



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA PODNIKATELSKÁ
ÚSTAV INFORMATIKY



FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT
DEPARTMENT OF INFORMATICS

METODIKA ZJIŠŤOVÁNÍ BONITY KLIENTA V POJIŠŤOVNICTVÍ

THE METHODOLOGY OF CLIENT SOLVENCY ASSESSMENT
IN INSURANCE BUSINESS

DISERTAČNÍ PRÁCE

PHD THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ING. RADEK DOSKOČIL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

DOC. ING. PETR DOSTÁL, CSC.

BRNO 2009

Abstrakt

Disertační práce řeší problematiku zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví a je koncipována pro potřeby pojišťoven.

Hlavním cílem práce je sestavení metodiky, která poskytne manažerům nástroj pro podporu rozhodování v případech hodnocení bonity klientů.

V úvodní části práce jsou uvedena základní teoretická východiska, přehled současného stavu řešené problematiky a popis použitých metod.

V dalších částech práce je uvedena reálná databáze klientů pojišťovny, která slouží jako východisko pro splnění stanoveného cíle. Nad historickými daty byla provedena nutná analýza, vedoucí ke zjištění vzájemných korelací a proměnných vstupujících do rozhodovacího modelu. Pro analýzu dat byly využity nejrůznější klasické statistické metody včetně příslušných softwarů. Rozhodovací model byl tvořen za pomoci metod spadajících do oblasti umělé inteligence, přesněji s využitím fuzzy logiky. Technická realizace modelu byla provedena pomocí software MATLAB.

Postup tvorby metodiky zjišťování bonity klienta pojišťovny je detailně popsán a rozpracován do následných fází. Stěžejní část metodiky, rozhodovací model, lze snadno modifikovat a přizpůsobovat konkrétním potřebám koncového uživatele.

Text dále obsahuje verifikaci modelu, implementaci modelu, interpretaci získaných výsledků, ucelený metodický postup zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví a formulaci přínosů metodiky pro praxi, teorii a pedagogiku.

Klíčová slova

Pojišťovnictví

Rozhodování

Modelování

Data mining

Fuzzy logika

MATLAB

Abstract

This dissertation thesis deals with problems of identifying client's solvency in the insurance business and is drawn for the insurance companies needs.

The main target of this work is a construction of methodology, which will provide managers a tool to support their decision making in cases of client solvency assessment.

The basic theoretical background, an overview of the current state of the analyzed subject and the description of utilized methods are presented in the introductory part of this work. In following parts of this work is introduced a real database of insurance company's clients, which serves as a basis to accomplish the defined goal. The source data were subject to a necessary analysis to determine the cross-correlations and variables entering the decision-making model. A large variety of traditional statistical methods, including relevant software were used to analyze the data. Decision-making model was formed with the help of artificial intelligence methods, especially fuzzy logic. The technical realization of the model was made using MATLAB software.

The process of insurance company's client solvency assessment methodology creation is described in detail and elaborated into phases. The fundamental part of the methodology, decision-making model, can be easily modified and adapted to the end user's specific needs.

The text also includes a verification and implementation of the model, an interpretation of the results, a comprehensive client solvency assessment methodology process in insurance business and the definition of contribution of this methodology to practice, theory and pedagogy.

Key words

Insurance business

Decision making

Simulation

Data mining

Fuzzy logic

MATLAB

Zusammenfassung

Die Dissertation beschäftigt sich mit der Identifizierung der Kredit-Kundenbewertung im Versicherungswesen und wurde für die Bedürfnisse der Versicherungswirtschaft entwickelt.

Das wichtigste Ziel dieser Arbeit ist die Erstellung der Methodik, die den Managern ein Instrument für die Entscheidung in Fällen von Bewertung der Kreditwürdigkeit der Kunden zur Verfügung stellt.

Im einleitenden Teil der Arbeit sind die grundlegenden theoretischen Hintergründe, der Überblick über den aktuellen Stand der untersuchten Problematik und die Beschreibung der angewandten Methoden erfasst.

In weiteren Teilen der Arbeit ist eine reale Datenbank von Versicherungskunden, die als Grundlage zur Erfüllung des festgelegten Zieles dient. Zu den historischen Daten wurde, die erforderliche Analyse durchgeführt, um, Cross-Korrelationen und Variable in dem Entscheidungsmodell festzustellen. Für die Datenanalyse wurden verschiedenste klassische statistische Methoden einschließlich der einschlägigen Software verwendet. Das Entscheidungsmodell wurde mit Hilfe der Methoden aus dem Bereich der künstlichen Intelligenz, genauer gesagt, mit der Fuzzy-Logik gebildet. Technische Umsetzung des Modells wurde mit MATLAB Software durchgeführt.

Die Methodik der Bildung der Kredit-Kundenbewertung wird detailliert beschrieben und in aufeinander folgende Phasen erarbeitet. Der Schwerpunkt der Methodik, das Entscheidungsmodell, kann leicht modifiziert und auf die spezifischen Bedürfnisse der Endbenutzer angepasst werden.

Der Text enthält weiter die Verifizierung des Modells, Modellimplementierung, Umsetzung der Ergebnisse, das vollständige methodische Verfahren zur Bewertung von Kreditwürdigkeit der Kunden in der Versicherungswirtschaft und die Darlegung der Vorteile dieser Methodik für die Praxis, Theorie und Pädagogik.

Schlüsselwörter

Versicherungswirtschaft

Entscheidungstätigkeit

Modellierung

Data Mining

Fuzzy Logik

MATLAB

Bibliografická citace disertační práce

DOSKOČIL, R. *Metodika zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví*. Disertační práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2009. 145 s. Vedoucí disertační práce Doc. Ing. Petr Dostál, CSc.

Místo uložení práce

Oddělení pro vědu a výzkum

Fakulta podnikatelská

Vysoké učení technické v Brně

Kolejní 2906/4, 612 00 Brno

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že disertační práci na téma, METODIKA ZJIŠŤOVÁNÍ BONITY KLIENTA V POJIŠŤOVNICTVÍ, jsem vypracoval samostatně pod vedením svého školitele a na základě poznatků získaných během svého doktorského studia, působení na Fakultě podnikatelské VUT v Brně a na základě odborných konzultací kolegů a dalších expertů z oblasti teoretické i praktické. Použitá odborná literatura a další informační zdroje jsou patřičně citované v disertační práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

V Brně dne 10. března 2009

.....

Poděkování

Za neocenitelné rady, odborné vedení mého doktorského studia a veškeré připomínky při zpracování své disertační práce děkuji svému školiteli Doc. Ing. Petru Dostálovi, CSc.

Dále děkuji mému pomocnému školiteli panu Prof. Ing. Karlu Raisovi, CSc., MBA za ochotu ke konzultacím, cenné rady a připomínky, které mi k tématu disertační práce poskytl.

Poděkování patří i Františku Peroutkovi za odborné rady z oblasti pojišťovnictví a umožnění provedení primárního výzkumu v České pojišťovně a.s., dále pak kolegům a kolegyním z Fakulty podnikatelské VUT v Brně, kteří mě jakkoliv inspirovali a ovlivnili v rámci výzkumu týkajícího se tématu disertační práce.

V neposlední řadě bych rád poděkoval svým rodičům a všem blízkým za morální podporu a motivaci k dokončení této práce.

Obsah

SEZNAM TABULEK, OBRÁZKŮ, SCHÉMAT A GRAFŮ	13
ÚVOD.....	16
1 STANOVENÍ VÝCHODISEK A CÍLŮ DISERTAČNÍ PRÁCE.....	17
1.1 Východiska disertační práce	17
1.2 Cíle disertační práce.....	17
2 VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ.....	19
2.1 Pojištění	19
2.2 Vývoj pojišťovnictví.....	20
2.2.1 Pojistný trh v České republice	20
2.2.2 Pojistný trh v Evropské unii.....	24
2.3 Právní normy v oblasti pojišťovnictví České republiky	24
3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY	26
3.1 Manažerské rozhodování	26
3.1.1 Manažerské funkce	26
3.1.2 Teorie rozhodování	28
3.1.3 Rozhodovací proces	29
3.1.4 Rozhodování za podmínek nejistoty a neurčitosti	32
3.1.5 Rozhodovací stromy	35
3.1.6 Informace v procesu rozhodování.....	36
3.2 Moderní nástroje na podporu manažerského rozhodování	40
3.2.1 Fuzzy logika.....	40
3.2.2 Genetické algoritmy.....	42
3.2.3 Umělé neuronové sítě	43
3.3 Současný přístup zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví	44
3.3.1 Nevýhody současného stavu	46
3.3.2 Důvody změny současného stavu	46
4 METODY ZPRACOVÁNÍ DISERTAČNÍ PRÁCE	47
4.1 Obecné metody použité ve výzkumu.....	47
4.1.1 Analýza a syntéza	47
4.1.2 Indukce a dedukce	48
4.1.3 Abstrakce a konkretizace	48
4.1.4 Metoda zpětné vazby	49
4.2 Specifické metody využití v práci	49
4.2.1 Systémový přístup.....	49
4.2.2 Modelování	50
4.2.3 Data mining.....	52
4.2.4 Statistické metody.....	57

5 ŘEŠENÍ A VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE.....	63
5.1 Průběh řešení.....	63
5.2 Identifikace dat	66
5.3 Analýza dat	69
5.3.1 Statistické analyzování dat – kvantitativní proměnné	74
5.3.2 Statistické analyzování dat – kvalitativní proměnné	78
5.3.3 Výsledky statistického zpracování dat.....	83
5.4 Tvorba fuzzy modelu	85
5.4.1 Modelování za využití MS EXCEL.....	89
5.4.2 Modelování za využití software MATLAB.....	95
5.5 Verifikace modelu.....	125
5.6 Implementace modelu.....	125
5.7 Navržená metodika	131
6 PŘÍNOSY DISERTAČNÍ PRÁCE.....	132
6.1 Nejdůležitější přínosy pro oblast teorie	132
6.2 Nejdůležitější přínosy pro praxi.....	132
6.3 Nejdůležitější přínosy pro oblast pedagogiky.....	133
ZÁVĚR	134
BIBLIOGRAFIE.....	137
PŘÍLOHY.....	145

Seznam tabulek, obrázků, schémat a grafů

Seznam tabulek:

Tabulka č. 1: Tržní podíl vybraných pojišťoven	21
Tabulka č. 2: Hodnoty vybraných ukazatelů pojistného trhu v letech 2007 a 2008.....	23
Tabulka č. 3: Typy a charakteristiky dat.....	54
Tabulka č. 4: Závislost statistických znaků (bonita – délka pojištění)	74
Tabulka č. 5: Test stochastické závislosti (bonita - délka pojištění)	74
Tabulka č. 6: Závislost statistických znaků (bonita - základní kapitál).....	75
Tabulka č. 7: Test stochastické závislosti (bonita - základní kapitál)	75
Tabulka č. 8: Závislost statistických znaků (bonita propojištěnost).....	76
Tabulka č. 9: Test stochastické závislosti (bonita propojištěnost).....	76
Tabulka č. 10: Závislost statistických znaků (bonita - škodní procento).....	77
Tabulka č. 11: Test stochastické závislosti (bonita - škodní procento)	77
Tabulka č. 12: Kontingenční tabulka (bonita – umístění)	78
Tabulka č. 13: Výsledek testu nezávislosti (bonita – umístění)	79
Tabulka č. 14: Kontingenční tabulka (bonita – právní forma)	79
Tabulka č. 15: Výsledek testu nezávislosti (bonita – právní forma)	79
Tabulka č. 16: Kontingenční tabulka (bonita – hospodářský výsledek).....	80
Tabulka č. 17: Výsledek testu nezávislosti (bonita – hospodářský výsledek).....	80
Tabulka č. 18: Kontingenční tabulka (bonita – zadluženost)	81
Tabulka č. 19: Výsledek testu nezávislosti (bonita – zadluženost)	81
Tabulka č. 20: Kontingenční tabulka (bonita – likvidita).....	82
Tabulka č. 21: Výsledek testu nezávislosti (bonita – likvidita).....	82
Tabulka č. 22: Souhrnné výsledky statistického zpracování kvantitativních dat	83
Tabulka č. 23: Souhrnné výsledky statistického zpracování kvalitativních dat	83
Tabulka č. 24: Souhrnné výsledky stat. zpracov. kvantitativních dat – Witness Miner .	84
Tabulka č. 25: Souhrnné výsledky stat. zpracov. kvalitativních dat – Witness Miner ...	84
Tabulka č. 26: Popis vstupní stavové matice	89
Tabulka č. 27: Transformační matice	90
Tabulka č. 28: Stavová matice	90
Tabulka č. 29: Výstupní matice	91
Tabulka č. 30: Popis vstupní stavové matice-B1	92
Tabulka č. 31: Transformační matice-B1	92
Tabulka č. 32: Vstupní stavová matice-B1	92

Tabulka č. 33: Výstupní matice-B1	92
Tabulka č. 34: Popis vstupní stavová matice-B2	93
Tabulka č. 35: Transformační matice-B2	93
Tabulka č. 36: Vstupní stavová matice-B2	93
Tabulka č. 37: Výstupní matice-B2	93
Tabulka č. 38: Popis vstupní stavové matice-Bonita	94
Tabulka č. 39: Transformační matice-Bonita	94
Tabulka č. 40: Vstupní stavová matice-Bonita	94
Tabulka č. 41: Výstupní matice-Bonita	95
Tabulka č. 42: Popis vstupní stavové matice	126
Tabulka č. 43: Stavová matice (Ano, Ne).....	126
Tabulka č. 44: Výstupní matice	126

Seznam obrázků:

Obrázek č. 1: Maticové zobrazení manažerských funkcí	28
Obrázek č. 2: Tvary členských funkcí typu Λ , π , Z , S	40
Obrázek č. 3: Kontingenční tabulka	60
Obrázek č. 4: Obrazovka software Witness Miner s použitými nástroji data miningu ..	69
Obrázek č. 5: Obrazovka software Witness Miner s použitým nástrojem klastrování...	71
Obrázek č. 6: Výsledky shlukové analýzy	72
Obrázek č. 7: Funkce členství typu „Trapmf“	97
Obrázek č. 8: Schéma fuzzy modelu č. I	98
Obrázek č. 9: Funkce členství vstupní proměnné SP	99
Obrázek č. 10: Funkce členství vstupní proměnné U	100
Obrázek č. 11: Funkce členství výstupní proměnné BK	101
Obrázek č. 12: Část pravidel fuzzy modelu	102
Obrázek č. 13: Výstup – výborná bonita klienta	103
Obrázek č. 14: Výstup- rozhodně nevyhovující bonita klienta	104
Obrázek č. 15: Závislost vstupních a výstupní proměnné	105
Obrázek č. 16: Schéma fuzzy modelu – B1	106
Obrázek č. 17: Funkce členství vstupní proměnné U – rozhodovací blok B1	107
Obrázek č. 18: Funkce členství vstupní proměnné DP – rozhodovací blok B1	108
Obrázek č. 19: Funkce členství vstupní proměnné P – rozhodovací blok B1	109
Obrázek č. 20: Funkce členství výstupní proměnné B1 – rozhodovací blok B1	110
Obrázek č. 21: Část pravidel fuzzy modelu – rozhodovací blok B1	111

Obrázek č. 22: Závislost vstupních a výstupní proměnné – rozhodovací blok B1.....	112
Obrázek č. 23: Schéma fuzzy modelu – B2.....	113
Obrázek č. 24: Funkce členství vstupní proměnné L – rozhodovací blok B2.....	114
Obrázek č. 25: Funkce členství vstupní proměnné HV – rozhodovací blok B2.....	115
Obrázek č. 26: Funkce členství výstupní proměnné B2 – rozhodovací blok B2.....	116
Obrázek č. 27: Část pravidel fuzzy modelu – rozhodovací blok B2.....	117
Obrázek č. 28: Závislost vstupních a výstupní proměnné – rozhodovací blok B2.....	118
Obrázek č. 29: Schéma fuzzy modelu – rozhodovací blok B3.....	119
Obrázek č. 30: Funkce členství vstupní proměnné SP – rozhodovací blok B3.....	120
Obrázek č. 31: Funkce členství vstupní proměnné PM – rozhodovací blok B3.....	121
Obrázek č. 32: Funkce členství výstupní proměnné BK – rozhodovací blok B3.....	122
Obrázek č. 33: Část pravidel fuzzy modelu – rozhodovací blok B3.....	123
Obrázek č. 34: Závislost vstupních a výstupní proměnné – rozhodovací blok B3.....	124
Obrázek č. 35: M-soubor: BF.m.....	127
Obrázek č. 36: Vyhodnocení výpočtu – výborný klient.....	128
Obrázek č. 37: Hodnocení konkrétního klienta.....	129
Obrázek č. 38: Vyhodnocení výpočtu – rozhodně nevyhovující klient.....	129
Obrázek č. 39: Vyhodnocení výpočtu – konkrétní klient.....	130
Obrázek č. 40: Soubor: bonita_final.fis (část).....	130

Seznam schémat:

Schéma č. 1: Vztah mezi stupněm abstrakce a množstvím dat, informací a znalostí.....	38
Schéma č. 2: Závislost efektivity využití množství informací.....	39
Schéma č. 3: Proces reprodukce.....	42
Schéma č. 4: Vícevrstvé umělé neuronové sítě.....	44
Schéma č. 5: Příklad systému S.....	50
Schéma č. 6: Pilíře disertační práce.....	64
Schéma č. 7: Proces vědecko-výzkumné činnosti.....	65
Schéma č. 8: Model č. I.....	85
Schéma č. 9: Model č. II.....	87

Seznam grafů:

Graf č. 1: Vývoj počtu pojišťoven na pojistném trhu v České republice.....	21
Graf č. 2: Podíl předepsaného pojistného u vybraných pojišťoven za rok 2008.....	22
Graf č. 3: Vývoj tržního podílu České pojišťovny v letech 2004 – 2008.....	22

Úvod

Disertační práce je obecně zaměřená na problematiku manažerského rozhodování. V užším pojetí se práce zabývá tvorbou metodiky zjišťování bonity klienta v sektoru pojišťovnictví.

Pojišťovnictví, jako jeden ze segmentů národního hospodářství, zaujímá v dnešní době významné místo, je nepostradatelnou součástí moderní společnosti. Svou podstatou zasahuje do veškerých činností ekonomiky, ovlivňuje tržní hospodářství a zprostředkovává vznik nových pracovních příležitostí. Podnikatelským subjektům i fyzickým osobám poskytuje finanční jistotu ve formě nabízeného pojištění.

Činnost probíhá na pojistném trhu, kde se střetává nabídka a poptávka po pojistné ochraně. Na pojistném trhu obecně převládá nabídka nad poptávkou, což samozřejmě má důsledek v konkurenčním boji jednotlivých pojišťovacích institucí, který má charakter podobného rázu, jak je tomu v podnikatelství obecně zvykem. Tento boj logicky ovlivňuje přístup jednotlivých pojišťoven ke svým stávajícím i potenciálním klientům. Dominantní roli v činnosti pojišťoven dnes zaujímají marketinková opatření jež mají podobu nejrůznějšího charakteru, přičemž podstatnou roli hrají výsledné ceny pojistných produktů.

Pro potřeby pojišťoven je dnes existenční nutností znalost bonity svých, případně potenciálních, klientů. Získané znalosti jdou dále využívány především v marketingové činnosti pojišťoven. Konkrétním výstupem je individuální přístup ke každému klientovi, což v konečném důsledku v sobě skrývá možnost konkurenční výhody v boji o klienta.

Vyřešení problému představuje řadu nezbytných kroků, které budou podrobně popsány a které budou naplňovat cíle práce.

Pro automatizované, obtížně algoritmizovatelné, vícekriteriální rozhodování, podporující manažerské rozhodování, navrhuje autor implementovat nástroje umělé inteligence, zejména fuzzy logiky. Uvedené nástroje jsou řazeny k aktuálním vědeckým trendům.

1 Stanovení východisek a cílů disertační práce

1.1 Východiska disertační práce

Disertační práce vychází z obecné potřeby podnikatelských subjektů, reagování na své okolí. Tato nutnost je jedna z významných předpokladů zajištění prosperity a úspěšného rozvoje subjektu v nekompromisních podmínkách tržní ekonomiky.

Potřeba znát o svém obchodním partnerovi co možná nejvíce informací je obecným předpokladem pro eliminaci možných budoucích rizikových situací. V případě pojišťovacích institucí jde o zjištění informací o svých potencionálních klientech. Informace mohou být různého charakteru, různého stupně důvěryhodnosti, mohou se získávat z různých zdrojů (oficiálních i neoficiálních) různými metodami atd.

Výše uvedené skutečnosti vedly k provedení výzkumu v dané zájmové oblasti, jejímž výsledkem je metodika zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví. Konkretizace výzkumných činností a použitých metod jsou uvedeny v následujících kapitolách a podkapitolách.

1.2 Cíle disertační práce

Na základě východisek uvedených v předchozí podkapitole a na základě potřeby ze strany pojišťovny, byl definován **hlavní cíl** disertační práce následovně:

- Návrh metodiky zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví.

K naplnění hlavního cíle je nutno akceptovat posloupnost **dílčích cílů**, které lze rozdělit do dvou fází, teoretickou a praktickou, přičemž obě fáze jsou velmi úzce propojeny.

Teoretická fáze:

- Vymezení základních pojmů včetně uvedení teoretického východiska k řešené problematice. Shromáždění sekundárních informačních zdrojů jak domácích tak zahraničních.
- Zmapování možných metod, kterými lze nejlépe dosáhnout vytyčeného cíle.
- Výběr vhodného softwaru, pro analýzu dat a tvorbu rozhodovacího modelu.

Praktická fáze:

- Provedení primárního výzkumu ve firmě s cílem získání vstupních dat.
- Analýza získaných dat – data mining.
- Tvorba rozhodovacího modelu – fuzzy logika.
- Verifikace modelu v podnikatelském měřítku na konkrétních datech.

Obecným dílčím cílem lze i chápat, na základě získaných teoretických a empirických poznatků, implementaci nástrojů umělé inteligence do existujících metod manažerského rozhodování.

2 Vymezení základních pojmů

Kapitola teoreticky popisuje nezbytná teoretická východiska související s problematikou pojišťovnictví. Jednotlivé podkapitoly vysvětlují princip pojištění, definují pojistný trh a uvádí základní legislativu v pojišťovnictví.

2.1 Pojištění

Na problematiku pojištění, či dokonce definici pojištění lze nahlížet z mnoha úhlů pohledu.

Pojištění je nástroj finanční minimalizace negativních důsledků nahodilosti. Ekonomický subjekt má několik možností, jak se finančně vyrovnat s nahodilými událostmi. Může je krýt například z vlastních zdrojů (samofinancování) nebo může využít pojištění, tedy přesune rizika na instituci provozující pojištění.

Pojištění patří mezi finanční služby. Jako součást infrastruktury ekonomiky působí pojištění na průběh procesu reprodukce tím, že přesouvá část finančních prostředků tam, kde jsou v daném okamžiku třeba (z hlediska výskytu nahodilých potřeb).

Pojištění je důchodovou kategorií, protože prostřednictvím pojištění dochází k důchodové stabilizaci ekonomických subjektů.

Z právního hlediska představuje pojištění právní vztah, při kterém pojistitel na sebe přebírá závazek, že pojištěnému poskytne pojistné plnění, nastane-li nahodilá, v pojistných podmínkách blíže označená, událost.

Z ekonomického hlediska lze pojištění charakterizovat jako vytváření finanční rezervy sloužící k úhradě potřeb nebo škod vznikajících pojištěním nahodilých událostí. Tato rezerva se vytváří z prostředků pojištěných subjektů, tedy z pojistného, které je cenou za poskytování pojistné ochrany.¹

¹ DUCHÁČKOVÁ, E. *Pojišťovnictví*. 1. vyd. Praha: VŠE, 1997. 138 s. ISBN 80-7079-092-X.

2.2 Vývoj pojišťovnictví

V tržní ekonomice je trh místem, kde dochází ke střetu výrobců a spotřebitelů, prodávajících a kupujících, kde se realizuje nabídka a poptávka.

Pojistný trh jako jeden ze segmentů trhu finančního představuje trh pojištění a zajištění. Na pojistném trhu se střetává nabídka a poptávka po specifickém druhu zboží, resp. peněžní službě, kdy pojistitel za úplatu (přijaté pojistné) poskytuje pojistnou ochranu, tzn. vyplácí pojistné plnění v případě, že dojde k pojistné události. Pro pojistný trh je tedy charakteristické, že se na něm střetává nabídka a poptávka po pojistné ochraně.²

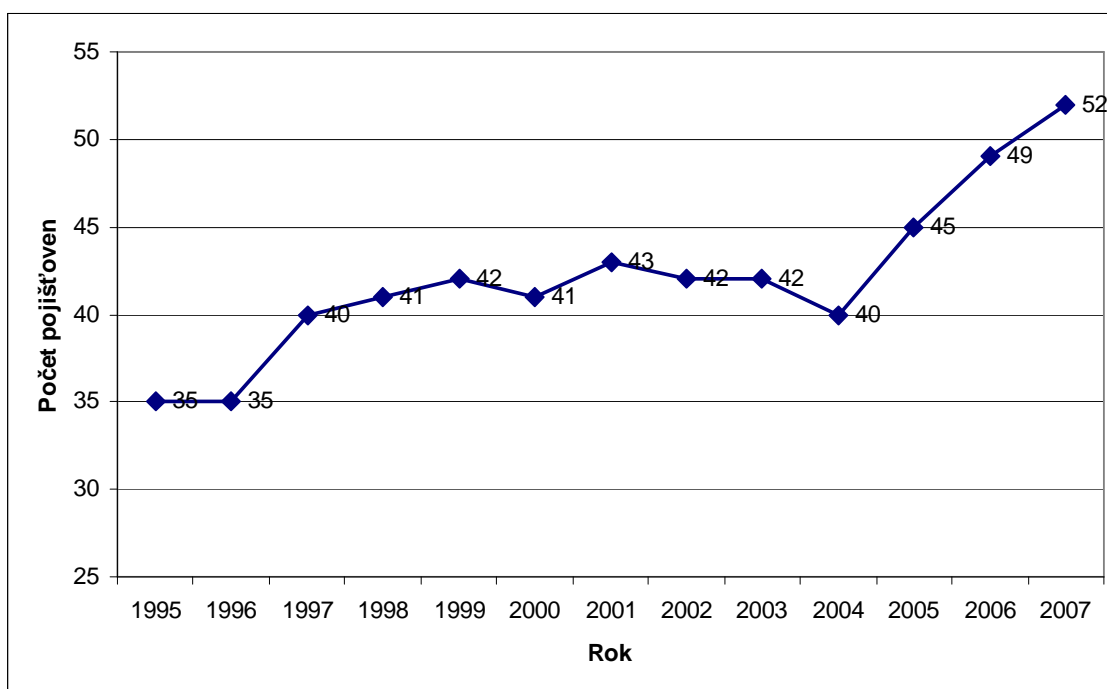
Přechod na tržní hospodářství otevřel prostor pro vznik nových komerčních pojišťoven. Zásadní změnu tím prodělal i pojistný trh, který se postupně změnil z trhu pojistitelů na trh zákazníků. Nabídka pojišťovacích služeb převýšila poptávku po nich a dominantní roli díky tomu převzal zákazník – klient. Zákazník pojišťovny tak prokazuje pravé spotřební chování, sám odhaduje své potřeby a následně podle toho jedná.

2.2.1 Pojistný trh v České republice

Při pohledu do minulosti lze konstatovat, že pojistný trh v České republice zaznamenal nárůst počtů pojišťovacích společností. Zatímco v roce 1990 zde působila jedna státní pojišťovna, tak v roce 1991 se jednalo o tři pojišťovací společnosti, v roce 1995 o 35 pojišťoven a další počty pojišťoven prezentuje graf č. 1. Do konce roku 2007 jejich počet vzrostl na 52 a jejich počet se stále mění.

² ČEJKOVÁ, V.; MARTINOVIČOVÁ, D. *Pojišťovnictví*. 1. vyd. Brno: FP VUT, 2003. 133 s. ISBN 80-214-2404-4.

Graf č. 1: Vývoj počtu pojišťoven na pojistném trhu v České republice



Zdroj: www.cap.cz – výroční zprávy

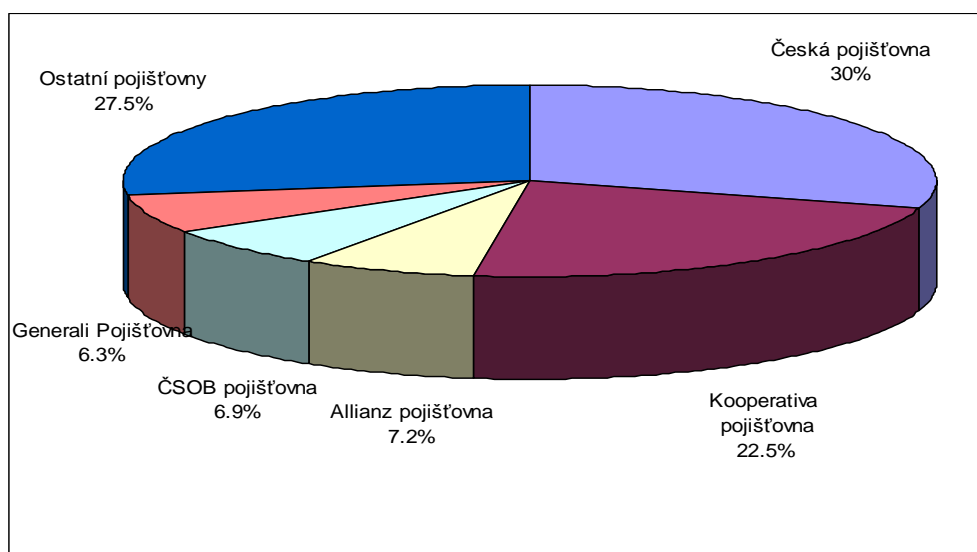
Každá z pojišťoven, která působí na pojistném trhu v České republice zaujímá svůj tržní podíl. Tento tržní podíl vyjadřuje výši předepsaného pojistného a udává se v procentech. Tabulka č. 1. Zobrazuje vývoj pěti největších pojišťoven (z hlediska výše dosaženého tržního podílu) v letech 2004 až 2008.

Tabulka č. 1: Tržní podíl vybraných pojišťoven

Pojišťovna	Tržní podíl pojišťoven (%) k 31.12. příslušného roku				
	2004	2005	2006	2007	2008
1 Česká pojišťovna	36.4	35.5	33.1	30.6	29.6
2 Kooperativa pojišťovna	21.5	22.6	22.9	22.3	22.5
3 Allianz pojišťovna	7.9	7.9	7.8	7.4	7.2
4 ČSOB pojišťovna	5.4	5.9	6.4	7.0	6.9
5 ING Životní pojišťovna	4.7	4.8	5.0	5.6	5.8
5 Generali Pojišťovna	4.5	4.7	5.3	5.8	6.3
6 Ostatní pojišťovny	19.6	18.6	19.5	21.3	21.7

Zdroj: www.cap.cz – výroční zprávy

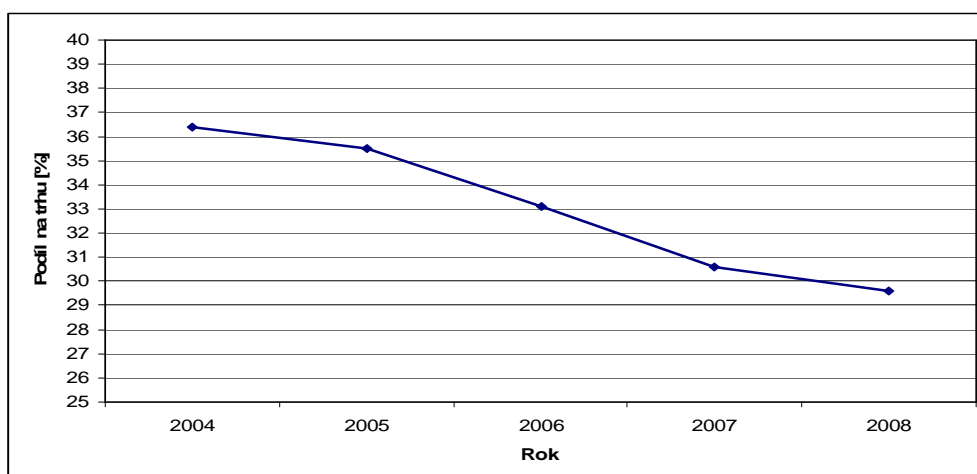
Graf č. 2: Podíl předepsaného pojistného u vybraných pojišťoven za rok 2008



Zdroj: www.cap.cz – výroční zprávy

Z výše uvedené tabulky a grafu je patrné, že Česká pojišťovna si nadále udržuje své prvenství v postavení na pojistném trhu České republiky. Její podíl předepsaného pojistného se však neustále snižuje, což je zákonitý jev, který díky rostoucí konkurenci většinou nastane. Dále se umístila Kooperativa pojišťovna, Allianz pojišťovna, ČSOB pojišťovna a o pátou pozici se dělí ING Životní pojišťovna, která v letech 2004 a 2005 dosahovala vyšší tržní podíl než Generali pojišťovna. Od roku 2006 do roku 2008 tomu bylo naopak.

Graf č. 3: Vývoj tržního podílu České pojišťovny v letech 2004 – 2008



Zdroj: www.cap.cz – výroční zprávy

Z grafu č. 3 je zřejmé, že tržní podíl České pojišťovny se v letech snižuje a dá se logicky předpokládat, že tento trend bude i v budoucnu.

Pojistný trh v České republice je monitorován Českou asociací pojišťoven, která všechny důležité ukazatele pojistného trhu zpracovává a vyhodnocuje. Získané výsledky slouží pro její vlastní potřebu, nebo pro potřebu samostatných komerčních pojišťoven, ale i pro širokou veřejnost.

V následující tabulce č. 2 jsou uvedeny vybrané hodnoty ukazatelů pojistného trhu za rok 2007 a 2008.

Tabulka č. 2: Hodnoty vybraných ukazatelů pojistného trhu v letech 2007 a 2008

Ukazatel	1-12/2007	1-12/2008	Index 2008/2007
Předepsané pojistné celkem (tis. Kč)	130 195 035	136 574 348	104.9
<i>Životní pojištění (tis. Kč)</i>	<i>53 863 324</i>	<i>56 285 494</i>	<i>104.5</i>
<i>Neživotní pojištění (tis. Kč)</i>	<i>76 331 711</i>	<i>80 288 854</i>	<i>105.2</i>
Podíl na celkovém předepsaném pojistném (%)			
<i>Životní pojištění (%)</i>	<i>41.4</i>	<i>41.2</i>	
<i>Neživotní pojištění (%)</i>	<i>58.6</i>	<i>58.8</i>	
Počet pojistných smluv (ks)	23 828 266	24 791 764	104.0
<i>Životní pojištění (ks)</i>	<i>8 268 794</i>	<i>8 657 745</i>	<i>104.7</i>
<i>Neživotní pojištění (ks)</i>	<i>15 559 472</i>	<i>16 134 019</i>	<i>103.7</i>

Zdroj: www.cap.cz – výroční zprávy

Pojistný trh po období přechodné stagnace nabyl opět na dynamice. Hrubé předepsané pojistné meziročně vzrostlo o 4,9% a dosáhlo celkového objemu 136,6 mld. Kč. Zvýšená dynamika byla tažena jak životním pojištěním, kde došlo k růstu hrubého předepsaného pojistného o 4,5% a dosáhlo hodnoty 56,3 mld. Kč, tak neživotním pojištěním, kde došlo k růstu hrubého předepsaného pojistného o 5,2% a dosáhlo hodnot 80,3 mld. Kč. Suma životního pojištění představuje přibližně 40% podíl na celkovém hrubém předepsaném pojistném. Tento poměr je vidět u obou sledovaných roků. V delším časovém horizontu je patrné snížení podílu neživotního pojištění ve prospěch životního, což představuje další krok k postupnému přibližování se obvyklé struktuře pojištění ve vyspělých státech EU (cca 60:40 ve prospěch životního pojištění).

2.2.2 Pojistný trh v Evropské unii

Pojistný trh vytvářený evropskými státy je možno označit jako největší a nejrozvinutější pojistný trh světa.

Pojišťování a pojišťovnictví představuje ve všech členských státech Evropské unie jednu z velmi významných součástí příslušných ekonomik. Hlavní a základní myšlenkou pojistného trhu Evropské unie je vytvořit takové předpoklady, aby každý pojistitel, z jakékoli členské země, měl stejné podmínky při pojišťování na celém území států Evropské unie. Přitom je však nutné, aby nejen klasifikace pojištění a skupin pojištění byla přizpůsobena ve všech členských státech.³

2.3 Právní normy v oblasti pojišťovnictví České republiky

Všechny zákony i vyhlášky vydané vládou České republiky vychází z Ústavy České republiky zákona č. 1/1993 Sb. a Listiny základních práv a svobod zákona č. 2/1993 Sb.

System práva

Praktické i teoretické vymezení systému práva představuje složitou problematiku, která má svou důležitost a opodstatnění. Jednotlivé právní normy mohou existovat pouze na základě jejich logického uspořádání a jsou základním článkem celého právního systému. Množina norem vytváří normativní akt (např. zákon, ústavu), který reguluje určitý okruh společenských vztahů. Ucelený komplex těchto normativních aktů pak představuje právní odvětví jako vyšší jednotku právního systému.

Pro kontinentální evropský systém je určující základní členění právního systému na právo veřejné a soukromé. *Veřejné právo* vyjadřuje a zabezpečuje zájmy státu a řadí se mezi něj obory práva ústavního, finančního, správního a trestního. *Soukromé právo*, mezi které patří obory práva občanského, obchodního, pracovního a rodinného, vyjadřuje zájmy jednotlivce.

³ ČEJKOVÁ, V.; MARTINOVIČOVÁ, D. *Pojišťovnictví*. 1. vyd. Brno: FP VUT, 2003. 133 s. ISBN 80-214-2404-4.

Pojistné právo představuje souhrn právních norem obsažených v obecně závazných předpisech, týkajících se pojištění a pojišťovnictví a člení se na pojistné právo veřejné a soukromé. *Pojistné právo veřejné* se týká zejména pojišťovnictví, tj. systému a pravidel provozování činností patřících do tohoto odvětví. Stanoví pravidla a podmínky podnikání v pojišťovnictví včetně státního dozoru v této oblasti.

Pojistné právo soukromé se týká pojištění, jakožto právního vztahu a upravuje základní pravidla pro smluvní pojištění založené pojistnou smlouvou. Určitým specifikem v této oblasti je povinné smluvní pojištění, které se rovněž realizuje na základě pojistné smlouvy, ale právním předpisem je stanovena povinnost k jejímu uzavření.⁴

Mezi základní právní normy v oblasti pojišťovnictví České republiky patří⁵:

- Zákon č. 363/1999 Sb., o pojišťovnictví a o změně některých souvisejících předpisů.⁶
- Zákon č. 38/2004 Sb., o pojišťovacích zprostředkovatelích a samostatných likvidátorech pojistných událostí a o změně živnostenského zákona.⁷
- Zákon č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů.⁸
- Zákon č. 37/2004 Sb., o pojistné smlouvě a o změně souvisejících zákonů.⁹
- Zákon č. 57/2006 Sb., o změně zákonů v souvislosti se sjednocením dohledu nad finančním trhem.
- Zákon č. 377/2005 Sb., o finančních konglomerátech. Novela byla provedena zákonem č. 57/2006 Sb.

⁴ ŠKOPOVÁ, V. *Pojistné právo*. 1. vyd. Praha: VŠE, 1997. 180 s. ISBN 80-7076-448-7.

⁵ MARTINOVIČOVÁ, D. *Pojištění podnikatelských subjektů*. 1. vyd. Ostrava: KEY Publishing s.r.o. 2007. 236 s. ISBN 978-80-87071-08-3.

⁶ Zákon č. 363/1999 Sb., o pojišťovnictví a o změně některých souvisejících předpisů se změnami a doplňky provedenými zákonem č. 159/2000 Sb., zákonem č. 316/2001 Sb., zákonem č. 12/2002 Sb., zákonem č. 126/2002 Sb., zákonem č. 39/2004 Sb., zákonem č. 39/2004 Sb., zákonem č. 257/2004 Sb., zákonem č. 39/2004 Sb., zákonem č. 377/2005 Sb., zákonem č. 381/2005 Sb., zákonem č. 413/2005 Sb., zákonem č. 444/2005 Sb., zákonem č. 57/2006., zákonem č. 70/2006 Sb.

⁷ Zákon č. 38/2004 Sb., o pojišťovacích zprostředkovatelích a samostatných likvidátorech pojistných událostí a o změně živnostenského zákona, se změnami a doplňky provedenými zákonem č. 444/2005 Sb., zákonem č. 57/2006 Sb. Další novela byla provedena zákonem č. 57/2006 Sb.

⁸ Zákon č. 168/1999 Sb., o pojištění odpovědnosti za škodu způsobenou provozem vozidla a o změně některých souvisejících zákonů, se změnami a doplňky provedenými zákonem č. 307/1999 Sb., zákonem č. 56/2001 Sb., zákonem č. 320/2002 Sb., zákonem č. 47/2004 Sb., zákonem č. 377/2005 Sb. Další novela byla provedena zákonem č. 57/2006 Sb.

⁹ Zákon č. 37/2004 Sb., o pojistné smlouvě a o změně souvisejících zákonů se změnami a doplňky provedenými zákonem č. 377/2005 Sb. Další novela byla provedena zákonem č. 57/2006 Sb.

3 Přehled současného stavu problematiky

S rostoucí konkurencí na pojistném trhu je nutností každého pojišťovacího subjektu především „přežít“ v konkurenčním boji. Toto tvrzení v sobě skrývá mnoho činností, které se odehrávají na všech úrovních řízení. Nezbytnou otázkou strategického řízení je problematika rozhodování, neboť ta je východiskem pro realizaci změn, které jsou v tržním prostředí nepostradatelné.

3.1 Manažerské rozhodování

K definici pojmu rozhodování je nutno přistupovat obecněji. V podmínkách manažerského rozhodování souvisí pojem rozhodování s manažerskými funkcemi.

3.1.1 Manažerské funkce

Manažerské funkce jsou typické činnosti, které vedoucí pracovník (manažer) vykonává ve své práci. V současné literatuře existují různá pojetí obsahové náplně manažerských funkcí a různá pojetí jejich klasifikace. Jedna ze základních klasifikací, dle zakladatele koncepce manažerských funkcí Francouze Henri Fayola, je uvedena níže:

- *plánování (planning)* - stanovení budoucích cílů a metod, jak těchto cílů dosáhnout,
- *organizování (organizing)* - zabezpečení zdrojů (hmotných, finančních, lidských a dalších) popř. podmínek pro uskutečnění plánované činnosti,
- *příkazování (directing)* - zadávání úkolů a příkazů podřízeným pracovníkům,
- *koordinace (coordinating)* - sladování činností pracovníků,
- *kontrola (controlling)* - ověřování souladu plánu a skutečnosti a přijetí závěrů.

Jedna z nejrozšířenějších klasifikací manažerských funkcí, na které např. založili výklad své klasické učebnice managementu Američané Herold Koontz a Heinz Weihrich mají následující podobu:

- *plánování (planning)*,
- *organizování (organizing)*,
- *výběr a rozmíst'ování spolupracovníků, resp. personální zajištění (staffing)*,
- *vedení lidí (leading)*,
- *kontrola (controlling)*.

Uvedené manažerské funkce jsou návazné a charakterizují se jako tzv. *sekvenční manažerské funkce (sequential managerial functions)*. Je to proto, že se realizují postupně, což samozřejmě neznamená, že se nemohou např. částečně překrývat nebo postupně zpřesňovat již dříve vykonané funkce apod. V praxi to tak mnohdy bývá, že se všechny manažerské funkce navzájem propojují a kvalitativně podmiňují. Řízení můžeme tedy považovat za umění sladit tyto funkce v jeden celek. Pro sekvenční funkce je společné, že jimi prostupují tzv. *paralelní manažerské funkce* (někdy označované jako *průběžné manažerské funkce (continuous managerial functions)*). Jedná se o:

- *analyzování řešených problémů (analysis)*,
- *rozhodování (decision making)*,
- *implementace (implementation)*.

Rozhodování nelze ztotožňovat s pojmem řízení. Rozhodování je jedna z paralelních manažerských funkcí, která prostupuje sekvenčními manažerskými funkcemi. Toto tvrzení, lze názorně vidět v následující matici (obrázek č. 1).¹⁰

¹⁰ VODÁČEK, L.; VODÁČKOVÁ, O. *Moderní management v teorii a praxi*. 1 vyd. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-143-7.

Obrázek č. 1: Maticové zobrazení manažerských funkcí

Paralelní funkce Sekvenční funkce	Analýza	Rozhodování	Implementace
Plánování			
Organizování			
Výběr pracovníků			
Vedení lidí			
Kontrola			

Zdroj: VODÁČEK, L.; VODÁČKOVÁ, O. *Moderní management v teorii a praxi*, str. 69.

3.1.2 Teorie rozhodování

Teorie rozhodování a především její aplikovaná forma, odborně nazývaná rozhodovací analýza, je určena pro podporu řešení rozhodovacích problémů za rizika a nejistoty. V manažerské praxi je aplikována zejména na vyšší (strategické) úrovni řízení. Na dané úrovni řízení lze rozhodovací problémy charakterizovat svou složitostí a většinou se jedná o problémy špatně strukturované. Nesprávné rozhodnutí může mít pro podnikatelský subjekt katastrofální následky. Význam rozhodování se projevuje zejména v tom, že kvalita a výsledky těchto procesů ovlivňují zásadním způsobem efektivnost fungování a budoucí vývoj organizace.

V manažerské praxi je nutno rizika identifikovat, analyzovat a poté zejména řídit (risk management). Tím je myšleno realizovat patřičné kroky k jejich snižování. Rozhodovatel může využívat při svém rozhodování nejrůznější nástroje a pomůcky (programové prostředky, konzultanty, atd.), které mu mohou při rozhodování pomoci. Za konečné rozhodnutí však nese zodpovědnost vždy rozhodovatel.

Při rozhodování lze rozeznávat dvě stránky – dva úhly pohledu:

1. *Stránka meritorní* – jedná se o věcnou, obsahovou stránku rozhodování, která odráží odlišnosti jednotlivých rozhodovacích procesů. Podle obsahu se určitě odlišuje rozhodování o výrobním programu, rozhodování o kapitálových investicích případně rozhodování o strategii firmy, atd. Každý tento typ rozhodovacího procesu má své specifické rysy, které jsou zdrojem odlišností těchto procesů.

2. *Stránka procedurální* – jedná se o stránku formálně-logickou. Tato stránka pohledu na problematiku rozhodování, nám sjednocuje rozhodovací proces a tvrdí, že jednotlivé rozhodovací procesy respektive jejich typy mají určité společné vlastnosti. Těmito společnými vlastnostmi je chápán určitý rámcový postup (procedura) řešení, odvíjející se od identifikace problému, vyjasňování jeho příčin, cílů řešení atd., až po hodnocení variantních řešení a volbu varianty určené k realizaci. Spojujícím článkem je i uplatnění metod, podporujících řešení rozhodovacích problémů.¹¹

3.1.3 Rozhodovací proces

Rozhodovacími procesy se rozumí procesy řešící rozhodovací problémy, tzn. problémy s více (minimálně se dvěma) variantami řešení. Problémy mohou být ve firmě již reálně existující, nebo potenciální, budoucí závisující na vývoji firmy a jejího okolí. Rozhodovací proces lze rozdělit do tří etap (aktivit) kterými jsou:

1. *Analýza okolí* – zahrnuje zjišťování podmínek vyvolávajících nutnost rozhodovat, identifikaci rozhodovacích problémů a stanovení jejich příčin
2. *Návrh řešení* – zaměřuje se na hledání, tvorbu, rozvíjení a analýzu možných směrů činnosti.
3. *Volba řešení* – zahrnuje hodnocení variantních směrů činnosti navržených v předchozí etapě, které směřují k volbě varianty určené k realizaci.

Některá literatura uvádí i čtvrtou aktivitu – *kontrola výsledků*, která je zaměřená na hodnocení skutečně dosažených výsledků varianty po její realizaci a k jejímu posouzení vzhledem k předem stanoveným cílům. Výsledky této etapy pak mohou iniciovat nový rozhodovací proces. Dle maticového zobrazení manažerských funkcí, je kontrola samostatnou sekvenční funkcí. Kontrolu skutečně dosažených výsledků realizace varianty proto lze považovat za součást kontrolních procesů firmy.¹²

Z empirických výzkumů rozhodovacích procesů bylo zjištěno mnoho poznatků. Nejdůležitější z nich jsou uvedeny:

¹¹ FOTR, J.; DĚDINA, J.; HRŮZOVÁ, H. *Manažerské rozhodování*. 3. přepracov. vyd. Praha: Ekopress, 2003. ISBN 80-86119-69-6.

¹² FOTR, J. a kol. *Manažerské rozhodování - postupy, metody, nástroje*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2006. 409 s. ISBN 80-86929-15-9.

