



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

ÚSTAV SOUDNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF FORENSIC ENGINEERING

ODBOR INŽENÝRSTVÍ RIZIK

DEPARTMENT OF RISK ENGINEERING

VYHODNOCENÍ DODAVATELSKÉHO RIZIKA PROSTŘEDNICTVÍM FUZZY LOGIKY

SUPPLIER EVALUATION IN TERMS OF RISK USING FUZZY LOGIC

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. David Marcinov

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. et Ing. Zuzana Janková, Ph.D.

BRNO 2023

Zadání diplomové práce

Student: **Ing. David Marcinov**
Studijní program: Řízení rizik technických a ekonomických systémů
Studijní obor: Řízení rizik ekonomických systémů
Vedoucí práce: **Ing. et Ing. Zuzana Janková, Ph.D.**
Akademický rok: 2022/23
Ústav/odbor: Odbor inženýrství rizik

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Vyhodnocení dodavatelského rizika prostřednictvím fuzzy logiky

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Na základě zpracované literární rešerše a provedené analýzy současného stavu navrhnout a vytvořit rozhodovací model pro hodnocení rizikovosti dodavatelů vybrané firmy a navrhnout opatření vedoucí ke snížení těchto rizik. Řešení bude využívat programové prostředí MS Excel a MATLAB.

Cíle diplomové práce:

Hlavním cílem práce je vytvoření rozhodovacího modelu založeného na fuzzy logice pro hodnocení dodavatelského rizika včetně návrhu opatření vedoucích k minimalizaci rizik.

Seznam literatury:

- DOSTÁL, P. Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě. Brno: CERM, 2012. 718 s. ISBN 978-80-7204-798-7.
- DOSTÁL, P. Advanced Decision Making in Business and Public Services. Brno: CERM, 2011. 168 s. ISBN 978-80-7204-747-5.
- HANSELMAN, D. a B. LITTLEFIELD. Mastering MATLAB. Pearson Education International Ltd., 2012. 852 s. ISBN 978-0-13-185714-2.
- MAŘÍK, V., O. ŠTĚPÁNKOVÁ a J. LAŽANSKÝ. Umělá inteligence. Praha: ACADEMIA, 2013. 2473 s. ISBN 978-80-200-2276-9

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2022/23

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Karel Pospíšil, Ph.D., LL.M.
ředitel

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá hodnocením rizika dodavatelů nejmenované společnosti XYZ. Hodnocení je provedeno pomocí teorie fuzzy logiky, která je aplikována v navrženém rozhodovacím modelu zpracovaném v programovém prostředí MS Excel a MATLAB. Na základě bodového a procentuálního ohodnocení jsou dodavatelé rozřazeni do čtyř skupin s odlišnou mírou rizika a významnosti. Pro jednotlivé skupiny jsou doporučeny perspektivy budoucího rozvoje spolupráce, případně jsou navržena vhodná opatření vedoucí k minimalizaci rizik a preciznějšímu plnění definovaných požadavků, které společnost XYZ vyžaduje od svých dodavatelů. Součástí práce je i vzájemná komparace výsledků ze dvou rozdílných softwarových nástrojů.

Abstract

The master's thesis deals with the evaluation of supplier risk of an unnamed company XYZ. The evaluation is done using fuzzy logic theory, which is applied in the decision model designed in MS Excel and MATLAB. Suppliers are divided into four groups with different degrees of significance based on point and percentage results. Groups get recommendations for future cooperation, eventual suggestions for procurations, which can lead to minimization of risks and more accurate fulfillment of requirements. The company XYZ need these requirements from its suppliers. Comparison of results from two different software is part of this thesis too.

Klíčová slova

Dodavatelské riziko, fuzzy logika, rozhodovací model, MS Excel, MATLAB

Keywords

Supplier risk, fuzzy logic, decision model, MS Excel, MATLAB

Bibliografická citace

MARCINOV, David. *Vyhodnocení dodavatelského rizika prostřednictvím fuzzy logiky*. Brno, 2023. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/144061>. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Ústav soudního inženýrství, Odbor inženýrství rizik. Vedoucí práce Zuzana Janková.

Prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Vyhodnocení dodavatelského rizika prostřednictvím fuzzy logiky“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně

.....

Podpis autora

Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval vedoucí diplomové práce paní Ing. et Ing. Zuzaně Jankové, Ph.D., za její odborné vedení, rady a připomínky k mé práci. Mé poděkování dále patří panu Ing. Radimu Lánovi, Ph.D., který zastupuje společnost XYZ, za poskytnutí podkladů a doplňujících informací potřebných ke zpracování této diplomové práce. V neposlední řadě bych také rád poděkoval mé rodině za podporu během celého období studia.

OBSAH

1	ÚVOD	10
2	REŠERŠE.....	12
2.1	Riziko.....	12
2.1.1	<i>Klasifikace rizika</i>	<i>14</i>
2.1.2	<i>Dodavatelské riziko.....</i>	<i>15</i>
2.1.3	<i>Management a analýza rizika</i>	<i>19</i>
2.2	Pokročilé metody analýz a rozhodování.....	20
2.2.1	<i>Fuzzy logika.....</i>	<i>21</i>
2.2.2	<i>Modelování rozhodovacích procesů</i>	<i>23</i>
2.3	Software	25
2.3.1	<i>MS Excel.....</i>	<i>25</i>
2.3.2	<i>MATLAB</i>	<i>25</i>
3	FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ.....	32
4	POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ.....	33
5	DOSAŽENÉ VÝSLEDKY	34
5.1	Analýza současného stavu.....	34
5.1.1	<i>Základní informace o společnosti.....</i>	<i>34</i>
5.1.2	<i>Organizační struktura.....</i>	<i>35</i>
5.1.3	<i>Produktové portfolio a výrobní program.....</i>	<i>36</i>
5.1.4	<i>Problematika dodavatelů.....</i>	<i>37</i>
5.1.5	<i>Výběr kritérií pro rozhodování</i>	<i>38</i>
5.2	Fuzzy model v MS EXCEL	43
5.2.1	<i>Transformační matice.....</i>	<i>45</i>
5.2.2	<i>Stavové matice</i>	<i>47</i>
5.2.3	<i>Retransformační matice.....</i>	<i>51</i>
5.2.4	<i>Vyhodnocení dodavatelů dle MS Excel.....</i>	<i>52</i>
5.3	Fuzzy model v MATLABU	54
5.3.1	<i>FIS soubory.....</i>	<i>54</i>
5.3.2	<i>M-soubor.....</i>	<i>67</i>
5.3.3	<i>Vyhodnocení dodavatelů dle MATLABu.....</i>	<i>69</i>
6	ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ.....	72
6.1	Komparace rozhodovacích modelů.....	72
6.2	Návrhy na opatření	75
7	ZÁVĚR.....	76

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	78
SEZNAM TABULEK	79
SEZNAM GRAFŮ	79
SEZNAM OBRÁZKŮ	80
SEZNAM ZKRATEK.....	81

1 ÚVOD

V současném, velmi tvrdém konkurenčním prostředí je firemní úspěch ovlivněn celou řadou faktorů, jak interními, tak externími. V dnešním globalizovaném světě převládají především faktory externí, které pro podniky představují značná rizika a nejistoty, která jsou nyní ještě rapidně znatelnější než dříve, a to z důvodu několika současně probíhajících krizí. Tato situace je někdy označováno jako tzv. polykrize. Seznam současných problémů je dlouhý, je nutné však zmínit ty, které ovlivňují světovou ekonomiku nejzásadněji. Jedná se především o energetickou krizi, doznívající postcovidovou recesi, inflaci, válku na Ukrajině, obchodní válku mezi USA a Čínou či obecně o nedostatek některých komodit a výrobků. Kombinací těchto krizí dochází k významnému narušování dodavatelsko-odběratelských vztahů. Tato situace je někdy také vnímána jako určité selhání globalizačních tendencí posledních let.

