



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ

ÚSTAV INFORMATIKY

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

INSTITUTE OF INFORMATICS

VYUŽITÍ PROSTŘEDKŮ UMĚLÉ INTELIGENCE PRO PODPORU ROZHODOVÁNÍ V PODNIKU

THE USE OF MEANS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE FOR THE DECISION MAKING SUPPORT IN THE FIRM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. MATĚJ BALADA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. PETR DOSTÁL, CSc.

BRNO 2012

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Balada Matěj, Bc.

Informační management (6209T015)

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:

Využití prostředků umělé inteligence pro podporu rozhodování v podniku

v anglickém jazyce:

The Use of Means of Artificial Intelligence for the Decision Making Support in 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:

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. MasteringMATLAB7.PearsonEducationInternational 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.

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

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku2011/2012.

L.S.

Ing. Jiří Kříž, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Anna Putnová,Ph.D., MBA
Děkan fakulty

V Brně, dne 24.05.2012

Abstrakt

Tato diplomová práce se věnuje problematice využití prostředků umělé inteligence pro podporu rozhodování v podniku a je zaměřena na zjišťování bonity klienta pro poskytnutí úvěru. Je zde využita fuzzy logika, expertní systémy a analýza v MS Excel.

Abstract

This master's thesis is focused on the issues of utilization of artificial intelligence resources for decision-making support in company and is focused on detection of the client's solvency for the purposes of loan providing. Fuzzy logic, expert systems and analysis in MS Excel are used here.

Klíčová slova

Fuzzy logika, expertní systémy, neuronová síť, analýza, kritéria, fuzzy množiny, MATLAB.

Keywords

Fuzzy logic, expert systems, neural network analysis, criteria, fuzzy sets, MATLAB.

Bibliografická citace

Balada, M. *Využití umělé inteligence pro podporu rozhodování v podniku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2012. 74 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Petr Dostál, CSc.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/200 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne

.....

Poděkování

Rád bych na tomto místě poděkoval prof. Ing. Petru Dostálovi, CSc. za podporu a cenné rady, které mi pomohly při zpracování mé diplomové práce. Rád bych také poděkoval společnosti Home Credit a.s.

OBSAH

ÚVOD	11
VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE	13
Východiska diplomové práce.....	13
Cíle diplomové práce.....	13
1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE	15
1.1 Definice umělé inteligence	15
1.2 Fuzzy logika.....	16
1.3 Proces fuzzy zpracování	16
1.4 Fuzzy množina	17
1.5 Využití fuzzy logiky	17
1.6 Matlab.....	17
1.6.1 <i>Fuzzy Logic Toolbox</i>	18
1.6.2 <i>M-soubor</i>	22
1.7 Bankovní úvěry	23
1.7.1 <i>Bonita klienta</i>	23
2 SOUČASNÁ SITUACE V POSKYTOVÁNÍ ÚVĚRŮ	25
2.1 Charakteristika analyzovaného podniku.....	26
2.1.1 <i>Základní údaje o podniku</i>	26
2.1.2 <i>Předmět podnikání</i>	26
2.1.3 <i>Statistické údaje v roce 2011</i>	27
3 POPIS KLIENTŮ ŽÁDAJÍCÍCH O ÚVĚR.....	28

3.1	Popis klientů.....	28
3.1.1	<i>Klient č. 1.....</i>	28
3.1.2	<i>Klient č. 2.....</i>	28
3.1.3	<i>Klient č. 3.....</i>	28
3.1.4	<i>Klient č. 4.....</i>	29
3.1.5	<i>Klient č. 5.....</i>	29
3.1.6	<i>Klient č. 6.....</i>	29
4	VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ A JEJICH PŘÍNOS.....	30
4.1	Kritéria.....	30
4.1.1	<i>Definice kritérií.....</i>	30
4.1.2	<i>Další kritéria.....</i>	32
4.1.3	<i>Popis transformační matice.....</i>	33
4.1.4	<i>Transformační matice.....</i>	37
4.1.5	<i>Vstupní stavová matice (Ano, Ne).....</i>	38
4.1.6	<i>Vstupní stavová matice [1,0].....</i>	39
4.1.7	<i>Výpočet.....</i>	40
4.1.8	<i>Retransformační matice.....</i>	40
4.1.9	<i>Výsledné hodnocení klientů.....</i>	41
4.2	Návrh systému v programu MATLAB.....	43
4.2.1	<i>Schéma projektu.....</i>	43
4.2.2	<i>FIS editor.....</i>	45
4.2.3	<i>Membership Function Editor.....</i>	46
4.2.4	<i>Rule Editor.....</i>	47
4.2.5	<i>Rule Viewer.....</i>	48
4.2.6	<i>Surface viewer.....</i>	49
4.2.7	<i>Vytvoření M souboru.....</i>	49
4.2.8	<i>Hodnocení klientů.....</i>	52
4.3	Celkové hodnocení klientů v Matlabu.....	61
4.4	Porovnání výsledků jednotlivých klientů.....	62

4.4.1	<i>Vyhodnocení</i>	64
5	PŘÍNOSY PRÁCE	65
	ZÁVĚR	66
	LITERATURA	68
	SEZNAM OBRÁZKŮ	70
	SEZNAM TABULEK	71
	SEZNAM GRAFŮ	73
	PŘÍLOHY	74

ÚVOD

V dnešní době velkého rozmachu vědy a techniky je pro podniky, které si chtějí udržet konkurenceschopnost, nezbytné využívat moderní informační technologie a manažerské řízení.

Velký rozvoj v informačních technologiích umožňuje podnikům a lidem lépe využívat počítačové technologie k čím dál většímu počtu řešených úloh ve všech úrovních řízení. Informační technologie se nyní používají ve většině oblastí lidské činnosti, kde v manažerských činnostech umožňují zvyšovat efektivitu práce, snižovat náklady, zjišťovat potřebné informace a mnoho dalších potřebných vlastností.

V posledních několika letech dochází k velkému rozmachu využívání metod umělé inteligence. Mluvíme zde o moderních technologiích, mezi které patří fuzzy logika, neuronové sítě, genetické algoritmy, nebo také teorie chaosu. Oblast využití jednotlivých metod se liší podle složitosti daného problému nebo systému. Tyto metody řeší úlohy, které by při využití klasických metod nedosahovaly takových výsledků, a ani by ve většině případů nebyly možné realizovat.

V této diplomové práci se budu zabývat fuzzy logikou, která má značné uplatnění v rozhodovacích procesech. Konkrétně v této práci budu posuzovat bonitu klienta na poskytnutí úvěru. V dnešní době existuje mnoho příležitostí, jak si sjednat hotovostní úvěr. Existuje zde však tzv. úvěrové riziko, kde daným společností nebude řádně splacen daný úvěr. Je tedy nutné zjistit bonitu případného klienta, který žádá o úvěr.

Základem vlastního řešení této problematiky je navržení vhodných kritérií pro celkové hodnocení bonity klienta. Daná kritéria, která jsou v této diplomové práci použita, vychází z pracovních zkušeností ve společnosti Home Credit a.s. V této diplomové práci budu pracovat s jedenácti kritérii, které nejlépe vyhodnotí danou bonitu klienta.

Klienti, které budu v této diplomové práci uvádět a se kterými budu pracovat, jsou klienti, se kterými jsem pracoval ve společnosti Home Credit a.s. Jedná se o data

použita při testování nového informačního systému. V zájmu společnosti zde nebudu uvádět jména klientů a po osobní dohodě.

Za cíl lze považovat sestavení rozhodovacího modelu na proces schvalování bonity klientu v bankovním i nebankovním sektoru, konkrétně na poskytování peněžního úvěru.

Rozhodovací model na bonitu klienta se bude moci využít ve společnostech, zabývajících se hotovostními půjčkami.

VYMEZENÍ PROBLÉMU A CÍLE PRÁCE

Východiska diplomové práce

Předkládaná diplomová práce vychází z obecné potřeby bankovních subjektů vědět o svých budoucích klientech co nejvíce informací a podle těchto informací se správně rozhodnout, zda se s případným klientem smluvně zavázat. Jako informace pro schválení budoucích klientů nám poslouží námi zvolená kritéria.

V dnešní době si občan v České republice může vybrat z velkého množství nabídek bankovních úvěrů a dalších peněžních výpomocí. V diplomové práci se budeme zabývat touto problematikou ze strany bankovních i nebankovních institucí, kde budeme posuzovat bonitu klienta na poskytnutí úvěru.

Cíle diplomové práce

Cílem této diplomové práce je využít znalostí a poznatků pokročilých metod analýz a modelování a aplikovat tyto dovednosti na posouzení bonity klienta na bankovní úvěr.

K naplnění tohoto cíle je potřeba dodržet posloupnost dílčích cílů. Tyto cíle jsou rozděleny do dvou částí teoretické a praktické.

Teoretická část:

- Vymezení základních pojmů k dané problematice
- Popsání prostředí v MATLABU

Praktická část

- Analýza dat a navržení kritérií
- Tvorba modelu v MS Excel
- Tvorba rozhodovacího modelu v MATLABU– fuzzy logika

Za cíl lze považovat sestavení rozhodovacího modelu na proces schvalování bonity klientu v bankovním i nebankovním sektoru, konkrétně na poskytování peněžního úvěru. Bonitu klienta budu porovnávat s firmou Home Credit, která se

specializuje na hotovostní úvěry. Nějaký čas jsem v této firmě pracoval a využiji potřebné informace a zkušenosti v této diplomové práci. Rozhodovací model na bonitu klienta se bude moci využít ve společnostech zabývajících se hotovostními půjčkami.

1 TEORETICKÁ VÝCHODISKA PRÁCE

Tato kapitola je věnována teorii, která je nezbytná pro tuto diplomovou práci. V nejvyšší míře se tato práce zabývá fuzzy logikou.

1.1 Definice umělé inteligence

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

Definice umělé inteligence jako oboru je velice rozsáhlá a špatně definovatelná. Samotná definice slova inteligence je natolik rozsáhlá, že zatím nemá obecně uznávanou odpověď. Mezi nejznámější definice umělé inteligence patří:(4)

„Umělá inteligence je věda o vytváření strojů nebo systémů, které budou při řešení určitého úkolu užívat takového postupu, který – kdyby ho dělal člověk- bychom považovali za projev jeho inteligence.“(4)

(M. Minsky, 1967)

„Umělá inteligence je vlastnost člověka uměle vytvořených systémů vyznačujících se schopností rozpoznávat předměty, jevy a situace, analyzovat vztahy mezi nimi a tak přijímat účelná rozhodnutí, za pomoci schopností předvídat důsledky těchto rozhodnutí a objevovat nové zákonitosti mezi různými modely nebo jejich skupinami.“(4)

(Z. Kotek, 1983)

„Umělá inteligence se zabývá tím, jak počítačově řešit úlohy, které dnes zatím zvládají lidé lépe.“(4)

(E. Rich, 1991)

1.2 Fuzzy logika

S touto teorií je možné se potkat od roku 1965, kde byla poprvé představena profesorem Lotfi Zadehem na Kalifornské univerzitě. Slovo fuzzy pochází z angličtiny a znamená „neostrý, neurčitý“. Fuzzy logika operuje s pojmy, které mají méně ohraničené hranice. Takovéto hranice nazýváme neostré. Můžeme zde určovat hodnoty, které jsou pro nás menší, více menší, střední, vyšší atd. Hlavní výhodou fuzzy logiky je, že nepracuje jenom s intervalem $\langle 0;1 \rangle$, ale s celým tímto intervalem. Je zde nekonečně mnoho možností. Tato logika rozeznává více než jen pravdivé a nepravdivé výroky. Fuzzy logiku také nazýváme jako vícehodnotovou logiku. Tento systém využíváme především při návrhu složitých systémů.(1)

1.3 Proces fuzzy zpracování

Při řešení problému metodou fuzzy provádíme tři základní kroky, které se nazývají fuzzifikace, fuzzy inference a defuzzifikace.

Vstupem fuzzifikace jsou ostré hodnoty vstupních proměnných, které jsou dány jejich referenčními množinami. Během fuzzifikace se převedou reálné proměnné na jazykové vyjádření jako například nízké, mírné, střední, vyšší. Poté se určí matematická funkce stupně členství těchto atributů v dané množině.(2)

Dalším krokem je fuzzy inference. V tomto kroku se definují chování systému pomocí pravidel $\langle \text{If} \rangle \langle \text{Then} \rangle \langle \text{Else} \rangle$. V těchto algoritmech se objevují podmínkové věty, které vyhodnocují stav příslušné proměnné. Výsledkem těchto kroků jsou jazykové proměnné.(2)

Posledním krokem je defuzzifikace, která převádí výsledek předcházející operace fuzzy inference na reálné hodnoty. Cílem defuzzifikace je převedení fuzzy hodnoty výstupní proměnné tak, aby slovně co nejlépe vyjadřovala výsledek fuzzy výpočtu.(2)

1.4 Fuzzy množina

V klasické teorii množin se určí, zda daný prvek patří do množiny či nepatří. Úplné členství v množině je označováno, jestliže prvek do množiny patří. Žádné členství je označováno, když prvek do množiny nepatří. Míra jeho příslušnosti je vyjádřena funkcí, nabývajících hodnot pouze 0 nebo 1. Ve fuzzy množině má každý prvek přiřazenou míru, která vyjadřuje jeho místo a roli v této třídě. Fuzzy množina je množina, která kromě úplného nebo žádného členství umožňuje i částečné členství.(2)

S fuzzy množinami lze jako s klasickými množinami provádět základní operace jako průnik, sjednocení a doplněk. Pomocí fuzzy množin se dá pracovat se znalostmi, které jsou uváděny v jazykové podobě. Základní jednotkou je lingvistická proměnná, jejíž hodnota se vyznačuje neurčitostí, matematická funkce fuzzy množin umožňuje tuto neurčitost zpracovat.(2)

1.5 Využití fuzzy logiky

Fuzzy logika se využívá v nejrůznějších oblastech a úrovních rozhodování. Používá se ve velké škále odvětví jako personalistika, správa, bankovníctví a mnoho dalších. Dá se použít všude, kde je potřeba zhodnotit a rozhodnout zadaná kritéria pro správný výběr. Fuzzy logiku můžeme použít např. při výběru banky, pro vyhodnocení bonity klienta na úvěr, při pořizování nemovitosti, automobilu atd.

1.6 MATLAB

Tento systém pracuje v prostředí, kde se provádí výpočty, vizualizace a programování v jednoduchém a snadno použitelném prostředí. MATLAB je výkonné interaktivní prostředí pro vědecké a inženýrské výpočty a vizualizace dat. Základním datovým prvkem MATLABU je matice, u které se nezadáva rozměr. Umožňuje to řešení numerických problémů rychleji a výkonněji než použití běžných programovacích jazyků.(3)

Tento program byl vyvinut společností MathWorks, v roce 2012 vyšla poslední verze tohoto programu pod názvem R2011a.

Celý systém MATLABU je složen z pěti hlavních částí.

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

Mezi hlavní výhody MATLABU patří jednoduchost. Práce v MATLABU není nikterak složitá a základní funkce si brzy osvojí každý. MATLAB je celosvětově rozšiřitelný produkt, který umožňuje import a export dat v mnoha formátech. MATLAB pracuje s numerickými metodami, které mohou sloužit k řešení maticových operací, diferenciálních rovnic atd. MATLAB obsahuje kvalitní a podrobnou nápovědu, množství tutoriálů a mnoho dalších užitečných funkcí.