- subjekt pojmá rozhodovací problém na základě *vlastních zkušeností* (tentýž problém bude řešit jinak marketingový manažer a jinak výrobní inženýr),
- v procesu shromažďování informací lidé mají sklon vyhledávat informace, které jsou v souladu s jejich *vlastním chápáním* problému a opomíjet informace, které jsou v rozporu s jejich chápáním rozhodovacího procesu,
- rozhodovatelé mají tendenci vyhledávat informace, které podporují jimi *preferovanou variantu* a naopak znevažovat informace, které svědčí proti této variantě.¹³

Rozhodovací procesy se vyznačují svými základními prvky mezi které patří:

- *Cíl rozhodování* – stav firmy nebo jejího okolí, kterého chce být dosaženo. Cíl může být definován jeden nebo jich může být více. Cíle se mohou navzájem doplňovat nebo mohou být v konfliktu. Dle úrovně řízení lze rozlišovat cíle strategické, taktické nebo operativní. Podle formy vyjádření cílů může rozlišovat cíle číselné nebo slovní.
- *Kritérium rozhodování* – kritérium, dle kterého se rozhodovací proces realizuje. Mohou být výnosového (maximalizace zisku) nebo nákladového (minimalizace nákladů) typu. Dle charakteru mohou být kvantitativní nebo kvalitativní. Předností kvantitativních kritérií je zpravidla jejich jednoznačnost a snadná měřitelnost, na druhou stranu je v praxi běžnější se setkat s kvalitativními měřítky vyhodnocení jednotlivých variant řešení.
- *Subjekt a objekt rozhodování* – subjekt rozhodování může být jednotlivec nebo skupina. Objektem rozhodování se zpravidla chápe organizační jednotka, v jejímž rámci se problém formuloval a stanovil se cíl řešení, kterého se rozhodování týká.
- *Varianty rozhodování a jejich stavy* – představují možný způsob jednání rozhodovatele, jenž má vést ke splnění stanovených cílů. U jednoduchých, jasně definovaných rozhodovacích problémů, jsou varianty jejich řešení známy. U složitých rozhodovacích problémů je tvorba variant výsledkem obtížného procesu vyhledávání a zpracování informací.

¹³ RAIS, K.; DOSTÁL, P. *Operační a systémová analýza II*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 161 s. ISBN 80-214-2803-1.

- *Stav světa* – představuje budoucí situace, které mohou ve firmě, případně v jejím okolí, při realizaci varianty nastat a které ovlivňují důsledky této varianty vzhledem k některým kritériím hodnocení.¹⁴

Rozhodovací problémy lze členit z nejrůznějších hledisek. Některé nejobvyklejší klasifikace, dle různých hledisek, jsou uvedeny níže:

- podle času lze rozhodovací procesy členit na *statické* a *dynamické*,
- podle počtu kritérií lze rozhodování členit na *jednokriteriální* a *vícekriteriální*,
- podle řídicí úrovně, na které probíhají rozhodovací procesy, je možno rozhodování dělit na *strategické*, *taktické*, *operativní*,
- podle toho, zda důsledky variant závisí nebo nezávisí na strategii, kterou vědomě volí protivník, se rozlišují rozhodovací procesy na *konfliktní* a *nekonfliktní*,
- podle subjektu rozhodování je možno rozhodování dělit na *individuální* a *skupinové*,
- podle postupu řešení lze rozhodovací problémy dělit na *algoritmizovatelné* a *nealgoritmizovatelné*,
- podle struktury se dělí rozhodovací problémy na *dobře strukturované* problémy (jednoduché, obvykle současně algoritmizovatelné, opakovaně se řeší na operativní úrovni řízení, rutinní postupy jsou známy) a *špatně strukturované* problémy (zpravidla řešené na vyšších úrovních řízení, jsou nové a neopakovatelné).¹⁵

Příklady špatně strukturovaných rozhodovacích problémů jsou např. rozhodování o společném podniku, rozhodování o organizační struktuře, rozhodování o rozvojové strategii firmy, ověření bonity klienta, hodnocení návratnosti investičního projektu, atd. V praxi však není dělení rozhodovacích problémů jednoznačné. Většinou se vyznačují určitými rysy několika pohledu dělení, což umocňuje jejich komplikovanost řešení.

¹⁴ FOTR, J. a kol. *Manažerské rozhodování - postupy, metody, nástroje*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2006. 409 s. ISBN 80-86929-15-9.

¹⁵ SMEJKAL, V. RAIS, K.: *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 2. aktual. vyd., Praha: Grada Publishing, a.s., 2006. 296 s. ISBN 80-247-1667-4

3.1.4 Rozhodování za podmínek nejistoty a neurčitosti

Rozhodování může probíhat za podmínek jistoty, kdy máme dokonalou a přesnou informaci, nebo za podmínek rizika a nejistoty, kdy tuto dokonalou a přesnou informaci nemáme. Takových rozhodovacích situací je v manažerské praxi mnoho.

Rozhodování za podmínek nejistoty

Nejistota znamená, že rozhodovatel může nějakým objektivním způsobem charakterizovat pravděpodobnost, s níž lze očekávat realizaci určité situace. Tato pravděpodobnost se v praxi zjistí nejčastěji monitorováním. Kvantifikovaná nejistota je označována jako riziko. V nejširším slova smyslu riziko znamená „vystavení nepříznivým okolnostem“. Existuje však i řada dalších definic rizika, přičemž obecně uznávané jsou např. následující:

- pravděpodobnost či možnost vzniku ztráty, obecně nezdaru,
- variabilita možných výsledků nebo nejistota jejich dosažení,
- odchýlení skutečných a očekávaných výsledků,
- pravděpodobnost jakéhokoli výsledku odlišného od výsledku očekávaného,
- nebezpečí chybného rozhodnutí, atd.

Nejrozšířenějším kriteriem pro výběr optimální strategie v rizikových rozhodovacích problémech je *Bayesovo kriterium*. Podle Bayesova kriteria je optimální strategie ta, které odpovídá optimální hodnota očekávaných efektů (tj. minimum v případě „nákladových“ efektů).¹⁶

Rozhodování za podmínek neurčitosti

Neurčitost znamená, že rozhodovatel nedisponuje žádným údajem o pravděpodobnosti výskytu jednotlivých situací v době výběru strategie.

S rozhodováním za podmínek neurčitosti se v podnikatelském prostředí setkáváme zejména při řešení nových, doposud neřešených problémů. Neurčitost se dá

¹⁶ RAIS, K.; DOSTÁL, P. *Operační a systémová analýza II*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 161 s. ISBN 80-214-2803-1.

zmírnit nebo omezit různými způsoby. Nečastěji aplikovaný způsob je využití dřívější zkušenosti a uplatnění analogie.

Pravidel rozhodování za neurčitosti existuje několik. Mezi nejznámější patří Waldovo pravidlo (pravidlo minimaxu), pravidlo maximaxu, Laplaceovo pravidlo, Hurwitzovo pravidlo a Savageovo pravidlo. Tato pravidla jsou v dalším textu stručně popsána.¹⁷

Waldovo pravidlo (pravidlo minimax resp. maximin)

Pravidlo vychází z nejvyšší hodnoty zisku při nejhorší situaci. Je považováno za pesimistické, protože vychází z předpokladu, že může nastat nejméně příznivá situace a rozhodovatel volí tedy takovou variantu, která při nejméně příznivých okolnostech vede k relativně nejvyššímu efektu. Waldovo pravidlo „maximin“ se používá pro výnosy, kritérium „minimax“ pro náklady. Při použití toho pravidla se postupuje takto:

- Pro každou rizikovou variantu A_j se stanoví nejnižší hodnota kritéria přes jednotlivé rizikové situace (tj. stanoví se sloupcová minima resp. sloupcová maxima).
- Rizikové varianty se uspořádají podle klesajících sloupcových minim. Optimální variantou je pak ta z variant, pro kterou nabývají sloupcová minima (resp. sloupcová maxima) své maximální (resp. minimální) hodnoty.

Pravidlo maximax resp. minimin

Toto pravidlo používá rozhodovatel s optimistickým předpokladem, že nastane nejpříznivější situace. Pravidlo „maxima“ se používá pro výnosy, kritérium „minimin“ pro náklady. Podle tohoto pravidla se postupuje následovně:

- Stanoví se sloupcová maxima (resp. minima) z hodnot daného kritéria, uvedených v rozhodovací matici.

¹⁷ RAIS, K.; DOSTÁL, P. *Operační a systémová analýza II*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 161 s. ISBN 80-214-2803-1.

- Preference rizikových variant se uspořádá podle klesající posloupnosti těchto maxim (resp. minim), přičemž rozhodovatel vybere jako optimální tu z variant, která má maximální (resp. minimální) hodnotu.

Laplaceovo pravidlo

Jestliže rozhodovatel nemá informace o tom, že některé rizikové situace jsou pravděpodobnější než jiné, pak při použití tohoto pravidla předpokládá, že všechny situace jsou stejně pravděpodobné. Postup při použití tohoto rozhodovacího pravidla je následující:

- Pro danou variantu rozhodnutí se každé rizikové situaci přiřadí pravděpodobnost rovná číslu $1/n$, kde n je počet rizikových situací.
- Pro každou variantu rozhodnutí se vypočte střední hodnota zvoleného kritéria hodnocení. Optimální varianta je ta, která má největší střední hodnotu. (Jedná-li se o kritérium nákladového typu, pak optimální varianta má nejmenší střední hodnotu.)

Hurwitzovo pravidlo

Hurwitzovo pravidlo je kompromisem mezi optimistickým a pesimistickým kritériem. Spojuje obě kritéria váženým průměrem podle optimistického resp. pesimistického sklonu rozhodovatele. Při aplikaci se postupuje následovně:

- Pro každou akci se určí pesimistický výstup $p_{ij} = \min_i x_{ij}$ a optimistický výstup $o_{ij} = \max_i x_{ij}$. Z těchto hodnot se sestaví funkce $f(\alpha) = \alpha o_{ij} + (1 - \alpha)p_{ij}$.
- Optimální je ta z variant, pro niž nabývá funkce $f(\alpha)$ své maximální hodnoty. Hodnota α se volí v intervalu $\langle 0; 1 \rangle$ a nazývá se koeficientem optimismu, přičemž hodnoty bližší 1 odpovídají optimistickému postoji rozhodovatele a naopak.¹⁸

¹⁸ FOTR, J. a kol. *Manažerské rozhodování - postupy, metody, nástroje*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2006. 409 s. ISBN 80-86929-15-9.

Savageovo pravidlo

Toto pravidlo, které se někdy nazývá Savageovo kritérium minimaxu ztráty příležitosti vychází ze ztrát, které mohou nastat tím, že volba rizikové varianty nebyla optimální vzhledem k rizikové situaci, která po této volbě nastala. Tyto ztráty se pro každou variantu a rizikovou situaci určí jako rozdíl hodnoty kritéria varianty, která je za této situace optimální a hodnoty dalších variant

$$z_{ij} = \max_j -x_{ij} \quad \text{pro všechna } i = 1, 2, \dots, j.$$

Tabulkové uspořádání těchto ztrát se označuje jako tzv. matice ztrát příležitostí, na kterou pak aplikujeme pravidlo minimaxu.¹⁹

3.1.5 Rozhodovací stromy

Rozhodovací stromy jsou grafickým nástrojem pro podporu řešení víceetapových rozhodovacích procesů za rizika, či nejistoty. Realizují se jako posloupnost uzlů a hran orientovaného grafu. V rozhodovacích stromech se používají tyto typy uzlů:

- *Rozhodovací uzel* - zobrazuje tu fázi rozhodovacího procesu, v níž má rozhodovatel provést volbu určité varianty ze souboru možných variant. Varianty jsou zobrazeny hranami, které vycházejí z rozhodovacích uzlů.
- *Situační uzel* - popisuje určitou situaci. Hrany, které z tohoto uzlu vycházejí zobrazují tzv. situační varianty, což jsou možné hodnoty rizikových faktorů zobrazených v situačních uzlech nebo hodnoty důsledků variant rozhodování pro jednotlivé rizikové situace.

Pomocí rozhodovacích stromů tedy lze stanovit optimální strategii rozhodovacího procesu. Optimální strategie představuje posloupnost optimálních rozhodnutí v jednotlivých etapách rozhodovacího procesu, která maximalizuje resp. minimalizuje očekávanou hodnotu zvoleného kritéria hodnocení, případně vede k nejvyššímu očekávanému užítku.

¹⁹ FOTR, J.; DĚDINA, J.; HRŮZOVÁ, H. *Manažerské rozhodování*. 3. přepracov. vyd. Praha: Ekopress, 2003. ISBN 80-86119-69-6.

Při aplikaci rozhodovacího stromu k řešení rozhodovacího problému se postupuje v několika krocích. Nejprve se rozhodovací problém znázorní pomocí rozhodovacího stromu. Dále se označí hrany vycházející ze situačních uzlů jejich pravděpodobnostmi a na konci větví se uvedou hodnoty (zisk) dosažené na daných větvích. Takto ohodnocený rozhodovací strom lze využít ke stanovení optimální strategie rozhodování, kdy postupujeme od konce větví rozhodovacího stromu až k jeho počátku.²⁰

3.1.6 Informace v procesu rozhodování

V procesu rozhodování sehrávají informace zásadní úlohu. Rozhodovatel má v tomto procesu zajistit především efektivní sběr informací, jejich vhodný rozsah a správnou interpretaci získaných informací. Kromě informací využívá rozhodovatel i data a znalosti. Jednotlivé pojmy nelze zaměňovat. Termín data se vztahuje k numerickým nebo alfanumerickým znakům tvořícím řetězce. Informace jsou data, organizovaná takovým způsobem, že jsou smysluplná pro příjemce. Znalosti lze definovat jako jasnou a zaručenou představu o věci nebo události, např. porozumění, praktická zkušenost, dovednost, vědomost, poznání atd.²¹

Způsob, jakým jsou definována data, informace a znalosti dle různých norem či literatury prezentuje následující text.

Informace jsou definovány jako:

1. Poznatek týkající se jakýchkoliv objektů, například fakt, událostí, věcí, procesů nebo myšlenek, včetně pojmů, který má v daném kontextu specifický význam (podle ČSN ISO/IEC 2382-1, s. 7).
2. Význam dat, jak je má chápat člověk. Data jsou fakta; informacemi se stávají tehdy, když jsou v kontextu a nesou význam pochopitelný lidmi (Slovník výpočetní techniky, Praha, 1993, s. 198).

²⁰ KROPÁČ, J.: *STATISTIKA A, Náhodné jevy, Náhodné veličiny, Náhodné vektory, Indexní analýza, Rozhodování za rizika*. RNDr. Jiří Kropáč, 2006. 157 s. ISBN 80-214-3194-6

²¹ PALMER, S.; WEAVER, M. *Úloha informací v manažerském rozhodování*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 168 s. ISBN 80-7169-940-3.

3. Význam, který je přisouzen datům (Oborová encyklopedie Výpočetní a řídicí technika. Praha, 1982, s. 74).
4. Každé sdělení obohacující vědomí příjemce (Madar, Z. a kol.: Slovník českého práva. Praha, 1995, sv. 1, s. 336).
5. Informace je jakýkoliv energetický či hmotný projev, který může mít smysl buď pro toho, kdo sděluje, nebo pro toho, kdo sdělované přijímá (Mates, P., Matoušková, M.: Evidence, informace, systémy - právní úprava. Praha, 1997, s. 27).
6. Znalost, kterou je možné jakoukoliv formou sdělovat (Vyhláška Národního bezpečnostního úřadu č. 76/1999 Sb., zrušená vyhláškou č. 136/2001 Sb.).
7. Údaje, hodnoty nebo strojově zpracovávaná data (Akademický slovník cizích slov).

Data, údaje se definují jako:

1. Opakovaně interpretovatelná formalizovaná podoba informace vhodná pro komunikaci, vyhodnocování nebo zpracování (ČSN ISO/IEC 2382-1, s. 7).
2. Organizovaná informace sbíraná pro specifický účel (Black, H.C.: Blackův právní slovník. Praha, 1993, s. 373).
3. Označení jakýchkoliv údajů zpracovávaných programem (Oborová encyklopedie Výpočetní a řídicí technika. Praha, 1982, s. 34).
4. Údaje, symboly, fakta nebo jednotky informace zpracovávané na počítači (Akademický slovník cizích slov).

Znalosti je možno definovat několika způsoby. Například podle Webster's New World Dictionary of the American Language je znalost mj. definována jako:

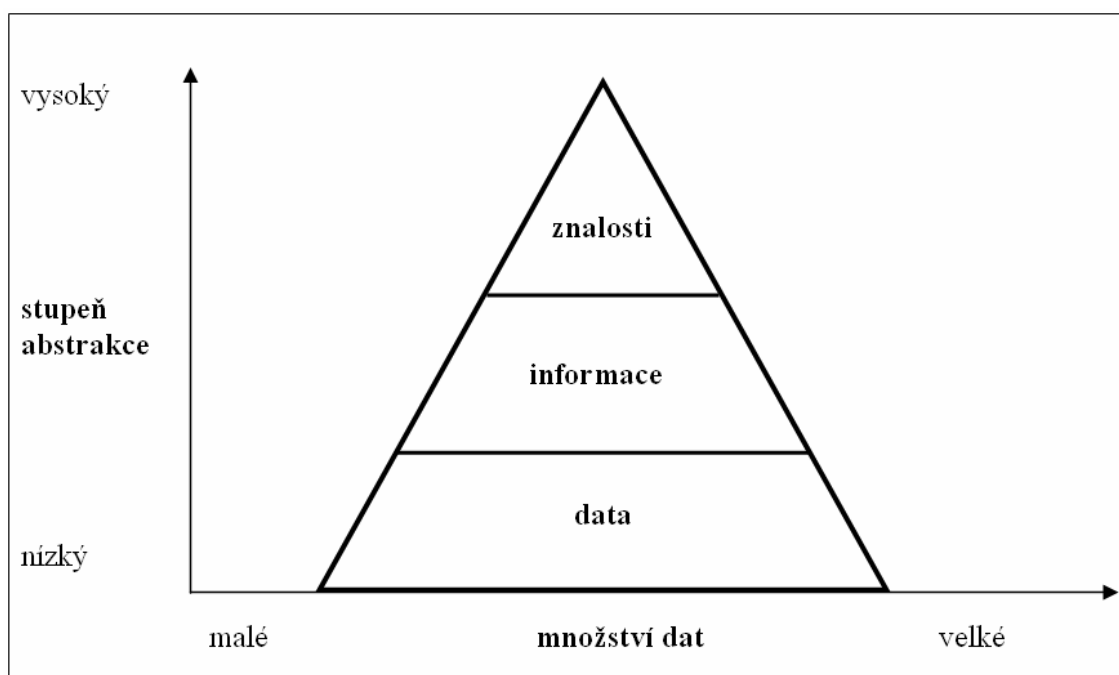
1. Jasná a zaručená představa něčeho.
2. Praktická zkušenost, dovednost.
3. Vědomosti, poznání atd.

Znalost je informace, která byla zorganizována a analyzována tak, aby byla srozumitelná a použitelná pro řešení problémů nebo rozhodování a učení. Velice obecně lze znalost také chápat jako kategorii vyšší formy obrazu o chování objektů nebo o jejich charakteristikách.²²

Existuje řada dalších definic znalostí, cílem zde bylo pouze poukázat na základní rozdíly v interpretaci pojmů a nikoliv je přesně definovat. Pro praktické úvahy je nutné si uvědomit, že získanou znalost je potřeba vhodně využít.

Data, informace, znalosti lze roztřídit podle závislosti stupně abstrakce na jejich množství, jak ukazuje schéma č. 1.

Schéma č. 1: Vztah mezi stupněm abstrakce a množstvím dat, informací a znalostí

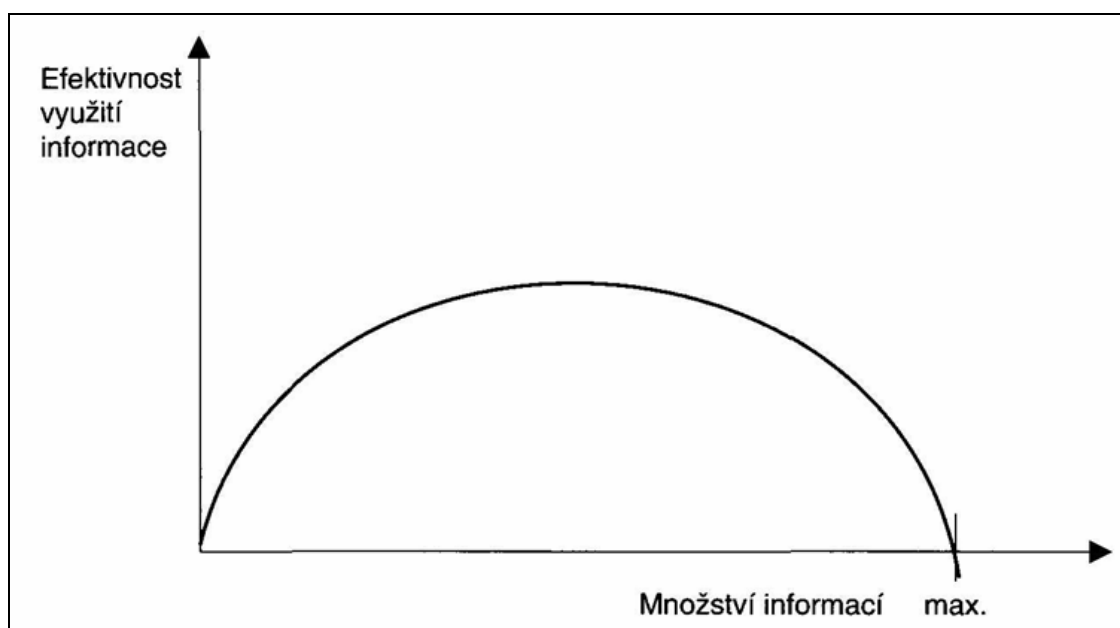


Zdroj: DOSTÁL, P.; RAIS, K.; SOJKA, Z. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*, str. 150

V procesu rozhodování je nutné si uvědomit závislost efektivnosti využití informací na množství informací, což prezentuje následující schéma č. 2.

²² DOSTÁL, P.; RAIS, K.; SOJKA, Z. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*. 1. vyd., Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 168 s. ISBN 80-247-1338-1

Schéma č. 2: Závislost efektivity využití množství informací



Zdroj: DOSTÁL, P.; RAIS, K.; SOJKA, Z. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*, str. 150

Je zřejmé, že malé i velké množství informací není vhodné, neboť buď jde o nedostatek informací nebo o velké množství informací, které je obtížné vyhodnotit.

Mezi nejdůležitější faktory ovlivňující rozsah informací patří zejména:

- významnost rozhodovacího procesu (strategické problémy s dlouhodobými dopady),
- reversibilita rozhodnutí (rozhodnutí mohou mít nevratný charakter),
- požadovaná přesnost a detailnost řešení rozhodovacího procesu, dostupnost informací (čím jsou informace snáze dostupné, tím je více hromadíme),
- časový tlak,
- zdroj informací (např. novinové články versus vědecký výzkum),
- styl, znalosti a dovednosti rozhodovatele.²³

²³ DOSTÁL, P., RAIS, K., SOJKA, Z. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*. 1. vyd., Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 168 s. ISBN 80-247-1338-1

3.2 Moderní nástroje na podporu manažerského rozhodování

Rozvoj výpočetní techniky výrazně přispěl k širšímu uplatnění počítačů v rozhodovacích procesech. Nově vznikající nástroje z oblasti umělé inteligence kvalitně přispěly k řešení rozhodovacích problémů, zejména na úrovni strategického řízení firem. Mezi tyto moderní nástroje je možné řadit např. fuzzy logiku, umělé neuronové sítě a genetické algoritmy. Jejich princip ve stručnosti popíše níže.

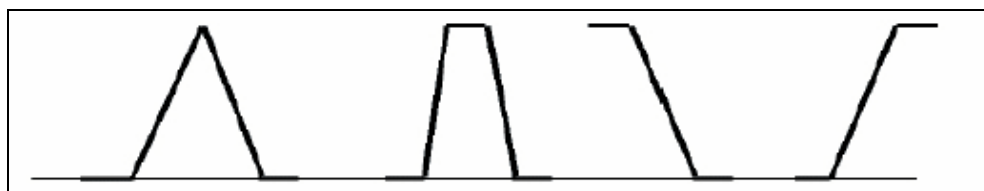
3.2.1 Fuzzy logika

Fuzzy logika vychází z teorie fuzzy množin, jejichž základy položil prof. Lotfi A. Zadeh v roce 1965. Slovo fuzzy znamená neostrý, matný, neurčitý, vágní. Odpovídá tomu i fuzzy teorie, která se snaží zachytit realitu v její nepřesnosti a neurčitosti. Výraz logika představuje pravidla typu <Když>, <A>, <Potom> atd. na základě kterých systém s fuzzy logikou pracuje.

V klasické teorii množin prvek do množiny patří (úplné členství v množině) nebo nepatří (žádné členství v množině). Fuzzy množina je množina, která kromě úplného nebo žádného členství připouští i členství částečné. Pomocí fuzzy množin se určuje, jak moc prvek do množiny patří nebo nepatří. Tato příslušnost k množině je v rozmezí mezi nulou a jedničkou. Nula znamená, že prvek do množiny zcela nepatří a naopak jednička, že prvek do množiny zcela patří.

Funkce členství lze graficky znázornit křivkami. Nejpoužívanější křivky připomínají písmena latinky „S“, „Z“ a řecké abecedy „lambda“ a „pi“, jak ukazuje následující obrázek č. 2. Funkce členství v množině se týká jak vstupních proměnných, tak i výstupních proměnných.

Obrázek č. 2: Tvary členských funkcí typu Λ , π , Z , S



Zdroj: RAIS, K.; DOSTÁL, P *Operační a systémová analýza II*, str. 64

Proces fuzzy zpracování je zpravidla realizován ve třech následných etapách, které jsou popsány níže.

- 1. Fuzzifikace** – znamená převedení reálných hodnot na jazykové proměnné. Například u vstupní proměnné *hospodářský výsledek* je možno navolit tzv. atributy *roste*, *stagnuje*, *klesá*, případně obdobněji. Těchto atributů se zpravidla přiřazuje k základní proměnné tři až sedm.
- 2. Fuzzy inference** – vystihuje samotný princip fungování fuzzy logiky. Definuje chování systému pomocí pravidel typu <Když>, <A>, <Nebo>, <Potom> na jazykové úrovni, které vyhodnocují jednotlivé proměnné. Každá kombinace atributů proměnných, vstupujících do systému a vyskytujících se v podmínkách <Když>, <Potom>, představuje jedno pravidlo. Každé pravidlo má svou váhu. Na co se bude klást největší důraz, již záleží na samotném uživateli, což značně ovlivňuje výsledek řešení.
- 3. Defuzzifikace** – převádí výsledné hodnoty fuzzy inference, na reálné hodnoty. Například *bonita klienta*, která může mít např. následující atributy: *vysoká*, *střední*, *nízká*.

Při praktické tvorbě systému s fuzzy logikou je obvykle k modelování konkrétního případu potřeba několik vstupních a výstupních proměnných, z nichž každé mají určitý počet atributů. K vyhodnocení takto složitěho modelu je nutno využít některého z komerčně prodáváného programu jako např. MATLAB od firmy MathWorks Inc. nebo FuzzyTech od firmy INFORM GmbH.²⁴

Fuzzy logiku lze využít v nejrůznějších oblastech na nejrůznější úrovni rozhodování. Nejčastější aplikace se týkají finanční, ekonomické, správní, personální a dalších oblastí.²⁵

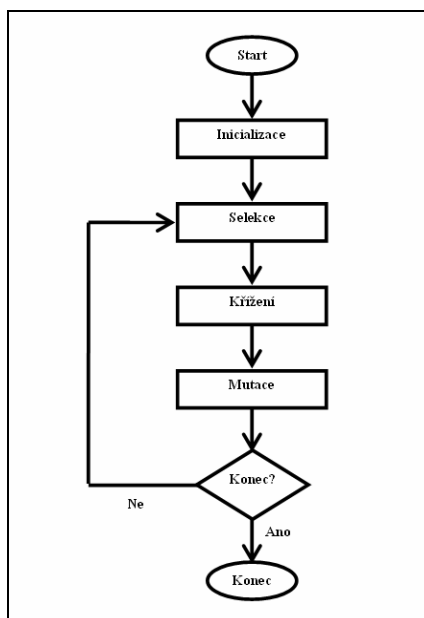
²⁴ RAIS, K.; DOSTÁL, P. *Operační a systémová analýza II*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 161 s. ISBN 80-214-2803-1.

²⁵ Aplikace fuzzy logiky, jako nástroje na podporu rozhodování, bylo autorem publikováno v řadě jeho prací. Mezi nejvýznamnější patří následující publikace:
DOSKOČIL, R. Použití fuzzy logiky při výběru pojišťoven. In *Sborník příspěvků z 6. doktorandské konference IMEA 2006*. Hradec Králové, nakladatelství Gaudeamus při univerzitě Hradec Králové. 2006. p. 35 - 40. ISBN 80-7041-164-3.
DOSKOČIL, R.; KUČEROVÁ, V.; VÍCHA, T. Bank Selection Based On Fuzzy Logic. In *MANAGEMENT, ECONOMICS AND BUSINESS DEVELOPMENT IN THE NEW EUROPEAN CONDITIONS. (International Scientific Conference.)*. Brno, Vysoké učení technické v Brně. 2006. (7 p.). ISBN 80-7204-454-0.

3.2.2 Genetické algoritmy

Základní algoritmus genetických algoritmů je inspirován teorií Charlese Darwina (teorie evoluce), jejíž princip spočívá ve skutečnosti, že v populaci přežívají pouze silnější jedinci a slabší jedinci hynou. V matematické interpretaci toto tvrzení vede k lepšímu řešení problému. Každý jedinec je nositelem své genetické informace, která je interpretována jako jeho fitness. Jedinci se mohou křížit, kdy vzniká nové uspořádání genů, případně mutovat, kdy vznikají zcela nové geny. Selektivní tlak zajišťuje, že v populaci se budou vyskytovat stále silnější jedinci, až do doby kdy populace narazí na přijatelné řešení, které je definované účelovou funkcí. Proces reprodukce je zjednodušeně popsán v následujícím schématu.

Schéma č. 3: Proces reprodukce



Zdroj: DOSTÁL, P., RAIS, K., SOJKA, Z., *Pokročilé metody manažerského rozhodování*, str. 74

Nespornou výhodou genetických algoritmů je schopnost řešit úlohy bez ohledu na charakter dat (lineární, nelineární, skokový), provázanost jednotlivých částí systému nebo existenci zpětných vazeb. Na rozdíl od klasických matematických metod nedochází při přidávání podmínek a omezení k nárůstu složitosti popisu daného problému a tak je možné řešit i velmi složité, klasickou matematikou, nedefinovatelné úlohy.

Genetické algoritmy lze obecně využít k optimalizaci. V ekonomických úlohách se s úspěchem využívají k optimalizaci nejrůznějších rozhodovacích problémů, typu minimalizace nákladů, či naopak dosažení maximální hodnoty zisku. Často využívané jsou rovněž při řešení problematiky úloh tzv. „obchodního cestujícího, kdy jde o nalezení nejkratší cesty, tedy minimalizaci nákladů na dopravu, dále při shlukové analýze (klastrování), aproximaci ekonomických křivek, predikce atd.²⁶

3.2.3 Umělé neuronové sítě

Princip fungování umělé neuronové sítě lze nejlépe popsat použitím analogie s lidským myšlením. Hovoříme o tzv. „černé skříňce“. Co se v ní děje se tuší pouze mlhavě. V mozku člověka jsou navzájem propojeny miliardy neuronů, nemluvě o množství jejich vzájemných propojení. Každý neuron je složen z těla (soma), mnoha vstupů (dendritů) a jednoho výstupu (axon). Mezi neurony dochází k elektro-chemickým reakcím. Obdobné činnosti se simulují umělou neuronovou sítí.

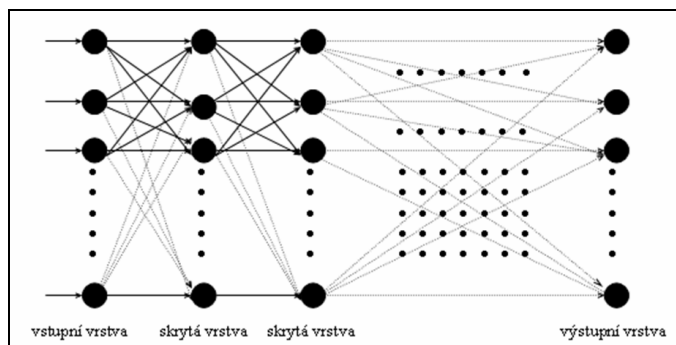
Dříve než se umělá neuronová síť použije, je nutné ji nejprve naučit na reálných datech. Vstupem pro umělou neuronovou síť je matice hodnot (vstupní a výstupní proměnné), která představuje jednotlivé případy s jejich konkrétními parametry. Výpočet nastavuje vazbám mezi neurony jejich váhy. Princip metody tedy spočívá v nastavování vah, kdy se zjišťují odchylky vypočtených výstupů od skutečnosti a na základě těchto odchylek se provede oprava vah. Jde o iterační optimalizační proces, kdy se minimalizuje odchylka součtu čtverců.

Po naučení umělé neuronové sítě se aplikuje fáze testování. Testuje se kvalita naučení, kdy se zkouší naučené poznatky sítě na jednoduchých příkladech. Zjišťují se odchylky mezi vypočtenými výsledky a skutečností. Proces učení a testování se opakuje tak dlouho, dokud není chyba minimální. Hovoří se o tzv. ladění (tuning) umělé neuronové sítě. Po úspěšném odladění je možno síť využít k řešení konkrétních problémů. Ohodnocení je založeno na principu analogie s naučenými případy.

²⁶ DOSTÁL, P.; RAIS, K.; SOJKA, Z. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*. 1. vyd., Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 168 s. ISBN 80-247-1338-1

Výhodou umělých neuronových sítí je, že jsou schopny zpracovat velké množství znaků, které je třeba při rozhodování brát v úvahu. Lidský mozek by je asi všechny zpracovat nedokázal. Složité rozhodovací úlohy je nutno řešit pouze vícevrstevnými sítěmi, které jsou tvořeny vstupní a výstupní vrstvou a několika skrytými vrstvami.²⁷

Schéma č. 4: Vícevrstvé umělé neuronové síť



Zdroj: DOSTÁL, P. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*, str. 45

„Naučenou“ umělou neuronovou síť je možno využít v mnoha oblastech podnikatelské činnosti. Nejčastěji používané aplikace se týkají problematiky odhadu cen, stanovení množství výroby, investiční rozhodování atd.

3.3 Současný přístup zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví

Ve většině pojišťovacích institucí se bonita klienta zjišťuje pouze u stávajících klientů. Na potencionální klienty je obecně nahlíženo jako na bonitní. Teprve v okamžiku negativních signálů, ze strany klienta vůči pojišťovně, se u konkrétního klienta analyzuje jeho bonita. Důraz analýzy je kladen na zhodnocení významnosti klienta pro pojišťovnu. Významný (bonitní) klient je především ten, který obecně podnikatelskému subjektu přináší více finančních prostředků než odčerpá. Tato analýza, zjišťování bonity klienta, zahrnuje zhodnocení klienta zejména dle následujících hledisek:

²⁷ DOSTÁL, P.; RAIS, K.; SOJKA, Z. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*. 1. vyd., Praha: Grada Publishing, a.s., 2005. 168 s. ISBN 80-247-1338-1.

- *Škodní procento* – poměrový ukazatel vyplaceného plnění a přijatého pojistného. Velmi důležitý faktor při posuzování bonity klienta. Čím vyšší je hodnota škodního procenta tím je bonita klienta horší a naopak. V praxi se často doporučuje maximální hodnota škodného procenta do 75%. Nad tuto hodnotu je klient pro pojišťovnu neatraktivní, jeho bonita je nízká, a hrozí v extrémním případě i k jeho odmítnutí. K hodnotě 75% je nutno uvažovat dalších min. 20% administrativních nákladů (náklady spojené se správou pojistných smluv a zejména s jejich uzavíráním včetně odměn zprostředkovatelům), což vysvětluje maximálně možnou hranici 75%.
- *Platební morálka* – historický pohled na splácení pojistného. V případě neplacení pojistného se pojistná smlouva, dle Zákona č. 37/2004 Sb., o pojistné smlouvě a o změně souvisejících zákonů, dle § 20 Nezaplacení pojistného, ruší do 30 dnů od upozornění na neplacení. Přesná citace příslušného paragrafu daného zákona je pro závažnost a přímý vztah k řešené problematice citována níže:

„Nestanoví-li tento zákon jinak, zaniká soukromé pojištění dnem následujícím po marném uplynutí lhůty stanovené pojistitelem v upomínce k zaplacení pojistného nebo jeho části, doručené pojistníkovi, tato lhůta nesmí být kratší než 1 měsíc. Upomínka pojistitele musí obsahovat upozornění na zánik soukromého pojištění v případě nezaplacení dlužného pojistného. Lhůtu podle věty první lze před jejím uplynutím dohodou prodloužit.“²⁸
- *Propojištěnost* – počet pojištěných rizik z rizik reálných.²⁹

Výsledným zhodnocením všech uvedených faktorů se určí tzv. „profitabilita“ klienta. Profitabilita je zhodnocení kladů a záporů, většinou dle subjektivních názorů rozhodovatele. Prakticky se profitabilita znázorňuje pomocí schématu ve tvaru písmene T, kdy na jedné straně jsou zjištěné klady a na druhé straně záporny klienta. Prostým součtem či zhodnocením obou stran se dojde k výsledné bonitě klienta. Značnou roli

²⁸ Zákon č. 37/2004 Sb., o pojistné smlouvě a o změně souvisejících zákonů.

²⁹ Propojištěnost zde není chápána v tom smyslu, že je významným ukazatelem vypovídajícím o rozvinutosti pojistného trhu, měřeného jako podíl předepsaného pojistného na HDP.

zde zaujímají praktické zkušenosti hodnotitele v dané oblasti a ostatní jeho schopnosti a dovednosti.

Bonita klienta se řeší nejčastěji z důvodu rozhodnutí o odpuštění dluhu. Pravomoci rozhodnutí o odpuštění dluhu jsou dány výší dluhu. Do určité výše dluhu mohou rozhodovat pracovníci na různých pozicích firmy (agenturní obchodní ředitel, regionální obchodní ředitel, náměstek, atd.).

3.3.1 Nevýhody současného stavu

Zásadní nevýhody současné metody zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví lze shrnout do následujících bodů:

- málo hodnotících kritérií
- nevhodně nastavené váhy kritériím
- nekomplexnost přístupu hodnocení
- subjektivní hodnocení - vznik rizik chybného rozhodnutí, způsobeného lidským faktorem

3.3.2 Důvody změny současného stavu

Důvody změny současného stavu zjišťování bonity klienta pojišťovny do značné míry souvisí s východisky, které jsou uvedeny v úvodu této práce. Nejdůležitější aspekty změny jsou uvedeny níže:

- sílící konkurence na pojistném trhu
- jasná identifikace proměnných
- zavedení multikriteriality při rozhodování
- eliminace subjektivity v rozhodování
- eliminace lidské chyby
- zrychlení rozhodování
- snížení nákladů

4 Metody zpracování disertační práce

S ohledem na vytýčené cíle disertační práce a způsob jejich naplnění, byly při zpracování práce použity nejen obecné metody výzkumu ale i metody specifické. Stručný teoretický základ jednotlivých metod a konkrétní využití při zpracování práce je uvedeno v následujících podkapitolách.

4.1 Obecné metody použité ve výzkumu

4.1.1 Analýza a syntéza

Analýza je metodický postup poznání od celku k částem. Jestliže systém jako celek vykazuje určité chování, pak se toto chování musí dát vysvětlit chováním jeho prvků v dané struktuře. V souboru analytických metod má samostatné postavení:

- *hodnotová analýza*, zaměřená na funkci systému a jeho prvků z hlediska celkové hospodárnosti od konstrukce, přes výrobu až po využívání,
- *regresní analýza*, umožňuje nacházet závislosti mezi proměnnými systému a zkoumat jejich determinovanost,
- *faktorová analýza*, zkoumá vliv (váhu) jednotlivých faktorů při ovlivňování studovaných veličin.
- *systémová analýza*, která je jednou ze systémových disciplín (obecná teorie systémů, systémová analýza, operační analýza a systémové inženýrství). Systémovou analýzou se rozumí metodická disciplína, která směřuje k poznání systému postupnou dekompozicí systému na podsystemy až na prvky se známou funkcí a vazebností, nebo jako disciplínu, která je zaměřena na analýzu řídicích a informačních systémů s využitím výpočetní techniky.

Pojmy analýza a syntéza lze pochopit v jejich protikladu; rozkládá-li se celek na části, zjišťuje-li se chování celku v závislosti na chování částí, analyzuje se. Provádí-li se výběr částí a vytváří-li se z nich struktura, která má splnit žádané chování, provádí se syntéza systému. Syntéza systému zahrnuje dvě fáze: výběr prvků pro systém a volbu struktury, kterou budou prvky svými vazbami vytvářet. Syntézou máme vytvořit

system, který jako celek bude splňovat zadanou funkci, jeho chování bude vyhovovat zadaným podmínkám.³⁰

Metody analýzy, zejména systémové analýzy, bylo v práci využito především v analytické části zpracování získaných dat. Syntéza byla použita při tvorbě rozhodovacího modelu, při definování vstupních proměnných.

4.1.2 Indukce a dedukce

Jsou metody zkoumání, ale také úsudků, s jejichž přičiněním se objasňuje podstata jevů a vyvozují se nové poznatky. Indukcí se rozumí proces vyvozování obecného závěru na základě mnoha poznatků o jednotlivostech. Procesem vyvozování konkrétnějších individuálních poznatků z poznatků obecnějších, se rozumí dedukce.³¹

Metoda indukce byla aplikována při určování obecných pravidel fuzzy modelu z konkrétních údajů jednotlivých klientů. Vzájemnou opakovanou činností, aplikací dedukce, byla provedena kontrola zjištěných pravidel.

4.1.3 Abstrakce a konkretizace

Abstrakce je myšlenkový proces, při kterém dochází k vydělování podstatných charakteristik objektu. Tímto způsobem se ve vědomí vytváří objekt obsahující jen společné charakteristiky či znaky skupiny objektů. Naproti tomu konkretizace je vyhledávání konkrétních prvků z určité třídy objektů.³²

Uvedené metody byly aplikovány rovněž v problematice zjišťování pravidel chování rozhodovacího modelu. Nutnost zjištění zobecněných pravidel z konkrétních, představuje dominantní úkol, jež má vliv na budoucí správné fungování modelu.

³⁰ RAIS, K.; DOSKOČIL, R. *Operační a systémová analýza I*. Skripta, Brno: VUT v Brně, Fakulta podnikatelská, 2006. 107 s. ISBN 80-214-3280-2

³¹ PAVLICA, K. a kol. *Sociální výzkum, podnik a management*. Průvodce manažera v oblasti výzkumu hospodářských organizací. 1. vyd. Praha: Ekopress, s.r.o., 2000. 165 s. ISBN 80-86119-25-4

³² POKORNÝ, J. *Myslet kreativně*. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2004. 124 s. ISBN 80-7204-324-2

4.1.4 Metoda zpětné vazby

Pomocí této metody bude zajištěna reflexe každého výzkumného kroku tak, aby se výzkum neodchýlil od původního cíle a jeho východisek. Tuto metodu lze chápat jako součást ostatních použitých metod, přičemž v procesu modelování zaujímá podstatnou roli.

Metody zpětné vazby bylo využíváno jak ve zhodnocení celkového modelu, tak v dílčích etapách jeho tvorby. Byla zjišťována zpětná vazba závislostí vstupních proměnných na výstupní proměnnou, ale především i verifikace výsledků z vytvořeného modelu.

4.2 Specifické metody využité v práci

4.2.1 Systémový přístup

Systémovým přístupem je možno označit takový způsob myšlení, řešení úloh a jednání, při němž jsou jevy chápány v jejich vnitřních i vnějších souvislostech, tj. komplexně. Při systémovém přístupu se problém chápe tak, že se důsledně zaměřuje na respektování vazeb mezi prvky, které vstupují do úlohy, ať již jde o vazby uvnitř komplexu, který je bezprostředně předmětem našeho zájmu, nebo o vazby na jeho významné okolí.

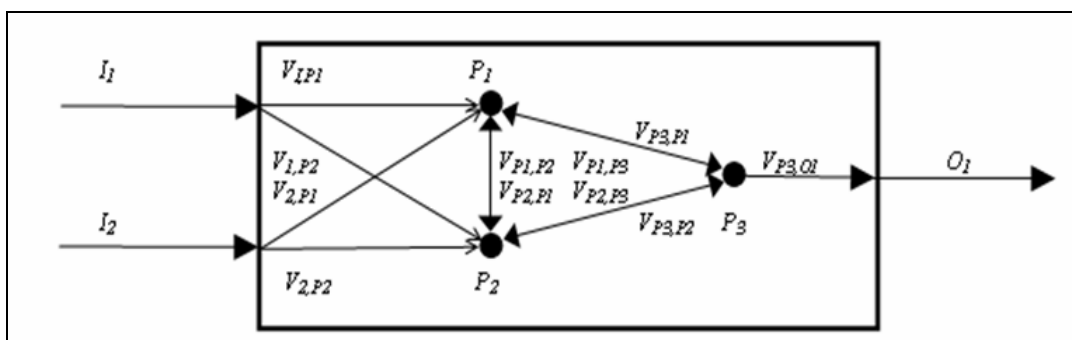
Vyjádřeno negativně, systémovým přístupem není takový postup, kdy je myšleno, že lze pochopit nějaký jev nebo řešit nějaký problém tak, že jsou zkoumány pouze jeho hlavní prvky. Takové omezení představ nutně vede k primitivnímu, mechanickému chápání jevů s příslušným vlivem na kvalitu řešených úloh.

Na filosofických kategoriích část a celek lze definovat systém jako souhrn prvků natolik navzájem propojených, že (navenek) vystupují jako jeden celek. Existuje řada definic systému, které buď vycházejí z kvantitativních charakteristik systému nebo z formálních výrazů, které jsou vybudovány zpravidla na základě teorie množin. Jedna z možných definic systému je následující:

Systém S zapisujeme jako množinu $S = \{P, V, I, O\}$, kde P je neprázdná množina prvků, V je neprázdná množina všech vazeb (závislostí) mezi prvky, I je

neprázdná množina vstupů a O je neprázdná množina výstupů. Prvky tedy umožňují popsat chování systému. Schéma možného konkrétního systému S s dvěma vstupy I_1, I_2 výstupem O_1 , třemi prvky P a možnými vazbami V je znázorněno níže.

Schéma č. 5: Příklad systému S



Zdroj: DOSTÁL, P.; RAIS, K.; SOJKA, Z. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*, str. 18

Prvkem systému se rozumí taková část systému, která tvoří na dané rozlišovací úrovni nedělitelný celek, jehož struktura se nechce nebo nemůže rozlišit. Tím, že je systém jediným celkem, může sám mít charakter prvku, ale také může sám být součástí jiného systému. Pojem systém je z tohoto hlediska relativní. Systém, který se chápe jako prvek jiného nadřazeného systému se nazývá subsystém (podsystem). Každý systém je možno charakterizovat jeho strukturou a chováním. Za strukturu systému se považuje množina prvků a vazeb daného systému. Chováním systému se rozumí způsob jeho reakce na podněty, přičemž chování systému závisí na jeho vlastnostech.

Při zpracování práce byl aplikován systémový přístup, kdy se vhodně kombinovaly metody různých disciplín, jasně se formuloval problém, jeho pojetí a vyřešení včetně interpretace získaných výsledků.

4.2.2 Modelování

Modelováním se rozumí postup od objektivní reality k modelu. Model je zjednodušené zobrazení reality, na kterém se dají studovat vlastnosti, které jsou z hlediska studovaného jevu významné.

Dá-li se jev popsat matematickými prostředky, pak vnitřní podobnost jevů z různých oblastí se projevuje právě v tom, že jevy je možno popsat stejnými matematickými prostředky. Například šíření světla nebo šíření radiových vln se dají popsat v podstatě stejnými rovnicemi jako šíření vln na vodě nebo šíření zvukových či seismických vln. Proto také je možné jeden z těchto jevů modelovat pomocí druhého. Za model je možno považovat např. soustavu matematických rovnic nebo nerovností, které daný jev popisují, tj. které popisují vztahy mezi veličinami charakterizujícími daný jev nebo jeho vývoj v čase apod.

Modelováním na počítačích se rozumí činnosti, která obsahuje tři základní etapy:

1. Formulování matematického popisu originálu – *výstavbu modelu*.
2. Realizaci matematického projevu na počítači – *naprogramování modelu*.
3. Experimentování s modelem – *opakování řešení úlohy*.