Tímto se dnešní doba stává pro podniky méně předvídatelnou než dříve. Podniky musí být schopny svižně reagovat a dokázat se adaptovat v krizových situacích. A právě oblast dodávek znamená pro podniky velkou výzvu, hledají nové zdroje, spolehlivé partnery, čímž se snaží zlepšit řízení dodavatelského rizika. Výběr dodavatelů a partnerů obecně je tedy pro podniky významnou rozhodovací problematikou, která by měla být řešena strategicky vrcholovými představiteli, jelikož nespolehlivý a rizikový dodavatel může negativně ovlivnit celé podnikání, resp. výsledek hospodaření. Pro takový rozhodovací proces je proto vhodné mít určité metody hodnocení dodavatelů.

Před výběrem hodnotící metody a samotným procesem vyhodnocení dodavatele je nutné získat potřebná data o daných subjektech. Nové technologie jako umělá inteligence či koncept internetu věcí umožňují sběr a sofistikovanou analýzy velkého množství dat z různých zdrojů, díky čemuž se dají lépe monitorovat dodavatelské řetězce a identifikovat rizika v reálném čase.

Pro hodnocení dodavatelů lze využít celou řadu metodik. Podnik může disponovat vlastním hodnotícím systémem, který je vytvořen na základě vlastních požadavků a preferencí. Takový přístup je především u větších společností naprosto běžný. Dále se dají využít konkrétní pokročilejší metody, které spadají pod oblast soft computingu. Tyto techniky dokážou využívat umělou inteligenci pro zpracování nejasných a nejistých dat. Jednou takovou konkrétní metodou je i fuzzy logika, která je popsána a využita v této diplomové práci. Právě fuzzy modely v kombinaci s dalšími technikami mohou přispět nejen ke správnému řízení dodavatelského rizika, ale také k ostatním problémům strategického rozhodování.

Hlavními částmi diplomové práce jsou především literární rešerše, vlastní řešení s dosaženými výsledky a analýza výsledků řešení (komparace výsledků dvou rozhodovacích modelů). Současný stav rešerše předkládá teoretická východiska především o riziku, řízení dodavatelského rizika a fuzzy logice. Kapitola s vlastním řešením a dosaženými výsledky obsahuje postup tvorby rozhodovacího fuzzy modelu v prostředí MS Excel a MATLAB. Jsou zde také souhrnně okomentovány a analyzovány výsledky separátně dle využitého softwaru. V závěrečné kapitole jsou vzájemně porovnány výsledky z obou softwarových nástrojů a pro skupiny dodavatelů dle výsledného rizika jsou doporučena vhodná opatření vedoucí k minimalizaci rizik, ale i k lepšímu uspokojování požadavků společnosti XYZ.

2 REŠERŠE

Následující kapitola obsahuje současný stav literární rešerše, resp. potřebná teoretická východiska, která jsou předpokladem pro vypracování praktické části diplomové práce. Východiska se zaměřují především na pojem riziko, detailněji na dodavatelské riziko, dále na zástupce pokročilých metod v podobě fuzzy logiky a modelování rozhodovacích procesů a na představení softwarových nástrojů MS Excel a MATLAB.

2.1 RIZIKO

Riziko je pojem, který je v současné době využíván v mnoha oborech a jeho definice lze v literatuře nalézt celou řadu. Rizikem se označují kvalitativně dosti rozdílné, avšak velice příbuzné pojmy, proto je důležité chápat a definovat riziko v kontextu odvětví, oboru a problematiky (1, s. 15).

Původním významem výrazu „riziko“, který pochází údajně ze 17. století z italského (konkrétně ze slova „risico“), bylo úskalí či útes, který představoval určitou překážku pro mořeplavce a jejich lodě. Následný význam pojmu vyjadřoval určité vystavení se nepříznivým okolnostem a podmínkám, dále také odvalu či nebezpečí. Teprve později se objevil i současný obecný význam jako možnost ztráty, nebezpečí vzniku škody či nezdaru (2, s. 90; 3, s. 299).

V současnosti tedy neexistuje jedna univerzální, obecně uznávaná definice rizika, proto jsou zde nyní uvedeny některé možné příklady, kdy je riziko definováno jako (2, s. 90–91; 3, s. 306):

- pravděpodobnost či možnost vzniku ztráty, obecně nezdaru;
- variabilita možných výsledků nebo nejistota jejich dosažení;
- odchýlení skutečných od očekávaných výsledků, resp. situace, v níž existuje možnost nepříznivé odchylky od žádoucího výsledku, ve který se doufá či je očekáván;
- pravděpodobnost nestandardního stavu konkrétní entity v daném čase a prostoru;
- pravděpodobnost, se kterou za vymezených podmínek doby a intenzity expozice nastane negativní jev s určitým důsledkem.

Poslední uvedená definice zmiňuje pojem důsledek, který se také vyskytuje jako proměnná v nejzákladnějším matematickém vyjádření rizika, resp. v následujícím vzorci (1), který kvantifikuje riziko R jako součin pravděpodobnosti P výskytu nežádoucí události a jejího důsledku D .

$$R = P \times D, \quad (1)$$

kde D značí důsledek (damage), který může mít podobu jako např. škoda na majetku, počet zraněných či mrtvých osob, počet zmetků či objem kontaminované zeminy apod. Mj. jedná se také o vzorec, se kterým pracuje i organizace NATO (3, s. 307).

Nejpoužívanější a také nejvíce zmiňovanou definicí rizika v ekonomické i technické literatuře je však následující: „riziko je pravděpodobná hodnota ztráty vzniklé nositeli, popř. příjemci rizika realizací scénáře nebezpečí, vyjádřená v peněžních nebo jiných jednotkách.“ Riziko je tedy veličinou, jejíž hodnota je odhadem a nevede k exaktním hodnotám (1, s. 16).

Jak již bylo zmíněno, je nutné riziko chápat v kontextu oboru, ve kterém je využíváno. Proto pro účely této práce je vhodné ještě uvést, jak je chápáno riziko v ekonomii, případně ve financích. V ekonomii je pojem riziko využíván v souvislosti s nejednoznačností průběhu určitých skutečných ekonomických procesů a nejednoznačností jejich výsledků, tedy konkrétně se může jednat např. o výběr dodavatele či vhodné investiční příležitosti, resp. jde o jakýkoliv rozhodovací proces ekonomických subjektů. Ve finanční teorii se lze setkat také s definicí rizika jakožto volatilitou (kolísavostí) finanční veličiny (např. hodnoty zisku, portfolia či jiného aktiva) okolo očekávané hodnoty v důsledku změn řady parametrů (2, s. 90–91).

S rizikem se vždy vážou následující pojmy, resp. znaky, které jsou popsány níže.

1. Neurčitost výsledku – znamená, že výsledek musí být nejistý. Pokud se hovoří o riziku, musí existovat alespoň dvě varianty řešení.
2. Existence alespoň jednoho nežádoucího výsledku z množiny možných – většinou představuje určitou ztrátu, kdy je jistá část aktiva ztracena. Může však jít i o výnos, který je nižší než možný výnos. Jde tedy o nevyužití nejlepší možné příležitosti, což v ekonomii souvisí s teorií oportunitních nákladů čili náklady obětované příležitosti.
3. Změna určité veličiny či parametru – je chápána jako proces, jehož charakteristiky se v čase mění. Především v podnikové ekonomice je riziko spjato s určitou změnou veličiny v čase, která nabude oproti očekávaným hodnotám pozitivní či negativní odchylky (2, s. 91).