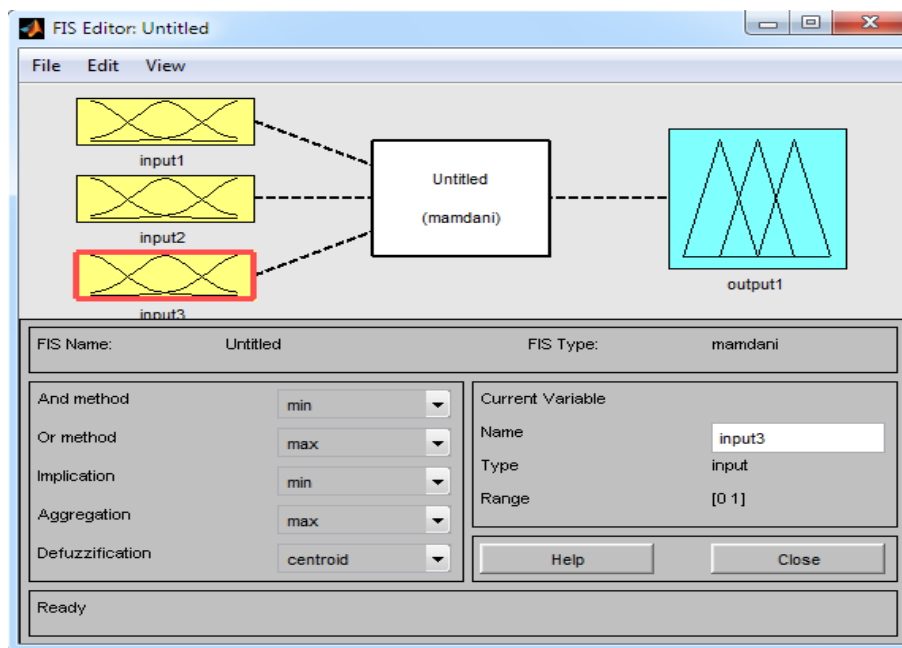
Mezi nevýhody MATLABU můžeme považovat komplikované vytváření toolboxů. Dále pak také využití jediného pracovního módu, kde jsou dané toolboxy tvořeny jen pro určitou oblast.(6)

1.6.1 Fuzzy Logic Toolbox

Fuzzy logic toolbox je další z řad funkcí v MATLABU. Tato funkce nám pomocí nástrojů edituje a formuluje závěry systému. V MATLABU lze pracovat s fuzzy systémem z příkazového řádku, ale můžeme také využít grafické rozhraní GUI (Graphical User Interface), které se spouští z příkazového řádku pomocí příkazu *fuzzy*. Fuzzy logic toolbox využívá tři základní nástroje pro tvorbu a editaci fuzzy systému. Jsou to nástroje FIS editor, MF Editor a Rule Editor. Dále ještě pracujeme v této funkci MATLABu s prohlížeči Rule Viewer a Surface Viewer, které jsou popsány v další části této kapitoly.(2)

1.6.1.1 FIS Editor

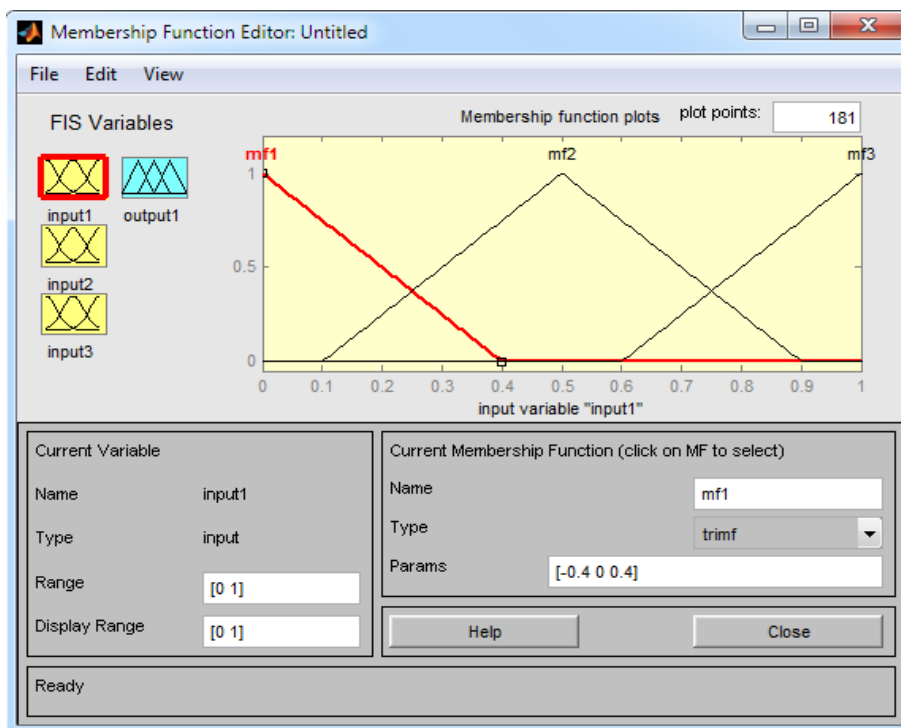
FIS editor je hlavní částí toolboxu, ve kterém se definují základní parametry systému. Definuje se zde počet vstupních a výstupních proměnných, metody defuzzifikace. Na obrázku č. 1 je možné vidět FIS editor, který má 3 vstupy a jeden výstup. Tyto vstupy se pak dále nastavují v tzv. Member Function Editoru, který je popsán v další části této kapitoly. Do tohoto editoru se dostaneme příkazem `mfedit()`, nebo dvojklikem na požadovaný vstup.



Obrázek 1- FIS Editor

1.6.1.2 Member Function Editor

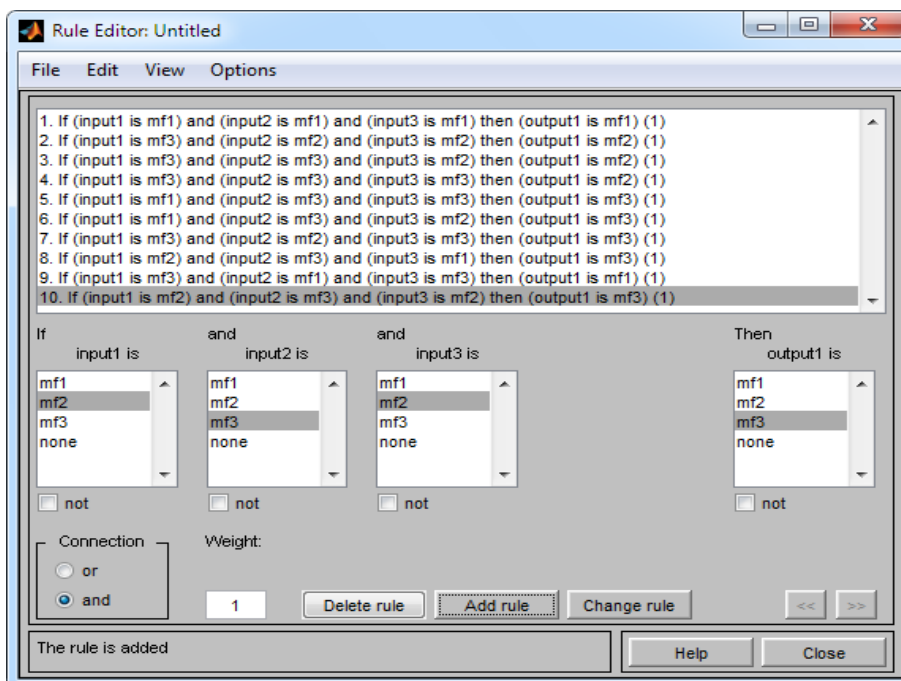
Další částí Fuzzy logic toolboxu je MF Editor (Membership Function Editor). Za pomoci tohoto editoru lze definovat a vytvářet jednotlivé funkce vstupních a výstupních proměnných a určovat jejich rozsahy. Vybírat lze z velké škály typů funkcí, mezi ty nejzásadnější patří `trimf`, `trapmf` a `gaussmf`. Dané parametry jednotlivých funkcí se nastavují numericky v kolonce Params, nebo graficky posouváním dané funkce na potřebné parametry. Daný editor je uveden na obrázku číslo 2.



Obrázek 2: Membership Function Editor

1.6.1.3 Rule Editor

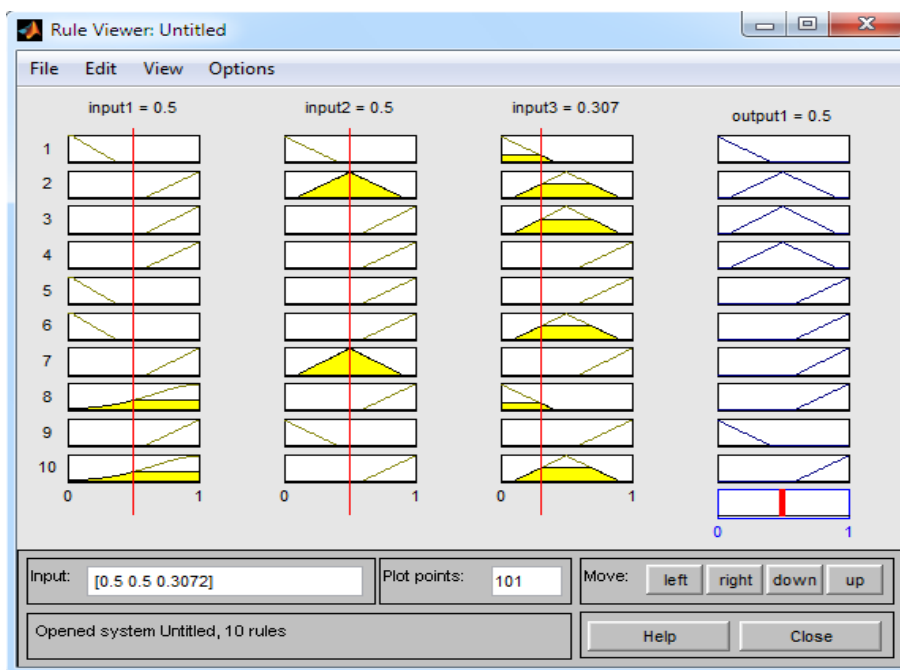
Po vytváření a definování jednotlivých funkcí vstupních a výstupních proměnných se dále definují pravidla. Tyto pravidla se definují pomocí Rule editoru. V řádcích jsou zobrazena pravidla, která jsou definována za pomoci vstupů z předchozího editoru. Tvorba pravidel se liší podle toho, který typ modelu se zvolí. Typ Sugeno využívá funkci vstupních proměnných a typ Mamdani má v konsekventu pravidel výrok, kde výstup je pokryt souborem fuzzy množin.(1)



Obrázek 3: Rule editor

1.6.1.4 Rule Viewer

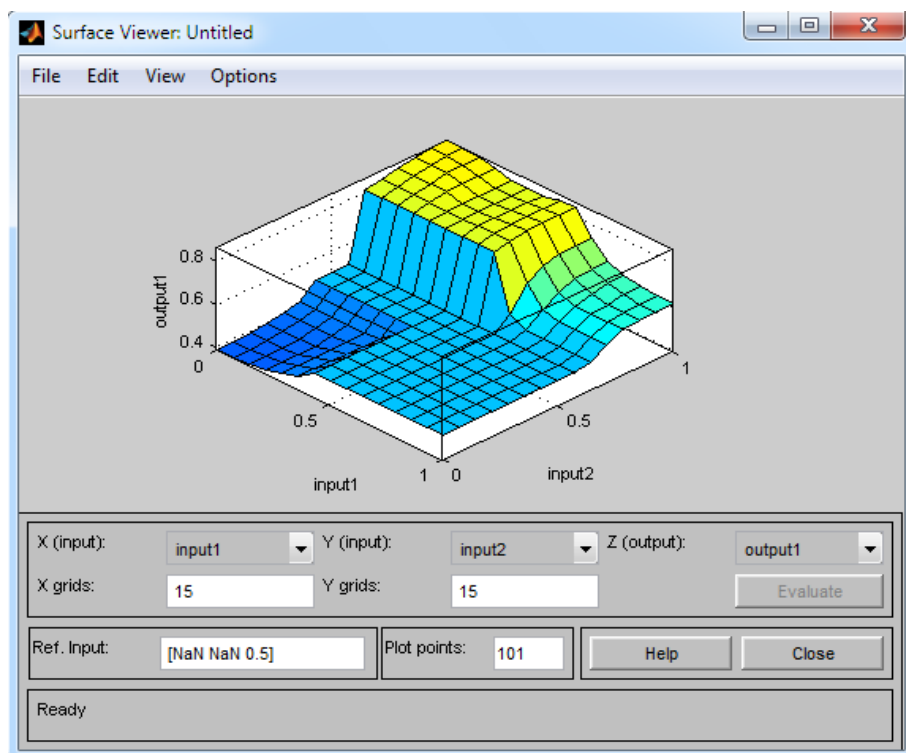
Tento prohlížeč slouží k testování hodnot výstupu při změnách vstupních hodnot. Celkový počet výstupu je totožný s počtem pravidel z předchozího editoru Rule, kde se nastavují pravidla.



Obrázek 4: Rule Viewer

1.6.1.5 Surface Viewer

Pomocí tohoto prohlížeče je možné sledovat v grafickém znázornění ve 3D prostředí závislosti jednotlivých vstupních a výstupních proměnných. Dají se zvolit libovolné dva vstupy a výstup. Na ose „x“ a „y“ jsou vyneseny dané vstupy a na ose „z“ daný výstup. S grafem můžeme libovolně pohybovat na všechny strany. Prohlížeč je uveden na obrázku číslo 5.



Obrázek 5: Surface Viewer

1.6.2 M-soubor

V tomto souboru se provádí programování v MATLABU, které se dělí na skripty a funkce. Dané funkce v M-souboru akceptují vstupní argumenty a vracejí výstupní argumenty. U skriptů je to naopak, ty neakceptují vstupní argumenty a nevracejí výstupní argumenty.(6)

1.7 Bankovní úvěry

V dnešní době by si spousta lidí nemohla dovolit vlastnit věci bez využití bankovního sektoru. Poskytování úvěru patří mezi základní operace banky. Zde se ale banka vystavuje riziku, že daná osoba, které byl poskytnut úvěr, nebude schopna řádně hradit splátky úvěru a bance tím nastanou problémy. Dané pohledávky se stanou nedobytné. Mluvíme zde o úvěrovém riziku. Je proto nutné, aby se bankovní sektory i nebankovní sektory proti tomuto riziku alespoň do nějaké míry chránily.

Banka je instituce, která poskytuje úvěry a může si tedy vybrat, komu tyto pohledávky poskytne. Zpravidla je to tak, že úvěr je poskytnut jen těm osobám, které banka shledá dostatečně bonitní, jinak řečeno, u kterých shledá vysokou pravděpodobnost celkového splacení daného úvěru. Dostáváme se tedy k bonitě klienta.

1.7.1 Bonita klienta

Banka si při schvalování úvěru zjišťuje potřebné informace o případném klientovi (předpokládanou schopnost daný úvěr řádně splatit). Bonita klienta se zjišťuje pomocí mnoha faktorů. Nejdříve jde o zjištění osobních údajů – jako je věk osoby, vzdělání, počet nezaopatřených dětí, rodinný stav, profese apod. Jeden z hlavních faktorů při posuzování bonity klienta je příjem případného klienta. Mluvíme zde o příjmech trvalých, kde se předpokládá, že daná osoba tyto příjmy bude dostávat i v budoucnu. Jedná se o příjmy ze samostatně výdělečné činnosti, příjmy z pronájmu atd. U zaměstnanců je ve většině případů vyžadován pracovní poměr na dobu neurčitou.
(9)

Do bonity klienta dále spadají také pravidelné výdaje. Mezi tyto výdaje zejména patří nájemné, pojistné, splátky leasingu, alimenty atd. Banka si také zjišťuje klientovu úvěrovou historii. Tuto historii vyhledává pomocí úvěrových registrů. Z těchto registrů se pro banku otvírají velmi důležité informace o případném prodlení splátek úvěrů, leasingů nebo počtu kontokorentů.(9)

1.7.1.1 Hlavní kritéria při posuzování bonity klienta

- Příjmy klienta
- Výdaje klienta
- Osobní stránka (věk, vzdělání, počet nezaopatřených dětí, bydliště, rodinný stav, druh bydlení)
- Úvěrová historie (úvěrové registry)

Každá banka posuzuje svého případného budoucího klienta jinak. Někde se můžeme setkat s tím, že banka po nás bude požadovat potvrzení příjmu za celý rok, v některých případech stačí doložit příjem za poslední 3 měsíce atd. Je také známo, že při vyšší bonitě bude bankou poskytnut úvěr s nižší úrokovou sazbou, a naopak při nízké bonitě bude poskytnut úvěr s vysokou úrokovou sazbou. Při vyšší bonitě banka podstupuje menší riziko nesplacení úvěru, a z tohoto důvodu pak může nabídnout nižší úrokovou míru.(9)

2 SOUČASNÁ SITUACE V POSKYTOVÁNÍ ÚVĚRŮ

Tato diplomová práce se zabývá výpočtem bonity klienta na poskytnutí úvěru či půjčky. V této kapitole je přiblížena současná situace na trhu poskytování úvěrů a představena společnost Home Credit a.s., se kterou jsem v této diplomové práci spolupracoval.

Celkový objem poskytnutých úvěrů činil ke konci roku 2011 více než 2,3 bilionu korun. Oproti roku 2010 se jedná o nárůst 5,97 procenta. Podrobnější popis poskytnutých úvěrů v roce 2011 je popsán v tabulce.(8)

Bankovní typ úvěru	Absolutní výše (mld. Kč)	Meziroční změna
Celkový objem úvěrů	2304,5	5,97%
Úvěry podnikům	828,2	6,12%
Úvěry obyvatelstvu	1009	5,02%
Spotřebitelské úvěry	158,1	-2,34%
Úvěry na bydlení	772,9	6,14%
Úvěry živnostníkům	38	-5,50%

Tabulka 1: Výše bankovních úvěrů za rok 2011 (8)

V tabulce jsou uvedeny pouze důležité typy úvěrů. Jak můžeme vidět, celkové úvěry podnikům a obyvatelstvu vzrostly od roku 2010 o 6,12% respektive o 5,02%. Pokles poskytnutých úvěrů byl zaznamenán u živnostníků, a to konkrétně o 5,50%. Uvedená změna může znamenat v této kategorii pokles ekonomické aktivity. V celkových úvěrech obyvatelstvu vzrostly úvěry na bydlení o 6,14%, naopak spotřebitelské úvěry klesly o 2,34%.(8)

Další část je věnována společnosti Home Credit a.s., která patří mezi přední poskytovatele spotřebitelských i jiných úvěrů. Danou společnost představím a uvedu statistické údaje.