Modely lze klasifikovat podle nejrůznějších hledisek:

1. Podle povahy předpokládaných vztahů mezi veličinami, které charakterizují zkoumaný jev, se rozlišují modely *deterministické* a *stochastické*. U modelů deterministických se předpokládá, že jsou tyto vztahy určité (determinované), tj. že určité hodnotě jedné veličiny (nebo určitým hodnotám několika veličin) je přiřazena určitá hodnota závislé veličiny. U modelů stochastických se předpokládá, že určité hodnotě jedné veličiny odpovídají různé hodnoty závislé veličiny, ovšem s určitými pravděpodobnostmi.
2. Podle toho zda se bere v úvahu vývoj v čase, či nikoliv, se rozlišují modely *dynamické* a *statické*. U dynamických modelů je explicitně uvedena závislost na čase. U statických modelů se předpokládá, že jevy probíhají na stále stejné úrovni v čase, nebo že jde o jediný jev, odehrávající se v konečném časovém intervalu.
3. Podle stupně agregace zkoumaného předmětu se rozlišují modely *mikroekonomické* a *makroekonomické*. Mikroekonomické modely zobrazují dílčí úseky hospodářství, ať již ve smyslu prostorovém či organizačním (dílna, závod) nebo ve smyslu

věcném (spotřeba). Makroekonomické modely zobrazují národní hospodářství v celku nebo jeho velké části (např. modely rozšířené reprodukce).³³

V disertační práci bylo, při tvorbě rozhodovacího modelu, využito techniky fuzzy modelování. Technika fuzzy modelování je založena na principu fuzzy množin a využívá algoritmu fuzzy logiky. Technika fuzzy modelování byla zvolena proto, že řešená problematika, je charakterizována velkou měrou výskytu vágních (fuzzy) pojmů. Fuzzy modelování spočívalo v aplikaci všech základních etap modelování, přes výstavbu modelu po jeho naprogramování až po experimentování s modelem. Sestavený model má charakter statického modelu, přičemž některé proměnné vykazovaly prvky dynamiky. Především proměnné likvidita a hospodářský výsledek, které svým charakterem je nutno analyzovat dynamicky a do modelu vstoupily jako příslušná změna daných proměnných v čase.

4.2.3 Data mining

Data miningem se rozumí technika, která umožňuje pomocí speciálních algoritmů objevovat v datech strategické informace sloužící širokému spektru manažerů. Jde o analytickou techniku, která je pevně spjatá s datovými sklady, jakožto s velkým kvalitním datovým zdrojem, určeným pro tyto speciální analýzy.

Dolování z dat lze charakterizovat jako proces extrakce relevantních, předem neznámých nebo nedefinovaných informací z velmi rozsáhlých databází. Důležitou vlastností dolování dat je, že se jedná o analýzy odvozované z obsahu dat, nikoli předem specifikované uživatelem nebo implementátorem. Především se jedná o odvozování prediktivních informací, nikoliv pouze deskriptivních.

Existují různé druhy nástrojů pro dolování z dat. Některé jsou určeny specialistům se znalostmi statistiky, matematiky atd., jiné slouží přímo řídicím pracovníkům. Takovou to výhodu poskytuje i data mining. Statistické úlohy dolování z dat jsou prováděny automaticky podle určených algoritmů, a tak jejich cílovým uživatelem může být i manažer bez podrobnějších znalostí statistiky, nikoliv pouze specialista, který návazně zhotovuje reporty pro manažera. Tím se šetří náklady i čas.

³³ RAIS, K.; DOSKOČIL, R. *Operační a systémová analýza I*. Brno: VUT v Brně, Fakulta podnikatelská, 2006. 107 s. ISBN 80-214-3280-2

Zdroje dat

Pro data mining je třeba získat kvalitní a správná zdrojová data. Platí obecná zásada, že pokud jsou pro analýzu dodána chybná data, bude vlastní analýza vždy rovněž chybná. Pokud se dodají správná data, záleží ještě především na jejich správném vyhodnocení.

Podnikatelský subjekt může data obecně získat dvěma způsoby. První způsob je, že si je sám shromažďuje (interní zdroje) a druhý, že je nakupuje od třetí osoby (externí zdroje). Oba způsoby pořizování dat mají své klady a zápory.

Interní zdroje dat si firma sama organizuje. Sama si tvoří své databáze svých zákazníků, klientů, nabídek, transakcí atd. Výhodou těchto dat je, že, ve srovnání s externími daty, mají vyšší prediktivní schopnosti pro modelování, protože věrně reprezentují informace, které jsou specifické pro danou firmu. Za jistou nevýhodou lze považovat pořizovací náklady (náklady materiální, mzdové atd.).

Data z externích zdrojů jsou data získaná z jiných než vlastních zdrojů dat firmy. Většinou jsou nakoupená od specializovaných dataminingových firem, případně jsou čerpaná z veřejných bezplatných databází (obchodní rejstřík, statistické ročenky atd.) Na jednu stranu mohou být, i přes vynaložení finančních prostředků za jejich pořízení (v případě placených zdrojů), v jistých případech levnější než data vlastní, neboť se nevykládají finanční prostředky na tvorbu vlastních databází, což je většinou finančně náročné. Nevýhodou je většinou jejich slabá prediktivní schopnost, což plyne z charakteru externích dat. Za další nevýhodu lze, v jistých případech, považovat i relativně vysokou pořizovací cenu, jsou-li data předzpracovaná (data doplněná, očištěná atd.).

Data získaná z Internetu se s rozvojem výpočetní techniky a především Internetu samotného stávají nepostradatelným zdrojem dat. Za výhodu lze považovat že se jedná o relativně levný zdroj dat, ale především hlavní výhodou je schopnost pracovat v režimu on-line. Firma může provádět požadované analýzy a zpětně přes webové stránky působit a ovlivňovat chování svých zákazníků, klientů atd. Nevýhodou lze vidět v riziku zabezpečení dat.

Z hlediska potřeb data miningu je možno data rozdělit do tří typů. Data *demografická* (popisují charakteristiky osob a domácností, atd.), data *behaviorální* (popisující chování, míru akce – např. prodané zboží a typy) a data *psychografická* (charakterizují životní styl – výzkum trhu):³⁴

Z hlediska parametrů ceny, stability a prediktivní schopnosti, výše uvedených dat, lze vyvodit závěry, které uvádí následující tabulka.

Tabulka č. 3: Typy a charakteristiky dat

Data	schopnost predikce	stabilita	cena
demografická	střední	vysoká	nízká
behaviorální	vysoká	nízká	vysoká
psychografická	střední	střední	vysoká

Zdroj: RUD, O. P. *Data Mining*, str. 20

Příprava dat

Proces přípravy dat zaujímá v data miningu nezastupitelnou roli. Zahrnuje činnosti skládající se z následujících aktivit:

Klasifikace – znamená třídění dat dle jejich charakteru např. na kvantitativní a kvalitativní data. Kvantitativní data jsou charakterizována číselnými hodnotami. V kvalitativních datech se proměnné odlišují pomocí slovních pojmů. Vždy je nutno si uvědomit, s jakými daty a jaký software bude pro zpracování dat použit. Například při práci s fuzzy logikou je možno bez problému pracovat s kvalitativními i kvantitativními daty. Při práci s umělými neuronovými sítěmi nebo genetickými algoritmy je možno pracovat pouze s kvantitativními daty, tedy případné kvalitativní data je nutné převést na kvantitativní.

³⁴ RUD, O. P. *Data Mining. Praktický průvodce dolováním dat pro efektivní prodej, cílený marketing a podporu zákazníků (CRM)*. 1.vyd. Praha: Computer Press, 2001. 329 s. ISBN 80-7226-577-6.

Kvantitativní data lze dělit na následující typy:

1. *Nominální data* - číselná data, která představují kategorie. Nominální data nemají relativní význam. Například proměnná pohlaví se klasifikuje číslicí „0“ muž a číslicí „1“ žena.
2. *Ordinální data* - číselná data, která představují kategorie. Ordinální data mají relativní význam a lze je využít k ohodnocení důležitosti či síly. Například pedagogická hodnota na VŠ – asistent, odborný asistent, docent, profesor – lze ohodnotit číslicemi 1, 2, 3, 4.
3. *Intervalová data* - mají relativní význam a nemají nulový bod. Příkladem může být výška člověka v intervalu od 50 do 200.
4. *Spojité data* - jsou nejčastěji používaná při predikci. Příkladem spojitých mohou být údaje o tržbách, zůstatcích atd. S těmito daty lze provádět všechny základní matematické operace – sčítání, odčítání, násobení, dělení.

Vzorkování – provádí se v případě velkého počtu dat buďto náhodným výběrem (např. každá desátá hodnota nebo funkcí generující náhodná čísla) nebo stratifikovaným vzorkováním, známe-li charakteristiku, kterou chceme pro stratifikaci použít (např. pohlaví nebo věk může být silným prediktorem).

Čistění – představuje nejdůležitější krok procesu přípravy dat. Jedná se o kontrolu, zda v datech nejsou chyby, tj. hodnoty mimo přijatelný rozsah, a chybějící hodnoty. U spojitých dat se pro vyčištění dat používají statistické charakteristiky, jako např. střední hodnota, rozptyl, špičatost, atd. Vhodné je data zobrazit v grafu, kde se zřetelně projeví hodnoty mimo přijatelný rozsah, případně chybějící hodnoty. Odlehlou (extrémní) hodnotou se rozumí hodnota, která je vzdálená od střední hodnoty nebo od většiny ostatních hodnot. Takovou hodnotou lze nahradit hodnotu v akceptovatelných mezích. Chybějící hodnotu lze nahradit novou hodnotou, přičemž se využívá střední hodnoty, mediánu nebo modusu, případně se nenahrazuje (dovoluje-li to charakter úlohy či použitý software). Kategoriální (diskrétní) proměnné je vhodné kontrolovat četností. Chybnou hodnotu lze odstranit nebo nahradit. S chybějícími hodnotami, je vhodné pracovat jako se samostatnou kategorií. Při substituci chybějících hodnot se využívá střední hodnoty podskupin jiných proměnných nebo kombinací proměnných. Regresní substituce využívá střední hodnoty skupin jiných proměnných.

Sumarizace – je jedním ze způsobů kombinace proměnných. Provádí se u velkého počtu dat, kdy se využívá sčítání, odčítání a průměrování. Často se provádí agregace do denních, týdenních, měsíčních nebo ročních součtů a průměrů, např. početní operace v kreditní bance. Pokud je třeba pracovat s kalendářními daty, pak se počítá např. s počtem dnů mezi dvěma daty.

Redukce – znamená zmenšení počtu dat jejich zúžením. Pro spojitě proměnné je možné provést výpočet korelací mezi proměnnými a z těch, které mají mezi sebou silnou korelaci vybereme jen některé zástupce. U kategoriálních proměnných lze snadným způsobem určit, zda mají prediktivní schopnosti, a to provedením χ^2 statistiky. Vyšší (nižší) hodnoty χ^2 hovoří o významné (nevýznamné) vazbě mezi proměnnými.

Segmentace – rozděluje spojitě proměnné do segmentů. Používá se například v situaci, kdy se snažíme o vysledování nelineárních trendů.

Transformace – provádí se za podobným účelem, jako je segmentace, tedy pro dosažení linearity. Například jde o odstranění trendových a sezónních složek.³⁵

Model data miningu prochází několika fázemi. První fáze je jeho tvorba. Této fázi přechází analytická část práce s daty, která se skládá z několika činností (uvedených výše) a lze využít řadu nástrojů (fuzzy logika, umělé neuronové sítě, aj.). Model slouží manažerovi jako prostředek k odhalení a získání potřebných znalostí. Další fází je ověření vytvořeného modelu. Jedná se o nejobtížnější část procesu práce s daty. Jde o odhalení špatně navržených proměnných či dokonce nevhodně zvoleného postupu. Implementace modelu představuje praktické využití ověřeného modelu pro konkrétní potřeby. Poslední fází je údržba modelu, což souvisí s vlastnostmi modelu, které se v čase liší. Model je tedy nutno přestavit či obnovit, aby opět reprezentoval reálné situace, ke kterému byl vytvořen.

Při praktické aplikaci data miningu záleží na charakteru problému, který je řešen. Sestavuje-li se například model pro vyhledávání nových zákazníků, budou nás jako vstupní data zajímat data jiného charakteru, než tvoří-li se model pro vyhledávání rizikových zákazníků. Mezi další často aplikované modely data miningu je možno řadit model k udržení rizikových zákazníků nebo model pro vyhledávání ztráty zákazníka.

³⁵ RUD, O. P. *Data Mining*. 1.vyd. Praha: Computer Press, 2001. 329 s. ISBN 80-7226-577-6.

4.2.4 Statistické metody

Ze statistických metod bylo při analýze dat využito aparátu testování statistických hypotéz, dále byly využity statistické metody zjišťující závislosti mezi dvojrozměrným datovým souborem kvantitativních a kvalitativních znaků.

Testy statistických hypotéz

Testem statistických hypotéz se rozumí postup, pomocí něhož se rozhoduje, zda statistická hypotéza bude přijata či zamítnuta. V první fázi se definuje nulová a alternativní hypotéza. Nulovou hypotézou se rozumí hypotéza, která je testovaná a proti ní se staví hypotéza alternativní. Dále se určí testové kritérium, které lze popsat jako funkci náhodné veličiny. Toto kritérium slouží jako podklad pro rozhodnutí, zda se nulová hypotéza přijme nebo zamítne. Obsahem další fáze je zvolení hladiny významnosti, která popisuje, jaká je pravděpodobnost, že bude dopuštěno chyby prvního druhu. Touto chybou se rozumí situace, kdy se zamítne nulová hypotéza i když je ve skutečnosti správná. V této fázi se určí i kritický obor. Poslední fází je stanovení závěrů, kdy mohou nastat dvě situace.

- 1) Náleží-li testové kritérium do kritického oboru, pak se nulová hypotéza zamítá a přijímá se alternativní hypotéza.
- 2) Nenáleží-li testové kritérium do kritického oboru, pak se nulová hypotéza přijímá a zamítá se alternativní hypotéza.³⁶

Dvojrozměrný datový soubor kvantitativních znaků

Dvojrozměrný datový soubor kvantitativních znaků představuje datový soubor dvou náhodných veličin, jejichž hodnoty jsou vyjádřeny číselně.

Pro základní představu o datovém souboru je vhodné data nejprve graficky znázornit dvojrozměrným bodovým grafem nebo korelačním diagramem. Bodový graf indikuje vlastnosti dat, jako např. linearitu resp. nelinearitu vztahu veličin případně nehomogenitu datového souboru nebo přítomnost odlehlých hodnot.

³⁶ KROPÁČ, J.: *STATISTIKA A, Náhodné jevy, Náhodné veličiny, Náhodné vektory, Indexní analýza, Rozhodování za rizika*. RNDr. Jiří Kropáč, 2006. 157 s. ISBN 80-214-3194-6

To, že dvě proměnné jsou korelované značí, že určité hodnoty jedné proměnné mají tendenci se vyskytovat společně s určitými hodnotami druhé proměnné. Míra této tendence může sahát od neexistence korelace (všechny hodnoty jedné proměnné se vyskytují stejně pravděpodobně s každou hodnotou druhé proměnné) až po absolutní korelaci (s danou hodnotou jedné proměnné se vyskytuje právě jedna hodnota druhé proměnné).

Při praktickém zpracování datového souboru se nejprve vypočtou marginální charakteristiky jednotlivých náhodných veličin. Mezi tyto charakteristiky patří výběrové průměry \bar{x} a \bar{y} a výběrové rozptyly s_X^2 a s_Y^2 , které se vypočtou pomocí následujících vzorců:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i, \quad s_X^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot \bar{x}^2 \right],$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i, \quad s_Y^2 = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n y_i^2 - n \cdot \bar{y}^2 \right].$$

Výběrové směrodatné odchylky s_X a s_Y se určí z výběrových rozptylů jejich odmocněním.

Dále se vypočte výběrový koeficient korelace r_{XY} pomocí vzorce:

$$r_{XY} = \frac{\text{cov}(X, Y)}{s_X s_Y},$$

kde $\text{cov}(X, Y)$ je výběrová kovariance, která se vypočte následovně:

$$\text{cov}(X, Y) = \frac{1}{n-1} \left[\sum_{i=1}^n x_i y_i - n \cdot \bar{x} \bar{y} \right].$$

Nejdůležitější vlastnosti koeficientu korelace:

1. Koeficient korelace je bezrozměrný a nezáleží na pořadí náhodných veličin X a Y , tj. $r_{XY} = r_{YX}$.
2. Koeficient korelace je normován a jeho absolutní hodnota nepřevyší číslo 1, tj. $|r_{XY}| \leq 1$.
3. Veličiny X a Y jsou s pravděpodobností rovnou 1 lineárně závislé právě tehdy, když $|r_{XY}| = 1$.

4. Rozeznávají se tři varianty stochastické závislosti mezi náhodnými veličinami X a Y :
 - a) Náhodné veličiny X a Y jsou kladně korelovány – pro velké (malé) hodnoty náhodné veličiny lze očekávat velké (malé) hodnoty druhé náhodné veličiny.
 - b) Náhodné veličiny X a Y jsou záporně korelovány – pro velké (malé) hodnoty náhodné veličiny lze očekávat malé (velké) hodnoty druhé náhodné veličiny.
 - c) Náhodné veličiny X a Y jsou nekorelované (nulová korelace) – mezi náhodnými veličinami X a Y není lineární stochastická závislost (muže ovšem existovat závislost jiného typu).
5. Pokud se provede lineární transformace s některou z náhodných veličin X resp. Y , potom se absolutní hodnota koeficientu korelace nezmění.³⁷

Test nezávislosti dvou kvantitativních znaků

Slouží k posouzení, zda náhodné veličiny X a Y jsou stochasticky závislé, kdy se testuje významnost výběrového koeficientu korelace vůči nule.

Dle obecného postupu testování statistických hypotéz se stanovuje nulová hypotéza, kdy koeficient korelace je roven nule a hypotéza alternativní, kdy koeficient korelace je různý od nuly. V testu se používá následující statistika (testové kritérium):

$$T = \frac{r_{XY}\sqrt{n-2}}{\sqrt{1-r_{XY}^2}},$$

která má Studentovo rozdělení o $n - 2$ stupních volnosti, kde $n \geq 3$. Dále, dle zvolené hladiny významnosti a kritického oboru, se formulují závěry.

³⁷ KROPÁČ, J.: *STATISTIKA A, Náhodné jevy, Náhodné veličiny, Náhodné vektory, Indexní analýza, Rozhodování za rizika*. RNDr. Jiří Kropáč, 2006. 157 s. ISBN 80-214-3194-6

Dvojměrný datový soubor kvalitativních znaků

Dvojměrným datovým soubor kvalitativních znaků se rozumí situaci, kdy jejich hodnoty jsou vyjádřeny slovně.

Jestliže výsledek pozorování resp. experimentu je slovně popsán či zařazen do jedné z několika vzájemně se vylučujících kategorií, hovoří se o experimentu s kvalitativní odpovědí. V jednom experimentu je možno současně sledovat dvě nebo více kvalitativních odpovědí, podobně jako lze v jednom experimentu měřit či pozorovat dvě nebo i více náhodných veličin. Výsledek celého experimentu je možno shrnout do tzv. *kontingenční tabulky*, viz obrázek č. 3.

Obrázek č. 3: Kontingenční tabulka

$A \setminus B$	B_1	B_2	\dots	B_s	$n_{i\cdot}$
A_1	n_{11}	n_{12}	\dots	n_{1s}	$n_{1\cdot}$
A_2	n_{21}	n_{22}	\dots	n_{2s}	$n_{2\cdot}$
\dots	\dots	\dots	\dots	\dots	\dots
A_r	n_{r1}	n_{r2}	\dots	n_{rs}	$n_{r\cdot}$
$n_{\cdot j}$	$n_{\cdot 1}$	$n_{\cdot 2}$	\dots	$n_{\cdot s}$	n

Zdroj: KROPÁČ, J. *STATISTIKA B, Jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, Regresní analýza, Časové řady*, str. 69

Z obrázku je patrné, že tabulka je dvojměrná. V záhlaví jsou varianty jednoho znaku (B_1, B_2, \dots, B_s), v levém sloupci pak varianty druhého znaku (A_1, A_2, \dots, A_r). V jednotlivých políčkách tabulky jsou tzv. simultánní (n_{ij}) četnosti, které značí počet experimentů, při kterých byla odpověď na znak A z kategorie A_i a současně odpověď na znak B z kategorie B_j . V posledním sloupci kontingenční tabulky jsou řádkové součty $n_{i\cdot} = \sum_{j=1}^s n_{ij}$. Ty označují celkový počet opakování, při kterých se vyskytla i-tá kategorie znaku A. V posledním řádku tabulky jsou sloupcové součty $n_{\cdot j} = \sum_{i=1}^r n_{ij}$, které označují celkový počet opakování, při kterých se vyskytla j-tá kategorie znaku B. (Tečka v symbolu $n_{i\cdot}$ značí, že hodnoty n_{ij} se sčítají po řádcích, tečka v symbolu $n_{\cdot j}$ značí, že hodnoty n_{ij} se sčítají po sloupcích.) Tyto řádkové resp. sloupcové součty se

nazývají marginální četnosti. Poměr četnosti a počtu opakování n , udává odhady simultánních pravděpodobností \hat{p}_{ij} nebo marginálních pravděpodobností \hat{p}_i a \hat{p}_j .

Test nezávislosti v kontingenční tabulce

Cílem testu je zjištění, zda příslušné dva znaky jsou mezi sebou závislé či ne a v případě, že se závislost testem prokáže, jak je tato závislost silná. Fáze procesu testování se shodují s obecným postupem testování statistických hypotéz a jsou popsány dále.

1. Nulová hypotéza nezávislosti kvantitativních znaků se formuluje ve tvaru

$$H: p_{ij} = p_i \cdot p_j; \quad i = 1; 2; \dots; r; \quad j = 1; 2; \dots; s;$$

což značí, že součin marginálních pravděpodobností z určitého řádku a určitého sloupce kontingenční tabulky je roven simultánní pravděpodobnosti v jejich průsečíku a to pro všechny kombinace řádkových a sloupcových indexů i a j .

Alternativní hypotéza \bar{H} je formulovaná ve tvaru $\bar{H} : p_{ij} \neq p_i \cdot p_j$, říká, že pro některé dvojice $i; j$ uvedená rovnost neplatí.

2. Jako testové kritérium se používá statistika:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \frac{(n_{ij} - n\hat{p}_{ij})^2}{n\hat{p}_{ij}},$$

kde $\hat{p}_{ij} = \hat{p}_i \cdot \hat{p}_j$, přičemž $\hat{p}_i = n_{i.}/n$ a $\hat{p}_j = n_{.j}/n$ jsou odhady marginálních pravděpodobností, má asymptoticky Pearsonovo rozdělení s počtem stupňů volnosti $(r-1)(s-1)$.

3. Kritický obor W_α pro zvolenou hladinu významnosti α je:

$$W_\alpha = \{\chi^2 : \chi^2 \geq \chi^2_{(r-1)(s-1)}(1-\alpha)\}.$$

4. Je-li realizovaná hodnota testového kritéria v kritickém oboru, zamítá se na $100\alpha\%$ -ní hladině významnosti nulová hypotéza a přijímá se hypotéza alternativní.

Sílu závislosti statistických znaků je možno určit pomocí *Cramérova koeficientu kontingence*:

$$V = \sqrt{\frac{\chi^2}{n(m-1)}}$$

kde χ^2 je použitá testovací statistika a m je menší z obou čísel r a s . Cramérův koeficient kontingence je roven nule v případě úplné nezávislosti testovaných znaků, při jejich úplné závislosti je roven jedné. V ostatních případech nabývá hodnot v intervalu (0;1), přičemž vyšší hodnota tohoto koeficientu odpovídá při stejných hodnotách n , r a s těsnější závislosti těchto znaků.³⁸

³⁸ KROPÁČ, J.: *STATISTIKA B, Jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, Regresní analýza, Časové řady*. RNDr. Jiří Kropáč, 2007. 155 s. ISBN 80-214-3295-0

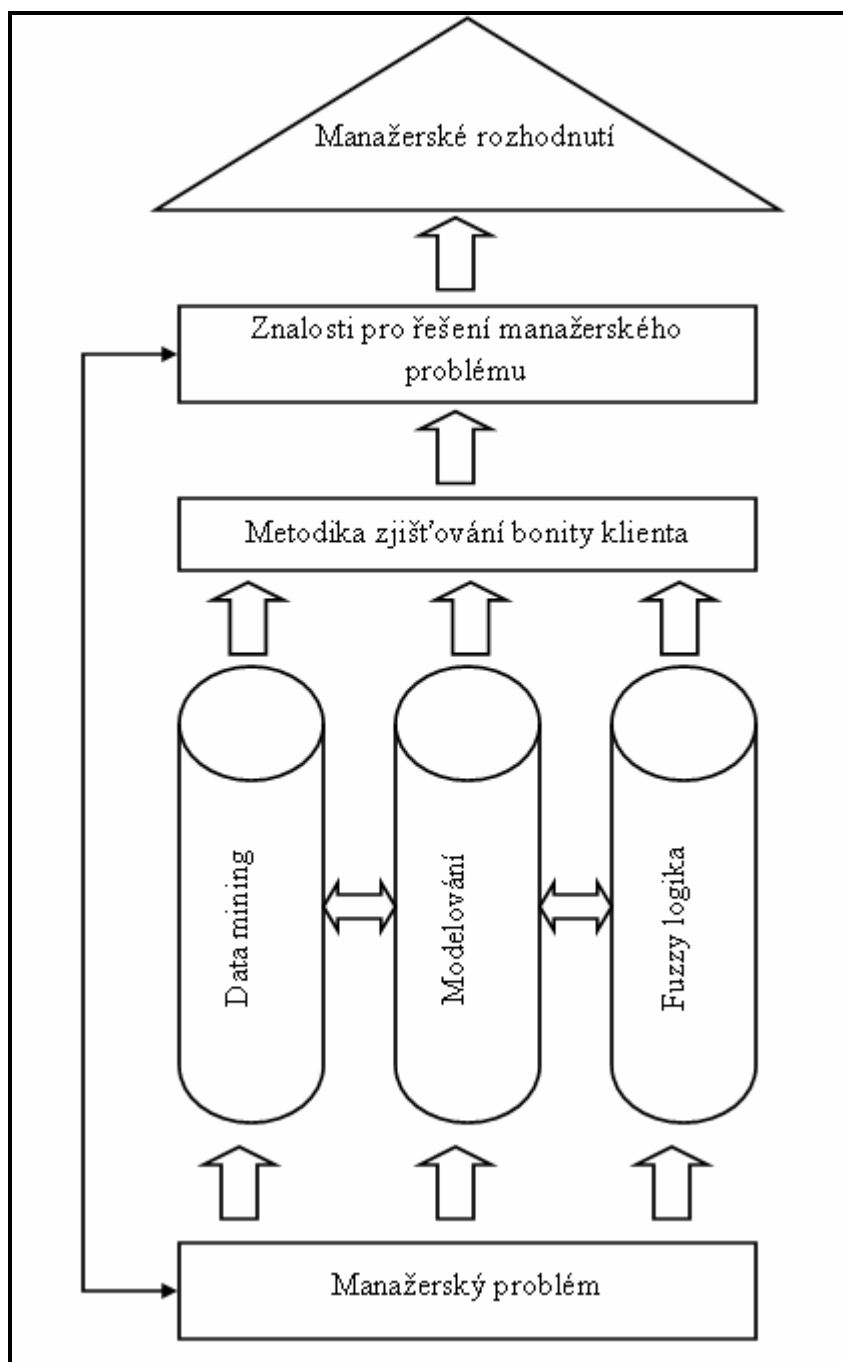
5 Řešení a výsledky disertační práce

5.1 Průběh řešení

Vlastní řešení a výsledky jsou klíčovou částí disertační práce. První fáze řešení byla spojena s aktivitami získávání poznatku o dané problematice, zejména studiem sekundárních zdrojů. Primární výzkum byl realizován v České pojišťovně a.s. s cílem získání vstupních (reálných) dat, provedení analýzy současného stavu řešené problematiky a načerpání námětů a doporučení odborníků pracujících v dané oblasti.

Naplnění hlavního cíle disertační práce představovalo vzájemné skloubení několika výzkumných metod. Pilíře rozhodovacího procesu představuje problematika data miningu, modelování a fuzzy logika. Vzájemnou aplikací všech aspektů, poskytne informace a znalosti potřebné k řešení uvedené problematiky. Tato skutečnost je názorně popsána pomocí schématu č. 6.

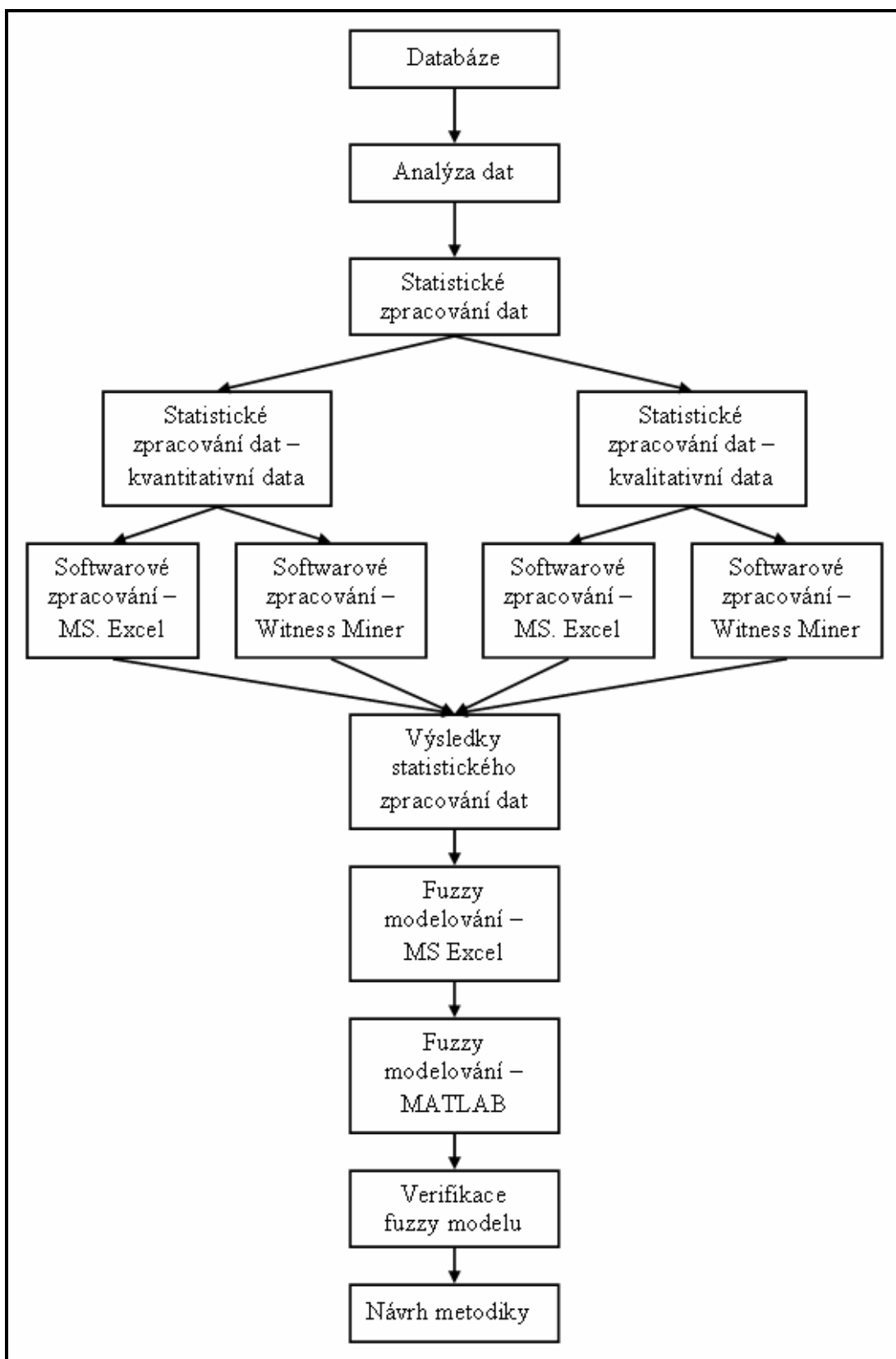
Schéma č. 6: Pilíře disertační práce



Zdroj: vlastní zdroj

Celkový logicky navazující postup vědecko-výzkumné práce přehledně znázorňuje schéma č.7.

Schéma č. 7: Proces vědecko-výzkumné činnosti



Zdroj: vlastní zdroj

5.2 Identifikace dat

Data, jako základní stavební kámen, při zjišťování bonity klienta byla získána ze dvou zdrojů. Interními zdroji bude chápána databáze příslušné pojišťovny, externími zdroji se rozumí databáze veřejné.

Jako každý podnikatelský subjekt, tak i Česká pojišťovna si shromažďuje informace o svých klientech. Interní databáze tohoto charakteru jsou cenným materiálem pro manažerské rozhodování a pro stanovení podnikové strategie.

K řešení zadaného cíle práce bylo využito interní databáze České pojišťovny, ovšem z důvodu neumožněného přístupu k centrální celorepublikové databázi, bylo využito lokální databáze z regionu jižní Čechy. Pro naplnění cíle práce byla tato databáze postačující a zdrojová data z ní plynoucí, věrně respektovala skutečnou realitu a postačovala jako vstupní data do navrhovaného modelu.

Získaná data se týkala zemědělského pojištění v regionu jižní Čechy. Předmětem zkoumání byly právnické osoby, přičemž informace, které byly z databáze dostupné měly následující parametry:

- název pojištěného subjektu,
- údaje o pojistných rizicích,
 - pojištění majetku (Kč),
 - pojištění odpovědnosti (Kč),
 - pojištění motorových vozidel (Kč),
 - pojištění plodin v členění na jednotlivé plodiny (Kč) a velikosti oseté plochy (ha): olejnin, okopaniny, luskoviny, obiloviny, pícniny,
 - pojištění hospodářských zvířat v členění na jednotlivé zvířata (Kč) a počet zvířat (ks): skot, prasata, drůbež, ovce,
- propojištěnost (%),
- celkové přijaté pojistné (Kč),
- celkové vyplacené pojistné (pojistné události) (Kč),
- začátek pojištění (roky).

Pozn.: Údaje z databází se liší v závislosti na pojistném programu.

K datům získaných z databáze pojišťovny byly doplněny další data. Tato data byla čerpána z externích databází. Konkrétně se jednalo o využití obchodního rejstříku – sbírky listin, kde podnikatelské subjekty elektronicky zveřejňují výroční zprávy, účetní výkazy včetně příloh a ostatní dokumenty. Z tohoto zdroje byly získány následující informace:

- právní forma společnosti,
- umístění podnikatelského subjektu,
- údaje z účetních výkazů.

Interní a externí data v původním obsahu jsou uvedeny v příloze č. 1, která je součástí této práce.

Základní data získaná z obou databází byla, pro následnou analýzu, nejprve sumarizována a rozšířena o nové parametry získané ze základních dat.

Původní data z interní databáze měla po transformaci následující strukturu:

- pořadové číslo klienta,
- celkové přijaté pojistné (Kč),
- celkové vyplacené pojistné (Kč),
- propojištěnost (%)
- škodní procento (%)
- délka pojištění (roky).

Z finančních výkazů získaných z externí databáze byly vypočteny základní poměrové ukazatele finanční analýzy. Tyto ukazatele byly dále podrobeny zkoumání závislosti vůči bonitě klienta. Po sumarizaci a dopočítání poměrových ukazatelů byly k dispozici následující údaje (sumarizovaná data jsou uvedena v příloze č. 2):

- právní forma,
- umístění,
- základní kapitál,
- hospodářský výsledek,
- likvidita,
- zadluženost.

Pro úplnost je v dalším textu stručně vysvětlena charakteristika vybraných poměrových ukazatelů finanční analýzy, které vstupují do rozhodovacího fuzzy modelu, včetně uvedení vztahu pro výpočet.

Ukazatel likvidity

Analýza likvidity zkoumá schopnost podniku hradit krátkodobé závazky. Likviditou se rozumí schopnost podniku přeměnit majetek na prostředky, jež je možné použít na úhradu závazků. Problém likvidnosti majetku je spojen s určitými stupni, kdy finanční majetek je řazen do prvního stupně a hovoříme likvidním majetku v pravém slova smyslu. Do druhého stupně jsou řazeny pohledávky za odběrateli, jež se dále člení dle lhůty splatnosti do kategorií. Zásoby hotových výrobků a zboží spadají do třetího stupně likvidnosti majetku. Zde se hovoří o nízkém stupni likvidity a u rozpracované výroby je tato likvidita prakticky nulová. Obecným tvarem ukazatele likvidity je možno chápat poměr mezi tím „čím je možno platit“ a „co je nutno platit“.

Pro analýzu byla použita pohotová likvidita (likvidita 2. stupně), která je definována jako poměr oběžných aktiv ponížených o hodnotu zásob a krátkodobých závazků.

Ukazatel zadluženosti

Udává vztah mezi cizími zdroji a kapitálem, nebo jejich složkami. Zadluženost není pouze negativní charakteristikou firmy. Její růst může přispět k růstu rentability (ukazatel, který poměruje zisk získaný podnikáním s vyšší zdrojů podniku, jichž bylo užito k jeho dosažení) vlivem působení finanční páky. Finanční pákou se rozumí poměr mezi celkovými aktivy a vlastním kapitálem. Zvyšuje však riziko finanční nestability.³⁹

Pro analýzu byl použit ukazatel celkové zadluženosti. Jedná se o poměrový ukazatel cizích zdrojů a celkových aktiv.

³⁹ KONEČNÝ, M, *Podniková ekonomika*. Brno: FP VUT v Brně, 2003.184 s. ISBN 80-214-2304-8

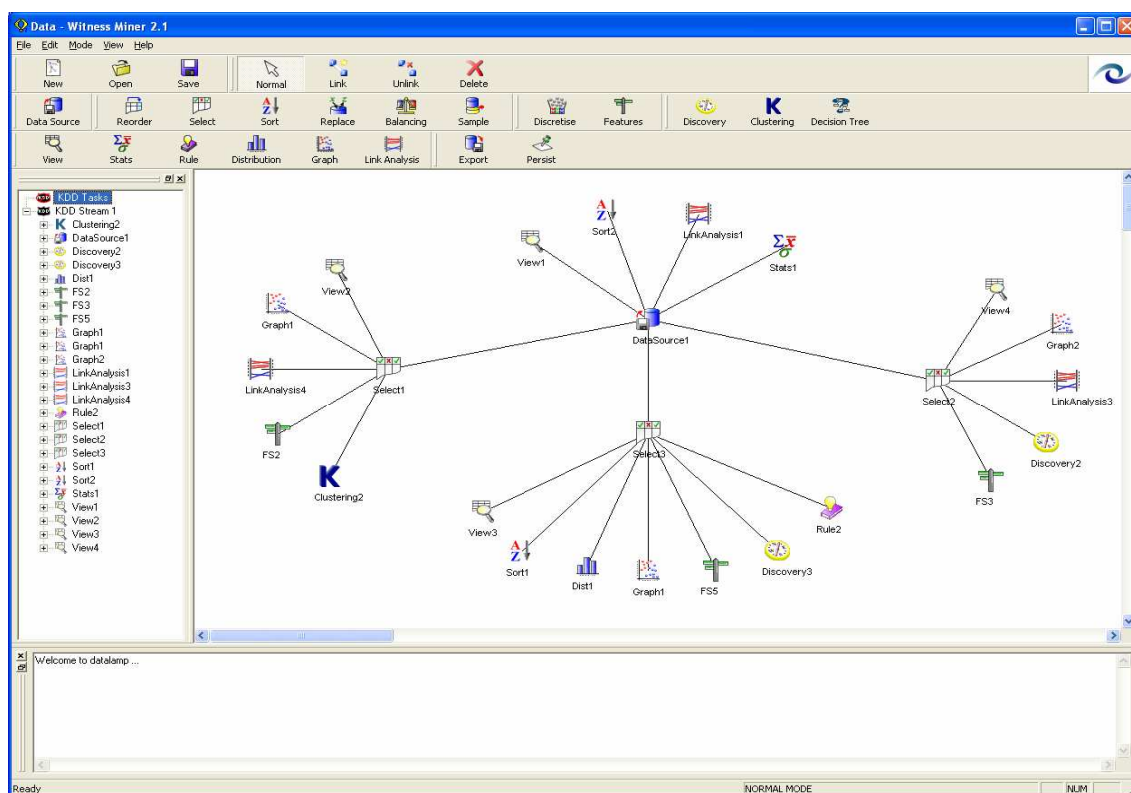
5.3 Analýza dat

Analýza získaných dat představuje jednu z nejobtížnějších činností skládajících se z několika etap a využívající nejrůznějších, zejména statistických, metod.⁴⁰

Pro počáteční analýzu a zpracování dat byl použit software Witness Miner od společnosti Lanner Group Ltd. Witness Miner je grafický nástroj, který podporuje všechny etapy KDD (Knowledge Discovery in Databases) procesu.

Při analýze dat, byly využity příslušné nástroje data miningu programu Witness Miner. Konkrétně použité nástroje a jejich propojení se zdrojem dat je znázorněno na obrázku č. 4.

Obrázek č. 4: Obrazovka software Witness Miner s použitými nástroji data miningu



Zdroj: vlastní zdroj

⁴⁰ Problematika data miningu byla autorem publikována v několika pracích. Nejdůležitější z nich, vztahující se k řešené problematice, jsou uvedeny níže:

DOSKOČIL, R. Data mining jako nástroj při zjišťování bonity klienta. In *Jak úspěšně podnikat v příhraničních regionech jihovýchodní Moravy. IV. Mezinárodní konference*. Kunovice: Evropský polytechnický institut, s.r.o., 2008. s. (5 s.) ISBN: 978-80-7314-145-5.

DOSKOČIL, R. Data mining jako nástroj při řízení rizik. In *MANAGEMENT, ECONOMICS AND BUSINESS DEVELOPMENT IN THE NEW EUROPEAN CONDITIONS*. Brno: Akademické nakladatelství Cerm, s.r.o., 2008. ISBN: 978-80-7204-582-2.

Vstupní proměnné získané z interní databáze pojišťoven byly pro potřeby fuzzy modelu transformovány. Jejich stručná charakteristika je uvedena v dalším textu práce.

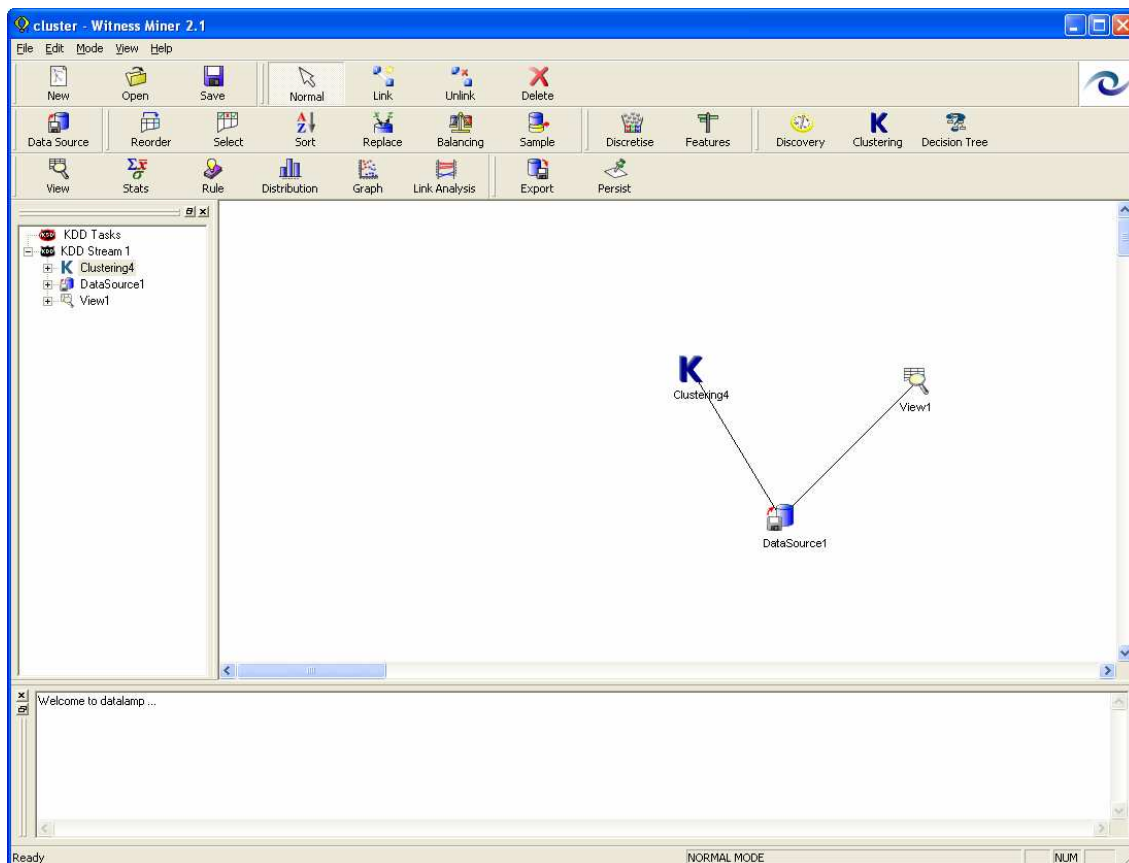
Škodní procento

Proměnná škodní procento zaujímá v hodnocení bonity klienta stěžejní roli. Škodní procento je poměrový ukazatel vyplacené pojistné ku přijatému pojistnému. Po vynásobení stem dostáváme hodnotu v procentním vyjádření.

Umístění

Proměnná umístění charakterizuje geografické umístění daného podnikatelského subjektu. Z poskytnuté databáze bylo analyzováno deset okresů především z jihočeského kraje a kraje Vysočina. Pro potřeby vstupu do rozhodovacího fuzzy modelu byla tato proměnná transformována. Transformací je chápáno vytvoření shluků (klastřů) za pomoci shlukové analýzy. Praktická aplikace byla provedena v software Witness Miner a parametry shluků byly rozloha okresu (km²) a rozloha zemědělské půdy (ha) v okrese. Obrázek č. 5 zobrazuje propojení vstupní databáze s nástrojem klastrování (*Clustering*) a s nástrojem zobrazení dat (*View*).

Obrázek č. 5: Obrazovka software Witness Miner s použitým nástrojem klastrování



Zdroj: vlastní zdroj

Byly zvoleny tři shluky, což odpovídalo třem atributům (nízká koncentrace, střední koncentrace a vysoká koncentrace) proměnné umístění. Data byla čerpána ze statistických ročenek viz příloha č. 4 Výsledky shlukové analýzy popisuje následující obrázek č. 6.

Obrázek č. 6: Výsledky shlukové analýzy

Clustering Report			
kraje.csv [3 fields x 10 records]			
	Cluster0	Cluster1	Cluster2
Total Records in Cluster:	2	7	1
Mean Distance to Centroid:	119.66	178.87	0.00
Most Typical Record (distance):	1 (30.59)	2 (70.88)	10 (0.00)
Least Typical Record (distance):	3 (208.73)	5 (201.73)	0 (0.00)
okres			
<i>ck</i>	1	0	0
<i>cb</i>	0	1	0
<i>jh</i>	1	0	0
<i>pe</i>	0	1	0
<i>pi</i>	0	1	0
<i>st</i>	0	1	0
<i>ta</i>	0	1	0
<i>ji</i>	0	1	0
<i>tr</i>	0	1	0
<i>zr</i>	0	0	1
rozloha			
	1636.75	1305.68	1579.00
<i>Min</i>	1615.00	1032.00	1579.00
<i>Max</i>	1944.00	1638.00	1579.00
počet_firem			
	542.00	683.47	1367.00
<i>Min</i>	381.00	427.00	1367.00
<i>Max</i>	737.00	931.00	1367.00

Zdroj: vlastní zdroj

Z výsledků klastrování vyplývají následující závěry: Do shluku s vysokou koncentrací (cluster 2) spadá pouze okres ZR. Do shluku se střední koncentrací (cluster 1) spadají okresy CB, PE, PI, ST, TA, JI, TR. Do shluku s nízkou koncentrací (cluster 0) spadají okresy CK, JH.

Délka pojištění

Proměnná délka pojištění byla pro potřeby fuzzy modelu nadefinována třemi atributy. Krátká doba pojištění je uvažována do 5 let od počátku pojištění. Střední doba pojištění v intervalu od 5 do 10 let. Dlouhá doba pojištění nad 10 let. Délkou pojištění je souhrnně chápána délka v letech po kterou je daný subjekt klientem pojišťovny. Nezkoumá se délka konkrétní pojistné smlouvy.

Propojištěnost

Pro potřeby modelu byla tato proměnná definována třemi atributy. Kompletní propojištěnost, dosahovala-li úrovně 100 – 70%. Průměrná propojištěnost, kdy procento se pohybovalo v intervalu 70 – 40% a podprůměrná propojištěnost, kdy procentní propojištěnost byla nižší než 40%.

Vstupní proměnné získané z externí databáze byly pro potřeby fuzzy modelu rovněž transformovány, dle jejich povahy a stručně vysvětleny.

Změna hospodářského výsledku

Hospodářský výsledek byl posuzován jako dynamická proměnná, kdy jde o zjištění jeho vývoje v letech. Z účetních výkazů byly k dispozici dvě účetní období, tudíž bylo možno sledovat trend daného ukazatele. Pro potřeby modelu byla proměnná změna hospodářského výsledku definována třemi atributy. Atribut stagnace, přičemž změna $\pm 10\%$ byla považována za stagnaci. Atribut růst prezentoval změnu, kdy se hospodářský výsledek v letech zvýšil o více jak 10%. Atribut pokles byl definován jako pokles hospodářského výsledku o více jak 10%.

Změna likvidity

Změna likvidity byla posuzována rovněž dynamicky. Podstatné bylo určení trendu této proměnné. K dispozici byly výsledky dvou účetních období a pro potřeby modelu byly definovány tři atributy, růst, stagnace, pokles. Stagnace byla uvažována tehdy, jestliže změna ukazatele nepřevýšila hladinu $\pm 10\%$. Růst nastal v momentě, kdy změna byla vyšší jak 10%. Pokles likvidity byl v případě, kdy změna dosahovala hodnoty nižší než 10%.

