na základě dostupných dat učí vazby systému a po jejich naučení (validaci a testování) se stává, za předpokladu, že byla správně navržena, expertem v dané oblasti.

„Umělý neuron je založen na principech biologického neuronu. Vstupní informace jsou váženy vahami. Odečítá se prahová hodnota a aktivační funkcí se signál transformuje na výstupní signál, který je předán následujícím neuronům.“ [4]

Neuronové sítě je vhodné využít tam, kde značnou roli v modelování procesu hraje náhoda a kde jsou deterministické závislosti natolik komplikované, že je nelze separovat a analyticky identifikovat. Tzn. v případě složitých a často nevratných rozhodnutí.

Velmi často se setkáváme s postojem, že není vhodné používat umělé neurony, protože není zřejmé, jak rozhodují. Neuronová síť je proto označována za **černou skříňku**, která na předkládaný vzor odpoví, ale není jasné, proč takto odpověděla. V síti je neuronů často větší množství a rozhodování je kooperativní. V neuronové síti nelze identifikovat

pravidla jednoduchým způsobem. Ale o černou skříňku rozhodně nejde. Složitý model z ní vytváří velké množství spojovacích hran. Není nic jednoduššího než nedůležité vstupy odpojit. Nakonec zůstane neuronová síť, do níž vede jen několik důležitých vstupů, mezi neurony existuje taktéž pouze omezené propojení. Tímto způsobem můžeme získat bližší informace o postupu zpracování. [20]

### **Tvorba systému s neuronovou sítí**

Vznik expertního systému je velice složitá činnost a podílí se na ni vedle skupiny expertů jejichž znalosti jsou podkladem pro pravidla k vyhodnocování informací, skupina programátorů realizující tvorbu počítačového programu a skupina znalostních inženýrů starajících se o implementaci znalosti do počítačového programu.

Každá z uvedených skupin má při tvorbě expertního systému nezastupitelnou roli a je nedílnou součástí týmu. Zdar celého procesu tvorby systému je postaven na následujících předpokladech:

- Ochotě expertu vyhradit – prodat – své znalosti
- Schopnosti expertu popsat své rozhodovací postupy
- Kvalitní komunikaci mezi experty a části týmu starající se o implementaci
- Existenci vhodné reprezentace znalosti v expertním systému

Paradoxem prvního předpokladu je skutečnost, že expert vyzrazující své znalosti se jako takový zbavuje své výjimečnosti a pravém se může obávat, že bude nahrazen expertním systémem, který pomáhá vytvářet. V souvislosti s tím vzniká otázka, kdo je, nebo kdo by měl být zodpovědný za rozhodování expertního systému. Expert poskytující své znalosti či programátor systému? V současné době expertní systémy nevystupují v rolích expertu, ale jsou chápány pouze jako podpůrné prostředky pro vlastní práci uživatele roli experta – manažera. Výsledné rozhodnutí tedy opět leží na člověku, který by měl být zodpovědný za svá rozhodnutí.

V druhem předpokladu se promítá rozdíl mezi vysokou odporností experta a jeho neschopností své znalosti předat. Přitom předání znalosti musí být vysoce strukturované a srozumitelné. Z toho je zřejmě jak kompaktní tým musí vytvořit programátor a expert. Obe profese spojuje znalostní inženýr. Ten řídí programátory a experty tak, aby byly naplněny představy zadavatele, respektive budoucího uživatele. Znalostní inženýr například transformuje požadavky experta tak aby programátor mohl tyto požadavky zpracovat do systému, nebo naopak tlumočí požadavky programátora na formu podání vědomosti expertem.

Čtvrtý předpoklad splňují například některé topologie neuronových sítí.

**Expertní systémy** jsou podle typu řešených úloh **rozdělovány** obvykle na.

- Diagnostické – tyto provádějí diagnostiku a tvoří většinu všech současných expertních systémů. Nacházejí uplatnění np. v lékařství, v spotřební elektronice, v ekonomii a marketingu
- Plánovací – tvoří cca 10 % všech expertních systémů. Úkolem je plánování postupu zadaných činností a plánování vůbec
- Dedikované – doplňují o cca 10 % plánovací expertní systémy. Jedná se o kombinaci předchozích dvou typů. [3]

## 2.5 MICROSOFT EXCEL

První návrh řešení této práce bude provedeno v programu Microsoft Excel, což představuje nejjednodušší návrh fuzzy modelu pomocí transformačních a stavových matic. V těchto maticích se snažíme převést vymezený problém z formálního jazyka do matematických souvislostí.

Nejprve je třeba určit základní hodnoty atributu jako například, že měna bude definována pouze ve tvaru CZK, EUR nebo Jiná.

Popis transformační matice tedy slovně popisuje, jakých hodnot může nabývat konkrétní parametr.

- Transformační matice – definuje číselně jednotlivé míry hodnot

Dále vytvoříme transformační matici těchto atributů, která definuje důležitost, nejen tohoto atributu ale i jeho možných hodnot pro uživatele.

Na takto definovaný problém můžeme již aplikovat samotné hodnocení jednotlivých vstupů – dodavatelů. Pro začátek je třeba promítnout hodnoty které nabývá vstup pro jednotlivé atributy ve tvaru 1 – vstup nabývá tuto hodnotu, 0 – vstup nenabývá tuto hodnotu.

- Stavova matice – zobrazuje konkrétní stav atributu pro vybraný vstup

Ze znalostí základních teorií systémů můžeme říci, že použití stavového popisu je oproti jiným metodám popisu výhodnější. Jeho hlavní výhody jsou:

- Umožňuje popsat systémy s více vstupy/výstupy
- Umožňuje popsat systémy se složitou vnitřní strukturou
- Manipulace se stavovými modely pomocí maticového počtu
- Snadný návrh stavového pozorovatele (odhad vnitřních stavů systému)
- Pro systém popsaný stavovým modelem se jednoduše navrhuje stavové řízení (moderní, efektivní)

Takto zapsanou matici jednoho vstupu poté skalárně vynásobíme maticí hodnot (zde je skalární součin definován jako součet násobku jednotlivých položek) a získáme důležitost konkrétního vstupu pro jednotlivé atributy. Suma jednotlivých sloupců se poté sečte a dostaneme výsledný index, dle kterého se rozhodujeme. Význam této hodnoty indexu je třeba definovat podle toho kolik maximálně může dosáhnout a kolik minimálně, dle matice hodnot.

- Retransformační matice – na základě míry celkového rizika převede číselný údaj znovu na lingvistickou hodnotu (vyhodnocení...).

Pokud hovoříme o Excelu v souvislosti s fuzzy, pak můžeme uvést plug-in tohoto programu nazvaný **Fuzzy Lookup**.

Často se setkáváme s úkolem hledání dat která bývají nepříliš přesná, jako jmena adresy. hodně uživatelů Excelu tráví obrovské množství času na čištění dat před použitím funkci jako VLOOKUP. Fuzzy Lookup Add-in <sup>3</sup>tento problém značně ulehčuje, představuje tedy účinný prostředek pro sladění dat, kdy neexistuje dokonalá shoda. Princip spočívá ve využití Jaccardova indexu. Jaccardův index, známý také jako koeficient podobnosti Jaccard, byl vyvinut Paulem Jaccardem jako způsob, jak dokumentovat rozložení různých druhů flóry. Jaccardův index poskytuje také statistický způsob, jak měřit podobnosti mezi sady vzorků. Podstatou indexu je následující:

Naměří se dvě sady vzorků. Spočítají se atributy sdílené oběma vzorky (Z). Spočítají se atributy pozorované pouze u jednoho vzorku (X). Poté započítáte atributy pozorované pouze v jiném vzorku (Y). Index se následovně vypočítá jako  $Z/(Z+X+Y)$ .

---

<sup>3</sup> Zásuvný modul neboli plugin, také plug-in je software, který nepracuje samostatně, ale jako doplňkový modul jiné aplikace a rozšiřuje tak její funkčnost.

Tento index je následovně využit ve hledání přibližně shody textu, které si doplněk páruje a přiřazuje jim hodnotu frekvence výskytu. [17]

## 2.6 MATHWORKS MATLAB

Matlab (matrix laboratory) je interaktivní programové prostředí jakož i skriptovací jazyk čtvrté generace. Program je stále vyvíjen společností MathWorks, program je dostupný v poslední verzi R2017a pro platformy Windows, Linux a iOS. Jak je z názvu zřejmé program poskytuje nástroje k práci s maticemi, dále, vykreslování 2D i 3D grafu funkcí, implementaci algoritmu, různé druhy počítačové simulace, analýzu a prezentaci dat, vytváření aplikací uživatelského rozhraní. Program tedy představuje skutečně účinný nástroj pro různé typy matematických problémů. Původně byl jazyk určen pro matematické účely, nicméně časem byly přidány nové funkce a rozšíření, a dnes je využíván v obrovském spektru aplikací. Někteří odborníci nepovažují MATLAB za programovací jazyk, jiní o něm zase říkají, že je velice cenným a užitečným programovacím jazykem. Název MATLAB vznikl zkrácením slov MATrix LABoratory (volně přeloženo „maticová laboratoř“), což odpovídá skutečnosti, že klíčovou datovou strukturou při výpočtech v MATLABu jsou matice. Vlastní programovací jazyk vychází z jazyka Fortran.

MATLAB je složen z pěti hlavních částí.

- Vývojové prostředí
- Knihovna matematických funkcí
- Jazyk
- Grafický systém
- Aplikační programové rozhraní

Mezi hlavní výhody MATLABU patří jednoduchost. Práce v MATLABU není nikterak složitá a základní funkce si brzy osvojí každý.

### **MATLAB Kód**

Jakýkoliv program nebo aplikace napsaná v MATLABu lze spustit v prostředí MATLAB a kompatibilní prostředí. To může také komunikovat s funkcemi a podprogramů psaných v některé z programovacích jazyků C nebo ve Fortranu, jak se běžně používá v oblasti vědy a techniky. MATLAB kód může také zapisovat soubory, které používají prostředí MATLAB jako výpočetní motor. Kromě toho také může psát kód standardizovat procesy, které by jinak musely být reprodukován neoficiálně. Spíše než popisovat, co člověk udělal, a má další reprodukovat tento proces založený na základě pokynů, kód v MATLABu je přesně provádět tyto pokyny.

### **Numerické a dat Přesnost**

MATLAB obsahuje silnou podporu pro matematickou přesností, nad rámec dalších programů, které manipulují a analýzu dat. Vzhledem k tomu, že je určen k provádění složitých algoritmů a rovnice, MATLAB umožňuje delší desetinná místa a zlomky, spíše než zaokrouhlení jako jiné programy dělat. Také MATLAB lze ukládat obrazové soubory s větší přesností. Spíše, než se poškodí informace do pixelů zastoupených tři 8-bitové barevné hodnoty jsou celá čísla mezi 0 a 255, MATLAB lze naprogramovat tak, aby uložení informací o obrazu při dvojitou přesností, plovoucí řádovou čárkou, který by bránil obrazových dat s větší přesností.

### **Analýza dat**

Vývojové prostředí MATLAB je navržen tak, aby snadno manipulovat, manipulovat, zpracovávat a vyhodnocovat údaje prezentované v žebříčcích, obrázky, tabulky a další soubory. Nástroje v rámci životního prostředí jsou k dispozici v měřítku, extrakt, průměr a izolovat dat. Jsou interpolovat a předvídat výsledky, na základě parametrů; také určit

vzory a korelace v souboru dat. Žádosti o speciálně "tíseň" data mohou být psány v prostředí MATLAB, který pak vede do prostředí. [14]

### **Fuzzy Logic Toolbox**

Tento doplněk programu MATLAB rozšiřuje výpočetní prostředí MATLABu o nástroje pro návrh systémů na bázi fuzzy logiky. Grafická uživatelská rozhraní usnadňují všechny kroky návrhu inferenčního fuzzy systému. K dispozici jsou funkce pro mnoho obvyklých metod používaných ve fuzzy logice, včetně fuzzy clusteringu nebo adaptivního neurofuzzy učení. Součástí modulů je i blok Fuzzy regulátoru pro použití v Simulinku<sup>4</sup>, který umožní modelování a simulaci řídicích systémů s fuzzy logikou. [15]

### **MATLAB GUI s App Designer**

GUI (známé také jako grafické uživatelské rozhraní nebo uživatelské rozhraní) poskytují kontrolu nad softwarovými aplikacemi, což eliminuje potřebu naučit programovací jazyk nebo psát složité příkazy pro spuštění aplikace.