2.1 Charakteristika analyzovaného podniku

2.1.1 Základní údaje o podniku

Obchodní jméno:	Home Credit a.s.
IČO:	26978636
Právní forma:	akciová společnost
Sídlo:	Brno, Moravské náměstí 249/8, okres Brno-město, PSČ 602 00
Datum vzniku:	1997

Společnost Home Credit a.s., byla založená v roce 1997 a nyní je jedním z předních poskytovatelů úvěrů v České republice. Společnost nabízí širokou škálu úvěrových produktů, mezi které patří nákupy na splátky, úvěry na auta, hotovostní půjčky, kreditní karty a revolvingové půjčky.(7)

2.1.2 Předmět podnikání

Společnost se specializuje na poskytování úvěru, kde mezi hlavní služby patří nákup na splátky. Zde se jedná o klasickou půjčku na koupi elektroniky, domácích spotřebičů a dalších věcí. Dále společnost poskytuje úvěr na auto. Zde se jedná již o vyšší částku, kde mezi hlavní výhody patří možnost přímé platby, dále pak variabilní délka splácení a pevná výška měsíčních splátek podle splátkového kalendáře. Společnost dále poskytuje kreditní karty. Společnost Home Credit a.s. používá karty MasterCard, které mají veškeré moderní vlastnosti. Hlavní vlastností karty je opakované bezúročné období v délce až 51 dnů, které se vztahuje na všechny bezhotovostní platby. Tyto tři produkty patří mezi hlavní služby společnosti. Společnost dále nabízí také online půjčky, kde si klient může většinou část schvalování úvěru zpracovat na internetu.(7)

2.1.3 Statistické údaje v roce 2011

Společnost Home Credit poskytla svým klientům v roce 2011 spotřebitelské úvěry v celkové výši 8,75 miliardy korun. Oproti roku 2010 se celková výše spotřebitelských úvěrů zvýšila o čtyři procenta. Čím dál tím více do popředí se dostává zřizování kreditních karet.(10)

Dále se také společnosti dařilo v oblasti poskytování úvěru na automobil. Průměrná výše poskytnutého úvěru na pořízení automobilu se zvýšila na 124 tisíc korun.(10)

3 POPIS KLIENTŮ ŽÁDAJÍCÍCH O ÚVĚR

V této kapitole jsou podrobně popsány informace o klientech, které jsou využity v této diplomové práci. Potřebná data o klientech jsou převzata ze společnosti Home Credit. Jedná se o data použitá při testování nového informačního systému. V zájmu společnosti zde nebudou uváděna jména klientů. Celkově bude představena šestice klientů. Každý klient má jiné vlastnosti pro posouzení bonity a těchto šest klientů zároveň představuje širokou škálu osob, které žádají o úvěr.

Celkové posouzení bonity klienta se rozhoduje pomocí jedenácti kritérií, která jsou popsány v další kapitole.

3.1 Popis klientů

3.1.1 Klient č. 1

Jedná se o mladého muže se středoškolským vzděláním, který je zatím svobodný a bezdětný. Je zaměstnán v pohostinství a nemá žádné další úvěry. Bydlení mladého muže je prozatím u rodičů a nemá tedy velké výdaje na hypotéku či pronájem.

3.1.2 Klient č. 2

Další klient je mladý muž s vysokoškolským vzděláním, který pracuje již 3 roky v IT oboru. Je prozatím svobodný a bezdětný. S přítelkyní bydlí v pronajatém bytě a prozatím není zatížen hypotékou či jiným úvěrem. Jedná se o perspektivního muže s vyhlídkou dobře rozvíjející se kariéry.

3.1.3 Klient č. 3

Tímto klientem je muž středního věku se středoškolským vzděláním, který je zaměstnán ve státním sektoru. Je ženatý a společně s manželkou vychovávají dvě děti ve vlastním bytě, na který mají hypotéku.

3.1.4 Klient č. 4

Jedná se o ženu ve středním věku, pracující v bankovním sektoru. Společně s manželem vychovávají jedno dítě ve vlastním bytě. Žena má již jeden úvěr, rodina není zatížena hypotékou.

3.1.5 Klient č. 5

Klient č. 5 je muž středního věku, který podniká v pohostinství. Společně s manželkou bydlí ve vlastním domě, kde vychovávali nyní již dvě plnoleté děti. Muž není zatížen žádným úvěrem ani hypotékou.

3.1.6 Klient č. 6

Posledním klientem je žena středního věku, která pracuje ve školství. Žena je rozvedená a vychovává jedno dítě v pronajatém bytě. Tato klientka nemá žádný další úvěr ani hypotéku.

Výše jsou ve zkratce popsány základní osobní údaje vybraných klientů. Tyto zevrubné informace následuje již podrobnější popis konkrétních údajů daných klientů.

4 VLASTNÍ NÁVRH ŘEŠENÍ A JEJICH PŘÍNOS

Posouzení bonity klienta na poskytnutí úvěru je vypracovaná v této práci za pomoci fuzzy logiky v programu MATLAB, která je popsána v teoretické části. V této části je také popsán model na posouzení bonity klienta v programu MS Excel 2007. Program MS Excel je ve srovnání s MATLABEM uživatelsky přístupnější na ovládání a pochopení funkčnosti. U obou metod jsou základem k úspěchu správně zvolená kritéria, bez kterých by konečný výsledek byl pro nás neefektivní.

4.1 Kritéria

Jak již bylo řečeno, základem úspěchu k posouzení bonity klienta jsou kritéria, ze kterých se posoudí budoucí rozhodnutí. U posuzování bonity klienta se kritéria vztahují na samotnou osobu žádající úvěr. Informací o osobě je mnoho, je však velice důležité vybrat správné proměnné, aby byl výsledek co nejefektivnější. Opakovaně bych chtěl podotknout, že ve společnosti Home Credit jsem pracoval a přímo testoval uzavírání smluv s budoucími klienty. Po konzultacích a zkušenostech ve společnosti jsem vybral jedenáct kritérií, které nejlépe popisují danou osobu žádající o úvěr.

4.1.1 Definice kritérií

Pro tuto problematiku posouzení klienta jsem vybral jedenáct kritérií. Každé kritérium má jinou váhu na celkové hodnocení. Zde je popsán význam daných kritérií pro danou problematiku a potřebné posouzení bonity klienta.

1) Příjem

Je jedno z hlavních kritérií, které má největší váhu na konečný výsledek. Jedná se o čistý příjem dané osoby, žádající o poskytnutí úvěru.

2) Věk

Věk osoby hraje důležitou roli k posouzení bonity. Například osoba v pokročilém věku (pobírající důchod) již nemá takovou schopnost splácet pravidelné měsíční splátky daného úvěru jako například 30letý muž, pohybující se v IT sféře.

3) Dosažené vzdělání

Toto kritérium nese také nemalý podíl na celkovém posouzení. Jedná se zejména o vzdělání dosažené do data, kdy si daná osoba žádá o úvěr.

4) Rodinný stav

Rodinný stav osoby žádající o úvěr je proměnná, která je úzce spojená s příjmem partnera či partnerky.

5) Počet nezaopatřených dětí

Při posuzování bonity klienta musíme brát zřetel na počet dětí, které daná osoba vychovává.

6) Druh bydlení

Z tohoto kritéria, které je úzce spojené s další proměnou *jiné splátky*, posuzujeme, kolik osoba průměrně vynakládá na bydlení. Je velký rozdíl, jestli je daná osoba zatížena hypotékou, nebo bydlí v dvougeneračním domě s rodiči.

7) Příjem partnera/partnerky

Jak již bylo řečeno, toto kritérium je úzce spojeno s kritériem *rodinný stav*, kde musíme posoudit, zda daná osoba žádající o úvěr je v partnerském vztahu či nikoliv. Příjem dvou lidí udává větší bonitu pro poskytnutí úvěru.

8) Jiné splátky

U tohoto kritéria posuzujeme, zda daná osoba má hypotéku na bydlení nebo jiný poskytnutý úvěr od bankovního či nebankovního sektoru.

9) Druh pracovního poměru

Je také důležité posuzovat, zda klient je zaměstnán na dobu určitou či dobu neurčitou, nebo zda je živnostník.

10) Odpracované roky

U tohoto kritéria posuzujeme, kolik let daná osoba pracovala v plném pracovním poměru. Toto kritérium se zdá být podobné s kritériem *věku*, ale zde spíše bereme v úvahu pracovní zkušenosti a odpracované roky.

11) Zaměstnán v odvětví

V dnešní době jsou některá pracovní odvětví v rozvoji a naopak některá v úpadku a právě toto posuzujeme v tomto kritériu. Osoba pracující v IT průmyslu bude vyjadřovat větší bonitu, než osoba pracující v zemědělství. Samozřejmě zde záleží také na pozici a mzdě dané osoby v daném odvětví, ale v tomto kritériu posuzujeme pouze odvětví.

4.1.2 Další kritéria

Vybraná kritéria, které jsem zde uvedl, patří mezi hlavní kritéria při posouzení bonity klienta. Při žádosti o poskytnutí úvěru se také setkáváme s dalšími požadovanými informacemi. Mezi tyto požadavky patří doložení potvrzení o výši měsíčního příjmu.

Toto kritérium neboli požadavek nebyl v této diplomové práci využit, jelikož se jedná o papírové doložení, které není možné v této problematice posouzení bonity klienta využít.

4.1.3 Popis transformační matice

V této podkapitole je uvedena tabulka kritérií, která obsahuje slovní a číselný popis jednotlivých kritérií. Jak již bylo řečeno, pracuji zde s jedenácti kritérii, které mají rozdílné váhy na posouzení bonity klienta.

N	Věk	Dosažené vzdělání	Rodinný stav	Počet nezaopatřených dětí	Druh Bydlení	Peněžní měsíční příjem
1	18-21	Základní	Vdovec/ Vdova	0	U rodičů	12000-15000
2	22-25	Vyučen bez maturity	Rozvedený(á)	1	Vlastní dům/byt	15001-20000
3	26-30	Vyučen s maturitou	Svobodný (á)	2	Družstevní byt	20001-25000
4	31-35	Středoškolské vzdělání	Ženatý/ Vdaná	3	Podnájem	25001-30000
5	36-40	VŠ-bakalář	Druh/ Družka	4		30001-35000
6	41-45	VŠ- Mgr.,Ing.,Mga, ...		5 a více		35001-40000
7	46-50					40001-45000
8	51-55					45001-55000
9	56-65					55001-65000
10	66-					65000 a více
N	Měsíční příjem partnera/partnerky	Jiné splátky	Druh pracovního poměru	Odpracované roky	Zaměstnan v odvětví	
1	0-5000	Hypotéka	na dobu určitou	0	Školství	
2	5001-12000	peněžní úvěr	na dobu neurčitou	1-2	Zemědělství	
3	12001-20000	žádné	živnostník	3-5	Stavební průmysl	
4	20001-25000			6-10	Státní zaměstnanec	
5	25001-30000			11-15	Bankovníctví	
6	30001-40000			16-20	IT průmysl	
7	40001-45000			21-30	Automobilový průmysl	
8	45001-55000			31-40	Energetický průmysl	
9	55001-65000			40 a více	Pohostinství	
10	65000 a více				Jiný obor	

Tabulka 2: Popis vstupní stavové matice

4.1.3.1 Transformační matice klientů

V této podkapitole jsou uvedeny popisné transformační matice jednotlivých klientů. Jsou zde uvedeny pouze jednotlivé atributy daných klientů. Postup při výpočtu bonity klienta bude popsán v další části této práce.

Stručný popis jednotlivých klientů byl popsán v kapitole 4. Zde jsou uvedeny u každého klienta všechny potřebné informace k získání celkového hodnocení. Jak již bylo řečeno, potřebná data jsem získal ze společnosti Home Credit.

4.1.3.1.1 Klient č. 1

Věk	Dosažené vzdělání	Rodinný stav	Počet nezaopatřených dětí	Druh bydlení	Peněžní měsíční příjem	Měsíční příjem partnera/ky	Jiné splátky	Pracovní poměr	Opracované roky	Zaměstnán v odvětví
18-21	Vyučen s maturitou	svobodný/á	0	U rodičů	15000-20000	0	Žádné	na dobu neurčitou	1-2	Pohostinství

Tabulka 3: Transformační matice klienta č. 1

4.1.3.1.2 Klient č. 2

Věk	Dosažené vzdělání	Rodinný stav	Počet nezaopatřených dětí	Druh bydlení	Peněžní měsíční příjem	Měsíční příjem partnera/ky	Jiné splátky	Pracovní poměr	Opracované roky	Zaměstnán v odvětví
26-30	VŠ	svobodný /á	0	Podnájem	25000-30000	20000-25000	Žádné	na dobu neurčitou	1-2	IT průmysl

Tabulka 4: Transformační matice klienta č. 2

4.1.3.1.3 Klient č. 3

Věk	Dosažené vzdělání	Rodinný stav	Počet nezaopatřených dětí	Druh bydlení	Peněžní měsíční příjem	Měsíční příjem partnera/ky	Jiné splátky	Pracovní poměr	Odpracované roky	Zaměstnán v odvětví
36-40	Středoškolské vzdělání	ženatý /vdaná	2	Vlastní dům/byt	20000-25000	12000-20000	Hypotéka	na dobu neurčitou	11-15	Státní zaměstnanec

Tabulka 5: Transformační matice klienta č. 3

4.1.3.1.4 Klient č. 4

Věk	Dosažené vzdělání	Rodinný stav	Počet nezaopatřených dětí	Druh bydlení	Peněžní měsíční příjem	Měsíční příjem partnera/ky	Jiné splátky	Pracovní poměr	Odpracované roky	Zaměstnán v odvětví
46-50	VŠ	ženatý /vdaná	1	Vlastní dům/byt	20000-25000	20000-25000	Peněžní úvěr	na dobu neurčitou	16-20	Bankovníctví

Tabulka 6: Transformační matice klienta č. 4

4.1.3.1.5 Klient č. 5

Věk	Dosažené vzdělání	Rodinný stav	Počet nezaopatřených dětí	Druh bydlení	Peněžní měsíční příjem	Měsíční příjem partnera/ky	Jiné splátky	Pracovní poměr	Odpracované roky	Zaměstnán v odvětví
51-55	VŠ	ženatý /vdaná	0	Vlastní dům/byt	35000-40000	25000-30000	žádné	živnostník	21-30	Pohostinství

Tabulka 7: Transformační matice klienta č. 5

4.1.3.1.6 Klient č. 6

Věk	Dosažené vzdělání	Rodinný stav	Počet nezaopatřených dětí	Druh bydlení	Peněžní měsíční příjem	Příjem partnera/ky	Jiné splátky	Pracovní poměr	Odpracované roky	Zaměstnán v odvětví
36-40	VŠ	rozvedený/á	1	Podnájem	20001-25000	0-5000	žádné	na dobu neurčitou	11-15	Školství

Tabulka 8: Transformační matice klienta č. 6

Pomocí těchto transformačních matic jsou uvedeny jednotlivé atributy patřící jednotlivým klientům.

4.1.4 Transformační matice

Pomocí této matice je dále nutné stanovit různé váhy pro jednotlivé hodnoty v námi vybraných kritériích. Jedná se o stěžejní část v hodnocení. Musíme správně posoudit důležitost jednotlivých kritérií na námi zvolený problém a správně ohodnotit číselnými hodnotami jednotlivé atributy. Vysoká čísla zde představují kladné hodnocení daného kritéria. Podle významnosti kritérií je ovlivněna velikost číselných hodnot. Vše je popsáno v následující tabulce.

N	Věk	Dosažené vzdělání	Rodinný stav	Počet nezaopatřených dětí	Druh Bydlení	Peněžní měsíční příjem
1	3	0	0	10	7	1
2	5	2	1	8	5	3
3	6	3	2	5	4	7
4	7	5	5	3	3	8
5	9	6	5	2		10
6	8	10		1		11
7	6					12
8	5					13
9	3					14
10	0					15

N	Měsíční příjem manželky/partnera	Jiné splátky	Druh pracovního poměru	Odpracované roky	Zaměstnán v odvětví
1	0	0	1	1	6
2	1	2	5	4	4
3	6	5	5	6	5
4	7			7	7
5	8			7	8
6	9			6	10
7	10			6	8
8	11			4	9
9	12			2	5
10	15				4

Tabulka 9: Transformační matice

Tabulka č. 9 slouží jako základ pro skalární součin, který je popsán v další kapitole. Jelikož výsledná hodnota je vyjádřena v procentech, je zapotřebí zjistit sumu maximálních hodnot, která činí 98.