Z testu vyplývá (tabulka č. 11), že testové kritérium leží v kritickém oboru, tudíž se zamítá nulová hypotéza a přijímá se hypotéza alternativní, přičemž je možné se mýlit v pěti procentech případů. Konkrétně z testu plyne, že škodní procento má vliv na bonitu klienta, a proto bude vstupem do budoucího modelu.

5.3.2 Statistické analyzování dat – kvalitativní proměnné

Zjišťování závislostí mezi kvalitativními proměnnými bylo realizováno pomocí statistických metod s využitím aparátu testování hypotéz. Testování jednotlivých znaků částečně prezentují následující tabulky. Detailní testy jsou uvedeny v přílohách č. 9, 10, 11, 12, 13.

I. Test nezávislosti kvalitativních znaků bonita – umístění

Znak A:	bonita klienta
Znak B:	umístění
Počet variant znaku A:	5
Počet variant znaku B:	10
Koeficient spolehlivosti	0,95

Tabulka č. 12: Kontingenční tabulka (bonita – umístění)

	CK	CB	JH	PE	PI	ST	TA	JI	TR	ZR	Součty
výborný	4	3	1	3	1	2	0	1	3	3	21
velmi dobrý	0	3	2	4	3	5	5	0	0	3	25
dobrý	0	1	0	0	1	1	2	0	2	2	9
nevyhovující	1	0	5	3	2	1	0	1	0	1	14
rozhodně nevyhovující	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	5
Součty	7	7	8	10	8	9	7	3	6	9	74

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 12 byla získána z původních dat, za pomoci software Witness Miner s využitím nástroje „Stats“ Tabulka prezentuje četnosti výskytu statistických znaků bonita a umístění.

Tabulka č. 13: Výsledek testu nezávislosti (bonita – umístění)

Nulová hypotéza: znaky A a B jsou nezávislé	
Hodnota testového kritéria χ^2 =	51.560
Kritická hodnota $\chi^2_{(r-1)(c-1)}$ =	50.998
Výpočet Cramérova koeficientu kontingence	$V = 0.417$
Závěr testu:	Hypotézu zamítáme

Zdroj: vlastní zdroj

Z testu je patrné (tabulka č. 13), že testové kritérium leží v kritickém oboru, tudíž se zamítá nulová hypotéza a přijímá se hypotéza alternativní, přičemž je možné se mýlit v pěti procentech případů. Konkrétně z testu plyne, že umístění má vliv na bonitu klienta, a proto tato proměnná bude vstupem do budoucího modelu.

II. Test nezávislosti kvalitativních proměnných bonita – právní forma

Znak A:	bonita klienta
Znak B:	právní forma
Počet variant znaku A:	5
Počet variant znaku B:	3
Koeficient spolehlivosti	0,95

Tabulka č. 14: Kontingenční tabulka (bonita – právní forma)

	s.r.o.	a.s.	družstvo	Součty
výborný	7	10	4	21
velmi dobrý	6	11	8	25
dobrá	0	5	4	9
nevyhovující	6	7	1	14
rozhodně nevyhovující	4	1	0	5
Součty	23	34	17	74

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 14 byla získána z původních dat, za pomoci software Witness Miner. Tabulka prezentuje četnosti výskytu statistických znaků bonita a právní forma.

Tabulka č. 15: Výsledek testu nezávislosti (bonita – právní forma)

Nulová hypotéza: znaky A a B jsou nezávislé	
Hodnota testového kritéria χ^2 =	14.216
Kritická hodnota $\chi^2_{(r-1)(c-1)}$ =	15.507
Výpočet Cramérova koeficientu kontingence	$V = 0.310$
Závěr testu:	Hypotézu přijímáme

Zdroj: vlastní zdroj

Z testu je patrné (tabulka č. 15), že testové kritérium neleží v kritickém oboru, tudíž se přijímá nulová hypotéza a zamítá se hypotéza alternativní. Konkrétně z testu plyne, že právní forma nemá vliv na bonitu klienta, a proto tato proměnná nebude vstupem do budoucího modelu.

III. Test nezávislosti kvalitativních proměnných bonita – hospodářský výsledek

Znak A:	bonita klienta
Znak B:	hospodářský výsledek
Počet variant znaku A:	5
Počet variant znaku B:	5
Koeficient spolehlivosti	0,95

Tabulka č. 16: Kontingenční tabulka (bonita – hospodářský výsledek)

	velké zlepšení	zlepšení	stagnace	zhoršení	velké zhoršení	Součty
výborný	1	3	7	7	0	18
velmi dobrý	3	9	3	7	0	22
dobrá	0	7	0	2	0	9
nevyhovující	1	9	0	3	1	14
rozhodně nevyhovující	1	0	0	2	0	3
Součty	6	28	10	21	1	66

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 16 byla získána z původních dat, za pomoci software Witness Miner. Tabulka prezentuje četnosti výskytu statistických znaků bonita a hospodářský výsledek.

Tabulka č. 17: Výsledek testu nezávislosti (bonita – hospodářský výsledek)

Nulová hypotéza: znaky A a B jsou nezávislé	
Hodnota testového kritéria χ^2 =	28.436
Kritická hodnota $\chi^2_{(r-1)(c-1)}$ =	26.296
Výpočet Cramérova koeficientu kontingence	$V = 0.328$
Závěr testu:	Hypotézu zamítáme

Zdroj: vlastní zdroj

Z testu je patrné (tabulka č. 17), že testové kritérium leží v kritickém oboru, tudíž se zamítá nulová hypotéza a přijímá se hypotéza alternativní, přičemž je možné se mýlit v pěti procentech případů. Konkrétně z testu plyne, že hospodářský výsledek má vliv na bonitu klienta, a proto tato proměnná bude vstupem do budoucího modelu.

IV. Test nezávislosti kvalitativních proměnných bonita – zadluženost

Znak A:	bonita klienta
Znak B:	zadluženost
Počet variant znaku A:	5
Počet variant znaku B:	4
Koeficient spolehlivosti	0,95

Tabulka č. 18: Kontingenční tabulka (bonita – zadluženost)

	velmi roste	roste	stagnace	klesá	Součty
výborný	0	2	6	10	18
velmi dobrý	1	5	9	7	22
dobrá	1	3	4	1	9
nevyhovující	2	3	5	4	14
rozhodně nevyhovující	0	0	1	2	3
Součty	4	13	25	24	66

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 18 byla získána z původních dat, za pomoci software Witness Miner. Tabulka prezentuje četnosti výskytu statistických znaků bonita a zadluženost.

Tabulka č. 19: Výsledek testu nezávislosti (bonita – zadluženost)

Nulová hypotéza: znaky A a B jsou nezávislé	
Hodnota testového kritéria χ^2 =	10.341
Kritická hodnota $\chi^2_{(r-1)(c-1)}$ =	21.026
Výpočet Cramérova koeficientu kontingence	$V = 0.229$
Závěr testu:	Hypotézu přijímáme

Zdroj: vlastní zdroj

Z testu je patrné (tabulka č. 19), že testové kritérium neleží v kritickém oboru, tudíž se přijímá nulová hypotéza a zamítá se hypotéza alternativní. Konkrétně z testu plyne, že zadluženost nemá vliv na bonitu klienta, a proto tato proměnná nebude vstupem do budoucího modelu.

V. Test nezávislosti kvalitativních proměnných bonita – likvidita

Znak A:	bonita klienta
Znak B:	likvidita
Počet variant znaku A:	5
Počet variant znaku B:	5
Koeficient spolehlivosti	0,95

Tabulka č. 20: Kontingenční tabulka (bonita – likvidita)

	velmi roste	roste	stagnace	klesá	velmi klesá	Součty
výborný	1	9	6	2	0	18
velmi dobrý	0	12	5	5	0	22
dobrá	2	2	1	4	0	9
nevyhovující	1	4	1	2	6	14
rozhodně nevyhovující	0	1	0	1	1	3
Součty	4	28	13	14	7	66

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 20 byla získána z původních dat, za pomoci software Witness Miner. Tabulka prezentuje četnosti výskytu statistických znaků bonita a likvidita.

Tabulka č. 21: Výsledek testu nezávislosti (bonita – likvidita)

Nulová hypotéza: znaky A a B jsou nezávislé	
Hodnota testového kritéria χ^2 =	35.933
Kritická hodnota $\chi^2_{(r-1)(c-1)}$ =	26.296
Výpočet Cramérova koeficientu kontingence	$V = 0.369$
Závěr testu:	Hypotézu zamítáme

Zdroj: vlastní zdroj

Z testu je patrné (tabulka č. 21), že testové kritérium leží v kritickém oboru, tudíž se zamítá nulová hypotéza a přijímá se hypotéza alternativní, přičemž je možné se mýlit v pěti procentech případů. Konkrétně z testu plyne, že likvidita má vliv na bonitu klienta, a proto tato proměnná bude vstupem do budoucího modelu.

5.3.3 Výsledky statistického zpracování dat

Závěry statistického zpracování dat jsou důležitým faktorem pro tvorbu následného rozhodovacího modelu. Dle prokázání či zamítnutí statistické závislosti budou buďto přijaty jako vstup do modelu či nikoliv. Váhu, kterou budou v modelu prezentovat bude odvozena od síly jejich závislosti vůči bonitě klienta.

Souhrnné výsledky statistického zpracování kvantitativních znaků prezentuje následující tabulka č. 22. Proměnné, které prokázaly závislost k bonitě klienta a kdy síla závislosti byla ověřena statistickým testem, jsou sestupně seřazeny dle míry dosažení hodnoty koeficientu korelace.

Tabulka č. 22: Souhrnné výsledky statistického zpracování kvantitativních dat

	Parametr	Koeficient korelace	Výsledek testu nezávislosti	Vstup do modelu
1)	Škodní procento	0,9393	Hypotézu zamítneme	Ano
2)	Propojištěnost	-0,2506	Hypotézu zamítneme	Ano
3)	Délka pojištění	0,3799	Hypotézu zamítneme	Ano
4)	Základní kapitál	-0,0317	Hypotézu přijmeme	Ne

Zdroj: vlastní zdroj

Souhrnné výsledky statistického zpracování kvalitativních znaků prezentuje tabulka č. 23. Proměnné, které prokázaly závislost k bonitě klienta a kdy síla závislosti byla ověřena statistickým testem, jsou sestupně seřazeny dle míry dosažení hodnoty Cramérova koeficientu.

Tabulka č. 23: Souhrnné výsledky statistického zpracování kvalitativních dat

	Parametr	Craméruv koeficient	Výsledek testu nezávislosti	Vstup do modelu
1)	Umístění	0,417	Hypotézu zamítneme	Ano
2)	Hospodářský výsledek	0,328	Hypotézu zamítneme	Ano
3)	Likvidita	0,369	Hypotézu zamítneme	Ano
4)	Právní forma	0,310	Hypotézu přijmeme	Ne
5)	Zadluženost	0,229	Hypotézu přijmeme	Ne

Zdroj: vlastní zdroj

Protože zjišťování závislostí jednotlivých proměnných na bonitu klienta je klíčovým úkolem pro dosažení stanoveného cíle, byla vstupní data seříděná statisticky a zpracována s využitím software. Souhrnné závěry plynoucí z software Witness Mineru dokazují, že v případě výpočtu koeficientu korelace bylo dosaženo stejného výsledku jako při klasickém postupu zpracování. Tuto skutečnost dokládají shodné hodnoty čísel uvedených v posledním sloupci tabulky č. 24.

Tabulka č. 24: Souhrnné výsledky stat. zpracov. kvantitativních dat – Witness Miner

#	Name	Index	% Missing	Correl
1	škodní_procento	3	0	0.939296
2	délka_pojištění	1	0	0.379853
3	propojištěnost	2	0	-0.250617
4	základní_kapitál	4	0	-0.0316722

Zdroj: vlastní zdroj

V případě zjišťování závislostí kvalitativních znaků (tabulka č. 25), software Witness Miner využívá jiné metody výpočtu (metoda teorie informace), a proto se vypočtené hodnoty liší s hodnotami zjištěnými z kontingenčních tabulek, konkrétně s Cramérovým koeficientem. Důležitá je ovšem skutečnost, že trendově se hodnoty shodují, a tudíž ověřují první způsob metody zjišťování závislostí mezi proměnnými.

Tabulka č. 25: Souhrnné výsledky stat. zpracov. kvalitativních dat – Witness Miner

#	Name	Index	% Missing	Info Based
1	umístění	2	0	0.582345
2	změna_likvidita	4	10.81	0.341869
3	změna_HV	3	10.81	0.301178
4	právní_forma	1	0	0.167908
5	změna_zadluženost	5	10.81	0.11587

Zdroj: vlastní zdroj

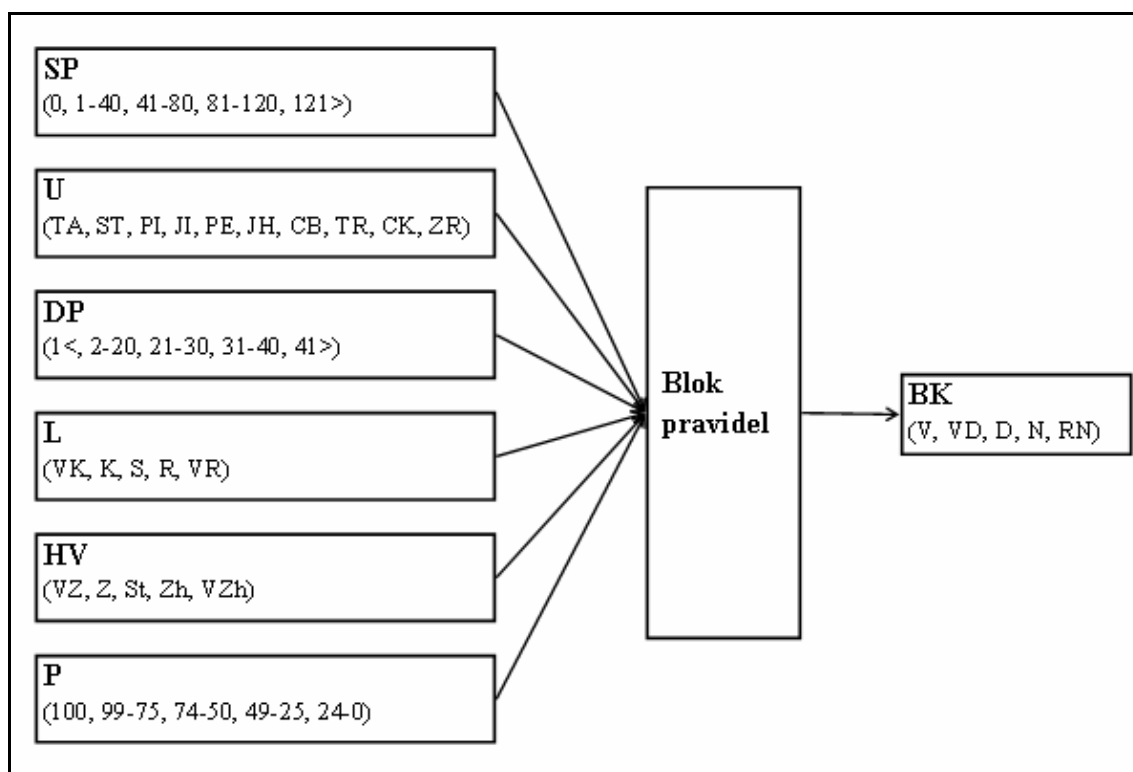
5.4 Tvorba fuzzy modelu

Tvora fuzzy modelu představuje klíčovou část metodiky zjišťování bonity klienta. Pro počáteční tvorbu modelu bylo využito modelování za pomoci MS Excel. V další etapě byl realizován fuzzy model s využitím software MATLAB, kde byl zpřesňován, testován a následně využíván.

Model byl vypracován ve dvou variantách (model č. I, model č. II), což vedlo k jeho zpřesňování a zkvalitňování.

Model č. I simuloval první situaci rozhodovacího modelu, kdy byl zaveden pouze jeden blok pravidel, do kterého vstupovalo všech šest vstupních proměnných (SP, U, DP, L, HV, P) s pěti nebo deseti atributy a vystupovala jedna výstupní proměnná s pěti atributy. Schéma fuzzy modelu je zobrazeno na následujícím schématu.

Schéma č. 8: Model č. I



Zdroj: vlastní zdroj

Symbole použité v modelu:

U – umístění

TA – tábor
 ST – Strakonice
 PI – Písek
 JI – Jihlava
 PE – Pelhřimov
 JH – Jindřichův Hradec
 CB – České Budějovice
 TR – Třebíč
 CK – Český Krumlov
 ZR – Žďár nad Sázavou

BK – bonita klienta

V – výborný
 VD – velmi dobrý
 D – dobrý
 N – nevyhovující
 RN – rozhodně nevyhovující

L – likvidita

VK – velmi klesá
 K – klesá
 S – stagnuje
 R – roste
 VR – velmi roste

HV – hospodářský výsledek

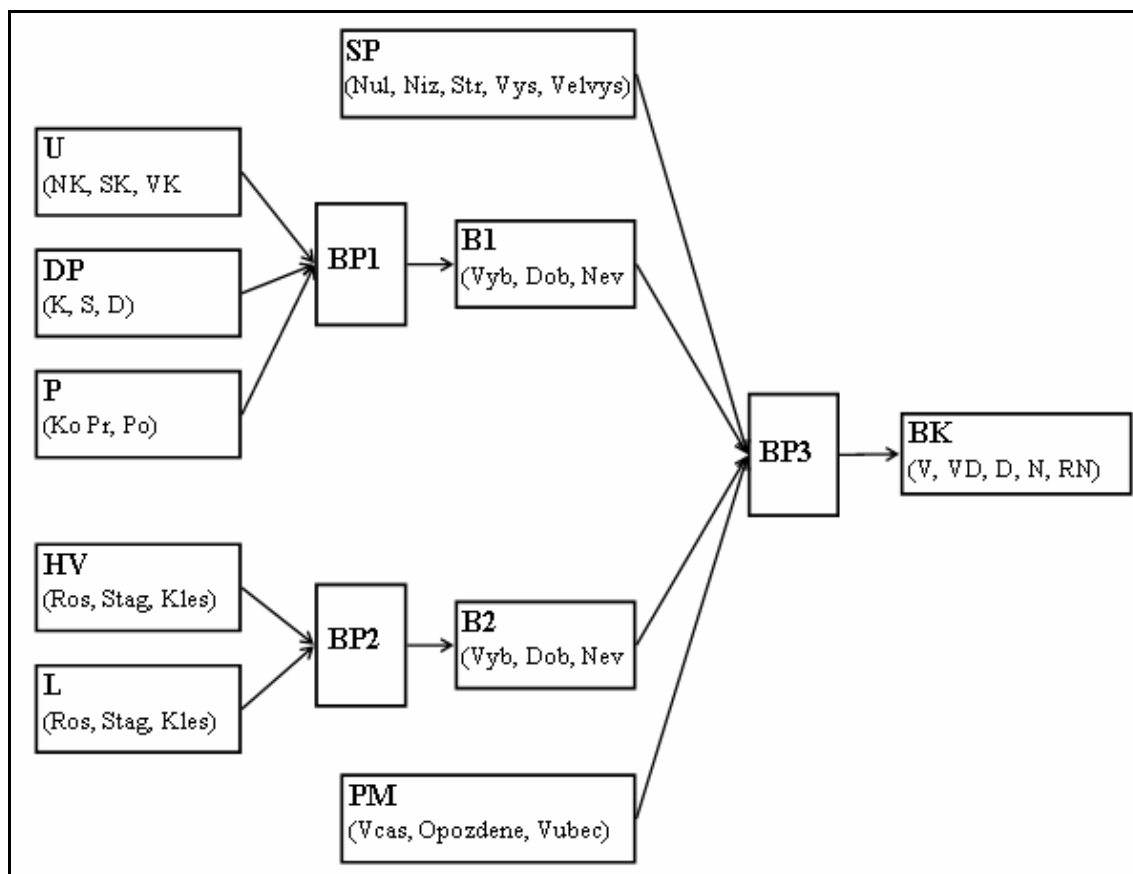
VZ – velké zlepšení
 Z – zlepšení
 St – stagnace
 Zh – zhoršení
 VZh – velké zhoršení

SP – škodní procento

DP – délka pojištění
 P – propojištěnost

Model č. II se od první varianty modelu zásadně liší. Vstupní proměnné byly rozděleny do kategorií podle své povahy. Model se skládá ze tří bloků pravidel. První blok pravidel vyhodnocuje situaci z pohledu pojistných proměnných – umístění, délka pojištění, propojištěnost, přičemž všechny proměnné jsou definovány třemi atributy. Druhý blok pravidel vyhodnocuje účetní ukazatele – změnu hospodářského výsledku, změnu likvidity. Tyto proměnné mají rovněž tři atributy. Třetí blok pravidel hodnotí výstupy z předchozích dvou bloků pravidel a navíc do něho vstupují proměnné škodní procento, s pěti atributy, a platební morálka se třemi atributy. Výstupní proměnná, bonita klienta, z celkového modelu je definována pěti atributy. Celkové schéma rozhodovacího fuzzy modelu prezentuje následující schéma č. 9.

Schéma č. 9: Model č. II



Zdroj: vlastní zdroj

Symbole použité v modelu:

BP1 – blok pravidel 1

U – umístění

NK – nízká koncentrace

SK – střední koncentrace

VK – vysoká koncentrace

P – propojištěnost

Ko – kompletní

Pr – průměrná

Po – podprůměrná

DP – délka pojištění

K – krátká

S – střední

D – dlouhá

BP2 – blok pravidel 2

HV – hospodářský výsledek

Ros – roste

Stag – stagnuje

Kles – klesá

L – likvidita

Ros – roste

Stag – stagnuje

Kles – klesá

BP3 – blok pravidel 3

SP – škodní procento

Nul – nulové

Niz – nízké

Str – střední

Vys – vysoké

Velvys – velmi vysoké

B1 – výstup bonity z BP1

Vyb – výborná

Dob – dobrá

Nev – nevyhovující

B2 – výstup bonity z BP2

Vyb – výborná

Dob – dobrá

Nev – nevyhovující

PM – platební morálka

Vcas – včas

Opozdene – opožděně

Vubec – vůbec

BK – bonita klienta

V – výborný

VD – velmi dobrý

D – dobrý

N – nevyhovující

RN – rozhodně nevyhovující

5.4.1 Modelování za využití MS EXCEL

Dle výše uvedených schémat byly realizovány dvě varianty rozhodovacího fuzzy modelu v prostředí MS Excel. Důvodem bylo zajištění počáteční struktury modelu a zjištění jeho funkčnosti, tedy orientační nastavení vah jednotlivým proměnným a jejich atributům, definování pravidel a odladění modelu. Právě v této jednoduchosti realizace modelu je skrytá síla, která ve formě poznatků byla zúročena při modelování prostředí MATLAB.

Pro potřeby modelování problému v MS Excel jsou zavedeny následující názvy matic. Vstupní stavová matice, Transformační matice a Výstupní matice. Popis jednotlivých matic a jejich konkrétní podoba je uvedena níže.

Model č. I:

Tabulka č. 26: Popis vstupní stavové matice

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	škodní procento	umístění	délka pojištění	změna likvidity	změna hosp. výsledku	propojištěnost
1	0	TA	>1	velmi klesá	velké zlepšení	100
2	1-40	ST	2 - 20	klesá	zlepšení	99-75
3	41-80	PI	21 - 30	stagnuje	stagnace	74-50
4	81-120	JL	31 - 40	roste	zhoršení	49-25
5	121>	PE	41 >	velmi roste	velké zhoršení	24-0
6		JH				
7		CB				
8		TR				
9		CK				
10		ZR				

Zdroj: vlastní zdroj

Vstupní stavová matice (tabulka č. 26) popisuje jednotlivé vstupní proměnné a počet jejich atributů u každé proměnné. Proměnné jsou vyjádřeny kvantitativně i kvalitativně, dle charakteru vstupních dat.

Tabulka č. 27: Transformační matice

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	škodní procento	umístění	délka pojištění	změna likvidity	změna hosp. výsledku	propojištěnost
1	60	10	0	4	6	0
2	45	9	2	5	5	2
3	30	8	5	9	4	3
4	15	7	7	6	3	4
5	3	6	10	2	2	5
6		5				
7		4				
8		3				
9		2				
10		1				
	60	10	10	9	6	5

Zdroj: vlastní zdroj

V transformační matici (tabulka č. 27) jsou definovány váhy jednotlivým vstupním proměnným a jejich atributům. Zde bylo využito informací vyplývajících ze statistického šetření, tzn. že váhy proměnným byly přiděleny dle síly závislosti dané proměnné na bonitu klienta.

Tabulka č. 28: Stavová matice

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	škodní procento	umístění	délka pojištění	změna likvidity	změna hosp. výsledku	propojištěnost
1	1	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	0	1
3	0	0	0	0	1	0
4	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	1	0	0
6	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0

Zdroj: vlastní zdroj

Stavová matice (tabulka č. 28) popisuje konkrétního klienta. Číslicí „1“ je u každé vstupní proměnné označena příslušná reálná situace daného klienta. Na ostatních pozicích v rámci jedné proměnné jsou uvedeny číslice „0“. Každá proměnná může obsahovat číslici „1“ pouze na jedné pozici. V případě, že by tomu tak nebylo, jedná se o chybně zadané vstupní proměnné. Tato skutečnost je proti vzniku uvedené

chyby ošetřena, pod každou Stavovou matici jakož i v následujících výpočtech, což je prezentováno v příslušných přílohách. Počet stavových matic, je shodný s počtem klientů (74 klientů), kteří tvořili vstupní databázi.

Tabulka č. 29: Výstupní matice

	Výpočet		Bonita klienta
1	100	72	výborný
2	71	57	velmi dobrý
3	56	46	dobrý
4	45	28	nevyhovující
5	27	0	rozhodně nevyhovující

Zdroj: vlastní zdroj

Výstupní matice (tabulka č. 29) převádí číselný údaj, reprezentující míru bonity klienta, na lingvistickou hodnotu. Výstupní proměnná je definována pěti atributy, což reprezentuje potřeby praxe.

Výpočet: 72.00
Výsledné hodnocení: výborný

Pro ukázkou byl vyhodnocen jeden z klientů (první v pořadí viz příloha č. 2), který dle vstupních proměnných dosahoval hodnoty skalárního součinu 72%, což se interpretuje jako výborná bonita klienta. V prostředí MS Excel se vypočte jako skalární součin transformační matice a stavové matice.

Model č. II:

Model č. II operuje se stejnými pojmy, jako model č. I. Jednotlivé matice jsou zde vysvětleny pouze ve stručnosti a pouze u prvního bloku pravidel (BP1). U ostatních bloků pravidel (BP2 a BP3) je interpretace příslušných matic stejná, tudíž již není uváděna.

Blok pravidel – BP1:*Tabulka č. 30: Popis vstupní stavové matice-B1*

	Umístění	Délka pojištění	Propojištěnost
1	nízká koncentrace	krátká	kompletní
2	střední koncentrace	střední	průměrná
3	vysoká koncentrace	dlouhá	podprůměrná

Zdroj: vlastní zdroj

Vstupní stavová matice (tabulka č. 30) popisuje jednotlivé vstupní proměnné a počet jejich atributů.

Tabulka č. 31: Transformační matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojištěnost	
1	0	1	1	
2	2	4	2	
3	4	6	5	
	4	6	5	15

Zdroj: vlastní zdroj

V transformační matici (tabulka č. 31) jsou definovány váhy jednotlivým vstupním proměnným a jejich atributům.

Tabulka č. 32: Vstupní stavová matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojištěnost		
1	1	0	1		
2	0	1	0		
3	0	0	0	Výpočet-B1	5

Zdroj: vlastní zdroj

Stavová matice (tabulka č. 32) popisuje konkrétního případ. Číslicí „1“ je u každé vstupní proměnné označena příslušná reálná situace daného klienta. Na ostatních pozicích v rámci jedné proměnné jsou uvedeny číslice „0“.

Tabulka č. 33: Výstupní matice-B1

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevyhovující

Zdroj: vlastní zdroj

Výstupní matice (tabulka č. 33) převádí číselný údaj, reprezentující míru bonity klienta, na lingvistickou hodnotu.

Blok pravidel – BP2:

Popisy jednotlivých matic mají stejnou interpretaci, jako byla uvedena výše, a proto zde již nebudou znovu uváděny. Následující tabulky charakterizují vstupní a výstupní proměnnou vstupující do bloku pravidel BP2, včetně jejich atributů a vah.

Tabulka č. 34: Popis vstupní stavové matice-B2

	Změna hosp. výsl.	Změna likvidity
1	roste	roste
2	stagnuje	stagnuje
3	klesá	klesá

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 35: Transformační matice-B2

	Změna hosp. výsl.	Změna likvidity	
1	3	3	
2	8	7	
3	5	2	
	8	7	15

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 36: Vstupní stavové matice-B2

	Změna hosp. výsl.	Změna likvidity		
1	1	0		
2	0	1		
3	0	0	Výpočet-B2	10

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 37: Výstupní matice-B2

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevyhovující

Zdroj: vlastní zdroj

Blok pravidel – BP3:

Popisy jednotlivých matic mají stejnou interpretaci, jako byla uvedena výše, a proto zde již nebudou znovu uváděny. Následující tabulky charakterizují vstupní a výstupní proměnnou vstupující do bloku pravidel BP3, včetně jejich atributů a vah.

Tabulka č. 38: Popis vstupní stavové matice-Bonita

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	nulové	výborná	výborná	včas
2	nízké	dobrá	dobrá	opozděně
3	střední	nevyhovující	nevyhovující	vůbec
4	vysoké			
5	velmi vysoké			

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 39: Transformační matice-Bonita

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka	
1	60	5	10	10	
2	45			5	
3	30			0	
4	15				
5	5				
	60	9	10	10	85

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 40: Vstupní stavová matice-Bonita

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	1	1	1	0
2	0			0
3	0			0
4	0			
5	0			
				10

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 41: Výstupní matice-Bonita

1	100	79	výborný
2	78	59	velmi dobrý
3	58	40	dobrá
4	39	21	nevyhovující
5	20	0	rozhodně nevyhovující

Zdroj: vlastní zdroj

Výpočet: 85
 Výpočet-Bonita: 85
 Výsledné hodnocení: výborný

Pro ukázkou byl vyhodnocen jeden z klientů (první v pořadí viz příloha č. 2), který dle vstupních proměnných dosahoval hodnoty skalárního součinu 85%, což se interpretuje jako výborná bonita klienta.

5.4.2 Modelování za využití software MATLAB

Výpočetní systém MATLAB, od firmy The MathWorks, se během uplynulých let stal celosvětovým standardem používaným v nejrůznějších oblastech (strojírenství, ekonomika a finance, energetika, aj.) Díky své architektuře je MATLAB určen především těm, kteří potřebují řešit početně náročné úlohy. Za nejsilnější stránku MATLABu lze považovat jeho otevřenou architekturu, která inspirovala řadu nezávislých firem k vývoji a distribuci vlastních produktů, které buď rozšiřují výpočetní prostředí MATLABu o další knihovny, nebo zajišťují propojení s jinými specializovanými programy. Kromě 90-ti základních modulů existuje zhruba 300 dalších komerčně distribuovaných produktů.

MATLAB – Fuzzy logic Toolbox

Fuzzy logic Toolbox programu MATLAB se spustí příkazem zapsáním výrazu fuzzy do příkazového okna. Dále je možno zvolit typ fuzzy modelu. Na výběr jsou varianty Mamdani případně Sugeno (s jednou vstupní a výstupní proměnnou). Přidání

dalších proměnných je možné za pomoci menu *Edit – Add variable (Input – vstupní, Output – výstupní)*. Změnu počtu funkcí členství u jednotlivých proměnných lze provést pomocí menu *Edit – Add MFs...*, případně *Edit – Add Custom MFs...*. Odstranění vybrané funkce se provede příkazem *Remove Selected MF* v menu *Edit*, nebo všech funkcí příkazem *Remove All MFs* ve stejném menu. Pro přidání funkce členství lze navolit její parametry: typ funkce (např. *trimf*, *trapmf*, *gaussumf* aj.) pomocí záložky *MF type* dále název funkce a počet funkcí.

Pomocí menu *Edit – Rules* lze nadefinovat pravidla, která lze posléze graficky znázornit pomocí menu *View – Rules*. Závislosti jednotlivých proměnných a vytvořených pravidel lze zobrazit v trojrozměrném grafu pomocí menu *View – Surface*. Vytvořený model lze klasicky uložit (*File – Export – To Disk*) a následně s ním pracovat.

Dle výše uvedené základní charakteristiky, lze práci s programem rozdělit do několika kroků:

- Spuštění aplikace Fuzzy logic Toolbox
- Vytvoření schématu projektu – zadání počtu vstupních proměnných, počtu výstupních proměnných
- Nadefinování počtu atributů vstupních i výstupních proměnných
- Určení parametrů atributů – počet, název, typ přenosové funkce, rozsahové parametry
- Definování pravidel
- Určení vah atributů a proměnných
- Použití modelu a analýzu výsledků

V prostředí software MATLAB s využitím aplikace Fuzzy Logic Toolbox byly realizovány dvě varianty rozhodovacího fuzzy modelu. Struktura modelů, tedy počet vstupních proměnných, výstupních proměnných, včetně jejich atributů, počet bloků pravidel je shodný s původními schémata konkrétních modelů (viz schéma č. 8 a schéma č. 9). U obou modelů byly použity funkce členství tvaru Π (*trapmf*).

Základní informace k funkci členství trapmf

Funkce členství *trapmf* (*trapezoidal-shaped*) je funkce lichoběžníkového tvaru. Syntaxe funkce má následující tvar: $y = \text{trapmf}(x,[a \ b \ c \ d])$.

Lichoběžníková křivka je funkcí vektoru x a závisí na čtyřech parametrech a , b , c , d , které jsou popsány níže:

$$f(x;a,b,c,d) = \left\{ \begin{array}{ll} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c} & c \leq x \leq d \\ 0; & d \leq x \end{array} \right.$$

Parametry a a b a c a d určují sklon různoběžky, jak je vidět na následujícím grafu (obrázek č. 7) vykresleném v prostředí MATLAB následnými příkazy:

`x = 0: 0.1: 10;`

– naplnění proměnné x hodnotami v rozsahu $\langle 0;10 \rangle$ s krokem 0,1

`y = trapmf(x,[1 5 7 8]);`

– naplnění hodnot y

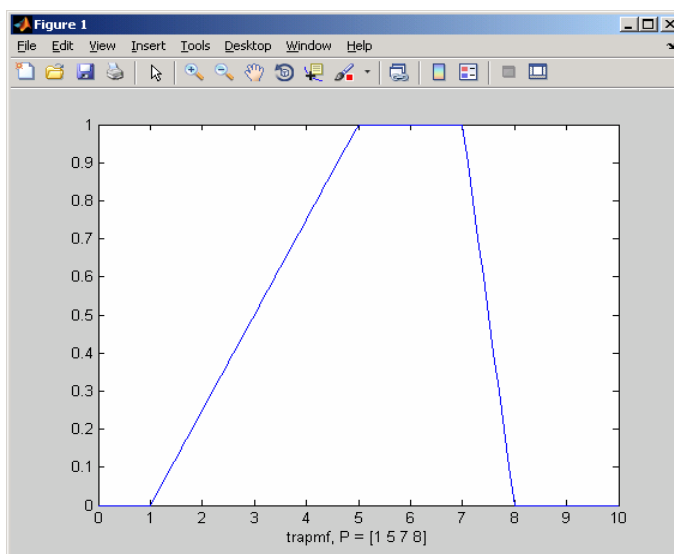
`plot(x, y);`

– vykreslení grafu

`xlabel('trapmf, P = [1 5 7 8]');`

– popis osy x

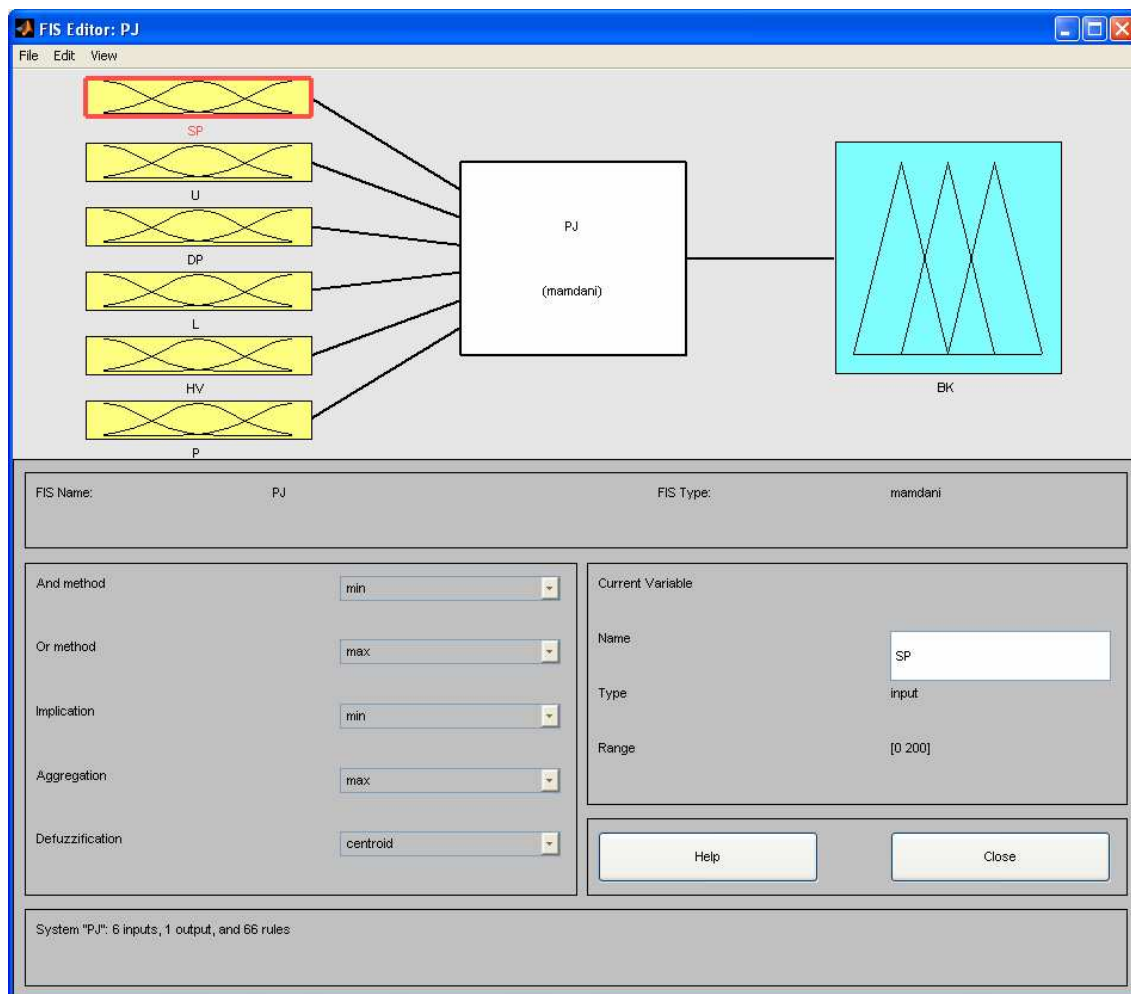
Obrázek č. 7: Funkce členství typu „Trapmf“



Zdroj: vlastní zdroj

Model č. I:

Obrázek č. 8: Schéma fuzzy modelu č. I



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 8 zobrazuje schéma fuzzy modelu, vstupní proměnné a výstupní proměnnou.⁴¹

⁴¹ Sestavený model č. I byl autorem publikován v následující publikaci:

DOSKOČIL, R. The Methodology of Value Determination of Client for Insurance Business. In *ICSC- Seventh International Conference on Soft Computing Applied in Computer and Economic Environments*. Hodonín, European Polytechnical Institute Kunovice. 2009.

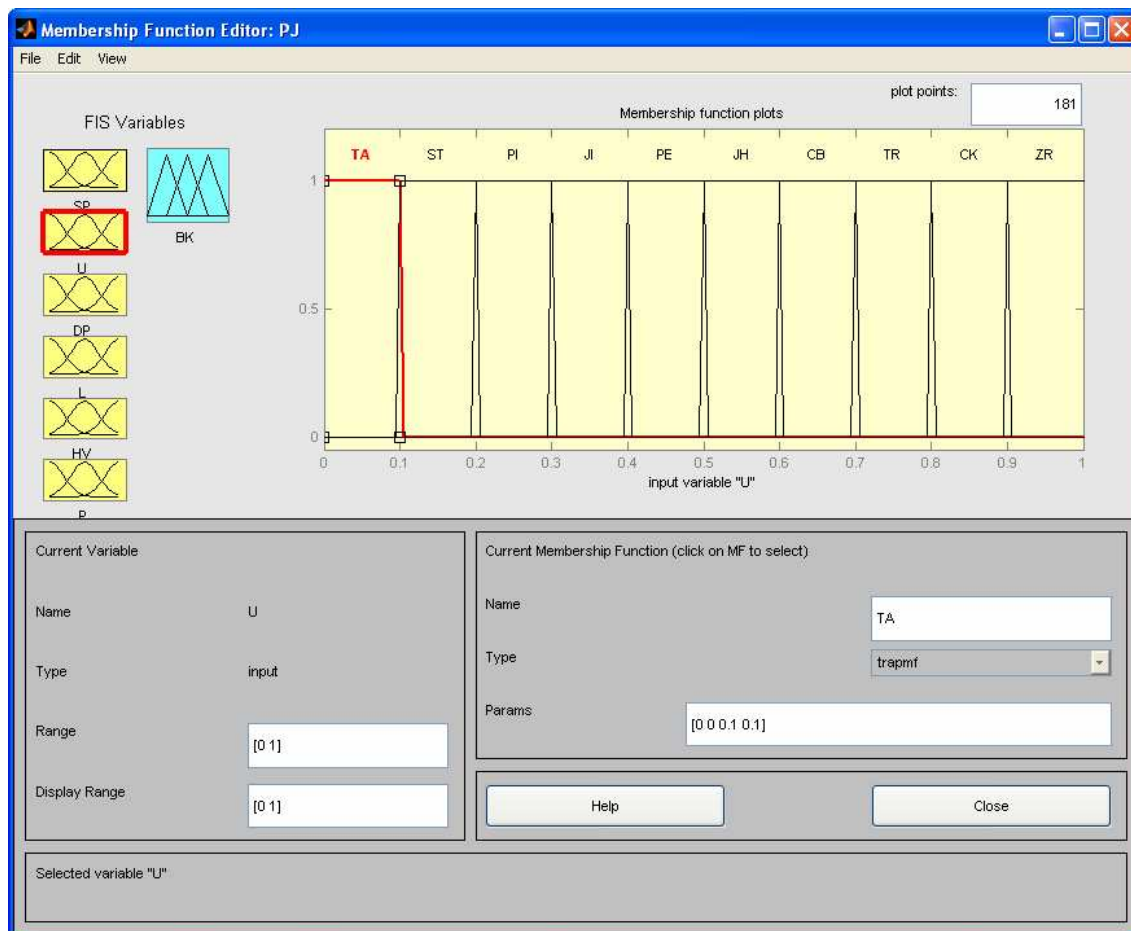
Obrázek č. 9: Funkce členství vstupní proměnné SP



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 9 zobrazuje funkce členství. Konkrétně funkce členství pro vstupní proměnnou SP (škodní procento), kdy rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;200 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf). Modul umožňuje práci a nastavení funkcí členství.

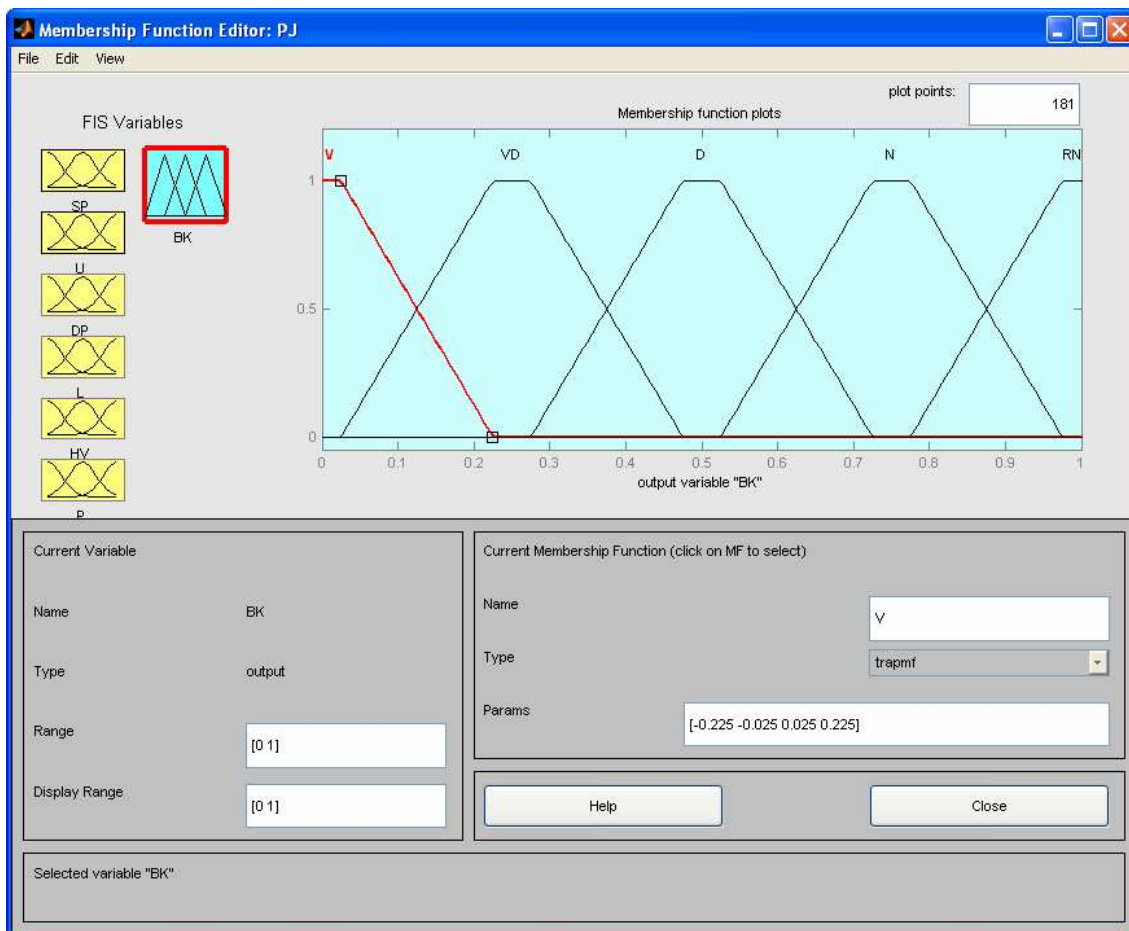
Obrázek č. 10: Funkce členství vstupní proměnné U



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 10 zobrazuje funkce členství pro vstupní proměnnou U (umístění). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf).

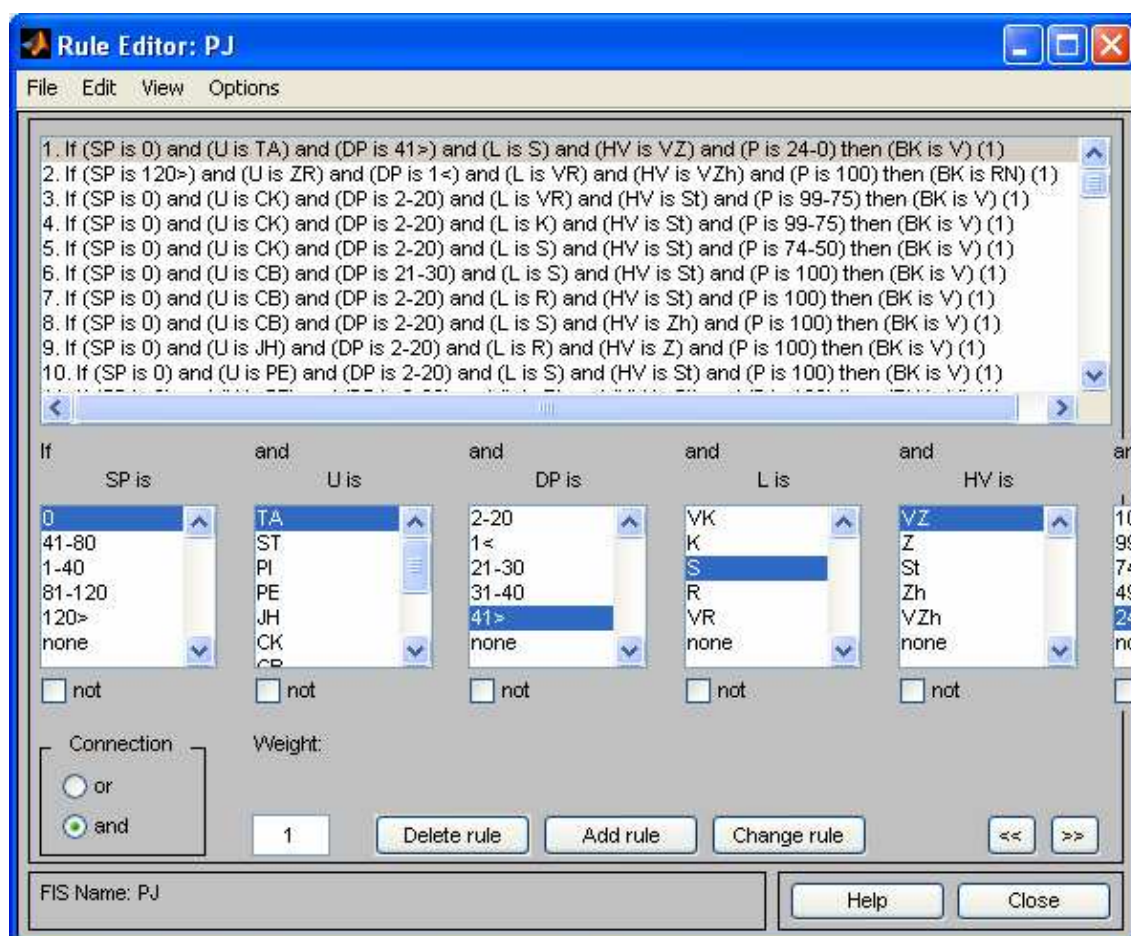
Obrázek č. 11: Funkce členství výstupní proměnné BK



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 11 zobrazuje funkce členství pro výstupní proměnnou BK (bonita klienta). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf).