Z popisu třetího znaku, který se váže k riziku, je patrné, že podnikatelské riziko lze hodnotit (či může být vnímáno) ze dvou stránek, a to z (2, s. 92):

- pozitivní stránky, která přináší naději vyššího zisku či úspěchu;
- negativní stránky, která představuje nebezpečí horších hospodářských výsledků.

Druhů rizik, s nimiž se lze setkat, je celá řada. Pro účely této práce jsou však zásadní rizika související s podnikatelskou činností, která lze označit souhrnně jako ekonomická. Tyto rizika lze dále členit na konkrétnější jakožto např. rizika tržní, inflační, měnová, úvěrová, platební, obchodní či dodavatelská. Podrobnější a komplexní klasifikaci rizik se zabývá následující část.

2.1.1 Klasifikace rizika

Kromě ekonomických rizik se k základním druhům rizik řadí rizika technologická a technická, sociální, politická a teritoriální, právní či legislativní, bezpečnostní či vojenská, fyzikální, chemická, biologická, ekologická a psychologická a mnohá další. Toto členění základních druhů vychází z kritéria oblasti zkoumání, odvětví či původu (2, s. 91; 3, s. 312).

Další klasifikace rizik se dělí např. podle (1, s. 18; 3, s. 312–314):

- příčiny vzniku, případně dle zdroje rizika na: dynamická a statická rizika;
- ztráty a přínosu rizika na: čistá a spekulativní rizika;
- míry ovlivnitelnosti na: ovlivnitelná a neovlivnitelná rizika;
- uspořádanosti rizika na: systematická a nesystematická rizika;
- vztahu ke hmatatelnosti na: hmotná a nehmotná rizika.

Dynamická a statická rizika

Dynamická rizika mají příčinu ve změnách ve vnějším i vnitřním prostředí firmy. Především faktory vnější jako politika, ekonomika, konkurence či trh jsou hlavními příčinami firemních ztrát, jelikož není možné je řídit či významně ovlivňovat. Lze se jim pouze přizpůsobit. Statická rizika představují takové možné ztráty, jejichž příčiny leží mimo změny v ekonomice. Patří sem především přírodní nebezpečí, selhání lidského faktoru či nepoctivost jednotlivců. Statická rizika mají tendenci se pravidelně opakovat, tudíž jsou předvídatelná, a tedy i snadněji pojistitelná než rizika dynamická. Statická rizika však nepřinášejí pro společnost žádný přínos na rozdíl od těch dynamických (2, s. 139).

Čistá a spekulativní rizika

Spekulativní riziko vyjadřuje situaci, kdy existuje možnost ztráty, ale i zisku. Kdežto čisté riziko označuje situaci, která poskytuje pouze možnost ztráty nebo ztráty žádné. Příklady spekulativního rizika jsou podnikání či hazardní hra, kde existují šance na úspěch, ale i nebezpečí neúspěchu. Příkladem čistého rizika je možnost ztráty vlastnictví majetku. Pokud si osoba koupí nějaký majetek, hrozí jí pouze ztráta či poškození takového majetku. V případě však, že se daná osoba chová jako investor či podnikatel, jedná se opět o riziko spekulativní (2, s. 139–140).

Ovlivnitelná a neovlivnitelná rizika

Ovlivnitelná rizika jsou taková, která se dají snižovat či částečně odstranit, resp. dají se ovlivňovat pro vlastní prospěch či zmírnění dopadů ztrát. Zatímco neovlivnitelná rizika jsou taková, u nichž neexistuje možnost působit na příčiny jejich vzniku, lze na ně však aplikovat opatření snižující jejich nepříznivý dopad. Mezi taková neovlivnitelná rizika patří politická, hospodářská či fiskální opatření státu nebo globální vlivy (3, s. 313).

Systematická a nesystematická rizika

Systematické riziko v ekonomii je vyvoláno společnými faktory a mění se dle celkového ekonomického vývoje, kdy postihuje v různé míře všechny hospodářské jednotky či oblasti podnikatelské činnosti. Zdrojem může být např. změna monetární politiky, daní či trhu. Vzhledem ke svému charakteru se jedná o rizika makroekonomická. Nesystematické riziko je jedinečné a velmi specifické čili není závislé na celkovém ekonomickém vývoji. Jedná se tedy o rizika mikroekonomická, jelikož se týkají pouze určité firmy nebo ekonomické aktivity/činnosti (3, s. 314).

Hmotná a nehmotná rizika

Hmotné riziko bývá zpravidla spojeno s určitým hmotným, hmatatelným statkem či aktivem a bývá měřitelné. Zatímco nehmotné riziko, někdy též označované jako psychologické riziko, souvisí s duševní činností a je tedy přirozeně nehmatatelné (1, s. 18).

Další část se zaměřuje blíže na dodavatelská rizika, která jsou předmětem zkoumání v praktické části této práce.

2.1.2 Dodavatelské riziko

Dodavatelská či odběratelská rizika vznikají buď na jedné či druhé straně vztahu, nebo mohou vznikat zásahem „vyšší moci“. Obecně vyplývají z odběratelsko-dodavatelských vztahů, resp. z vazeb mezi podnikatelskými subjekty nebo jejich koncovými zákazníky. Přirozeným důsledkem těchto rizik je přenášení a promítání problémů na podnik, který ve vztahu působí sekundárně či závisle. Tyto rizika jsou nejvíce spojována se ztrátami při dopravě zboží mezi partnery. Dalšími takovými problémy však mohou být např. (4, s. 42–43):

- nedostatečná výrobní kapacita dodavatele neumožňující plně pokrýt poptávku,
- problém na straně dodavatele komponentů a následné zastavení dodávek (např. požár, válka, stávka, bankrot),
- změna distribučních kanálů,
- nedodržování smluv a závazků,

- rizika spojená s politikou či legislativou v zemi dodavatele (přerušení obchodních styků).

Významným rizikem v této oblasti je pochopitelně vazba na jediného dodavatele. Pokud se takový dodavatel dostane do problémů, značně se ohrozí i situace zákazníka, resp. podniku. Podnik, který přistoupí na strategii zaměření se na jednoho velkého dodavatele, by měl mít vlastní operativní plány s alternativami řešení při krizových situacích. Výhodnějším přístupem je proto diverzifikace svých dodavatelů, ale i zákazníků, pro což je nutná analýza a hodnocení těchto subjektů na trhu (4, s. 174).

Analýza dodavatelů

Analýza potenciálních dodavatelů bývá většinou úkolem samostatných oddělení v rámci organizační struktury podniku. Většinou se však jedná o oddělení nákupního marketingu či jakosti. Tato oddělení musí vycházet především z definovaných vlastních cílů, potřeb a kritérií, které jsou pro podnik a jeho činnost stěžejní (5, s.194; 6, s. 285).

Chybná definice kritérií volby dodavatele může vést ke ztrátám, které lze těžko likvidovat během samotného nákupního procesu. Základem analýzy jsou následující informace o potenciálních dodavatelích (6, s. 285–286):

- všeobecné informace o podniku (forma podnikání, vlastnické vztahy, výrobní program, finanční situace, úroveň managementu, kvalifikace pracovníků a jejich vztah ke kvalitě, aj.),
- specifika požadovaného, nakupovaného produktu (kvalitativní parametry, výrobní kapacita, metody řízení kvality, spolehlivost dodavatele a jeho subdodavatelů, význam jednotlivých položek produktu, aj.),
- poskytované nástroje kondiční a servisní politiky dodavatelem (cena, poskytované rabaty či skonta, platební a dodací podmínky, služby dodávek, aj.),
- existující dodavatelsko-odběratelské vztahy (míra závislosti mezi subjekty, možnost odběru od konkurence, vzájemná odpovědnost, vzájemné dodávky, spolupráce při likvidacích, aj.).

