



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV MANAGEMENTU**

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
INSTITUT OF MANAGEMENT

APLIKACE FUZZY LOGIKY PŘI HODNOCENÍ DODAVATELŮ FIRMY

THE APPLICATION OF FUZZY LOGIC FOR RATING OF SUPPLIERS FOR THE FIRM

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. VÁCLAV ADAMEC

VEDOUČÍ PRÁCE
SUPERVISOR

PROF. ING. PETR DOSTÁL, CSC.

BRNO 2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Václav Adamec

Řízení a ekonomika podniku (6208T097)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

Aplikace fuzzy logiky při hodnocení dodavatelů firmy

v anglickém jazyce:

The Application of Fuzzy Logic for Rating of Suppliers for the Firm

Pokyny pro vypracování:

Úvod
Vymezení problému a cíle práce
Teoretická východiska práce
Analýza problému a současné situace
Vlastní návrhy řešení, přínos návrhů řešení
Závěr
Seznam použité literatury
Přílohy


Seznam odborné literatury:

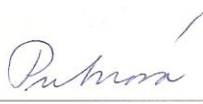
- ALIEV, A., ALIEV, R. Soft Computing and Its Applications. World Scientific Pub. Ltd, 2002. 444 s. ISBN 981-02-4700-1.
- DOSTÁL, P. Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě. 1. vyd. Brno: CERM, 2008. 340 s. ISBN 978-80-7204-605-8.
- DOSTÁL, P. Advanced Decision Making in Business and Public Services. Brno : CERM, 2011. 168 s., ISBN 978-80-7204-747-5.
- HANSELMAN, D., LITTLEFIELD, B. Mastering MATLAB7. Pearson Education International Ltd., 2005. 852 s. ISBN 0-13-185714-2.
- KLIR, G.J., YUAN, B. Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Theory and Applications. Prentice Hall, New Jersey, 1995. 279 s. ISBN 0-13-101171-5.
- MAŘÍK, V., ŠTĚPÁNKOVÁ, O., LAŽANSKÝ, J. Umělá inteligence. ACADEMIA, 2003. 1440 s. ISBN 80-200-0502-1.
- THE MATHWORKS. MATLAB – Fuzzy logic Toolbox - User's Guide. The MathWorks, Inc. 2010.

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2011/12.




PhDr. Martina Rašticová, Ph.D.
Ředitel ústavu


doc. RNDr. Anna Putnová, Ph.D., MBA
Děkanka

V Brně, dne 23.3.2012

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá využitím moderních metod analýz a modelování pro výběr optimálního dodavatele. V práci je využito teorie fuzzy logiky.

Základem práce je vytvoření nástroje, který pomůže vybrat nejvhodnějšího dodavatele stavebních prací, pro přestavbu bývalého železničního svršku na cyklostezku. Tato práce mohla vzniknout díky datům, poskytnutým Městským úřadem v Zábřehu.

Abstract

This thesis deals with the use of modern methods of analysis and modeling for the selection of optimal suppliers. This work used the theory of fuzzy logic.

The basis of the work is to create tools that help you select the best supplier works for redevelopment of the former railway superstructure on the bike path. This work could arise due to data provided by the Municipal Authorities in Zábřeh.

Klíčová slova

Fuzzy logika, Matlab, model, analýza, výběr, hodnocení, dodavatelé stavebních prací, Microsoft Excel.

Key words

Fuzzy logic, Matlab, model, analysis, selection, rating, building works suppliers, Microsoft Excel

Bibliografická citace

ADAMEC, V. *Aplikace fuzzy logiky při hodnocení dodavatelů firmy*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 89 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Petr Dostál, CSc..

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně na základě uvedené literatury a pod vedením vedoucího práce. 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.....

.....

podpis

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval zejména vedoucímu práce, panu prof. Ing. Petru Dostálovi, CSc. za jeho odborné vedení, konzultace a čas, který věnoval mně i mé diplomové práci a zaměstnancům Městského úřadu v Zábřehu za poskytnutí dat, potřebných pro zpracování této práce.

Obsah

ÚVOD	12
1. Vymezení problému a cíle práce	13
2. Teoretická východiska práce	14
2.1. Expertní systémy	14
2.1.1. Heuristika	15
2.1.2. Výhody a nevýhody expertních systémů	15
2.1.3. Rozhodování v podmínkách neurčitosti	16
2.2. Neuronové sítě	17
2.2.1. Tvorba systému s neuronovou sítí	17
2.3. Fuzzy logika	18
2.3.1. Princip inkompatibility	19
2.4. Tvorba systému užitím fuzzy logiky	20
2.4.1. Fuzzifikace	20
2.4.2. Fuzzy inference	22
2.4.3. Defuzzifikace	23
2.5. Aplikace fuzzy logiky	24
2.5.1. Řízení podniku	24
2.5.2. Ekonomie	24
2.5.3. Elektrotechnika	25
2.5.4. Příklady praktického použití fuzzy logiky	26
2.6. Matlab	26
2.6.1. Toolbox Fuzzy Logic	28
2.7. MS Excel	30
3. Analýza problému a situace	31
3.1. Informace o zadavateli	33

3.2.	Rozsah dodavatelských prací a požadavky na dodavatele	34
3.2.	Současná metoda hodnocení dodavatelů.....	36
3.3.	Nevýhody současného způsobu hodnocení.....	36
3.4.	Výběr vhodné metody hodnocení dodavatelů.....	37
3.5.	Základní údaje o přihlášených firmách	38
3.6.	Nabídky přihlášených firem	49
4.	Návrh modelu hodnocení dodavatelů pomocí programu MS Excel.....	51
4.1.	Postup zpracování modelu hodnocení dodavatelů prostřednictvím programu MS Excel.....	51
4.1.1.	ALPINE Bau CZ, s. r. o.....	57
4.1.2.	FIRESTA-Fišer, rekonstrukce, stavby a.s.	58
4.1.3.	Chládek a Tintěra, Pardubice a.s.	59
4.1.4.	KARETA s.r.o.	60
4.1.5.	Mostní a pozemní stavby s.r.o.	61
4.1.6.	M-SILNICE a.s., odštěpný závod VÝCHOD.....	62
4.1.7.	Pražské silniční a vodohospodářské stavby, a.s.....	63
4.1.8.	SART – stavby a rekonstrukce a.s.	64
4.1.9.	STRABAG a.s., odštěpný závod Ostrava	65
4.1.10.	Swietelsky stavební s.r.o.....	66
4.1.11.	TORAMOS, s.r.o.	67
4.2.	Srovnání a vyhodnocení nabídek	68
5.	Návrh modelu hodnocení dodavatelů pomocí programu Matlab	71
5.1.	Vstupy	72
5.1.1.	Cena	72
5.1.2.	Výstavba	73
5.1.3.	Záruka	73

5.1.4. Smluvní pokuty.....	74
5.1.5. Harmonogram	75
5.1.6. Zádržné	76
5.2. Výstupy	77
5.3. Vyhodnocení dodavatelů pomocí Fuzzy logic Toolbox	77
5.4. Porovnání a vyhodnocení nabídek	79
6. Závěr	82
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	85
Odborná literatura:	85
Internetové zdroje:	86
Seznam obrázků	88
Seznam tabulek	89
Seznam grafů	90
Seznam příloh	90
Příloha I – položkový rozpočet	91
Příloha II. – rekapitulace rozpočtu.....	97

ÚVOD

V dnešní době počítače zasahují do všech sfér běžného života a jsou to právě ony, kdo lidem umožňují rychlejší a přesnější zpracování dat. Díky jejich použití vznikají nové metody zpracování dat a původní se inovují. Tyto metody umožňují řešení složitých úloh, které se vyskytují v komplikovaném a turbulentním prostředí okolního světa. Díky jejich využitelnosti jsou často používány v podnikatelské sféře na všech úrovních řízení.

V posledních letech dochází ve světě k obrovskému rozvoji metod umělé inteligence a jejich zavádění do praxe. Jde především o neuronové sítě, expertní systémy, genetické programování a dolování informací, kdy se většina provádí pomocí počítačů. Tyto metody jsou používány k modelování a simulaci chování systémů a předpovědi jejich dalšího vývoje, kdy metody používají inteligentní projevy známé člověku, jsou to učení, řešení problému na základě samostatného rozhodování, uvažování a porozumění jazyku. Při modelování je využito systémového přístupu a také faktu, že chováním jednotlivců se dá vysvětlit i chování celého systému.

Použití metod umělé inteligence v praxi je velmi široké. S různými formami umělé inteligence se setkáme prakticky všude. Umělá inteligence je součástí her, počítačového vidění, které se snaží napodobit lidské vidění, porozumění přirozenému jazyku na základě databáze textů a můžeme ji nalézt i u platebních karet s mikročipem atd.

Metody umělé inteligence lze využít při výběrech optimálních služeb, výrobků nebo dodavatelů. Využití těchto metod může ve výsledku ušetřit nemalé peníze a zajistit beztréstnost při obhajování konečného řešení. Zde stojí za zmínku tzv. „karlovarská losovačka“¹, kdy byla vedení města udělena pokuta za netransparentní postup při zadávání veřejných zakázek. Díky tomuto postupu nebyla s největší pravděpodobností vybrána nejvýhodnější nabídka, kterou mohlo město získat například právě použitím metod umělé inteligence.

¹ <http://zpravy.ihned.cz/cesko/c1-46486000-slavna-karlovarska-losovacka-pokuta-pul-milionu-definitivne-plati>

1. Vymezení problému a cíle práce

Cílem této diplomové práce je využití získaných znalostí pokročilých metod analýz a modelování, tedy metod využívajících výpočetní techniku a nástroje umělé inteligence, a jejich aplikace při řešení problému výběru dodavatele stavby, v tomto případě při výstavbě cyklostezky na bývalém železničním tělese.

Prvním krokem bude popsání teoretických východisek a analýza současného stavu. Pro analýzu bude využita projektová dokumentace pro stavební povolení, jejíž součástí je i celkový rozpočet projektu. Po analýze následuje představení přihlášených dodavatelů stavebních prací.

Dále bude zapotřebí určit hodnotící kritéria a jejich varianty. Jednotlivé varianty budou ohodnoceny body a váhami podle jejich vhodnosti a důležitosti, následně bude provedeno jejich srovnání a celkové vyhodnocení. Veškeré údaje budou zpracovány v programech Microsoft Excel a Matlab. Z moderních metod zde bude využito fuzzy logiky.

Na základě získaných výsledků bude možné následně zhodnotit, zda Městský úřad vybral pro realizaci daného projektu nejvhodnějšího dodavatele.

2. Teoretická východiska práce

2.1. 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, s. 50)

„Expertní systémy jsou založeny na myšlence převzetí znalostí od experta a jejich uložení do paměti tak, aby je mohl využívat program s podobným výsledkem, jakého by dosáhl „živý“ expert.“ (11, s. 50)

Velkou předností expertních systémů je schopnost pracovat s velkým objemem dat a jejich nejednoznačností.

„Činnost člověka (experta) má často podobu dialogu s klientem. Expert klade otázky a klient poskytuje data o řešeném případě. Těchto dat tak využívá expert k upřesňování svých představ o řešení případu a též k nalezení nové vhodné otázky. Znalosti, které expert používá, jsou často neurčité, neurčitost vyplývá z jejich podstaty (jsou to obvykle zkušenosti experta z řešení obdobných případů, atd.). Data, která klient expertovi poskytuje, také obsahují neurčitost, která je způsobena různými vlivy (subjektivními názory klienta, malá informovanost, atd.).“ (11, s. 50)

2.1.1. 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.“ (11, s. 50)

2.1.2. Výhody a nevýhody expertních systémů

Za hlavní výhody expertních systémů lze dle (27) považovat:

- Poskytují stále stejné výsledky, mohou pracovat 24 hodin denně, nemusí si brát dovolenou, nedají výpověď. Rozhodování expertního systému neovlivňuje únava, časový stres a jiné faktory.
- Dokáží svůj výrok jednoznačně zdůvodnit.
- Pokud je potřeba více expertů, stačí je pouze kopírovat.

Mezi nevýhody expertních systémů pak dle (27) patří především:

- Člověk - expert v dané oblasti nedokáže své vědomosti expertnímu systému předat přímo, ale je odkázaný na prostředníka – expertního inženýra.
- Člověk - expert obvykle nedokáže podrobně popsat všechny aspekty, které se podílí na jeho rozhodnutí.

- Člověk - expert provádí svá rozhodnutí také tak, že je nedokáže nijak přesně zdůvodnit. Jednoduše proto, že nezná, nebo zapomněl zdroj svého poznání a tvrdí: „Nevím, ale vždycky to dělám tak a všichni to tak v tomto případě dělají.“
- Člověk - expert má další vlastnosti, které do expertního systému nelze vůbec promítnout – tzv. selský rozum, 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.

2.1.3. 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.“ (11, s. 51)

Neurčitost lze dělit na *vynucenou*, která je zapříčiněna nepřesností a nejednoznačností vstupních dat, a na *volitelnou*, kdy je s vědomím uživatele použito méně přesných informací. Důvodem pro redukci nadbytečných informací bývá snaha o nižší složitost a vyšší přehlednost modelovaného systému a získání dostatečné úrovně informací pro řešení dané úlohy.

2.2. Neuronové sítě

Neuronové sítě dle (3) nedokonale modelují proces myšlení probíhající v mozku, přičemž jejich vnitřní struktura pracuje jako „černá skříňka“, což znamená, že ji nelze detailně znát. 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 (weights). Odečítá se prahová hodnota (treshold) a aktivační funkcí (activation function) se signál transformuje na výstupní signál, který je předán následujícím neuronům.“ (3, s. 43)

Neuronové sítě je dle (3) 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.

2.2.1. Tvorba systému s neuronovou sítí

Tvorba systému s neuronovou sítí vyžaduje dle (13) tři základní kroky:

- *Sběr a poskytnutí dat* – data musí být přesná (odpovídající realitě), dále relevantní a v dostatečném množství, aby bylo možné identifikovat trendy.
- *Návrh architektury sítě ve vazbě k řešenému problému* – je důležité vhodně určit typ architektury sítě, dále počet neuronů, skrytých vrstev a nastavení počátečních vah na vhodná čísla. Vzhledem k tomu, že vnitřní struktura neuronové sítě pracuje jako „černá skříňka“ záleží jak na zkušenostech řešitele,

tak na štěstí, zda bude síť dosahovat požadovaných výsledků. V případě, že se tak nestane, je síť třeba dále ladit.

- *Učení, validace a testování navržené sítě* – učících algoritmů existuje celá řada. Validací je chápáno zjištění, zda je síť již dostatečně naučena a testování následně provede kontrolu sítě, aby nenastala situace, při níž bude uživatel nucen provádět důležitá rozhodnutí na základě nepřesných údajů.

2.3. Fuzzy logika

Fuzzy logika je dle (35) matematická větev, která dementuje tradiční předpoklad, že všechno v celkové oblasti úvah patří k dané oblasti úvah nebo nepatří. Je nutno ji chápat jako druh logiky, která rozeznává více než jen jednoduše pravdivé a nepravdivé hodnoty. Pomocí fuzzy logiky mohou být problémy prezentovány se stupni pravdivosti a nepravdivosti. Tato teorie určuje, „jak mnoho“ prvek do množiny patří nebo ne. Fuzzy logika pracuje dle (35) s mírou členství, což demonstruje skutečnou realitu mnohem lépe. Fuzzy logika tedy měří jistotu nebo nejistotu příslušnosti prvku k množině. Například tvrzení, že dnes je slunečno, by mohlo být 100% pravdivé, jestliže nejsou žádné mraky. Z 80% pravdivé, jestliže je pár mraků a z 50% pravdivé, jestliže je polojasno a z 0% pravdivé, jestliže celý den prší. Fuzzy logika se ukázala být použitelná především v expertních systémech a dalších aplikacích umělé inteligence. [35]

„Při matematickém modelování se často setkáváme se dvěma velmi nepříjemnými překážkami. Na jedné straně to je přílišná složitost reality, která způsobuje, že buď nejsme matematický model vůbec schopni sestavit, nebo je tak složitý, že je nepoužitelný. Na druhé straně to je neurčitost, která je způsobena naší neschopností přesně definovat realitu a přesně definovat instrumentální pojmy. Při použití přirozeného jazyka tato neurčitost není překážkou, neboť jeho nejdůležitější vlastností je vágnost jeho sémantiky a schopnost s vágními pojmy pracovat.“ (10, s. 8)

2.3.1. Princip inkompatibility

„Roste-li složitost systému, klesá naše schopnost formulovat přesné a významné soudy o jeho chování, až je dosaženo hranice, za níž jsou přesnost a relevantnost prakticky vzájemně se vylučující charakteristiky.“ (L. A. Zadeh)

V klasické teorii množin lze určit, zda daný prvek do množiny patří nebo nepatří a míru jeho příslušnosti lze vyjádřit funkcí nabývající hodnot 0 nebo 1.