Takto vytvořené aplikace MATLAB jsou samostatné programy s rozhraním GUI, které automatizují úkol nebo výpočet. GUI obvykle obsahuje ovládací prvky, jako jsou nabídky, panely nástrojů, tlačítka a posuvníky. Mnoho produktů MATLAB, jako je Curve Fitting Toolbox, Signal Processing Toolbox a Control System Toolbox, obsahují aplikace s uživatelskými rozhraními. Lze také vytvořit vlastní aplikace, včetně jejich odpovídajících uživatelských rozhraní, které ostatní mohou používat. [18]

## **2.7 Využití v této práci**

Jak bylo již na začátku práce zmíněno správné rozhodování v podniku představuje zásadní činnost pro jeho úspěšný chod. V této práci budou výše uvedena teoretická

---

<sup>4</sup> Simulink je nadstavba MATLABu pro simulaci a modelování dynamických systémů.

východiska použita k nalezení optimálního dodavatele. A tedy usnadnění procesu rozhodování v podniku Turňa.

Řešení v programu EXCEL bylo vypracováno hlavně díky své jednoduchosti a transparentnosti matematických souvislosti. Běžný uživatel tedy lehce pochopí funkčnost programu. Nicméně slouží také jako účinný nástroj pro tento druh zkoumaného problému. Dalším pozitivem je také obrovská rozšířenost této sady nástrojů v podnikových prostředích.

Stěžejní část této práce je řešení v programu MATLAB, který provádí mnohem preciznější výpočty a disponuje také zajímavým grafickým prostředím pro pochopení fuzzy logiky. Takto zpracovaný program ale není příznivým řešením pro zaměstnance vybraného podniku. Zde představuje spíše rozšířenější platformu pro aplikaci teoretických poznatků, než je MS EXCEL.

## 3 SOUČASNÁ SITUACE PODNIKU

Pro zpracování této práce byla poskytnuta data o dosavadních i potencionálních dodavatelích a další s tímto problémem související, společnosti s ručením omezeným se sídlem v Havířově. Společnost nese název **Turňa montáže s.r.o.**

### 3.1 Představení podniku

Společnost Turňa montáže s.r.o., vznikla v květnu 1998 převedením z firmy Turňa Jan a části nejzkušenějších zaměstnanců s dlouholetými zkušenostmi od roku 1990 c provádění prací na pracovištích stálých odběratelů, byla dne 28. května 1998 zapsána do obchodního rejstříku, který je veden u Krajského soudu v Ostravě. V tomto dni byla také zahájena činnost podniku. Společnost se zabývala pestrou škálou prací v oblasti opravných, údržbářských a stavebních prací převážně v areálech železáren a velkých podniků v Moravskoslezském kraji. Potřebná kvalifikace vlastníků a později získané certifikace umožňovaly firmě provádět specifické úkony pro podniky vyžadující tento typ specializace. Od začátku existence společnosti je firma vedena dvěma společníky (vlastníky), kteří zároveň figuruji jako jednatelé společnosti. Během let 2004-2005 došlo ke změně vlastnické struktury, a to konkrétně k odprodání jednoho vlastnického podílu (49%) jiné osobě (blízké a pohybující se v prostředí společnosti), která nadále figuruje jako jednatel. Předmětem podnikání firmy je následující:

- Zámečnictví, nástrojářství
- Obráběčství
- Malířství a nátěry ve výškách
- Zednictví
- Provádění jednoduchých a drobných staveb, jejich změn a odstraňování
- Kovoobráběčství
- Montáž, opravy, revize a zkoušky tlakových zařízení a nádob na plyny
- Poskytování software

- Poradenství

Společnost dále nabízí montážní práce a služby ve výše uvedených oborech na základě zkušenosti z oprav a prací na zařízeních v provozech uvedených níže.

Firma dlouhodobě spolupracuje s velkými společnostmi jako Vítkovice, a.s., ČEZ a.s., elektrárny EDĚ Dětmarovice, Kaufland Ostrava, Sconto Ostrava a další.

Práce prováděné na těchto pracovištích a provozech byly a jsou odevzdávané v požadovaných termínech a kvalitně odpovídají požadavkům zákazníků k jejich plné spokojenosti. Po celou dobu působení podniku nebyla zaznamenána žádná reklamace ani stížnost ze strany zákazníka. Společnost není zatížena žádnými úvěry hypotékou dluhy ani závazky a není ani nebyla na ni podán návrh na konkursní řízení.

### **3.2 Předmět podnikání**

Společnost působí na území moravskoslezského kraje. Většinu prací, které firma provádí a v minulosti dokončila je evidováno v Ostravě a blízkém okolí, převážně v areálech ČEZ, Evraz, Nová Huť, Werk (válcovna trub). Mnoho zakázek bylo provedeno také v Dětmarovické elektrárně. Během let 2005–2010 firma podepsala dlouhodobý kontrakt s Tišnovskou hnědouhelnou elektrárnou. Firma také spolupracuje s Vysokou školou báňskou – Technická univerzita Ostrava na projektech z oblasti nových technologických řešení. Tato řešení jsou navrhována hlavně studenty VŠB v rámci vzdělávacích programů. Vzdělávací programy jsou mířeny na aplikaci těchto poznatků v praxi. Spektrum těchto projektů zahrnuje optimalizace efektivity pracovních postupů, technologické návrhy staveb, návrhy nových strojírenských zařízení, stavby ocelových konstrukcí, svařování, obráběčství, opravy vysokých pecí a další. Přehled činnosti společnosti dle firemních dokumentů:

Společnost nabízí své montážní práce a služby v níže uvedených oborech na základě zkušenosti z oprav a prací provedených na výše uvedených pracovištích.

### Zámečnické a svářečské

- Opravy, montáže a revize točivých strojů a zařízení, čerpadel, převodovek, podavačů uhlí – turniketů třídičů, mlýnů na uhlí, ventilátorů, drtičů strusky, armatur, dopravníků apod.
- Demontáže a montáže ocelových konstrukcí, potrubních tras apod., dopravních pasů a zařízení
- Opláštění průmyslových objektů výrobních hal

*Svářečské práce zajištěny svářeči s osvědčením o statní zkoušce*

### Lešenářské

- K zajištění průběhu všech oprav a prací vlastní 10 ks lešenářských sad včetně podlažek, desek a pracovních sil

### Natěračské a malířské

- Nátěry veškerých konstrukcí, provozních zařízení včetně jeřábů
- Malování interiéru, nátěry fasád domu a střech
- 

*Vše v provedení domácích a zahraničních nátěrových systémů*

### Sklenářské

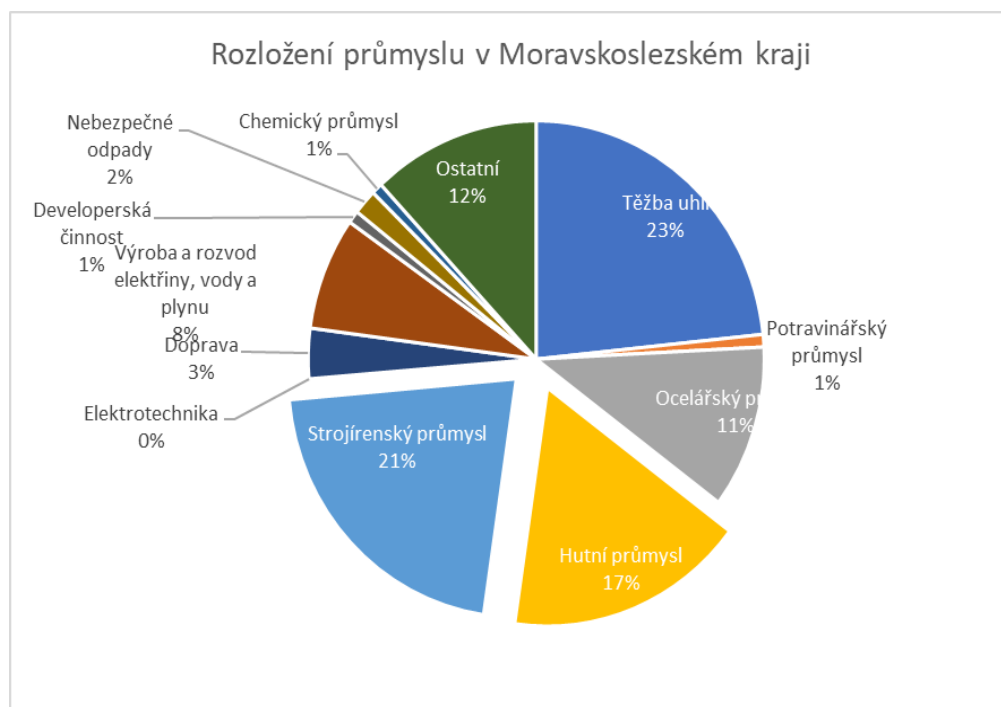
- Zasklívání oken, světlíků, střešních podhledů apod.

- Dále společnost nabízí veškeré práce izolaterské (včetně průmyslových izolací a izolací potrubí), zednické a stavební

Samozřejmě je firma otevřena naslouchat požadavkům odběratele služeb. Po domluvě je možné vykonávat často specifické úkony které jsou v kompetenci firmy.

### 3.3 Statistické údaje z oboru

Kraj je územím s vysoce rozvinutou průmyslovou výrobou. Hlavním průmyslovým centrem regionu je Ostrava a její okolí s okresy Karviná, Frýdek-Místek a Nový Jičín. Převládající je důlní, energetický a hutnický průmysl. Dalšími významnými odvětvími jsou chemický a farmaceutický průmysl, strojírenský, elektrotechnika, papírenský, textilní a potravinářský průmysl. Hlavním bohatstvím je černé uhlí v Ostravské pánvi, na jeho těžbu navazuje železářství a těžké strojírenství na Ostravsku (Nová huť, (Vítkovické železářny), podniky v Třinci, Bohumíně a Frýdku-Místku). Strojírnoství je zastoupeno v Ostravě, Studénce nebo Kopřivnici. Kraj je tak celostátním centrem hutní výroby.



Graf 1: Rozložení průmyslu v Moravskoslezském kraji [16]

Kovodělná výroba v České republice má dlouhodobou tradici stejně jako výroba strojírenská. Potřeba užití kovů ve výrobě komponentů pro kompletaci konečných výrobků a při výrobě výrobků stoupá. Důvodem jsou užité vlastnosti kovů. S rozvojem strojírenského průmyslu a s podporou především automobilového průmyslu v České republice dále vzrůstá poptávka po kovových komponentech do těchto oddílů, spojovacím materiálu a technologicky i materiálově stále náročnějších nástrojích a nářadí. Dalším velkým odběratelem produkce oddílu kovovýroby je stavebnictví. Kovové konstrukce a prefabrikáty získávají ve stavebnictví stále větší oblibu a jsou neodmyslitelnou součástí prakticky každé dodávky investičního celku. Oddíl nepatří mezi znečišťovatele životního prostředí (i když do oddílu patří technologie povrchových úprav a zušlechťování kovů, kde jsou využívány pro životní prostředí nebezpečné chemikálie), podniky mají své odpady a jejich zpracování zvládnuty v souladu s platnou legislativou.