4.1.5 Vstupní stavová matice (Ano, Ne)

Pro konkrétní klienty žádající o úvěr je vytvořena ke každému klientovi jedna stavová matice, jejíž hodnoty odpovídají informacím o daném klientovi. V předkládané tabulce jsou použity hodnoty A (ano) nebo N (ne), které odpovídají o informacích klienta. V tabulce níže vstupní stavová matice (Ano, Ne) klienta číslo 2:

N	Věk	Dosažené vzdělání	Rodinný stav	Počet nezaopatřených dětí	Druh bydlení	
1	N	N	N	A	N	
2	N	N	N	N	N	
3	A	N	N	N	N	
4	N	N	N	N	A	
5	N	N	A	N		
6	N	A		N		
7	N					
8	N					
9	N					
10	N					
N	Peněžní příjem	Příjem partnera/ky	Jiné splátky	Pracovní poměr	Práce od roku	Zaměstnán v odvětví
1	N	N	N	N	N	N
2	N	N	N	A	A	N
3	N	N	A	N	N	N
4	A	A			N	N
5	N	N			N	N
6	N	N			N	A
7	N	N			N	N
8	N	N			N	N
9	N	N			N	N
10	N	N				N

Tabulka 10: Vstupní stavová matice [A, N]

4.1.6 Vstupní stavová matice [1,0]

Dalším krokem v postupu při zpracování bonity klienta je převést hodnoty ze vstupní stavové matice A, N na hodnoty 1,0. Kde 1 znamená ANO a 0 znamená NE. Na stavové matice používáme v MS Excel funkce. Jestliže daná buňka z předchozí vstupní stavové matice obsahuje hodnotu A, potom ve stavové matici [1,0] této buňce přiřadíme hodnotu 1, a ve všech zbylých attributech daného kritéria přiřadíme hodnotu 0. V MS Excel se může vybrat pouze jedna hodnota v kritériu. Je tak zamezeno chybě v podobě dvojích hodnot.

N	Věk	Dosažené vzdělání	Rodinný stav	Počet nezaopatřených dětí	Druh bydlení	
1	0	0	0	1	0	
2	0	0	0	0	1	
3	1	0	0	0	0	
4	0	0	0	0	0	
5	0	0	1	0		
6	0	1		0		
7	0					
8	0					
9	0					
10	0					
N	Peněžní příjem	Příjem partnera/ky	Jiné splátky	Pracovní poměr	Práce od roku	Zaměstnán v odvětví
1	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	1	1	0
3	0	0	1	0	0	0
4	1	1			0	0
5	0	0			0	0
6	0	0			0	1
7	0	0			0	0
8	0	0			0	0
9	0	0			0	0
10	0	0				0

Tabulka 11: Vstupní stavová matice[1,0]

4.1.7 Výpočet

Celkové vyhodnocení, kterého klient dosáhne, je vyjádřeno v procentech. K tomuto výsledku dojdeme tak, že provedeme skalární součin vstupní stavové matice [1,0] a transformační matice. Tento výsledek musíme dále vydělit součtem maximálních hodnot v transformační matici. Jelikož výsledek je prezentován v procentech, je nutné nakonec danou hodnotu vynásobit stem. Je nezbytné do rovnice zakomponovat součet minimálních hodnot. Ve většině případů je tento součet roven nule, ale v našem případě je součet minimálních hodnot roven jedenácti. Konkrétní funkce je popsána takto:

$$= (100 * (\text{SOUČIN. SKALÁRNÍ (B22:L31; Přehled!B14:L23)} - 11)) / (98 - 11))$$

Jelikož se jedná o zjišťování bonity klienta na poskytnutí úvěru, je pracováno s kritérii, které jsou pevně dané, a daná osoba je povinna tyto kritéria vyplnit. Při výběru daného kritéria má pouze jednu možnost výběru, a proto nejsou zakomponovány ve funkci celkového výpočtu chyby při nevyplnění hodnoty.

4.1.8 Retransformační matice

Po celkovém procentuálním výpočtu klientů je potřeba tyto výsledky v nejlepším případě převést na lingvistické proměnné. Musíme posoudit, co je pro nás nejlepší, a v jakém procentním rozmezí posuzovat bonitu klienta. Daná procenta jsem určil po zkušenostech při uzavírání smluv ve společnosti Home Credit. Následné hodnocení je uvedeno v tabulce níže.

	Body [%]	Bonita klienta
1	0-50	Neposkytnout úvěr
2	50-70	Poskytnout nižší úvěr
3	70-100	Poskytnout úvěr

Tabulka 12: Retransformační matice

Klientům s bodovým hodnocením pod 50% bude zamítnut návrh na poskytnutí úvěru. V bodovém rozmezí 50–70 bude klientům navrhována nižší částka poskytnutí úvěru, jelikož zde existuje riziko splácení. Osobám žádajícím o úvěr s bodovým hodnocením nad 70% bude požadovaný úvěr poskytnut.

4.1.9 Výsledné hodnocení klientů

Celkové hodnocení v MS Excel pro 6 klientů dopadlo následovně. Nejvyšší bonity pro poskytnutí úvěru dosáhl klient č. 2, který má celkovou hodnotu 71,26%. Poskytnut úvěr bude navržen celkem dvěma klientům, k již zmíněnému klientovi číslo dvě bude úvěr nabídnut také klientovi číslo pět. Dále bude navrhnout úvěr nižší hodnoty klientovi tři, čtyři a šest, kde je potřebná bonita pro možné poskytnutí úvěru, ale není dostatečná pro požadovanou částku. Klientovi číslo jedna bude zamítnut požadavek na poskytnutí úvěru, jelikož nesplňuje požadovanou hodnotu bonity.

4.1.9.1 Hodnocení jednotlivých klientů

Body [%]	Bonita klienta č. 1	Výpočet:	41,38
0-50	Neposkytnout úvěr	Hodnocení:	Neposkytnout úvěr
50-70	Poskytnout nižší úvěr		
70-100	Poskytnout úvěr		

Tabulka 13: Výsledné hodnocení klienta č. 1

Body [%]	Bonita klienta č. 2	Výpočet:	71,26
0-50	Neposkytnout úvěr	Hodnocení:	Poskytnout úvěr
50-70	Poskytnout nižší úvěr		
70-100	Poskytnout úvěr		

Tabulka 14: Výsledné hodnocení klienta č. 2

Body [%]	Bonita klienta č. 3	Výpočet:	57,47
0-50	Neposkytnout úvěr	Hodnocení:	Poskytnout nižší úvěr
50-70	Poskytnout nižší úvěr		
70-100	Poskytnout úvěr		

Tabulka 15: Výsledné hodnocení klienta č. 3

Body [%]	Bonita klienta č. 4	Výpočet:	66,67
0-50	Neposkytnout úvěr	Hodnocení:	Poskytnout úvěr
50-70	Poskytnout nižší úvěr		
70-100	Poskytnout úvěr		

Tabulka 16: Výsledné hodnocení klienta č. 4

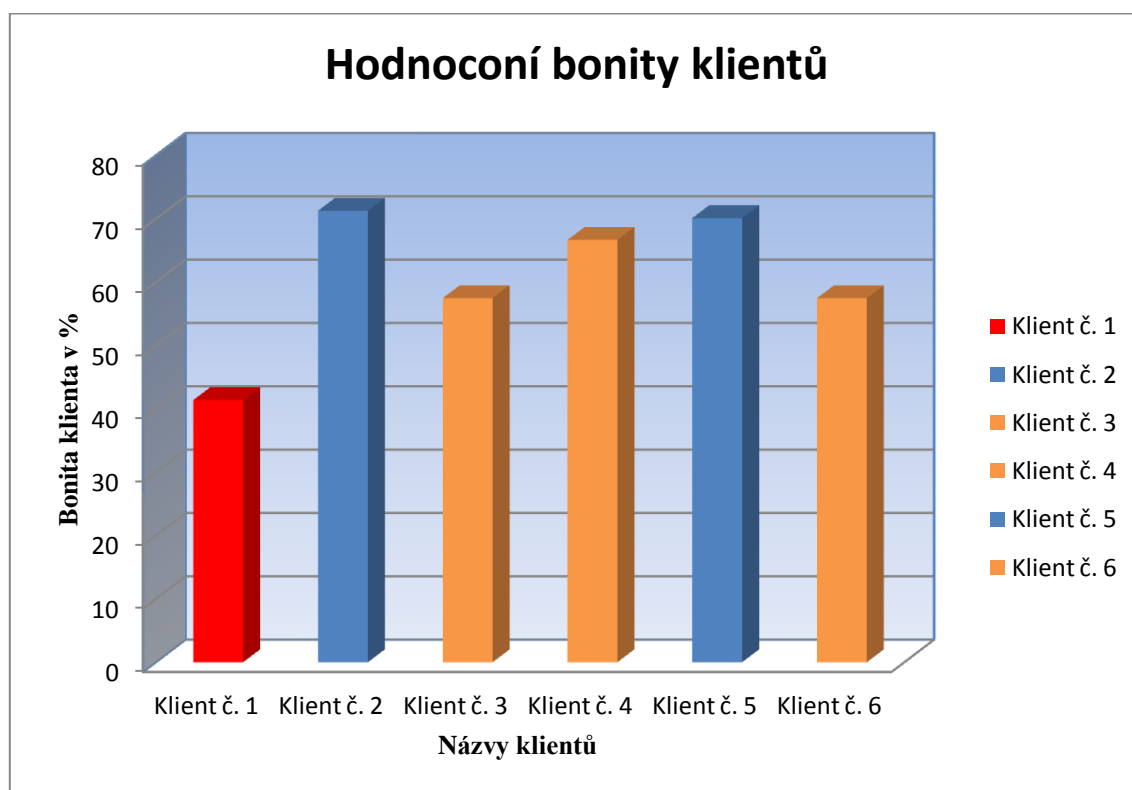
Body [%]	Bonita klienta č. 5	Výpočet:	70,11
0-50	Neposkytnout úvěr	Hodnocení:	Poskytnout úvěr
50-70	Poskytnout nižší úvěr		
70-100	Poskytnout úvěr		

Tabulka 17: Výsledné hodnocení klienta č. 5

Body [%]	Bonita klienta č. 6	Výpočet:	57,47
0-50	Neposkytnout úvěr	Hodnocení:	Poskytnout nižší úvěr
50-70	Poskytnout nižší úvěr		
70-100	Poskytnout úvěr		

Tabulka 18: Výsledné hodnocení klienta č. 6

Výsledné hodnocení bonity klientů je také přehledně zobrazeno na grafu č. 1. Zde je možné vidět, že klienti č. 2 a č. 5 mají dostatečnou bonitu na poskytnutí úvěru. Naopak klient číslo 1 nedosahuje potřebné hodnoty pro poskytnutí úvěru.



Graf 1: Celkové hodnocení klientů v MS Excel

4.2 Návrh systému v programu MATLAB

Po celkovém zpracování zjištění bonity klienta v MS Excel jsem dále vytvořil model pomocí programu MATLAB, kde jsem využil řadu programových nástrojů. Pro celkové zjištění bonity klienta v MATLABU jsem využil veškerá data, se kterými jsem pracoval v MS Excel. Konkrétně v prostředí MATLABU jsem využil nástroj Fuzzy Logic Toolbox, který využívá tři základní nástroje pro tvorbu a editaci fuzzy systému. Jsou to nástroje FIS editor, MF Editor a Rule Editor.

FIS editor je hlavní částí toolboxu, ve kterém jsem nadefinoval základní parametry systému. Hlavní částí je zde správně nadefinovat vstupní a výstupní proměnné. Podrobnější popis všech nástrojů je popsán v další části této diplomové práce.

4.2.1 Schéma projektu

Nejdříve je nutné si správně nadefinovat vstupní a výstupní proměnné. Dále pak určit jejich rozsah, funkce příslušnosti a parametry. Nejdříve je tedy nutné správně rozvrhnout počet vstupů a kritéria do těchto vstupů patřící.

Daný model pracuje se stejnými kritérii jako v MS Excel a je rozdělen na tři vstupy a jeden výstup.

4.2.1.1 První vstup

V tomto vstupu jsou zastoupena kritéria, která nám udávají osobní vlastnosti dané osoby žádající o úvěr. Mezi tyto kritéria patří:

- Věk
- Dosažené vzdělání
- Počet nezaopatřených dětí
- Rodinný stav

4.2.1.2 Druhý vstup

Do tohoto vstupu spadají veškerá kritéria, která se týkají příjmů a výdajů dané osoby žádající o úvěr.

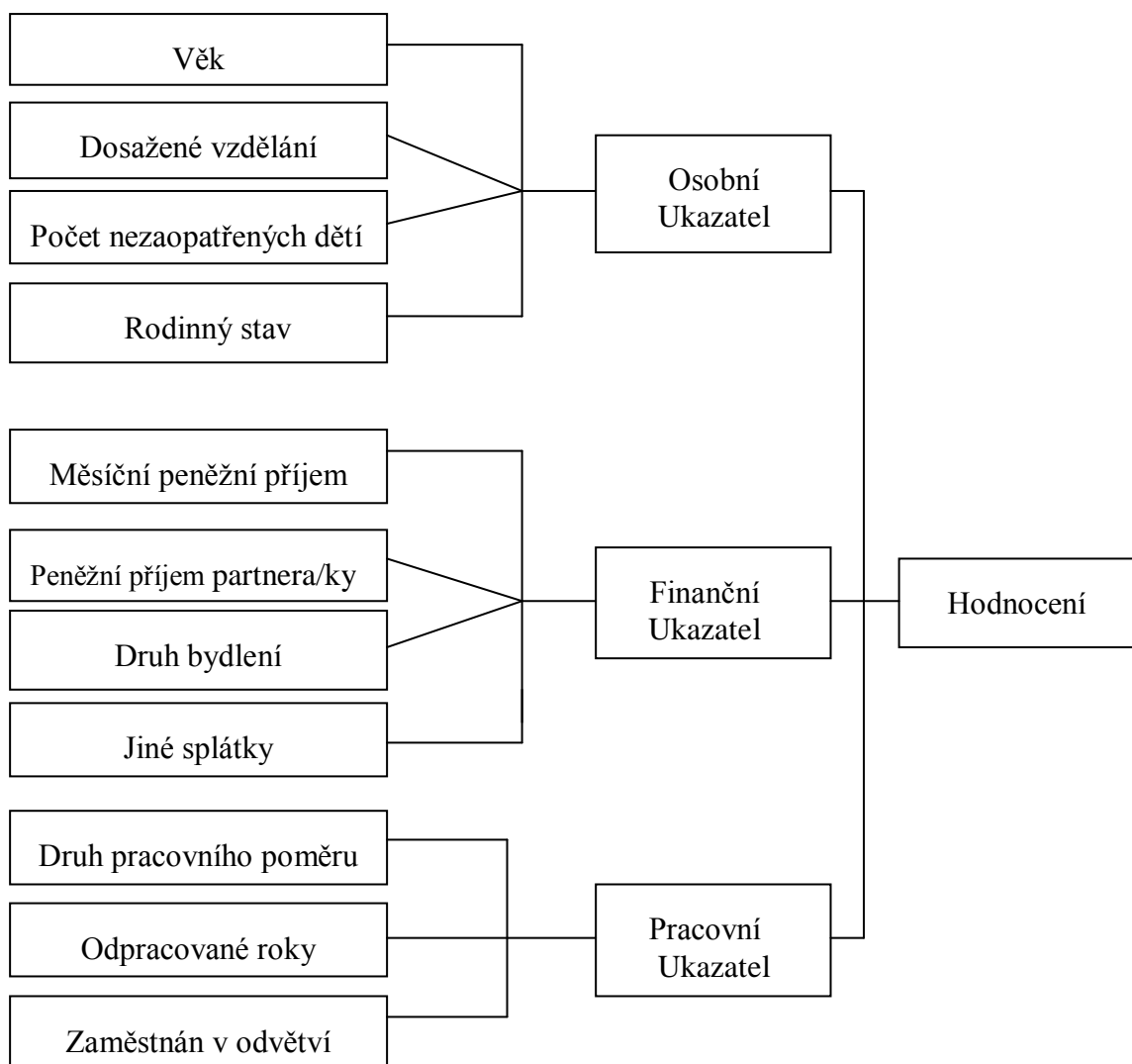
- Peněžní měsíční příjem

- Měsíční příjem partnera/ky
- Druhy bydlení
- Další splátky

4.2.1.3 Třetí vstup

Do posledního vstupu spadají kritéria, která se týkají pracovní stránky klienta.