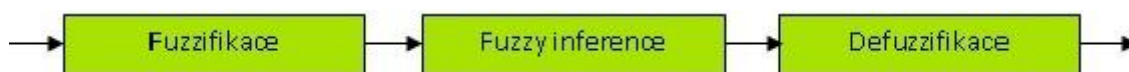
V roce 1965 publikoval Lotfali Askar-Zadeh článek, který zahájil mohutný rozvoj modifikované teorie množin, tzv. teorie fuzzy množin. Jedná se o prostředek, který umožňuje matematicky popsat nejasné nebo nejednoznačné pojmy a pracovat s nimi. Základním kamenem této teorie je pojem fuzzy množiny. Myšlenka fuzzy množin říká: „Nejsme-li schopni stanovit přesné hranice třídy určené vágním pojmem, nahradíme rozhodnutí o náležení či nenáležení daného prvku do ní mírou vybíranou z nějaké škály. Každý prvek bude mít přiřazenu míru vyjadřující jeho místo a roli v této třídě. Bude-li škála uspořádaná, pak menší míra bude vyjadřovat, že daný prvek je někde blíže k okraji třídy. Tuto míru nazveme stupněm příslušnosti prvku do dané třídy a třídu, v níž každý prvek je charakterizován stupněm příslušnosti do ní, nazveme fuzzy množinou. Lze také říci, že stupeň příslušnosti vyjadřuje stupeň našeho přesvědčení, že daný prvek patří do dané fuzzy množiny.“ (10, s. 29)

Fuzzy logika tedy měří jistotu nebo nejistotu příslušnosti prvku k množině.

2.4. Tvorba systému užitím fuzzy logiky

Tvorba systému s fuzzy logikou obsahuje dle (3) tři základní kroky:

- Fuzzifikaci
- Fuzzy inferenci
- Defuzzifikaci



Obrázek 1: Rozhodování řešené fuzzy zpracováním

2.4.1. Fuzzifikace

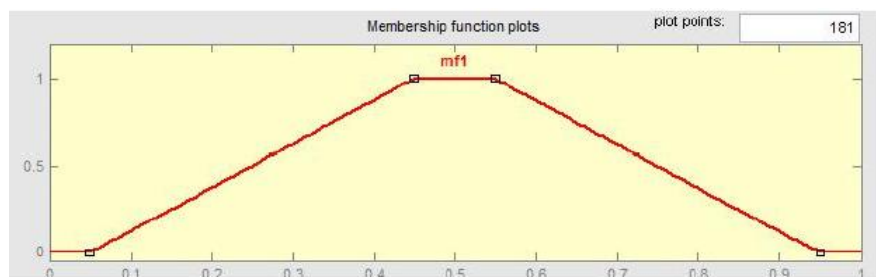
Prvním krokem je převedení číselných hodnot proměnných na jazykové proměnné. Definování jazykových proměnných vychází z lingvistické proměnné, například u proměnné nákupní cena televizoru lze volit následující atributy: podezřele nízká, nízká, ideální, vysoká, příliš vysoká, nepřijatelná cena.

Doporučuje se využití tří až sedmi atributů pro proměnnou. (3)

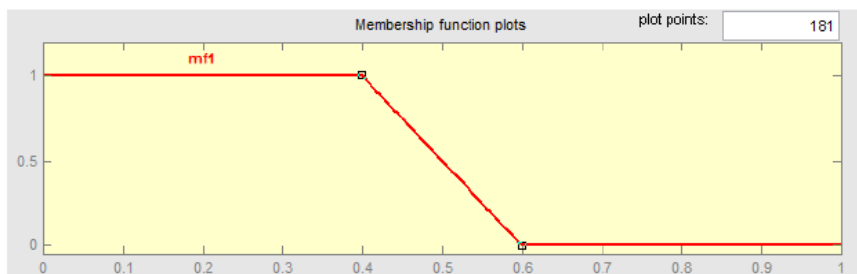
Stupeň členství atributů proměnné v množině je vyjadřován tzv. členskou funkcí. Existuje celá řada tvarů těchto členských funkcí, v praxi však našly dle (3) největší uplatnění následující typy:



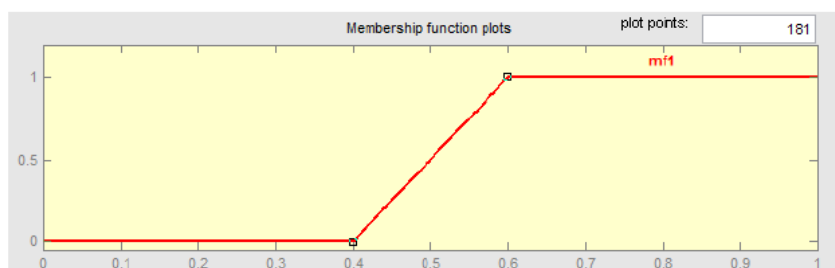
Obrázek 2: *Standardní funkce členství typu I*



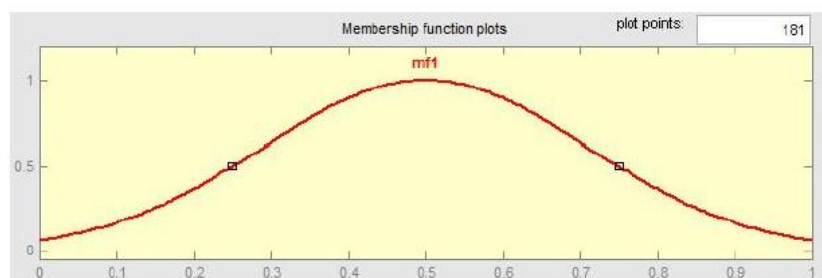
Obrázek 3: *Standardní funkce členství typu II*



Obrázek 4: *Standardní funkce členství typu Z*



Obrázek 5: *Standardní funkce členství typu S*



Obrázek 6: *Gaussova křivka*

Pro usnadnění výpočtu se využívá prvních čtyř funkcí, sestavených z lomených přímek Λ , Π , Z a S , reálné podoby však nejlépe vystihují funkce ve tvaru křivek (např. Gaussova křivka), které jsou bohužel pro výpočet obtížnější.

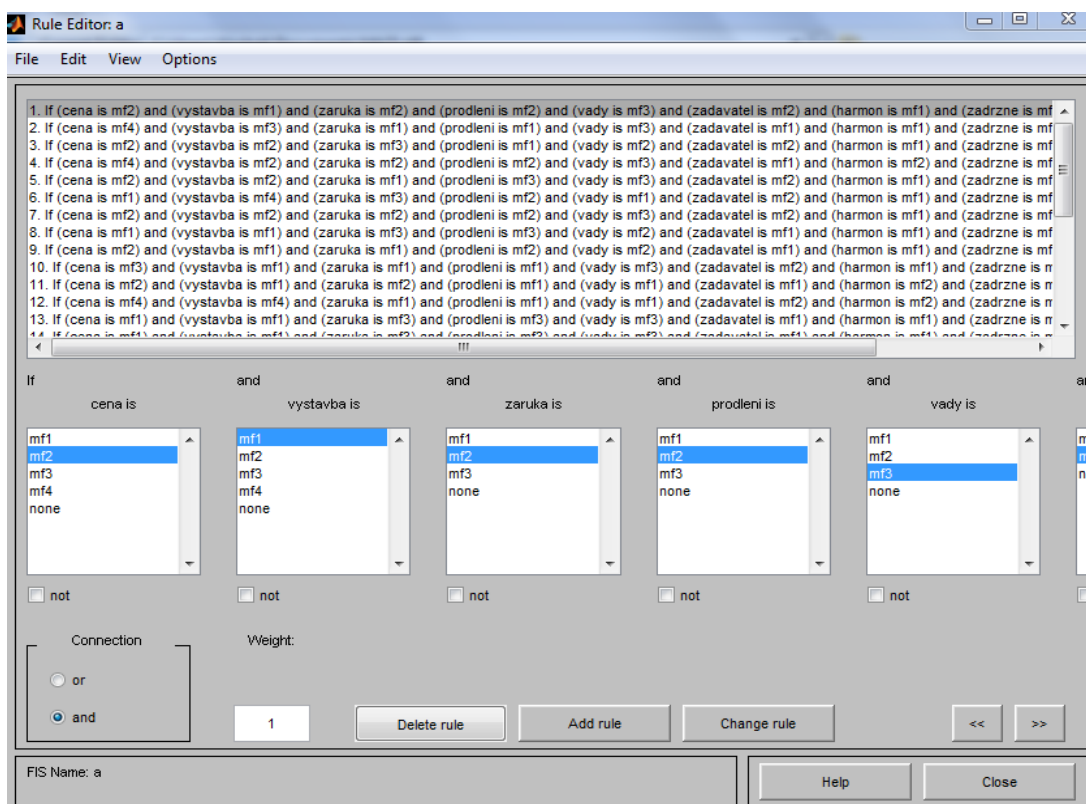
2.4.2. Fuzzy inference

Pomocí pravidel typu $\langle \text{If} \rangle$, $\langle \text{Then} \rangle$, $\langle \text{Or} \rangle$ uživatel nadefinuje chování systému. Prostřednictvím podmínkových vět systém následně vyhodnotí výsledný stav dané proměnné. Pro každé pravidlo je možno určit váhu, kterou lze v průběhu ladění systému měnit. Pravidla si tvoří uživatel sám. Výsledkem fuzzy inference je jazyková proměnná. V případě ceny, u níž mohou mít atributy hodnotu *podezřele nízká*, *nízká*, *ideální*,

vysoká, příliš vysoká, nepřijatelná cena apod., pak uživatel dostane výstup, zda produkt koupit. Odpovědí tedy může být *ano, ne* či *doporučení blíže se o produkt zajímat nebo sledovat prodejní cenu atd.*

Pravidla fuzzy inference jsou zapsána ve tvaru podmínkové věty:

< If > Input1 < And > Input2 ... < Or > Inputn ... < Then > Output1 < Weight > z



Obrázek 7: Fuzzy logika - pravidla

2.4.3. Defuzzifikace

Cílem defuzzifikace je dle (3) převedení fuzzy hodnoty výstupní proměnné tak, aby slovně co nejlépe reprezentovala výsledek fuzzy výpočtu.

2.5. Aplikace fuzzy logiky

2.5.1. Řízení podniku

Fuzzy logika je použitelná v různých oborech a na různých úrovních rozhodování nejen v oblasti řízení podniku.

Využití najde například při vyhodnocení rizik investic. Zde lze na základě dílčích rizik vyhodnocovat celkové riziko a rozhodovat, zda investici realizovat, či nikoli. Uvažuje-li uživatel dílčí rizika, jako politické, ekonomické, surovinové a prodejní, potom nastaví jednotlivé míry rizika v závislosti na oblasti a stupni rizika. Dalšími rozhodovacími procesy, v nichž může být fuzzy logika využita, jsou například: výběr bankovního produktu, výběr nemovitosti, výběr zaměstnance, určení bonity klienta např. při poskytování úvěru bankovními společnostmi, výběr nejvýhodnější hypotéky, volba nejvýhodnější investice atd.

2.5.2 Ekonomie

Fuzzy logika je vedle ostatních nástrojů hojně využívána v důležitých oblastech ekonomie jako například:

- *Predikce ekonomických časových řad.*
- *Predikce časových řad na kapitálových trzích* – na základě dosavadních průběhů obchodování s akcemi je možné zpracovávat a hodnotit informace a data z ekonomické a finanční oblasti (kurzy měn, ceny komodit atd.).
- *Data mining* – neboli „dolování z dat“. Data mining získává z dostupných informací skryté a potenciálně užitečné nové informace, díky nimž může podnik oslovit nové zákazníky a díky nim zvýšit zisk firmy..

2.5.3 Elektrotechnika

V oblasti elektrotechniky využívají fuzzy logiky i moderní technologie, jako jsou nejnovější pračky, které pracují právě na principu fuzzy logiky. Využívají stupeň průzračnosti vody v čase k určení toho, jak moc a jaký druh špíny je obsažen v prádle nebo se z něj uvolňuje. Získané informace používají k nastavení proměnných jako je délka praní a množství vody. V konečném důsledku tato technologie umožňuje uživateli vhodit prádlo do pračky, zmáčknout spínač a nechat pračku optimalizovat práci cyklus. Více sofistikované modely umí zpracovat také další proměnné, jako je prášek na praní a druh látky. Na základě učení je pračka schopna vytvořit následující pravidlo: „jestliže čas požadovaný obsluhou k praní je *dlouhý* a průzračnost vody je *dobrá*, potom doba praní by měla být *krátká*.“

Další užití fuzzy logiky lze najít u systémů automatického ostření kompaktních fotoaparátů. Problém většiny fotoaparátů s automatickým ostřením je, že fotoaparát ostří na jakýkoliv objekt a výsledná doba od zmáčknutí spouště po zachycení daného okamžiku je delší, než bez použití automatického ostření. Aplikace fuzzy logiky může v tomto případě znamenat mnohem kvalitnější, byť i laické snímky.

Fuzzy logika je využívána i v řídicí jednotce automatické převodovky automobilu. Při určování vhodného převodového stupně musí být vzato v úvahu mnoho faktorů, včetně rychlosti jízdy, rychlosti otáček motoru, polohy plynového pedálu a dalších vnějších proměnných.

2.5.4. Příklady praktického použití fuzzy logiky [22]

- Fuzzy regulace v japonském metru – automatické řízení metra – zvýšená přesnost zastavování, plynulé brzdění a zejména nižší spotřeba energie
- Fotoaparát s automatickým vyhledáváním centrálního bodu pro zaostření (Minolta)
- ABS, řízení motoru, volnoběhu a klimatizace a další podsystémy vozidla (Honda, Nissan, Subaru)
- Řízení výtahů (Mitsubishi)
- Korekce chyb ve slévárenských zařízeních na plastické výrobky (Okroj)
- 3.5“ disketové mechaniky (zlepšení doby vystavení hlaviček až o 30 %)
- Palmtop Kanji určený pro rozpoznávání ručně psaných textů
- Analýza portfolia při investování na kapitálovém trhu
- Kamery
- Myčky na nádobí, pračky a další domácí technika
- Video herní umělá inteligence
- Mikroprocesory
- Fuzzy SQL (Omron)
- Pomoc při hledání identifikačních a profilových vlastností pachatele

2.6. Matlab

Název programu vznikl ze zkrácení slov MATrix LABoratory a jak samo pojmenování napovídá, základním pracovním prvkem toho prostředí je matice. Tento fakt umožňuje rychlé a výkonné řešení numerických problémů.

„MATLAB je programové prostředí a skriptovací programovací jazyk pro vědeckotechnické numerické výpočty, modelování, návrhy algoritmů, počítačové

simulace, analýzu a prezentaci dat, měření a zpracování signálů, návrhy řídicích a komunikačních systémů.“ (8)

Počítačový program MATLAB obsahuje řadu pracovních prvků - nadstaveb, zaměřených na specifické oblasti (např.: práce s databázemi, pokročilé metody analýz a modelování jako fuzzy logika, neuronové sítě, a genetické algoritmy, oblast finančnictví či statistiky). Tyto nadstavby jsou označovány jako Toolboxy.



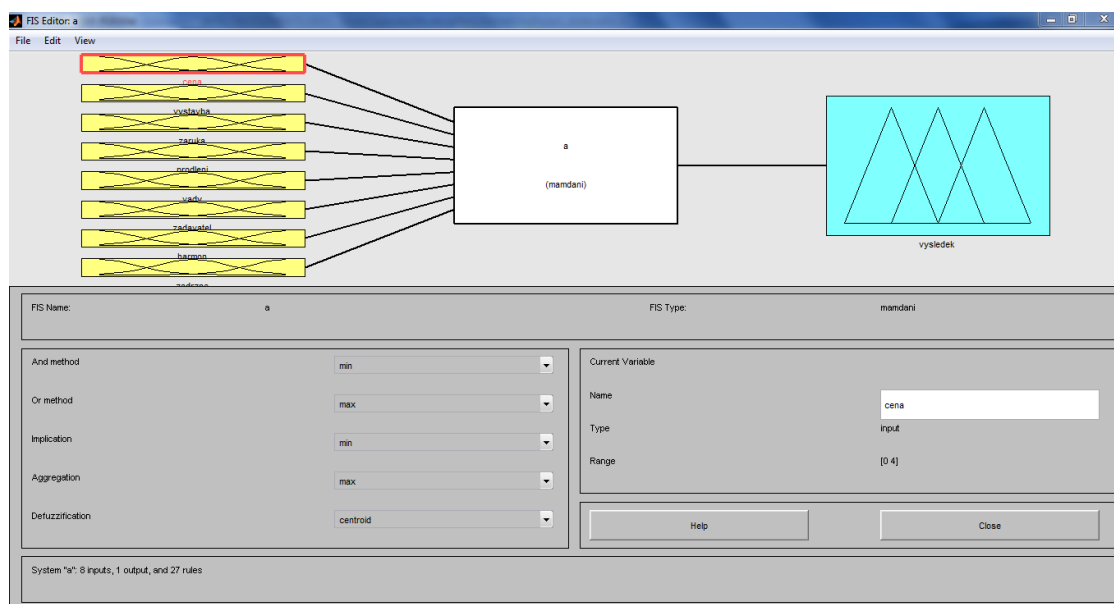
Obrázek 8: *MATLAB - toolboxy*

2.6.1. Toolbox Fuzzy Logic

V rámci toolboxu je možné prostřednictvím grafického rozhraní naplnit znalostní i datovou bázi fuzzy logic systému.

Fuzzy logic toolbox lze vyvolat z příkazového řádku příkazem *fuzzy*.