Obrázek č. 12: Část pravidel fuzzy modelu



Zdroj: vlastní zdroj

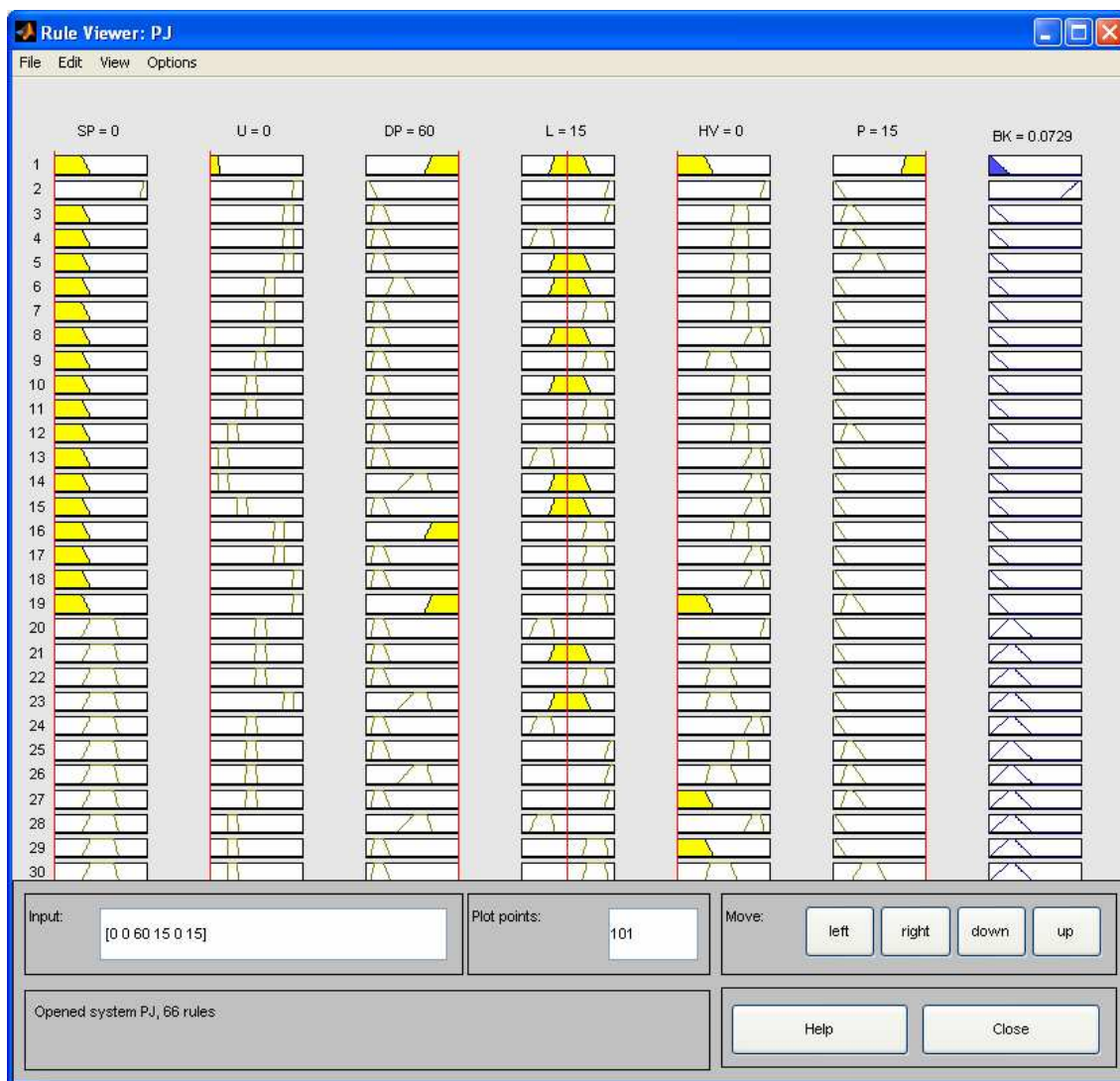
Obrázek č. 12 zobrazuje část fuzzy pravidel. Modul umožňuje nastavení pravidel a práci s nimi. Pravidlo první představuje situaci, kdy:

<Když> $SP=0$ <A> $U=TA$ <A> $DP=41>$ <A> $L=S$ <A> $HV=VZ$ <A> $P=24-0$
 <Potom> $BK=V$

což se interpretuje, že je-li škodní procento nulové a současně je-li umístění podnikatelského subjektu v okrese Tábor a současně délka pojištění delší jak 41 roků a současně vývoj ukazatele likvidity v letech stagnuje a současně hospodářský výsledek se velmi zlepšil a současně propojištěnost byla nižší než 24%, potom klient je vyhodnocen jako výborný.

Obdobně lze interpretovat i ostatní fuzzy pravidla v modelu.

Obrázek č. 13: Výstup – výborná bonita klienta

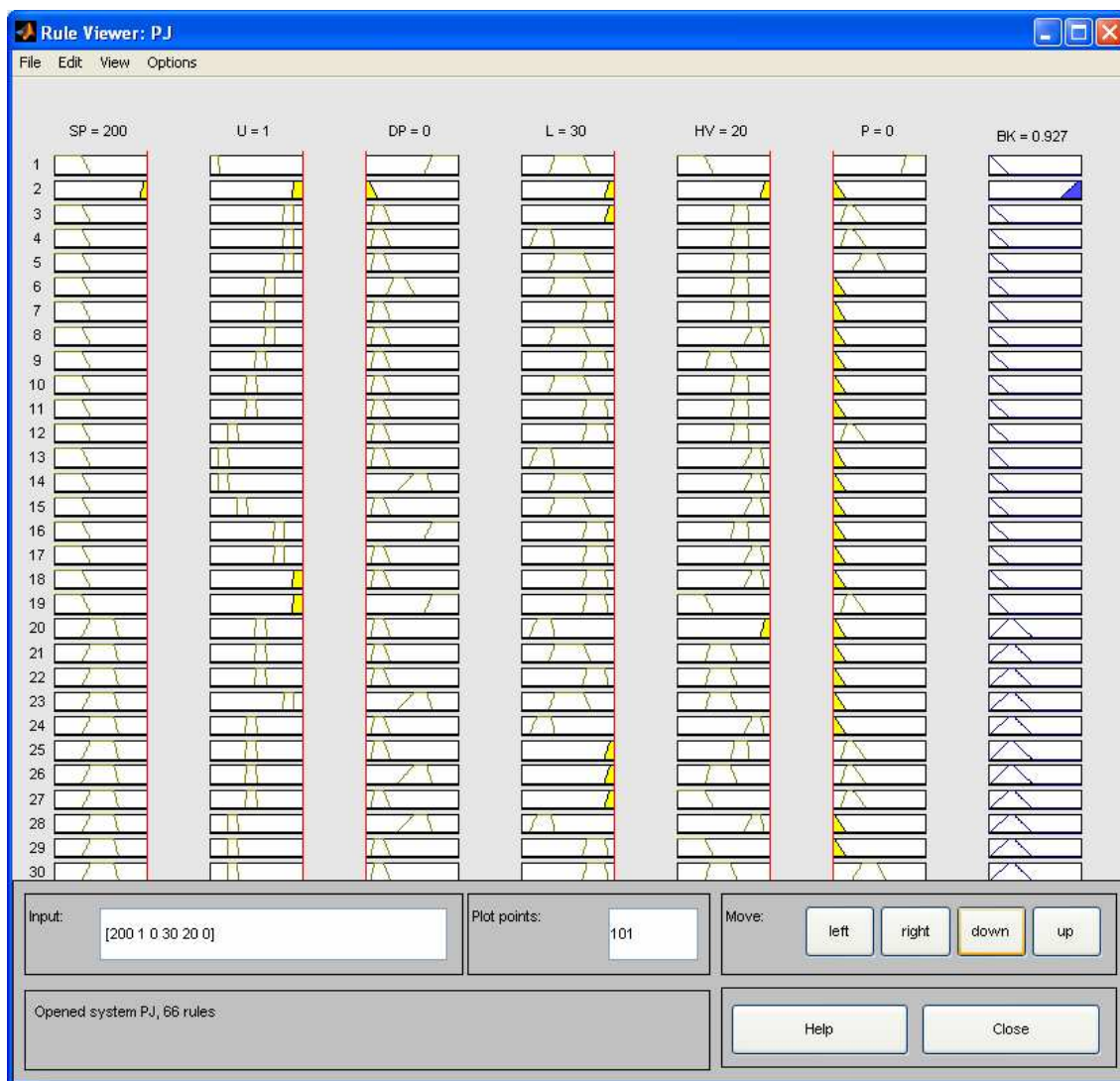


Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 13 zobrazuje skutečnost, že je-li hodnota vstupu $SP=0$, dále vstup $U=0$, $DP=60$, $L=15$, $HV=0$ a $P=15$, potom výstupní proměnná $BK=0,0729$, což znamená výbornou bonitu klienta.

Použití prvního pravidla je vyjádřeno u výstupní proměnné BK vybarvením.

Obrázek č. 14: Výstup- rozhodně nevyhovující bonita klienta

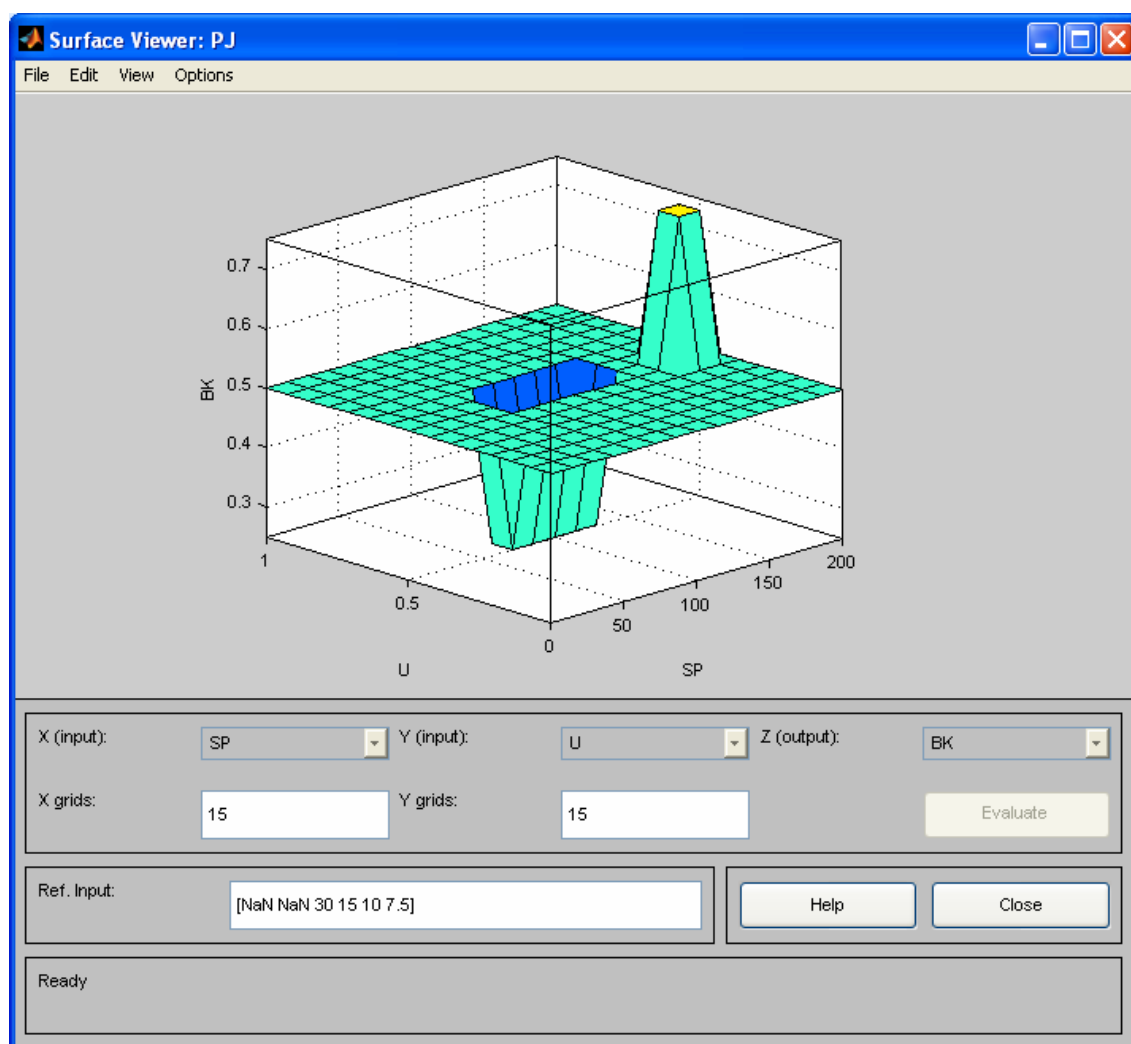


Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 14 představuje situaci, kdy vstupní proměnná SP má hodnotu 200, dále vstup $U=1$, $DP=0$, $L=30$, $HV=20$ a $P=0$, potom výstupní proměnná $BK=0,927$, což znamená rozhodně nevyhovující bonita klienta.

Použití druhého pravidla je vyjádřeno u výstupní proměnné BK jejím vybarvením.

Obrázek č. 15: Závislost vstupních a výstupní proměnné



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 15 zobrazuje grafickou závislost výstupní proměnné bonita klienta (BK) na vstupních proměnných škodní procento (SP) a umístění (U). Jde o funkční závislost $BK = f(SP, U, DP, L, HV, P)$, kde vstupní proměnné délka pojištění (DP), likvidita (L), hospodářský výsledek (HV) a propojištěnost (P) jsou v tomto trojrozměrném grafu konstantou.

Bod se souřadnicemi [0,7;180;30;15;10;7,5] představuje situaci, kdy umístění v okrese Pelhřimov nebo Jindřichův Hradec a současně škodní procento do 40%, odpovídá bonitě klienta stupeň výborný.

Bod se souřadnicemi [0,5;100;30;15;10;7,5] představuje situaci, kdy je-li umístění v okrese České Budějovice nebo Třebíč a současně škodní procento nad 100%, potom bonita klienta je rozhodně nevyhovující.

Zobrazení se provádí pomocí menu *View Surfaře* a umožňuje kontrolu nastavených parametrů fuzzy modelu. Obecně lze říci, že zobrazená plocha daného modelu je problematická. Model má mnoho vstupů a pravidel, které nejsou zevšeobecněná, a proto došlo k realizaci modelu č. II.

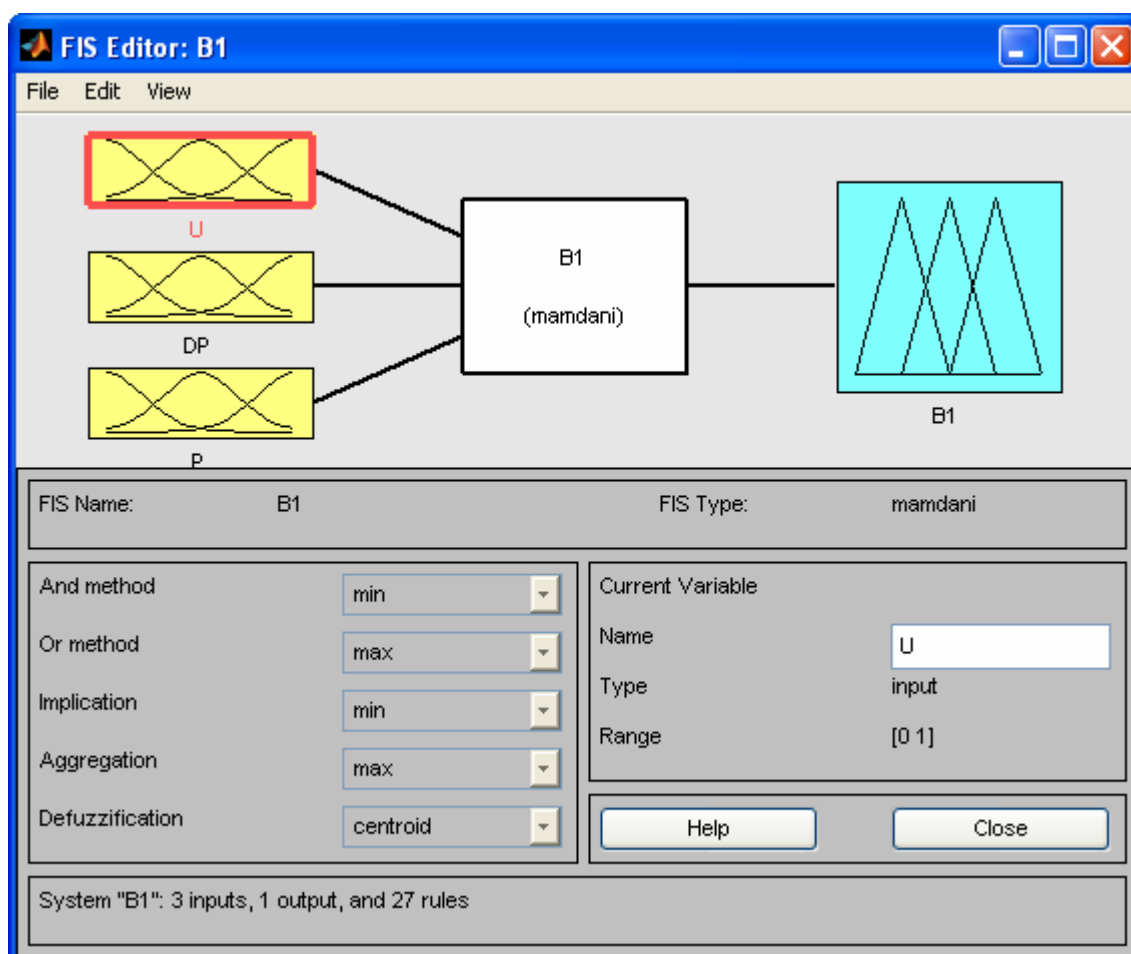
Model č. II:

Model II je tvořen třemi bloky pravidel, jak je znázorněno ve schématu č. 9.

Blok pravidel – BP1:

Vyhodnocuje pojistné ukazatele a jejich vliv na bonitu klienta.

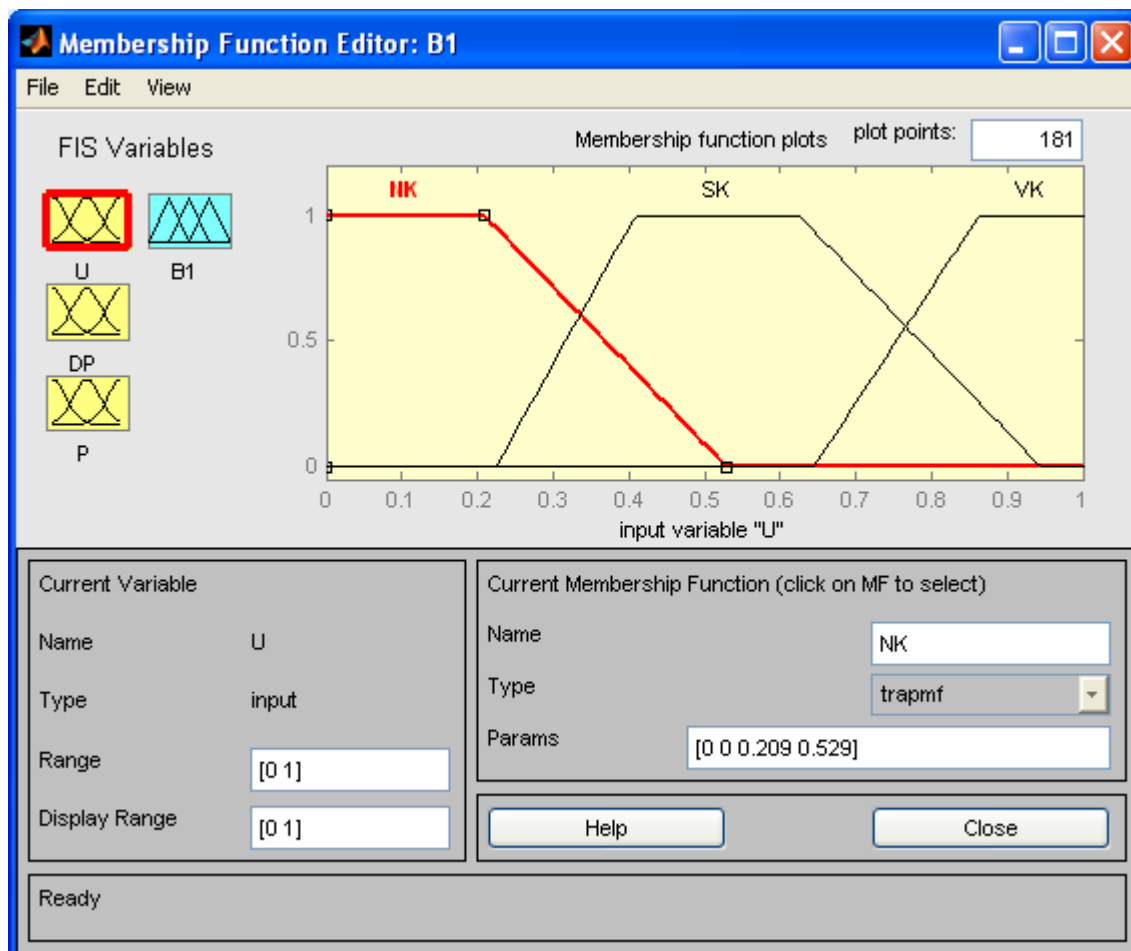
Obrázek č. 16: Schéma fuzzy modelu – B1



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 16 zobrazuje schéma části fuzzy modelu – rozhodovacího bloku B1, do kterého vstupují tři proměnné U (umístění), DP (délka pojištění) a P (propojištěnost) a vystupuje jedna proměnná B1 (blok1). Celkové schéma modelu viz schéma č. 9.

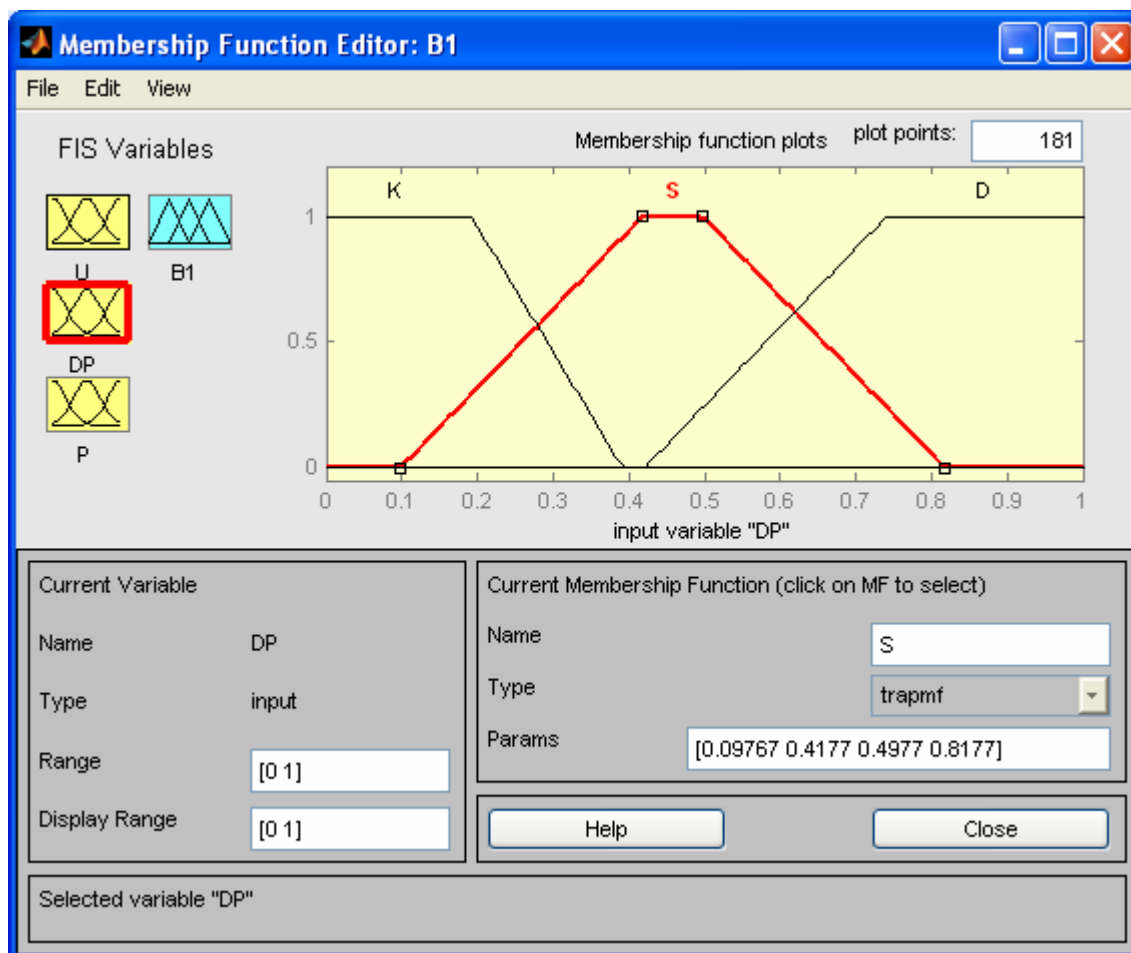
Obrázek č. 17: Funkce členství vstupní proměnné U – rozhodovací blok B1



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 17 zobrazuje funkce členství pro vstupní proměnnou U (umístění). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf).

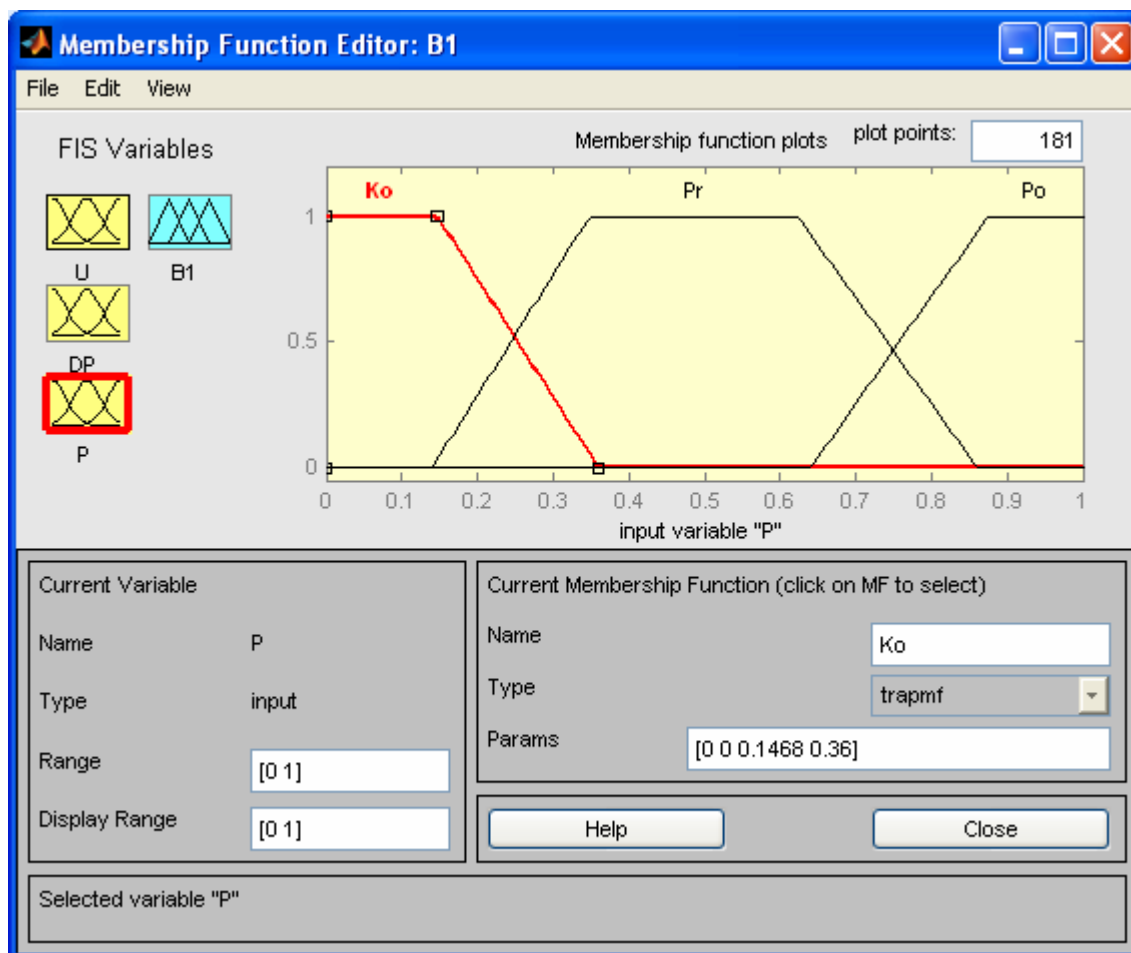
Obrázek č. 18: Funkce členství vstupní proměnné DP – rozhodovací blok B1



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 18 zobrazuje funkce členství pro vstupní proměnnou DP (délka pojištění). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf).

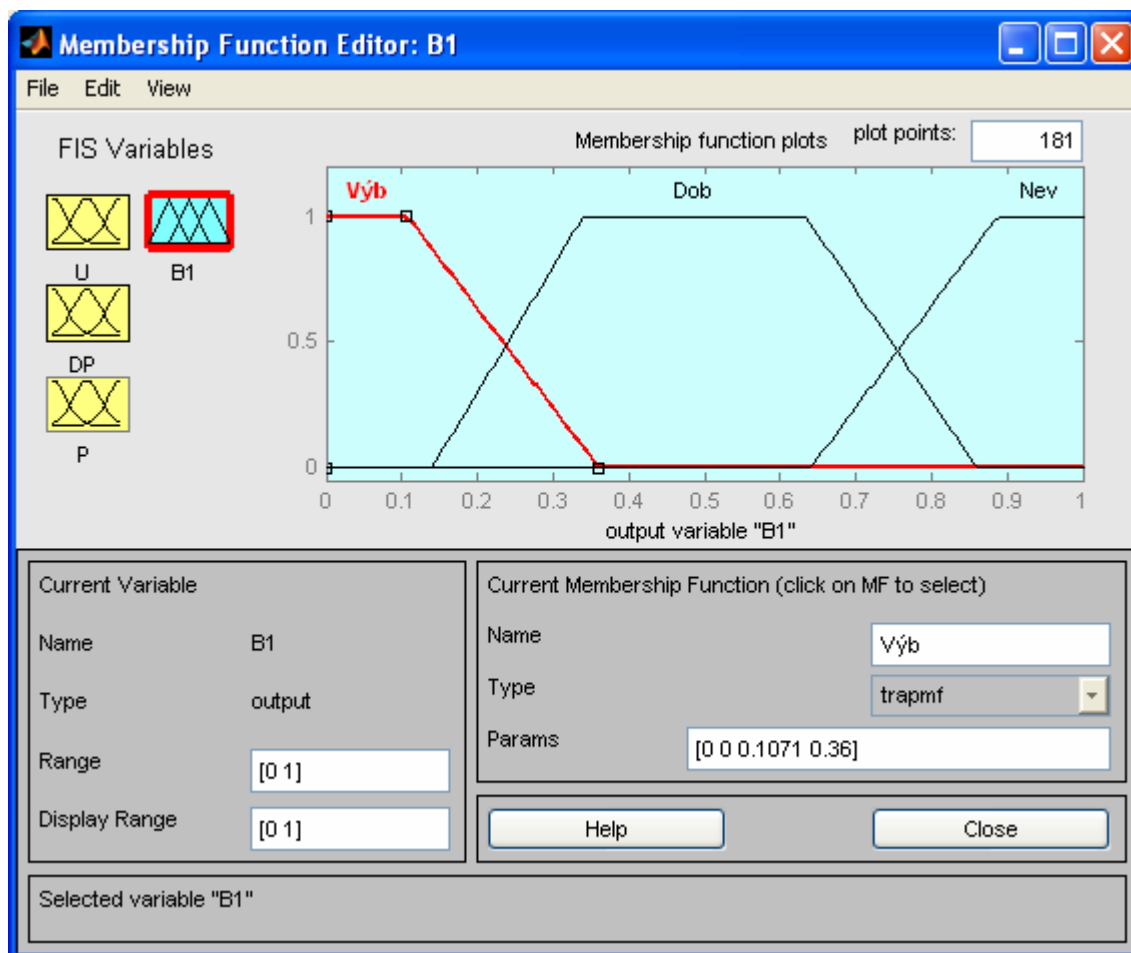
Obrázek č. 19: Funkce členství vstupní proměnné P – rozhodovací blok B1



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 19 zobrazuje funkce členství pro vstupní proměnnou P (propojištěnost). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf).

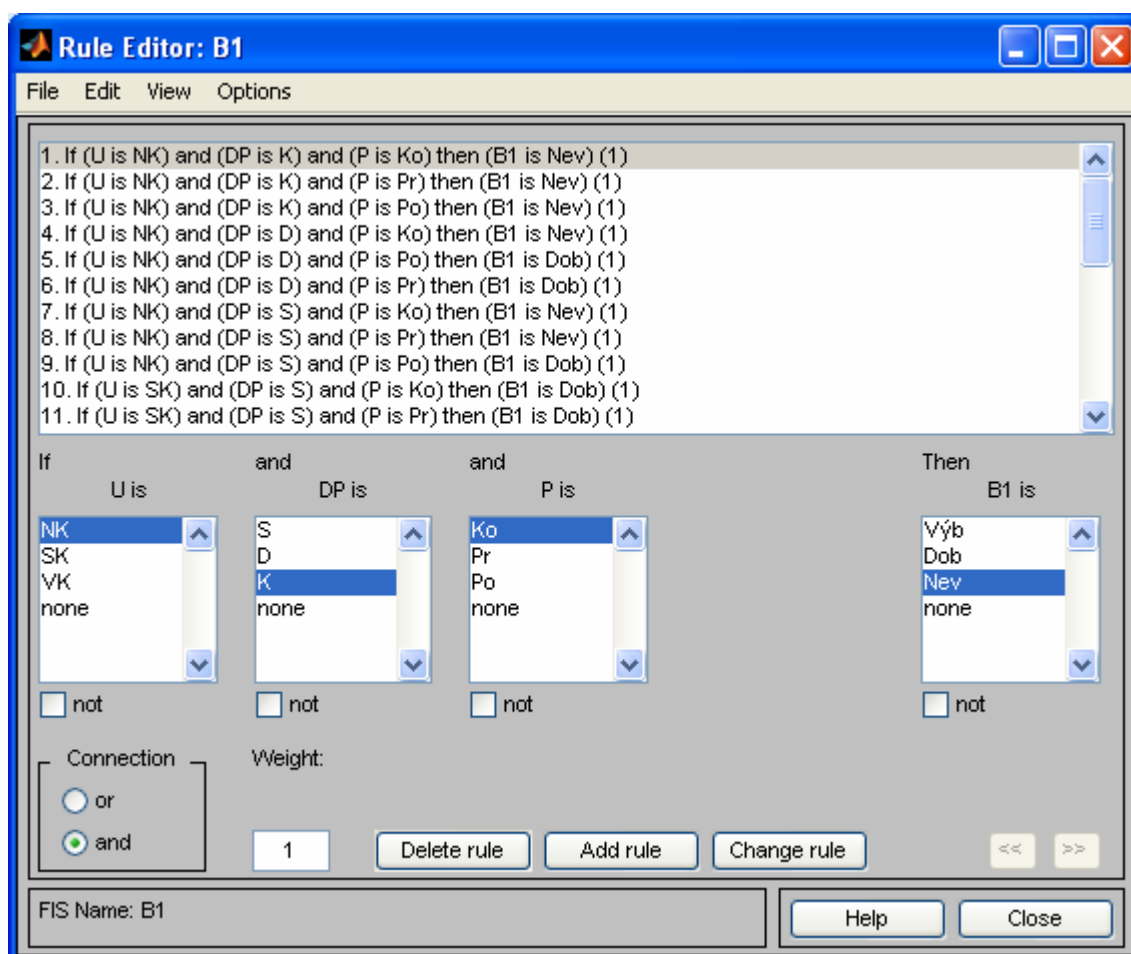
Obrázek č. 20: Funkce členství výstupní proměnné B1 – rozhodovací blok B1



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 20 zobrazuje funkce členství pro výstupní proměnnou B1 (blok1). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf).

Obrázek č. 21: Část pravidel fuzzy modelu – rozhodovací blok B1



Zdroj: vlastní zdroj

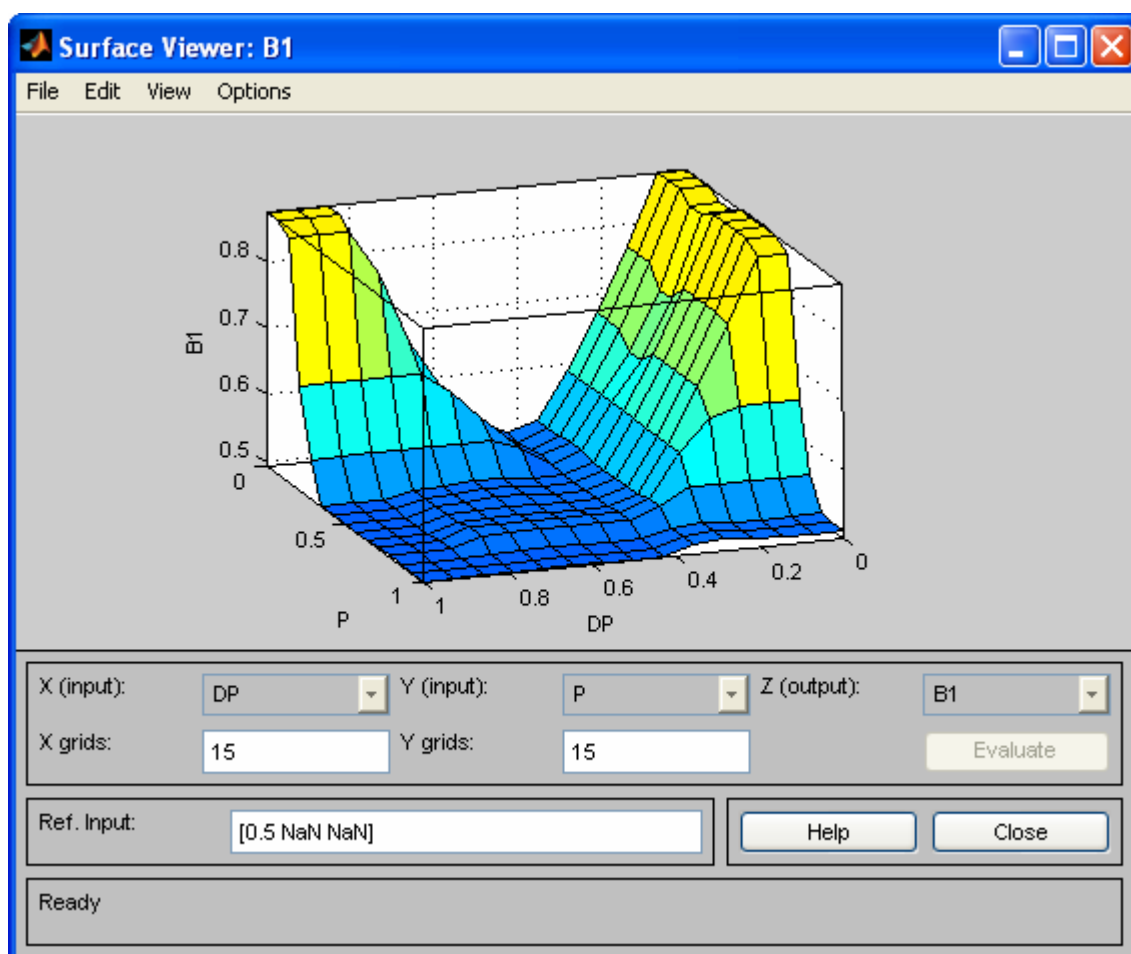
Obrázek č. 21 zobrazuje část pravidel fuzzy modelu v rozhodovacím bloku B1. Pravidlo první představuje situaci, kdy:

<Když> U=NK <A> DP=K <A> P=Ko <Potom>B1=Nev

což se interpretuje, že je-li vstup „umístění“ jako „nízká koncentrace“ a současně „délka pojištění“ jako „krátká“ a současně „propojištěnost“ jako „kompletní“, potom výstup „blok1“ je „nevyhovující“.

Obdobně lze interpretovat i ostatní fuzzy pravidla v modelu.

Obrázek č. 22: Závislost vstupních a výstupní proměnné – rozhodovací blok B1



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 22 zobrazuje grafickou závislost výstupní proměnné bonita (B1) na vstupních proměnných, délka pojištění (DP) a propojištěnost (P). Jde o funkční závislost $B1 = f(U, DP, P)$, kde vstupní proměnná umístění (U) je v tomto trojrozměrném grafu konstantou.

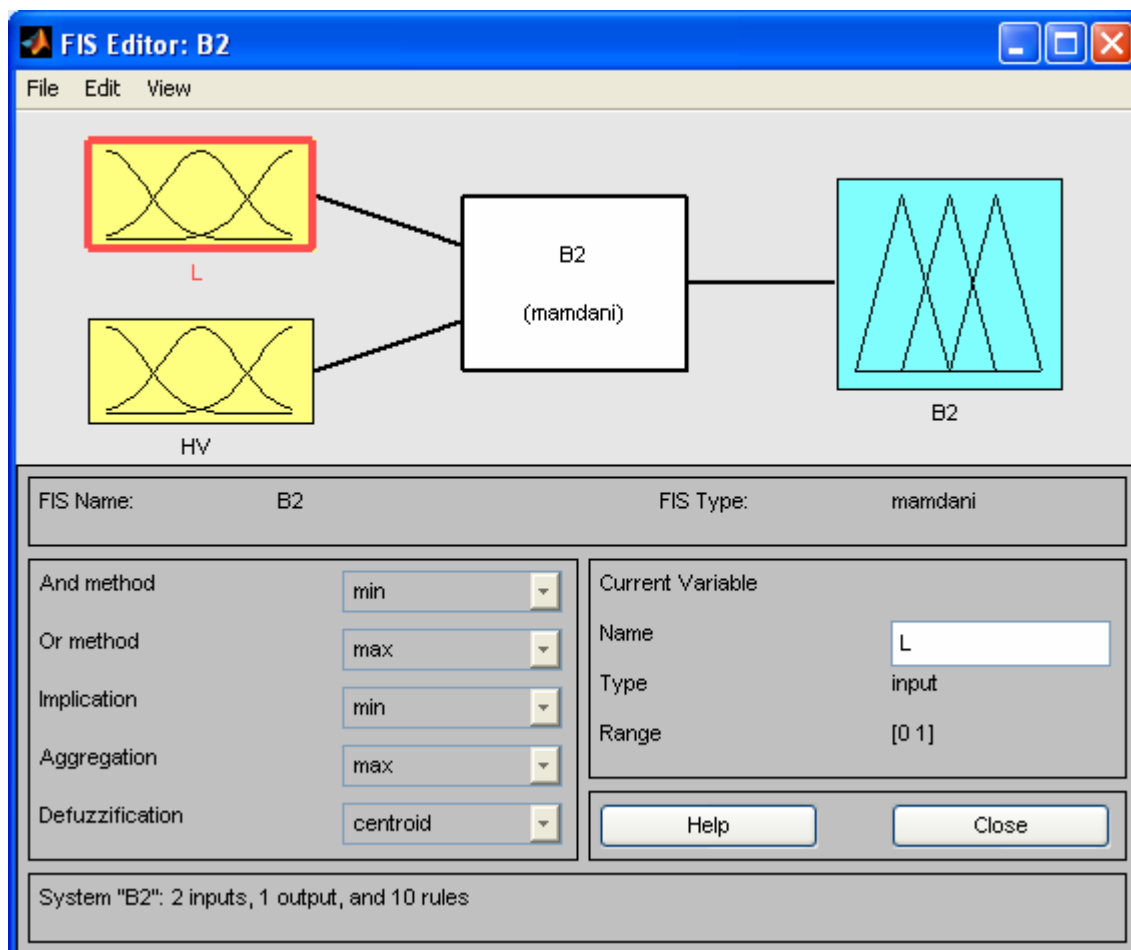
Bod se souřadnicemi [0,5;1;1] představuje situaci, kdy je-li délka pojištění dlouhá a současně propojištěnost podprůměrná, potom bonita klienta, z prvního bloku pravidel je výborná.

Bod se souřadnicemi [0,5;0;0] představuje situaci, kdy je-li délka pojištění krátká a současně propojištěnost kompletní, potom bonita klienta, z prvního bloku pravidel je nevyhovující.

Blok pravidel – BP2:

Vyhodnocuje účetní ukazatele a jejich vliv na bonitu klienta.

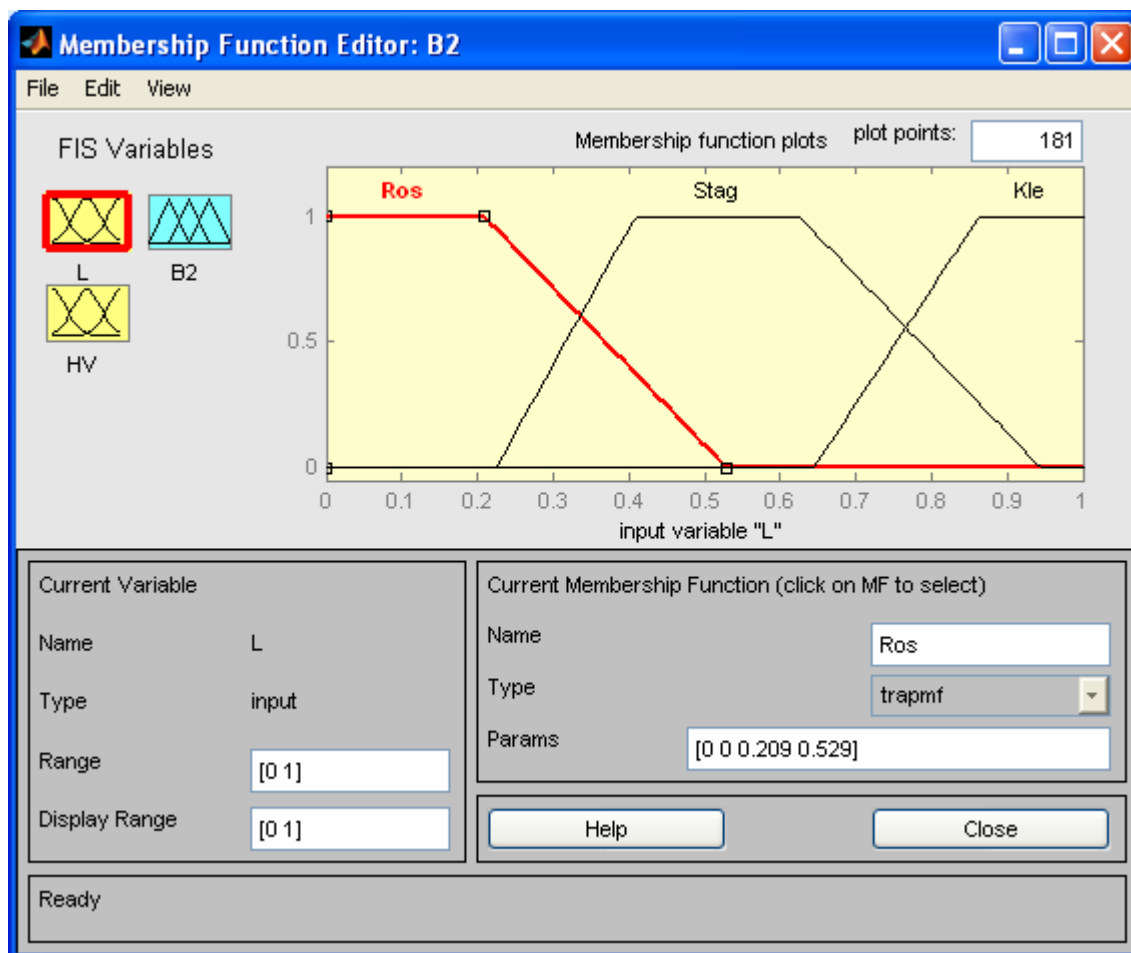
Obrázek č. 23: Schéma fuzzy modelu – B2



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 23 zobrazuje schéma části fuzzy modelu – rozhodovacího bloku B2, do kterého vstupují dvě proměnné L (likvidita), HV (hospodářský výsledek) a vystupuje jedna proměnná B2 (blok2). Celkové schéma modelu viz schéma č. 9.