Následným krokem analýzy je hrubý výběr dodavatelů, který probíhá na základě tří okruhů podmínek (6, s. 286):

- kvalifikace produktu, resp. zda produkt odpovídá požadavkům a kritériím;
- obchodní a marketingové prověření dodavatele;

- prověření manažerského systému dodavatele, resp. potenciál vytvoření fungujících dodavatelsko-odběratelských vztahů.

V případě zcela nového dodavatele může dojít k tzv. dodavatelskému auditu, který bývá většinou fyzický. Jedná se o systematickou analýzu a hodnocení dodavatele v souladu s příslušnými normami (nejčastěji ISO). Tento proces bývá velmi komplexní a detailní, kdy zahrnuje audit systému, produktu i firemních procesů (6, s. 287).

Cílem a výsledkem celé analýzy bývá množina potenciálních dodavatelů, kteří jsou schopni zajistit požadovaný produkt na základě definovaných potřeb a kritérií. Z výsledného okruhu dodavatelů je následně možné vybírat významnější a méně významnější dodavatele, což se provádí pomocí příslušných hodnotících metodik. Tím se také utváří jednotná dodavatelská strategie podniku (5, s. 194; 6, s. 286).

Hodnocení dodavatelů

Hodnocení dodavatelů může probíhat různými způsoby a dle různých kritérií. Tvorba trvalých dodavatelsko-odběratelských vztahů však vyžaduje soustavné sledování a hodnocení, které může být rozčleněno následně (6, s. 293):

1. tvorba katalogu kritérií (volba kritérií, váhy a bodové ohodnocení, určení rozhodovatelů o plnění kritérií),
2. ohodnocení výkonu dodavatelů (metodika hodnocení, určení týmu),
3. znázornění výsledků (portfolio dodavatelů, profil polarity dodavatelů),
4. vyhodnocení (klasifikace dodavatelů, návrh opatření).

Definovaná kritéria by měla být pochopitelně relevantní pro činnost daného podniku. Budou zahrnovat nejen předpoklady dodavatelských schopností, které byly již předmětem analýzy a hrubého výběru dodavatelů, ale také výsledky uskutečněných dodávek. Kritéria hodnocení mohou být následující (6, s. 293):

- kvalita (bezvadnost, spolupráce při plánování a řízení kvality, vstřícnost při návrzích na zvýšení kvality),
- náklady (cenotvorba, transparentnost ceny),
- dodavatelská spolehlivost (dodržování množství a termínů, pohotovost či flexibilita),
- technické schopnosti (zavádění nových technologií, inovace, společný výzkum a vývoj, vstřícnost k možným změnám),
- dodavatelský servis (technická podpora, záruky, příprava produktu, balení),

- komunikace (forma komunikace, pravidelnost),
- ostatní (obecně CSR, etika, ekologie, dodržování norem).

Některé podniky k hodnocení dodavatelů využívají prostou SWOT analýzu, některé mají vytvořený vlastní hodnotící systém. Dále je možné využít praktiky, které poskytují ABC analýza či dodavatelská matice (5, s. 198).

Dodatelská matice umožňuje identifikovat dodavatele tak, aby se na základě toho dalo určit, jak k vybraným dodavatelům přistupovat. Matice posuzuje dva faktory, konkrétně riziko dostupnosti na horizontální ose a vliv na zisk/náklady podniku na vertikální ose. Riziko dostupnosti dodavatele zahrnuje např. komplikace s přísunem dodávek do podniku, dostupnost produktu a alternativních dodavatelů, náklady na změnu dodavatele či dopravní náklady. Vliv na zisk/náklady dodavatele reflektuje jeho vliv na výkon celého podniku (5, s. 194). Dodavatelskou maticí představuje následující **obr. č.1**.



Obr. č. 1 – Dodavatelská matice [5, s. 194]

Matice člení dodavatele na 4 kategorie, které jsou následující (5, s. 194–195):

- vlivní – jsou typičtí dodavatelé kapitálově náročnějších statků (např. stavební výstavba či nový stroj), kdy je odběratel méně závislý a dodavatel vysoce závislý;
- strategičtí – jsou zcela zásadní pro odběratele, existuje zde tedy vysoká vzájemná závislost;
- bezproblémoví – jsou typičtí dodavatelé méně významných produktů (např. kancelářské potřeby), které nemusí vůbec souviset s hlavní činností podniku, existuje zde tedy nízká vzájemná závislost;
- úzkoprofiloví – jsou typičtí dodavatelé specifických produktů (např. patenty, licence), na kterých je podnik závislý a existuje jen málo alternativ, existuje zde tedy vysoká závislost odběratele a nízká závislost dodavatele.

Díky tomuto členění, resp. výsledku dodavatelské matice, může podnik zvolit vhodnou dodavatelskou strategii na jednotlivé kategorie, tedy (5, s. 195):

- na vlivné dodavatele je nutné použít tvrdé poziční vyjednávání,
- se strategickými dodavateli domluvit partnerství či spolupráci (strategie win-win),
- s bezproblémovými dodavateli aplikovat rutinní přístup,
- s úzkoprofilovými dodavateli domluvit dlouhodobé kontrakty na dodávky.

Další hodnotící metodikou může být ABC analýza dodavatelů, která využívá jako hlavní kritérium celkový obrat nákupu. Princip analýzy vychází z pravidla 80/20 italského ekonoma Vilfreda Pareta. Analýza dělí dodavatele do tří skupin, kdy přesné procentuální rozdělení do skupin může být přizpůsobeno dle požadavků podniku. Cílem je především určení priorit v oblasti dodavatelů (5, s. 198).

Kategorie dodavatelů a následný přístup je následující (5, s. 198–199):

- skupina A – by měla mít nejvyšší prioritu, kdy je žádoucí uzavírat dlouhodobé kontrakty, provádět pravidelné reporty a zajistit oboustrannou spolehlivost;
- skupina B – nevyžaduje permanentní pozornost, ale určitá míra řízení je vyžadována a je např. vhodné provádět výběrová řízení na delší dobu a odstraňovat duplicitu;
- skupina C – představuje dodavatele, od kterých se odebírá jednorázově a není nutné vyjednávat o ceně, redukuje se jejich počet a s tím i související náklady.

2.1.3 Management a analýza rizika

Pojem management rizik neboli řízení rizik bývá často zaměňován s pojmem analýza rizik. Je nutné tedy uvést rozdíly v daných pojmech a definovat jednotlivé kroky těchto dvou činností.

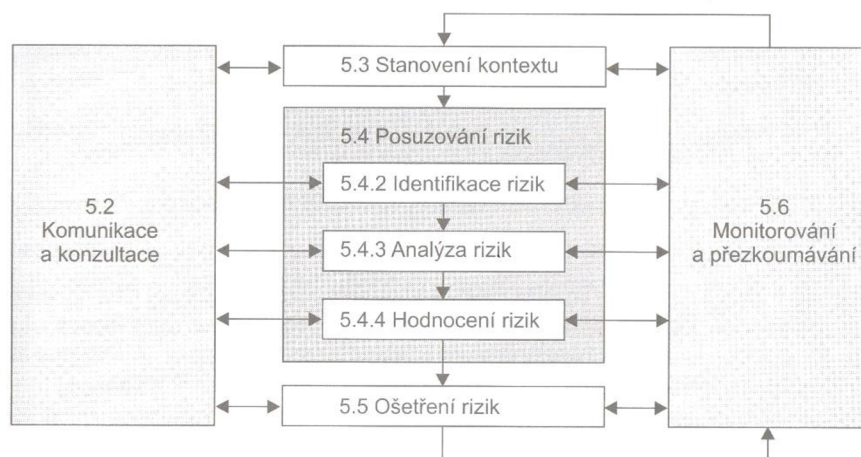
Management rizik je koordinované vedení a řízení všeho, co souvisí s existencí rizik, což lze v systémovém pojetí rozdělit na dvě soustavy, kterými jsou (3, s. 311):

- soustava činností managementu rizik – zahrnuje činnosti v následující posloupnosti: identifikace, analýzy, odhady, hodnocení, ošetřování, kontrola účinnosti ošetření rizik, učení se z chyb;
- soustava procesů managementu rizik – zahrnuje procesy zajišťující provedení již zmíněných činností.