Prostřednictvím Fuzzy Inference System Editoru uživatel nadefinuje základní parametry systému: počet vstupních proměnných, počet výstupních proměnných, označení proměnných a metodu defuzzifikace. (12)



Obrázek 9: Fuzzy Logic Toolbox - FIS Editor

Klávesovou zkratkou *Ctrl + 2* má uživatel možnost vyvolat okno Membership Function Editoru. Prostřednictvím tohoto okna lze definovat počet, tvar, jména a rozsah vstupních i výstupních proměnných. (12)

Rozbalením menu *Edit – Add MFs* lze volit počet a tvar funkcí členství. Vybírat lze z předdefinovaných tvarů, ve kterých jsou zahrnuty klasické Λ , Π , Z a S , ale i Gaussova křivka a další. (12)

Vepsáním hodnot do okna *Range* poté uživatel nastaví rozsah daného vstupu nebo výstupu. (12)

Klávesovou zkratkou *Ctrl + 3* lze vyvolat okno *Rule Editoru*. Pomocí tohoto okna uživatel definuje bázi znalostí pro fuzzy systém. (12)

Prostřednictvím vstupních a výstupních proměnných nadefinovaných v MF Editoru následně má uživatel možnost sestavovat pravidla typu „*If – Then*“. (12)

Pro označení záporu slouží pole *not* pod jednotlivými vstupy nebo výstupy. Operátory *or* nebo *and* lze volit v poli *Connection*. Pole *Weight* slouží pro nastavení váhy pravidla. (12)

Klávesová zkratka *Ctrl + 5* vyvolá okno *Rule Vieweru*. Okno zobrazuje míru, s jakou se podílejí jednotlivé vstupy na hodnotě výstupu. Prostřednictvím tohoto okna lze také testovat hodnotu výstupu při různých hodnotách vstupů vyplněním pole *Input*. (12)

Klávesová zkratka *Ctrl + 6* vyvolá okno *Surface Vieweru*, které umožňuje sledovat závislosti proměnných vstupních i výstupních prostřednictvím trojrozměrného grafu. (12)

Výstupem Fuzzy Logic Toolboxu je v konečné fázi soubor *.fis, obsahující všechny výše zmíněné informace o sestaveném fuzzy systému.

2.7. MS Excel

Excel je tabulkový editor společnosti Microsoft, umožňující vkládání různých druhů dat, práci s daty, jejich uspořádávání do tabulek a analyzování. Excel obsahuje mnoho funkcí a vzorců usnadňujících práci s daty. Excel umožňuje mimo jiné i zobrazit data z tabulek pomocí grafů.

Pro jednodušší analýzu zjištěných dat o jednotlivých firmách a výpočet bodového hodnocení každé z firem, je v práci použito stavové a transformační matice.

3. Analýza problému a situace

Pozemek, na němž postupně vzniká v průběhu let 2011 a 2012 cyklostezka, byl nejprve součástí železniční trati na trase Praha – Olomouc, přesněji se tato část nachází mezi stanicemi Hoštejn – Lupěné. V rámci modernizace mezinárodních železničních tranzitních koridorů byla v této lokalitě, v údolí řeky Moravská Sázava trať napřimována, aby mohla být zvýšena jízdní rychlost vlaků.

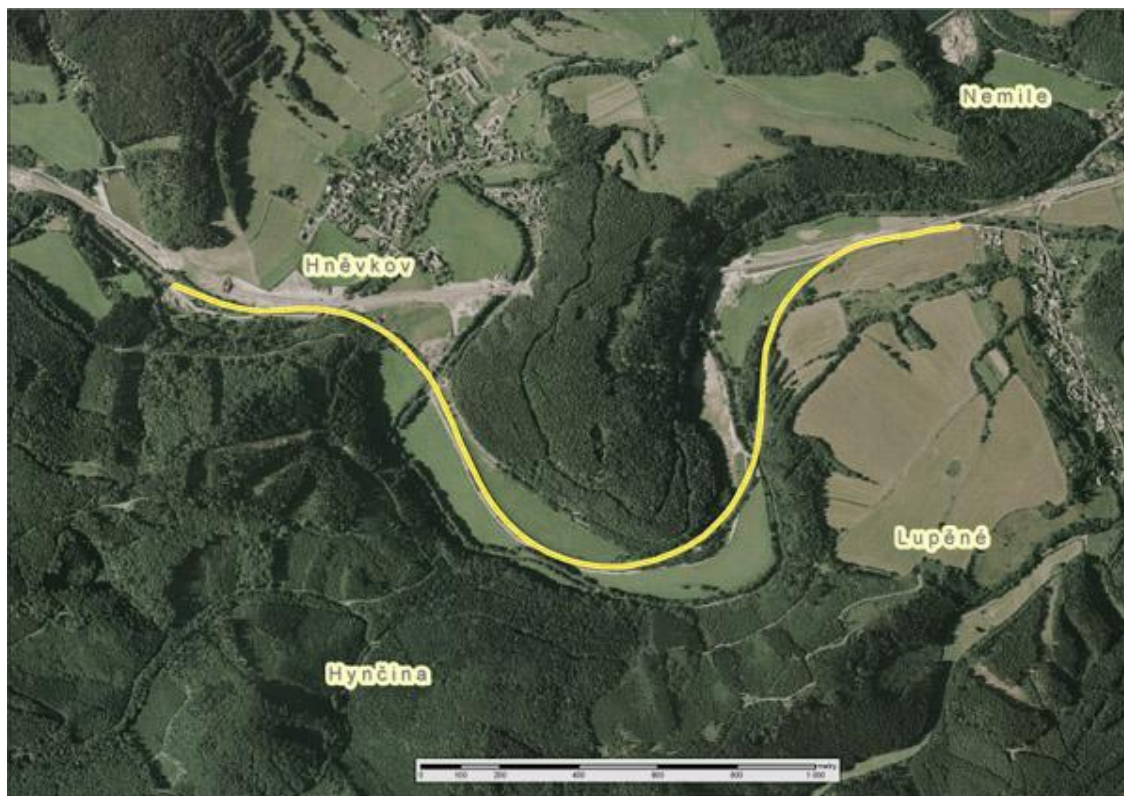
Hlavní železniční trať zde existuje od roku 1845, kdy byla od Olomouce do Krasíkova a dále do Čech vystavěna jako součást Severní státní dráhy. Ta v Olomouci navazovala na Severní dráhu císaře Ferdinanda, která měla svoji trasu z Vídně do Bochni.

Původní těleso bylo opuštěno v roce 2006, kdy byly dokončeny stavební práce na přeložce trati, kde vznikl nový dvoukolejný tunel Hněvkov II o délce 462 metrů. (25)

Projekt řeší vybudování nové stezky pro cyklisty a v poslední době stále více oblíbené jízdě na in-line bruslích na opuštěném tělese trati Česká Třebová – Zábřeh na Moravě, od cca 34 traťového kilometru po cca 37 kilometr. Umístění cyklostezky plně koresponduje s úsekem železniční trasy koleje, na kterém byl ukončen provoz ke dni 21. 07. 2006. Začátek úseku navazuje na stávající komunikaci III/31528 a III/31535 mezi obcemi Hoštejn a Hněvkov. Konec úseku je u obce Lupěné v místě napojení nově vybudovaného požární přístupové komunikaci k železničnímu tunelu. Celková délka plánované stezky je 2 511,85 m. (25)

Stezka je dle zpracované „Koncepce rozvoje cyklodopravy v mikroregionu Zábřežsko“ součástí významné regionální cyklotrasy č. 6232, která je nyní vedená po stávajících vedlejších komunikacích III. třídy ve směru na Hoštejn. Tato cyklotrasa spojuje Hoštejnem procházející cyklotrasu č. 521 (Moravská Třebová – Štíty) s dálkovou Moravskou cyklotrasou č. 51 vedoucí přes Lesnici. Převedením její části na opuštěné těleso dráhy dojde v tomto úseku k výraznému zvýšení bezpečnosti cyklistů a zmírnění

náročnosti stávající stezky, která vede po silnici v kopcích. Změna funkce opuštěného tělesa trati bude mít pozitivní účinek na zklidnění dopravy v nejbližším okolí, dále těleso nebude plnit funkci jen dopravně obslužnou ale i rekreační, turistickou a sportovní. (34)



Obrázek 1: *Orientační mapa cyklostezky*

Převedení cyklistické dopravy na opuštěné těleso dráhy je v úseku z Hoštejna do Lupěného doporučováno v „Koncepci rozvoje cyklistické dopravy na území Olomouckého kraje“ z roku 2003 i v aktuální „Územní studii rozvoje cyklistické dopravy v Olomouckém kraji“.

Trasa stezky je vedena údolím podél vodního toku Moravské Sázavy. Jejím vybudováním bude zpřístupněn esteticky velice zajímavý úsek říčního toku a zároveň

bude vytvořena naučná stezka upozorňující na přírodní hodnoty tohoto údolí. Dále je plánováno, vybudovat podél trasy menší železniční muzeum, které by návštěvníkům připomínalo železniční historii na území Olomouckého kraje dosazením historických železničních prvků.

Před vypsáním výběrového řízení byly stanoveny předpokládané náklady ve výši 20 772 742 Kč. Z celkové částky zábřežská radnice plánovala zaplatit přibližně 10%, dále se 10% měl podílet Olomoucký kraj, zbytek celkové částky mělo zastupitelstvo přislíbeno z operačního programu Státního fondu dopravní infrastruktury. (34)

Celá realizace projektu byla po opuštění tělesa železniční dopravou velmi složitá, po prvotním souhlasu odprodání tělesa Správy železniční dopravní cesty (SŽDC) za symbolickou jednu korunu městu Zábřeh a postupné přípravě realizace projektu náhle SŽDC odstoupila od slibovaného převodu a jednání skončila na mrtvém bodě. Po téměř šesti letech diskuzí nejen se SŽDC našly zainteresované strany východisko z celé situace a dne 15. 3. 2011 mohlo zastupitelstvo města Zábřeh schválit vypracování zadávací dokumentace.

3.1. Informace o zadavateli

První zmínka o Zábřehu se nachází na listině brněnského zemského sněmu z roku 1254.

„Období největšího rozmachu a rozvoje města nastalo až s příchodem panského rodu **Tunklů** (1442-1510). Zábřeh se stal jejich sídelním městem a získal od nich různé výsady a privilegia. Jiří st. Tunkl proslul jako zakladatel **rybníků**, z nichž se ve městě zachoval pouze jediný - rybník Oborník.“ (30)

Zahájení provozu na železniční trati **Severní Ferdinandovy dráhy** v roce 1845, vytvořilo nové předpoklady k tomu, aby se Zábřeh stal významným obchodně - průmyslovým a přepravním centrem pro celou oblast Zábřežska a Šumperska. Rozvíjející se průmysl přinesl Zábřehu nemalé výhody. (30)

Dnes se město Zábřeh profiluje jako křižovatka cest, neboť je významnou vstupní bránou do Jeseníků. Jako nejslavnějšího rodáka města Zábřeh je vhodné zmínit polárního cestovatele, dobrodruha a zlatokopa Jana Eskymo Welzla (1868 – 1948). (30)

Zadávací dokumentaci k vypsání výběrového řízení na dodavatele stavby cyklostezky schválilo zastupitelstvo města na zasedání rady a osobou pověřenou jednat za zadavatele zvolilo starostu města. Kontaktní osobou pověřilo vedení města pana Ing. arch Václava Doležala. Zhotovitelem a administrátorem zadavatelských činností byla pověřena ARS rozvojová agentura, s. r. o. se sídlem v Olomouci.

3.2. Rozsah dodavatelských prací a požadavky na dodavatele

V zadávací dokumentaci na základě požadavků zadavatele definoval administrátor požadavky následovně:

- „Uchazeč stanoví nabídkovou cenu, tj. celkovou cenu za provedení celého předmětu plnění veřejné zakázky včetně DPH. Nabídková cena bude uvedena v Kč. Celková nabídková cena včetně DPH bude uvedena na krycím listu nabídky.

- Nabídková cena bude zpracována v souladu se zadávací dokumentací a po položkách v souladu s výkazem výměr obsaženým v zadávací dokumentaci. Oceněný výkaz výměr (v listinné a v elektronické podobě) bude součástí nabídky. Nabídková cena bude stanovena pro navržené termíny plnění. Nabídková cena bude stanovena jako cena »nejvýše přípustná«.
- Pro nacenění stavebních a všech případných ostatních prací slouží projektová dokumentace, slepý položkový rozpočet a návrh smlouvy o dílo.
- Zadavatel v této souvislosti upozorňuje uchazeče, že nabídková cena musí obsahovat všechny související výdaje uvedené v návrhu smlouvy o dílo (např.: výkon BOZP, zajištění povinné publicity atd.)
- Dojde-li k nesouladu mezi projektovou dokumentací a slepým rozpočtem je pro stanovení nabídkové ceny rozhodující slepý rozpočet. Zadavatel doporučuje uchazečům ověřit si soulad výkazu výměr s výkresovou a textovou částí projektové dokumentace a případné rozpory si vyjasnit v průběhu lhůty pro vyžádání dodatečných informací.
- Zadavatel jako součást zadávací dokumentace předkládá výkaz výměr požadovaných prací, konstrukcí a dodávek v elektronické podobě. Podoba a struktura tohoto výkazu výměr je závazná a nesmí být měněna. Uchazeč je povinen prokázat nabídkovou cenu jednotlivých stavebních objektů předložením položkových rozpočtů (oceněných výkazů výměr). Jednotkové ceny uvedené v položkových rozpočtech jsou cenami pevnými po celou dobu provádění stavby v případě, že nenastala žádná z podmínek pro možné překročení nabídkové ceny. Položkové rozpočty musí být nedílnou součástí návrhu smlouvy.“ (33)

3.2. Současná metoda hodnocení dodavatelů

Dřívější vedení města Zábřeh příliš nekladlo důraz na důležitost kritérií pro rozhodování ve věci veřejných zakázek. Dodavatelé byli ve většině případů vybráni netransparentním způsobem – losováním, bez jakéhokoliv zohlednění jimi nabízených podmínek a záruk.

Potřebu hodnocení dodavatelů služeb pocítilo nové vedení města teprve ve fázi přípravy na zavedení normy systému managementu bezpečnosti informací ISO/EIC 27001 v roce 2011. V tomto roce tedy vedení města souhlasilo s vytvořením jednoduchého modelu pro hodnocení dodavatelů na základě tří kritérií. Hodnoceny byly zejména:

- Cena
- Termín
- Kvalita

Hodnocení dodavatelů provádí odbor rozvoje a územního plánování, nebo vyhodnocováním pověřuje externího administrátora, na základě bodového hodnocení tří zmíněných kritérií. Kritéria jsou hodnocena body, které v součtu dávají 100 bodů, přičemž kritérium cena má nastavenou váhu 70 bodů, kritéria termín a kvalita mají váhu po 15 bodech. V souhrnném hodnocení jsou poté sčítána průměrná množství dosažených bodů a generován graf, z něhož hodnotitel zjistil, jaké hodnocení získali jednotliví dodavatelé za příslušná kritéria.

3.3. Nevýhody současného způsobu hodnocení

Metoda hodnocení dle tří kritérií zohledňuje kritéria, která jsou zajisté pro vyhodnocení a porovnání dodavatelských firem nejdůležitější a nejčastěji používaná. Ve většině případů jsou však dodavatelsko - odběratelské vztahy ovlivněny mnoha dalšími faktory, které

mohou mít zcela zásadní vliv na jejich kvalitu a trvání. Váhy sledovaných kritérií nejsou dostatečně rozdílné, tak, aby byly odlišné výsledky hodnocení dostatečně zřetelné. Ve výsledcích může některý z dodavatelů nabízet zajímavou cenu, ale na druhou stranu není schopen dostát termínům. Nevýhody současné metody lze nalézt zejména v:

- Nevhodně nastavených vahách jednotlivých kritérií.
- Malém množství kritérií použitých pro hodnocení.

Cílem nové metody hodnocení dodavatelů je odstranění nedostatků stávající metody.

Metoda hodnocení dodavatelů pomocí fuzzy logiky je po proškolení vybraného pracovníka stejně rychlá jako stávající metoda, jednoduchá a přehledná. Dále se jedná o moderní a promyšlený způsob hodnocení, který mimo jiné přináší podstatné rozšíření možností při hodnocení. Grafické výstupy jsou přehledné a transparentní. Výsledky lze snadno analyzovat. Značnou nevýhodu pro zadavatele přináší finanční náročnost v případě využití programu Matlab a jeho toolboxu Fuzzy. Pro nižší finanční náročnost a potřeby účastnit se školení pro práci s programem Matlab lze využít zpracování pomocí programu Microsoft Excel.

3.4. Výběr vhodné metody hodnocení dodavatelů

Pro potřeby zastupitelstva města Zábřeh doporučuji volit mezi dvěma možnostmi řešení problematiky hodnocení dodavatelů, požadovaného systémem managementu bezpečnosti informací ISO/EIC 27001.

V prvním případě jde o hodnocení dodavatelů prostřednictvím aplikace fuzzy logiky pomocí programu Matlab, který je velmi úspěšně využívána při úlohách podobného

charakteru, kdy zadavatelé stanovují preferenci kritérií. Jiné metody hodnocení dodavatelů pracují s různými způsoby přidělování bodů za splnění požadovaných kritérií, avšak fuzzy logika pracuje s libovolným počtem vstupů, které mají potřebný počet atributů, jejichž váhy zadavatel předem jasně specifikuje a dále umožňuje v případě potřeby jednotlivá kritéria upřednostnit před ostatními, což je vhodné zejména pro:

- Možnost nastavení váhy kritérií na základě osobních preferencí.
- Možnost upřednostnění určitého kritéria před ostatními.
- Snadnost zpracování
- Rychlost zpracování a téměř absolutní časová nenáročnost

Druhou možností řešení hodnocení navrhovaných variant s ohledem na požadavky zadavatele je zpracování pomocí programu MS Excel, kdy je tento způsob nenáročný jak po stránce finanční, tak po stránce nároků na lidské zdroje.