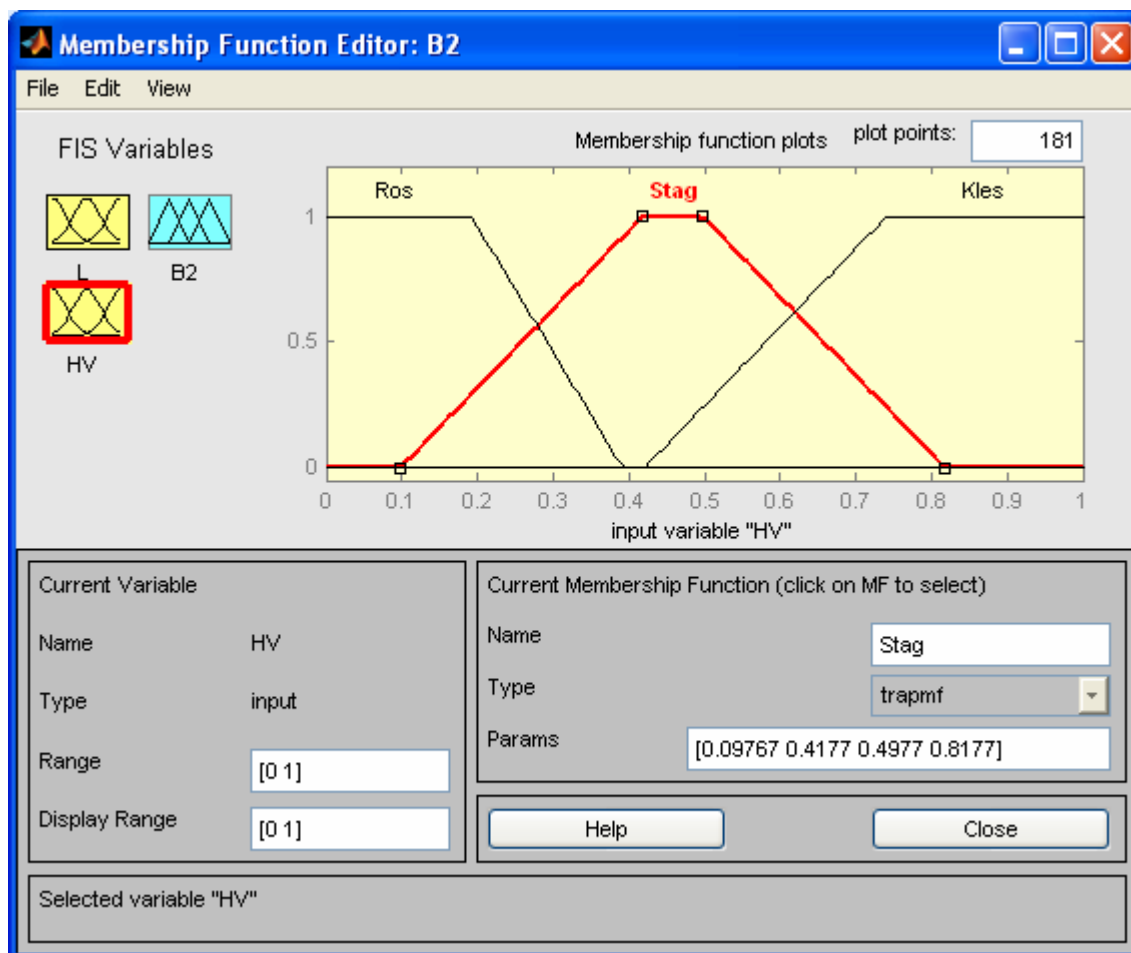
Obrázek č. 24: Funkce členství vstupní proměnné L – rozhodovací blok B2



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 24 zobrazuje funkce členství pro vstupní proměnnou L (likvidita). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf).

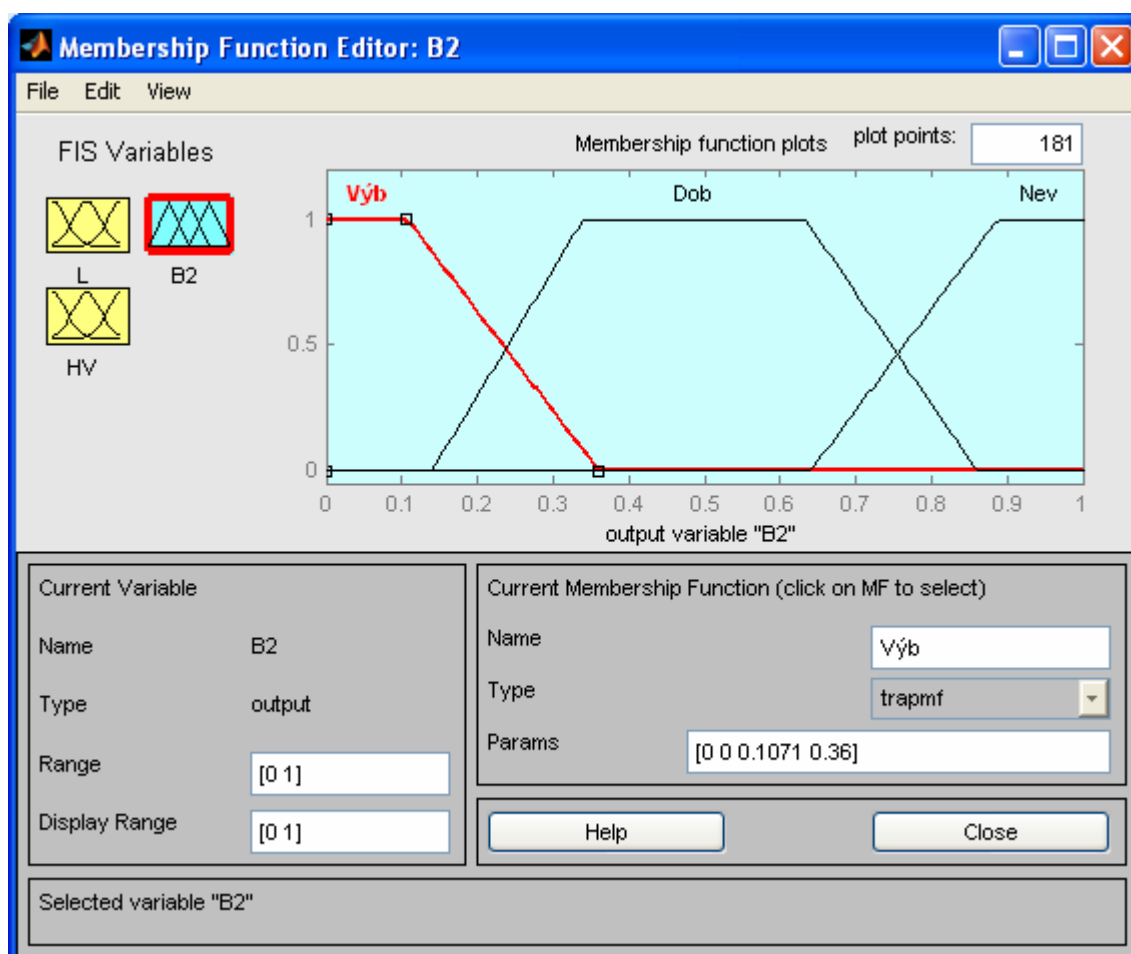
Obrázek č. 25: Funkce členství vstupní proměnné HV – rozhodovací blok B2



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 25 zobrazuje funkce členství pro vstupní proměnnou HV (hospodářský výsledek). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf).

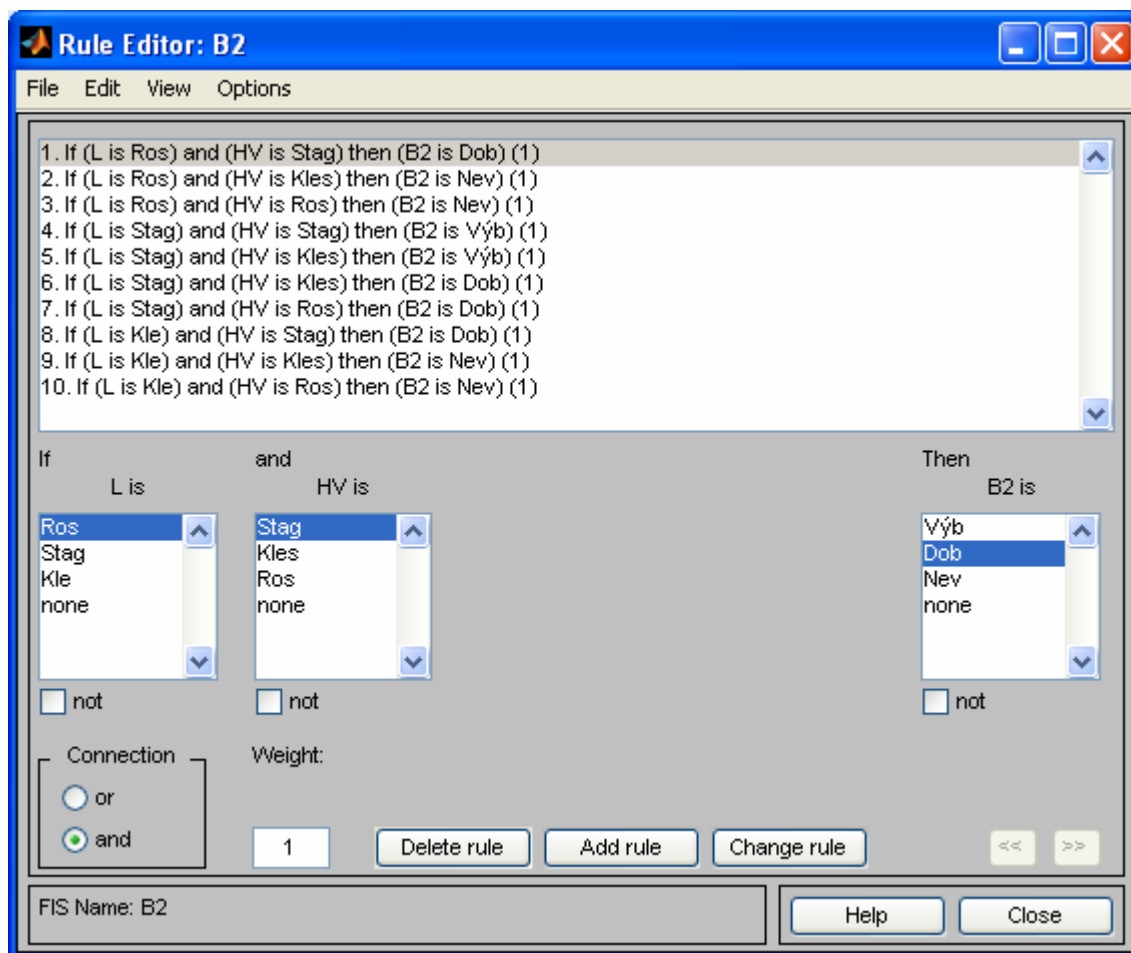
Obrázek č. 26: Funkce členství výstupní proměnné B2 – rozhodovací blok B2



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 26 zobrazuje funkce členství pro výstupní proměnnou B2 (blok2). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf).

Obrázek č. 27: Část pravidel fuzzy modelu – rozhodovací blok B2



Zdroj: vlastní zdroj

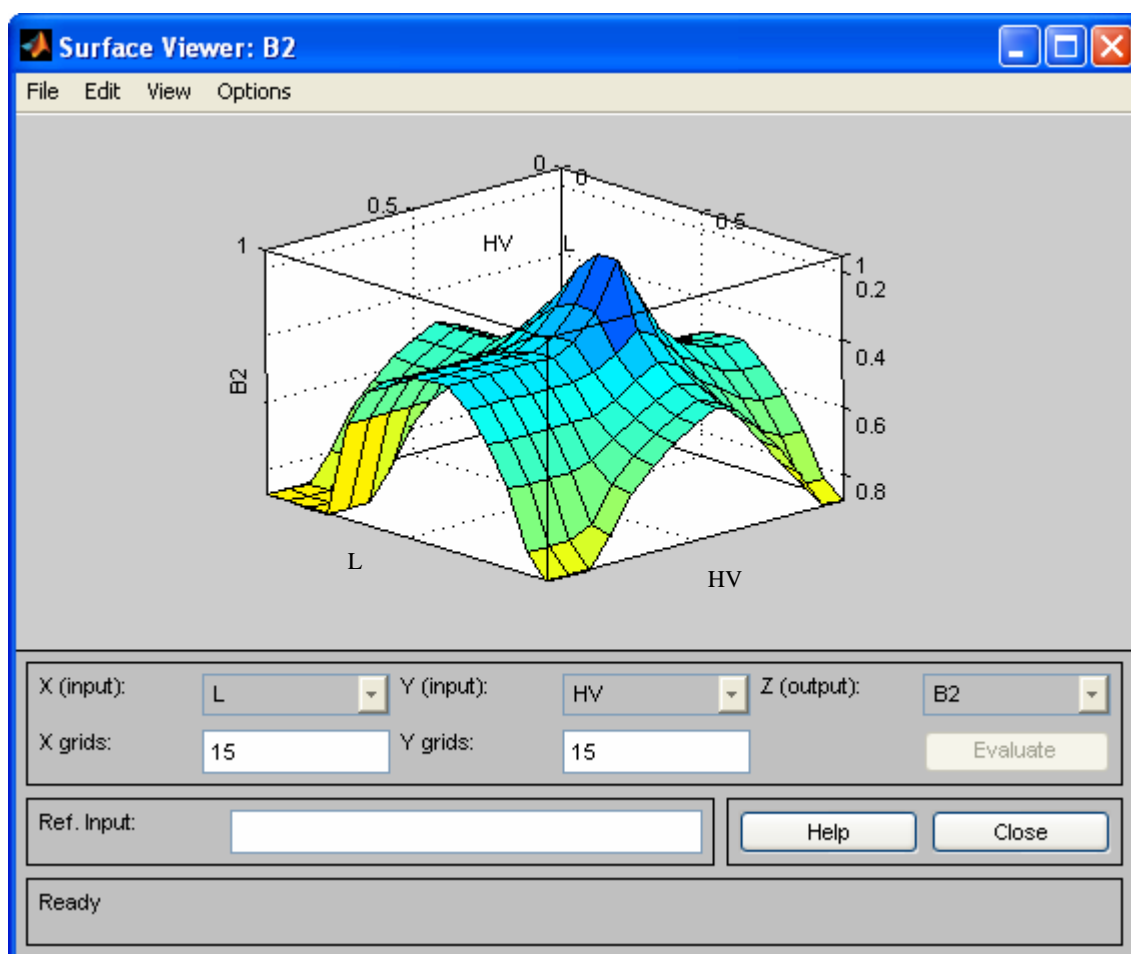
Obrázek č. 27 zobrazuje část pravidel fuzzy modelu v rozhodovacím bloku B2. Pravidlo první představuje situaci, kdy:

<Když> L=Ros <A> HV=Stag <Potom>B2=Dob.

což se interpretuje, že je-li vstup „likvidita“ jako „rostoucí“ a současně „hospodářský výsledek“ je „stagnuje“, potom výstup „blok2“ je „dobrý“.

Obdobně lze interpretovat i ostatní fuzzy pravidla v modelu.

Obrázek č. 28: Závislost vstupních a výstupní proměnné – rozhodovací blok B2



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 28 zobrazuje grafickou závislost výstupní proměnné bonita (B2) na vstupních proměnných likvidita (L) a hospodářský výsledek (HV). Jde o funkční závislost $B2 = f(L, HV)$.

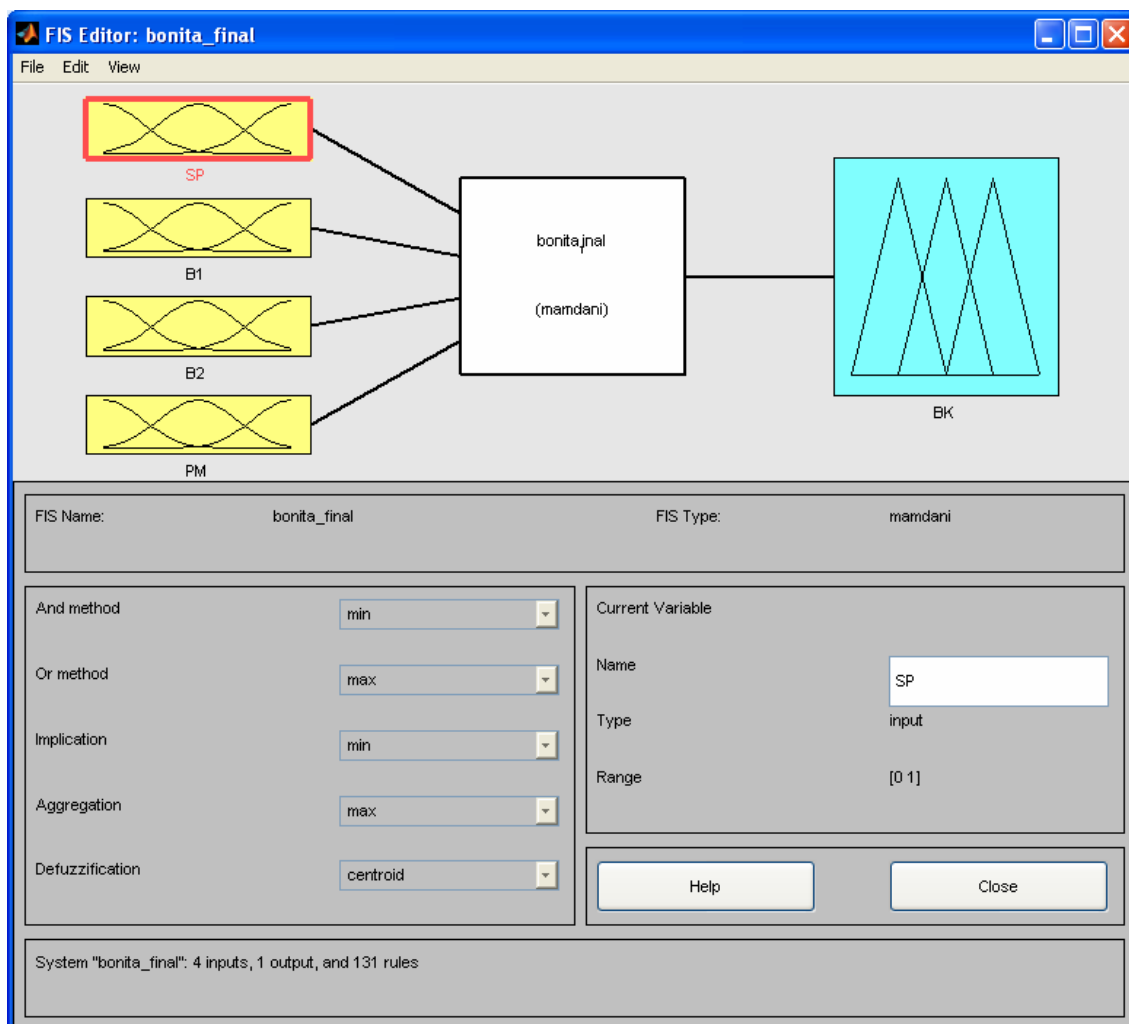
Bod se souřadnicemi [0,5;0,5] představuje situaci, kdy stagnuje-li hospodářský výsledek i likvidita, potom je bonita klienta výborná.

Body se souřadnicemi [1;1]; [0;0]; [0;1] a [1;0] představují krajní stavy, kdy bonita klienta je nevyhovující.

Blok pravidel – BP3:

Vyhodnocuje celkovou bonitu klienta.

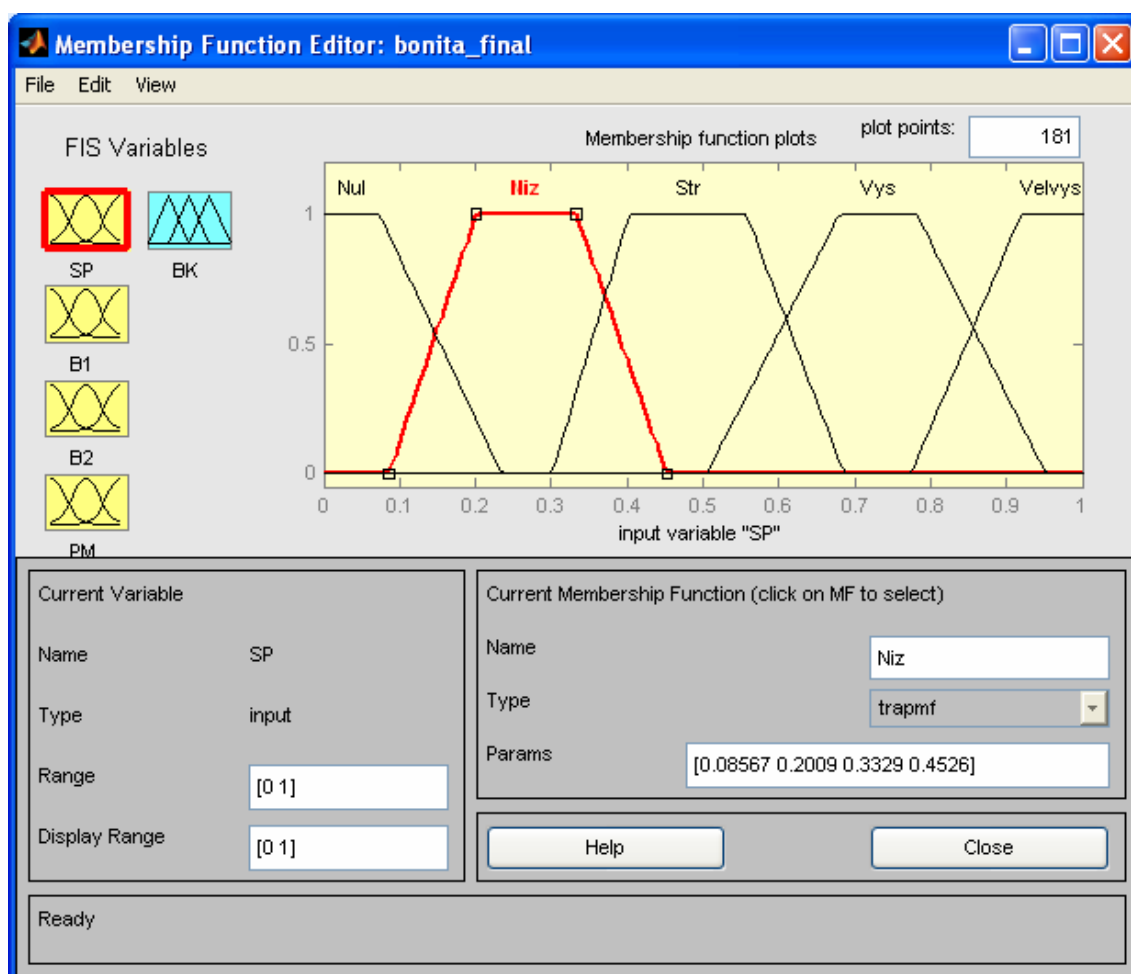
Obrázek č. 29: Schéma fuzzy modelu – rozhodovací blok B3



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 29 zobrazuje schéma části fuzzy modelu – rozhodovacího bloku Bonita, do kterého vstupují čtyři proměnné SP (škodní procento), B1 (blok1), B2 (blok2), PM (platební morálka) a vystupuje jedna proměnná BK (bonita klienta). Celkové schéma modelu viz schéma č. 9.

Obrázek č. 30: Funkce členství vstupní proměnné SP – rozhodovací blok B3

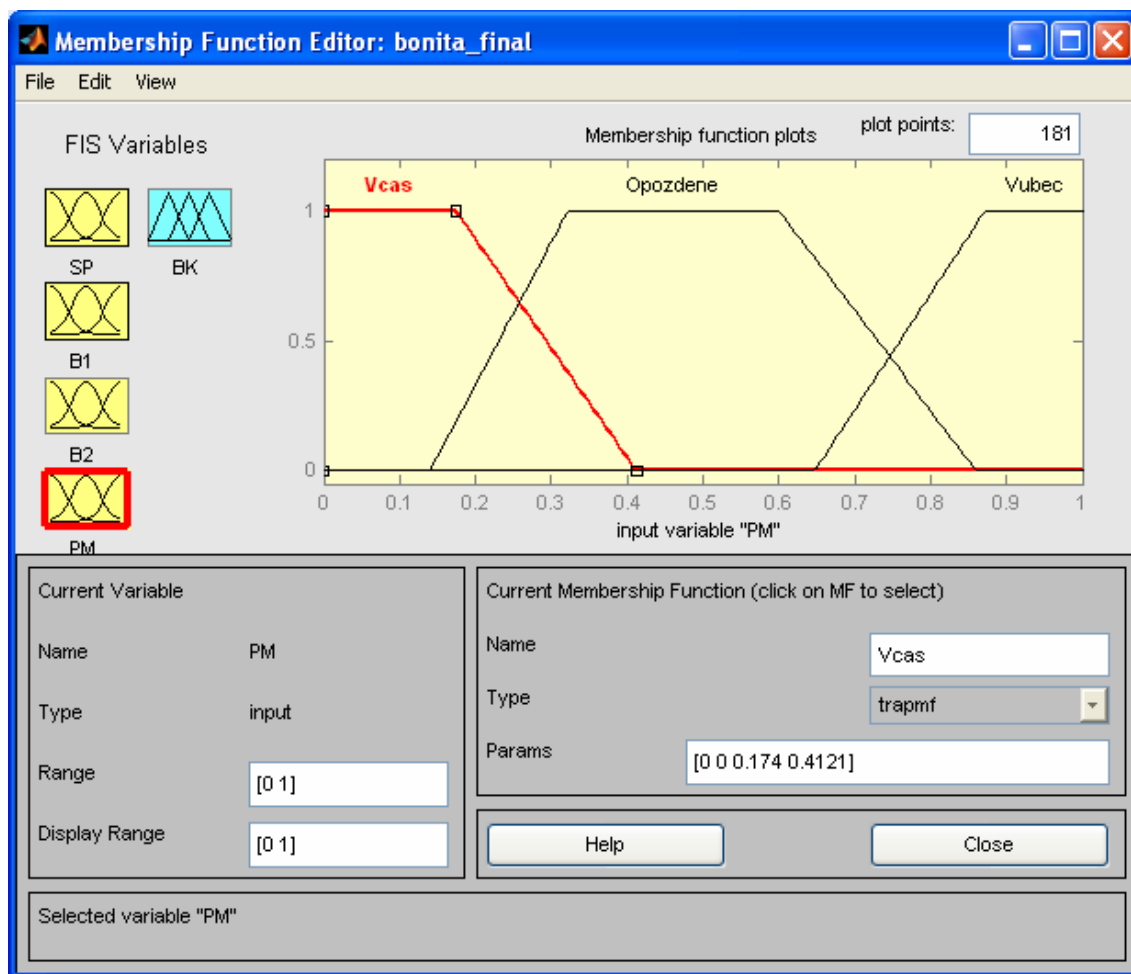


Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 30 zobrazuje funkce členství pro vstupní proměnnou SP (škodní procento). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf).

Vstupy u bloku B3, byly definovány jako výstupy bloku B1 (obrázek č. 20) a B2 (obrázek č. 26).

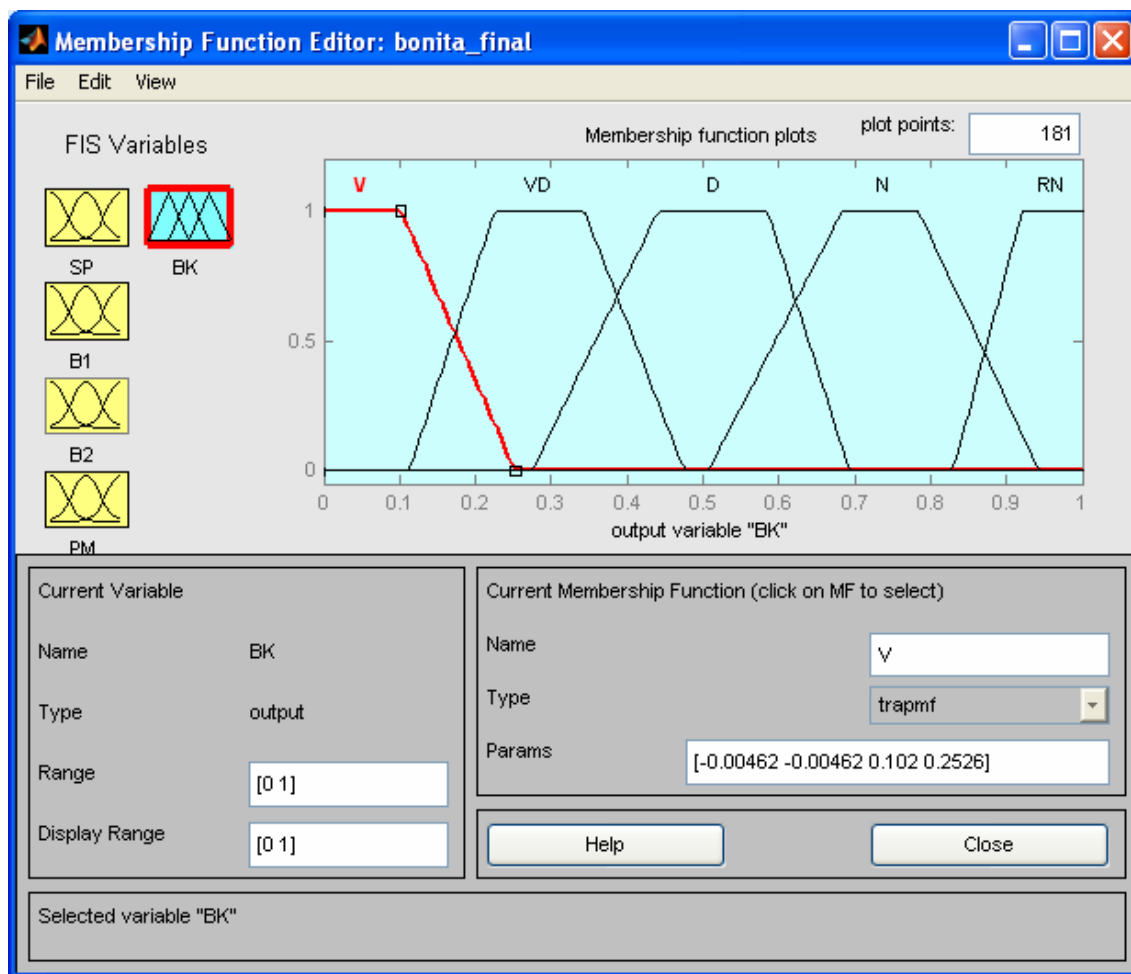
Obrázek č. 31: Funkce členství vstupní proměnné PM – rozhodovací blok B3



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 31 zobrazuje funkce členství pro vstupní proměnnou PM (platební morálka). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar II (trapmf).

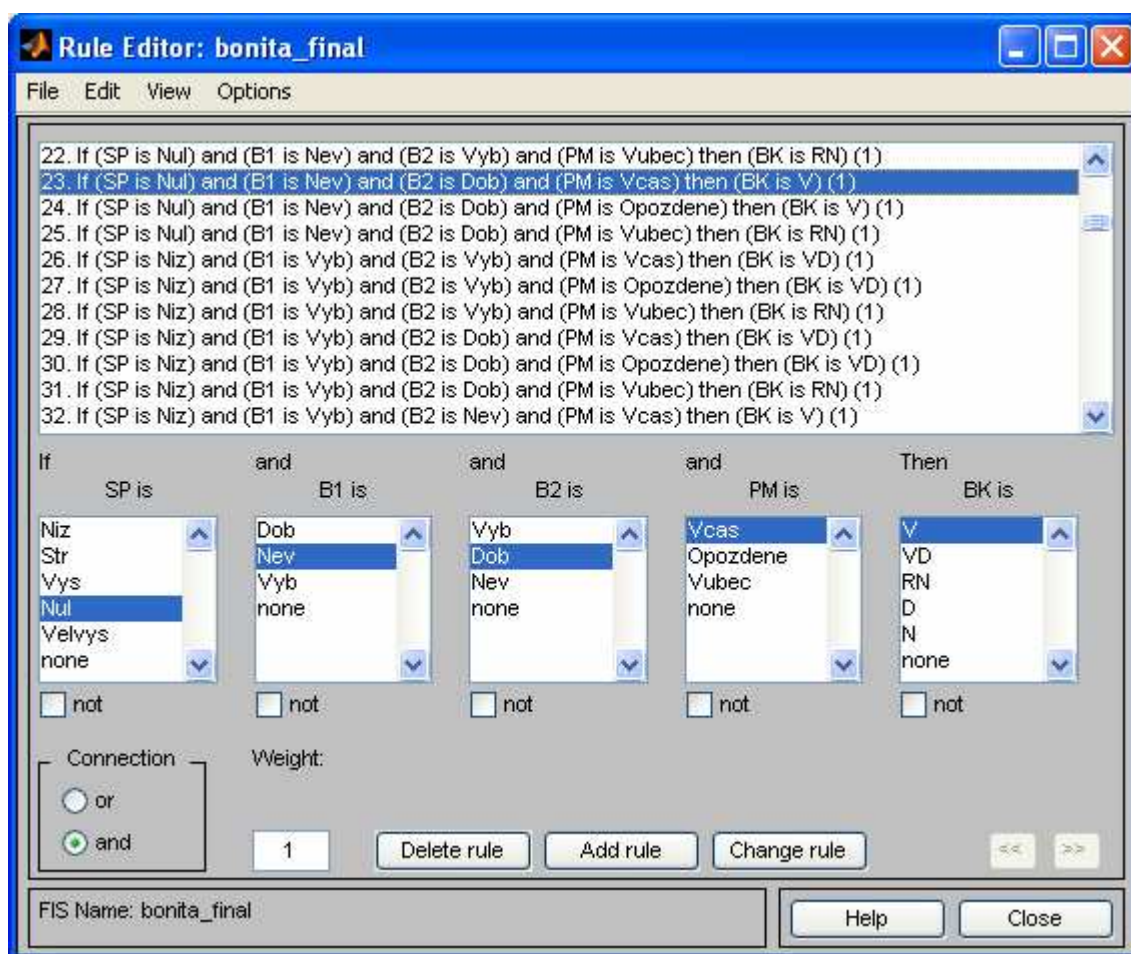
Obrázek č. 32: Funkce členství výstupní proměnné BK – rozhodovací blok B3



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 32 zobrazuje funkce členství pro výstupní proměnnou BK (bonita klienta). Rozsah hodnot je definován v intervalu $\langle 0;1 \rangle$ a typ průběhu funkce členství má tvar Π (trapmf).

Obrázek č. 33: Část pravidel fuzzy modelu – rozhodovací blok B3



Zdroj: vlastní zdroj

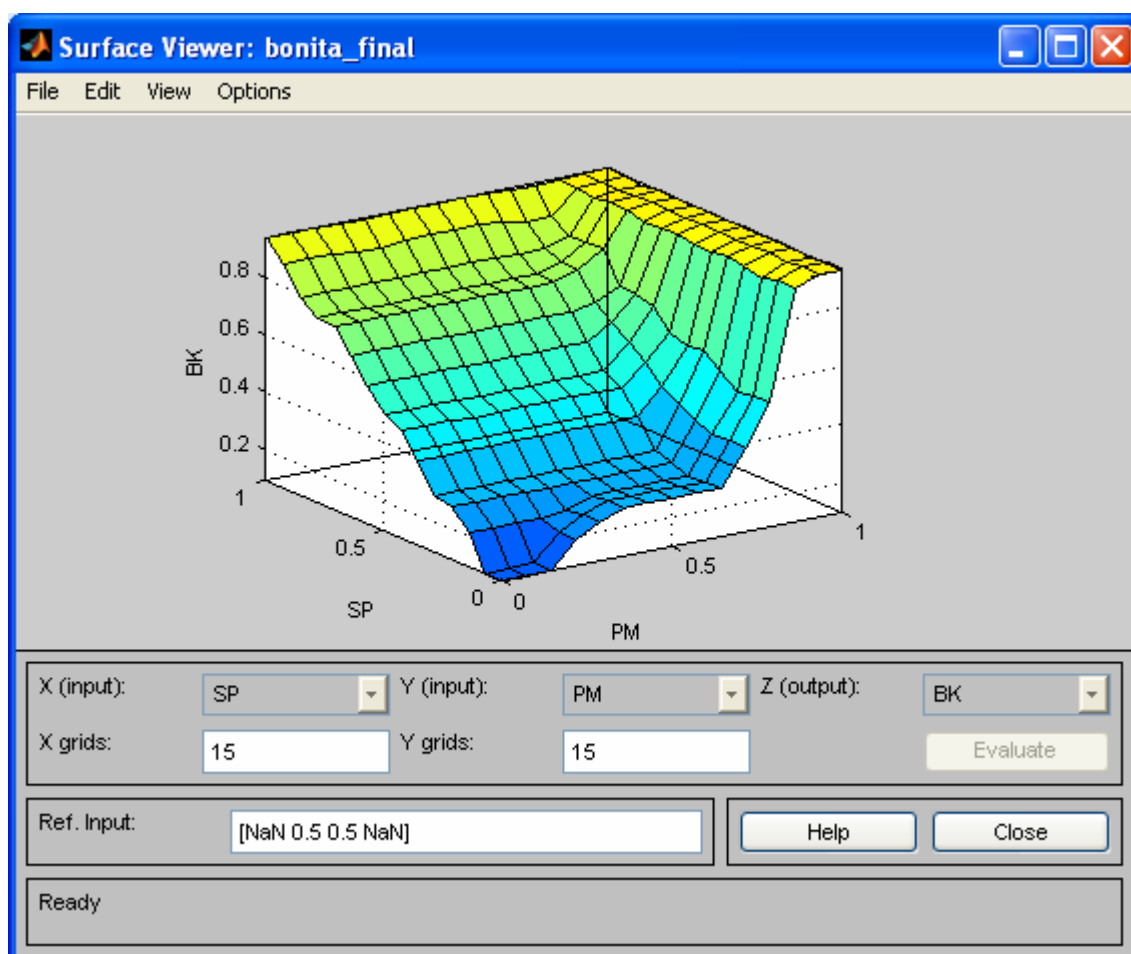
Obrázek č. 33 zobrazuje část pravidel fuzzy modelu v rozhodovacím bloku B3. Pravidlo dvacáté třetí (návaznost na blok B1 a B2) představuje situaci, kdy:

<Když> SP=Nul <A> B1=Nev <A> B2=Dob <A> PM=Vcas <Potom>BK=Vyb

což se interpretuje, že je-li navolen vstup „škodí procento“ jako „nulové“ a současně „blok1“ jako „nevyhovující“ a současně „blok2“ jako „dobrý“ a současně „platební morálka“ jako „včas“, potom výstup „bonita klienta“ je „výborná“.

Obdobně lze interpretovat i ostatní fuzzy pravidla v modelu.

Obrázek č. 34: Závislost vstupních a výstupní proměnné – rozhodovací blok B3



Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 34 zobrazuje grafickou závislost výstupní proměnné bonita klienta (BK) na vstupních proměnných škodní procento (SP) a platební morálka (PM). Jde o funkční závislost $BK = f(SP, B1, B2, PM)$, kde vstupní proměnná bonita 1 (B1) a bonita 2 (B2) je v tomto trojrozměrném grafu konstantou.

Bod se souřadnicemi $[0;0,5;0,5;0]$ představuje situaci, kdy je-li škodní procento nulové a současně klient splácí pojistné včas, potom je bonita klienta výborná.

Bod se souřadnicemi $[1;0,5;0,5;1]$ představuje situaci, kdy je-li škodní procento velmi vysoké a současně klient nesplácí pojistné, potom je bonita klienta rozhodně nevyhovující.

5.5 Verifikace modelu

Oba typy modelů (model č. I, model č. II) a obě varianty zpracování modelu (MS EXCEL, MATLAB) byly ověřeny na reálných datech klientů.

Data pro nastavení fuzzy modelu byla použita jiná než pro ověření modelu. Modely byly vytvořeny ve dvou variantách, přičemž model č. II lépe odpovídá realitě.

Úspěšnost modelu je závislá na velikosti a kvalitě vstupních dat, ze kterých byly zjištěny závislosti a pravidla pro model. V případě jiných nebo dalších dat je možné zjistit jiné nebo další případné závislosti, respektive tyto závislosti upřesnit a tím provést zpřesnění pravidel a tvarů funkcí pravidel při tvorbě rozhodovacího fuzzy modelu. Uvedené modely jsou nastaveny nad daty, které jsou uvedeny v příloze č. 2.

Sestavený a ověřený model nelze považovat za konečný. Je nutno kalkulovat s životností modelu, která s časem klesá, neboť se mohou měnit hodnotící kritéria jejich preference atd. Model je nutno upgradovat, tzn. zjištěné korekce od reálného stavu opravovat, případně sestavit model nový. Pouze kvalitně sestavený a verifikovaný model je možno aplikovat v ostrém provozu a používat jako podpory pro rozhodování.

5.6 Implementace modelu

Implementace modelu (model č. I a model č. II) v prostředí MS Excel, spočívá v zadávání, uživatelem vstupních konkrétních proměnných, do Stavové matice (Ano, Ne). Následně program automaticky vyhodnotí bonitu konkrétního klienta a poskytne rozhodovateli informace pro adekvátní rozhodnutí.

Tabulky č. 42, 43, 44 vyhodnocují konkrétního klienta v boku B3 rozhodovacího modelu č. II, přičemž konkrétně popisuje situaci, kdy hodnocený klient měl nulové škodní procento, vyhodnocení pojistných kritérií bylo výborné, vyhodnocení účetních kritérií bylo rovněž výborné a platební morálka klienta byla bezproblémová (platil včas), potom model vyhodnotil klienta jako výborného.

Tabulka č. 42: Popis vstupní stavové matice

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	nulové	výborná	výborná	včas
2	nízké	dobrá	dobrá	opozděně
3	střední	nevyhovující	nevyhovující	vůbec
4	vysoké			
5	velmi vysoké			

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 43: Stavová matice (Ano, Ne)

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	Ano	Ano	Ano	Ano
2	Ne	Ne	Ne	Ne
3	Ne	Ne	Ne	Ne
4	Ne			
5	Ne			

Zdroj: vlastní zdroj

Tabulka č. 44: Výstupní matice

1	100	79	výborný
2	78	59	velmi dobrý
3	58	40	dobrá
4	39	21	nevyhovující
5	20	0	rozhodně nevyhovující

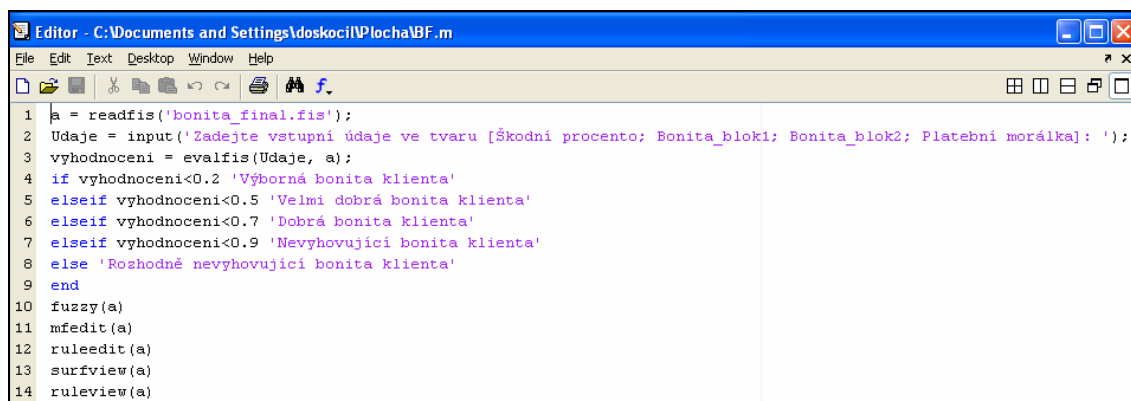
Zdroj: vlastní zdroj

Výpočet-Bonita: 85
 Výsledné hodnocení: výborný

Pro ukázkou byl vyhodnocen jeden z klientů, první v pořadí viz příloha č. 2), který dle vstupních proměnných byl vyhodnocen jako klient s výbornou bonitou.

Pro implementaci modelu č. II, v prostředí MATLAB, byl vytvořen spustitelný soubor, tzv. M-soubor, který obsahuje následující sekvenci příkazů (viz obrázek č. 35). Tento soubor slouží k zadávání vstupních hodnot o klientovi a k automatickému vyhodnocení.

Obrázek č. 35: M-soubor: BF.m



```

1 a = readfis('bonita_final.fis');
2 Udaje = input('Zadejte vstupní údaje ve tvaru [Škodní procento; Bonita_blok1; Bonita_blok2; Platební morálka: ');
3 vyhodnoceni = evalfis(Udaje, a);
4 if vyhodnoceni<0.2 'Výborná bonita klienta'
5 elseif vyhodnoceni<0.5 'Velmi dobrá bonita klienta'
6 elseif vyhodnoceni<0.7 'Dobrá bonita klienta'
7 elseif vyhodnoceni<0.9 'Nevyhovující bonita klienta'
8 else 'Rozhodně nevyhovující bonita klienta'
9 end
10 fuzzy(a)
11 mfeedit(a)
12 ruleedit(a)
13 surfview(a)
14 ruleview(a)

```

Zdroj: vlastní zdroj

První řádek načítá do proměnné *a* příkazem *readfis* ze souboru *bonita_final.fis* parametry fuzzy modelu.

Druhý řádek provádí načtení údajů *Škodní procento*, *Bonita_blok1*, *Bonita_blok2* a *Platební morálka*.

Třetí řádek provádí vyhodnocení příkazem *evalfis*, kde vstupem je proměnná *Udaje* a *a* parametry modelu. Hodnota výstupní proměnné se nachází v proměnné *vyhodnoceni*.

Čtvrtý až devátý řádek realizuje vyhodnocení tj., když je hodnota proměnné vyhodnoceni menší jak 0,2, potom výstupní lingvistická hodnota je *Výborná bonita klienta*, jinak je-li hodnota proměnné vyhodnoceni v intervalu od 0,2 do 0,5, potom je výstupní lingvistická hodnota *Velmi dobrá bonita klienta*, je-li hodnota proměnné vyhodnoceni v intervalu od 0,5 do 0,7, potom je výstupní lingvistická hodnota *Dobrá bonita klienta*, je-li hodnota proměnné vyhodnoceni v intervalu od 0,7 do 0,9, potom je výstupní lingvistická hodnota *Nevyhovující bonita klienta*, jinak je výstupní lingvistická hodnota *Rozhodně nevyhovující bonita klienta*.

Příkaz *fuzzy(a)*, uvedený na desátém řádku, zobrazí a umožní práci a nastavení fuzzy modelu (viz obrázek č.29)

Příkaz *mfedit(a)*, uvedený na jedenáctém řádku, zobrazí a umožní práci a nastavení funkce členství vstupních a výstupní proměnné (viz obrázky č.30,31,32)

Příkaz *rulleedit(a)*, uvedený na dvanáctém řádku, zobrazí a umožní nastavení a práci s fuzzy pravidly (viz obrázek č.33)

Příkaz *surfview(a)*, uvedený na třináctém řádku, zobrazí a umožní grafické prohlížení závislostí vstupních i výstupních proměnných (viz obrázek č.34)

Příkaz *ruleview(a)*, uvedený na čtrnáctém řádku, zobrazí a umožní testování a simulaci výstupní proměnné BK na vstupních proměnných SP, B1, B2 a PM (viz obrázek č.37).

Použije-li se k simulaci M-soubor s názvem BF.m v prostředí MATLAB je na display zapsán požadavek na zadání vstupů [Škodní procento; Bonita_blok1; Bonita_blok2; Platební morálka] a po doplnění hodnot vstupů např. SP=0, B1=0, B2=0 a PM=0 ve tvaru [0;0;0;0] se obdrží výsledek BK=Výborná bonita klienta viz obrázek č. 36.