Řízení rizik je nutné chápat jako permanentní činnost, která identifikuje, popisuje i analyzuje, vyhodnocuje a kontroluje rizika. Dále je zde nutná snaha o eliminaci a minimalizaci

nejistých událostí, které mohou subjekt ovlivnit. Koncepce řízení rizik je součástí krizového řízení podniku, dále je také vhodné ji integrovat do formulace podnikových cílů a strategií (2, s. 127; 4, s. 47).

Důležitou součástí managementu rizik je vždy určité rozhodnutí (tím se vlastně liší od analýzy rizika, ta totiž rozhodovací proces směřující ke snižování rizika nezahrnuje), resp. výběr optimálního preventivního či regulačního opatření, která minimalizují riziko. Zásadou při rozhodování musí být proaktivní ovládnutí ztrát, směřující k omezení četnosti realizací nebezpečí a zmenšení jejich závažnosti. Konkrétními technikami, kterými lze rizika řídit a souhrnně se nazývají metodami managementu rizik, jsou např. retence rizika, diverzifikace, smluvní přenos rizika, transfer rizika pojištěním nebo ručení (1, s. 209; 2, s. 116). Možnou strukturu managementu rizik představuje následující **obr. č. 2**.



Obr. č. 2 – Struktura managementu rizik dle ČSN ISO 31000:2009 [3, s. 317]

Analýza rizik je zásadní pro celý management rizik. Jedná se základní proces managementu rizika, na jehož výsledcích a podkladech jsou přijímána rozhodnutí o riziku. Analýza rizika zahrnuje především identifikaci a kvantifikaci rizik/hrozeb, na jejichž základě dojde k pochopení povahy a stanovení úrovně rizika. Dále se zabývá rozborem okolností, za jakých může dojít ke vzniku nežádoucích jevů, průběhem těchto jevů a posouzením skutečností, které mohou průběh těchto jevů ovlivnit (1, s. 119; 3, s. 311).

2.2 POKROČILÉ METODY ANALÝZ A ROZHODOVÁNÍ

Pokročilé metody představují souhrn sofistikovaných a aplikačních metod využívajících výpočetní techniku pro účely analýz, modelování a rozhodování v praxi. K nejznámějším takovým metodám patří fuzzy logika, umělé neuronové sítě, genetické algoritmy či teorie chaosu (7, s. 7).

Existují totiž složité a komplexní úlohy, které příroda řeší a zvládá velmi snadno, kdežto algoritmy navržené člověkem nefungují. Proto se světoví matematici nechali inspirovat samotnou přírodou a vytvořili nové, již zmíněné teorie, které přesahují klasické metody a řeší i multikriteriální a obtížně algoritmizovatelné problémy v celé řadě oblastech. S přispěním umělé inteligence se takto dají řešit komplexní a praktické úlohy v ekonomickém, finančním či technologickém prostředí (8, s. 13).

Právě umělá inteligence je v současnosti jednou z nejrychleji se rozvíjející vědní disciplínou, která v sobě zahrnuje zdánlivě různorodé, avšak při hlubším zamyšlení relevantní vědní obory, jakými jsou např. kybernetika, neurologie, psychologie, matematická logika, teorie rozhodování, informatika či teorie her. Interdisciplinarita umělé inteligence pochopitelně přispívá k širokému potenciálu využití v průmyslu, zdravotnictví, státní sféře i běžném životě (9, s. 16–18).

Umělá inteligence je primárně spojována především s počítači či roboty. Jde tedy o tvorbu strojů a systémů, které při řešení určitého úkolu užívají takový postup, který bychom u člověka považovali za projev jeho inteligence. Tento postup je označován jako algoritmus (případně program), který vymodelován na počítači. Takové algoritmy jsou využívány právě i v pokročilých metodách analýz a rozhodování (9, s. 19–21).

Pro účely zpracování této práce jsou dále vysvětleny teorie fuzzy logiky a modelování rozhodovacích procesů.

2.2.1 Fuzzy logika

Klasická teorie množin definuje množinu jako soubor prvků s určitými vlastnostmi. Pro prvek potom platí pouze dva stavy či možnosti, tedy zda do množiny patří či nikoliv. Kdežto u teorie fuzzy množin platí, že prvky mohou nabývat jakékoliv hodnoty z reálného intervalu $[0,1]$. Fuzzy množiny představil v roce 1965 Lofti A. Zadeh, profesor počítačových věd a matematiky na Kalifornské univerzitě v Berkeley, čímž rozšířil teorii klasických množin a vytvořil tak tzv. fuzzy logiku, která poskytuje možnost modelování fenoménu vágnosti (10, s. 3–15; 11, s. 8).

Výraz „fuzzy“ pochází z angličtiny a vyjadřuje, že je něco neurčité, nejasné, což se dá označit za vágní. Obecným principem fuzzy logiky je to, že umožňuje právě tuto vágnost či nepřesnost zohlednit a poměrně jednoduše pracuje s významy slov přirozeného jazyka. Díky tomu má fuzzy logika využití v celé řadě oblastí lidské činnosti (10, s. 1–3).

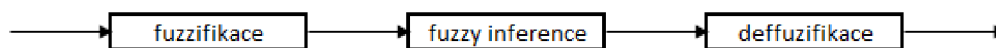
Právě slova a přirozený jazyk mají zásadní význam ve fuzzy logice, proto také někteří autoři tuto metodiku považují spíše za lingvistickou. Proměnnými veličinami jsou zde spíše slova než čísla. Slova jsou také následně jednoduše aplikovatelná do fuzzy pravidel (tzv. if-then). Ačkoliv jsou slova

ze své podstaty méně přesná než čísla, jejich použití je přece jen bližší lidské intuici. Lze tedy říct, že použití kvalitativního popisu používaného v přirozeném jazyce dělá z fuzzy logiky velmi snadno použitelný, jednoduchý a flexibilní nástroj, který je přirozeně tolerantní k nepřesným datům (12, s. 2-5)

Fuzzy logika je tedy disciplínou či metodou, která určuje „jak moc“ prvek patří nebo nepatří do množiny definované intervalem od 0 po 1, kdy 0 znamená úplné nečlenství a 1 znamená úplné členství. Metoda tedy měří jistotu nebo nejistotu příslušnosti prvku k množině, kdy operuje s nepřesnými a vágními pojmy. Tímto způsobem lze nalézt řešení pro daný problém z pravidel, která byla definována, což je mnohdy využitelné při řízení firem (8, s. 23).

Proces fuzzy zpracování

Proces fuzzy zpracování se skládá z fuzifikace, fuzzy inference a defuzifikace. Prvním krokem je tedy převedení reálných proměnných na jazykové proměnné pomocí transformační matice. Druhým krokem je definování chování systému pomocí pravidel, jejich vyhodnocení se provádí skalárním součinem ve stavových maticích pro jednotlivé případy. Třetím krokem je převedení hodnot zpět do reálných hodnot pomocí re-transformační matice (8, s. 23-26). Postup fuzzy zpracování je zobrazen v následujícím **obr. č. 3**.