- Druh pracovního poměru
- Odpracované roky
- Zaměstnán v odvětví



Obrázek 6: Schéma modelu pro posouzení bonity klienta

4.2.1.4 Hodnocení

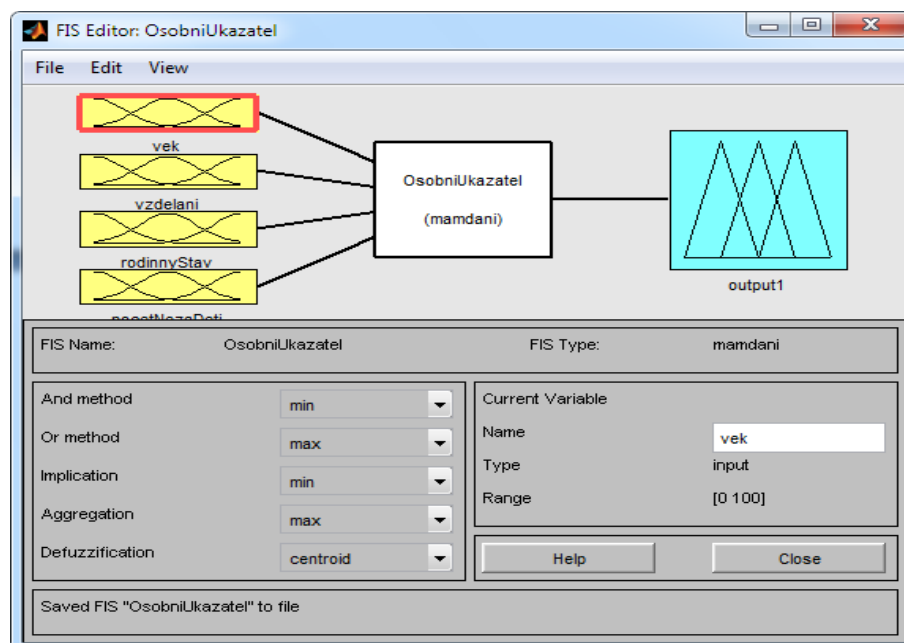
Celkové hodnocení posouzení bonity klienta je v programu MATLAB stejně jako u předešlého hodnocení v MS Excel.

- Neposkytnout úvěr
- Poskytnout nižší úvěr
- Poskytnout úvěr

Podrobný popis slovního hodnocení je uveden v kapitole 6.1.7 Retransformační matice.

4.2.2 FIS editor

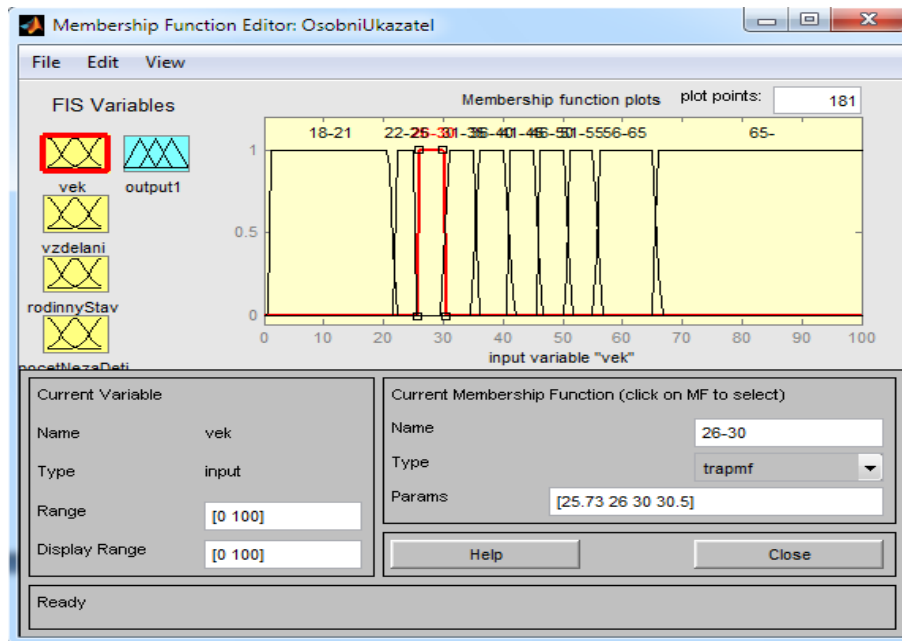
Nejprve, jak již bylo řečeno, jsem pracoval ve Fuzzy logic toolboxu s FIS editorem. Zde jsem nadeřinoval vstupní a výstupní proměnné. V této práci jsem vytvořil celkem 4 soubory typu *.fis*, které jsou pojmenovány jako OsobniUkazatel, FinancniUkazatel, PracovniUkazatel a bonitaKlienta. Na obrázku č. 7 lze vidět, že model OsobniUkazatel má 4 vstupní proměnné – konkrétně věk, vzdělání, rodinný stav a počet nezaopatřených dětí.



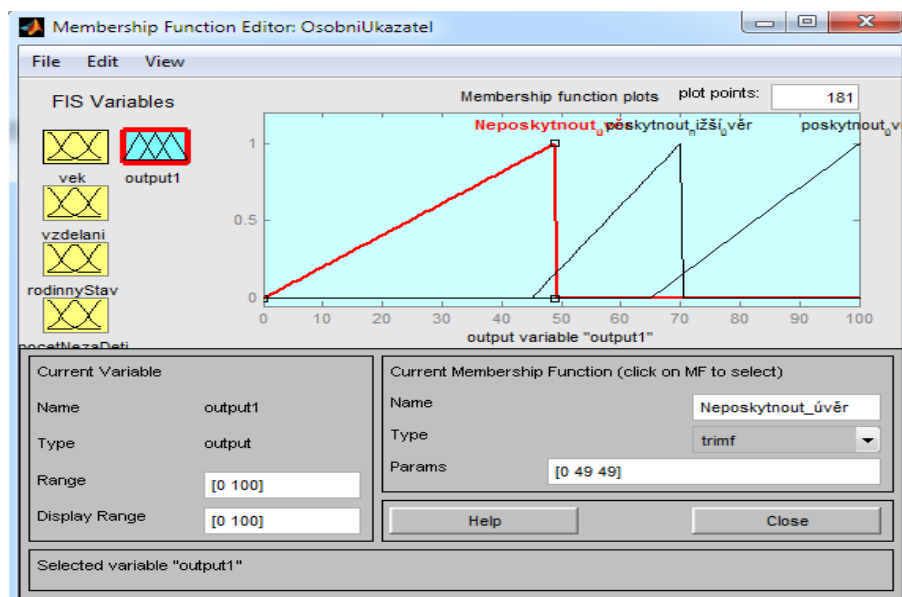
Obrázek 7: FIS editor modelu OsobniUkazatel

4.2.3 Membership Function Editor

Pomocí tohoto editoru, který je dalším nástrojem Fuzzy logic Toolbox, jsem nastavil příslušné funkce jednotlivých proměnných. Nejdříve jsem zvolil počet funkcí ke každé proměnné. Počet funkcí je totožný jako u vstupní transformační matice použité v MS Excel viz. Tabulka 2: Popis transformační matice. Konkrétně u kritéria věk je deset funkcí.



Obrázek 8: Memeber Function Editor pro vstup OsobniUkazatel



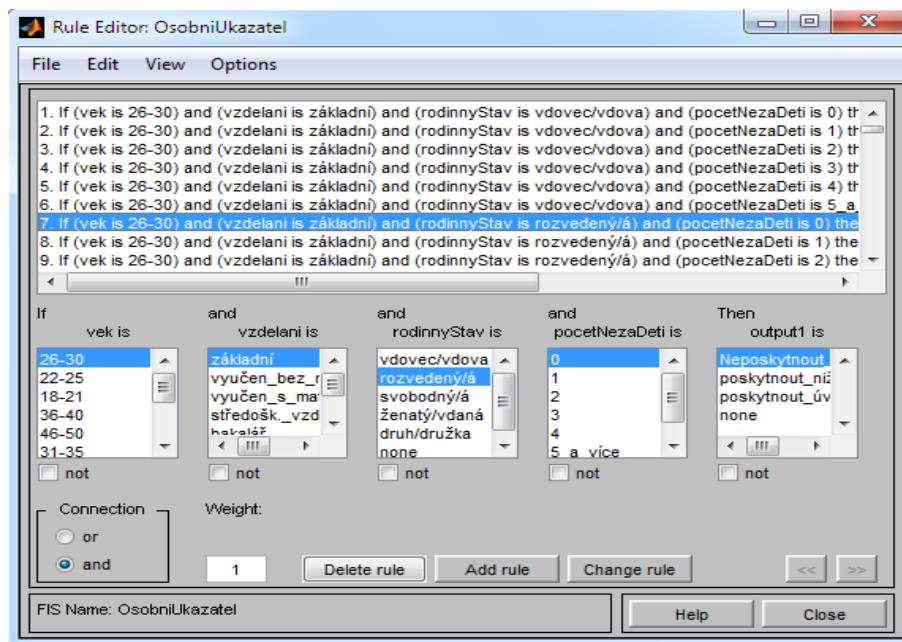
Obrázek 9: Memeber Function Editor pro výstup OsobniUkazatel

4.2.4 Rule Editor

Posledním modulem, který jsem použil u Fuzzy logic toolboxu, je Rule editor. Za pomoci tohoto editoru se nastavují pravidla pro celkové hodnocení. Jde tedy o stěžejní část práce ve Fuzzy Logic Toolbox. Je velmi důležité, aby se daná pravidla zadávala správně a přesně vypovídala o dané problematice. Při chybném zadání bychom dostali zkreslený výsledek a celé vyhodnocení by bylo nepoužitelné.

Postup při zadávání daných pravidel je velmi jednoduchý. Postupně vybereme hodnoty jednotlivých kritérií, zvolíme typ spojení and/or a konečný výstup.

Na obrázku č. 10 je uveden příklad, kdy u vstupu OsobniUkazatel jsou nastavena pravidla pro daný výstup, jestliže je zadán věk 26–30, základní vzdělání, rozvedený/á, počet nezaopatřených dětí 0, tak úvěr poskytnut nebude. Takto je tedy nastavené pravidlo číslo 7.



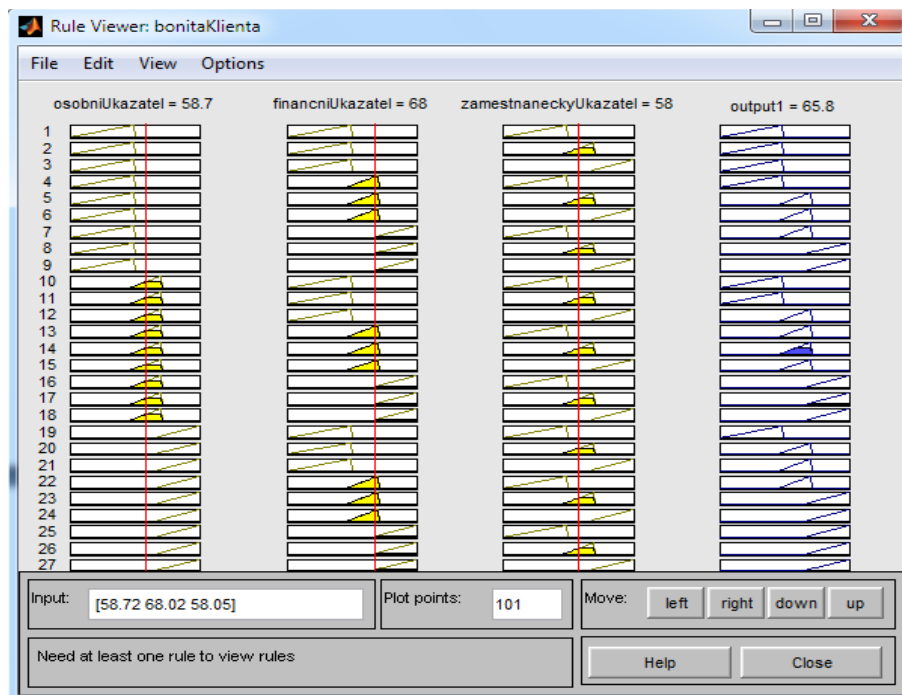
Obrázek 10: Rule Editor pro OsobniUkazatel

4.2.5 Rule Viewer

Tento prohlížeč slouží k testování hodnot výstupu při změnách vstupních hodnot. Na obrázku č. 11, kde je zobrazen Rule Viewer bonityKlienta, můžeme vidět všech 27 pravidel, které jsem nastavil v předchozím Rule Editoru. Jedná se o celkový výstup zjištění bonity klienta. První tři sloupce udávají všechny tři vstupy, které jsem si každý zvlášť nastavil. Jedná se tedy o OsobniUkazatel, FinancniUkazatel a PracovniUkazatel.

Žluté tvary udávají, že pro daný výstup toho daného ukazatele bylo splněno dané pravidlo. Výsledek je pak uveden ve čtvrtém sloupci, kde je uveden celkový výstup zjištění bonity klienta pomocí modrého zbarvení daného výstupu.

Hodnoty jednotlivých vstupů zadáváme do kolonky Input, nebo můžeme posouvat pomocí červené vertikální čáry.

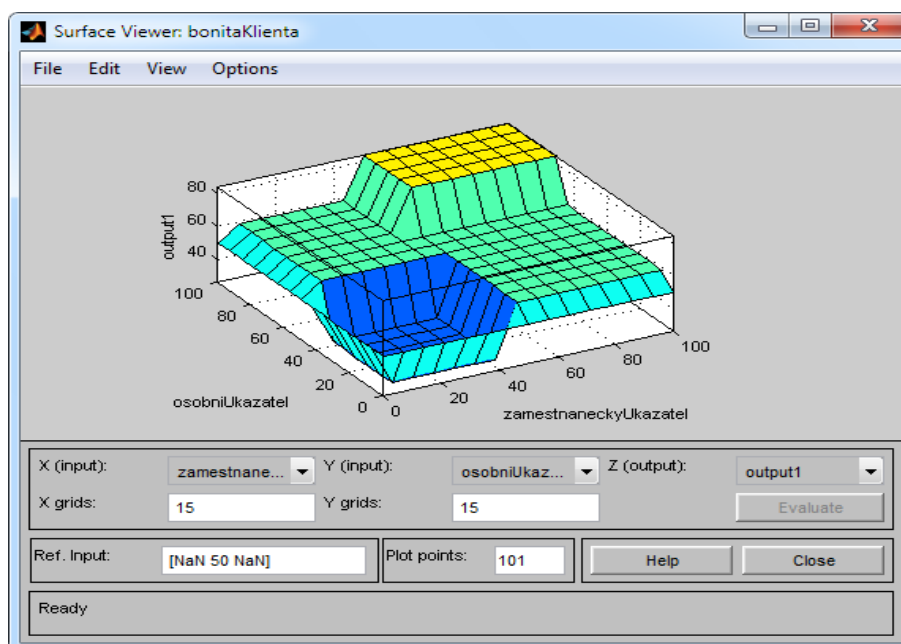


Obrázek 11: Rule Viewer pro výstup bonitaKlienta

4.2.6 Surface viewer

Pomocí tohoto prohlížeče je možné sledovat v grafickém znázornění ve 3D prostředí závislosti jednotlivých vstupních a výstupních proměnných. Můžeme zvolit libovolné dva vstupy a výstup.

Konkrétně na obrázku číslo 12 je zobrazen Surface Viewer bonityKlienta, kde na ose X je vynesena PracovniUkazatel, na ose Y je vynesena OsobniUkazatel a na ose Z je vynesena jediný výstup. Na obrázku je možné vidět, že při vysoké hodnotě jak osobního ukazatele, tak zaměstnaneckého ukazatele, bude výsledná hodnota výstupu vysoká. Při nižším hodnocení ukazatelů bude výsledné hodnocení nízké. Dané vstupy můžeme libovolně měnit.



Obrázek 12: Surface Viewer vstup bonitaKlienta

4.2.7 Vytvoření M souboru

Po vytvoření celkového výstupu v Rule Editoru, je nutné dále vytvořit zdrojový kód, pomocí kterého daný uživatel vloží vstupní hodnoty pro celkové posouzení bonity klienta. Daný zdrojový kód pro danou problematiku je popsán níže.