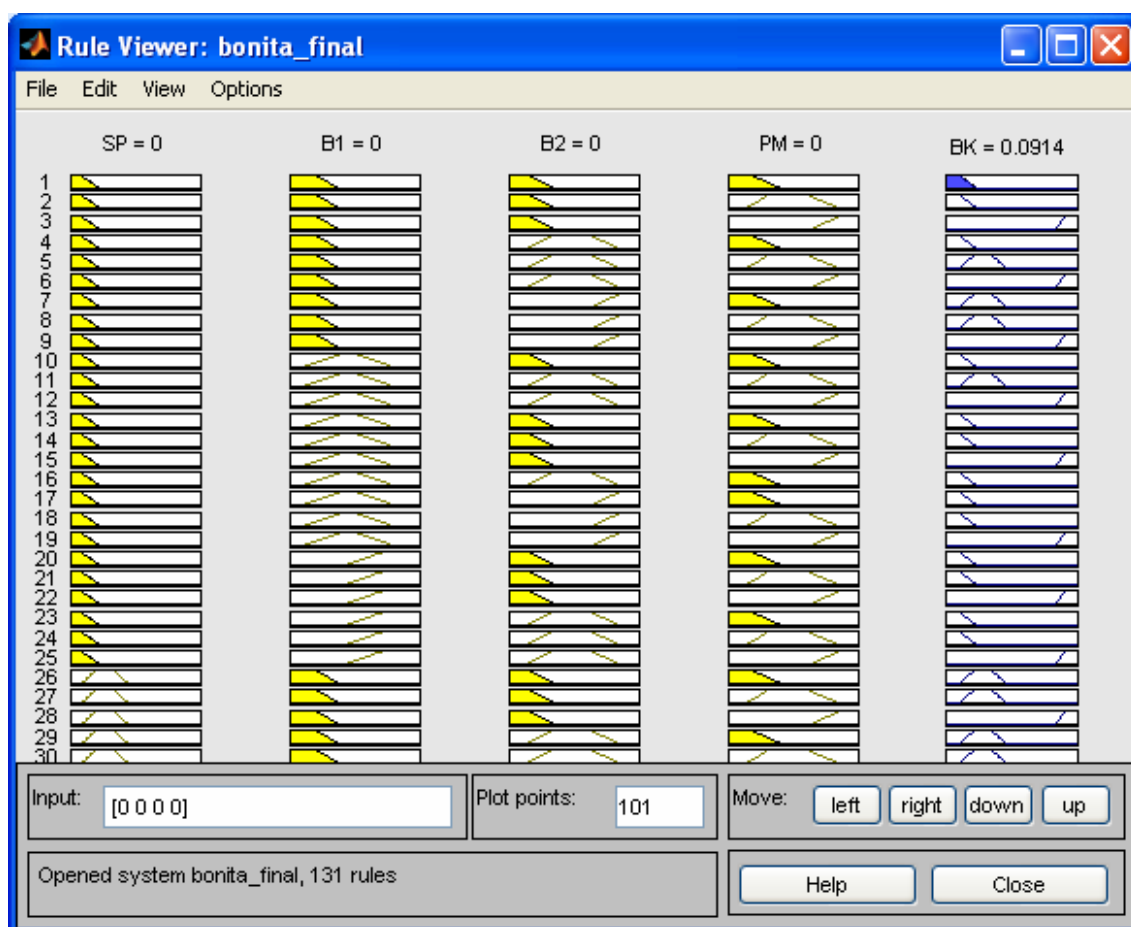
Obrázek č. 36: Vyhodnocení výpočtu – výborný klient

```
>> BF
Zadejte vstupní údaje ve tvaru [Škodní procento; Bonita_blok1; Bonita_blok2; Platební morálka]: [0;0;0;0]
ans =
Výborná bonita klienta
```

Zdroj: vlastní zdroj

Obrázek č. 37 popisuje grafické zobrazení pravidel konkrétně zadaného klienta, pomocí příkazu *ruleview(a)*, Vstupní hodnoty a výstup je shodný se zadanými parametry na obrázku č. 36.

Obrázek č. 37: Hodnocení konkrétného klienta



Zdroj: vlastní zdroj

Po spuštění M-souboru s názvem BF.m v prostředí MATLAB je na display zapsána žádost o zadání vstupů [Škodní procento; Bonita_blok1; Bonita_blok2; Platební morálka] a po doplnění hodnotami vstupu SP=1, B1=1, B2=1 a PM=1 ve tvaru [1;1;1;1] se obdrží výsledek BK=Rozhodně nevyhovující bonita klienta. Viz obrázek č. 38.

Obrázek č. 38: Vyhodnocení výpočtu – rozhodně nevyhovující klient

```
>> BF
Zadejte vstupní údaje ve tvaru [Škodní procento; Bonita_blok1; Bonita_blok2; Platební morálka]: [1;1;1;1]

ans =

Rozhodně nevyhovující bonita klienta
```

Zdroj: vlastní zdroj

Po spuštění M-souboru s názvem BF.m v prostředí MATLAB je na display zapsána žádost o zadání vstupů [Škodní procento; Bonita_blok1; Bonita_blok2; Platební morálka] a po doplnění hodnotami vstupu SP=0.1, B1=0.8, B2=0.5 a PM=0.1 ve tvaru [0.1;0.8;0.5;0.1] se obdrží výsledek BK=Výborná bonita klienta. Viz obrázek č. 39. Uvedená data náleží v pořadí prvnímu klientu, viz příloha č. 2.

Obrázek č. 39: Vyhodnocení výpočtu – konkrétní klient

```
>> BF
Zadejte vstupní údaje ve tvaru [Škodní procento; Bonita_blok1; Bonita_blok2; Platební morálka]: [0.1;0.8;0.5;0.1]

ans =

Výborná bonita klienta
```

Zdroj: vlastní zdroj

Model byl ověřen uvedeným způsobem na testovaných datech. Uvedené výsledky odpovídaly požadavku, proto lze považovat fuzzy model za funkční. Po spuštění výpočtu byly k dispozici grafy vygenerované příkazy *fuzzy(a)*, *mfedit(a)*, *rulleedit(a)*, *surfview(a)* a *ruleview(a)*. Uvedené parametry modelu jsou uloženy v souboru *bonita_final.fis* a týkají se údajů o vstupech, výstupech, funkcí členství a pravidel. Část těchto údajů je znázorněn na obrázku č. 40. Kompletní výpis údajů ze souboru *bonita_final.fis* je uveden v příloze č. 19.

Obrázek č. 40: Soubor: *bonita_final.fis* (část)

```
1 [System]
2 Name='bonita_final'
3 Type='mamdani'
4 Version=2.0
5 NumInputs=4
6 NumOutputs=1
7 NumRules=131
8 AndMethod='min'
9 OrMethod='max'
10 ImpMethod='min'
11 AggMethod='max'
12 DefuzzyMethod='centroid'
13
14 [Input1]
15 Name='SP'
16 Range=[0 1]
17 NumMFs=5
18 MF1='Niz':'trapmf',[0.0856670520231214 0.200867052023121 0.332867052023121 0.452567052023121]
19 MF2='Str':'trapmf',[0.301 0.402890173410405 0.557 0.686]
20 MF3='Vys':'trapmf',[0.504901734104046 0.680346820809248 0.781901734104046 0.951901734104046]
21 MF4='Nul':'trapmf',[-0.0774433526011561 -0.0774433526011561 0.0724566473988439 0.234456647398844]
22 MF5='Velvys':'trapmf',[0.773888277211977 0.919888277211977 1.01388827721197 1.01388827721197]
23
24 [Input2]
25 Name='B1'
26 Range=[0 1]
27 NumMFs=3
28 MF1='Dob':'trapmf',[0.0976719576719577 0.417671957671958 0.497671957671958 0.817671957671958]
29 MF2='Nev':'trapmf',[0.420409523809524 0.740409523809524 1.02380952380952 1.02380952380952]
30 MF3='Vyb':'trapmf',[-0.00793650793650791 -0.00793650793650791 0.192063492063492 0.392063492063492]
31
```

Zdroj: vlastní zdroj

5.7 Navržená metodika

Metodiku zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví lze rozdělit do několika, na sebe navazujících kroků, které lze chápat jako doporučený postup řešení dané problematiky. Stručný popis jednotlivých etap je uveden níže, přičemž uvedené etapy je možno chápat jako shrnující činnosti mého výzkumu. Jejich detailní popis je obsahem této práce a je jejím hlavním cílem.

Implementace navržené metodiky, zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví, se skládá z následujících deseti kroků:

1. Stanovení expertního týmu.
2. Definování bonity klienta.
3. Zabezpečení zdrojových dat – interní, externí zdroje.
4. Analýzy dat – seřídění, seskupení, zjišťování závislostí.
5. Definování vstupních proměnných.
6. Definování vah proměnným a definování pravidel.
7. Tvorba schémata fuzzy modelu.
8. Naprogramování modelu.
9. Verifikace modelu.
10. Implementace modelu.

6 Přínosy disertační práce

Disertační práce má jasně stanovené cíle. Z jejich naplnění vplynuly přínosy práce nejen v rovině teoretické, ale i především v rovině praktické. V neposlední řadě má práce podstatné přínosy i v oblasti pedagogiky.

Detailnější pohledy, na jednotlivé oblasti přínosů disertační práce, jsou uvedeny v následujících podkapitolách.

6.1 Nejdůležitější přínosy pro oblast teorie

- Konfrontace teoretických poznatků s přístupy uplatňovanými v podnikové praxi.
- Rozšíření dosavadní úrovně poznání v oblasti data miningu.
- Zjištění možnosti využití standardizovaných modelů data miningu.
- Zjištění možnosti využitelnosti fuzzy modelování v oblasti pojišťovnictví.
- Přiblížení problematiky data miningu širokému okolí managementu, včetně vyzdvižení jeho důležitosti v procesu řízení firmy.

6.2 Nejdůležitější přínosy pro praxi

- Vytvoření metodiky zjišťování rizikového klienta v pojišťovnictví.
- Sofistikovaný způsob řešení daného rozhodovacího problému.
- Získání cenných informací sloužících k řízení podnikatelských rizik.
- Návrh efektivnějšího a automatizovaného způsobu data miningu.
- Rychlost, jednoduchost, přehlednost řešení daného rozhodovacího problému.
- Flexibilní možnost korekce proměnných modelů.
- Možnost odhalení dosud skrytých a neřešených problémů.
- Detailní analýza více kritérií.

- Automatizace rozhodovacího procesu.
- Standardizace rozhodnutí.
- Eliminace subjektivních postojů hodnotitelů , popř. eliminace korupčního jednání.
- Snížení, případně eliminace chyby lidského faktoru.
- Úspora nákladů a času při řešení složitých rozhodovacích procesů.
- Využití získaných znalostí v řízení pojišťoven.

6.3 Nejdůležitější přínosy pro oblast pedagogiky

- Možnost využití práce (včetně naprogramovaného modelu), jako informačního zdroje, pro výuku předmětů zaměřených na aplikaci nástrojů operační analýzy.
- Možnost využití práce, jako informačního zdroje, pro výuku manažersky orientovaných předmětů.
- Možnost využití práce, jako informačního zdroje, pro výuku předmětů zaměřených na problematiku data miningu.

Závěr

Disertační práce řeší problematiku zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví, což je jejím hlavním cílem. K naplnění hlavního cíle disertační práce vedlo splnění několika dílčích cílů a to jak v rovině teoretické, tak v rovině praktické.

Prvním dílčím cílem bylo vymezení základních pojmů v oblasti pojišťovnictví a uvedení dalších teoretických východisek souvisejících s řešenou problematikou, jejíž podstatou je problematika rozhodování. Tyto skutečnosti jsou uvedeny v kapitole třetí.

Dalším dílčím cílem bylo zmapování možných metod, kterými je možno dosáhnout stanoveného cíle. Naplnění tohoto dílčího cíle prezentuje kapitola čtvrtá. Při zpracování práce byly aplikovány jak obecné metody výzkumu, např. metoda analýzy a syntézy, indukce a dedukce, metoda zpětné vazby, zejména při analýze dat, tvorbě zevšeobecněných pravidel fuzzy modelu a při verifikaci sestaveného modelu, tak metody specifické. Především bylo využito statistických metod a fuzzy logiky. Statistický aparát testování hypotéz byl aplikován při zjišťování závislostí vstupních proměnných na výstupní proměnné bonity klienta. Výběrový statistický soubor tvořila vstupní databáze klientů.

Při vlastním zpracování práce bylo využito několika programových prostředků. Jejich výběr, vhodnost a základní charakteristika byly další dílčí cíle práce. Aplikace vybraných softwarů při řešení stanovené problematiky je uvedena v příslušných podkapitách kapitoly páté. Analýza dat byla realizována pomocí softwaru Witness Miner, který podporuje všechny etapy KDD (Knowledge Discovery in Databases) procesu a pro potřeby zpracování disertační práce byl dostačující. Bylo využito několika z jeho nástrojů, zejména při zjišťování četností statistických znaků, shlukové analýzy atd.

Při modelování bylo využito dvou softwarů. Nejprve softwaru MS Excel, který plnil dvě důležité funkce. Za prvé svou dostupností široké veřejnosti lze relativně snadno a rychle implementovat do podnikové praxe a poskytovat příslušnou podporu při rozhodování. Za druhé modelování v MS Excel poskytlo základní znalosti, zejména při stanovení vah proměnných a pravidel při následné realizaci modelu v prostředí MATLAB. Pro detailnější modelování byl použit výpočetní systém MATLAB

s příslušným Fuzzy logic Toolboxem, který umožnil realizovat vlastní výstavbu modelu.

Modely byly, za pomoci obou softwarů, realizovány ve dvou variantách (model č. I, model č. II), neboť v procesu výzkumné práce docházelo k zpřesňování a úpravám modelu, přičemž model č. II lépe popisuje realitu.

Východiskem práce byla analýza databáze reálných klientů (pouze právnické osoby). S využitím data miningu byly z databází získány informace, které sloužily jako podklad pro tvorbu následného rozhodovacího fuzzy modelu a jeho verifikaci. Uvedené skutečnosti shrnují další dílčí cíle, které byly v postupných, na sebe logicky navazujících, fázích řešeny v kapitole páté. V práci je uveden detailní popis tvorby rozhodovacího fuzzy modelu, který je důležitou součástí navržené metodiky.

Sestavený fuzzy model obsahuje zobecněná pravidla a jejich popis, vstupní proměnné včetně navržených atributů a výstupní proměnnou, která, ve formě svých atributů, představuje stupeň bonity klienta. Sestavený model byl nejprve ověřen na reálných datech a poté, jako součást navržené metodiky, aplikován do celkové navržené metodiky zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví, kterou lze využívat pro potřeby pojišťoven.

Sestavený model byl realizován pomocí fuzzy logiky. Jako možnost dalšího pokračování výzkumné činnosti spatřuje autor především v aplikaci dalších pokročilých metod, pro modelování definovaného problému. Konkrétně v aplikaci umělých neuronových sítí, vidím příležitost, která by poskytla další cenné informace a ve srovnání s fuzzy modelem, by došlo k celkovému posunu řešené problematiky. Rovněž je možno navrženou metodiku aplikovat na početně větší databázi klientů a zjišťovat tak případné nové závislosti a zpřesňovat stávající rozhodovací model.

Zobecněný postup navržené metodiky je možné, po určitých korekcích, aplikovat nejen na hodnocení klientů – právnických osob, ale i klientů – fyzických osob. Rovněž lze navrženou metodiku, po potřebné transformaci, související především s konkrétním oborem aplikace, použít i v dalších oblastech podnikatelství nebo veřejné správě. Sestavená metodika umožňuje snížit náklady a zvyšuje konkurenceschopnost podnikatelského subjektu.

Problematika rozhodování, data miningu a aplikace nástrojů umělé inteligence v řízení firem je autorem řešena v mnoha jeho publikacích (viz přehled publikační činnosti). Autorovy publikace, citované v textu práce, sloužily jako zdroj, již recenzovaných a podpůrných, informací při zpracování disertační práce a jsou uvedeny v bibliografii.

Metody umělé inteligence a jejich aplikace jsou využívány v rámci autorovi pedagogické činnosti, zejména v předmětech Operační a systémová analýza a Pokročilé metody analýz a rozhodování. Vytvořená metodika zjišťování bonity klienta v pojišťovnictví je používána jako vzorový příklad ve výše uvedených předmětech i jako ukázka pro předmět Risk management.

Na úplný závěr lze konstatovat, že hlavní i dílčí cíle disertační práce byly naplněny.

Bibliografie

- (1) ALIEV, A.; ALIEV, R. *Soft Computing and Its Applications*. World Scientific Pub. Ltd, USA, 2002. 444 s. ISBN 981-02-4700-1.
- (2) ALTROCK, C. *Fuzzy Logic & Neurofuzzy – Applications in Business & Finance*. Prentice Hall, USA, 1996. 375 s. ISBN 0-13-591512-0.
- (3) BERKA, P. *Dobývání znalostí z databází*. 1.vyd. Praha: Academia, 2003. 366 s. ISBN 80-200-1062-9.
- (4) CIPRA, T. *Finanční a pojistné vzorce*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2006. 374 s. ISBN 80-247-1633-X.
- (5) CIPRA, T. *Kapitálová přiměřenost ve financích a solventnost v pojišťovnictví*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2002. 271 s. ISBN 80-86119-54-8.
- (6) ČEJKOVÁ, V.; MARTINOVIČOVÁ, D. *Pojišťovnictví*. 1. vyd. Brno: FP VUT, 2003. 133 s. ISBN 80-214-2404-4.
- (7) DAVIS, L. *Handbook of Genetic Algorithms*. Int. Thomson Com. Press, USA, 1991. 385 s. ISBN 1-850-32825-0.
- (8) DĚDINA, J. ODCHÁZEL, J. *Management a moderní organizování firmy*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-2149-1.
- (9) DOSKOČIL, R. Použití fuzzy logiky při výběru pojišťoven. In *Sborník příspěvků z 6. doktorandské konference IMEA 2006*. Hradec Králové, nakladatelství Gaudeamus při univerzitě Hradec Králové. 2006. p. 35 - 40. ISBN 80-7041-164-3.
- (10) DOSKOČIL, R. Data mining jako nástroj při zjišťování bonity klienta. In *Jak úspěšně podnikat v příhraničních regionech jihovýchodní Moravy. IV. Mezinárodní konference*. Kunovice: Evropský polytechnický institut, s.r.o., 2008. s. (5 s.) ISBN: 978-80-7314-145-5

- (11) DOSKOČIL, R. Data mining jako nástroj při řízení rizik. In *MANAGEMENT, ECONOMICS AND BUSINESS DEVELOPMENT IN THE NEW EUROPEAN CONDITIONS*. Brno: Akademické nakladatelství Cerm, s.r.o., 2008. ISBN: 978-80-7204-582-2.
- (12) DOSKOČIL, R. The Methodology of Value Determination of Client for Insurance Business. In *ICSC- Seventh International Conference on Soft Computing Applied in Computer and Economic Environments*. Hodonín, European Polytechnical Institute Kunovice. 2009. ISBN 978-80-7314-134-9.
- (13) DOSTÁL, P. *Moderní metody ekonomických analýz – Finanční kybernetika*. Zlín: UTB – FAME, 2002. 110 s. ISBN 80-7318-075-8.
- (14) DOSTÁL, P. *Pokročilé metody analýz a modelování v podnikatelství a veřejné správě*, Akademické nakladatelství CERM: Brno, 2008. 340 s. ISBN 978-80-7204-605-8.
- (15) DOSTÁL, P.; RAIS, K.; SOJKA, Z. *Pokročilé metody manažerského rozhodování*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2005. 168 s. ISBN 80-247-1338-1.
- (16) DOSTÁL, P. *The Use of Fuzzy Logic for Support of Manager Decision Making*. Brno, 2005. ISBN 80-214-2953-4.
- (17) DRDLA, M.; RAIS, K. *Řízení změn ve firmě*. 1.vyd. Praha: Computer Press, 2001. ISBN 80-7226-411-7.
- (18) DUCHÁČKOVÁ, E. *Pojišťovnictví*. 1. vyd. Praha: VŠE, 1997. 138 s. ISBN 80-7079-092-X.
- (19) FOTR, J.; DĚDINA, J.; HRŮZOVÁ, H. *Manažerské rozhodování*. 3. přepracov. vyd. Praha: Ekopress, 2003. ISBN 80-86119-69-6.
- (20) FOTR, J. a kol. *Manažerské rozhodování - postupy, metody, nástroje*. 1. vyd. Praha: Ekopress, 2006. 409 s. ISBN 80-86929-15-9.
- (21) GROS, I. *Kvantitativní metody v manažerském rozhodování*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2003. 432 s. ISBN 80-247-0421-8.

- (22) HAGAN, T.; DEMUTH, B. *Neural Network Design*. PWS Publishing Comp., USA, 1996, 702s., ISBN 0-534-94332-2.
- (23) HAND, D. MANNILA, H. SMYTH, P. *Principles of Data Mining*. MIT Press, USA, 2001. 546 s. ISBN 0-262-08290-X.
- (24) CHEVALIER, A.; HIRSCH, G. *Rizika podnikání*. Praha: Victoria Publishing, 1994. 137 s. ISBN 80-85865-05-X.
- (25) KLIR, G.J., YUAN, B. *Fuzzy Sets and Fuzzy Logic, Theory and Applications*. Prentice Hall, New Jersey, USA, 1995. 279 s. ISBN 0-13-101171-5.
- (26) Kolektiv autorů. *Witness Minner – Users Manual*. Lanner Group Ltd., 2008.
- (27) KONEČNÝ, M, *Podniková ekonomika*. Brno: FP VUT v Brně, 2003.184 s. ISBN 80-214-2304-8.
- (28) KOONTZ, H.; WEIHRICH, H. *Management: A Global Perspective*. McGraw-Hill, USA, 1993. 744 s. ISBN 0-07-069170-3.
- (29) KROPÁČ, J. *STATISTIKA A, Náhodné jevy, Náhodné veličiny, Náhodné vektory, Indexní analýza, Rozhodování za rizika*. RNDr. Jiří Kropáč, 2006. 157 s. ISBN 80-214-3194-6.
- (30) KROPÁČ, J. *STATISTIKA B, Jednorozměrné a dvourozměrné datové soubory, Regresní analýza, Časové řady*. RNDr. Jiří Kropáč, 2007. 155 s. ISBN 80-214-3295-0.
- (31) MARTINOVIČOVÁ, D. *Pojištění podnikatelských subjektů*. 1. vyd. Ostrava: KEY Publishing s.r.o. 2007. 236 s. ISBN 978-80-87071-08-3.
- (32) MERNA, T. *Risk management: řízení rizika ve firmě / Tony Merna, Faisal F. Al-Thani*. 1. vyd., Brno: Computer Press, 2007. 194 s. ISBN 978-80-251-1547-3.
- (33) MINTZBERG, H.; LAMPEL, J.; QUINN, J. B. *The strategy Process. Concepts, Contexts, Case*. 4. vyd. Prentice Hall College Div. 2002. ISBN 0-13-047913-6.

- (34) NOVÁK, N. *Umělé neuronové sítě – teorie a aplikace*. Praha: C.H.BECK, 1998. 382 s. ISBN 80-7179-132-6.
- (35) NOVOTNÝ, O.; POUR, J.; SLÁNSKÁ, D. *Business Inteligence*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing a.s., 2005. 254 s. ISBN 80-247-1094-3.
- (36) NÖLLKE, M. *Rozhodování. Jak činit správná a rychlá rozhodnutí*. 2. aktualiz. vyd. Praha: Grada Publishing, a.s., 2003. 112 s. ISBN 80-247-0411-0.
- (37) PALMER, S.; WEAVER, M. *Úloha informací v manažerském rozhodování*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, 2000. 168 s. ISBN 80-7169-940-3.
- (38) PAVLICA, K. a kol. *Sociální výzkum, podnik a management*. Průvodce manažera v oblasti výzkumu hospodářských organizací. 1. vyd. Praha: Ekopress, s.r.o., 2000. 165 s. ISBN 80-86119-25-4.
- (39) PETERS, T.J.; WATERMAN, R.H. *Hledání dokonalosti - poučení z nejlépe vedených amerických společností*. Praha: Svoboda – Libertas, 1993. 294 s. ISBN 80-205-0313-7.
- (40) PETRÁČKOVÁ, V.; KRAUS, J. a kol. *Akademický slovník cizích slov*. 1. vyd. Praha: Academia, 1997. 834 s. ISBN 80-200-0607-9.
- (41) POKORNÝ, J. *Myslet kreativně*. 1. vyd. Brno: CERM, s. r. o., 2004. 124 s. ISBN 80-7204-324-2.
- (42) RAIS, K.; DOSKOČIL, R. *Operační a systémová analýza I*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2006, 107 s. ISBN 80-214-3280-2.
- (43) RAIS, K.; DOSTÁL, P. *Operační a systémová analýza II*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2004. 161 s. ISBN 80-214-2803-1.
- (44) RIBEIRO, R.; YAGER, R. *Soft Computing in Financial Engineering*. A Springer Verlag Copany, 1999. 590 s. ISBN 3-7908-1173-4.
- (45) RUD, O. P. *Data Mining. Praktický průvodce dolováním dat pro efektivní prodej, cílený marketing a podporu zákazníků (CRM)*. 1.vyd. Praha: Computer Press, 2001. 329 s. ISBN 80-7226-577-6.

- (46) SEDLÁČEK, J. *Účetní data v rukou manažera. Finanční analýza v řízení firmy*. Praha: Computer Press, 1999. ISBN 80-722-6140-1.
- (47) SMEJKAL, V. RAIS, K. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 2. aktual. vyd., Praha: Grada Publishing, a.s., 2006. 296 s. ISBN 80-247-1667-4.
- (48) ŠKOPOVÁ, V. *Pojistné právo*. 1. vyd. Praha: VŠE, 1997. 180 s. ISBN 80-7076-448-7.
- (49) TICHÝ, M. *Ovládání rizika: analýza a management*. 1.vyd. Praha: C.H.Beck, 2006. 396 s. ISBN 80-7179-415-5.
- (50) VODÁČEK, L.; VODÁČKOVÁ, O. *Moderní management v teorii a praxi*. 1 vyd. Praha: Management Press, 2006. ISBN 80-7261-143-7.
- (51) VODÁČEK, L.; VODÁČKOVÁ, O. *Management. Teorie a praxe v informační společnosti*. 4. rozšířené vydání, Praha: Management Press, 2001. ISBN 80-726-1041-4.
- (52) WISNIEWSKI, M. *Quantitative Methods for Decision Makers*, 4. vyd. 2006, Pearson Education Limited, England, 592 s. ISBN 0-27368-789-1.
- (53) WISNIEWSKI, M. *Metody manažerského rozhodování*. Praha: Grada Publishing a.s., 1996. 512 s. ISBN 80-7169-089-9.
- (54) Zákon č. 37/2004 Sb., o pojistné smlouvě a o změně souvisejících zákonů.
- (55) ZAPLATÍLEK, K.; DOŇAR, B. *MATLAB pro začátečníky*. 2. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2005. 151 s. ISBN 80-7300-175-6.
- (56) ZAPLATÍLEK, K.; DOŇAR, B. *MATLAB tvorba uživatelských aplikací*. 1. vyd. Praha: BEN – technická literatura, 2004. 215 s. ISBN 80-7300-133-0.

INTERNETOVÉ ZDROJE:

- (57) Alexander, D. *Data Mining*. [online]. [cit.2008-03-19]. Dostupné z:
<http://www.eco.utexas.edu/~norman/BUS.FOR/course.mat/Alex/#Top%20of%20Page>
- (58) Berka, M. *Operační výzkum* [online]. [cit.2006-25-03]. Dostupné z:
<http://home.eunet.cz/berka/o/>
- (59) Busygin, S., Prokopyev, O., Pardalos, P. *Biclustering in data mining*. [online]. c2007, [cit.2007-11-13]. Dostupné z:
http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VC5-4N0HJJD-3&_user=640830&_coverDate=09%2F30%2F2008&_alid=695192076&_rdoc=1&_fmt=full&_orig=search&_cdi=5945&_sort=d&_docanchor=&view=c&_ct=3391&_acct=C000032308&_version=1&_urlVersion=0&_userid=640830&md5=80a5b14bcdb832e652f63ce185b79950
- (60) *Diversified Risk Management*, [online]. c2008, [cit.2008-15-01]. Dostupné z:
<http://www.diversifiedriskmanagement.com/risk-management/?adwords>
- (61) Česká asociace pojišťoven [online]. [cit.2009-02-21]. Dostupné z:
http://www.cap.cz/Zpravy.aspx?list=DOKUMENTY_02&zobrazeni=pro%20web%20pravidelné%20roční%20statistiky
- (62) Český statistický úřad [online]. [cit.2009-01-21]. Dostupné z:
<http://www.czso.cz/xc/edicniplan.nsf/publ/13-3101-08-2008>
- (63) Drábek, O., Seidl, P., Taufer, I. *Umělé neuronové sítě – základy teorie a aplikace (2)*, [online]. c2005, [cit.2008-22-03]. Dostupné z:
http://www.chemagazin.cz/Texty/CHXV_6_cl2.pdf
- (64) Dulá, J. H. *Computers & Operations Research*. [online]. c2008, [cit.2008-01-03]. Dostupné z:
<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1341274401&sid=4&Fmt=2&clientId=45139&RQT=309&VName=PQD>

- (65) Hetem Jr, A., Gregorio-Hetem, J. *The use of genetic algorithms to model protoplanetary disis*. [online]. c2007, [cit.2007-09-06]. Dostupné z: <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1398549261&sid=11&Fmt=2&clientId=45139&RQT=309&VName=PQD>
- (66) Hroch, M., Cach, P. *Business intelligence staví na datovém skladu*. [online]. c2007, [cit.2007-14-02]. Dostupné z: http://www.systemonline.cz/site/rizeni_projektu/3dil2.htm
- (67) *IFORS*, [online]. c2008, [cit.2008-22-03]. Dostupné z: <http://www.ifors.org/>.
- (68) Kajánek, P., Příkryl, J. *Seznámení se s genetickými algoritmy*. [online]. [cit.2008-10-03]. Dostupné z: <http://www.muweb.cz/www/prikrylj/Genetickealgoritmy.html>
- (69) Mohamadi, H., Habibi, J., Abadeh, M.S., Saadia, H. *Data mining with a simulated annealing based fuzzy classification systém*. [online]. c2007, [cit.2007-06-09]. Dostupné z: http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V14-4R3352D2&_user=640830&_coverDate=05%2F31%2F2008&_alid=699875195&_rdoc=23&_fmt=summary&_orig=search&_cdi=5664&_sort=d&_docanchor=&view=c&_ct=3403&_acct=C000032308&_version=1&_urlVersion=0&_userid=640830&md5=05afa11e6cf3c9aca86ae0545d16def6
- (70) Obchodní rejstřík a Sběrka listin, Ministerstvo spravedlnosti České republiky. [online]. [cit.2008-11-15]. Dostupné z: <http://www.justice.cz/xqw/xervlet/insl/index?sysinf.@typ=or&sysinf.@strana=searchPerson>
- (71) Olafsson, S., Li, X., Wu, S. *European Journal of Operational Research*. [online]. c2008, [cit.2008-02-06]. Dostupné z: <http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1404161641&sid=2&Fmt=2&clientId=45139&RQT=309&VName=PQD>
- (72) *Operational Risk Management* [online]. c2007, [cit.2007-12-12]. Dostupné z: <http://www.rm-news.com/>

- (73) *Průmyslové inženýrství a operační výzkum*, [online]. [cit.2008-19-03].
Dostupné z:
http://www.kip.zcu.cz/kursy/svt/eb/prum_eng/operacni_vyzkum.html
- (74) Reed, B. *Data classification best practices*. [online]. c2007, [cit.2007-10-19].
Dostupné z:
<http://proquest.umi.com/pqdweb?did=1204618071&sid=6&Fmt=2&clientId=45139&RQT=309&VName=PQD>
- (75) *Risk management*. [online]. c2006, [cit.2008-06-01]. Dostupné z:
<http://www.risk-management.cz/>
- (76) Rydval, S. *Základy fuzzy logiky*. [online]. [cit.2007-14-12]. Dostupné z:
<http://www.rydval.cz/phprs/view.php?cisloclanku=2005061701>
- (77) Šmejkal, L., Urban, L. *Když se řekne... Fuzzy logika* [online]. c2004, [cit.2006-10-03]. Dostupné z: <http://www.automatizace.cz/article.php?a=161>

Přílohy

- Příloha č. 1:** Původní data
- Příloha č. 2:** Sumarizovaná data
- Příloha č. 3:** Sumarizovaná data (část)– Witness Miner
- Příloha č. 4:** Statistické ročenky
- Příloha č. 5:** Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – délka pojištění
- Příloha č. 6:** Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – základní kapitál
- Příloha č. 7:** Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – propojištěnost
- Příloha č. 8:** Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – škodní procento
- Příloha č. 9:** Test nezávislosti kvalitativních znaků bonita – umístění
- Příloha č. 10:** Test nezávislosti kvalitativních proměnných bonita – právní forma
- Příloha č. 11:** Test nezávislosti kvalitativních proměnných bonita – hosp. výsledek
- Příloha č. 12:** Test nezávislosti kvalitativních proměnných bonita – zadluženost
- Příloha č. 13:** Test nezávislosti kvalitativních proměnných bonita – likvidita
- Příloha č. 14:** Hodnocený klient – výborný
- Příloha č. 15:** Hodnocený klient – velmi dobrý
- Příloha č. 16:** Hodnocený klient – dobrý
- Příloha č. 17:** Hodnocený klient – nevyhovující
- Příloha č. 18:** Hodnocený klient – rozhodně nevyhovující
- Příloha č. 19:** Soubor bonita_final.fis

Příloha č. 1: Původní data

Původní data – 1. část

poř.č.	právní forma	umístění	majetek	odpovědnost	PMV	olejiny	olejiny_ha	okopaný	okopaný_ha	luskoviny	luskoviny_ha	obiloviny	obiloviny_ha	picniny	picniny_ha	plodiny celkem	plodiny_ha celkem
1	S.R.O.	CK	7200	0	2200	63031	37	1151	1	0	4647	18	0	0	0	68829	66
2	S.R.O.	CK	130203	27040	38300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	S.R.O.	CK	103342	0	89317	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	S.R.O.	CK	43520	2110	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	DRUŽSTVO	CK	83068	28418	12628	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	DRUŽSTVO	CK	49720	18300	0	175917	72	0	0	0	0	94724	223	0	0	270641	295
7	DRUŽSTVO	CK	48574	18400	123476	263600	202	0	0	0	152751	470	0	0	0	516351	672
8	DRUŽSTVO	CB	195838	45200	18475	476352	346	0	0	0	351621	1061	15840	207	843813	1614	
9	DRUŽSTVO	CB	303681	67200	84300	454207	351	0	11778	23	409837	1665	45043	734	920865	2773	
10	DRUŽSTVO	CB	481410	19352	98716	214304	141	0	0	0	0	0	0	0	0	214304	141
11	DRUŽSTVO	CB	22924	15821	0	145530	77	0	0	0	0	0	0	0	0	145530	77
12	A.S.	CB	136216	25488	54398	0	0	0	0	0	185277	383	0	0	0	185277	383
13	A.S.	CB	186289	62450	73600	688275	306	0	0	0	398256	512	0	0	0	678247	306
14	S.R.O.	CB	160949	19289	94260	86291	78	0	0	0	94516	263	0	0	0	180807	342
15	S.R.O.	JH	92628	20255	0	86454	72	0	0	0	26418	119	0	0	0	112872	191
16	A.S.	JH	22040	46656	42205	122007	108	0	0	0	110907	556	25063	48	257977	712	
17	DRUŽSTVO	JH	452600	42635	173072	988795	267	336980	130	0	660346	921	110566	431	2096687	1748	
18	S.R.O.	JH	187252	87600	66092	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	S.R.O.	JH	113122	28960	88221	809498	413	0	41819	65	238556	659	21398	298	1102281	1436	
20	DRUŽSTVO	JH	226989	27132	183537	277911	141	0	0	0	398256	512	0	0	0	678247	653
21	DRUŽSTVO	PE	197290	20526	2217	227197	128	0	0	0	164298	385	396	22	391891	535	
22	A.S.	PE	254109	26540	187835	96730	55	0	0	0	121333	252	0	0	0	218063	307
23	S.R.O.	PE	108906	19286	60038	0	0	0	0	0	42305	155	56769	76	99074	231	
24	DRUŽSTVO	PE	429758	78620	137892	613040	270	0	0	0	567732	986	0	0	0	1180772	1256
25	S.R.O.	PE	70856	17902	50208	174111	185	0	0	0	42341	248	37487	65	253939	498	
26	DRUŽSTVO	PE	131130	71254	258360	249426	198	0	0	0	128983	692	0	0	0	378411	891
27	DRUŽSTVO	PE	150223	27846	123542	183071	184	0	0	0	148392	679	0	0	0	332089	865
28	S.R.O.	PE	92164	23744	98260	242776	151	0	0	0	122475	468	0	0	0	365251	619
29	A.S.	PE	197228	27264	187320	588787	231	0	7524	11	163563	911	0	0	0	759874	1153
30	DRUŽSTVO	PI	564172	168252	129744	223812	243	7224	19	9977	24	133742	88	10834	77	385589	452
31	DRUŽSTVO	PI	402773	38974	36850	754972	268	0	0	12825	25	40190	97	18518	156	826505	546
32	DRUŽSTVO	PI	157636	57978	28960	385596	177	0	0	0	226570	804	24545	353	636711	1334	
33	DRUŽSTVO	PI	123134	26836	69412	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	DRUŽSTVO	PI	3870	11056	12202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	DRUŽSTVO	PI	3640	2964	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	DRUŽSTVO	PI	182072	64262	78995	594291	631	0	0	0	297543	1739	0	0	0	891834	2370
37	S.R.O.	PI	187254	41256	92864	716755	52	89024	29	0	0	0	0	0	0	805779	81
38	DRUŽSTVO	ST	283736	21764	54868	159570	99	0	0	0	118481	504	9783	258	287834	862	
39	A.S.	ST	239578	48620	13418	151177	122	0	0	0	76900	466	14957	252	243034	840	
40	DRUŽSTVO	ST	392922	72562	35730	619978	350	0	0	0	345320	1264	0	0	0	965236	1613
41	A.S.	ST	106544	42562	52795	883099	333	0	0	0	296075	602	0	0	0	1179174	935
42	A.S.	ST	44122	17828	7141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	DRUŽSTVO	ST	149645	19480	203	257648	135	0	0	0	159680	535	19499	305	436827	976	
44	A.S.	TA	439664	89256	367716	1486211	740	6534	11	62407	127	667537	1744	44617	549	2257306	3171
45	S.R.O.	TA	51598	32680	36692	113400	40	0	11583	15	83862	267	13794	209	222639	531	
46	S.R.O.	TA	44588	13056	9728	145009	111	0	0	0	8677	21	0	0	0	153686	131
47	DRUŽSTVO	TA	56492	11478	22458	77922	49	0	0	0	62663	308	12965	222	183420	579	
48	S.R.O.	TA	4496	2611	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
49	A.S.	TA	108836	19980	98264	208049	165	954	3	0	195875	692	0	0	0	404878	860
50	A.S.	TA	64152	12254	19238	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	S.R.O.	JL	160306	9968	0	18093	19	0	0	0	19777	89	8106	137	45976	245	
52	S.R.O.	JL	1566	36224	74190	110430	56	0	0	0	35540	103	3367	37	149337	196	
53	DRUŽSTVO	JL	133086	0	178972	271048	239	0	0	0	119043	783	0	0	0	390092	1022
54	DRUŽSTVO	TR	427513	37964	54652	603272	364	0	20236	49	273606	982	13234	240	910348	1535	
55	DRUŽSTVO	TR	245442	26860	23248	807896	544	67444	109	0	489236	1476	34809	818	1399385	2947	
56	S.R.O.	TR	81288	12423	13418	90698	75	0	480	1	65352	237	0	0	0	156530	313
57	S.R.O.	TR	302135	24878	407	397538	296	0	109665	190	167226	676	23236	281	697665	1443	
58	S.R.O.	TR	30046	13924	21790	0	0	0	10989	19	75923	225	6925	108	93837	353	
59	DRUŽSTVO	TR	80238	29432	77256	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
60	A.S.	ZR	323679	124860	18655	438866	285	534	2	0	306368	483	33535	285	779305	1025	
61	A.S.	ZR	378559	142860	405284	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
62	A.S.	ZR	97643	24905	121250	155724	130	482	2	0	50522	388	7216	143	219944	664	
63	A.S.	ZR	139781	31966	95063	118638	104	13317	55	0	125916	318	6054	149	263925	626	
64	DRUŽSTVO	ZR	81359	22600	32420	115492	67	0	0	0	0	0	0	0	0	115492	67
65	A.S.	ZR	36712	18260	21452	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
66	DRUŽSTVO	ZR	42568	18324	91200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
67	A.S.	ZR	328766	41256	128450	0	0	0	0	0	156215	433	28880	289	185055	722	
68	DRUŽSTVO	ZR	128156	18124	52410	0	11036	268	38185	98	546033	1313	107259	605	802513	2284	
69	DRUŽSTVO	ST	336384	17970	134000	0	0	0	0	0	66721	37	0	0	0	66721	37
70	S.R.O.	ST	77482	16230	94250	602788	877	0	21358	82	225553	533	0	0	0	849699	1492
71	DRUŽSTVO	ST	190656	21250	187268	413103	167	89937	35	0	297085	483	0	0	0	800125	685
72	S.R.O.	JH	726154	18254	0	256136	175	0	138491	290	21958	288	0	0	0	416585	753
73	DRUŽSTVO	JH	73520	21156	124560	1505213	287	0	0	0	55081	84	0	0	0	1560274	361
74	S.R.O.	JH	18256	11050	49250	59289	225	0	0	0	7277	27	4644	74	71210	326	

Původní data – 2. část

poř.č.	skot	skot ks	prasata	prasata ks	drůbež	drůbež ks	ovce	ovce ks	zvířata celkem	zvířata ks celkem	rizika skutečnost	rizika možnost	propojitelnost	přijaté poj.	vyplicené poj.	skodní procento	zisk/kapitál	hosp. výsledek	likvidita 2.st.	zaduženost
1	42013	969	0	0	0	0	0	0	13013	466	4	3	77	135242	0	0	102000	715	10,20	0,65
2	115228	1405	0	0	0	0	0	0	115228	1405	4	7	57	314789	0	0	120000	10412	4,05	0,83
3	50803	493	0	0	0	0	0	0	50803	493	3	6	56	243482	0	0	1 043 000	9309	3,70	0,71
4	46344	204	0	0	0	0	0	0	46344	204	3	4	75	91974	0	0	203000			
5	0	0	0	36224	1528	0	0	0	36223	1528	4	7	57	150337	0	0	7 280 000	5499	1,00	0,83
6	44384	418	0	0	0	0	0	0	44384	418	6	8	75	381945	0	0	4 000 000	2970	0,99	0,55
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	10	60	704801	0	0	10 000 000	2865	3,83	0,25
8	271800	330	6189	323	0	0	0	0	277989	653	9	9	100	1381915	236646	17,13	5991629	744	2,89	0,82
9	354344	2540	43356	2110	0	0	0	0	397700	4650	10	10	100	1773746	0	0	4500000	9678	5,40	0,82
10	95499	803	36241	1262	0	0	0	0	133700	1863	7	9	77,8	345463	51375	54,34	463000	7546	2,45	0,84
11	75775	440	0	0	0	0	0	0	75775	440	5	5	100	260050	0	0	190000	2415	0,65	0,42
12	81482	800	0	0	0	0	0	0	81482	800	6	6	100	462839	0	0	5488600	1581	0,75	0,22
13	30542	2048	16952	3818	0	0	0	0	510984	5867	7	7	100	1528707	128566	8,43	134311000	2333	1,32	0,24
14	49498	288	51182	382	0	0	0	0	100678	670	7	7	100	555961	5440	0,98	102000	1098	0,86	0,82
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	5	100	225655	0	0	105000	1674	1,15	0,51
16	113245	1305	18428	546	0	0	0	0	131773	1811	9	9	100	520851	204390	40,82	79837000	1871	2,25	0,16
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	100	2764994	69455	2,51	5000000	9000	4,66	0,49
18	0	0	121450	26100	0	0	0	0	121450	26100	4	4	100	1555494	0	0	1080000	-37704	0,64	0,33
19	21411	900	0	0	0	0	0	0	21411	900	6	6	100	1544695	0	0	800000	21771	0,32	0,47
20	95466	1090	0	0	0	0	0	0	90466	1090	7	10	75	1203471	0	0	9000000	1475	2,34	0,36
21	106653	880	33975	837	0	0	0	0	140628	1517	9	9	100	757552	10240	1,35	1408000	1148	1,86	0,62
22	62803	810	0	0	0	0	0	0	62803	810	7	7	100	747350	0	0	4205000	3379	0,81	0,35
23	124551	622	0	0	0	0	0	0	124551	622	7	7	100	411855	64000	15,54	100000	206	2,25	0,93
24	164568	1688	83070	2687	0	0	0	0	247628	4350	8	8	100	2074670	0	0	8000000	8627	1,27	0,61
25	43367	383	0	0	0	0	0	0	43367	383	8	8	100	436272	0	0	100000			
26	126202	1047	0	0	0	0	0	0	126202	1047	6	7	85,7	965367	556450	57,64	1310000	3829	4,33	0,86
27	89230	724	19401	665	0	0	0	0	108721	1389	7	9	77,8	742420	21881	29,46	6913000	6531	4,51	0,38
28	113671	695	0	0	0	0	0	0	113671	695	8	8	100	892990	409075	59,03	498000	2867	2,28	0,88
29	128759	1072	0	0	0	0	0	0	128759	1072	7	9	77,8	1300441	54800	4,21	4100000	2143	1,59	0,33
30	307588	1556	40987	602	0	0	0	0	347672	2158	11	11	100	1595429	250024	15,67	1200000	-5057	0,23	0,49
31	122796	961	44064	1042	0	0	0	0	169330	1603	10	10	100	1474432	1341410	91,38	3909576	301	0,69	0,57
32	175677	1320	85548	645	0	0	0	0	261267	1985	9	9	100	1144542	54187	4,74	2600000	8223	0,77	0,41
33	77530	833	68448	860	0	0	0	0	146381	1693	5	8	62,3	365763	25272	6,91	2000000	4646	1,59	0,57
34	29440	342	0	0	0	0	0	0	29440	342	4	4	100	66578	78306	117,62	200000	1172	15,91	0,35
35	116072	881	7246	149	0	0	0	0	122881	1078	4	5	86	129892	0	0	17466358	5118	1,39	0,62
36	222831	2776	0	0	0	0	0	0	222831	2776	7	7	100	1439794	613391	42,61	1300000	18746	4,05	0,35
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	8	83,3	1127153	217417	19,82	4000000	17561	0,99	0,81
38	172410	1340	0	0	0	0	0	0	172410	1340	8	8	100	820617	0	0	1000000	-64	1,39	0,75
39	120632	1950	27151	902	0	0	0	0	147783	1952	9	9	100	892433	76921	11,11	7089000	4785	3,67	0,24
40	176818	1228	17924	624	0	0	0	0	184746	1737	9	9	88,3	1461031	474450	29,38	7000000	7163	1,28	0,64
41	76848	508	0	0	0	118819	28200	0	196668	28200	8	8	100	1576741	86487	5,46	35785000	1337	1,65	0,35
42	0	0	0	0	0	560533	134200	0	560533	134200	4	4	100	628624	98582	15,66	4959000	1180	1,26	0,33
43	122922	1095	0	0	0	0	0	0	122922	1023	6	8	100	725977	0	0	486000	212	0,81	0,66
44	107243	1267	0	0	0	0	0	0	107243	1267	10	10	100	3261185	1674866	51,36	48424000	1816	2,64	0,25
45	28976	175	0	0	10718	12000	0	0	39294	12173	10	10	100	382503	29017	7,58	3684000	205	0,23	0,81
46	32778	608	14164	544	0	0	0	0	46583	952	6	8	100	267961	16154	6,02	100000	1538	1,74	0,77
47	37872	448	7503	349	0	0	0	0	45175	797	9	9	100	319023	0	0	114000	423	2,64	0,82
48	9797	96	0	0	0	0	0	0	9797	96	3	3	100	14924	0	0	820000			
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6	100	631956	337065	53,34	33784000	5464	2,79	0,27
50	71910	360	0	0	0	0	0	0	71910	360	4	7	57,1	167563	535426	319,54	32350000	3370	1,00	0,49
51	99996	580	0	0	0	0	0	0	99996	580	7	7	100	316210	0	0	100000			
52	34531	145	0	0	0	0	0	0	34531	145	6	6	100	295345	0	0	100000	95	1,85	0,35
53	113784	965	0	0	0	0	0	0	113784	965	9	9	66,7	818534	689067	84,45	30000000	5266	4,39	0,29
54	158999	780	119189	3812	16754	57000	0	0	294048	61593	11	11	100	1724555	0	0	3000000	4632	1,88	0,41
55	147406	2121	154664	4953	0	0	33724	1113	162030	7297	11	11	100	3327355	1438405	43,23	20130000	2339	1,01	0,43
56	28891	325	7118	293	0	0	0	0	36007	583	9	9	100	299666	0	0	420000	810	1,09	0,62
57	48307	410	13514	390	0	0	0	0	61821	800	10	10	100	108426	197988	182,08	170000			
58	33998	367	3092	69	0	0	0	0	56648	432	9	9	100	216345	0	0	309000			
59	99940	502	42860	31	0	0	0	0	142800	533	8	9	55,8	329728	136937	41,53	2789000	1385	11,19	0,15
60	15384	1010	15833	352	0	0	0	0	169780	1392	10	10	100	1414678	4241017	298,74	46226500	1033	1,68	0,40
61	0	0	2293904	55334	0	0	0	0	2293904	55334	4	4	100	3179763	370003	11,63	152464000	18919	3,95	0,32
62	110486	645	0	0	0	0	0	0	110486	645	9	10	90	5681127	432504	76,12	53119000	3460	3,49	0,19
63	88752	810	32967	1362	0	0	0	0	91719	1992	10	10	100	622454	0	0	1070000	3061	2,13	0,40
64	45090	440	21912	783	0	0	0	0	67620	1223	7	7	100	315373	86127	26,97	130000			
65	70533	518	23672	609	0	0	0	0	54205	1124	5	10	50	170629	21437	12,56	3000000	645	0,74	0,93
66	262424	1911	74126	1346	0	0	0	0	286460	526	5	10	90	488662	411930	84,3	51084000	11120	0,65	0,54
67	168412	1015	0	0	0	0	0	0	168412	1015	9	9	75	849978	571911	67,29	60150000	4174	2,34	0,25
68	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7	77,8	1001203	1330632	132,9	2607000	2178	1,17	0,48
69	13710	892	0	0	0	0	0	0	13710	892	5	5	71,4	692176	551882	79,75	1262800	5841	6,92	0,49
70	0	0	0	164484	82800	0	0													