3.5. Základní údaje o přihlášených firmách

Po uveřejnění zadávací dokumentace se, do předem stanovených 15ti dnů od vyhlášení nabídky, administrátorovi přihlásilo 13 uchazečů. 11 uchazečů splňujících podmínky zadávací dokumentace bylo zařazeno do výběrového řízení.

ALPINE Bau CZ [14]

ALPINE Bau CZ s. r. o.

Jiráskova 613/13

757 43 Valašské Meziříčí

Na území České republiky tato firma působí již od roku 1992. Jedná se o firmu, která je součástí španělského koncernu FCC. „Dlouhodobou orientací na dopravní a inženýrské stavby patří ALPINE CZ k těm stavebním firmám v České republice, které mohou nabídnout investorům v uvedených oborech své zkušenosti a široké spektrum stavebních prací a doprovodných služeb. Cílem společnosti je rozšířit oblasti svého působení nejen na území České, ale i Slovenské republiky a Polska, včetně možnosti uplatnění se při realizaci PPP projektů.“ Společnost vlastní certifikáty EN ISO 9001:2008; EN ISO 14001:2004 a certifikát BS OHSAS 18001:2007.



Obrázek 2: *Alpine - reference - údolní estakáda*

FIRESTA [16]

FIRESTA-Fišer, rekonstrukce, stavby a.s.

Mlýnská 68

602 00 Brno

„Firma vznikla v Brně v roce 1990 jako firma soukromá. Svoji činnost zahájila pouze s 10-ti zaměstnanci. V roce 1997 se transformovala na akciovou společnost. V současné době firma zaměstnává více než 450 kvalifikovaných zaměstnanců. Centrála firmy je v Brně, odštěpné závody a střediska jsou v Ostravě, Praze, Plzni a Bratislavě. Od roku 2007 působíme na trzích v Polku a Rumunsku.“ Tato společnost se podílela na stavbě přeložky tratě při optimalizaci železničního koridoru v traťovém úseku Zábřeh – Krasíkov v letech 2004 až 2006. Společnost vlastní certifikát jakosti ISO 9001:2001, dále průkaz způsobilosti pro stavební a silniční práce v oboru pozemních komunikací a pro stavební práce v oboru železničních staveb, a je držitelem certifikátu pro proces svařování dle ČSN EN ISO 3834-2 při výrobě a montáži ocelových konstrukcí. Společnost FIRESTA taktéž dodržuje zásady environmentální politiky a politiku bezpečnosti a ochrany zdraví při práci.



Obrázek 3: *Firesta - reference - železniční most k tunelu Hněvkov II*

Chládek & Tintěra [15]

Chládek & Tintěra, a.s.

Nerudova 1022/16

412 01 Litoměřice

„Společnost Chládek & Tintěra, a.s., si od svého založení v roce 1990 rychle získala pověst dynamické, ekonomicky stabilní stavební firmy, která svou perspektivu vidí v respektu a vstřícnosti k zákazníkům, kvalitě práce založené na sounáležitosti pracovníků s firmou a jejich odborné kvalifikaci, jež umožňuje zvládnutí nejnovějších technologií a moderních technických postupů. To jí umožňuje realizovat stavební akce způsobem, jenž je ohleduplný k životnímu prostředí, stavby nejen vysoké technické a užitné hodnoty, ale i lahodící oku člověka.“ Společnost se zaměřuje na kolejové, mostní, pozemní i inženýrské stavby, jejich rekonstrukce a opravy. Systém managementu kvality je zaveden podle normy ČSN EN ISO 9001:2009, životního prostředí podle normy ČSN EN ISO 14001:2005 a BOZP podle normy ČSN OHSAS 18001:2008.



Obrázek 4: *Chládek a Tintěra - reference - modernizace trati*

KARETA [18]

Kareta s.r.o.
Krnovská 51
79201 Bruntál

Firma založena v roce 1995, ryze český dodavatel stavebních prací v oblasti dopravy, vodohospodářství a dalších. Předmětem podnikání společnosti je pokládka krytů vozovek, obalovna živičných směsí, recyklace vozovek za studena, společnost vlastní recyklační dvůr stavební suti, betonárnu a silniční laboratoř. Společnost je rovněž držitelem certifikátů jakosti, environmentální politiky a politiky BOZP.

Mostní a pozemní stavby [19]

MPS Mostní a pozemní stavby s.r.o.
Čepí 104
533 32 Čepí

„Společnost MPS Mostní a pozemní stavby s.r.o. je stavební společnost se zaměřením - výroba, dílenská a staveništní montáž ocelových konstrukcí a provádění pozemních a silničních staveb, včetně silničních a železničních mostů, jejich oprav, rekonstrukcí a sanací. Společnost byla založena v roce 1994 se sídlem v Čepí u Pardubic.“ Společnost má certifikované systémy managementu kvality, environmentu a bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Dále má společnost certifikované provádění ocelových konstrukcí a certifikát systému řízení výroby.



Obrázek 5: *Mostní a pozemní stavby - reference - protihluková stěna Hradec Králové*

M-SILNICE [20]

M-SILNICE a.s., odštěpný závod VÝCHOD

Za Pivovarem 611

537 40 Chrudim

„Společnost M – SILNICE a.s. působí na trhu silničního a mostního stavitelství více než padesát let. V roce 1953 byl založen národní podnik Silnice.“ Ryze česká společnost v oboru ekologických a vodohospodářských staveb i v oboru stavitelství pozemního. Nejvíce se však tato společnost orientuje v oblasti silničního a mostního stavitelství. Z produktového portfolia společnosti stojí za zmínku zejména betonové výrobky vyráběné Prefou v Novém Bydžově (nosníky, prvky montovaných nosních zdí), dále protihluková stěna, které lze spatřit například kolem železničních koridorů v blízkosti bytové zástavby a lomařskou výrobu (štěrk, lomový kámen), kterou společnost využívá při vytváření asfaltem obalovaných směsí. Firma je držitelem ISO certifikátů pro systémy managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, dále systém managementu jakosti a environmentální politiky a certifikátu systému řízení výroby. Společnost získala od Správní železniční dopravní cesty velký průkaz způsobilosti, který umožňuje firmě způsobilost pro staveništní montáže ocelových konstrukcí.



Obrázek 6: *M-SILNICE* - reference

Pražské silniční a vodohospodářské stavby, a.s. [21]

Pražské silniční a vodohospodářské stavby, a.s.

Dubečská 3238/36

100 00 Praha 10 – Strašnice

„Sloučením dvou menších komunálních firem vznikl 1. ledna 1959 předchůdce dnešní společnosti – podnik „Silniční a vodohospodářské stavby“. Podnik byl založen hlavním městem Praha za účelem výstavby, oprav a rekonstrukcí inženýrských sítí a komunikací v Praze. V roce 1992 vstoupil do společnosti kapitálově silný partner – rakouská stavební společnost TEERAG - ASDAG AG z Vídně a státní podnik se změnil na akciovou společnost. V roce 1999 se Pražské silniční a vodohospodářské stavby, a.s. staly součástí velkého rakouského koncernu PORR, AG. Od počátku své existence je firma výkonnou, technologicky dobře vybavenou společností s kvalifikovanými pracovníky a stabilním finančním zázemím.“ Společnost se zabývá výstavbou a rekonstrukcí dopravních staveb, inženýrských sítí, pozemních staveb, vodohospodářských, mostních a kolejových staveb a dále asfaltovou technologií a poskytováním poradenských služeb. Ve firmě je zaveden a udržován systém jakosti podle ČSN EN ISO 9001 na hlavní technologie jak v silničním a mostním stavitelství, tak i v oblasti výstavby inženýrských sítí a projektových prací. Do integrovaného

systemu řízení a podnikatelské strategie je zaveden systém environmentálního managementu, který prokazuje schopnost společnosti předcházet znečišťování životního prostředí a trvale regulovat environmentální dopady stavebních procesů. Systém managementu bezpečnosti a ochrany zdraví při práci podle ČSN OHSAS 18001 odráží úspěšnost společnosti při eliminaci rizik a zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, zejména podmínek pracovního prostředí.



Obrázek 7: PSVS – reference – okruh Prahy

SART [23]

SART stavby a rekonstrukce a.s.

Uničovská 2944/1 B

787 01 Šumperk

Společnost SART byla založena v roce 1993 a jejím předmětem podnikání jsou stavební práce na silnicích a železnicích a dále je provozovatelem soukromé železnice svazku obcí Železnice Desná. „Naše firma zajišťuje komplexní činnost v oboru mostního stavitelství jak na mostech železničních tak i silničních. Provádíme nejen rekonstrukce a výstavbu nových mostů, ale zaměřujeme se také na opravy stávajících objektů. Máme bohaté zkušenosti se sanacemi betonových povrchů a spodních staveb mostů, opravy kamenného zdiva kleneb a opěr včetně sanačních injektáží, spínání a kotvení nadklenebního zdiva. *Starý most je často možné opravit za 50% ceny mostu nového s předpokladem životnosti dalších 50 let.*“ Dále se společnost zabývá výrobou a montáží

ocelových konstrukcí. Společnost je držitelem certifikátu BOZP, dále environmentální politiky a systému managementu kvality.



Obrázek 8: *SART - reference - obnova místní komunikace v obci Česká Ves*

STRABAG [25]

STRABAG a.s., odštěpný závod Ostrava

Polanecká 827

721 08 Ostrava – Svinov

„Společnost STRABAG a.s. se sídlem v Praze je předním českým poskytovatelem služeb v oblastech dopravního, pozemního a inženýrského stavitelství. Ve spojení s koncernem STRABAG SE, který má dnes přibližně 73.600 zaměstnanců a dosahuje ročních výkonů okolo 12,8 mld. euro, pokrývá STRABAG a.s. svojí činností celé území České republiky. Při své činnosti spolupracuje s dalšími koncernovými společnostmi, podnikajícími na českém území. Disponuje také sítí obaloven (provozovaných pod značkou BOHEMIA ASFALT) a kamenolomů (provozovaných firmou KAMENOLOMY ČR s.r.o.). „ STRABAG je silnou firmou, působící na českém trhu v oblasti pozemních staveb, železničních staveb, staveb a rekonstrukcí mostů



Obrázek 9: *STRABAG - reference – cyklostezka*

Swietelsky stavební s.r.o. [26]

Swietelsky stavební s.r.o.

Jahodová ulice 60

620 00 Brno

„Firma SWIETELSKY patří k velkým stavebním společnostem v České republice. Je součástí jednoho z největších rakouských stavebních koncernů, který je budován na tradici, zkušenostech a finanční stabilitě. To vše je zárukou kompetentní a kvalitní práce. Společnost, která na českém stavebním trhu působí od roku 1992 má sídlo v Českých Budějovicích a její činnost je zaměřena na poskytování komplexních stavebních služeb, zejména v oboru dopravních a inženýrských staveb a všech oborech pozemního stavitelství.“ Společnost se zabývá výstavbou v oblasti železničních, silničních, pozemních a mostních staveb, dále provádí ražby a tunelů a štol a výstavby projektů pro volnočasové aktivity. Firma zaměstnává přibližně 1200 zaměstnanců v dělnických a technicko-hospodářských profesích. Pro vážné zájemce nabízí firma vše potřebné od zakoupení stavební parcely, postavení budovy až po finální úpravu a následné předání hotové stavby majiteli, to vše díky developerským projektům koncernu Swietelsky.



Obrázek 10: *Swietelsky - reference - přeložka silnice I/34*

TORAMOS, s.r.o. [28]

TORAMOS,s.r.o.

Tovární 1001/129

737 01 Český Těšín

„Společnost TORAMOS,s.r.o. jsme založili v roce 1994 jako samostatnou a nezávislou firmu. Jde o zcela samostatný a suverénní podnik s jasnou vlastnickou strukturou.“
Předmětem společnosti je poskytování služeb v oblasti výstavby, rekonstrukcí a oprav železničních tratí. Dále se společnost zaměřuje na silniční stavby, mostní stavby a betonové konstrukce, vodovody a kanalizace, výstavbu čistíren odpadních vod, protipovodňových hrází a čištění říčních koryt.

Důležité je zmínit, že certifikáty environmentální politiky, jakosti a BOZP vlastní všechny přihlášené společnosti, ale důležitější je, zda firmy i nadále dělají vše pro to, aby své působení v těchto oborech zlepšovaly a usilovaly o co nejlepší výsledky, nikoliv tzv. usnuly na vavřínech.

3.6. Nabídky přihlášených firem

Firmy, které měly zájem se účastnit výběrového řízení, měly po dotázání k dispozici veškeré potřebné informace pro sestavení nabídek, včetně seznamu požadovaných dokumentů. K poptávce byl mimo jiné přiložen soubor s položkovým rozpočtem, který každá firma vyplnila. Nevyplněný položkový rozpočet je součástí této práce (Příloha I.).

Pro sběr nabídek stanovila rada města stejného administrátora, který měl na starosti zpracování pobídkového řízení. Administrátorem byla společnost ARS rozvojová agentura, s. r. o. se sídlem v Olomouci. Doručené nabídky byly po zaevidování a uplynutí lhůty pro podání nabídek předány Městskému úřadu v Zábřehu k rozbalení a posouzení.

Nabídky všech firem jsou uvedeny v Tabulce č. 1: *Nabídky přihlášených firem* na následující straně.

Následující kapitoly se již budou věnovat konkrétnímu výběru dodavatele pro zhotovení stavby. Nejprve je provedeno hodnocení nabídek prostřednictvím programu Matlab, v další kapitole obdobně pomocí programu MS Excel. Na závěr každé části je uvedeno srovnání nabídek a na základě získaných výsledků, je provedeno vyhodnocení.

Společnost	Cena mil. Kč	Doba provedení ve dnech	Záruční doba v měsících	Reference	Penále z prodlení zhotovitele/den	Penále za vady Kč/den	Penále z prodlení zadavatele %/den	Příložení harmon.	Faktury	Zádržné %	ISO
ALPINE Bau CZ s.r.o.	10,880	76	72	ano	0,10%	2 000	0,05	ano	měsíčně	10	ano
FIRESTA, a.s.	11,999	80	60	ano	0,05%	2 000	0,025	ano	měsíčně	5	ano
Chládek a Tintěra, a.s.	10,898	77	90	ano	5 000 Kč	1 500	0,050	ano	měsíčně	10	ano
KARETA, s.r.o.	12,132	77	72	ano	0,10%	2 000	0,025	ne	měsíčně	10	ano
Mostní a pozemní stavby, s.r.o.	11,564	77	60	ano	20 000 Kč	2 000	0,050	ano	měsíčně	5	ano
M-SILNICE, a.s.	10,301	92	90	ano	10 000 Kč	1 000	0,050	ano	měsíčně	5	ano
Pražské silniční a vodohospodářské stavby, a.s.	10,759	77	72	ano	10 000 Kč	2 000	0,050	ano	měsíčně	5	ano
SART, a.s.	10,401	76	90	ano	20 000 Kč	1 500	0,025	ano	měsíčně	10	ano
STRABAG a.s.,	10,978	76	60	ano	0,10%	1 500	0,025	ano	měsíčně	5	ano
Swietelsky stavební s.r.o.	11,115	76	60	ano	0,05%	2 000	0,050	ano	měsíčně	5	ano
TORAMOS, s.r.o.	10,645	76	72	ano	5 000 Kč	1 000	0,025	ne	měsíčně	5	ano

Tabulka 1: Nabídky přihlášených firem

4. Návrh modelu hodnocení dodavatelů pomocí programu MS Excel

Řešení hodnocení dodavatelů pomocí programu MS Excel bude s největší pravděpodobností pro zastupitelstvo a pracovníky Městského úřadu v Zábřeze ekonomicky přijatelnější, neboť již v současnosti je při práci s daty používán tento program a pro řešení hodnocení dodavatelů není zapotřebí program rozšiřovat o jakékoliv doplňky. Podobně jako v případě využívání modelu pomocí programu Matlab a jeho nadstavby Fuzzy Logic Toolbox, je používání hotového modelu pro hodnocení dodavatelů v programu MS Excel poměrně snadné a nenáročné. Model pro hodnocení dodavatelů pomocí aplikace v programu MS Excel bude sloužit jako souhrnný nástroj pro celkové hodnocení, které může probíhat při všech vyhlášených výběrových řízeních prostřednictvím odpovědného pracovníka.

4.1. Postup zpracování modelu hodnocení dodavatelů prostřednictvím programu MS Excel

Model hodnocení dodavatelů bude hodnotit následujících 11 kritérií:

- Cena – každá z nabízených cen byla bodově ohodnocena v rozmezí od 15 bodů (nejlepší cenová nabídka) po 4 body (nejvyšší cenová nabídka). Koeficient tohoto kritéria byl nastaven na hodnotu 35.
- Doba provedení ve dnech – doručené nabídky obsahovaly termíny dodání ve dnech a to v délce 76, 77, 80 a 90 dnech, přičemž pro zhotovitele je termín zhotovení dalším klíčovým prvkem, koeficient byl nastaven na hodnotu 15. Dále byly jednotlivé termíny dodání bodově ohodnoceny.
- Záruční doba v měsících – nejnižší deklarovanou záruční dobou bylo požadováno trvání po dobu 60 měsíců od dokončení a předání celé stavby.

Jednotliví zhotovitelé nabízeli záruční lhůtu od 60 měsíců (nejnižší možná) až po 90 měsíců od zhotovení stavby. Kritérium získalo koeficient 10.