4.2.7.1 Zdrojový kód M-souboru

```
osobUk=readfis('OsobniUkazatel.fis');
finUk=readfis('FinancniUkazatel.fis');
pracUk=readfis('PracovniUkazatel.fis');
bonKli=readfis('bonitaKlienta.fis');

vek=input('zadejte svůj věk:');
while vek>100 || vek<18
    'zadali jste špatnou hodnotu, zadejte prosím znovu'
vek=input('zadejte svůj věk:');
end
vzdelani=input('zadejte svoje dosažené vzdělání (základní - 1, vyučen bez maturity - 2,
vyučen s maturitou - 3, středoškolské vzdělání - 4, bakalář - 5, VŠ(Ing, Mgr,..) - 6 :');
while vzdelani>6 || vzdelani<1
    'zadali jste špatnou hodnotu, zadejte prosím znovu'
vzdelani=input('zadejte svoje dosažené vzdělání (základní - 1, vyučen bez maturity - 2,
vyučen s maturitou - 3, středoškolské vzdělání - 4, bakalář - 5, VŠ(Ing, Mgr,..) - 6 :');
end
rodinnStav=input('zadejte rodinný stav (vdovec/vdova - 1, rozvedený/á - 2, svobodný/á
- 3, ženatý/vdaná - 4, druh/družka - 5 :');
while rodinnStav>5 || rodinnStav<1
    'zadali jste špatnou hodnotu, zadejte prosím znovu'
rodinnStav=input('zadejte rodinný stav (vdovec/vdova - 1, rozvedený/á - 2, svobodný/á
- 3, ženatý/vdaná - 4, druh/družka - 5 :');
end
pocetNezaDeti=input('zadejte počet nezaopatřených dětí, při vyšším počtu jak 5 dětí
napište hodnotu 5:');
while pocetNezaDeti>5
    'zadali jste špatnou hodnotu, zadejte prosím znovu'
pocetNezaDeti=input('zadejte počet nezaopatřených dětí, při vyšším počtu jak 5 dětí
napište hodnotu 5:');
end
penezniPrijem=input('zadejte svůj měsíční peněžní příjem, při příjmu nad 65 000
zadejte 65 000:');
while penezniPrijem>65000
    'zadali jste špatnou hodnotu, zadejte prosím znovu'
penezniPrijem=input('zadejte svůj měsíční peněžní příjem, příjem nad 65 000 zadejte 65
000:');
end
prijemPartneraKy=input('zadejte příjem partnera/ky, s příjmem nad 75000 zadejte
75000:');
while prijemPartneraKy>75000
    'zadali jste špatnou hodnotu, zadejte prosím znovu'
```

```

prijemPartneraKy=input('zadejte příjem partnera/ky, s příjmem nad 75000 zadejte
75000:');
end
druhBydleni=input('zadejte druh bydleni (podnájem - 1, družstevní byt - 2, vlastní
dům/byt - 3, u rodičů - 4:');
while druhBydleni>4 || druhBydleni<1
    'zadali jste špatnou hodnotu, zadejte prosím znovu'
druhBydleni=input('zadejte druh bydleni (podnájem - 1, družstevní byt - 2, vlastní
dům/byt - 3, u rodičů - 4:');
end
dalsiSplatky=input('zadejte druh dalších splátek, jestli nějaké máte( hypotéka - 1, jiný
úvěr - 2, žádný - 3:');
while dalsiSplatky>3 || dalsiSplatky<1
    'zadali jste špatnou hodnotu, zadejte prosím znovu'
dalsiSplatky=input('zadejte druh dalších splátek, jestli nějaké máte( hypotéka - 1, jiný
úvěr - 2, žádný - 3:');
end
pracovniPomer=input('zadejte druh pravního poměru (na dobu určitou - 1, na dobu
neurčitou - 2, živnostník - 3:');
while pracovniPomer>3 || pracovniPomer<1
    'zadali jste špatnou hodnotu, zadejte prosím znovu'
pracovniPomer=input('zadejte druh pravního poměru (na dobu určitou - 1, na dobu
neurčitou - 2, živnostník - 3:');
end
zamestnanVoboru=input('zadejte obor zaměstnání (školství - 1,zemědělství - 2,stavební
průmysl - 3, státní zaměstnanec - 4, bankovníctví - 5, IT průmysl - 6, automob. průmysl
- 7, energie. průmysl - 8, pohostinství - 9, jiný - 10:');
while zamestnanVoboru>10 || zamestnanVoboru<1
    'zadali jste špatnou hodnotu, zadejte prosím znovu'
zamestnanVoboru=input('zadejte obor zaměstnání (školství - 1,zemědělství - 2,stavební
průmysl - 3, státní zaměstnanec - 4, bankovníctví - 5, IT průmysl - 6, automob. průmysl
- 7, energie. průmysl - 8, pohostinství - 9, jiný - 10:');
end
odpracovaneRoky=input(' zadejte počet odpracovaných let:');
while odpracovaneRoky>80 || odpracovaneRoky<1
    'zadali jste špatnou hodnotu, zadejte prosím znovu'
odpracovaneRoky=input(' zadejte počet odpracovaných let:');
end

dataosobni=[vek vzdelani rodinnStav pocetNezaDeti];
datafin=[penezniPrijem prijemPartneraKy druhBydleni dalsiSplatky];
dataprac=[pracovniPomer zamestnanVoboru odpracovaneRoky];

vyhodnoceniosobni=evalfis(dataosobni, osobRi);
vyhodnocenifin=evalfis(datafin, finRi);
vyhodnoceniprac=evalfis(dataprac, pracRi);
data=[vyhodnoceniosobni vyhodnocenifin vyhodnoceniprac];

```

```

hodnoceni=evalfis(data, bonKli);

'celkové hodnocení: '

disp(hodnoceni);
if hodnoceni <50 'neposkytnout úvěr'
elseif hodnoceni<70 'poskytnout nižší úvěr'
else 'poskytnout úvěr'
end

```

4.2.8 Hodnocení klientů

V této kapitole je uvedeno konečné hodnocení všech klientů. Podrobně zde popisují s ukázkou situací v MATLABU klienta číslo 3.

Zápis pomocí MATLABU, které odpovídá klientovi číslo 3 je uvedeno níže.

4.2.8.1 Podrobný popis vybraného klienta č. 3

zadejte svůj věk:40

zadejte svoje dosažené vzdělání (základní - 1,vyučen bez maturity - 2, vyučen s maturitou - 3, středoškolské vzdělání - 4, bakalář - 5, VŠ(Ing., Mgr,...) - 6 : 4

zadejte rodinný stav (vdovec/vdova - 1, rozvedený/á - 2, svobodný/á - 3, ženatý/vdaná - 4, druh/družka - 5 :4

zadejte počet nezaopatřených dětí, při vyšším počtu jak 5 dětí napište hodnotu 5:2

zadejte svůj měsíční peněžní příjem, při příjmu nad 65 000 zadejte 65 000:25000

zadejte příjem partnera/ky, s příjmem nad 75000 zadejte 75000:20000

zadejte druh bydlení (podnájem - 1, družstevní byt - 2, vlastní dům/byt - 3, u rodičů - 4:3

zadejte druh dalších splátek, jestli nějaké máte (hypotéka - 1, jiný úvěr - 2, žádný - 3:1

zadejte druh pracovního poměru (na dobu určitou - 1, na dobu neurčitou - 2, živnostník - 3:2

zadejte obor zaměstnání (školství - 1, zemědělství - 2, stavební průmysl - 3, státní zaměstnanec - 4, bankovníctví - 5, IT průmysl - 6, automobil. průmysl - 7, energie. průmysl - 8, pohostinství - 9, jiný - 10):4

zadejte počet odpracovaných let:15

ans =

celkové hodnocení:

61.2701

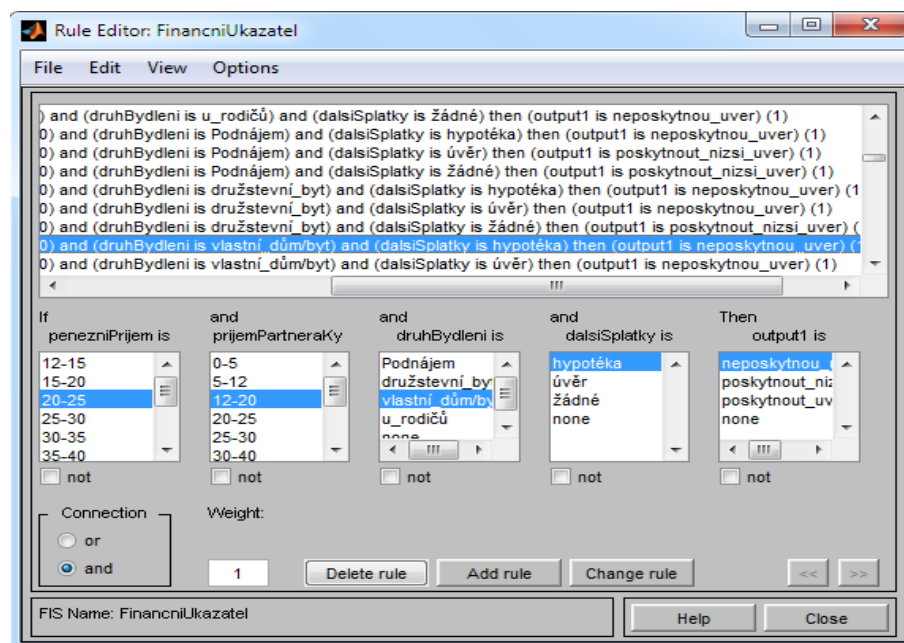
ans =

poskytnout nižší úvěr

4.2.8.2 Grafické znázornění klienta č. 3

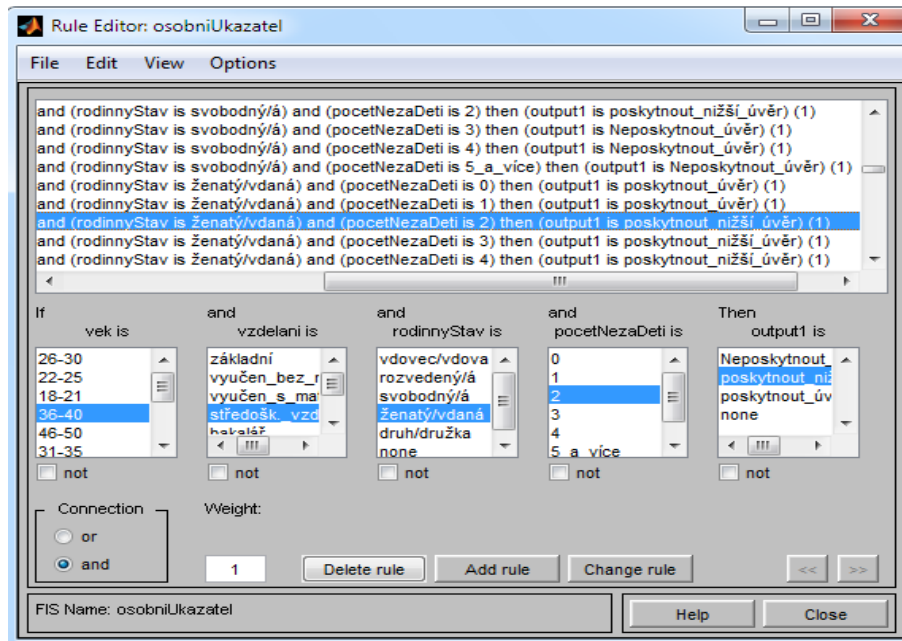
V této podkapitole je uveden celý grafický proces ve Fuzzy Logic Toolbox k získání celkové bonity klienta čísla 3. Nejdříve jsou uvedena grafická zobrazení všech tří vstupních ukazatelů v Rule Editoru pro klienta číslo 3, která nám poskytnou podrobný grafický popis pro získání celkové hodnoty pro posouzení bonity klienta.

Na obrázku číslo 13 je uveden Rule Editor pro FinancniUkazatel. Pro kritéria daného klienta je výstup tohoto ukazatele nastaven na „neposkytnout úvěr“.



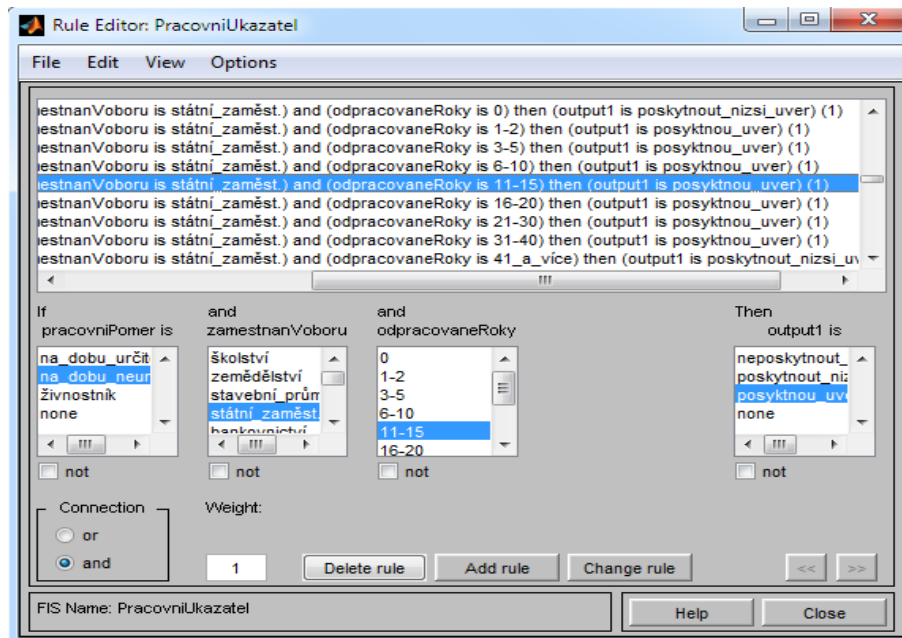
Obrázek 13: Klient č. 3 Rule Editor: FinancniUkazatel

Na obrázku číslo 14 je uveden Rule Editor pro OsobniUkazatel. Můžeme vidět, že když jsou nastavena konkrétní kritéria v osobním ukazateli klienta číslo 3, tak výstup tohoto ukazatele je nastaven na „poskytnout nižší úvěr“.



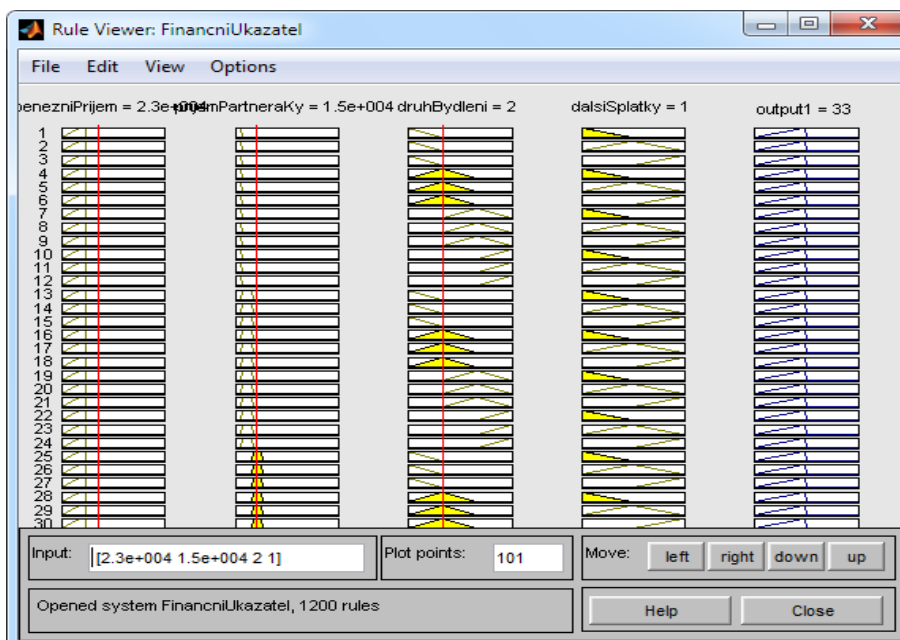
Obrázek 14: Klient č. 3 Rule Editor: osobniUkazatel

Na obrázku číslo 15 je uveden Rule Editor pro PracovniUkazatel. Pro kritéria daného klienta je výstup tohoto ukazatele nastaven na „poskytnout úvěr“.

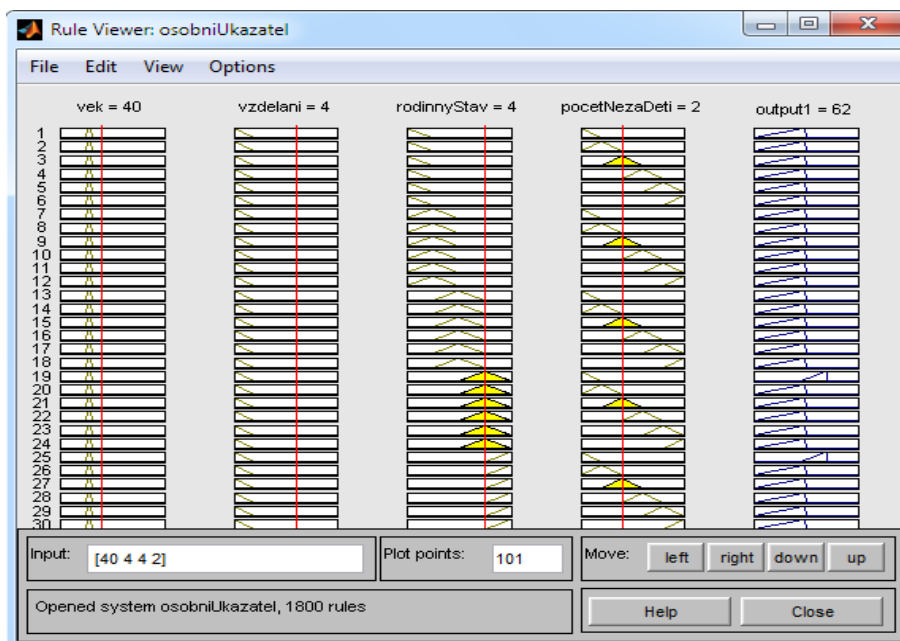


Obrázek 15: Klient č. 3 Rule Editor: PracovniUkazatel

V dalším grafickém znázornění je uveden prohlížeč Rule Viewer klienta číslo 3, které odpovídají jednotlivým editorům, které jsou zobrazeny výše. Konkrétně na obrázku číslo 16 je zobrazen Rule Viewer pro FinancniUkazatel. Výsledná hodnota tohoto pravidla je 33, a jak již bylo zmíněno, v Rule Editoru pro tento ukazatel je výstup „neposkytnout úvěr“.