Obr. č. 3 – Postup fuzzy zpracování [11, s. 8]

Fuzifikace

Převod reálných proměnných na jazykové proměnné je podstatou fuzifikace. Určení jazykových proměnných vychází z lingvistických proměnných, které jsou svým zněním stupňovány. Jako příklad se uvádí proměnná „riziko“, u níž lze zvolit atributy jako žádné, velmi nízké, nízké, střední, vysoké a velmi vysoké. Stupeň členství atributů v množině je vyjádřen matematickou funkcí nazývanou funkcí členství. Tvarů členských funkcí existuje mnoho. V praxi se nejvíce užívají funkce členství tvaru/typu Λ , π , Z a S (někdy též označovány jako standardní funkce členství). Ke standardním funkcím členství se někdy řadí i vyhlazená Skřivka. Stupeň členství v množině je platný jak pro vstupní, tak i pro výstupní funkce (7, s. 16; 11, s. 8). Tvary základních členských funkcí jsou vidět v následujícím **obr. č. 4**.



Obr. č. 4 – Tvary členských funkcí typu Λ , π , Z a S [8, s. 24]

Fuzzy inference

Cílem fuzzy inference je definovat chování systému pomocí pravidel typu <Když>, <Potom> či <S váhou> na jazykové úrovni. Zde jsou využívány podmínkové věty, které hodnotí stav příslušné proměnné a jejich forma je známá z programovacích jazyků. Příkladem může být následující výraz (7, s. 16; 11, s. 8–9):

<Když> Vstup_a <A> Vstup_b ... Vstup_x <A> Vstup_y ... <Potom> Výstup₁ <S váhou> z,

tj. když (nastane stav) *Vstup_a* a *Vstup_b*, ..., *Vstup_x* a *Vstup_y*, ..., potom (je situace) *Výstup₁* s váhou pravidla *z*, kde $z \in \langle 0,1 \rangle$.

Definovaná pravidla v tomto kroku se dají označit za expertní systém. Tato pravidla tvoří uživatel systému sám dle svých preferencí či sklonu k riziku. Pro každé pravidlo je nutné určit jeho váhu v proměnné *z*. Výsledek celého rozhodovacího problému s využitím fuzzy logiky závisí právě na tomto určení významu daných pravidel. Váhy však lze měnit v průběhu optimalizace systému. Výsledkem této fáze je pak jazyková proměnná, která slovně ohodnotí atributy jako např. nízké, průměrné, vysoké, což může vést ke konečnému rozhodnutí (7, s. 16–17; 11, s. 9).

Defuzifikace

Posledním krokem fuzzy zpracování je převod výsledku předchozí operace na reálnou hodnotu, resp. dochází ke stanovení výše určité veličiny. Pro účely této práce se jedná o výši rizika. Tato výše rizika tzv. fuzzy hodnota výstupní proměnné je nakonec převedena opět do slovního vyjádření. Takto vytvořený model funguje jako systém či automat, kdy je do něj možné zadávat různé hodnoty vstupních proměnných (7, s. 17).

2.2.2 Modelování rozhodovacích procesů

Obecně lze říct, že modelování představuje určitý proces, jehož výsledkem je model. Podstatou modelování je snaha o zobrazení původního systému (tzv. originálu) zcela jiným umělým systémem (tedy modelem), přičemž chování obou systémů je vzájemně analogické. Při tvorbě modelu dochází z hlediska přesnosti k určité redukci původního systému, resp. k záměrnému

zjednodušení obrazu podstatných znaků reality. S tímto také souvisí zásada, že vytvořený model musí obsahovat především ty znaky (aspekty, vlastnosti) jevu, objektu či systému, které jsou významné pro daný problém (3, s. 112; 13, s. 32–34).

Z předešlých definic je patrné, že model je vždy zjednodušeným a nedokonalým zobrazením reality. Nejčastěji používané jsou matematické kvantitativní modely, mezi které patří např. lineární modely či modely zásob (13, s. 28–33)

Pro účely této práce je další část zaměřena na modely rozhodovacích procesů a rozhodování samotné. Rozhodování je jednou z tzv. paralelních (průběžných) manažerských funkcí, kam dále patří ještě analýza a implementace. Rozhodování lze jednoduše definovat jako proces, při kterém rozhodovatel vybírá mezi několika různými variantami řešení, které se liší svou užitečností. Za rozhodnutí je vždy zodpovědný právě rozhodovatel (nejčastěji jde o manažera). Mezi základní prvky/znaky rozhodovacího procesu patří (8, s. 149; 13, s. 2, 28):

- cíl rozhodování – tedy čeho se chce dosáhnout;
- kritérium rozhodování – tedy podle čeho se rozhoduje;
- subjekt a objekt rozhodování – kdy subjektem je buď jednotlivec či skupina a objektem se rozumí organizační jednotka, v jejíž rámci je řešen problém;
- varianty řešení – tedy způsoby výsledného řešení či jednání rozhodovatele;
- stav světa – které mohou v budoucnu nastat a ovlivnit varianty řešení.

Rozhodovací proces může probíhat buď za podmínek jistoty, kdy jsou známy veškeré informace dokonale, nebo za podmínek nejistoty a neurčitosti. Při nejistotě lze objektivně určit, jak moc je ohrožena realizace varianty. Kvantifikovanou nejistotu lze označit za riziko. V případě neurčitosti jde o to, že není znám žádný údaj o pravděpodobnosti výskytu hrozby či jednotlivých scénářů (8, s. 149–150).

Rozhodovací proces nemá vždy stejný postup či strukturu. Je vhodné však využívat nejnovější poznatky, které využívají zmíněných pokročilých metod jako fuzzy logiku či genetické algoritmy, pro které je vhodné využít výpočetní techniku, která vytváří z tvořených modelů expertní systémy. V současném rozhodování firem se hojně implementují přístupy procesní, systémové nebo kvantitativní. Rozhodování však někdy vyžaduje určitou zkušenost, cit nebo intuici rozhodovatele, což je typické pro tzv. heuristické metody. I přesto je zde uveden rámcový postup při rozhodování (8, s. 149–151):

1. sběr informací a dat (identifikace problému, podmínek a příčin);
2. hledání variant řešení s analýzou možných řešení;
3. hledání optimální metody a varianty řešení;
4. testování použitelnosti řešení v praxi;
5. využití v praxi, ověřování či návrat k předešlým krokům za účelem zkvalitnění.

2.3 SOFTWARE

Poslední část literární rešerše je věnována softwarovým nástrojům, které jsou následně využity v praktické části této práce. Konkrétně se jedná o aplikace MS Excel a MATLAB.

2.3.1 MS Excel

Tabulkový procesor MS Excel je součástí kancelářského balíčku MS Office, který byl vyvinut americkým technologickým gigantem Microsoft Corporation. Aplikace má široké využití především v oblasti zpracování dat. Excel je primárně kompatibilní s operačním systémem Microsoft Windows, avšak od roku 2019 se výrazně zlepšila i kompatibilita pro uživatele operačního systému Mac od společnosti Apple (14, s. 15, 249–250).

Mnohé operace dokáže Excel vyřešit pomocí jednoduchých vzorců (někdy též nazývané jako funkce). Tyto funkce se dělí na logické, textové, vyhledávací, finanční, datumové (časové) a ostatní. Ostatní funkce obsahují dále např. funkce statistické, inženýrské, informační či webové (14, s. 85–119).

Pro zpracování rozhodovacího fuzzy modelu je nutné znát statické funkce MAX a MIN, matematické funkce SUMA a SOUČIN.SKALÁRNÍ a logickou funkci KDYŽ.