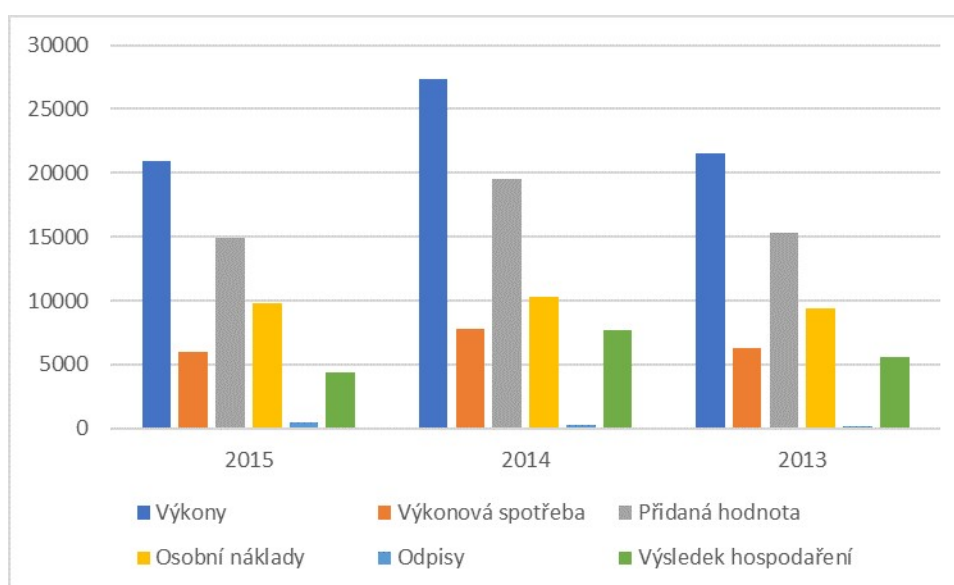
S růstem životní úrovně, různorodosti nabídky a kvality finálních výrobků v České republice, se zvýšil též odbyt kovové produkce pro běžné spotřebitele. V globálním konkurenčním prostředí se daří především v posledních letech znovu získávat zakázky většího, či menšího rozsahu i v rámci investičních celků, mnoho společností si trhy udrželo a dále úspěšně expandují. Výroba kovových konstrukcí a kovodělných výrobků v České republice má z uvedených důvodů velmi dobré vyhlídky na další rozvoj v náročném konkurenčním prostředí. [16]

### **3.4 Ekonomické a finanční údaje o společnosti**

Firma je na trhu od roku 1998, kdy od tohoto data nebyla nikdy blízko vyhlášení úpadku. Jediný rok, který vykazuje ztráty je datován k 2008, což je zřejmým výsledkem finanční krize v EU a Americe. Tato krize nepostihla Českou Republiku ve větším měřítku, nicméně její výsledky byly patrně znatelné. Společnost je evidovaná na finančním úřadě jako spolehlivý plátec DPH a také je solventní vůči tomuto úřadu, jako vůči všem věřitelům a obchodním partnerům.

Na základě poskytnutých výkazů z posledních let (2013 až 2015), můžeme usoudit že rok 2014 je pro společnost velmi silným obdobím. Tento fakt byl zapříčiněn hlavně celkovým zvýšením počtu zakázek a převedením nedokončených prací z minulého období.

Pro představu uvedu graf analýzy výnosů a nákladů, vyhotoven s pomoci účetní jednotky firmy a poskytnutých dokumentu.



Graf 2: Vývoj výnosů a nákladů

Z výše uvedeného lze pozorovat výkyvy a rozdíly mezi 2013 a 2015, tyto roky poněkud zaostávají za 2014, ve se kterém hospodářsky výsledek zvýšil téměř o 41%. Po náhledu na data z dřívějšího období, je patrné zlepšení finančních výsledků společnosti, kdy v těchto letech působila na cele odvětví celosvětová finanční krize, která působila i na Českou Republiku a na ekonomické subjekty v ni figurující. Výsledek hospodaření před zdaněním v roce 2012 dosahuje 1 858 000 Kč a v roce 2013 již hodnoty 5548 (nárůst 66,5%). Dále po konzultaci s jednatelem společnosti, je třeba podotknout ze rok 2014 je

velmi nadstandartní. Hlavně díky posílení kontraktu se společností CEZ, a také obecnému mírnému ekonomickému růstu v ČR a oživení oboru strojírenství.

Další finanční a ekonomické analýzy nejsou předmětem této práce a byly by v celku nemístné, nicméně nastínit vývoj financí podniku a finančního zdraví je vhodné z pohledu budoucího možného růstu společnosti a k tomu přímo umřenému růstu rozhodovacích činnosti a spektra potencionálních dodavatelů.

### **3.5 Rozhodování v podniku**

Z výše uvedených statistik lze usoudit ze potencionálních dodavatelů firmy Turňa s.r.o. na území působení podniku je opravdu velké množství. Firma již dlouhodobě odebírá materiály od osvědčených dodavatelů disponujících požadovanými certifikáty, které představují stěžejní bod při rozhodování o dodavatelích podniku. I přes zdánlivě bezproblémový chod podniku, je třeba neustále zvažovat potencionální nabídky, díky rozvoji průmyslu a přílivu zahraniční výroby převážně z Polska a Slovenska.

Jak bylo již v předchozí kapitole zmíněno společnost neaplikuje při vyberu dodavatele žádný rámcový postup nebo metodologii, která by se dala popsat a používat tak jako nástroj pro tento rozhodovací problém. Nákupy probíhají dlouhodobě u zavedených dodavatelů, k jejichž výměně dochází zřídka jen na zaklade přihodilých rozhodnutí vedoucích pracovníku. Společnost neaplikuje žádný nepřetržitý cyklus hodnocení těchto společnosti. Tento fakt nese jistá pozitiva ale hlavně negativa.

Pozitivní je že tento způsob není nikterak složitý a nepředstavuje pro společnost zátěž na rozhodovací procesy a ni na podnikové finance hlavně díky faktu ze není třeba zaměstnávat kompetenti osobu za tuto činnost nebo platit za poradenství případně softwarové nástroje.

Jestli už dojde k identifikaci potencionálního zaměstnance, o jeho přijetí rozhoduje pouze vedení což vychází ze silně **autoritativního stylu řízení** <sup>5</sup>aplikovaného ve společnosti. Hodnotiteli tedy leckdy může chybět celkový rozhled či souvislosti s určeným dodavatelem. Pro tento proces není zpracovaná žádná dokumentace tudíž je jen těžko proveditelná následná analýza těchto rozhodnutí.

Jak je patrné, nalezené negativní vlastnosti jednoznačně převažují nad těmi pozitivními.

---

<sup>5</sup> Jedná se o direktivní určování úkolů. Žádné zpětné vazby. Manažer se nesnaží vytvořit si prostředí vzájemné důvěry a ve všech rozhodnutích má pravdu. Komunikace probíhá shora dolů.

## 4 VLASTNÍ NAVRH ŘEŠENÍ

Návrh hodnocení dodavatelů bude zaměřen na potřeby v oblasti poskytovaných služeb firmou, jelikož tyto služby jsou opravdu rozdílné jakož i kritéria pro potencionální dodavatele. Řešení bude tedy optimalizováno hlavně pro dodavatele svářecí techniky a hutního materiálu.

### 4.1 Popis dodavatelů

**Ferona, a.s.**



Obrázek 15: Ferona [22]

Obchodní společnost Ferona prodává hutní materiál na trhu České v Slovenské republiky již téměř 200 let. Přes nejrůznější období transformace a slučování s dalšími obchodními firmami vznikla v roce 1972 společnost "Ferona, národní podnik, Praha". V rámci privatizačního procesu se v roce 1995 stala Ferona, a.s. privátní společností, vlastněnou převážně členy managementu firmy. Po deseti letech, v roce 2004, se pak nákupem 100% akcií stala jediným akcionářem Steel Investments Group, a.s..

Ferona, a.s. je moderní obchodní organizace, zabývající se nákupem, skladováním, úpravou a prodejem hutních výrobků, hutních druhovýrobků, železářského sortimentu a neželezných kovů na bázi velkoobchodu. Provozovny a odloučené provozy pokrývají celé území České republiky, což umožňuje přímý styk se zákazníkem, ať už se jedná o velkoodběratele či drobného zákazníka. Šíře sortimentu i komplexnost poskytovaných služeb (doprava na místo určení, dělení a úprava materiálu, nákup pod jednou střechou) činí ze společnosti vyhledávaného dodavatele materiálu a produktů.

Nicméně vzhledem k vysoké volatilitě cen, není firma schopna udržovat v katalogu aktuální ceny. S žádostí o cenovou nabídku je třeba vždy prodejce kontaktovat předem.

## **HEMAT TRADE OSTRAVA, a.s.**



Obrázek 16:Hemat Trade [23]

HEMAT TRADE OSTRAVA, a.s. je velkoobchodní firmou střední velikosti s celoevropskou působností. Zabývá se zejména dodávkami JUST-IN-TIME a kompletací hutních materiálů dle požadavků zákazníka. Na trhu s hutními materiály působí od roku 1992. Pro finální expedici materiálů využívá vlastní skladový areál v Ostravě-Kunčicích. Skladová kapacita činí až 5.000 tun, hlavně profilové oceli, kolejnic a tyčové oceli, včetně úhelníků.

Průběžně dováží potřebné materiály ze skladů našich dodavatelů, kde se skladová zásoba pohybuje na úrovni více než 80.000 tun hutních výrobků. Hlavní činností společnosti je velkoobchod s hutními výrobky jako jsou nosníky HEA, HEB, HEM, IPE, IPN, UPN, UPE, UE, rovnoramenné úhelníky, nerovnoramenné úhelníky, T a TB profily, tyče ploché, tyče kruhové, tyče čtvercové, kolejnice jeřábové, železniční i lehké, včetně příslušenství, štetovnice, hladké plechy, vzorované plechy a jiné výrobky z produkce polských, českých a západoevropských hutí, včetně doplňujících služeb a marketingu. Hutní materiály společnost dodává strojírenským, stavebním, energetickým i obchodním společnostem.

Zákazníkům nabízí rychlou, kvalitní a cenově zajímavou dodávku, v požadované šíři výrobků a služeb.

Vlastní expediční sklad, vybavený železniční vlečkou, v Ostravě Kunčicích. Zajišťuje dodávky hutních materiálů dle EN 10204.

Nabízí možnost dělení materiálů strojními pilami, včetně šikmých řezů. Řezání pásovými pilami má výhodu ve vysoké míře přesnosti a kvality, bez nutnosti dalších úprav řezů. Tolerance dělení na pásové pile, se řídí dle norem: ČSN ISO 2768-1 a ČSN ISO 2768-2.

### **Raven CZ a.s.**



Obrázek 17: Raven [24]

Skupina RAVEN, kterou tvoří akciová společnost RAVEN a. s., s dceřinými společnostmi RAVEN CZ a. s., RAVEN PL Sp. z o. o. a RAVEN Hungary Kft., se svými 750 zaměstnanci v současnosti patří k nejdůležitějším prodejčům hutního materiálu v zemi. Společnosti skupiny RAVEN jsou vyhledávaným dodavatelem i díky vysoké kvalitě, přijatelné ceně, spolehlivosti i službám, které poskytují moderně vybavené serviscentra.

Důkazem kvality poskytovaných služeb je získání několika certifikátů nejen za zavedení a udržování integrovaného systému řízení (ve smyslu ISO - kvalita, životní prostředí a bezpečnost práce), ale i certifikátu ochranné značky kvality za poskytování služeb v oblasti prodeje hutního materiálu s doplňkovými službami - výrobou hutních polotovarů a dopravou na místo určení.

Společnost se snaží pravidelně nabízet zboží za „akční“ ceny. Navzdory poměrně nově otevřené pobočce v Ostravě, se firma dostala do podvědomí zákazníku díky velké nabídce dělení materiálu.

**Akros s.r.o.**



Obrázek 18: Akros [25]

Společnost AKROS, s.r.o. je specialista v oblasti nerezových materiálů nabízejí široký sortiment a služby v oblasti dodávek nerezových spojovacích materiálů, nerezových hutních materiálů a v neposlední řadě také nabízí své výrobní kapacity.

Společnost AKROS, s.r.o. byla založena v roce 1990. AKROS je ryze česká společnost bez účasti cizího kapitálu. AKROS, s.r.o. se specializuje na dodávky nerezového spojovacího a hutního materiálu. V tomto sortimentu patří společnost mezi nejvýznamnější dodavatele na českém trhu. V současné době je firma schopna dodat přes 20 000 položek nerezového spojovacího materiálu, doplňků pro jachtaře, lana, panty, plechy, trubky, tyče, armatury a mnoho dalších položek z nerez. Společnost AKROS, s.r.o. je držitelem certifikátu dle norem ČSN EN ISO 9001:2009. K získání tohoto certifikátu vedla snaha o optimalizaci a zlepšování provozních procesů.

Dceřinou společností je AKROS CZ, s.r.o. Společnost byla založena v roce 1999 s cílem provádět jak na sériovou zámečnickou výrobu, tak na výrobu na zakázku. Výroba na zakázku dodává výrobky i z nerezové oceli, jako jsou zábradlí nebo schodiště. Již řadu let firma dodává výrobky na náročný švýcarský trh, v posledních letech se prosadila také ve Švédsku a v Německu.