- Reference – požadavek na dodavatele, doložit reference z již provedených staveb. Všechny přihlášené firmy tuto podmínku zadavatele splnily.
- Smluvní pokuty (penále)
 - Z prodlení zhotovitele- pokuty z prodlení je možno vybrat ze tří možností. Nejvyšší nabízenou pokutou je částka *20 000Kč* za každý den, který překročí dobu výstavby, další jsou ve výši *10 000Kč/den* a *5 000Kč/den*.
 - Za zjištěné vady – pokud zadavatel nalezne na stavbě vady, má možnost po zhotoviteli požadovat pokuty za odstranění vad. Nejvyšší navrhnutou částkou za odstranění zjištěných vad je *2 000Kč* za každý den, do doby odstranění vad. Dalšími nabídkami jsou pokuty ve výši *1 500Kč* nebo *1 000Kč* za den.
 - Z prodlení zadavatele – pokud zadavatel není schopen platit zhotoviteli řádně a včas, má možnost zhotovitel požadovat pokutu z nesplacené faktury ve výši *0,025%* z fakturované částky za den nebo ve výši *0,05%*.
Veškeré smluvní pokuty jsou násobeny koeficientem 3.
- Příloha harmonogramu - toto kritérium obsahuje dva atributy – ano, *ne*. Harmonogram stavebních prací je nedílnou součástí cenové nabídky zhotovitele, pokud jej zhotovitel nedoloží k ostatním dokumentům, jeho šance na vítězství ve výběrovém řízení jsou velmi malé, koeficient je v tomto případě 10. Pouze dvě firmy nedoložily ke svým nabídkám harmonogram, do výběrového řízení byly zařazeny, ale dle očekávání jej nevyhrála firma bez doloženého harmonogramu.
- Faktury – veškeré obdržené nabídky obsahovaly platbu za veškeré práce platbu v měsíčních intervalech.
- Zádržné - kritérium umožňuje zadavateli po ukončení stavebních prací zhotovitelem si po určitou dobu ponechat část finančních prostředků za provedené stavební činnosti pro případ, že by se na stavbě projevil některé

nedokonalosti nebo by bylo odhaleno použití nekvalitního materiálu. Zádržné je možné si ponechat ve výši 5% nebo 10% z celkové částky.

- ISO – zadavatel požaduje po firmách, které předloží cenové nabídky, aby vlastnily certifikáty o používání norem jako například v oblasti systému řízení, bezpečnosti a ochraně zdraví při práci.

Na základě nabídek firem, které byly dodány, jsem sestavil základní stavovou matici (viz Tabulka č. 2: Základní stavová matice). V této matici jsou uvedeny vždy všechny varianty od jednotlivých kritérií (byla odstraněna redundance). Na základě této matice budou sestavovány stavové matice pro jednotlivé firmy (v logickém vyjádření 0/1).

Jednotlivé varianty byly obodovány na základě laického odhadu. Součet bodů je roven 100. Takové ohodnocení ale není dostatečné – je potřeba zohlednit také důležitost každého jednotlivého kritéria. U každého z hledisek byl proto určen váhový koeficient, kterým je nutné příslušné body vynásobit. Body u jednotlivých položek i váhové koeficienty kritérií jsou uvedeny v Tabulce č. 3: Transformační matice A.

V následujícím kroku je zapotřebí body a koeficienty roznásobit a pro každé kritérium určit maximální hodnotu. Součet maximálních hodnot představuje ideální kombinaci kritérií, tedy dodavatele, který splní podmínky zadavatele na 100%. Poměr získaných bodů každého dodavatele a tohoto maxima tedy dále ukáže, jak který dodavatel vyhovuje potřebám zadavatele (viz. Tabulka č. 4: Transformační matice B).

	Cena mil. Kč	Doba provedení ve dnech	Záruční doba v měsících	Reference	Penále z prodlení zhotovitele/ den	Penále za vady Kč/den	Penále z prodlení zadavatele %/den	Příložení harmon.	Faktury	Zádržné %	ISO
1	10,301	76	60	ano	0,05%	1 000	0,025%	ano	měsíčně	5	ano
2	10,401	77	72		5 000Kč	1 500	0,05%	ne		10	
3	10,645	80	90		0,10%	2 000					
4	10,759	92			10 000Kč						
5	10,880				20 000Kč						
6	10,898										
7	10,978										
8	11,115										
9	11,564										
10	11,999										
11	12,132										

Tabulka 2: Základní stavová matice

	Cena	Doba provedení	Záruční doba	Reference	Penále z prodlení zhotovitele	Penále za vady	Penále z prodlení zadavatele	Příložení harmon.	Faktury	Zádržné	ISO
1	15	36	20	100	20	20	60	70	100	30	100
2	13	34	30		30	35	40	30		70	
3	12	20	50		50	45					
4	11	10									
5	10										
6	9										
7	8										
8	7										
9	6										
10	5										
11	4										
Koeficient	35	15	10	1	3	3	3	10	1,5	2	1
Celkem	3500	1500	1000	100	300	300	300	1000	150	200	100

Tabulka 3: Transformační matice A

	Cena	Doba provedení	Záruční doba	Reference	Penále z prodlení zhotovitele	Penále za vady	Penále z prodlení zadavatele	Příložení harmon.	Faktury	Zádržné	ISO	
1	525	540	200	100	60	60	180	700	150	60	100	
2	455	510	300		90	105	120	300		140		
3	420	300	500		150	135						
4	385	150										
5	350											
6	315											
7	280											
8	245											
9	210											
10	175											
11	140											
MAX	525	540	500	100	150	135	180	700	150	140	100	3 220

Tabulka 4: Transformační matice B

4.1.1. ALPINE Bau CZ, s. r. o.

Firma ALPINE Bau učinila zadavateli nabídku:

- Cena 10 880 330 Kč
- Doba provedení 76 dnů
- Záruky 72 měsíců
- Firma má dobré reference
- Pokuty 0,1% a 2 000 Kč / den
- Pokuty pro zadavatele 0,05 %
- Firma doložila harmonogram
- Faktury splatné měsíčně
- Zádržné ve výši 10 %
- Firma má platné certifikáty ISO

ISO	Zádržné	Faktury	Příložení harmon.	Penále z prodlení zadavatele	Penále za vady	Penále z prodlení zhotovitele	Reference	Záruční doba	Doba provedení	Cena		
Stavová matice												
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	1	
2	0	0	1	0	0	0		1				
3	0	0	0		1	1						
4	0	0			0							
5	1				0							
6	0											
7	0											
8	0											
9	0											
10	0											
11	0											
Výsledné bodové hodnocení												Suma
Body	350	540	300	100	90	135	120	700	150	140	100	2 725

Tabulka 5: Hodnocení firmy APLINE

Celkem firma ALPINE získala 2 725 z 3 220 celkově možných bodů, tedy 84,627%

4.1.2. FIRESTA-Fišer, rekonstrukce, stavby a.s.

Firma FIRESTA učinila zadavateli nabídku:

- Cena 11 998 800 Kč
- Doba provedení 80 dnů
- Záruky 60 měsíců
- Firma má dobré reference
- Pokuty 0,05% a 2 000 Kč / den
- Pokuty pro zadavatele 0,025 %
- Firma doložila harmonogram
- Faktury splatné měsíčně
- Zádržné ve výši 5 %
- Firma má platné certifikáty

ISO	Zádržné	Faktury	Příložení harmon.	Penále z prodlení zadavatele	Penále za vady	Penále z prodlení zhotovitele	Reference	Záruční doba	Doba provedení	Cena	
Stavová matice											
1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	
2	0		0	0	0	0		0	0	0	
3					1	0		0	1	0	
4						0			0	0	
5						0				0	
6										0	
7										0	
8										0	
9										0	
10									1		
11									0		
Výsledné bodové hodnocení											Suma
Body	100	60	150	700	180	135	100	200	300	175	

Tabulka 6: Hodnocení firmy FIRESTA

Celkem firma FIRESTA získala 2 160 z 3 220 celkově možných bodů, tedy 67,708%

4.1.3. Chládek a Tintěra, Pardubice a.s.

Firma Chládek a Tintěra učinila zadavateli nabídku:

- Cena 10 898 400 Kč
- Doba provedení 77 dnů
- Záruky 90 měsíců
- Firma má dobré reference
- Pokuty 5 000 Kč a 1 500 Kč / den
- Pokuty pro zadavatele 0,05 %
- Firma doložila harmonogram
- Faktury splatné měsíčně
- Zádržné ve výši 10 %
- Firma má platné certifikáty ISO

ISO	Zádržné	Faktury	Příložení harmon.	Penále z prodlení zadavatele	Penále za vady	Penále z prodlení zhotovitele	Reference	Záruční doba	Doba provedení	Cena	
Stavová matice											
1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	
2	1		0	1	1	1		0	1	0	
3					0	0		1	0	0	
4						0			0	0	
5						0				0	
6										1	
7										0	
8										0	
9										0	
10										0	
11										0	
Výsledné bodové hodnocení											Suma
Body	100	140	150	700	120	105	60	100	500	510	315

Tabulka 7: Hodnocení firmy Chládek a Tintěra

Celkem firma Chládek a Tintěra získala 2 800 z 3 220 celkově možných bodů, tedy 86,957%

4.1.4. KARETA s.r.o.

Firma KARETA učinila zadavateli nabídku:

- Cena 12 132 300 Kč
- Doba provedení 77 dnů
- Záruky 72 měsíců
- Firma má dobré reference
- Pokuty 0,1% a 2 000 Kč / den
- Pokuty pro zadavatele 0,025 %
- Firma nedoložila harmonogram
- Faktury splatné měsíčně
- Zádržné ve výši 5 %
- Firma má platné certifikáty ISO

ISO	Zádržné	Faktury	Přiložení harmon.	Penále z prodlení zadavatele	Penále za vady	Penále z prodlení zhotovitele	Reference	Záruční doba	Doba provedení	Cena		
Stavová matice												
1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0		
2	1		1	0	0	0		1	1	0		
3					1	1		0	0	0		
4						0			0	0		
5						0				0		
6										0		
7										0		
8										0		
9										0		
10										0		
11										1		
Výsledné bodové hodnocení											Suma	
Body	140	510	300	100	90	135	180	300	150	140	100	2 145

Tabulka 8: *Hodnocení firmy KARETA*

Celkem firma KARETA získala 2 145 z 3 220 celkově možných bodů, tedy 66,615%

4.1.5. Mostní a pozemní stavby s.r.o.

Firma Mostní a pozemní stavby učinila zadavateli nabídku:

- Cena 11 563 700 Kč
- Doba provedení 77 dnů
- Záruky 60 měsíců
- Firma má dobré reference
- Pokuty 20 000 Kč a 2 000 Kč / den
- Pokuty pro zadavatele 0,05 %
- Firma doložila harmonogram
- Faktury splatné měsíčně
- Zádržné ve výši 5 %
- Firma má platné certifikáty ISO

ISO	Zádržné	Faktury	Příložení harmon.	Penále z prodlení zadavatele	Penále za vady	Penále z prodlení zhotovitele	Reference	Záruční doba	Doba provedení	Cena		
Stavová matice												
1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	0		
2	0		0	1	0	0		0	1	0		
3					1	0		0	0	0		
4						0			0	0		
5						1				0		
6										0		
7										0		
8										0		
9										1		
10										0		
11										0		
Výsledné bodové hodnocení											Suma	
Body	210	510	200	100	150	135	120	700	150	60	100	2 435

Tabulka 9: Hodnocení firmy MPS

Celkem firma Mostní a pozemní stavby získala 2 435 z 3 220 celkově možných bodů, tedy 75,211%

4.1.6. M-SILNICE a.s., odštěpný závod VÝCHOD

Firma M-SILNICE a.s., odštěpný závod VÝCHOD učinila zadavateli nabídku:

- Cena 10 300 900 Kč
- Doba provedení 92 dnů
- Záruky 90 měsíců
- Firma má dobré reference
- Pokuty 10 000 Kč a 1 000 Kč / den
- Pokuty pro zadavatele 0,05 %
- Firma doložila harmonogram
- Faktury splatné měsíčně
- Zádržné ve výši 5 %
- Firma má platné certifikáty ISO

ISO	Zádržné	Faktury	Příložení harmon.	Penále z prodlení zadavatele	Penále za vady	Penále z prodlení zhotovitele	Reference	Záruční doba	Doba provedení	Cena		
Stavová matice												
1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1		
2	0		0	1	0	0		0	0	0		
3					0	0		1	0	0		
4						1			1	0		
5						0				0		
6										0		
7										0		
8										0		
9										0		
10										0		
11										0		
Výsledné bodové hodnocení											Suma	
Body	525	150	500	100	90	60	120	700	150	60	100	2 555

Tabulka 10: Hodnocení firmy M-SILNICE

Celkem firma M-SILNICE získala 2 555 z 3 220 celkově možných bodů, tedy 79,348%

4.1.7. Pražské silniční a vodohospodářské stavby, a.s.

Firma Pražské silniční a vodohospodářské stavby učinila zadavateli nabídku:

- Cena 10 759 200 Kč
- Doba provedení 77 dnů
- Záruky 72 měsíců
- Firma má dobré reference
- Pokuty 10 000 Kč a 2 000 Kč / den
- Pokuty pro zadavatele 0,05 %
- Firma doložila harmonogram
- Faktury splatné měsíčně
- Zádržné ve výši 5 %
- Firma má platné certifikáty ISO

ISO	Zádržné	Faktury	Příložení harmon.	Penále z prodlení zadavatele	Penále za vady	Penále z prodlení zhotovitele	Reference	Záruční doba	Doba provedení	Cena	
Stavová matice											
1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	
2	0		0	1	0	0		1	1	0	
3					1	0		0	0	0	
4						1			0	1	
5						0				0	
6										0	
7										0	
8										0	
9										0	
10										0	
11										0	
Výsledné bodové hodnocení											Suma
Body	100	60	150	700	120	135	90	100	300	510	385

Tabulka 11: Hodnocení firmy PSVS

Celkem firma Pražské silniční a vodohospodářské stavby získala 2 650 z 3 220 celkově možných bodů, tedy 82,229%.

4.1.8. SART – stavby a rekonstrukce a.s.

Firma SART učinila zadavateli nabídku:

- Cena 10 400 800 Kč
- Doba provedení 76 dnů
- Záruky 90 měsíců
- Firma má dobré reference
- Pokuty 20 000 Kč a 1 500 Kč / den
- Pokuty pro zadavatele 0,025 %
- Firma doložila harmonogram
- Faktury splatné měsíčně
- Zádržné ve výši 10 %
- Firma má platné certifikáty ISO

ISO	Zádržné	Faktury	Příložení harmon.	Penále z prodlení zadavatele	Penále za vady	Penále z prodlení zhotovitele	Reference	Záruční doba	Doba provedení	Cena		
Stavová matice												
1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0		
2	1	0	0	0	1	0		0	0	1		
3	0	0			0	0		1				
4	0	0			0							
5	0				1							
6	0											
7	0											
8	0											
9	0											
10	0											
11	0											
Výsledné bodové hodnocení											Suma	
Body	455	540	500	100	150	105	180	700	150	140	100	3 120

Tabulka 12: Hodnocení firmy SART

Celkem firma SART získala 3 120 z 3 220 celkově možných bodů, tedy 96,894%.

4.1.9. STRABAG a.s., odštěpný závod Ostrava

Firma STRABAG učinila zadavateli nabídku:

- Cena 10 978 000 Kč
- Doba provedení 76 dnů
- Záruky 60 měsíců
- Firma má dobré reference
- Pokuty 0,1 % a 1 500 Kč / den
- Pokuty pro zadavatele 0,025 %
- Firma doložila harmonogram
- Faktury splatné měsíčně
- Zádržné ve výši 5 %
- Firma má platné certifikáty ISO

ISO	Zádržné	Faktury	Příložení harmon.	Penále z prodlení zadavatele	Penále za vady	Penále z prodlení zhotovitele	Reference	Záruční doba	Doba provedení	Cena	
Stavová matice											
1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	
2	0		0	0	1	0		0	0	0	
3					0	1		0	0	0	
4						0			0	0	
5						0				0	
6										0	
7										1	
8										0	
9										0	
10										0	
11										0	
Výsledné bodové hodnocení											Suma
Body	100	60	150	700	180	105	90	100	200	280	2 505

Tabulka 13: Hodnocení firmy STRABAG

Celkem firma STRABAG získala 2 505 z 3 220 celkově možných bodů, tedy 77,795%.

4.1.10. Swietelsky stavební s.r.o.

Firma Swietelsky učinila zadavateli nabídku:

- Cena 11 115 300 Kč
- Doba provedení 76 dnů
- Záruky 60 měsíců
- Firma má dobré reference
- Pokuty 0,05 % a 2 000 Kč / den
- Pokuty pro zadavatele 0,05 %
- Firma doložila harmonogram
- Faktury splatné měsíčně
- Zádržné ve výši 5 %
- Firma má platné certifikáty ISO

ISO	Zádržné	Faktury	Příložení harmon.	Penále z prodlení zadavatele	Penále za vady	Penále z prodlení zhotovitele	Reference	Záruční doba	Doba provedení	Cena	
Stavová matice											
1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	
2	0		0	1	0	0		0	0	0	
3					1	0		0	0	0	
4						0			0	0	
5						0				0	
6										0	
7										0	
8										1	
9										0	
10										0	
11										0	
Výsledné bodové hodnocení											Suma
Body	100	60	150	700	120	135	100	200	540	245	

Tabulka 14: Hodnocení firmy Swietelsky

Celkem firma Swietelsky získala 2 410 z 3 220 celkově možných bodů, tedy 74,845%.