Funkce MAX a MIN nachází největší, resp. nejmenší číslo ze skupiny zvolených buněk. Funkce SUMA sečítá čísla ze skupiny buněk a funkce SOUČIN.SKALÁRNÍ provádí součet součinů v dané matici. Funkce KDYŽ umožňuje dle zadané podmínky rozhodnout mezi dvěma hodnotami či výroky (14, s. 85–90).

2.3.2 MATLAB

MATLAB je programovací a numerická výpočetní platforma, která má využití primárně pro analýzu datových souborů, vývoj algoritmů, tvorbu modelů a grafických řešení. Software, který byl vyvinut společností MathWorks, Inc., dále nabízí profesionální sady pro zpracování signálů či obrazu, finanční operace, strojové učení a robotiku. Již z výčtu funkcionalit lze říct, že MATLAB

představuje nástroj pro řešení komplexních problémů v inženýrských, vědeckých, počítačových a matematických disciplínách (15; 16, s. 1–2).

Software je založen na maticové algebře a vlastním programovacím jazyku. Zároveň však MATLAB umožňuje integrovat jazyky C, C++, FORTRAN či Java. Významným přínosem jsou také grafická uživatelská rozhraní GUI a API, která poskytují funkce pro vývoj vlastních aplikací (16, s. 1–3).

Při práci v MATLABu se nejčastěji využívá okno s příkazovými řádky (tzv. Command window) pro skriptovací jazyk. Právě zde dochází ke tvorbě M-souborů (nazývané též skript soubory), jejichž názvy končí příponou „.m“. Vytvořený zdrojový kód je samotným MATLABem jednoduše přečten, čímž je vykonán samotný propočít (16, s. 31).

Základní verze MATLABu může být rozšířena o mnohé doplňkové funkce, balíčky a sady nástrojů (tzv. toolboxy), které jsou sdíleny např. na GitHubu či MATLAB File Exchange. Významným toolboxem, který je využit i v této práci, je Fuzzy Logic Toolbox (15).

Fuzzy Logic Toolbox

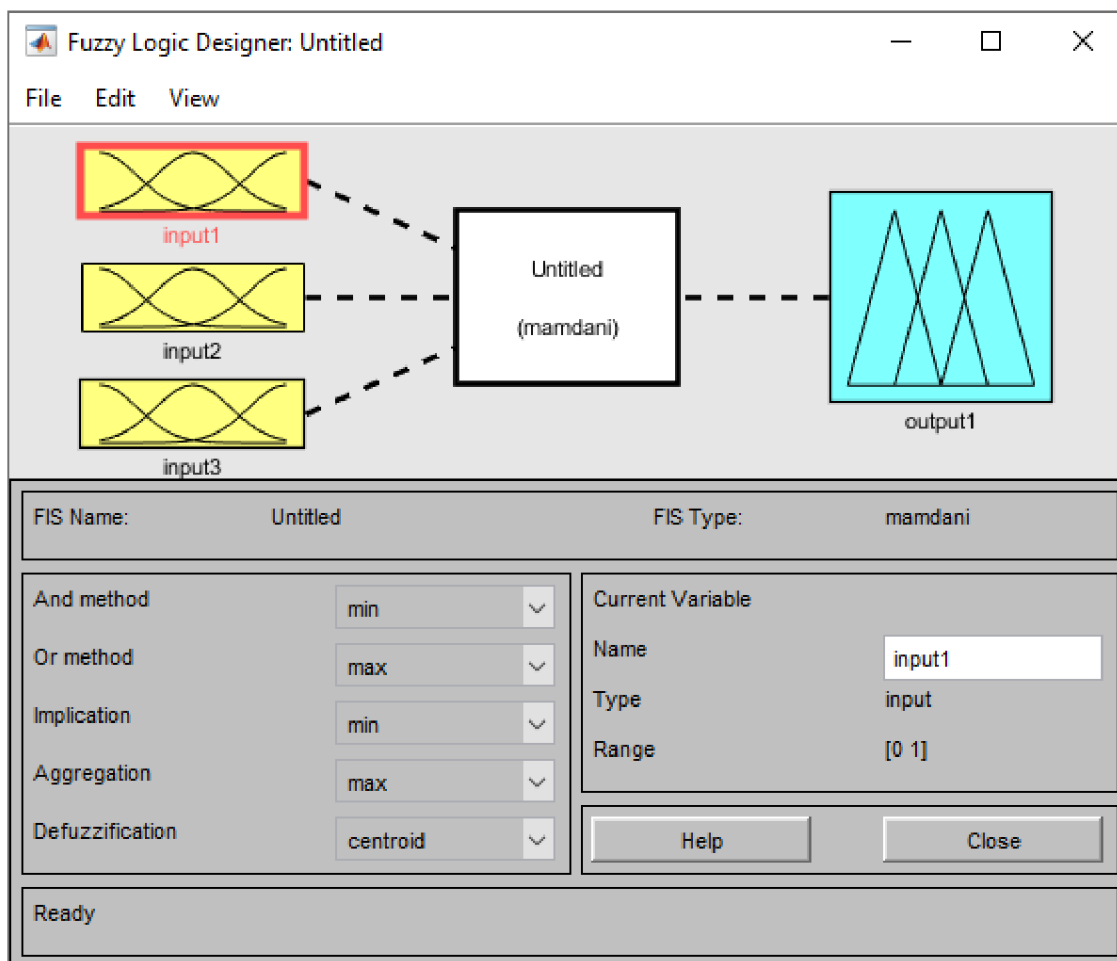
Rozšíření Fuzzy Logic Toolbox obsahuje funkce pro návrh, tvorbu, úpravu a simulaci fuzzy inferenčních systémů v prostředí MATLABu. Tato sada nástrojů pracuje, jak pomocí grafického rozhraní GUI, tak také pomocí příkazového řádku, tudíž si uživatel může vybrat, jaký pracovní postup je mu příjemnější (12, s. 6; 15).

Tento toolbox obsahuje 5 primárních nástrojů, které v následujícím pořadí reflektují i postup tvorby fuzzy modelu. Jedná se o (12, s. 51):

1. FIS Editor,
2. Membership Function Editor,
3. Rule Editor,
4. Rule Viewer a
5. Surface Viewer.

V prvním kroku se pracuje s tzv. FIS Editorem neboli Fuzzy Logic Designerem. Zde se tvoří základní vazby mezi proměnnými, resp. mezi vstupy a výstupy, čímž se namodeluje struktura fuzzy inferenčního systému. Editor kromě toho, že poskytuje obecné informace o systému, umožňuje zvolit ze dvou typů inferenčních systémů, kterými jsou Mamdani a Sugeno lišící se především ve způsobu určování výstupů (12, s 42–56).