Tato firma zajišťuje: ohraňování plechu, ohýbání plechu, svařování oceli (i nerez), zakružování plechů, lisování, stříhání a jiné zámečnické práce.

Ve spolupráci se žárovou zinkovnou Signum České Budějovice, byl v této provozovně vytvořen sběrný dvůr pro žárové zinkování.



Obrázek 19: Engeneering [26]

Obchodní firma ENGINEERING OSTRAVA a.s. vznikla v roce 2003 jako společnost s ručením omezeným. Téhož roku byla uzavřena s německou firmou Schmiedewerke Gröditz GmbH, předním evropským výrobcem kovaných ušlechtilých ocelí, smlouva o obchodním zastoupení pro Českou republiku. Byl zahájen prodej nástrojových ocelí předním tuzemským servisním centřům. Současně rozvíjeli prodej válců všem významným válcovnám dlouhých výrobků v Polsku. Od těchto válcoven jsme začali odebírat válcované kruhové tyče a sochory a prodávat je tuzemským servisním centřům a zápusťkovým kovárnám.

V roce 2009 byla provedena transformace firmy na akciovou společnost. Téhož roku jsme uzavřeli s firmou Schmiedewerke Gröditz GmbH smlouvu o výhradním prodeji kovaných nástrojových ocelí v České republice a na Slovensku a stali se předním velkoobchodním dodavatelem. Spolupráce s největším servisním centrem v ČR, firmou JKZ Bučovice a.s., nám umožňuje distribuci nástrojových ocelí také konečným zákazníkům.

Abychom rozšířili náš skladový sortiment válcovaných kruhových tyčí o větší průměry, začali jsme nakupovat rovněž u firmy MORAVIA STEEL a.s. a u výrobců z Ruska. V současné době máme skladem konstrukční oceli válcované o průměrech 20–400 mm a tažené o průměrech 8 - 60 mm. Řežeme materiál do průměru 400 mm.

## **VEBO-CZ, spol. s r.o.**



Obrázek 20: Vebo [27]

Je specializovaná obchodní firma na trhu svářecí techniky se sídlem ve Frýdku-Místku. Firma byla založena roku 1996 jako fyzická osoba a v roce 2001 se transformovala na společnost s ručením omezeným. Společnost VEBO-CZ, spol. s r.o. se svými pracovníky tak navazuje na bezmála třicetiletou zkušenost v oboru technologie svařování. Firma disponuje vyškoleným svářečským technologem a pracovníky s úředně vykonanými svářečskými zkouškami na metodu svařování plamenem, MMA, TIG, MIG. Nosným programem společnosti je prodej přídatných materiálů, jak běžných, tak i speciálních jakostí včetně komplexních služeb v oblasti prodeje svářecí techniky, servisu svařovacích zdrojů a poradenské služby v oblasti svařování.

Od roku 2012 se zabývá rovněž prodejem technických plynů.

Potvrzením kvality nabízených služeb je získání Certifikátu kvality dle ČSN EN ISO 9001:2001, který firma získala na podzim roku 2002.

## **Welmet spol. s.r.o.**



Obrázek 21: Welmet [28]

Společnost WELMET, spol. s r.o. je zapsána v Obchodním rejstříku od roku 1997 a vznikla transformací sdružení fyzických osob, které se prodejem stejného sortimentu zabývalo již od roku 1993. Společnost se zabývá zejména prodejem svařovacích a pájecích materiálů a svařecí techniky, odsávacích a filtračních zařízení, příslušenství a ochranných pomůcek pro svařování, ale taky prodejem strojů pro práci s kovovými materiály. Portfolio aktivit dále zahrnuje prodej náradí a strojů pro práci s kovem a prodej brusiva a brusných materiálů. Firma disponuje certifikátem ISO 9001.

### **GERYCH – První svařecí s.r.o.**

#### Obrázek 22: Gerych [29]

Firma GERYCH – První svařecí s. r. o. nabízí více než 20 let komplexní služby v oblasti prodeje a servisu svařovací techniky a jejího příslušenství.

Společnost disponuje školenými zaměstnanci v oboru s veškerým vybavením dílen svařecí a řezací technikou, odsávacím zařízením, vzduchotechnikou a elektrickým náradím. Dále nabízí veškeré vybavení pro svařeče, od ochranných pomůcek, přes brusivo, až po pneumatické a ruční náradí. Firma nabízí také opravy v rámci záručního a pozáručního servisu ve svém servisním středisku.

Svou nabídkou škálují pro potřeby jak velkoodběratelů, tak i domácích kutilů. Díky přistavenému skladu může rovněž nabídnout stálou dostupnost materiálu v dostatečně velkém množství.

Společnost nabízí také kvalitní stroje k pronájmu za poměrně přijatelné ceny.

## **4.2 Výběr kritérií**

### **Cenová nabídka**

Cena je bezpochyby nejdůležitějším atributem při jakémkoliv, rozhodování v podniku. Platba za zboží se zajisté podepíše na finanční situaci podniku.

### **Osobní odběr**

Tento atribut společnost Turňa bere jako samozřejmost, hodnotí se pouze vzdálenost od sídla firmy. Společnost Turňa s.r.o. preferuje místní dodavatele a díky charakteristikám průmyslu v regionu uvedených výše není ani potřeba jiné hledat. Bylo by tomu tak pouze v případě velmi specifických požadavků na materiály.

### **Webové stránky**

Většina firme se snaží prezentovat svoje působení na internetu. Důvody snad není třeba představovat. Bohužel, zatím tomu tak není ve vybraném odvětví v České Republice. Tento atribut hodnotí přehlednost webových stránek, pokud disponuje. Představuje také rychle dostupné údaje o potencionálním dodavateli.

### **Elektronická objednávka**

Elektronické objednávání se stává pomalu samozřejmostí u všeho druhu nakupování. Firma nepožaduje elektronickou objednávku s dovozem, jak tomu bývá u klasických e-shopu. Pozitivní pro dodavatele je možnost nastavit si typ zboží a množství takříkajíc „z domova“.

### **Šíře sortimentu**

Společnost preferuje nákup od jednoho dodavatele, pokud splňuje většinu požadavků. Je zřejmé že dodavatel nebude poskytovat všechny služby či materiály, často velmi specifické.

### **Zboží na objednávku**

Kompromis mezi předchozími atributy představuje zboží na objednávku. Jeho hodnota pak promítá dobu dodání konkrétních jinak skladově nedostupných výrobků.

### **Balení (dělení materiálu)**

Materiál často nebývá vyráběn v požadovaných mírách, dodavatele můžou poskytovat řezání a dělení materiálu na které je často potřeba zvláštních řezaček a jiných zařízení k tomu způsobilých.

### **Servis, pronájem(výrobků); Vzorky (materiálu)**

Atribut, který hodnotí, zda dodavatel poskytuje vzorky materiálu. V případě svářecí techniky pak servis a pronájem zařízení. Tyto atributy mají stejné hodnoty a společnost je také hodnotí stejnou důležitostí, pro zjednodušení proto mohl být sestaven jeden atribut.

### **Flexibilita služeb, personál**

Hodnotí, jak se dodavatel staví k přizpůsobování se zákazníkovi. Dále jsou zde zásadní zkušenosti nebo kvalifikace personálu například ve skladech nebo servisních střediscích.

## **Splatnost**

Toto kritérium hodnotí, jakou lhůtu splatnosti nabízí dodavatel zákazníkům k vystaveným fakturám.

## **Způsob platby**

Tento faktor je méně důležitý, nicméně ne zcela zanedbatelný. Samozřejmost je platba v hotovosti, dále předpokládáme ze dodavatele můžou poskytovat platbu převodem, nebo dodatečně na splátky.

## **Certifikace**

Certifikace je pro společnost Turňa zásadní. Jestliže dodavatel nedisponuje certifikátem výrobků, společnost pote zváží kvalitu materiálů nebo důvěryhodnost firmy. Poskytování kvalitních služeb je krédem společnosti. Tedy i nakup kvalitního materiálu a výrobku od dodavatelů. Hodnotu tohoto atributu může také značně ovlivnit, základna zákazníků společnosti Turňa s.r.o. Pokud bude zákazník požadovat specifický materiál dostupný pouze specializovanými dodavatel, kteří bývají zaměřeni pouze na konkrétní typ materiálů.

## 4.3 Řešení v programu EXCEL

Pro řešení v programu EXCEL nejprve definujeme **popis vstupní stavové matice**, která obsahuje pouze lingvisticky popis hodnot jednotlivých kritérií. Tato tabulka nemá žádnou bezprostřední návaznost na další, čistě matematické, výpočty, slouží pouze jako přepis slovních hodnocení.

Tabulka 1: Popis transformační matice

<b>Cenová nabídka</b>	<b>Osobní odběr</b>	<b>Elektronická objednávka</b>	<b>Webové stránky</b>	<b>Šíře a kvalita nabízeného sortimentu</b>	<b>Zboží na objednávku</b>
Nízká	10 km	Ano	Přehledné	Vysoká	do 7 dní
Průměrná	20 km	Ne	Nepřehledné	Vyhovující	do 14 dní
Vysoká	30 km		Nedisponuje	Nízká	do 1 měsíce
	Nad 30 km				Nad 1 měsíc
<b>Balení (dělení materiálu); Servis, pronájem(výrobků)</b>	<b>Flexibilita služeb, personál, jednání</b>	<b>Platba</b>	<b>Splatnost</b>	<b>Pronájem (zařízení), vzorky (materiálu)</b>	<b>Certifikace</b>
Ano	Velmi dobré	Hotovost, převod, splátky	do 14 dní	Ano	Více certifikátů (včetně ISO:9001)
Ne	Dobré	Hotovost, převod	do 30 dní	Ne	ČSN EN ISO 9001:2001
	Spíše špatné	Hotovost	nad 30 dní		Bez certifikátu (ISO:9001)
	Velmi špatné				

Dále je třeba tyto slovní hodnocení přepsat do matematických souvislostí, čehož dosáhneme následujícím postupem. Slovní zhodnocení je třeba přepsat do hodnot z konkrétního rozsahu. Budeme hodnotit pozitivně, čím vyšší číslo tím pozitivnější charakteristika jednotlivého atributu pro firmu.

Tabulka 2: Transformační matice A

<b>Cenová nabídka</b>	<b>Osobní odběr</b>	<b>Elektronická objednávka</b>	<b>Webové stránky</b>	<b>Šíře a kvalita nabízeného sortimentu</b>	<b>Zboží na objednávku</b>
15	15	5	15	10	15
10	10	0	10	5	10
5	5		5	0	5
	0				0
<b>Balení (dělení materiálu)</b>	<b>Flexibilita služeb, personál</b>	<b>Platba</b>	<b>Splatnost</b>	<b>Pronájem</b>	<b>Certifikace</b>
5	15	15	5	5	10
0	10	10	10	0	5
	5	5	15		0
	0				

Dále je třeba určit váhu jednotlivých kritérií, stejným způsobem, jak byly nastaveny předchozí hodnoty.

Tabulka 3: Váhy kritérií

<b>Cenová nabídka</b>	<b>Osobní odběr</b>	<b>Elektronická objednávka</b>	<b>Webové stránky</b>	<b>Šíře a kvalita nabízeného sortimentu</b>	<b>Zboží na objednávku</b>
50	45	25	15	40	30

Balení (dělení materiálu)	Flexibilita služeb, personál	Platba	Splatnost	Pronájem (zařízení), vzorky (materiálu)	Certifikace
45	25	5	20	15	50

Aby se tyto váhy promítly do výsledného hodnocení, je třeba hodnoty atributu vynásobit vahou konkrétního kritéria. Toto představuje konečnou transformační matici (Transformační matice B).

U tohoto bodu můžeme ještě definovat konečné naměřené hodnoty, tím že z každého sloupce vybereme maximální hodnotu a tyto hodnoty sečteme. Toto představuje maximální „skóre“, jaké může dodavatel dosáhnout. Představuje tedy ideálního dodavatele pro firmu. Stejným způsobem určíme minimální hodnotu. Po konzultaci s jednatelem společnosti jsem tyto hodnoty nastavil následovně, pomocí funkce KDYŽ(Podmínka; Ano; Ne) převedl hodnotu číselnou na lingvistickou.