4.1.11. TORAMOS, s.r.o.

Firma TORAMOS, s.r.o. učinila zadavateli nabídku:

- Cena 10 645 200 Kč
- Doba provedení 76 dnů
- Záruky 72 měsíců
- Firma má dobré reference
- Pokuty 5 000 Kč a 1 000 Kč / den
- Pokuty pro zadavatele 0,025 %
- Firma nedoložila harmonogram
- Faktury splatné měsíčně
- Zádržné ve výši 5 %
- Firma má platné certifikáty ISO

ISO	Zádržné	Faktury	Příložení harmon.	Penále z prodlení zadavatele	Penále za vady	Penále z prodlení zhotovitele	Reference	Záruční doba	Doba provedení	Cena	
Stavová matice											
1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	
2	0		1	0	0	1		1	0	0	
3					0	0		0	0	1	
4						0			0	0	
5						0				0	
6										0	
7										0	
8										0	
9										0	
10										0	
11										0	
Výsledné bodové hodnocení											Suma
Body	100	60	150	300	180	60	100	300	540	420	2 270

Tabulka 15: *Hodnocení firmy TORAMOS*

Celkem firma TORAMOS získala 2 270 z 3 220 celkově možných bodů, tedy 70,497%.

4.2. Srovnání a vyhodnocení nabídek

Pro přehledné a rychlé hodnocení dodavatelů byly určeny 3 kategorie pro hodnocení firem. Příslušnost k jednotlivým kategoriím závisí na procentním zisku bodů z celkového objemu možných bodů. Pokud nabídka nezíská alespoň 66% z maxima, potom je tato nabídka hodnocena jako nezajímavá, nevyhovující. Konkrétní rozdělení do skupin je uvedeno v následující matici.

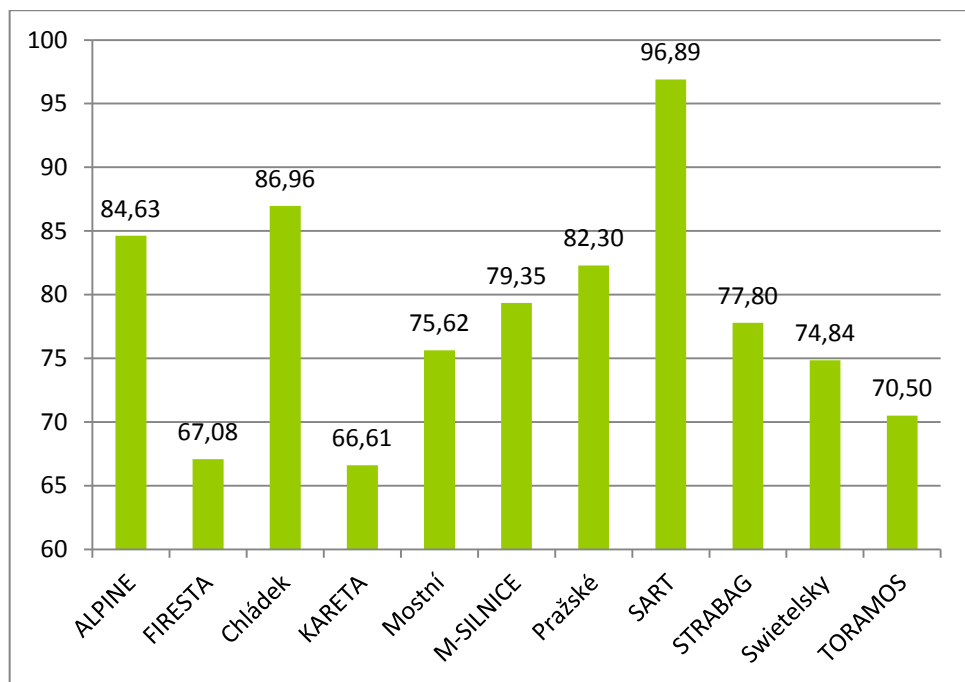
	%	Výsledek
1.	0 - 65	nevyhovující nabídka
2.	66 - 85	průměrná nabídka
3.	85 a více	nabídku přijmout

Tabulka 16: *Retransformační matice*

V předchozí kapitole (4.1. Postup zpracování modelu hodnocení dodavatelů prostřednictvím programu MS Excel) byl proveden výpočet bodového i procentního zisku pro každou firmu. Jejich souhrn a také slovní hodnocení podle jednotlivých kategorií je uveden v Tabulce číslo 17: Hodnocení dodavatelů. Barevně jsou odlišeny firmy, které dodaly nejlepší nabídky. Grafické vyjádření srovnání nabídek je zobrazeno v Grafu číslo 1: Hodnocení dodavatelů (v %).

Firma	Bodů celkem	%	Slovní hodnocení
ALPINE Bau CZ	2 725	84,63	průměrná nabídka
FIRESTA	2 160	67,71	průměrná nabídka
Chládek a Tintěra	2 800	86,96	nabídku přijmout
KARETA	2 145	66,62	průměrná nabídka
Mostní a pozemní stavby	2 435	75,21	průměrná nabídka
M-SILNICE	2 555	79,35	průměrná nabídka
Pražské silniční a vodohospodářské stavby	2 650	82,23	průměrná nabídka
SART	3 120	96,89	nabídku přijmout
STRABAG	2 505	77,79	průměrná nabídka
Swietelsky	2 410	74,85	průměrná nabídka
TORAMOS	2 270	70,49	průměrná nabídka

Tabulka 17: Hodnocení dodavatelů



Graf 1: Hodnocení dodavatelů (v %)

Celkové pořadí bodových hodnocení jednotlivých dodavatelů je tedy následující.

Pořadí	Firma	Body	%
1.	SART	3 120	96,89
2.	Chládek a Tintěra	2 800	86,96
3.	ALPINE	2 725	84,63
4.	PSVS	2 650	82,23
5.	M-SILNICE	2 555	79,35
6.	STRABAG	2 505	77,79
7.	Mostní a pozemní stavby	2 435	75,21
8.	Swietelsky	2 410	74,85
9.	TORAMOS	2 270	70,49
10.	FIRESTA	2 160	67,71
11.	KARETA	2 145	66,62

Tabulka 18: *Výsledné pořadí přihlášených firem*

Firma SART – stavby a rekonstrukce, a. s. nabídla městu nejlepší nabídku na vybudování cyklostezky na opuštěném tělese železniční dráhy, což vyplývá z celkového hodnocení jednotlivých firem. Zastupitelstvo města Zábřeh po důkladném prostudování nabídky uzavřelo se společností SART smlouvu o vybudování stavby.

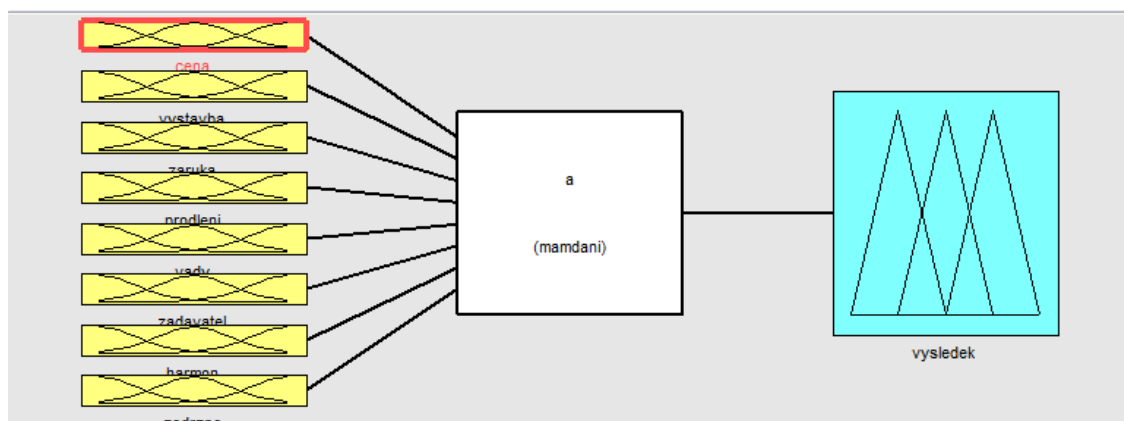
5. Návrh modelu hodnocení dodavatelů pomocí programu Matlab

Prvním důležitým krokem při zpracování projektu v programu Matlab, je volba vstupních proměnných, kterých může být libovolný počet a stanovení výstupů. Vstupní kritéria pro hodnocení dodavatelů byla stanovena následující:

- Nabízená cena
- Termín zpracování
- Délka záruční doby
- Smluvní pokuty – z prodlení dodavatele, zjištěných vad zadavatelem a pokuta za neplacení zadavatelem
- Doložení harmonogramu stavebních činností
- Frekvence placení
- Výše zádržného

Výstupem projektu bude rozhodnutí, které se na základě bodového hodnocení vyjadřuje k předloženým nabídkám jednotlivých dodavatelů. Odpověď může být následující:

- Nevyhovující nabídka
- Nabídku možno posunout do užšího výběru
- Nabídku přijmout



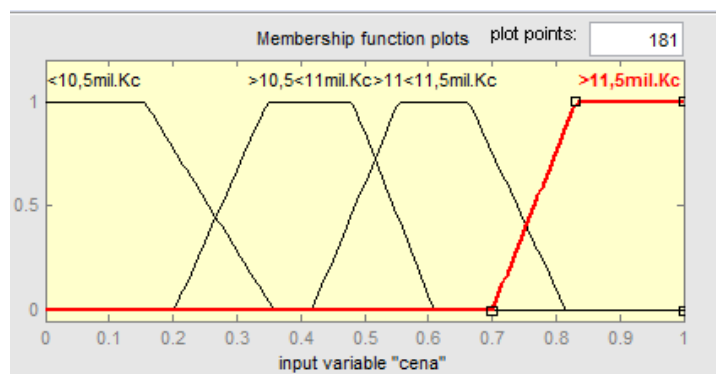
Obrázek 11: Schéma modelu hodnocení v Matlab

5.1. Vstupy

Pro jednotlivé vstupy, které byly výše vypsány a jsou zobrazeny na obrázku 26, je zapotřebí definovat atributy, které Matlab zobrazí jako množiny. Tyto množiny lze také v programu nastavit pomocí grafického zobrazení.

5.1.1. Cena

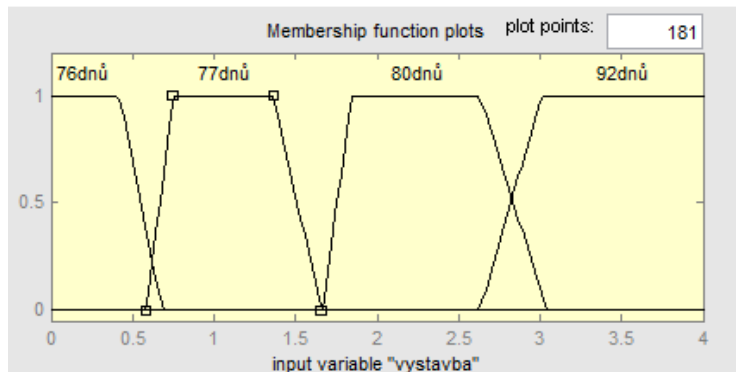
Prvním kritériem je cena, pro kterou byly stanoveny čtyři základní atributy – možné stavy, z kterých má uživatel na výběr. Na základě nabídek od dodavatelů jsem přiřadil nabízenou cenu do jednoho z atributů.



Obrázek 12: Zobrazení pro vstupní hodnotu "cena"

5.1.2. Výstavba

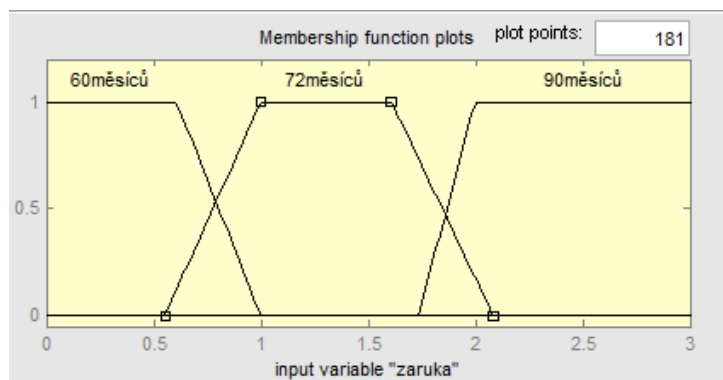
Kritérium výstavba neboli délka výstavby ve dnech dává na výběr ze čtyř atributů, z kterých uživatel může vybírat a to nejkratší délka výstavby 76 dnů nebo 77 dnů, dále je na výběr z možností 80 dnů nebo 92 dnů.



Obrázek 13: Zobrazení pro vstupní hodnotu "výstavba"

5.1.3. Záruka

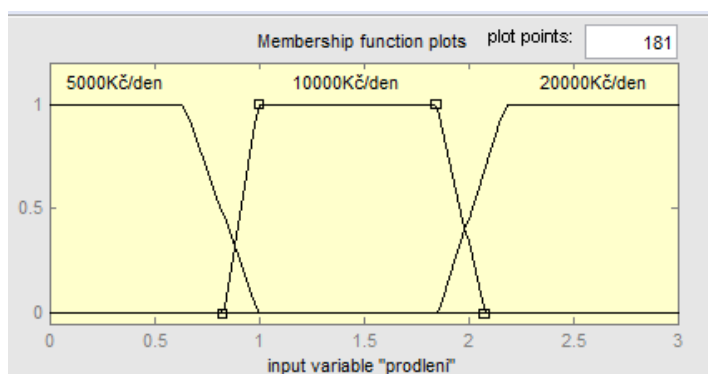
Záruční doba dává na výběr ze tří atributů – 60 měsíců, 72 měsíců nebo nejdelší možná záruční doba ve výši 90 měsíců.



Obrázek 14: Zobrazení pro vstupní hodnotu "záruka"

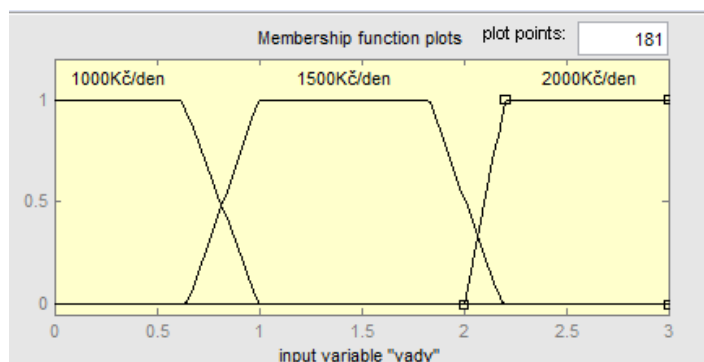
5.1.4. Smluvní pokuty

- Z prodlení – pokuty z prodlení je možno vybrat ze tří možností. Nejvyšší nabízenou pokutou je částka 20 000Kč za každý den, který překročí dobu výstavby, další jsou ve výši 10 000Kč/den a 5 000Kč/den.



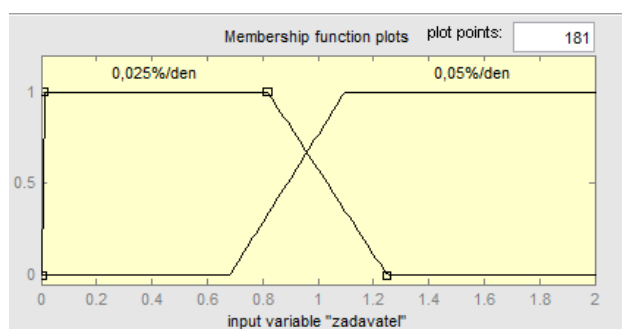
Obrázek 15: Zobrazení pro vstupní hodnotu "prodlení"

- Za zjištěné vady – pokud zadavatel nalezne na stavbě vady, má možnost po zhotoviteli požadovat pokuty za odstranění vad. Nejvyšší navrhnutou částkou za odstranění zjištěných vad je 2 000 Kč za každý den, do doby odstranění vad. Dalšími nabídkami jsou částky ve výši 1 500 Kč nebo 1 000 Kč za den.



Obrázek 16: Zobrazení pro vstupní hodnotu "vady"

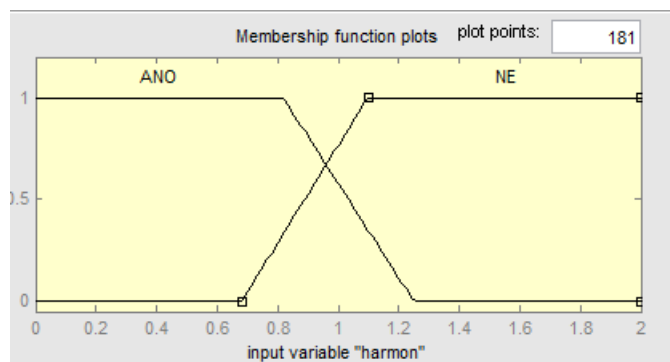
- Ze strany zadavatele – pokud zadavatel není schopen platit zhotoviteli řádně a včas, má možnost zhotovitel požadovat pokutu z nesplacené faktury ve výši 0,025% z fakturované částky za den nebo ve výši 0,05%.