Příloha č. 2: Sumarizovaná data

poř.č.	právní forma	umístění	délka pojištění	propojitěnost	škodní procento	základní kapitál	změna HV	změna likvidita	změna zadluženost
1	S.R.O.	CK	15	77.78	0	102000	stagnace	roste	stagnace
2	S.R.O.	CK	36	57.14	124	120000	zhoršení	klesá	klesá
3	S.R.O.	CK	25	50.00	89	1043000	zlepšení	klesá	klesá
4	S.R.O.	CK	8	75.00	0	200000			
5	DRUŽSTVO	CK	32	57.14	186	7290000	zhoršení	klesá	stagnace
6	DRUŽSTVO	CK	14	75.00	0	4000000	stagnace	klesá	roste
7	DRUŽSTVO	CK	11	60.00	0	10000000	zlepšení	stagnace	klesá
8	DRUŽSTVO	CB	16	100.00	17	5691629	zhoršení	klesá	stagnace
9	DRUŽSTVO	CB	28	100.00	0	4500000	zlepšení	stagnace	klesá
10	DRUŽSTVO	CB	34	77.78	54	460000	zlepšení	roste	klesá
11	DRUŽSTVO	CB	15	100.00	0	190000	stagnace	roste	klesá
12	A.S.	CB	8	100.00	0	54886000	zhoršení	stagnace	klesá
13	A.S.	CB	8	100.00	8	134311000	zlepšení	stagnace	stagnace
14	S.R.O.	CB	16	100.00	1	102000	zlepšení	roste	klesá
15	S.R.O.	JH	15	100.00	0	105000	zlepšení	roste	stagnace
16	A.S.	JH	28	100.00	92	79937000	zlepšení	klesá	roste
17	DRUŽSTVO	JH	33	100.00	2	5000000	zlepšení	stagnace	stagnace
18	S.R.O.	JH	18	100.00	83	1080000	zhoršení	klesá	roste
19	S.R.O.	JH	25	100.00	97	4100000	zlepšení	roste	klesá
20	DRUŽSTVO	PE	35	70.00	83	5080000	zlepšení	stagnace	stagnace
21	DRUŽSTVO	PE	24	100.00	91	1408000	zlepšení	roste	stagnace
22	A.S.	PE	16	100.00	0	42050000	stagnace	stagnace	stagnace
23	S.R.O.	PE	15	100.00	16	100000	zhoršení	klesá	stagnace
24	DRUŽSTVO	PE	17	100.00	0	8000000	stagnace	roste	klesá
25	S.R.O.	PE	15	100.00	0	100000			
26	DRUŽSTVO	PE	14	85.71	37	1310000	stagnace	roste	stagnace
27	DRUŽSTVO	PE	32	77.78	29	5913000	zlepšení	roste	klesá
28	S.R.O.	PE	17	100.00	85	499000	zlepšení	klesá	stagnace
29	A.S.	PE	12	77.78	4	4100000	zlepšení	roste	roste
30	DRUŽSTVO	PI	31	100.00	16	12000000	zhoršení	klesá	roste
31	DRUŽSTVO	PI	20	100.00	91	3909576	zhoršení	klesá	stagnace
32	DRUŽSTVO	PI	17	100.00	5	2600000	zlepšení	roste	klesá
33	DRUŽSTVO	PI	14	62.50	7	2000000	zlepšení	roste	klesá
34	DRUŽSTVO	PI	15	100.00	118	2000000	zlepšení	roste	stagnace
35	DRUŽSTVO	PI	15	80.00	0	17466358	stagnace	roste	klesá
36	DRUŽSTVO	PI	31	100.00	43	13200000	zlepšení	klesá	stagnace
37	S.R.O.	PI	28	83.33	193	40000000	zlepšení	roste	klesá
38	DRUŽSTVO	ST	18	100.00	0	1000000	zhoršení	klesá	stagnace
39	A.S.	ST	10	100.00	11	70880000	zhoršení	roste	roste
40	DRUŽSTVO	ST	32	88.89	28	7000000	zlepšení	klesá	klesá
41	A.S.	ST	9	100.00	5	35785000	zlepšení	roste	stagnace
42	A.S.	ST	15	100.00	16	45950000	stagnace	roste	roste
43	DRUŽSTVO	ST	32	100.00	0	4860000	zhoršení	stagnace	stagnace
44	A.S.	TA	14	100.00	51	49424000	zlepšení	klesá	roste
45	S.R.O.	TA	12	100.00	8	3684000	zhoršení	roste	stagnace
46	S.R.O.	TA	8	100.00	6	100000	zlepšení	roste	klesá
47	DRUŽSTVO	TA	15	100.00	14	114000	zhoršení	klesá	velmi roste
48	S.R.O.	TA	17	100.00	33	620000			
49	A.S.	TA	33	100.00	38	32884000			
50	A.S.	TA	15	57.14	75	32350000	zlepšení	klesá	stagnace
51	S.R.O.	JI	31	100.00	155	100000			
52	S.R.O.	JI	12	100.00	0	100000	zhoršení	stagnace	klesá
53	DRUŽSTVO	JI	58	66.67	84	30000000	zlepšení	klesá	roste
54	DRUŽSTVO	TR	58	100.00	0	3000000	stagnace	roste	klesá
55	DRUŽSTVO	TR	56	100.00	43	20130000	zhoršení	roste	stagnace
56	S.R.O.	TR	15	100.00	0	420000	zhoršení	roste	roste
57	S.R.O.	TR	45	100.00	182	170000			
58	S.R.O.	TR	16	100.00	0	308000			
59	DRUŽSTVO	TR	51	55.56	42	27585000	zlepšení	roste	roste
60	A.S.	ZR	13	100.00	6	48228500	stagnace	stagnace	roste
61	A.S.	ZR	16	100.00	0	152464000	zhoršení	roste	klesá
62	A.S.	ZR	12	90.00	76	53119000	zlepšení	stagnace	roste
63	A.S.	ZR	11	100.00	0	15702000	zhoršení	roste	stagnace
64	DRUŽSTVO	ZR	15	100.00	27	130000			
65	A.S.	ZR	14	50.00	13	3000000	zhoršení	stagnace	stagnace
66	DRUŽSTVO	ZR	56	50.00	84	51084000	zlepšení	klesá	roste
67	A.S.	ZR	58	75.00	67	66192000	zhoršení	klesá	stagnace
68	DRUŽSTVO	ZR	51	77.78	0	29070000	zlepšení	roste	klesá
69	DRUŽSTVO	ST	19	71.43	80	12628000	zlepšení	roste	roste
70	S.R.O.	ST	9	100.00	23	100000	zlepšení	roste	klesá
71	DRUŽSTVO	ST	36	100.00	119	3330000	zhoršení	klesá	klesá
72	S.R.O.	JH	15	83.33	84	9808000	zhoršení	roste	roste
73	DRUŽSTVO	JH	33	71.43	34	6352000	zlepšení	stagnace	stagnace
74	S.R.O.	JH	25	87.50	83	100000	zlepšení	roste	klesá

Příloha č. 3: Sumarizovaná data (část) – Witness Miner

	1	2	3	4	5	6	7	8
	právní forma	umístění	délka pojištění	propojitelnost	přijaté pojistné	vyplacené pojistné	škodní procento	základní kapitál
1	S.R.O.	CK	15	77.78	135242	0	0	102000
2	S.R.O.	CK	36	57.14	314769	389459	123.73	120000
3	S.R.O.	CK	25	50	243462	215843	88.66	1.043e+006
4	S.R.O.	CK	8	75	91974	0	0	200000
5	DRUŽSTVO	CK	32	57.14	160337	298789	186.35	7.29e+006
6	DRUŽSTVO	CK	14	75	381945	0	0	4e+006
7	DRUŽSTVO	CK	11	60	704801	0	0	1e+007
8	DRUŽSTVO	CB	16	100	1.38132e+006	236646	17.13	5.69163e+006
9	DRUŽSTVO	CB	28	100	1.77375e+006	0	0	4.5e+006
10	DRUŽSTVO	CB	34	77.78	945482	513775	54.34	460000
11	DRUŽSTVO	CB	15	100	260050	0	0	190000
12	A.S.	CB	8	100	462839	0	0	5.4886e+007
13	A.S.	CB	8	100	1.52671e+006	128656	8.43	1.34311e+008
14	S.R.O.	CB	16	100	555961	5440	0.98	102000
15	S.R.O.	JH	15	100	225655	0	0	105000
16	A.S.	JH	28	100	500651	458970	91.67	7.9937e+007
17	DRUŽSTVO	JH	33	100	2.76499e+006	49455	1.79	5e+006
18	S.R.O.	JH	18	100	1.55549e+006	1.29879e+006	83.5	1.08e+006
19	S.R.O.	JH	25	100	1.5467e+006	1.49523e+006	96.67	4.1e+006
20	DRUŽSTVO	PE	35	70	1.20347e+006	1.00456e+006	83.47	5.08e+006
21	DRUŽSTVO	PE	24	100	757552	690240	91.11	1.408e+006
22	A.S.	PE	16	100	747350	0	0	4.205e+007
23	S.R.O.	PE	15	100	411855	64000	15.54	100000
24	DRUŽSTVO	PE	17	100	2.07467e+006	0	0	8e+006
25	S.R.O.	PE	15	100	436272	0	0	100000
26	DRUŽSTVO	PE	14	85.71	965357	356450	36.92	1.31e+006
27	DRUŽSTVO	PE	32	77.78	742420	218681	29.46	5.913e+006

Příloha č. 4: Statistické ročenky

Název okres	Rozloha okresu (km²)	Rozloha zem. půdy (ha)
CK – Český Krumlov	1615	381
CB – České Budějovice	1638	788
JH – Jindřichův Hradec	1944	737
PE – Pelhřimov	1290	555
PI – Písek	1127	427
ST – Strakonice	1032	609
TA – Tábor	1326	796
JI – Jihlava	1199	550
TR – Třebíč	1463	931
ZR – Žďár nad Sázavou	1579	1367

Příloha č. 5: Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – délka pojištění

Bonita X a délka pojištění Y

x	y
1	15
5	36
4	25
1	8
5	32
1	14
1	11
2	16
1	28
3	34
1	15
1	8
2	8
2	16
1	15
4	28
2	33
4	18
4	25
4	35
4	24
1	16
2	15
1	17
1	15
2	14
2	32
4	17
2	12
2	31
4	20
2	17
2	14
4	15
1	15
3	31
5	28
1	18
2	10
2	32
2	9
2	15
1	32
3	14
2	12
2	8
2	15
2	17
2	33
3	15
5	31
1	12
4	58
1	58
3	56
1	15
5	45
1	16
3	51
2	13
1	16
3	12
1	11
2	15
2	14
4	56
3	58
1	51
3	19
2	9
4	36
4	15
2	33
4	25

Počet dat	n = 74
Charakteristiky X	
Výběrový průměr	xpr = 2.42
Výběrová směrodatná odchylka	sx = 1.271
Charakteristiky Y	
Výběrový průměr	ypr = 23.08
Výběrová směrodatná odchylka	sy = 13.571
Simultánní charakteristiky	
Výběrová kovariance	C(X,Y) = 6.555
Výběrový koeficient korelace	r(X,Y) = 0.3799

Interv. spolehlivosti pro absolutní hodnotu koef. korelace			
Zadejte koeficient spolehlivosti do M2:	1 - α =	0.95	
Kvantil rozdělení N(0,1):	u =	1.96	
D =	0.3346	H =	1.2650
Dolní hranice intervalu spolehlivosti:	ρ_D =	0.166	
Horní hranice intervalu spolehlivosti:	ρ_H =	0.560	

Test stochastické závislosti X a Y			
Varianty testu	Kód	Nulová hypotéza	Altern. hypotéza
	1	$\rho = 0$	$\rho > 0$
	2	$\rho = 0$	$\rho \neq 0$
	3	$\rho = 0$	$\rho < 0$
Parametry pro test:			
Kód zvolené varianty			2
Hladina významnosti α			0.05
Výsledek testu:			
Nulová hypotéza	$\rho = 0$		
Altern. hypotéza	$\rho < 0$		
Hranice krit. oboru:	-1.993		1.993
Hodnota test. kritéria:		3.484	
Závěr: Nulovou hypotézu zamítáme.			

Příloha č. 6: Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – základní kapitál

Bonita X a základní kapitál Y

x	y
1	102000
5	120000
4	1043000
1	200000
5	7290000
1	4000000
1	10000000
2	5691629
1	4500000
3	460000
1	190000
1	54886000
2	134311000
2	102000
1	105000
4	79937000
2	5000000
4	1080000
4	4100000
4	5080000
4	1408000
1	42050000
2	100000
1	8000000
1	100000
2	1310000
2	5913000
4	499000
2	4100000
2	12000000
4	3909576
2	2600000
2	2000000
4	2000000
1	17466358
3	13200000
5	40000000
1	1000000
2	70880000
2	7000000
2	35785000
2	45950000
1	4860000
3	49424000
2	3684000
2	100000
2	114000
2	620000
2	32884000
3	32350000
5	100000
1	100000
4	30000000
1	3000000
3	20130000
1	420000
5	170000
1	308000
3	27585000
2	48228500
1	152464000
3	53119000
1	15702000
2	130000
2	3000000
4	51084000
3	66192000
1	29070000
3	12628000
2	100000
4	3330000
4	9808000
2	6352000
4	100000

Počet dat	n = 74
Charakteristiky X	
Výběrový průměr	xpr = 2.42
Výběrová směrodatná odchylka	sx = 1.271
Charakteristiky Y	
Výběrový průměr	ypr = 17467906.26
Výběrová směrodatná odchylka	sy = 28963109.485
Simultánní charakteristiky	
Výběrová kovariance	C(X,Y) = -1166346.575
Výběrový koeficient korelace	r(X,Y) = -0.0317

Interv. spolehlivosti pro absolutní hodnotu koef. korelace			
Zadejte koeficient spolehlivosti do M2:	1 - α =		0.95
Kvantil rozdělení N(0,1):	u =		1.96
D =	-0.4019	H =	0.5286
Dolní hranice intervalu spolehlivosti:	ρ_D =		-0.198
Horní hranice intervalu spolehlivosti:	ρ_H =		0.258

Test stochastické závislosti X a Y			
Varianty testu	Kód	Nulová hypotéza	Altern. hypotéza
	1	$\rho = 0$	$\rho > 0$
	2	$\rho = 0$	$\rho \neq 0$
	3	$\rho = 0$	$\rho < 0$
Parametry pro test:			
Kód zvolené varianty			2
Hladina významnosti α			0.05
Výsledek testu:			
Nulová hypotéza	rho = 0		
Altern. hypotéza	rho \neq 0		
Hranice krit. oboru:	-1.993		1.993
Hodnota test. kritéria:	-0.269		
Závěr: Nulovou hypotézu přijmeme.			

Příloha č. 7: Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – propojitěnost

Bonita X a propojitěnost Y

x	y
1	78
5	57
4	50
1	75
5	57
1	75
1	60
2	100
1	100
3	78
1	100
1	100
2	100
2	100
1	100
4	100
2	100
4	100
4	70
4	100
1	100
2	100
1	100
1	100
2	86
2	78
4	100
2	78
2	100
4	100
2	100
2	63
4	100
1	80
3	100
5	83
1	100
2	100
2	89
2	100
2	100
1	100
3	100
2	100
2	100
2	100
2	100
2	100
2	100
3	57
5	100
1	100
4	67
1	100
3	100
1	100
5	100
1	100
3	56
2	100
1	100
3	90
1	100
2	100
2	50
4	50
3	75
1	78
3	71
2	100
4	100
4	83
2	71
4	88

Počet dat	n = 74
Charakteristiky X	
Výběrový průměr	xpr = 2.42
Výběrová směrodatná odchylka	sx = 1.271
Charakteristiky Y	
Výběrový průměr	ypr = 89.08
Výběrová směrodatná odchylka	sy = 16.001
Simultánní charakteristiky	
Výběrová kovariance	C(X,Y) = -5.098
Výběrový koeficient korelace	r(X,Y) = -0.2506

Interv. spolehlivosti pro absolutní hodnotu koef. korelace			
Zadejte koeficient spolehlivosti do M2:	1 - α =	0.95	
Kvantil rozdělení N(0,1):	u =	1.96	
D =	0.0469	H =	0.9773
Dolní hranice intervalu spolehlivosti:	ρ_D =	0.023	
Horní hranice intervalu spolehlivosti:	ρ_H =	0.453	

Test stochastické závislosti X a Y			
Varianty testu	Kód	Nulová hypotéza	Altern. hypotéza
	1	$\rho = 0$	$\rho > 0$
	2	$\rho = 0$	$\rho \neq 0$
	3	$\rho = 0$	$\rho < 0$
Parametry pro test:			
Kód zvolené varianty			2
Hladina významnosti α			0.05
Výsledek testu:			
Nulová hypotéza	$\rho = 0$		
Altern. hypotéza	$\rho > 0$		
Hranice krit. oboru:	-1.993		1.993
Hodnota test. kritéria:		-2.196	
Závěr: Nulovou hypotézu zamítáme.			

Příloha č. 8: Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – škodní procento

Bonita X a škodní procento Y

x	y
1	0
5	124
4	89
1	0
5	186
1	0
1	0
2	17
1	0
3	54
1	0
1	0
2	8
2	1
1	0
4	92
2	2
4	83
4	97
4	83
4	91
1	0
2	16
1	0
1	0
2	37
2	29
4	85
2	4
2	16
4	91
2	5
2	7
4	118
1	0
3	43
5	193
1	0
2	11
2	28
2	5
2	16
1	0
3	51
2	8
2	6
2	14
2	33
2	38
3	75
5	155
1	0
4	84
1	0
3	43
1	0
5	182
1	0
3	42
2	6
1	0
3	76
1	0
2	27
2	13
4	84
3	67
1	0
3	80
2	23
4	119
4	84
2	34
4	83

Počet dat	n = 74
Charakteristiky X	
Výběrový průměr	xpr = 2.42
Výběrová směrodatná odchylka	sx = 1.271
Charakteristiky Y	
Výběrový průměr	ypr = 41.32
Výběrová směrodatná odchylka	sy = 49.746
Simultánní charakteristiky	
Výběrová kovariance	C(X,Y) = 59.411
Výběrový koeficient korelace	r(X,Y) = 0.9393

Interv. spolehlivosti pro absolutní hodnotu koef. korelace		
Zadejte koeficient spolehlivosti do M2:	1 - α =	0.95
Kvantil rozdělení N(0,1):	u =	1.96
D =	H =	3.9293
Dolní hranice intervalu spolehlivosti:	ρ_D =	0.905
Horní hranice intervalu spolehlivosti:	ρ_H =	0.961

Test stochastické závislosti X a Y			
Varianty testu	Kód	Nulová hypotéza	Altern. hypotéza
	1	$\rho = 0$	$\rho > 0$
	2	$\rho = 0$	$\rho \neq 0$
	3	$\rho = 0$	$\rho < 0$
Parametry pro test:			
Kód zvolené varianty			2
Hladina významnosti α			0.05
Výsledek testu:			
Nulová hypotéza	rho = 0		
Altern. hypotéza	rho \neq 0		
Hranice krit. oboru:	-1.993		1.993
Hodnota test. kritéria:		23.229	
Závěr: Nulovou hypotézu zamítáme.			

Příloha č. 9: Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – umístění

Znak A: Bonita klienta
 Znak B: Umístění
 Počet variant znaku A 5
 Počet variant znaku B 10
 Koeficient spolehlivosti 0.95

Kontingenční tabulka (tabulka četností)

	CK	CB	JH	PE	PI	ST	TA	JL	TR	ZR	Součty
výborný	4	3	1	3	1	2	0	1	3	3	21
velmi dobrý	0	3	2	4	3	5	5	0	0	3	25
dobry	0	1	0	0	1	1	2	0	2	2	9
nevyhovující	1	0	5	3	2	1	0	1	0	1	14
rozhodně nevyhovující	2	0	0	0	1	0	0	1	1	0	5
Součty	7	7	8	10	8	9	7	3	6	9	74

Tabulka relativních četností

	CK	CB	JH	PE	PI	ST	TA	JL	TR	ZR	Součty
výborný	0.054	0.041	0.014	0.041	0.014	0.027	0.000	0.014	0.041	0.041	0.284
velmi dobrý	0.000	0.041	0.027	0.054	0.041	0.068	0.068	0.000	0.000	0.041	0.338
dobry	0.000	0.014	0.000	0.000	0.014	0.014	0.027	0.000	0.027	0.027	0.122
nevyhovující	0.014	0.000	0.068	0.041	0.027	0.014	0.000	0.014	0.000	0.014	0.189
rozhodně nevyhovující	0.027	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.014	0.014	0.000	0.068
Součty	0.095	0.095	0.108	0.135	0.108	0.122	0.095	0.041	0.081	0.122	1.000

Tabulka odhadů teoretických simultánních četností

	CK	CB	JH	PE	PI	ST	TA	JL	TR	ZR	Součty
výborný	1.986	1.986	2.270	2.838	2.270	2.554	1.986	0.851	1.703	2.554	21
velmi dobrý	2.365	2.365	2.703	3.378	2.703	3.041	2.365	1.014	2.027	3.041	25
dobry	0.851	0.851	0.973	1.216	0.973	1.095	0.851	0.365	0.730	1.095	9
nevyhovující	1.324	1.324	1.514	1.892	1.514	1.703	1.324	0.568	1.135	1.703	14
rozhodně nevyhovující	0.473	0.473	0.541	0.676	0.541	0.608	0.473	0.203	0.405	0.608	5
Součty	7	7	8	10	8	9	7	3	6	9	74

Tabulka hodnot testového kritéria

	CK	CB	JH	PE	PI	ST	TA	JL	TR	ZR	Součty
výborný	2.041	0.517	0.711	0.009	0.711	0.120	1.986	0.026	0.988	0.078	7.188
velmi dobrý	2.365	0.171	0.183	0.114	0.033	1.263	2.936	1.014	2.027	0.001	10.105
dobry	0.851	0.026	0.973	1.216	0.001	0.008	1.550	0.365	2.211	0.749	7.950
nevyhovující	0.079	1.324	8.031	0.649	0.156	0.290	1.324	0.329	1.135	0.290	13.609
rozhodně nevyhovující	4.930	0.473	0.541	0.676	0.391	0.608	0.473	3.136	0.872	0.608	12.707
Součty	10.267	2.511	10.438	2.665	1.291	2.289	8.270	4.870	7.234	1.725	51.5598

Výsledek testu nezávislosti znaků A a B:

Hypotéza: Znaky A a B jsou nezávislé.
 Hodnota testového kritéria $\chi^2 = 51.560$
 Kritická hodnota $\chi^2_{(r-1)(c-1)} = 50.998$

Závěr testu: **Hypotézu zamítáme.**

Výpočet Cramérova koeficientu kontingence

$$V = 0.417$$

Příloha č. 10: Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – právní forma

Znak A:	Bonita klienta	
Znak B:	Právní forma	
Počet variant znaku A		5
Počet variant znaku B		3
Koeficient spolehlivosti		0.95

Kontingenční tabulka (tabulka četností)

	s.r.o.	a.s.	družstvo	Součty
výborný	7	10	4	21
velmi dobrý	6	11	8	25
dobrý	0	5	4	9
nevyhovující	6	7	1	14
rozhodně nevyhovující	4	1	0	5
Součty	23	34	17	74

Tabulka relativních četností

	s.r.o.	a.s.	družstvo	Součty
výborný	0.095	0.135	0.054	0.284
velmi dobrý	0.081	0.149	0.108	0.338
dobrý	0.000	0.068	0.054	0.122
nevyhovující	0.081	0.095	0.014	0.189
rozhodně nevyhovující	0.054	0.014	0.000	0.068
Součty	0.311	0.459	0.230	1.000

Tabulka odhadů teoretických simultánních četností

	s.r.o.	a.s.	družstvo	Součty
výborný	6.527	9.649	4.824	21
velmi dobrý	7.770	11.486	5.743	25
dobrý	2.797	4.135	2.068	9
nevyhovující	4.351	6.432	3.216	14
rozhodně nevyhovující	1.554	2.297	1.149	5
Součty	23	34	17	74

Tabulka hodnot testového kritéria

	s.r.o.	a.s.	družstvo	Součty
výborný	0.034	0.013	0.141	0.188
velmi dobrý	0.403	0.021	0.887	1.311
dobrý	2.797	0.181	1.806	4.784
nevyhovující	0.625	0.050	1.527	2.202
rozhodně nevyhovující	3.850	0.733	1.149	5.731
Součty	7.709	0.997	5.510	14.2157

Výsledek testu nezávislosti znaků A a B:

Hypotéza: Znaky A a B jsou nezávislé.

Hodnota testového kritéria $\chi^2 =$ 14.216

Kritická hodnota $\chi^2_{(r-1)(c-1)} =$ 15.507

Závěr testu: **Hypotézu přijmeme.**

Výpočet Cramérova koeficientu kontingence

$$V = 0.310$$

Příloha č. 11: Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – hosp. výsledek

Znak A:	Bonita klienta	
Znak B:	Hospodářský výsledek	
Počet variant znaku A		5
Počet variant znaku B		5
Koeficient spolehlivosti		0.95

Kontingenční tabulka (tabulka četností)

	velké zlepšení	zlepšení	stagnace	zhoršení	velké zhoršení	Součty
výborný	1	3	7	7	0	18
velmi dobrý	3	9	3	7	0	22
dobrý	0	7	0	2	0	9
nevyhovující	1	9	0	3	1	14
rozhodně nevyhovující	1	0	0	2	0	3
Součty	6	28	10	21	1	66

Tabulka relativních četností

	velké zlepšení	zlepšení	stagnace	zhoršení	velké zhoršení	Součty
výborný	0.015	0.045	0.106	0.106	0.000	0.273
velmi dobrý	0.045	0.136	0.045	0.106	0.000	0.333
dobrý	0.000	0.106	0.000	0.030	0.000	0.136
nevyhovující	0.015	0.136	0.000	0.045	0.015	0.212
rozhodně nevyhovující	0.015	0.000	0.000	0.030	0.000	0.045
Součty	0.091	0.424	0.152	0.318	0.015	1.000

Tabulka odhadů teoretických simultánních četností

	velké zlepšení	zlepšení	stagnace	zhoršení	velké zhoršení	Součty
výborný	1.636	7.636	2.727	5.727	0.273	18
velmi dobrý	2.000	9.333	3.333	7.000	0.333	22
dobrý	0.818	3.818	1.364	2.864	0.136	9
nevyhovující	1.273	5.939	2.121	4.455	0.212	14
rozhodně nevyhovující	0.273	1.273	0.455	0.955	0.045	3
Součty	6	28	10	21	1	66

Tabulka hodnot testového kritéria

	velké zlepšení	zlepšení	stagnace	zhoršení	velké zhoršení	Součty
výborný	0.247	2.815	6.694	0.283	0.273	10.312
velmi dobrý	0.500	0.012	0.033	0.000	0.333	0.879
dobrý	0.818	2.652	1.364	0.260	0.136	5.230
nevyhovující	0.058	1.577	2.121	0.475	2.926	7.158
rozhodně nevyhovující	1.939	1.273	0.455	1.145	0.045	4.857
Součty	3.563	8.328	10.667	2.163	3.714	28.4359

Výsledek testu nezávislosti znaků A a B:

Hypotéza: Znaky A a B jsou nezávislé.

Hodnota testového kritéria $\chi^2 =$ 28.436

Kritická hodnota $\chi^2_{(r-1)(c-1)} =$ 26.296

Závěr testu: **Hypotézu zamítáme.**

Výpočet Cramérova koeficientu kontingence

$V =$ 0.328

Příloha č. 12: Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – zadluženost

Znak A:	Bonita klienta	
Znak B:	Zadluženost	
Počet variant znaku A		5
Počet variant znaku B		4
Koeficient spolehlivosti		0.95

Kontingenční tabulka (tabulka četností)

	velmi roste	roste	stagnace	klesá	Součty
výborný	0	2	6	10	18
velmi dobrý	1	5	9	7	22
dobrá	1	3	4	1	9
nevyhovující	2	3	5	4	14
rozhodně nevyhovující	0	0	1	2	3
Součty	4	13	25	24	66

Tabulka relativních četností

	velmi roste	roste	stagnace	klesá	Součty
výborný	0.000	0.030	0.091	0.152	0.273
velmi dobrý	0.015	0.076	0.136	0.106	0.333
dobrá	0.015	0.045	0.061	0.015	0.136
nevyhovující	0.030	0.045	0.076	0.061	0.212
rozhodně nevyhovující	0.000	0.000	0.015	0.030	0.045
Součty	0.061	0.197	0.379	0.364	1.000

Tabulka odhadů teoretických simultánních četností

	velmi roste	roste	stagnace	klesá	Součty
výborný	1.091	3.545	6.818	6.545	18
velmi dobrý	1.333	4.333	8.333	8.000	22
dobrá	0.545	1.773	3.409	3.273	9
nevyhovující	0.848	2.758	5.303	5.091	14
rozhodně nevyhovující	0.182	0.591	1.136	1.091	3
Součty	4	13	25	24	66

Tabulka hodnot testového kritéria

	velmi roste	roste	stagnace	klesá	Součty
výborný	1.091	0.674	0.098	1.823	3.686
velmi dobrý	0.083	0.103	0.053	0.125	0.364
dobrá	0.379	0.850	0.102	1.578	2.909
nevyhovující	1.563	0.021	0.017	0.234	1.835
rozhodně nevyhovující	0.182	0.591	0.016	0.758	1.547
Součty	3.298	2.238	0.288	4.518	10.3412

Výsledek testu nezávislosti znaků A a B:

Hypotéza: Znaky A a B jsou nezávislé.

Hodnota testového kritéria $\chi^2 =$

10.341

Kritická hodnota $\chi^2_{(r-1)(c-1)} =$

21.026

Závěr testu:

Hypotézu přijmeme.

Výpočet Cramérova koeficientu kontingence

$V = 0.229$

Příloha č. 13: Test nezávislosti kvantitativních znaků bonita – likvidita

Znak A:	Bonita klienta	
Znak B:	Likvidita	
Počet variant znaku A		5
Počet variant znaku B		5
Koeficient spolehlivosti		0.95

Kontingenční tabulka (tabulka četností)

	velmi roste	roste	stagnace	klesá	velmi klesá	Součty
výborný	1	9	6	2	0	18
velmi dobrý	0	12	5	5	0	22
dobrý	2	2	1	4	0	9
nevyhovující	1	4	1	2	6	14
rozhodně nevyhovující	0	1	0	1	1	3
Součty	4	28	13	14	7	66

Tabulka relativních četností

	velmi roste	roste	stagnace	klesá	velmi klesá	Součty
výborný	0.015	0.136	0.091	0.030	0.000	0.273
velmi dobrý	0.000	0.182	0.076	0.076	0.000	0.333
dobrý	0.030	0.030	0.015	0.061	0.000	0.136
nevyhovující	0.015	0.061	0.015	0.030	0.091	0.212
rozhodně nevyhovující	0.000	0.015	0.000	0.015	0.015	0.045
Součty	0.061	0.424	0.197	0.212	0.106	1.000

Tabulka odhadů teoretických simultánních četností

	velmi roste	roste	stagnace	klesá	velmi klesá	Součty
výborný	1.091	7.636	3.545	3.818	1.909	18
velmi dobrý	1.333	9.333	4.333	4.667	2.333	22
dobrý	0.545	3.818	1.773	1.909	0.955	9
nevyhovující	0.848	5.939	2.758	2.970	1.485	14
rozhodně nevyhovující	0.182	1.273	0.591	0.636	0.318	3
Součty	4	28	13	14	7	66

Tabulka hodnot testového kritéria

	velmi roste	roste	stagnace	klesá	velmi klesá	Součty
výborný	0.008	0.244	1.699	0.866	1.909	4.725
velmi dobrý	1.333	0.762	0.103	0.024	2.333	4.555
dobrý	3.879	0.866	0.337	2.290	0.955	8.326
nevyhovující	0.027	0.633	1.120	0.317	13.730	15.827
rozhodně nevyhovující	0.182	0.058	0.591	0.208	1.461	2.500
Součty	5.429	2.563	3.850	3.704	20.388	35.9332

Výsledek testu nezávislosti znaků A a B:

Hypotéza: Znaky A a B jsou nezávislé.

Hodnota testového kritéria $\chi^2 =$ 35.933

Kritická hodnota $\chi^2_{(r-1)(c-1)} =$ 26.296

Závěr testu: **Hypotézu zamítáme.**

Výpočet Cramérova koeficientu kontingence

$V =$ 0.369

Příloha č. 14: Hodnocení klient – výborný

Popis vstupní stavové matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojitost
1	nízká koncentrace	krátká	kompletní
2	střední koncentrace	střední	průměrná
3	vysoká koncentrace	dlouhá	podprůměrná

Transformační matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojitost
1	0	1	1
2	2	4	2
3	4	6	5
	4	6	5

15

Vstupní stavová matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojitost
1	1	0	1
2	0	1	0
3	0	0	0

Výpočet-B1 5

Výstupní matice-B1

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevhovující

Popis vstupní stavové matice-B2

	Změna hosp. vysl.	Změna likvidity
1	roste	roste
2	stagnuje	stagnuje
3	klesá	klesá

Transformační matice-B2

	Změna hosp. vysl.	Změna likvidity
1	3	3
2	8	7
3	5	2
	8	7

15

Vstupní stavová matice-B2

	Změna hosp. vysl.	Změna likvidity
1	1	0
2	0	1
3	0	0

Výpočet-B2 10

Výstupní matice-B2

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevhovující

Popis vstupní stavové matice-Bonita

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	nulové	výborná	výborná	včas
2	nízké	dobrá	dobrá	opožděně
3	střední	nevhovující	nevhovující	vůbec
4	vysoké			
5	velmi vysoké			

Transformační matice-Bonita

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	60	5	10	10
2	45			5
3	30			0
4	15			
5	5			
	60	5	10	10

85

Vstupní stavová matice-Bonita

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	1	1	1	0
2	0			0
3	0			0
4	0			
5	0			

10

Výstupní matice-Bonita

1	100	79	výborný
2	78	59	velmi dobrý
3	58	40	dobrá
4	39	21	nevhovující
5	20	0	rozhodně nevhovující

Výpočet: 85
 Výpočet-Bonita: 85
 Výsledek: výborný

Příloha č. 15: Hodnocení klient – velmi dobrý

Popis vstupní stavové matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojitěnost
1	nízká koncentrace	krátká	kompletní
2	střední koncentrace	střední	průměrná
3	vyšší koncentrace	dlouhá	podprůměrná

Vstupní stavová matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojitěnost
1	0	0	1
2	1	0	0
3	0	1	0

Výpočet-B1 9

Výstupní matice-B1

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevyhovující

Popis vstupní stavové matice-B2

	Změna hosp. výsl.	Změna likvidity
1	roste	roste
2	stagnuje	stagnuje
3	klesá	klesá

Vstupní stavová matice-B2

	Změna hosp. výsl.	Změna likvidity
1	0	0
2	0	0
3	1	1

Výpočet-B2 7

Výstupní matice-B2

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevyhovující

Popis vstupní stavové matice-B3

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	nulové	výborná	výborná	včas
2	nízké	dobrá	dobrá	opožděně
3	střední	nevyhovující	nevyhovující	vůbec
4	vyšší			
5	velmi vysoké			

Transformační matice-Bonita

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	60	9	7	10
2	45			5
3	30			0
4	15			
5	5			
	60	9	7	10

86

Vstupní stavová matice-B3

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	0	1	1	0
2	1			0
3	0			0
4	0			
5	0			

0

Výstupní matice-B3

1	100	79	výborný
2	78	59	velmi dobrý
3	58	40	dobrý
4	39	21	nevyhovující
5	20	0	rozhodně nevyhovující

Výpočet: 61
 Výpočet-Bonita: 61
 Výsledek: velmi dobrý

Příloha č. 16: Hodnocení klient – dobrý

Popis vstupní stavové matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojistěnost
1	nízká koncentrace	krátká	kompletní
2	střední koncentrace	síření	průměrná
3	vysoká koncentrace	dlouhá	podprůměrná

Vstupní stavová matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojistěnost
1	0	0	1
2	1	0	0
3	0	1	0

Výpočet-B1 9

Výstupní matice-B1

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevyhovující

Popis vstupní stavové matice-B2

	Změna hosp. výsl.	Změna likvidity
1	roste	roste
2	stagnuje	stagnuje
3	klesá	klesá

Vstupní stavová matice-B2

	Změna hosp. výsl.	Změna likvidity
1	0	1
2	0	0
3	1	0

Výpočet-B2 8

Výstupní matice-B2

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevyhovující

Popis vstupní stavové matice-B3

	Skodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	nulové	výborná	výborná	včas
2	nízké	dobrá	dobrá	opozděně
3	střední	nevyhovující	nevyhovující	vůbec
4	vysoké			
5	velmi vysoké			

Transformační matice-Bonita

	Skodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	60	9	8	10
2	45			5
3	30			0
4	15			
5	5			
	60	9	8	10

87

Vstupní stavová matice-B3

	Skodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	0	1	1	0
2	0			0
3	1			0
4	0			
5	0			

0

Výstupní matice-B3

1	100	79	výborný
2	78	59	velmi dobrý
3	58	40	dobrý
4	39	21	nevyhovující
5	20	0	rozhodně nevyhovující

Výpočet: 47
 Výpočet-Bonita: 47
 Výsledek: dobrý

Příloha č. 17: Hodnocení klient – nevyhovující

Popis vstupní stavové matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojitěnost
1	nízká koncentrace	krátká	kompletní
2	střední koncentrace	síření	průměrná
3	vysoká koncentrace	dlouhá	podprůměrná

Vstupní stavová matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojitěnost
1	1	0	0
2	0	0	1
3	0	1	0

Výpočet-B1 8

Výstupní matice-B1

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevyhovující

Popis vstupní stavové matice-B2

	Změna hosp. výsl.	Změna likvidity
1	roste	roste
2	stagnuje	stagnuje
3	klesá	klesá

Vstupní stavová matice-B2

	Změna hosp. výsl.	Změna likvidity
1	0	1
2	0	0
3	1	0

Výpočet-B2 8

Výstupní matice-B2

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevyhovující

Popis vstupní stavové matice-B3

	Skodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	nulové	výborná	výborná	včas
2	nízké	dobrá	dobrá	opožděné
3	střední	nevyhovující	nevyhovující	vůbec
4	vysoké			
5	velmi vysoké			

Transformační matice-Bonita

	Skodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	60	8	8	10
2	45			5
3	30			0
4	15			
5	5			
	60	8	8	10

86

Vstupní stavová matice-B3

	Skodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	0	1	1	0
2	0			0
3	0			0
4	1			
5	0			

0

Výstupní matice-B3

1	100	79	výborný
2	78	59	velmi dobrý
3	58	40	dobrý
4	39	21	nevyhovující
5	20	0	rozhodně nevyhovující

Výpočet: 31
 Výpočet-Bonita: 31
 Výsledek: nevyhovující

Příloha č. 18: Hodnocení klient – rozhodně nevyhovující

Popis vstupní stavové matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojitěnost
1	nízká koncentrace	krátká	kompletní
2	střední koncentrace	střední	průměrná
3	vyšší koncentrace	dlouhá	podprůměrná

Vstupní stavová matice-B1

	Umístění	Délka pojištění	Propojitěnost
1	1	0	0
2	0	0	1
3	0	1	0

Výpočet-B1 8

Výstupní matice-B1

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevyhovující

Popis vstupní stavové matice-B2

	Změna hosp. výsl.	Změna likvidity
1	roste	roste
2	stagnuje	stagnuje
3	klesá	klesá

Vstupní stavová matice-B2

	Změna hosp. výsl.	Změna likvidity
1	0	0
2	0	0
3	1	1

Výpočet-B2 7

Výstupní matice-B2

1	15	10	výborná
2	9	5	dobrá
3	4	0	nevyhovující

Popis vstupní stavové matice-B3

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	nulové	výborná	výborná	včas
2	nízké	dobrá	dobrá	opožděné
3	střední	nevyhovující	nevyhovující	vůbec
4	vyšší			
5	velmi vyšší			

Transformační matice-Bonita

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	60	8	7	10
2	45			5
3	30			0
4	15			
5	5			
	60	8	7	10

85

Vstupní stavová matice-B3

	Škodní procento	B1	B2	Platební morálka
1	0	1	1	0
2	0			0
3	0			0
4	0			
5	1			

0

Výstupní matice-B3

1	100	79	výborný
2	78	59	velmi dobrý
3	58	40	dobrý
4	39	21	nevyhovující
5	20	0	rozhodně nevyhovující

Výpočet: 20
 Výpočet-Bonita: 20
 Výsledek: rozhodně nevyhovující

Příloha č. 19: Soubor bonita_final.fis

```
[System]
Name='bonita_final'
Type='mandani'
Version=2.0
NumInputs=4
NumOutputs=1
NumRules=131
AndMethod='min'
OrMethod='max'
ImpMethod='min'
AggMethod='max'
DefuzzMethod='centroid'

[Input1]
Name='SP'
Range=[0 1]
NumMFs=5
MF1='Niz': 'trapmf', [0.0856670520231214 0.200867052023121
0.332867052023121 0.452567052023121]
MF2='Str': 'trapmf', [0.301 0.402890173410405 0.557 0.686]
MF3='Vys': 'trapmf', [0.504901734104046 0.680346820809248
0.781901734104046 0.951901734104046]
MF4='Nul': 'trapmf', [-0.0774433526011561 -0.0774433526011561
0.0724566473988439 0.234456647398844]
MF5='Velvys': 'trapmf', [0.773888277211977 0.919888277211977
1.01388827721197 1.01388827721197]

[Input2]
Name='B1'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='Dob': 'trapmf', [0.0976719576719577 0.417671957671958
0.497671957671958 0.817671957671958]
MF2='Nev': 'trapmf', [0.420409523809524 0.740409523809524
1.02380952380952 1.02380952380952]
MF3='Vyb': 'trapmf', [-0.00793650793650791 -0.00793650793650791
0.192063492063492 0.392063492063492]

[Input3]
Name='B2'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='Vyb': 'trapmf', [0 0 0.146825396825397 0.36]
MF2='Dob': 'trapmf', [0.14 0.348 0.623015873015873 0.86]
MF3='Nev': 'trapmf', [0.64 0.874338624338624 1 1]

[Input4]
Name='PM'
Range=[0 1]
NumMFs=3
MF1='Vcas': 'trapmf', [0 0 0.174 0.412138728323699]
MF2='Opozdene': 'trapmf', [0.14 0.322 0.600578034682081 0.86]
MF3='Vubec': 'trapmf', [0.647 0.872254335260116 1.01 1.01]
```

[Output1]

Name='BK'

Range=[0 1]

NumMFs=5

MF1='V': 'trapmf', [-0.00462 -0.00462 0.102 0.252601156069364]

MF2='VD': 'trapmf', [0.112439306358381 0.225439306358382

0.343439306358381 0.475439306358382]

MF3='RN': 'trapmf', [0.829479768786127 0.92121387283237 1.03121387283237

1.03121387283237]

MF4='D': 'trapmf', [0.2746 0.441040462427746 0.585 0.693]

MF5='N': 'trapmf', [0.507 0.684 0.784393063583815 0.943]

[Rules]

4 3 1 1, 1 (1) : 1	1 2 1 2, 2 (1) : 1	3 1 1 2, 5 (1) : 1
4 3 1 2, 1 (1) : 1	1 2 1 3, 3 (1) : 1	3 1 1 3, 3 (1) : 1
4 3 1 3, 3 (1) : 1	1 2 2 1, 2 (1) : 1	3 1 2 1, 5 (1) : 1
4 3 2 1, 1 (1) : 1	1 2 2 2, 2 (1) : 1	3 1 2 2, 5 (1) : 1
4 3 2 2, 2 (1) : 1	1 2 2 3, 3 (1) : 1	3 1 2 3, 3 (1) : 1
4 3 2 3, 3 (1) : 1	1 2 3 1, 2 (1) : 1	3 1 3 1, 5 (1) : 1
4 3 3 1, 2 (1) : 1	1 2 3 2, 2 (1) : 1	3 1 3 2, 5 (1) : 1
4 3 3 2, 2 (1) : 1	1 2 3 3, 3 (1) : 1	3 1 3 3, 3 (1) : 1
4 3 3 3, 3 (1) : 1	2 3 1 1, 4 (1) : 1	3 2 1 1, 5 (1) : 1
4 1 1 1, 1 (1) : 1	2 3 1 2, 4 (1) : 1	3 2 1 2, 5 (1) : 1
4 1 2 2, 2 (1) : 1	2 3 1 3, 3 (1) : 1	3 2 1 3, 3 (1) : 1
4 1 2 3, 3 (1) : 1	2 3 2 1, 4 (1) : 1	3 2 2 1, 5 (1) : 1
4 1 1 1, 1 (1) : 1	2 3 2 2, 4 (1) : 1	3 2 2 2, 5 (1) : 1
4 1 1 2, 1 (1) : 1	2 3 2 3, 3 (1) : 1	3 2 2 3, 3 (1) : 1
4 1 1 3, 3 (1) : 1	2 3 3 1, 4 (1) : 1	3 2 3 1, 5 (1) : 1
4 1 2 1, 1 (1) : 1	2 3 3 2, 4 (1) : 1	3 2 3 2, 5 (1) : 1
4 1 3 1, 1 (1) : 1	2 3 3 3, 3 (1) : 1	3 2 3 3, 3 (1) : 1
4 1 3 2, 1 (1) : 1	2 1 1 1, 4 (1) : 1	5 3 1 1, 3 (1) : 1
4 1 3 3, 3 (1) : 1	2 1 1 2, 4 (1) : 1	5 3 1 2, 3 (1) : 1
4 2 1 1, 1 (1) : 1	2 1 1 3, 3 (1) : 1	5 3 1 3, 3 (1) : 1
4 2 1 2, 1 (1) : 1	2 1 2 1, 4 (1) : 1	5 3 2 1, 3 (1) : 1
4 2 1 3, 3 (1) : 1	2 1 2 2, 4 (1) : 1	5 3 2 2, 3 (1) : 1
4 2 2 1, 1 (1) : 1	2 1 2 3, 3 (1) : 1	5 3 2 3, 3 (1) : 1
4 2 2 2, 1 (1) : 1	2 1 3 1, 4 (1) : 1	5 3 3 1, 3 (1) : 1
4 2 2 3, 3 (1) : 1	2 1 3 2, 4 (1) : 1	5 3 3 2, 3 (1) : 1
1 3 1 1, 2 (1) : 1	2 1 3 3, 3 (1) : 1	5 3 3 3, 3 (1) : 1
1 3 1 2, 2 (1) : 1	2 2 1 1, 4 (1) : 1	5 1 1 1, 3 (1) : 1
1 3 1 3, 3 (1) : 1	2 2 1 2, 4 (1) : 1	5 1 1 2, 3 (1) : 1
1 3 2 1, 2 (1) : 1	2 2 1 3, 3 (1) : 1	5 1 1 3, 3 (1) : 1
1 3 2 2, 2 (1) : 1	2 2 2 1, 4 (1) : 1	5 1 2 1, 3 (1) : 1
1 3 2 3, 3 (1) : 1	2 2 2 2, 4 (1) : 1	5 1 2 2, 3 (1) : 1
1 3 3 1, 1 (1) : 1	2 2 2 3, 3 (1) : 1	5 1 2 3, 3 (1) : 1
1 3 3 2, 2 (1) : 1	2 2 3 1, 4 (1) : 1	5 1 3 1, 3 (1) : 1
1 3 3 3, 3 (1) : 1	2 2 3 2, 4 (1) : 1	5 1 3 2, 3 (1) : 1
1 1 1 1, 2 (1) : 1	2 2 3 3, 3 (1) : 1	5 1 3 3, 3 (1) : 1
1 1 1 2, 1 (1) : 1	3 3 1 1, 5 (1) : 1	5 2 1 1, 3 (1) : 1
1 1 1 3, 3 (1) : 1	3 3 1 2, 5 (1) : 1	5 2 1 2, 3 (1) : 1
1 1 2 1, 2 (1) : 1	3 3 1 3, 3 (1) : 1	5 2 1 3, 3 (1) : 1
1 1 2 2, 2 (1) : 1	3 3 2 1, 5 (1) : 1	5 2 3 1, 3 (1) : 1
1 1 2 3, 3 (1) : 1	3 3 2 2, 5 (1) : 1	5 2 3 2, 3 (1) : 1
1 1 3 1, 2 (1) : 1	3 3 2 3, 3 (1) : 1	5 2 3 3, 3 (1) : 1
1 1 3 2, 2 (1) : 1	3 3 3 1, 5 (1) : 1	
1 1 3 3, 3 (1) : 1	3 3 3 2, 5 (1) : 1	
1 2 1 1, 2 (1) : 1	3 3 3 3, 3 (1) : 1	
	3 1 1 1, 5 (1) : 1	