Ted již k bodu hodnocení jednotlivých dodavatelů. Definujme stavovou matici pro konkrétního dodavatele, tak že do pole které odpovídá charakteristice kritéria zapíšeme 1 (znamená „Ano“) a do zbytku polí zapíšeme 0 („Ne“). Pro takto definovanou matici je připravena funkce pro kontrolní součet hodnot kritérií (pomocí funkce KDYŽ()) a funkce SUMA()). Aby nedošlo k situaci, kde stavová matice bude obsahovat více než právě jednu hodnotu kritéria. Pokud jsou pole označena stavem OK, pokračujeme.

Dalším krokem je již výpočet finální hodnoty dodavatele, dle které již můžeme slovně hodnotit. Toho dosáhneme funkcí sady EXCEL – SOUČIN.SKALÁRNÍ(pole1; [pole2]; [pole3]; ...), v našem problému definujeme pouze dvě pole, a to konkrétně transformační matici a stavovou matici dodavatele jejichž jednotlivé položky budou vynásobeny v řádce a řádky sečteny. Pole musí být stejně velká. Položky volitelné. Jak již bylo řečeno excelovská funkce skalárního součinu se od klasické matematické liší.

Tabulka 4: Retransformační matice

4175–2700	Vyhovující dodavatel
2700–1400	Zvážit dodavatele
1400–425	Nevyhovující dodavatel

### VBA Formulář

Poslední záložkou přiloženého dokumentu nástroje EXCEL je list s formulářem pro vložení dalších dodavatelů. Tak aby mohl být tento nástroj využíván i v budoucnu.

Zde byl vytvořen jednoduchý formulář s prvky combo boxů, které představují hodnoty atributu ze stavové matice. Rozdíl mezi zpracováním v excelu a vývojářským prostředím Visuál basic je ten, že hodnoty nejsou graficky znázorněny jako matice (tabulka) ale jsou vloženy do proměnných. Jedno pole transformační matice představuje jednu proměnnou ve VBA. Kód formuláře je poměrně dlouhý a opakují se poměrně stejné úkony. Pro představu uvedu pouze základní postupy pro atribut cena.

- Transformační matice

```
'transformační matice  
  
tcena1 = 15  
tcena2 = 10  
tcena3 = 5
```

Obrázek 23: Transformační matice VBA

- Váha kritéria

```
v_cena = 50
v_odb = 45
v_eobj = 25
v_web = 15
v_sort = 40
v_zobj = 30
v_bal = 45
v_sl = 25
v_spl = 20
v_cert = 50
v_plat = 5
v_pron = 15
```

Obrázek 24: Váha kritéria VBA

- Stavova matice (přirazení hodnot pro jednotlivé prvky comboboxů)

```
'stavové matice

'Cena
If ComboBox1.ListIndex = 0 Then
cena1 = 1
cena2 = 0
cena3 = 0
End If
If ComboBox1.ListIndex = 1 Then
cena1 = 0
cena2 = 1
cena3 = 0
End If
If ComboBox1.ListIndex = 2 Then
cena1 = 0
cena2 = 0
cena3 = 1
End If
```

Obrázek 25: Stavová matice VBA

- Skalární součin

```
skal_soucini1 = (tcena1 * cena1) * v_cena + (tcena2 * cena2) * v_cena + (tcena3 * cena3) * v_cena
```

Obrázek 26: Skalární součin VBA [Zdroj: vlastní zpracování]

Formulář disponuje tlačítkem, které je ekvivalentem k postupu zpracování retransformační matice. Výsledná hodnota představuje součet skalárních součinů jednotlivých atributů.

Obrázek 27: Formulář VBA

## 4.4 MATLAB

K tvorbě složitějších případů slouží sofistikovanější program MATLAB. Jedná se ale o placený software a pro společnost by jeho nákup představovala zbytečné náklady.

K vytvoření fuzzy modelu v programu MATLAB byl použit Fuzzy logic toolbox, který lze také vyvolat příkazem *fuzzy*, který se zapíše do Command Window v programu MATLAB.

FIS editor je vybaven samostatným grafickým prostředím sestávajícím z dialogových oken a editoru funkcí členství, dále je dostupný Rule Viewer který umožňuje editovat pravidla vyhodnocení a Surface Viewer díky kterému můžeme zobrazit hodnocení výstupu na dvou zvolených vstupních proměnných za v podobě velmi atraktivně navrženého prostorového grafu.

Celý fuzzy model byl rozdělen do více bloků. A to z proto, že fuzzy model obsahuje mnoho vstupů. Vysoký počet vstupů vede k velkému množství kombinací pravidel. Rozdělení do více bloků usnadní sestavení pravidel pro konečné vyhodnocení dodavatelů.

### Finanční ukazatel

- Cenová nabídka
- Způsob platby
- Splatnost

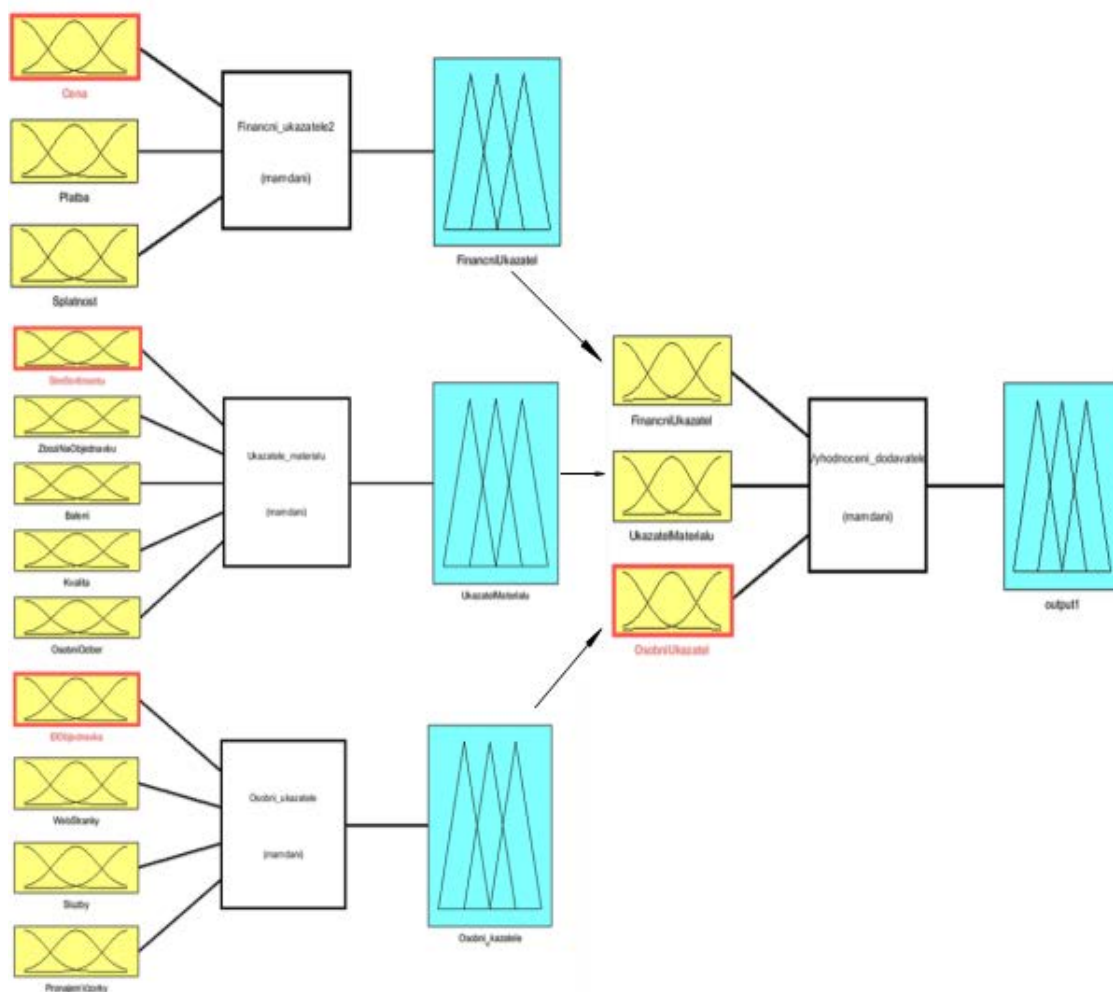
### Ukazatel materiálu

- Osobní odběr
- Sortiment
- Zboží na objednávku
- Balení (dělení materiálu); Servis, pronájem(výrobků)
- Kvalita (Certifikace)

### Osobní ukazatel

- Elektronická objednávka
- Webové stránky
- Flexibilita služeb, personál, jednání
- Pronájem (zařízení), vzorky (materiálu)

Každý jednotlivý blok ukazatelů představuje jeden konkrétní soubor .fis, tedy jeden vytvořený toolbox. Jeden blok disponuje právě jedním výstupem. Výstupy poté představují vstupy pro finální model vyhodnocení. Pro představu přikládám diagram.

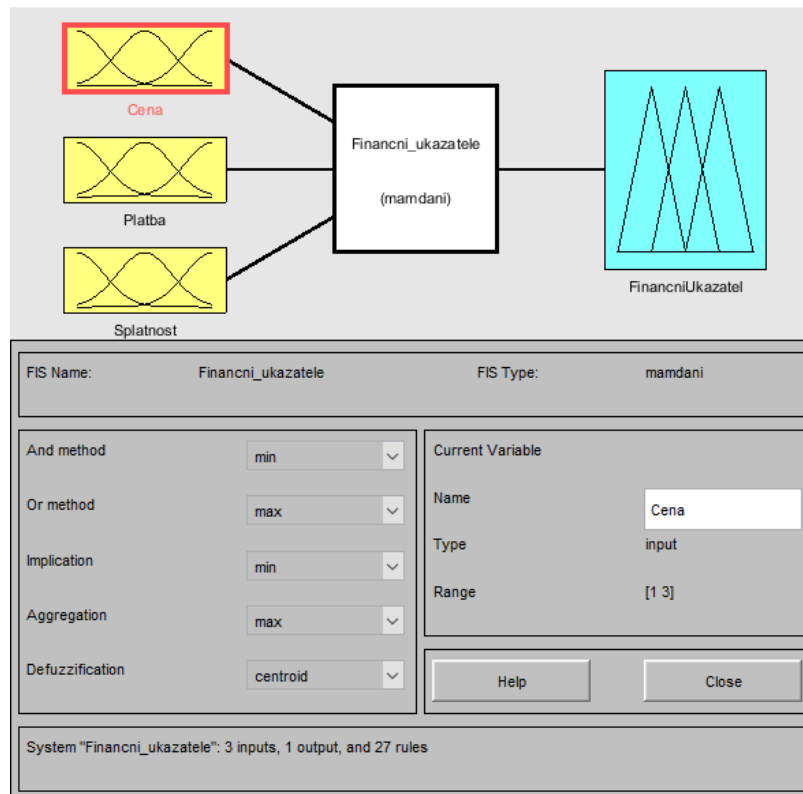


Graf 3: Propojení bloků

Fuzzy Logic Toolbox zpusíme příkazem *fuzzy*.

Jako základ bylo třeba vytvořit fuzzy inferenci. zvolil jsem typ **Mamdani**.

- Mamdaniho metoda fuzzy inference je nejčastěji používaná fuzzy metodika. Metoda byla mezi prvními řídicími systémy postavenými pomocí teorie fuzzy množin. Jak je definováno pro panel nástrojů, očekává, že výstupní členové funkce budou fuzzy množiny. Po agregačním procesu je vytvořena fuzzy množina pro každou výstupní proměnnou, která bude defuzzifikována.