Obrázek 17: Zobrazení pro vstupní hodnotu "zadavatel"

5.1.5. Harmonogram

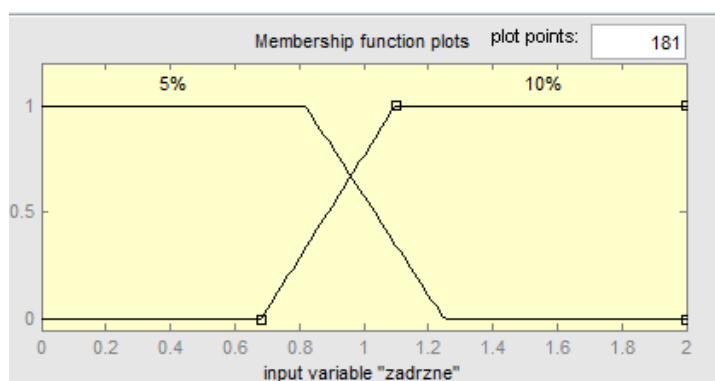
Toto kritérium obsahuje dva atributy – ano, *ne*. Harmonogram stavebních prací je nedílnou součástí cenové nabídky zhotovitele, pokud jej zhotovitel nedoloží k ostatním dokumentům, jeho šance na vítězství ve výběrovém řízení jsou velmi malé.



Obrázek 18: Zobrazení pro vstupní hodnotu "harmonogram"

5.1.6. Zádržné

Kritérium umožňuje zadavateli po ukončení stavebních prací zhotovitelem si po určitou dobu ponechat část finančních prostředků za provedené stavební činnosti pro případ, že by se na stavbě projevíly některé nedokonalosti nebo by bylo odhaleno použití nekvalitního materiálu. Zádržné je možné si ponechat ve výši 5% nebo 10% z celkové částky.



Obrázek 19: Zobrazení pro vstupní hodnotu "zádržné"

5.2. Výstupy

Zadavatel podle bodového ohodnocení nabídek deklaroval čtyři možnosti výstupů všech nabídek. Pokud nabídka získá méně než 65 % celkových bodů, potom je výsledkem možnost, že *nabídka je nevyhovující* a zadavatel ji nepřijme. Celkový počet procentních bodů od 66 do 85 kategorizuje nabídku jako *průměrnou*, pokud některá z nabídek dosáhne více než 86 % všech možných bodů, vyhrává, neboť odpovědí systému je *nabídku přijmout*.

Před zjištěním hodnocení jednotlivých dodavatelů je však nutné zadat fuzzy pravidla pro chování navrhovaného systému. Jedná se o časově náročný proces, protože pokud uživatel nenastaví pravidla a důležitá ošetření, může program ve výsledné fázi vyhodnocovat nabídky špatně a jeho použití by nebylo žádoucí.

Pravidla se zadávají jednoduchým způsobem v *Rule editoru*, kde jsou zobrazena všechna kritéria, která uživatel v prvním kroku zadal do programu a jejich varianty. Na uživateli je vybrat požadovanou variantu, typ spojení s další variantou z nabídky (*and / or*) a výslednou variantu. U každého pravidla je dále možnost nastavení jeho váhy (předdefinovaná je váha 1).

5.3. Vyhodnocení dodavatelů pomocí Fuzzy logic Toolbox

Pro ilustraci je zde uveden průběh zadávání a bodové hodnocení jednoho z přihlášených dodavatelů, společnosti SART, ostatní výsledky jsou zapsány v tabulce níže, neboť průběh zadávání a výpočtu je u všech stejný.

```
>> fuzzy
Zadejte cenu: Je-li cena do 10,5mil.Kč zadejte číslo 1, je-li cena 10,5mil.Kč - 11mil.Kč: 2, je-li cena 11mil.Kč - 11,5mil.Kč: 3, je-li cena nad 11,5mil.Kč: 4]: 1
Zadejte délku výstavby ve dnech. Pro 76dní: 1, pro 77dní: 2, pro 80dní: 3, pro 92dní: 4: 1
Zadejte délku záruční doby v měsících. Pro 60měsíců: 1, pro 72měsíců: 2 a pro 90měsíců: 3: 3
Zadejte výši pokuty z prodlení. Pro pokutu 5 000Kč nebo 0,05%: 1, pro pokutu 10 000Kč nebo 0,1%: 2 a pro pokutu ve výši 20 000Kč: 3: 3
Zadejte výši pokuty za odjevené vady. Pro pokutu ve výši 1 000Kč: 1, pro pokutu ve výši 1 500Kč: 2 a pro pokutu ve výši 2 000Kč: 3: 2
Zadejte výši pokuty ze strany zadavatele v případě prodlení plateb. Pro pokutu ve výši 0,025%: 1, pro pokutu ve výši 0,05%: 2: 1
Je obsahem nabídky vypracovaný harmonogram? Pokud ANO: 1, pokud NE: 2: 1
Jakou výši zádržného umožňuje zhotovitel ponechat si zadavateli? Pokud 5%: 1, pokud 10%: 2
```

96

Nabídku přijmout

Obrázek 20: Hodnocení firmy SART programem Matlab

Firma	%	Hodnocení
ALPINE Bau CZ	83,0	Průměrná nabídka
FIRESTA	67,5	Průměrná nabídka
Chládek a Tintěra	86,0	Nabídku přijmout
KARETA	65,5	Nevyhovující nabídka
Mostní a pozemní stavby	75,5	Průměrná nabídka
M-SILNICE	79,0	Průměrná nabídka
Pražské silniční a vodohospodářské stavby	81,5	Průměrná nabídka
SART	96,0	Nabídku přijmout
STRABAG	77,0	Průměrná nabídka
Swietelsky	75,0	Průměrná nabídka
TORAMOS	70,5	Průměrná nabídka

Tabulka 19: Hodnocení dodavatelů

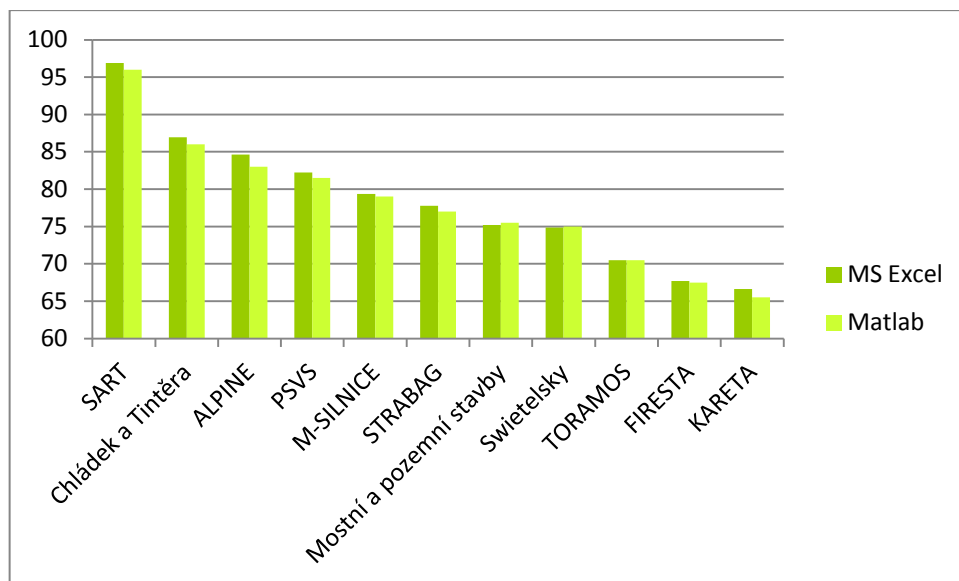
5.4. Porovnání a vyhodnocení nabídek

V předchozích kapitolách byl proveden výpočet bodového a procentního hodnocení v programech MS Excel a Matlab pro každou z přihlášených firem. V následující tabulce jsou uvedeny konkrétní hodnoty pro každou firmu pomocí hodnocení pomocí MS Excel a Matlab. Z uvedených hodnot lze vyčíst, že výsledky jsou u obou použitých metod velmi podobné. Lze tedy konstatovat, že obě metody pracují správně a na výsledky se lze spolehnout.

Firma	Body	%	
	MS Excel	MS Excel	Matlab
SART	3 120	96,89	96,0
Chládek a Tintěra	2 800	86,96	86,0
ALPINE	2 725	84,63	83,0
PSVS	2 650	82,23	81,5
M-SILNICE	2 555	79,35	79,0
STRABAG	2 505	77,79	77,0
Mostní a pozemní stavby	2 435	75,21	75,5
Swietelsky	2 410	74,85	75,0
TORAMOS	2 270	70,49	70,5
FIRESTA	2 160	67,71	67,5
KARETA	2 145	66,62	65,5

Tabulka 20: *Hodnocení dodavatelů*

V následujícím grafu jsou zobrazeny procentní plnění jednotlivých nabídek zadaných podmínek včetně srovnání obou použitých metod.



Graf 2: Hodnocení dodavatelů včetně srovnání metod (v %)

Pro konečné hodnocení byly procentní hodnoty, získané jednotlivými metodami zprůměrovány, čímž bylo dosaženo jednoznačnému výsledku každé firmy. Pro slovní hodnocení a srovnání nabídek byly opět použity tři výsledné kategorie, závisící na procentním hodnocení jednotlivých nabídek dle Tabulky číslo 16: Retransformační matice. Hodnocení je uvedeno v následující tabulce.

Firma	Průměr	Hodnocení
SART	96,445	Nabídku přijmout
Chládek a Tintěra	86,480	Nabídku přijmout
ALPINE	83,815	Průměrná nabídka
PSVS	81,865	Průměrná nabídka
M-SILNICE	79,175	Průměrná nabídka
STRABAG	77,395	Průměrná nabídka
Mostní a pozemní stavby	75,355	Průměrná nabídka
Swietelsky	74,925	Průměrná nabídka
TORAMOS	70,495	Průměrná nabídka
FIRESTA	67,605	Průměrná nabídka
KARETA	66,060	Průměrná nabídka

Tabulka 21: Průměrné hodnocení výsledků použitých metod

Z výsledků je patrné, že společnost SART se svojí nabídkou má před ostatními značný bodový náskok a je vhodné ji oslovit k uzavření smlouvy o stavebních pracích. I přes fakt, že tato společnost nenabízí nejnižší cenu, spolupráce pro město Zábřeh je s ní nejvhodnější. Tato firma dodala nejpodrobnější nabídku, ve které popsala veškeré detaily. Nepředpokládá se tedy žádné nedorozumění jak ze strany zhotovitele, tak i zadavatele. Prozatím se spolupráce s touto firmou jeví jako úspěšná a doufám, že výstavba cyklostezky dopadne ve všech ohledech dobře.

6. Závěr

Cílem diplomové práce bylo nastudování problematiky umělé inteligence, pokročilých metod analýz a modelování a využití získaných znalostí pro vytvoření nástroje, s jehož pomocí může být vybrán optimální dodavatel při vypsaném výběrovém řízení ze strany zastupitelstva města Zábřeh. V tomto případě jsem jako příklad použil výběrové řízení na dodavatele stavebních prací pro konkrétní stavbu, přesněji na výstavbu cyklostezky na opuštěném železničním tělese mezi obcemi Lupěné a Hněvkov. Celá rekonstrukce je rozdělena do dvou částí – opravy železničních mostů a pokládky asfaltového povrchu a dále úpravy okolního terénu. Důležitým termínem pro zadavatele byl termín pokládky asfaltového povrchu, který jsem taktéž zohlednil v kritériích při hodnocení jednotlivých nabídek.

Na základě prvotních analýz stavu a potřeb jsem po návštěvě městského úřadu a předložení svého návrhu začal pracovat na budoucí podobě nástroje. Mezi informace, které jsem konzultoval s pracovníky města, patřilo například nastavení kritérií, možnost jejich obodování, podmínky pro dodavatele a poskytnutí dat o výběrovém řízení.

Po sběru veškerých informací potřebných pro rozhodování, jsem je zpracoval v programech MS Excel a Matlab. S pomocí vypracovaných nástrojů bylo následně provedeno hodnocení všech přijatých nabídek a na základě výsledků byla vybrána nejlepší.

Na výběr jsem měl z jedenácti konkrétních nabídek. Data jsem důkladně prostudoval a zpracoval v programu Microsoft Excel a dále pro kontrolu v programu Matlab. Výsledky u obou metod byly srovnatelné, což potvrdilo odladěnost programu v Matlabu a správnost obou metod. Nejlépe hodnocená byla nabídka od společnosti SART – stavby a rekonstrukce, a. s.

Tato nabídka se ziskem 96,89% získala náskok před ostatními nabídkami, druhá nejlepší získala pouze 86,96%, tedy o 10 procent méně. Společnost SART – stavby a rekonstrukce sice nenabízela nejnížší cenu, která byla přibližně o 100 tisíc Kč vyšší, ale v dalších kritériích tato firma nabízí městu lepší záruky.

Konečná cena činí 10 300 900 Kč, což je poloviční cena, než s kterou vedení města počítalo při vypisování výběrového řízení. Toto snížení je možno přisuzovat pokračující krizi ve stavebnictví, spojeným s nedostatkem finančních prostředků investorů a nedostatkem stavebních projektů pro stavební společnosti, které proto musí snižovat své náklady a marže pro získání alespoň nějakých zakázek.

S vítěznou společností následně město Zábřeh uzavřelo smlouvu a společnost byla pověřena výstavbou cyklostezky.

Práce na zpracování tohoto tématu pro mě byla velmi přínosná, neboť jsem měl možnost pracovat s velice zajímavým programem Matlab a dále jsem měl možnost získat mnoho nových informací nejen z oblasti fuzzy logiky, ale také z průběhu vyhlášení a hodnocení výběrových řízení. Zjistil jsem, že ne všechna komunikace a spolupráce s lidmi je vždy podle našich představ a průběh není bezproblémový, jak by každý předpokládal.

Celá práce byla zpracována pro Městský úřad v Zábřehu, který po mírné úpravě jednotlivých kritérií a jejich atributů může vytvořené schémata použít při dalších hodnoceních vyhlášených výběrových řízení. Osobně bych doporučil hodnocení prostřednictvím programu MS Excel, neboť se jedná o přehledný program, který je v současné době všem pracovníkům městského úřadu dostupný a známý, jeho obsluha je jednoduchá, program a jeho provoz je levný, efektivní a výstupy hodnocení

jsou graficky přehledné. Drobnou nevýhodou je skutečnost, že výsledky program nezobrazuje v podobě fuzzy, kterou by více požadoval uživatel, který by zpracovával složité a komplikované případy.

Při využívání programu Matlab by bylo zapotřebí investice do pořízení tohoto programu a proškolení pracovníků, kteří by s tímto programem v budoucnosti přicházeli do styku. Jedná se o finančně nákladný program a bez proškolení by uživatel velmi těžce definoval pravidla, nutná pro hodnocení jednotlivých nabídek.

Jsem rád, že jsem měl možnost si práci s jednotlivými programy vyzkoušet do detailů a při zpracovávání této práce jsem měl možnost zjistit, že problematika využití pokročilých metod analýz a modelování je značně rozsáhlá, ale velmi zajímavá.

Závěrem své diplomové práce mohu konstatovat, že jsem vytvořil nástroj, který usnadní výběr optimálního dodavatele při výběrovém řízení, což bylo cílem mé práce.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Odborná literatura:

- [1] AALIEV, A., ALIEV, R. *Soft Computing and Its Applications*. 1. vyd. World Scientific Pub. Ltd, UK 2002, 444s., ISBN 981-02-4700-1.
- [2] DOSTÁL, P. *Advanced Economic Analyses*. 1. vyd. Brno : CERM, s.r.o., 2008, 80s. ISBN 978-80-214-3564-3.
- [3] DOSTÁL, P. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*. 1. vyd. Brno : CERM, s.r.o., 2008. 340s. ISBN 978-80-7204-605-8.
- [4] DOSTÁL, P.; RAIS, K.; SOJKA, Z. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*. Praha : Grada, 2005. 168 s. ISBN 80-247-1338-1.
- [5] HANSELMAN, D., LITTLEFIELD, B. *Mastering MATLAB7*. Pearson Education International Ltd., 2005. 852 s. ISBN 0-13-185714-2.
- [6] JURA, P. *Základy fuzzy logiky pro řízení a modelování*. Brno : VUTUM, 2003, 132s. ISBN 80-214-2261-0.
- [7] KLIR, G.J., YUAN, B. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Theory and Applications*. Prentice Hall, New Jersey, 1995. 279 s. ISBN 0-13-101171-5.
- [8] KOVAŘÍK, M. *Matlab*. Zlín : Nakladatelství Martin Stříž. 2008. ISBN 978-80-87106-09-9.
- [9] MAŘÍK, V., ŠTĚPÁNKOVÁ, O., LAŽANSKÝ, J. *Umělá inteligence (4)*. 1. vyd. Praha : ACADEMIA, 2003, 475s., ISBN 80-200-1044-0.
- [10] NOVÁK, V. *Fuzzy množiny a jejich aplikace*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1990. 296 s. ISBN 80-03-00325-3.
- [11] RAIS, K., DOSTÁL, P. *Operační a systémová analýza II*. 1. vyd. Brno: CERM, 2004. 161 s. ISBN 80-214-2803-1.
- [12] THE MATHWORKS. *MATLAB – Fuzzy Logic Toolbox – User's Guide*. The MathWorks, Inc., 2008.
- [13] THE MATHWORKS. *MATLAB – Neural Network Toolbox - User's Guide*. The MathWorks, Inc. 2010.