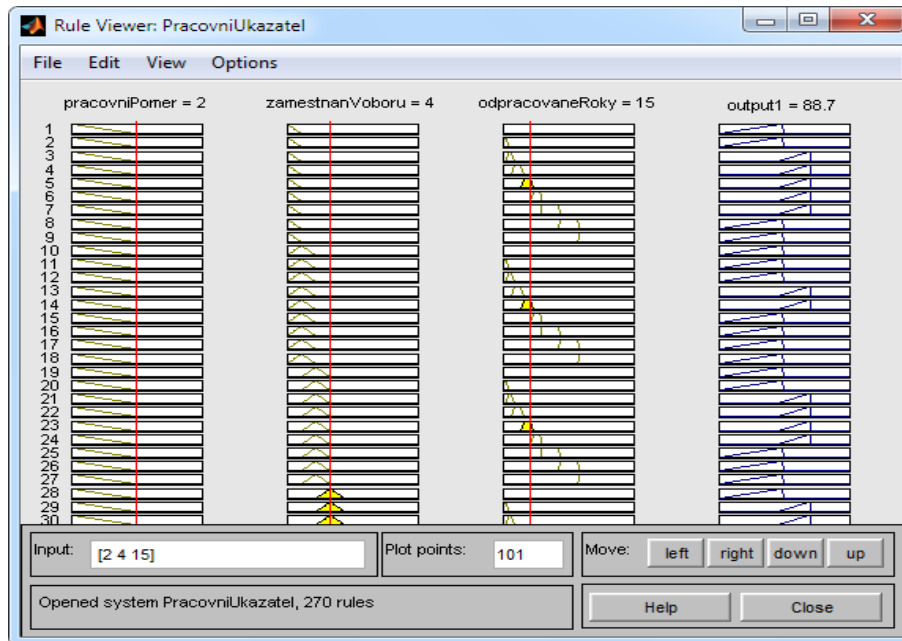


Obrázek 16: Klient č. 3 Rule Viewer: FinancniUkazatel



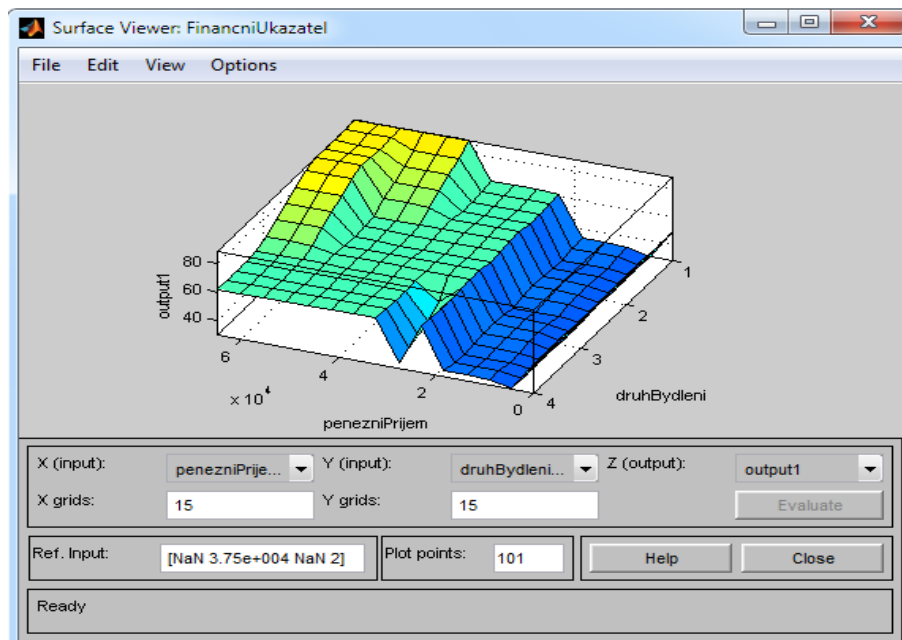
Obrázek 17: Klient č. 3 Rule Viewer: OsobniUkazatel

V Rule Viewer pro PracovniUkazatel je výsledná hodnota výstupu pro dané pravidlo rovna 88.7. Zde je tedy nastaven výstup na „poskytnout úvěr“.



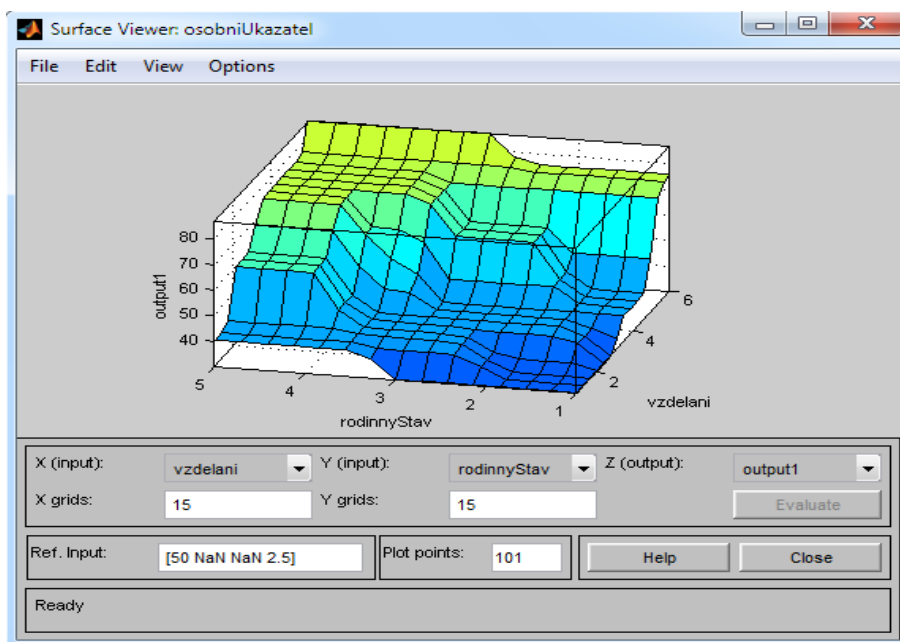
Obrázek 18: Klient č. 3 Rule Viewer: PracovniUkazatel

V posledním grafickém znázornění jsem uvedl prohlížeč Surface Viewer pro daného klienta. Konkrétně na obrázku č.19 je uveden prohlížeč na FinanacniUkazatel, kde jsou zvolené na osách X a Y peněžní příjem a druh bydlení a na ose Z je výstup.



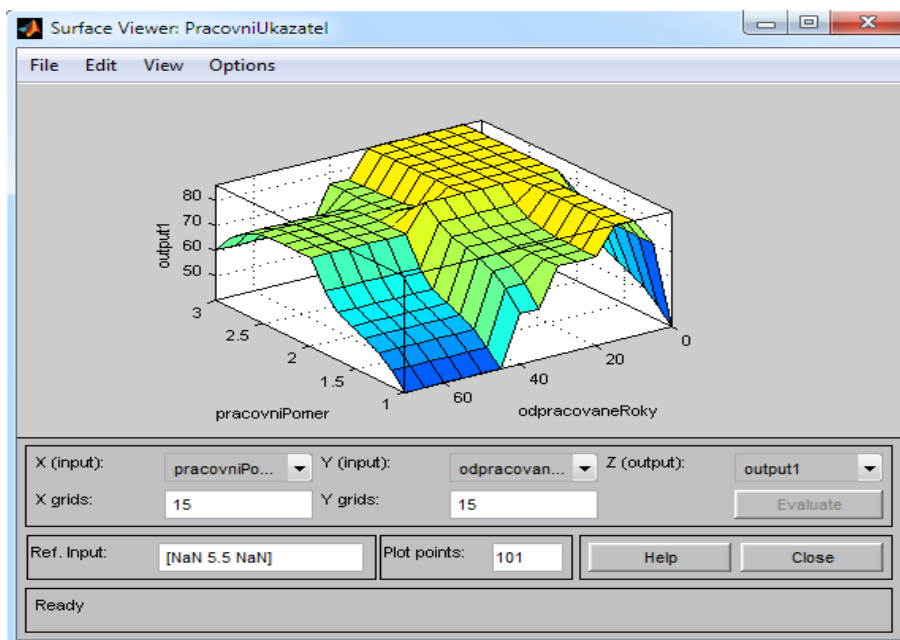
Obrázek 19: Klient č. 3 Surface viewer: FinanacniUkazatel

Na obrázku č. 20 je uveden Surface Viewer pro OsobniUkazatel. Zde jsou na osách X, Y zvolené vstupní proměnné rodinný stav a vzdělání a na ose Z je výstup.



Obrázek 20: Klient č. 3 Surface viewer: OsobniUkazatel

Na posledním grafickém znázornění při výpočtu klienta č. 3 je zobrazen prohlížeč Surface Viewer pro PracovniUkazatel. Zde jsem zvolil na osách X,Y vstupní proměnné pracovní poměr a odpracované roky a na ose Z je výstup.



Obrázek 21: Klient č. 3 Surface viewer: PracovniUkazatel

Nyní uvedu výsledné hodnocení všech klientů, které jsem provedl v programu MATLAB. Vypíši zde všechny údaje při zadávání, ale již zde nebudu zobrazovat grafické znázornění modulů a prohlížečů.

Jednotlivé informace o klientech jsou zde uvedeny v tabulkové podobě kvůli přehlednějšímu zobrazení. Podoba zadávání jednotlivých hodnot je zobrazena již v kapitole 5.2.8.1, kde je zobrazen průběh výpočtu klienta číslo 3 pomocí výstupu z M-souboru. Jsou zde uvedené hodnocení jednotlivých klientů jak v číselné, tak i ve slovní podobě.

4.2.8.3 Klient č. 1

Výpis zadaných dat klienta číslo 1 a následné celkové hodnocení bonity pro poskytnutí úvěru za pomoci MATLABU.

Kritérium	Hodnota
Věk	20
Dosažené vzdělání	Vyučen s maturitou
Rodinný stav	Svobodný
Počet nezaopatřených dětí	0
Druh bydlení	U rodičů
Peněžní měsíční příjem	15000
Měsíční příjem partnera/ky	0
Jiné splátky	Žádné
Pracovní poměr	na dobu neurčitou
Odpracované roky	1
Zaměstnán v odvětví	Pohostinství

Tabulka 19: Hodnoty v MATLABU klienta č. 1

Celkové hodnocení	31.0641	Neposkytnout úvěr
-------------------	----------------	-------------------

4.2.8.4 Klient č. 2

Výpis zadaných dat klienta číslo 2 a následné celkové hodnocení bonity pro poskytnutí úvěru za pomoci MATLABU.

Kritérium	Hodnota
Věk	28
Dosažené vzdělání	VŠ
Rodinný stav	Druh/Družka
Počet nezaopatřených dětí	0
Druh bydlení	Podnájem
Peněžní měsíční příjem	28000
Měsíční příjem partnera/ky	23000
Jiné splátky	Žádné
Pracovní poměr	na dobu neurčitou
Odpracované roky	2
Zaměstnán v odvětví	IT průmysl

Tabulka 20: Hodnoty v MATLABU klienta č. 2

Celkové hodnocení	83.6821	Poskytnout úvěr
-------------------	----------------	-----------------

4.2.8.5 Klient č. 3

Výpis zadaných dat klienta číslo 3 a následné celkové hodnocení bonity pro poskytnutí úvěru za pomoci MATLABU.

Kritérium	Hodnota
Věk	40
Dosažené vzdělání	Středoškolské vzdělání
Rodinný stav	Ženatý/vdaná
Počet nezaopatřených dětí	2
Druh bydlení	vlastní dům/byt
Peněžní měsíční příjem	25000
Měsíční příjem partnera/ky	20000
Jiné splátky	Hypotéka
Pracovní poměr	na dobu neurčitou
Odpracované roky	15
Zaměstnán v odvětví	Státní zaměstnanec

Tabulka 21: Hodnoty v MATLABU klienta č. 3

Celkové hodnocení	61.2701	Poskytnout nižší úvěr
-------------------	----------------	-----------------------

4.2.8.6 Klient č. 4

Výpis zadaných dat klienta číslo 4 a následné celkové hodnocení bonity pro poskytnutí úvěru za pomoci MATLABU.

Kritérium	Hodnota
Věk	48
Dosažené vzdělání	VŠ
Rodinný stav	Ženatý/vdaná
Počet nezaopatřených dětí	1
Druh bydlení	Vlastní dům/byt
Peněžní měsíční příjem	22000
Měsíční příjem partnera/ky	24000
Jiné splátky	Peněžní úvěr
Pracovní poměr	na dobu neurčitou
Odpracované roky	18
Zaměstnán v odvětví	Bankovníctví

Tabulka 22: Hodnoty v MATLABU klienta č. 4

Celkové hodnocení	65.4701	Poskytnout nižší úvěr
-------------------	----------------	-----------------------

4.2.8.7 Klient č. 5

Výpis zadaných dat klienta číslo 5 a následné celkové hodnocení bonity pro poskytnutí úvěru za pomoci MATLABU.

Kritérium	Hodnota
Věk	55
Dosažené vzdělání	VŠ
Rodinný stav	Ženatý/vdaná
Počet nezaopatřených dětí	0
Druh bydlení	Vlastní dům/byt
Peněžní měsíční příjem	38000
Měsíční příjem partnera/ky	28000
Jiné splátky	Žádný
Pracovní poměr	Živnostník
Odpracované roky	31
Zaměstnán v odvětví	Pohostinství

Tabulka 23: Hodnoty v MATLABU klienta č. 5

Celkové hodnocení	81.6821	Poskytnout úvěr
-------------------	----------------	-----------------

4.2.8.8 Klient č. 6

Výpis zadaných dat klienta číslo 6 a následné celkové hodnocení bonity pro poskytnutí úvěru za pomoci MATLABU.

Kritérium	Hodnota
Věk	48
Dosažené vzdělání	VŠ
Rodinný stav	Rozvedený(á)
Počet nezaopatřených dětí	1
Druh bydlení	Podnájem
Peněžní měsíční příjem	23000
Měsíční příjem partnera/ky	0
Jiné splátky	Žádný
Pracovní poměr	Na dobu neurčitou
Odpracované roky	13
Zaměstnán v odvětví	Školství

Tabulka 24: Hodnoty v MATLABU klienta č. 6

Celkové hodnocení	61.2071	Poskytnout nižší úvěr
-------------------	----------------	-----------------------

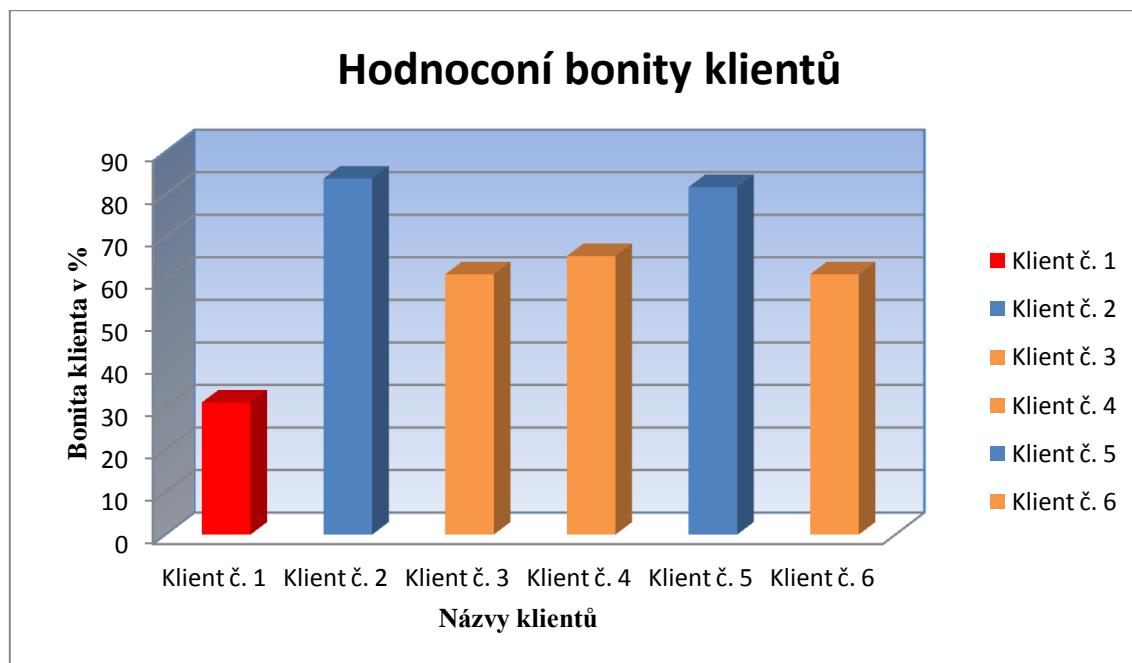
4.3 Celkové hodnocení klientů v MATLABU

Po celkové analýze všech klientů v prostředí MATLABU dané hodnoty výstupu odpovídají s menšími odchylkami výsledkům v MS Excel. Slovní hodnocení jsou totožná, jak metodou v MS Excel tak pomocí MATLABU. Podrobný rozbor obou metod zjištění bonity klienta je popsán v další kapitole. Celkové hodnocení klientů pomocí MATLABU je zobrazeno v tabulce č. 25.