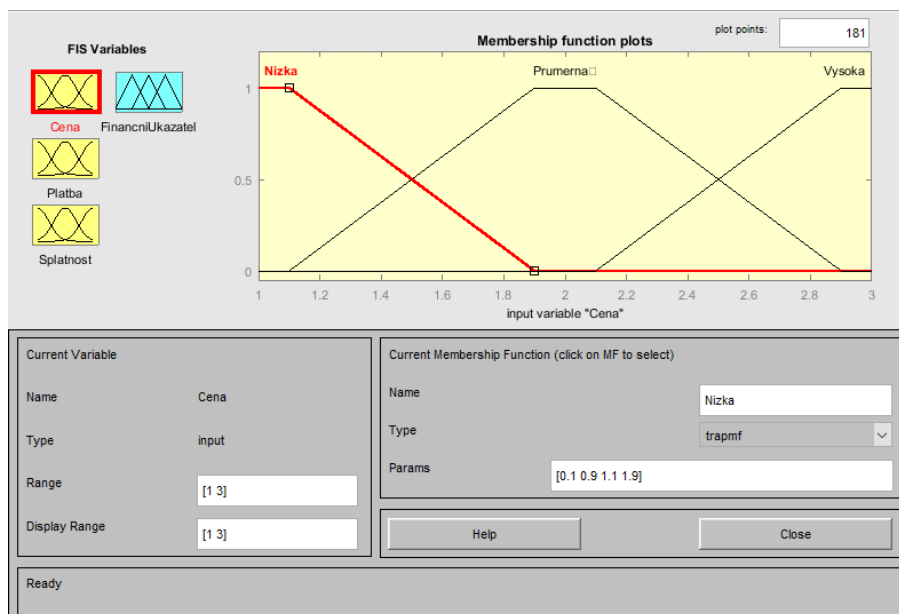


Obrázek 28: Nastavení bloku

Dále funkce editoru pokračuje ve vytváření proměnných pro vstupy. Zde Můžeme pozorovat nastavení pro atribut cena vstupního typu. Bylo nastaveno rozmezí od 1 do 3, jakožto tento atribut dosahuje stejného počtu hodnot. Byla nastavena trapezová členská funkce typu *trapmf*.

- Trapezová křivka je funkce vektoru  $x$  a závisí na čtyřech skalárních parametrech  $a$ ,  $b$ ,  $c$  a  $d$ . Parametry  $a$  a  $d$  určují "nohy" lichoběžníku a parametry  $b$  a  $c$  představují "ramena".

Tyto parametry byly automaticky vytvořeny pro rovnoměrné rozložení členských funkcí.



Obrázek 29: Nastavení vstupu

Tímto způsobem byl vytvořen i zbytek funkcí, resp. vstupu i výstupu. Parametry se shodují s zápisem vytvořeným v programu excel viz. předchozí kapitola, jediným rozdílem jsou výstupy členských bloků celkového modelu, které jsou následovně nastaveny na *vyhovuje*, *nevyhovuje* a *ideální*.

Dále bylo třeba vytvořit pravidla pro vyhodnocování vstupu. Toho lze docílit editorem pravidel, která můžeme následně zobrazit pomocí nástroje Rules Viewer, kde lze jednoduchým posuvníkem zobrazit hodnoty pro již konkrétní vstupy.



Jak je ale z kombinatoriky zřejmé kombinaci různých hodnot pro například blok *finanční ukazatele*, který může nabývat hodnot z intervalů (1:3,1:3,1:3) existuje právě 27 kombinací těchto čísel, resp. pravidel. Dále vstup *osobní ukazatele* (1:2, 1:3, 1:4, 1:2) obsahuje 48 pravidel. *Ukazatele materiálu* (1:3,1:4,1:2,1:3,1:4) má 288 pravidel. Každé z těchto kombinací byl následně přiřazena výstupní hodnota z výstupního bloku fuzzy. Nastavování těchto pravidel v grafickém rozhraní fuzzy by bylo příliš náročné. Existuje ještě další varianta jak tyto pravidla vložit do modelu. Po otevření souboru .fis pro editaci můžeme na konci najít řádek označen *[Rules]*, pod tento řádek lze pak přidat pravidla jak je zobrazeno níže.

```
[Rules]
1 1 1, 2 (1) : 1
2 1 1, 2 (1) : 1
3 1 1, 2 (1) : 1
1 2 1, 2 (1) : 1
2 2 1, 2 (1) : 1
3 2 1, 3 (1) : 1
1 3 1, 2 (1) : 1
2 3 1, 3 (1) : 1
3 3 1, 3 (1) : 1
```

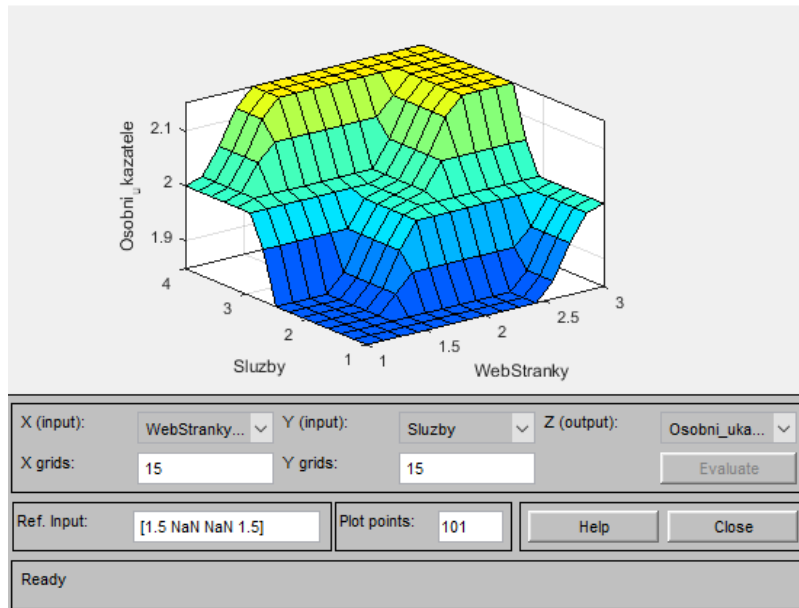
Obrázek 32: Pravidla v kódu

Ještě lépe než Rule Viewer zobrazuje závislosti mezi promennými nástroj surface viewer. Pomocí rozbíjecích nabídek se vyber dvě vstupní proměnné, které se přiřadí dvěma vstupním osám (X a Y), stejně jako výstupní proměnná (Z).

Plot points určují počet bodů, na kterých jsou funkce členství vyhodnocovány ve vstupním nebo výstupním rozsahu. Toto pole je výchozím bodem pro minimální počet skulpturních grafů, 101.

Klepnutím na tlačítko Vyhodnotit se provede výpočet a vykreslí se výstupní plocha.

Na 3D grafu zobrazeným pomocí tohoto nástroje můžeme sledovat závislosti mezi promennými *WebStranky* a *Služby* modelu *Osobní ukazatel*.



Obrázek 33: Surface Viewer

Pro jednodušší přístup pro práci s tímto modelem byl dále vytvořen **dotazovací .m soubor**. Který po zadání jednotlivých parametru v Command Window MATLABu vyhodnotí dodavatele.

Postup vypracování tohoto souboru byl následující.

Nejprve byly do proměnných načteny jednotlivé fuzzy modely pomocí příkazu `readfis()`.

```
osobni_ukazatele=readfis('Osobni_ukazatele.fis');
financni_ukazatele=readfis('Financni_ukazatele.fis');
ukazatele_materialu=readfis('Ukazatele_materialu.fis');
vyhodnoceni_dodavatele=readfis('Vyhodnoceni_dodavatele.fis');
```

Obrázek 34: Načtení modelů

Dále bylo vytvořeno textové dotazování pomocí funkce `input()`, díky které můžeme zobrazit textový popis parametru a následně ho uložit do proměnné. Zde příklad pro parametr ceny.

```

while true
Cena=input('Zadejte parametr pro cenu (1 - Nizká, 2 - Průměrná, 3 - Vysoká): ');
if (mod(Cena, 1) == 0 && Cena >= 1 && Cena <= 3)
break
else
disp('!!!!!!Musíte zadat pouze čísla 1, 2, nebo 3 !!!!!!')
end
end

```

Obrázek 35:Kód dotazování

Po načtení všech parametrů z každého bloku je následně tento blok vyhodnocen funkcí *evalfis()*, která nese parametry pro vstup a dále název proměnné do které byl načten fuzzy model.

```

vysledekFinacni_ukazatele=round(evalfis([Cena Platba Splatnost], financni_ukazatele));

```

Obrázek 36: Vyhodnocení modelu

Po takto provedeném načítání a vyhodnocování bloku jsou výsledky bloků, jakožto vstupy pro blok *vyhodnoceni\_dodavatele.fis*, zapsán do proměnné *vysledek*, která je následně převedená na procenta a vypsaná funkcí *fprintf()*. Jak i v programu Excel je zde dostupný ekvivalentní slovní popis dle retransformační matice z předchozí kapitoly.

```

>> hodnoceni_dodavatelu
Zadejte parametr pro cenu (1 - Nizká, 2 - Průměrná, 3 - Vysoká): 1
Zadejte parametr pro způsob platby (1 - + Splátky, 2 - + Převod, 3 - Hotovost): 1
Zadejte parametr pro lhůtu splatnosti (1 - do 14 dní, 2 - do 30 dní, 3 - nad 30 dní): 3
Zadejte parametr pro osobní odběr (1 - 10km, 2 - 20km, 3 - 30km, 4 - nad 30km): 2
Zadejte parametr pro šíři nabízeného sortimentu (1 - Vysoká, 2 - Vyhovující, 3 - Nizká): 1
Zadejte parametr pro zboží na objednávku (1 - do 7 dní, 2 - do 14 dní, 3 - do 1 měsíce, 4 - nad 1 měsíc): 1
Zadejte číslo pro balení materiálu (1 - Ano, 2 - Ne): 1
Zadejte číslo pro úroveň certifikace (1 - Více certifikátů (včetně ISO:9001), 2 - ČSN EN ISO 9001:2001, 3 - Bez certifikátu (ISO:9001):
Zadejte parametr pro elektronickou objednávku (1 - Ano, 2 - Ne): 1
Zadejte parametr pro webových stránky (1 - Přehledné, 2 - Nepřehledné, 3 - Nedisponuje): 1
Zadejte číslo pro flexibilitu služeb (1 - Velmi dobrá, 2 - Dobrá, 3 - Špatná, 4 - Velmi špatná): 1
Zadejte parametr pro pronájem zařízení // vzorky materiálu (1 - Ano, 2 - Ne): 1
Výsledek 1.297255e+00
Výsledek je po zaokrouhlení 1.300000e+00
Vyhovující dodavatel

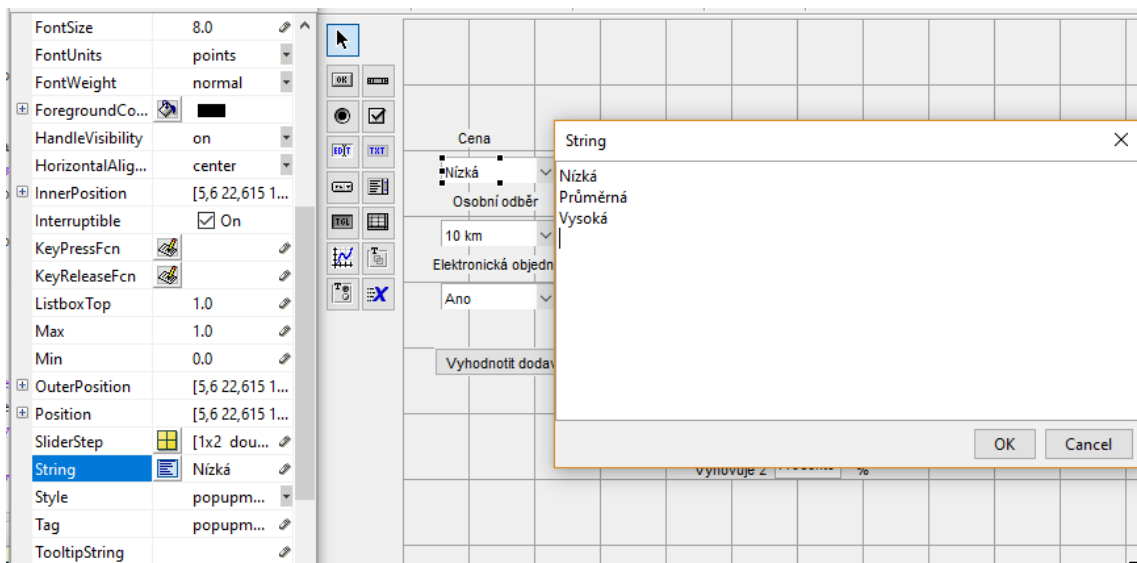
```

Obrázek 37: Příklad dotazování Feron, a.s.

Pro přehlednější práci s modelem byl ještě vytvořen **zadávací formulář** pomocí **grafického nástroje GUIDE**. Práce v tomto programu byla značně jednodušší v porovnání s vyvojářským prostředím Excelu, VBA. GUIDE (vývojové prostředí GUI) poskytuje nástroje pro návrh uživatelských rozhraní pro vlastní aplikace. Pomocí nástroje

GUIDE Layout Editor lze graficky navrhnout uživatelské rozhraní. GUIDE pak automaticky vygeneruje kód MATLAB pro konstrukci uživatelského rozhraní, který lze upravit tak, aby naprogramoval chování aplikace, tedy fuzzy modelů.