Internetové zdroje:

- [14] ALPINE CZ. *ALPINE* [online]. 2011 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.alpine.cz/http://www.firesta.cz/new.php/>
- [15] Chládek & Tintěra. *ALPINE* [online]. 2011 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.cht.cz/>
- [16] Firesta. *Firesta - stavíme pro Vás* [online]. 2008 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.firesta.cz/new.php?lang=cz>
- [17] Informační centrum vlády. *Obec* [online]. 2012 [cit. 2012-01-27]. Dostupné z: <http://icv.vlada.cz/cz/pro-skoly/materialy/politicky-system/obec-75863/>
- [18] KARETA. *KARETA* [online]. 2011 [cit. 2012-01-29]. Dostupné z: <http://www.kareta.cz/>
- [19] MPs. *MPs - Mostní a pozemní stavby s.r.o.* [online]. 2011 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.mps-pce.cz/>
- [20] M-SILNICE. *Vítejte na stránkách společnosti M-SILNICE a.s.* [online]. 2011 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.msilnice.cz/>
- [21] Pražské silniční a vodohospodářské stavby, a.s. *PSVS* [online]. 2011 [cit. 2012-01-29]. Dostupné z: <http://www.psvs.cz/>
- [22] RYDVAL, Slávek. *Základy fuzzy logiky. Základy fuzzy logiky* [online]. 2005 [cit. 2012-01-19]. Dostupné z: <http://www.rydval.cz/phprs/view.php?cisloclan\ku=2005061701%5d>
- [23] SART. *SART - stavby a rekonstrukce, a.s.* [online]. 2011 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.sart.cz/>
- [24] Samospráva. *Portál na podporu rozvoje obcí ČR* [online]. 2009 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.rozvojobci.cz/news/samosprava/>
- [25] STRABAG. *STRABAG v České republice* [online]. 2008 [cit. 2012-01-29]. Dostupné z: www.strabag.cz
- [25] SYROVÝ, Ing. Jiří, Ing. Miroslav TRNKA a Mgr. Zdeněk PROCHÁZKA. *Dopravní stavba roku 2006: Optimalizace traťového úseku Zábřeh-Krasíkov. Časopis Stavebnictví* [online]. 2008, roč. 2008, č. 02 [cit. 2012-01-20]. Dostupné z: <http://www.casopisstavebnictvi.cz/clanek.php?detail=612>
- [26] SWIETELSKY. *Koncern Swietelsky se specializuje na stavby....* [online]. 2006 [cit. 2012-01-29]. Dostupné z: www.swietelsky.cz
- [27] ŠTÝBNAROVÁ, L. *Expertní systémy.* [online]. 2002 [cit. 2011-12-28]. Dostupné z: http://ui.fpf.slu.cz/diplomky/znalostni_a_expertni_systemy
- [28] Toramos. *TORAMOS dopravní a inženýrské stavby* [online]. 2010 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: www.toramos.cz
- [29] Zábřeh. *Historie* [online]. 2009 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.zabreh.cz/mesto-zabreh/historie-mesta/>

- [30] Zábřeh - informační portál. *Základní informace o městě* [online]. 2008 [cit. 2012-01-27]. Dostupné z: <http://www.portalzabreh.cz/>
- [31] Zábřeh křižovatka měst. *Historie města, osobnosti* [online]. 2007 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://tourism.zabreh.cz/index.php?a=cat.232>
- [32] Zábřeh - struktura MěÚ Zábřeh. *Organizační struktura* [online]. 2008 [cit. 2012-01-27]. Dostupné z: <http://www.zabreh.cz/mestsky-urad/organizacni-struktura>
- [33] Zábřeh. *Veřejné zakázky* [online]. 2011 [cit. 2012-05-01]. Dostupné z: http://www.zabreh.cz/multisites/zabreh/images/stories/other/ke_stazeni/zakazky/Cyklostezka_Veejn_zakzka.pdf
- [34] Zábřeh. *Zábřeh. cyklostezka na opuštěném tělese dráhy* [online]. 2011 [cit. 2012-01-26]. Dostupné z: <http://www.zabreh.cz/projekty-a-rozvoj/projekty/19260-cyklostezka-lupenehnevkov/>
- [35] *What is Fuzzy logic? FuzzyTECH* [online]. 2009 [cit. 2012-01-30]. Dostupné z: <http://www.fuzzytech.com/>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Rozhodování řešené fuzzy zpracováním	20
Obrázek 2: Standardní funkce členství typu A	21
Obrázek 3: Standardní funkce členství typu II.....	21
Obrázek 4: Standardní funkce členství typu Z	21
Obrázek 5: Standardní funkce členství typu S	22
Obrázek 6: Gaussova křivka	22
Obrázek 7: Fuzzy logika - pravidla.....	23
Obrázek 8: Matlab - toolboxy.....	26
Obrázek 9: Fuzzy Logic Toolbox - FIS Editor	28
Obrázek 10: Orientační mapa cyklostezky.....	32
Obrázek 11: Alpine - refence - údolní estakáda	39
Obrázek 12: Firesta - reference - železniční most k tunelu Hněvkov II.....	40
Obrázek 13: Chládek a Tintěra - reference - modernizace trati.....	41
Obrázek 14: Mostní a pozemní stavby - reference - protihluková stěna Hradec Králové.....	42
Obrázek 15: M-SILNICE - reference	44
Obrázek 16: PSVS – reference – okruh Prahy.....	45
Obrázek 17: SART - reference - obnova místní komunikace v obci Česká Ves	46
Obrázek 18: STRABAG - reference – cyklostezka	47
Obrázek 19: Swietelsky - reference - přeložka silnice I/34.....	48
Obrázek 20: Schéma modelu hodnocení v Matlab.....	72
Obrázek 21: Zobrazení pro vstupní hodnotu "cena"	73
Obrázek 22: Zobrazení pro vstupní hodnotu "výstavba"	73
Obrázek 23: Zobrazení pro vstupní hodnotu "záruka"	74
Obrázek 24: Zobrazení pro vstupní hodnotu "prodlení"	74
Obrázek 25: Zobrazení pro vstupní hodnotu "vady"	75
Obrázek 26: Zobrazení pro vstupní hodnotu "zadavatel".....	75
Obrázek 27: Zobrazení pro vstupní hodnotu "harmonogram"	76
Obrázek 28: Zobrazení pro vstupní hodnotu "zádržné"	76
Obrázek 29: Hodnocení firmy SART programem Matlab	78

Seznam tabulek

Tabulka 1: <i>Nabídky přihlášených firem</i>	50
Tabulka 2: <i>Základní stavová matice</i>	54
Tabulka 3: <i>Transformační matice A</i>	55
Tabulka 4: <i>Transformační matice B</i>	56
Tabulka 5: <i>Hodnocení firmy APLINE</i>	57
Tabulka 6: <i>Hodnocení firmy FIRESTA</i>	58
Tabulka 7: <i>Hodnocení firmy Chládek a Tintěra</i>	59
Tabulka 8: <i>Hodnocení firmy KARETA</i>	60
Tabulka 9: <i>Hodnocení firmy MPS</i>	61
Tabulka 10: <i>Hodnocení firmy M-SILNICE</i>	62
Tabulka 11: <i>Hodnocení firmy PSVS</i>	63
Tabulka 12: <i>Hodnocení firmy SART</i>	64
Tabulka 13: <i>Hodnocení firmy STRABAG</i>	65
Tabulka 14: <i>Hodnocení firmy Swietelsky</i>	66
Tabulka 15: <i>Hodnocení firmy TORAMOS</i>	67
Tabulka 16: <i>Retransformační matice</i>	68
Tabulka 17: <i>Hodnocení dodavatelů</i>	69
Tabulka 18: <i>Výsledné pořadí přihlášených firem</i>	70
Tabulka 19: <i>Hodnocení dodavatelů</i>	78
Tabulka 20: <i>Hodnocení dodavatelů</i>	79
Tabulka 21: <i>Průměrné hodnocení výsledků použitých metod</i>	80

Seznam grafů

Graf 1: <i>Hodnocení dodavatelů (v %)</i>	69
Graf 2: <i>Hodnocení dodavatelů včetně srovnání metod (v %)</i>	80

Seznam příloh

Příloha I – položkový rozpočet

Příloha II – rekapitulace rozpočtu

Příloha I – položkový rozpočet

Položkový rozpočet						
Název stavby:	ZABREH				Číslo stavby	Z -
Název SO:	CYKLOSTEZKA NA OPUSTENEM TELESE DRAHY				:	44
Datum zpracování :	15.2.2011				Číslo SO:	024-1
					Datum aktualizace :	15.2.2011
Poř. číslo pol.	Číslo položky	Název položky	Měrná jednotka	Množství	Jednotková hmotnost	Celková hmotnost
	1	2	3	4	5	6
VSEOBECNE KONSTRUKCE A PRACE						
	000					
1	00-0001	Zaměření skutečného provedení stavby	kpl	1,000	0,000	0,000
20	00-0004	Vytyčení inženýrských sítí	kpl	1,000	0,000	0,000
	000 celkem					0,000

12 Odkopávky a prokopávky						
	122					
5	20-2202	Odkop. silnice tr. 3 do 1000 m3	m3	2 450,000	0,000	0,000
	162					
6	30-1101	Vodorov. vykopku do 500m 4	m3	1 986,000	0,000	0,000
	167					
7	10-1102	Nakládání vykopku přes 100m3tr.1-4	m3	2 770,000	0,000	0,000
	162					
8	70-1105	Vodorovne. vykopku do 10000m1-4	m3	1 865,000	0,000	0,000
	162					
9	70-1109	Příplatek zkd 1000m tr.1-4	m3	9 325,000	0,000	0,000
	171					
10	20-1201	Uložení sypaniny na skladku	m3	1 865,000	0,000	0,000
	171	POPLATEK ZA ULOZ VYKOPKU NA SKLADCE	M3	1 865,000	0,000	0,000
11	20-					

56 Podkladní vrstvy komunikací a zpevněné plochy						
22	564 75- 1118	PODKL KAM STERK DRCENY TL. 150 MM	M2	7 708,700	0,300	2 312, 610
23	564 75- 0002	DRCENY STERK S VYSIVKOU SIRE 50 CM	M2	2 252,300	0,120	270, 276
56 celkem						2 582, 886

57 Kryty sterkových a živiných pozem.komunikací a zpevněných ploch						
24	577 13- 2111	BET ASF TR1 ABS ABH PRES3M TL 4CM	M2	6 808,700	0,100	680, 870
25	573 31- 2211	Prolití podkl.asf bez posyp 3,5kg/m2	m2	6 808,700	0,000	0,00 0
26	576 14- 2111	KOBEREC OTEVR KAM DRC ASF 5CM	M2	7 260,500	0,110	798, 655
55	573 21- 1111	Postřík živiný spojovací z asfaltu 0,5 kg/m2	M2	6 809,000	0,000	0,00 0
56	573 11- 1111	Postřík živiný infiltrační z asfaltu 0,8 kg/m2	M2	7 260,000	0,000	0,00 0
57 celkem						1 479, 525

59 Dlážby a predlážby pozemních komunikací a zpevněných ploch						
28	590 00- 0002	Nakládání hmot na dopravní prostředek	t	43,000	0,000	0,00 0
29	590 00- 0003	Vodorovná doprava hmot do 1 km	t	43,000	0,000	0,00 0
30	979 08- 4419	Příplatek za dopravu hmot za každý další 1 km	t	860,000	0,000	0,00 0
31	199 00- 0000	Poplatek za skladku	t	43,000	0,000	0,00 0
32	334 21- 3113	Zdivo nadzákl. opěr z lom. kamene na MC	M3	6,000	0,000	0,00 0
59 celkem						0,00 0

767 Konstrukce zámečnické						
	931					
34	94-1212	Dilatač závěr flexibilní kryc plech	M	61,500	0,000	0,000
	767					
35	00-0001	DOD.+MON. ZABRADLI NA MOSTECH v. 130 cm	M	458,000	0,000	0,000
	767					
36	00-0002	dod.+mon. bezpecnost.dvoumadlov. zabradli	m	65,000	0,000	0,000
						0,000
						0,000
		767 celkem				0

783 Nátery						
	941					
37	94-1051	Montáž lešení leh.řad.s podlahami,š.1,5 m, H 10 m	M2	3 735,000	0,000	0,000
	941					
39	94-1851	Demontáž lešení leh.řad.s podlahami,š.1,5 m,H 10 m	M2	3 735,000	0,000	0,000
	783					
40	00-0008	ocisteni oc. nosniku tlak. vodou	M2	3 985,000	0,000	0,000
	216					
41	90-4112	ocisteni tlak. vodou sten a kleneb	m2	1 740,000	0,000	0,000
	627					
42	45-2911	sparovani stareho zdiva lom. kamen	m2	52,000	0,000	0,000
	783					
43	00-0009	nater ocelovych nosniku	m2	1 222,000	0,000	0,000
						0,000
						0,000
		783 celkem				0

798 Ostatni prace neuvedene						
	798					
44	00-0001	Ostatni prace neuvedene	sou bor	0,000	0,000	0,000
						0,000
						0,000
		798 celkem				0

91 Doplnkové konstrukce a práce na pozem.komunikacích a zpev.plochá						
	915					
45	71-1111	Vodor zn strik barv del car s 12cm	m	7 420,300	0,000	0,668
	915					
46	79-1111	Predznaceni del cary vodici prouzky	m	7 420,300	0,000	0,000
47	919	Rezani zivic krytu tl 10-15cm	m	33,300	0,000	0,000

	73-511391579-					0
48	000291400-	DOD+OSAZENI PATNIKU	KS	2,000	0,000	0,000
49	1112	MTZ sil zn s ram s ocel nos konstr	kus	4,000	0,447	1,787
50	PC	DODAVKA SLOUPKU	KS	4,000	0,015	0,060
51	PC91786-	DODAVKA ZNACKY	KS	4,000	0,010	0,040
52	2111	Osaz chodn obrub B stoj opera B zn2	m	50,000	0,130	6,481
53	PC	DODAVKA BET. OBRUBNIKU	M	52,000	0,025	1,300
		91 celkem				10,336

99 Presun hmot						
54	99822-5111	Presun hmot poz kom kryt zivicny	t	4 150,878	0,000	0,000
		99 celkem				0,000

9999 Neuznatelné náklady						
2	00000-000200000-	Realizacni dokumentace stavby	kpl	1,000	0,000	0,000
3	000359000-	Dokumentace skutecneho provedeni	kpl	1,000	0,000	0,000
27	0001	Úprava mostních zdí a pilířů z kamene	M3	18,000	0,000	0,000
33	PC94194-	PREDLAZDENI KAMENU OCHRANNE DLAZBY	M2	20,000	0,000	0,000
38	1391181	Příplatek za měsíc použití lešení k pol.1051	M2	3 735,000	0,000	0,000
13	10-1102564	Uprava plane zarez tr. 4 se zhut (p.č. 506/14)	m2	28,000	0,000	0,000
22	75-1118564	PODKL KAM STERK DRCENY TL. 150 MM (p.č. 506/14)	M2	25,000	0,300	7,500
23	75-0002577	DRCENY STERK S VYSIVKOU SIRE 50 CM (p.č. 506/14)	M2	3,200	0,120	0,384
24	13-2111	BET ASF TR1 ABS ABH PRES3M TL 4CM (p.č. 506/14)	M2	17,800	0,100	1,780

25	573 31- 2211 576	Proliti podkl asf bez posyp 3,5kgm2 (p.č. 506/14)	m2	47,800	0,000	0,00 0
26	14- 2111 915	KOBEREC OTEVR KAM DRC ASF 5CM (p.č. 506/14)	M2	20,100	0,110	2,21 1
45	71- 1111 915	Vodor zn strik barv del car s 12cm (p.č. 506/14)	m	6,200	0,000	0,00 1
46	79- 1111 919	Predznaceni del cary vodici prouzky (p.č. 506/14)	m	6,200	0,000	0,00 0
47	73- 5113	Rezani zivic krytu tl 10-15cm (p.č. 506/14)	m	11,700	0,000	0,00 0
55	573 21- 1111 573	Postřik živičný spojovací z asfaltu 0,5 kg/m2 (p.č. 506/14)	M2	18,000	0,000	0,00 0
56	11- 1111	Postřik živičný infiltrační z asfaltu 0,8 kg/m2 (p.č. 506/14)	M2	21,000	0,000	0,00 0
9999 celkem						11,8 76

Příloha II. – rekapitulace rozpočtu

Rekapitulace rozpočtu					
<div> <div>Název stavby : ZABREH</div> <div>Číslo stavby : Z - 44</div> <div>Název SO : CYKLOSTEZKA NA OPUSTENEM TELESE DRAHY</div> <div>Číslo SO : 024-1</div> <div>Datu 15.2.2 m: 011</div> </div>					
Oddíl	Název	CENA (Kč)			Tonáž
		Dodávka	Montáž	Celkem	
000	VSEOBECNE KONSTRUKCE A PRACE	0,00	0,00	0,00	0,000
12	Odkopávky a prokopávky	0,00	0,00	0,00	0,000
17	Konstrukce ze zemin	0,00	0,00	0,00	0,000
18	Povrchové úpravy terénu	0,00	0,00	0,00	0,000
4	Vodorovné konstrukce	0,00	0,00	0,00	31,828
54	Ostatní úpravy mostního objektu	0,00	0,00	0,00	0,396
					2
					582,88
56	Podkladní vrstvy komunikací a zpevnené plochy	0,00	0,00	0,00	6
					1
	Kryty sterkových a zivicnych pozem.komunikací a zpevnenych ploch				479,52
57	Dlázky a predlázky pozemních komunikací a zpevnenych ploch	0,00	0,00	0,00	5
59	Konstrukce zámečnické	0,00	0,00	0,00	0,000
767	Nátery	0,00	0,00	0,00	0,000
783	Ostatní práce neuvedene	0,00	0,00	0,00	0,000
798	Doplňkové konstrukce a práce na pozem.komunikacích a zpev.plochá	0,00	0,00	0,00	10,336
91	Přesun hmot	0,00	0,00	0,00	0,000
99	Neuznatelné náklady	0,00	0,00	0,00	11,876
9999					
	Celkem	0,00	0,00	0,00	4
					116,85