Klient	Hodnocení	Slovní hodnocení
Klient č. 1	31	Neposkytnout úvěr
Klient č. 2	83	Poskytnout úvěr
Klient č. 3	61	Poskytnout nižší úvěr
Klient č. 4	65	Poskytnout nižší úvěr
Klient č. 5	81	Poskytnout úvěr
Klient č. 6	61	Poskytnout nižší úvěr

Tabulka 25: Celkové hodnocení klientů za pomoci MATLABU

Výsledné hodnocení bonity klientů je také přehledně zobrazeno na grafu č. 2. Zde můžeme vidět, že klienti č. 2 a č. 5 mají dostatečnou bonitu na poskytnutí úvěru. Naopak klient č. 1 nedosahuje potřebné hodnoty pro poskytnutí úvěru. Klientům č. 3, č. 4 a č. 6 bude nabídnut nižší úvěr.



Graf 2: Celkové hodnocení bonity klienta v MATLABU.

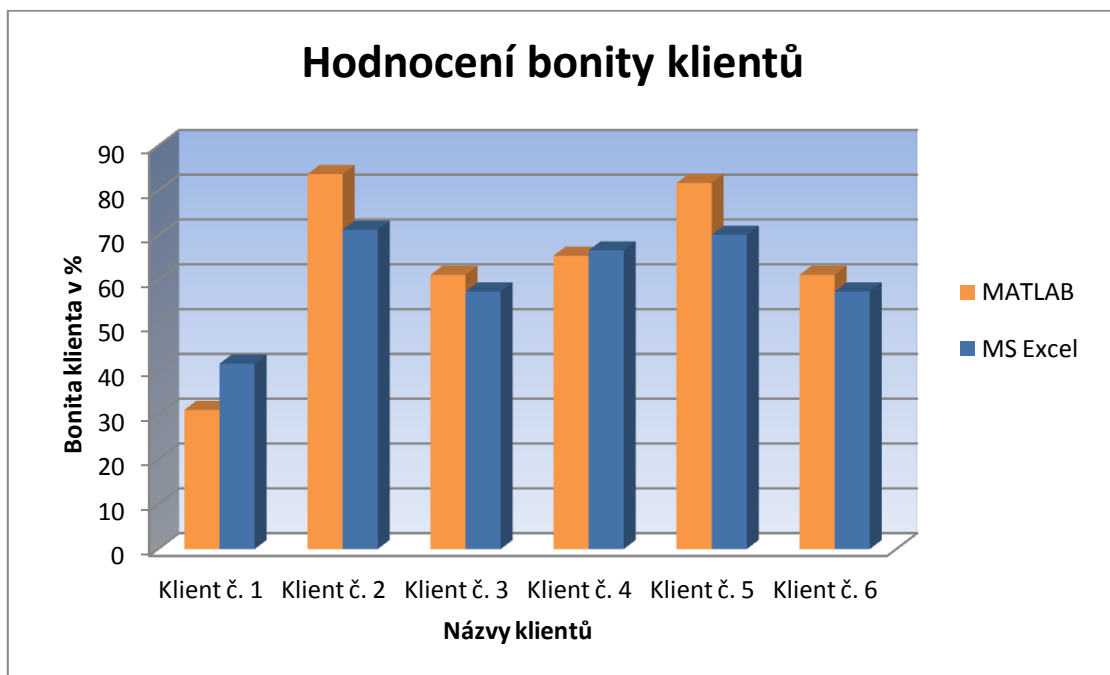
4.4 Porovnání výsledků jednotlivých klientů

Celkové hodnocení bonity klienta pomocí MATLABU se od hodnocení v MS Excel nikterak výrazně neliší. Hodnoty v MATLABU jsou závislé především na podmínkách a funkcích jednotlivých vstupů. Dané vstupy můžeme upravovat tak, aby výsledné hodnoty byly co nejdůvěryhodnější. Konkrétní výsledné hodnoty pro posouzení bonity klienta vyhodnocené za pomoci MATLABU, tak i MS Excelu jsou popsány v tabulce číslo 26 a také v následném grafu č. 3.

Klient	Celkové hodnocení v [%]		Slovní hodnocení	
	MS Excel	MATLAB	MS Excel	MATLAB
Klient č. 1	41,38	31,06	Neposkytnout úvěr	Neposkytnout úvěr
Klient č. 2	71,26	83,68	Poskytnout úvěr	Poskytnout úvěr
Klient č. 3	57,47	61,20	Poskytnout nižší úvěr	Poskytnout nižší úvěr
Klient č. 4	66,67	65,47	Poskytnout nižší úvěr	Poskytnout nižší úvěr
Klient č. 5	70,11	81,68	Poskytnout úvěr	Poskytnout úvěr
Klient č. 6	57,47	61,20	Poskytnout nižší úvěr	Poskytnout nižší úvěr

Tabulka 26: Porovnání celkového hodnocení bonity klienta

V tabulce si můžeme všimnout, že slovní hodnocení je totožné pro obě metody výpočtu. Procentuální hodnocení v MATLABU je závislé především na mnou zvolených podmínkách a funkcích, které nejlépe vystihují danou bonitu klienta. Pro klienta č. 1 je hodnocení v MATLABU velice nízké, jak jsem již zmínil je to zapříčiněno volbou podmínek. Klienti č. 3 a č. 6 se pohybují ve středním pásmu a s hodnocením okolo 61% jim bude nabídnut nižší úvěr u obou metod výpočtu. Klient č. 4 má celkové hodnocení velice podobné u obou metod výpočtu. Klientům č. 2 a č. 5 bude poskytnut úvěr. Jejich hodnocení v MATLABU je velmi bonitní.



Graf 3: Porovnání celkového hodnocení bonity klientů

4.4.1 Vyhodnocení

Nejvýhodnější celkové hodnocení bonity klienta v MS Excel a za pomoci MATLABU nejlépe vyšlo pro klienta č. 2. Můžeme to vidět přehledně v grafu č. 3.

Dále by byl poskytnut také úvěr klientovi č. 5, který má podobné hodnocení jak klient č. 2. U klienta č. 4 je pomocí nástroje MS Excel vyhodnocen na 70% a úvěr by mu byl poskytnut. Je zde ale rozdíl při hodnocení v MATLABU. Zde má klient celkové hodnocení pouze 65,47% a je mu nabídnut nižší úvěr. Jelikož je tato práce cílena na fuzzy logiku, tak bychom u tohoto klienta brali v potaz hodnocení, které odpovídá bonitě klienta v MATLABU.

Klient č. 1 nedosahuje takové bonity pro poskytnutí úvěru v obou metodách, bude mu tedy zamítnuta žádost o úvěr.

5 PŘÍNOSY PRÁCE

Za pomoci programu MS Excel a MATLAB jsem vytvořil model na posouzení bonity klienta k získání úvěru. Model pracuje s informacemi o klientech a pomocí fuzzy logiky nám udává procentuální a slovní hodnocení dané bonity.

Jak již bylo zmíněno k potřebným znalostem a informacím, které jsem k vypracování této diplomové práce potřeboval, jsem dospěl ve spolupráci se společností Home Credit a.s. Je samozřejmostí, že v oboru bankovníctví je na posouzení bonity klienta brán nejvyšší zřetel. Každá společnost posuzuje bonitu klienta v trochu jiném měřítku a používá k tomu co nejdůmyslnější informační systém.

Tuto diplomovou práci jsem pojal z hlediska možného využití daných metod pro společnosti nebo osoby, které se zabývají poskytováním úvěru. V dnešní době můžeme využít nespočet možností, jak získat peněžní úvěr. Tato služba se neobejde bez možného rizika nesplacení úvěru s danými úroky. Je proto nutné se proti tomuto riziku chránit v podobě zjištění bonity případného klienta.

Model vytvořený v MS Excel umožňuje tvorbu hodnotících kritérií. Dále můžeme volit bodové ohodnocení podle důležitosti jednotlivých kritérií. Model vytvořený v programu MATLAB je oproti modelu v MS Excel uživatelsky náročnější, ale umožňuje přehledné grafické rozhraní.

Tyto modely mohou sloužit jako základní prostředek při ověřování dostatečné bonity na poskytnutí úvěru či půjčky. Dané modely mohou využít osoby, které si chtějí ověřit, jestli případné poskytnutí úvěru nebude vykazovat přílišné riziko nesplacení poskytnuté částky.

Mně osobně tato diplomová práce přinesla velmi cenné znalosti a poznatky, které využiji v budoucím profesním životě.

ZÁVĚR

Cílem mé diplomové práce bylo vytvoření nástroje, s jehož pomocí se bude vyhodnocovat výsledná bonita klienta k poskytnutí případného budoucího bankovního i nebankovního úvěru. Cílem tedy bylo nastudovat problematiku umělé inteligence, pokročilých metod analýz a modelování. Byla zde využita fuzzy logika, která je základem k vytvoření modelu v MATLABU.

K vypracování této diplomové práce jsem využil spolupráce se společností Home Credit a.s. Potřebné získané informace a zkušenosti v této společnosti vedly k vytvoření kritérií potřebných pro posouzení celkové bonity klienta.

V této diplomové práci jsem se věnoval šesti klientům, kde každý z těchto klientů má odlišné osobní, pracovní, příjmové a výdajové údaje. Potřebná data o klientech jsou převzata ze společnosti Home Credit a.s. Jedná se o data použitá při testování nového informačního systému.

Pro vytvoření modelů jsem využil programy MS Excel a MATLAB. Za pomocí těchto nástrojů jsem provedl celkové hodnocení bonity daných klientů. Program MS Excel je ve srovnání s MATLABEM uživatelsky přístupnější na ovládání a pochopení funkčnosti, ale neposkytuje takové grafické rozhraní jako program MATLAB. U obou metod jsou základem k úspěchu správně zvolená kritéria, bez kterých by byl konečný výsledek neefektivní.

Pro vyhodnocení celkové bonity klienta bylo zvoleno jedenáct kritérií, které jsou nezbytné pro co nejpřesnější vyjádření celkové bonity a nejlépe vystihují veškeré osobní, finanční a pracovní údaje.

Výsledná hodnocení klientů jsou u obou metod výpočtu vyjádřených v procentech velmi podobné. Slovní hodnocení je u všech klientů shodné a udává, že úvěr by byl poskytnut klientovi č. 2 a č. 5. Klientovi č. 1 nebude poskytnut úvěr, jelikož jeho výsledná bonita je velmi nízká. U zbylých klientů je celková bonita dostačující k poskytnutí úvěru, ale nedosahuje potřebných hodnot k požadované výši úvěru a je jim tedy nabídnuta varianta nižšího úvěru.

Předkládaná diplomová práce pro mne byla do budoucna velice přínosná. Rozšířil jsem si své znalosti v problematice využití pokročilých metod analýz a modelování a to především v oblasti fuzzy logiky.

LITERATURA

- 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.
- 2) DOSTÁL, P. *Advanced Economic Analyses*. 1. vyd. Brno: CERM, 2008. 80 s. ISBN 978-80-214-3564-3.
- 3) KOVAŘÍK, M. *Matlab*. Zlín: Nakladatelství Martin Stříž. 2008. ISBN 978-80-87106-09-9.
- 4) MAŘÍK, V., ŠTĚPÁNKOVÁ, O., LAŽANSKÝ, J. *Umělá inteligence*. ACADEMIA, 2003. 1440 s. ISBN 80-200-0502-1.
- 5) RAIS, K. DOSTÁL, P. *Operační a systémová analýza*. 1. vyd. Brno: Cerm, 2004. ISBN 80-214-2803-1.
- 6) THE MATHWORKS. *MATLAB – Fuzzy Logic Toolbox, Neural Network Toolbox, Database Toolbox - User's Guide*. The MathWorks, Inc. 2010.

Internetové zdroje

- 7) Profil společnosti. *Home Credit* [online]. [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: http://www.homecredit.cz/cs/home_credit/profil_spolecnosti.shtml
- 8) Loni byl objem poskytnutých úvěrů od bank více než 2,3 bilionu korun - Hypoindex.cz. *Hypoindex.cz* [online]. 15.02.2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: <http://www.hypoindex.cz/loni-byl-objem-poskytnutych-uveru-od-bank-vice-nez-2-3-bilionu-korun/>

- 9) Dostanu úvěr?. *Bankovní gramotnost* [online]. 2010. vyd. [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: www.bankovniagramotnost.cz

- 10) Tiskové zprávy. *Home Credit* [online]. 23.1.2012 [cit. 2012-05-21]. Dostupné z: http://www.homecredit.cz/cs/tiskove_centrum/tiskove_zpravy/171.shtml

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1- FIS Editor	19
Obrázek 2: Membership Function Editor	20
Obrázek 3: Rule editor.....	21
Obrázek 4: Rule Viewer	21
Obrázek 5: Surface Viewer	22
Obrázek 6:Schéma modelu pro posouzení bonity klienta	44
Obrázek 7: FIS editor modelu OsobniUkazatel	45
Obrázek 8: Memeber Function Editor pro vstup OsobniUkazatel.....	46
Obrázek 9: Memeber Function Editor pro výstup OsobniUkazatel.....	46
Obrázek 10: Rule Editor pro OsobniUkazatel	47
Obrázek 11: Rule Viewer pro výstup BonitaKlienta	48
Obrázek 12: Surface Viewer vstup BonitaKlienta	49
Obrázek 13: Klient č. 3 Rule Editor: FinancniUkazatel.....	53
Obrázek 14: Klient č. 3 Rule Editor: osobniUkazatel	54
Obrázek 15: Klient č. 3 Rule Editor: PracovniUkazatel.....	54
Obrázek 16: Klient č. 3 Rule Viewer: FinancniUkazatel	55
Obrázek 17: Klient č. 3 Rule Viewer: osobniUkazatel	55
Obrázek 18: Klient č. 3 Rule Viewer: PracovniUkazatel.....	56
Obrázek 19: Klient č. 3 Surface viewer: FinancniUkazatel	56
Obrázek 20: Klient č. 3 Surface viewer: osobniUkazatel.....	57
Obrázek 21: Klient č. 3 Surface viewer: PracovniUkazatel	57

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Výše bankovních úvěrů za rok 2011.....	25
Tabulka 2: Popis vstupní stavové matice	33
Tabulka 3: Transformační matice klienta č. 1	34
Tabulka 4: Transformační matice klienta č. 2	34
Tabulka 5: Transformační matice klienta č. 3	35
Tabulka 6: Transformační matice klienta č. 4	35
Tabulka 7: Transformační matice klienta č. 5	35
Tabulka 8: Transformační matice klienta č. 6	36
Tabulka 9: Transformační matice	37
Tabulka 10: Vstupní stavová matice $[A, N]$	38
Tabulka 11: Vstupní stavová matice $[1,0]$	39
Tabulka 12: Retransformační matice	40
Tabulka 13: Výsledné hodnocení klienta č. 1	41
Tabulka 14: Výsledné hodnocení klienta č. 2.....	41
Tabulka 15: Výsledné hodnocení klienta č. 3.....	41
Tabulka 16: Výsledné hodnocení klienta č. 4.....	41
Tabulka 17: Výsledné hodnocení klienta č. 5.....	42
Tabulka 18: Výsledné hodnocení klienta č. 6.....	42
Tabulka 19: Hodnoty v Matlabu klienta č. 1	58
Tabulka 20: Hodnoty v Matlabu klienta č. 2	59
Tabulka 21: Hodnoty v Matlabu klienta č. 3	59
Tabulka 22: Hodnoty v Matlabu klienta č. 4	60
Tabulka 23: Hodnoty v Matlabu klienta č. 5	60

Tabulka 24: Hodnoty v Matlabu klienta č. 6	61
Tabulka 25: Celkové hodnocení klientů za pomoci Matlabu	61
Tabulka 26: Porovnání celkového hodnocení bonity klienta	63

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Celkové hodnocení klientů v MS Excel	42
Graf 2: Celkové hodnocení bonity klienta v Matlabu	62
Graf 3: Porovnání celkového hodnocení bonity klientů	63

PŘÍLOHY

Příloha 1: model v programu MS Ecel:	hodnocení_bonity_klienta.xlsx	CD
Příloha 2: model v programu MATLAB:	bonitaKienta.fis	
	OsobniUkazatel.fis	
	PracovniUkazatel.fis	
	FinancniUkazatel.fis	
	bonita.m	CD