Jako prvky vyhodnocovacího formuláře byly použity objekty *Pop-up Menu*, *Static Text*, *Edit Text* a *Push Button*. Hodnoty vysouvacího menu lze jednoduše vložit do textového pole a prvky formuláře následně označit pod záložkou *tag*, pro snazší identifikaci ve vygenerovaném kódu.



Obrázek 38: Úprava objektů GUIDE

K takto vygenerovanému kódu formuláře bylo nutné přidat již definovanou fuzzy strukturu. Byly využity funkce *readfis()*, jako v předchozím případě. Rozdíl byl pouze v ukládání prvků z formuláře do *n* rozměrného pole pomocí dostupné funkce *get()* a následné vyhodnocení znovu funkcí *evalfis()*.

```

%Financni
%Cena
financni(1)=get(handles.popupmenu1,'Value');
%Platba
financni(2)=get(handles.popupmenu2,'Value');
%Splatnost
financni(3)=get(handles.popupmenu3,'Value');

FinancniUkazatel=evalfis(financni, financni_ukazatele);

```

Obrázek 39: Načítání proměnných GUIDE

Celkové zhodnocení dodavatele probíhá znovu modelem *vyhodnoceni\_dodavatele.fis*. Výsledek je zobrazen pod záložkami jednotlivých bloků, které představují hodnotu generovanou fuzzy modelem (pro uživatele nepodstatná, ale pro přehlednost výsledků a vnitřní funkčnosti byla zachována). Dále byl tento výsledek převeden na procentní podíl dle minimálních a maximálních hodnot které může model nabývat.

Cena	Webové stránky	Balení	Splatnost
Nízká	Přehledné	Ano	do 14 dní
Osobní odběr	Šíře sortimentu	Flexibilita	Pronájem
10 km	Vysoká	Velmi dobré	Ano
Elektronická objednávka	Zboží na objednávku	Platba	Certifikac
Ano	do 7 dní	Hotovost, p...	Více certifik...

Vyhodnotit dodavatele	Vyhodnocení dodavatele	1.66259	Vyhovuje z	66.8704	%
	Finanční ukazatel	2	<b>Vyhovující dodavatel</b>		
	Ukazatel materiálu	1.29725			
	Osobní ukazatel	1.29725			

Obrázek 40: Formulář Matlab

## 4.5 Porovnání výsledků

Po vypracování nástrojů v programech Excel a Matlab přichází na řadu již zmiňované hodnocení konkrétních dodavatelů. Z uvedených popisů a informací na webových stránkách, popřípadě informací poskytnutých na základě komunikace se společností, byly jednotlivé atributy (stavové matice) nastaveny na následující hodnoty uvedené v tabulce.

Dále byla tato hodnocení zapsána do vyhodnocovacích nástrojů popsaných v předchozích kapitolách, pomocí stavových matic resp. hodnot definovaných ve fuzzy vstupech.

Tabulka 5: Atributy dodavatelů

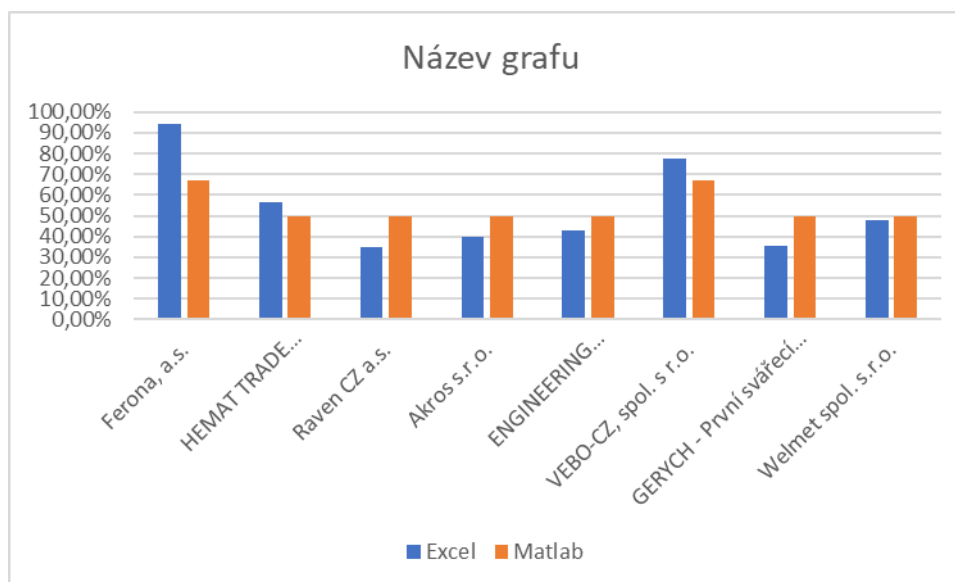
	Cenová nabídka	Osobní odběr	Elektronická objednávka	Webové stránky	Šíře a kvalita nabízeného sortimentu	Zboží na objednávku	Balení (dělení materiálu)	Flexibilita služeb, personál	Platba	Splatnost	Pronájem (zařízení), vzorky (materiálu)	Certifikace
<b>Ferona, a.s.</b>	Nízká	20 km	Ano	Přehledné	Vysoká	do 7 dní	Ano	Velmi dobré	Hotovost, převod, splátky	nad 30 dní	Ano	Více certifikátů (včetně ISO:9001)
<b>HEMAT TRADE OSTRAVA, a.s.</b>	Průměrná	30 km	Ne	Přehledné	Vyhovující	do 14 dní	Ano	Spíše špatné	Hotovost, převod	do 30 dní	Ne	Více certifikátů (včetně ISO:9001)
<b>Raven CZ a.s.</b>	Průměrná	30 km	Ne	Neřehledné	Vyhovující	nad 1 měsíc	Ne	Velmi dobré	Hotovost, převod, splátky	do 30 dní	Ne	Bez certifikátu (ISO:9001)
<b>Akros s.r.o.</b>	Vysoká	30 km	Ano	Přehledné	Vyhovující	do 1 měsíce	Ne	Dobré	Hotovost, převod	do 30 dní	Ne	ČSN EN ISO 9001:2001
<b>ENGINEERING OSTRAVA a.s.</b>	Průměrná	30 km	Ne	Neřehledné	Nízká	do 14 dní	Ne	Velmi dobré	Hotovost	do 30 dní	Ne	ČSN EN ISO 9001:2001
<b>VEBO-CZ, spol. s r.o.</b>	Průměrná	10 km	Ne	Přehledné	Vysoká	do 14 dní	Ne	Velmi dobré	Hotovost, převod, splátky	do 30 dní	Ano	Více certifikátů (včetně ISO:9001)
<b>Welmet spol. s.r.o.</b>	Průměrná	30 km	Ne	Neřehledné	Nízká	do 1 měsíce	Ne	Dobré	Hotovost	do 30 dní	Ne	ČSN EN ISO 9001:2001
<b>GERYCH - První svářecí s.r.o.</b>	Průměrná	30 km	Ne	Neřehledné	Vyhovující	do 7 dní	Ano	Dobré	Hotovost, převod	do 14 dní	Ano	Bez certifikátu (ISO:9001)

Další tabulky představují slovní ohodnocení jednotlivých dodavatelů pro Excel a Matlab.

Tabulka 6: Slovní hodnocení dodavatelů

	Excel	Matlab
<b>Ferona, a.s.</b>	Vyhovující dodavatel	Vyhovující dodavatel
<b>HEMAT TRADE OSTRAVA, a.s.</b>	Zvážit dodavatele	Zvážit dodavatele
<b>Raven CZ a.s.</b>	Zvážit dodavatele	Zvážit dodavatele
<b>Akros s.r.o.</b>	Zvážit dodavatele	Zvážit dodavatele
<b>ENGINEERING OSTRAVA a.s.</b>	Zvážit dodavatele	Zvážit dodavatele
<b>VEBO-CZ, spol. s r.o.</b>	Vyhovující dodavatel	Vyhovující dodavatel
<b>GERYCH - První svářecí s.r.o.</b>	Zvážit dodavatele	Zvážit dodavatele
<b>Welmet spol. s.r.o.</b>	Zvážit dodavatele	Zvážit dodavatele

Další graf zobrazuje procentní poměr těchto atributu k maximální a minimální hodnotě (nikoliv k 0). Graf zobrazuje také rozdíl mezi výsledkem získaným z nástroje v Matlabu a Excelu.



Graf 4: Procentní hodnocení dodavatelů

Na první pohled z grafu můžeme usoudit, že nástroj v Excelu dosahuje přesnějších hodnot a Matlab dosahuje pouze konkrétních hodnot pro jednotlivé slovní ohodnocení. Bohužel tento fakt byl zapříčiněn hlavně díky rozdělení atributu do 3 bloků a takto zpracovanému finálnímu zhodnocení (3 vstupy pro konečný vyhodnocovací blok). Nicméně po detailnějším prozkoumání jednotlivých bloků v nástroji Rules Viewer můžeme tyto hodnoty přenastavovat do zajímavějších souvislosti a zobrazovat tak další pravidla pro příslušnost atributu dodavatele. Jedná se tedy o fuzzy, model ve kterém atributy většinou nabývají pouze určité hodnoty.

Rozdíl mezi MS Excelem a nástrojem Matlab můžeme pozorovat hlavně v tom, že v Excelu je prováděno jen několik základních operací jako je sčítání, násobení a dělení. Matlab poté provádí složitější operace s využitím logických operátorů a matematických funkcí. Výsledky proto nejsou totožné.

Výsledek Matlabu závisí na mnoha aspektech, jako je počet vstupů, množství a typ použitých funkcí a korektně nastavená pravidla. Tento model byl ve výsledku zjednodušen tak aby a hodnocení bylo jasné pro uživatele. Ve statistickém programu R<sup>6</sup> jsem dále vypočítal pomocí funkce *expand.grid()*, že při použití pouze jednoho výstupu by bylo třeba definovat až 364 915 pravidel (kombinace všech možných vstupů).

Jak je vidět ohodnocení *Vyhovující dodavatel*, dosáhly pouze společnosti Ferona a.s. a Vebo s.r.o. Společnost Ferona a.s. již dlouhodobě působí v tomto odvětví a také je vyhledávaným dodavatelem hutnických materiálů v kraji. Společnost by se měla zaměřit na dlouhodobou spolupráci s těmito dodavateli a posílit vztahy v tomto směru.

Pro objektivnější vyhodnocování dodavatelů bylo společnosti doporučeno dotazníkové setření atributu vstupujících do těchto modelů. Takto zpracované hodnocení představuje pouze preference vymezeného okruhu vedoucích pracovníků.

Pro efektivnější zpracování fuzzy modelu by dále firma měla udržovat tyto výsledky v evidenci a tuto databázi pravidelně aktualizovat dle harmonogramu pravidelně prováděného průzkumu potencionálních dodavatelů. Při přijetí dodavatele by společnost v databázi mohla uschovávat další parametr a to *zkušenosti*, dle kterého by opětovné hodnocení dodavatele (můžou často měnit sortiment, služby a další parametry modelu)

---

<sup>6</sup> R je programovací jazyk a prostředí určené pro statistickou analýzu dat a jejich grafické zobrazení.

bylo zásadně snazší. Tyto činnosti by společnosti měly zajistit efektivní řízení dodavatelského řetězce, s minimem vložených nákladů na tyto procesy.

K výše uvedenému by se ve firmě mohl využívat vhodný softwarový nástroj pro hodnocení. V předchozích kapitolách bylo uvedeno řešení s využitím běžného kancelářského programu a také pokročilého matematického softwaru.

Každý z nástrojů má své výhody, dovoluji si říci, že pro uživatele je přívětivější řešení v MS Excel hlavně díky jednoduchému ovládaní a transparentnosti funkci, jež jsou rozepsaná na jednotlivých listech sešitů. Dále je vyhotoven zadávací formulář, pomocí kterého je zpracování hodnocení takřka bez problémů. Většina podniků disponuje tímto či podobným kancelářským balíkem, a tedy další zpracovávání hodnocení (jako třeba: tisk, prezentace atd.) nepředstavuje větší zátěž.

Matlab s Fuzzy Logic Toolbox, byl tedy upraven do podoby uživatelsky přívětivé, nicméně tento fakt způsobil okleštění jeho funkčnosti. Po bližším pozorování chování jednotlivých bloku anebo při lepším definování pravidel (tedy vstupu), můžeme říci, že je vypočet mnohem přesnější a disponuje zajímavými grafickými nástroj. Z pohledu uživatele však tento nástroj nenachází přijatelné využití, hlavně kvůli náročnosti na software, a především je pak jeho grafické rozhraní plné chyb a nedokonalosti z pohledu využití pro tento konkrétní druh problémů.

Po přihlédnutí na možnosti společnosti a schopnosti lidí, kteří jsou zde zaměstnaní, je třeba konstatovat že právě Excel je vhodným řešením těchto rozhodovacích problémů.

# ZÁVĚR

V podnikatelském procesu existuje několik zásadních procesů, které mají vliv na celkový prospěch podnikání. Úspěšnost v současné době závisí hlavně na kvalitě poskytovaných služeb a produktu. Kvalita těchto produktů poté závisí na surovinách, které jsou využity pro tyto procesy. Identifikace a výběr vhodného dodavatele materiálů je tedy významným krokem v řízení odběratelskou-dodavatelských vztahů, a závisí na ní celková úspěšnost podniku. V různých oborech se na trhu pohybuje obrovské množství výrobních podniků, které se zabývají distribucí vlastního materiálů, či také podniků, které se čistě zabývají nákupem a distribucí těchto výrobků.

Diplomová práce se zaměřuje na identifikaci potenciálních dodavatelů pro společnost Turňa s.r.o., která dosahuje více než uspokojivých výsledků ve svém oboru podnikání, avšak příliv dodavatelů v kraji je opravdu obrovský a je třeba neustále sledovat trendy či využití potenciálních příležitostí, které tento řetězec nabízí. Pro zjednodušení tohoto procesu byly v práci zhotoveny rozhodovací nástroje v prostředích MS Excel a MathWorks Matlab.

V první části práce byla vysvětlena teoretická východiska, díky kterým bylo možné zpracovat praktickou část. Byla popsána fuzzy logika, neuronové sítě a expertní systémy. K těmto pojmům byly také nastíněny současné trendy a metody využití.

Po teoretické části následovala praktická část práce, ve které bylo nejprve popsáno prostředí firmy, předmět podnikání, statistiky z oboru podnikání, finanční zdraví podniku, a hlavně současné metody rozhodování v podniku. Z těchto údajů byly následně identifikovány problémy v, i když na první pohled bezproblémovém, řízení dodavatelského řetězce. Dále navazovalo představení současných i potenciálních dodavatelů a popis jednotlivých atributů využitých ve vyhodnocovacích modelech.

V části vlastního návrhu řešení byl představen způsob sestavení rozhodovacích nástrojů, vždy nejprve z pohledu funkcionality a poté grafického rozhraní. Další část představovala již ohodnocení vybraných dodavatelů, pomocí předem určených atributů. Použitím fuzzy modelu a exceletem navržených funkcí bylo zjištěno kteří dodavatele jsou optimální pro společnost a kteří nikoliv. Výsledky tohoto zhodnocení následně vypovídaly o tom, že

firma již dlouhodobě spolupracuje s vhodnými dodavateli a potenciální zvolené společnosti dosahovaly horších výsledků než již osvědčené firmy. Toto však není důvodem pro aplikování obecně využívaných rozhodovacích procesů, a proto byly dále navrženy opatření, jak by mohlo v budoucnu probíhat stanovené výběrové řízení pro potenciální dodavatele.

Domnívám se že veškeré stanovené cíle této práce jsou splněny a výsledky sestrojených rozhodovacích modelů poskytují důvěryhodná data pro stanovené vstupy. Doufám že tyto nástroje dále upravené vzhledem k navrženým opatřením, bude společnost využívat k výběru potenciálního dodavatele, a tedy neustálému zkvalitňování poskytovaných služeb.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] DOSTÁL, Petr a Karel RAIS. *Operační a systémová analýza II*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2005. ISBN 80-214-2803-1.
- [2] ŠTÝBNAROVÁ, Libuše. Expertní systémy. [online]. 2002 [cit. 2016-12-28]. Dostupné z: [ui.fpf.slu.cz/znalostni\\_a\\_expertni\\_systemy](http://ui.fpf.slu.cz/znalostni_a_expertni_systemy)
- [3] JURA, Pavel. *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Nakladatelství VUTIUM, 2003. ISBN 80-214-2261-0.
- [4] BISKUP, Roman. *Možnosti neuronových sítí*. Praha, 2009. Dizertační práce.
- [5] Umělá inteligence – význam – IT Slovník [online]. Dostupné z: [it-slovník.cz/pojem/umela-inteligence](http://it-slovník.cz/pojem/umela-inteligence)
- [6] KŘEMEN, Jaromír. *Notes on Vagueness of Knowledge: Fuzzy Tools*In: *Acta Polytechnica*, Vol. 39, No 4. CTU Prague, 1999. ISSN 1805-2363.
- [7] DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2008. ISBN 978-80-7204-605-8.
- [8] DOSTÁL, Petr. *Advanced Economic Analyses*. Brno: CERM, 2008. 80 s. ISBN 978-80-214-3564-3.
- [9] *Fuzzy logika* [online]. [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: [is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=21852](http://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=21852)
- [10] KILIÇ, Hüseyin. *Supplier Selection Application Based on a Fuzzy Multiple Criteria Decision Making Methodology* [online]. Marmara, 2012 [cit. 2017-04-05]. Dostupné z: [www.ajit-e.org/?menu=pages&p=details\\_of\\_article&id=37](http://www.ajit-e.org/?menu=pages&p=details_of_article&id=37). Marmara University.
- [11] SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.
- [12] SHAHARIZ, Abdul Aziz a Parthiban JEYAKODY. *Fuzzy Rules & Fuzzy Control* [online]. In: . [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: [https://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise\\_96/journal/vol4/sbaa/report.html](https://www.doc.ic.ac.uk/~nd/surprise_96/journal/vol4/sbaa/report.html)
- [13] POKORNÝ, Tomáš. *Využití teorie fuzzy množin a jejich rozšíření v metodě TOPSIS*. Praha, 2016. Vysoká škola ekonomická v Praze. Vedoucí práce Prof. Ing. Josef Jablonský, CSc.
- [14] *Výhody MATLABu* [online]. 2017 [cit. 2017-03-25]. Dostupné z: [www.myartve.net/vyhody-matlabu/](http://www.myartve.net/vyhody-matlabu/)

- [15] *MATLAB & Simulink* [online]. 2017 [cit. 2017-05-10]. Dostupné z: [www.humusoft.cz/matlab/fuzzy-logic/](http://www.humusoft.cz/matlab/fuzzy-logic/)
- [16] Ministerstvo průmyslu a obchodu. *Panorama zpracovatelskeho prumyslu* [online]. 2015 [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: [www.mpo.cz](http://www.mpo.cz)
- [17] Fuzzy Lookup Add-In for Excel. *Microsoft* [online]. [cit. 2017-01-25]. Dostupné z: [docs.microsoft.com/en-us/sql/integration-services/data-flow/transformations/fuzzy-lookup-transformation](https://docs.microsoft.com/en-us/sql/integration-services/data-flow/transformations/fuzzy-lookup-transformation)
- [18] Create Apps with Graphical User Interfaces in MATLAB. *MathWorks* [online]. [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: [www.mathworks.com/discovery/matlab-gui.html](http://www.mathworks.com/discovery/matlab-gui.html)
- [19] *Expertní systémy* [online]. 2011 [cit. 2017-02-02]. Dostupné z: [is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=21856](http://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=21856)
- [20] CIVÍN, Lukáš. *S neuronovou sítí na data mining* [online]. In: . [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: [businessworld.cz/aktuality/s-neuronovou-siti-na-data-mining-3424](http://businessworld.cz/aktuality/s-neuronovou-siti-na-data-mining-3424)
- [21] KOVÁŘÍK, Martin. *Počítačové zpracování dat v programu MATLAB*. Bučovice: Martin Stříž, 2008-. ISBN 978-80-87106-09-9.
- [22] *Ferona, a.s. - Velkoobchod hutním materiálem* [online]. [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: [www.ferona.cz/](http://www.ferona.cz/)
- [23] *Hemat Trade Ostrava* [online]. [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: [www.hemat.cz](http://www.hemat.cz)
- [24] *RAVEN CZ a.s.* [online]. [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: [www.ravencz.cz](http://www.ravencz.cz)
- [25] *Akros: Kvalitní nerezové materiály na prodej* [online]. [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: [www.akros.cz](http://www.akros.cz)
- [26] *ENGINEERING Ostrava: Hutní materiál, kruhové tyče válcované* [online]. [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: [www.eng-ova.cz](http://www.eng-ova.cz)
- [27] *VEBO-CZ* [online]. [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: [www.vebo.cz](http://www.vebo.cz)
- [28] *WELMET - vše pro svařování a pájení* [online]. [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: [www.welmet.cz](http://www.welmet.cz)
- [29] *Gerych - První svářeč s.r.o.* [online]. [cit. 2017-05-25]. Dostupné z: [www.gerych.cz](http://www.gerych.cz)
- [30] *Expertní systémy pro podporu konstrukčních prací ve strojírenství*. Praha: Dům techniky ČSVTS, 1988.
- [31] SEO, Fumiko a Masatoshi SAKAWA. *Fuzzy multiattribute utility analysis for collective choice*. Laxenburg: International Institute for Applied Systems Analysis, 1987.

## SEZNAM OBÁZKŮ

Obrázek 1: Funlce členství [7].....	14
Obrázek 2: Funlce členství [7].....	14
Obrázek 1: Funlce členství [7].....	14
Obrázek 2: Funlce členství [7].....	14
Obrázek 3: Sčítání, odečítání, násobení [7] .....	15
Obrázek 4: Fuzzy množiny [7] .....	15
Obrázek 5: Fuzzy doplněk [7] .....	16
Obrázek 6: Fuzzy průnik [7].....	16
Obrázek 7: Fuzzy sjednocení [7] .....	17
Obrázek 8: Postup zpracování [9].....	18
Obrázek 9: Příklady tvarů členských funkci [7] .....	18
Obrázek 10: Diskretní funkce [9] .....	20
Obrázek 11: Spojitá funkce [9].....	20
Obrázek 12: Blokový diagram systému s fuzzy logikou .....	21
Obrázek 13: Feron [22] .....	45
Obrázek 14: Hemat Trade [23] .....	46
Obrázek 15: Raven [24].....	47
Obrázek 16: Akros [25] .....	48
Obrázek 17: Engeneering [26].....	49
Obrázek 18: Vebo [27] .....	50
Obrázek 19: Welmet [28] .....	50
Obrázek 20: Gerych [29] .....	51
Obrázek 21: Transformační matice VBA .....	58
Obrázek 22: Váha kritéria VBA .....	59
Obrázek 23: Stavová matice VBA.....	59
Obrázek 24: Skalární součin VBA [Zdroj: vlastní zpracování].....	59
Obrázek 25: Formulář VBA .....	60
Obrázek 26: Nastavení bloku.....	63
Obrázek 27: Nastavení vstupu .....	64
Obrázek 28: Nastavení pravidel.....	65

Obrázek 29: Rules Viewer .....	65
Obrázek 30: Pravidla v kódu .....	66
Obrázek 31: Surface Viewer .....	67
Obrázek 32: Načtení modelů .....	67
Obrázek 33:Kód dotazování .....	68
Obrázek 34: Vyhodnocení modelu .....	68
Obrázek 35: Příklad dotazování Feron, a.s. ....	68
Obrázek 36: Úprava objektů GUIDE.....	69
Obrázek 37: Načítání proměnných GUIDE.....	70
Obrázek 38: Formulář Matlab.....	70

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Popis transformační matice .....	55
Tabulka 2: Transformační matice A .....	56
Tabulka 3: Váhy kritérií.....	56
Tabulka 4: Retransformační matice .....	58
Tabulka 5: Atributy dodavatelů .....	72
Tabulka 6: Slovní hodnocení dodavatelů.....	73

## SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Rozložení průmyslu v Moravskoslezském kraji [16].....	40
Graf 2: Vývoj výnosů a nákladů .....	42
Graf 3: Propojení bloků .....	62
Graf 4: Procentní hodnocení dodavatelů .....	73