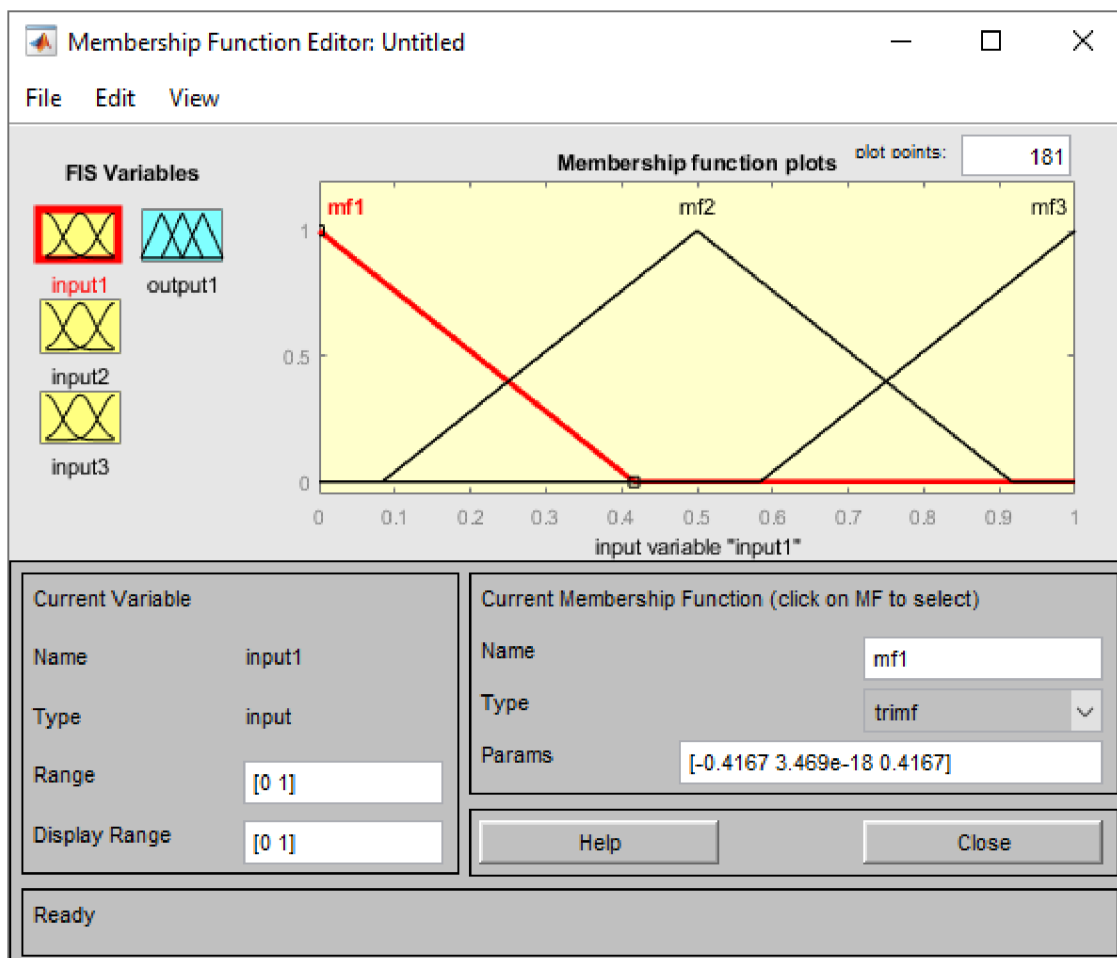
U výchozího typu Mamdani je výstupem každého pravidla fuzzy množina, kdežto v systému Sugeno je výstupem konstantní či lineární funkce vstupních hodnot. Mamdani má intuitivnější základ, což je vhodné pro návrh expertních systémů, které vyžadují lidské odborné znalosti. Sugeno je naopak výpočetně efektivnější, jelikož využívá vážený průměr nebo vážený součet několika datových bodů, což mu umožňuje dobře pracovat s lineárními, optimalizačními i adaptivními technikami, nejčastěji v rámci matematické analýzy (15). Následující **obr. č. 5** představuje prostředí FIS Editoru s typem Mamdani.



Obr. č. 5 – FIS Editor [Vlastní zpracování]

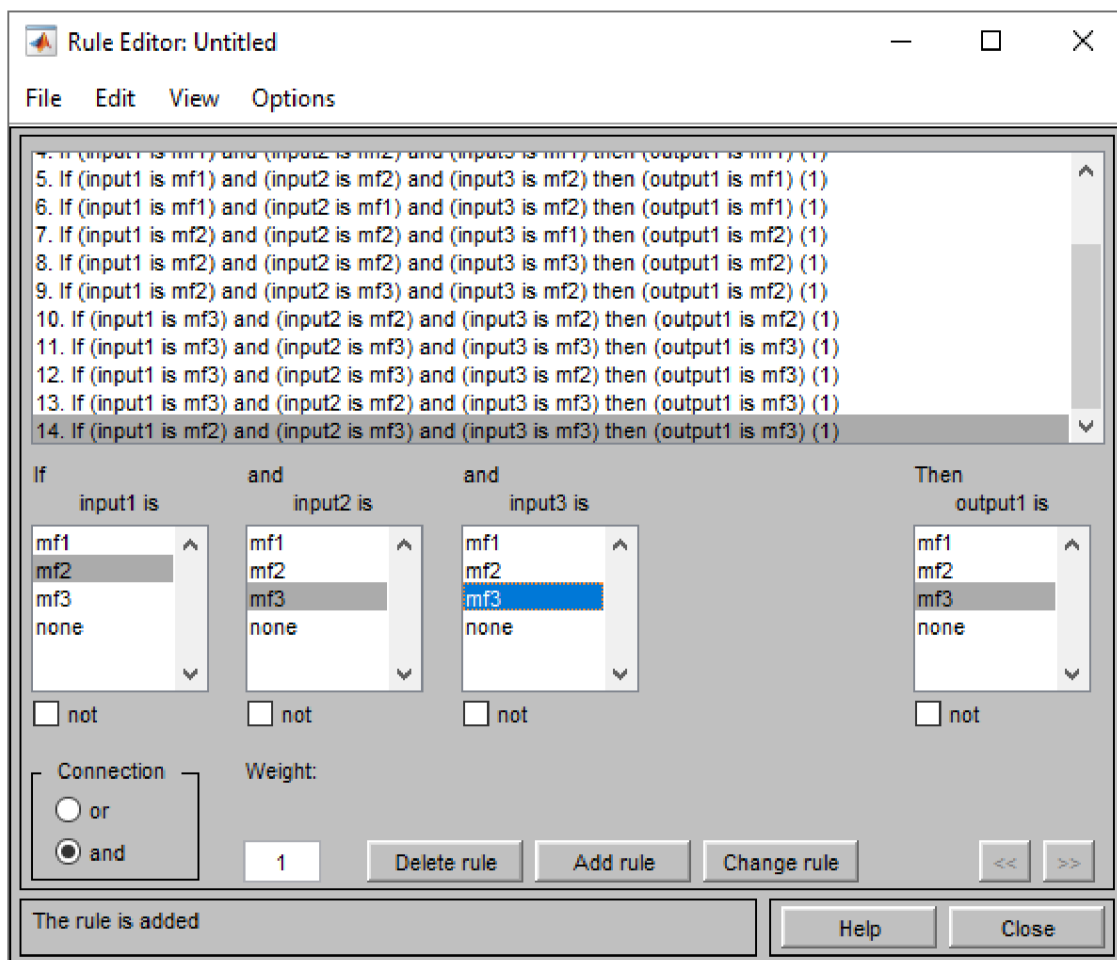
Membership Function Editor se využívá pro definování tvarů všech funkcí členství spojených s každou vstupní a výstupní proměnnou. Funkce členství je křivkou, která definuje, jakým způsobem je každý bod ve vstupním prostoru přisouzen na hodnotu členství, resp. stupeň příslušnosti, v intervalu od 0 do 1. Fuzzy Logic Toolbox obsahuje 11 využitelných typů funkcí členství, od jednodušších po složitější. Jednodušší typy funkcí (konkrétně např. trojúhelníkový typ *trimf* a lichoběžníkový typ *trapmf*) jsou tvořeny především přímkami, resp. využívají dílčí lineární funkce. Složitější funkce členství jsou tvořeny např. Gaussovou distribuční funkcí, sigmoidní

křivkou, kvadratickými či kubickými polynomiálními křivkami (12, s. 30–52). Prostředí Membership Function Editoru se zvolenou funkcí *trimf* je představeno v následujícím obr. č. 6.



Obr. č. 6 – Membership Function Editor [Vlastní zpracování]

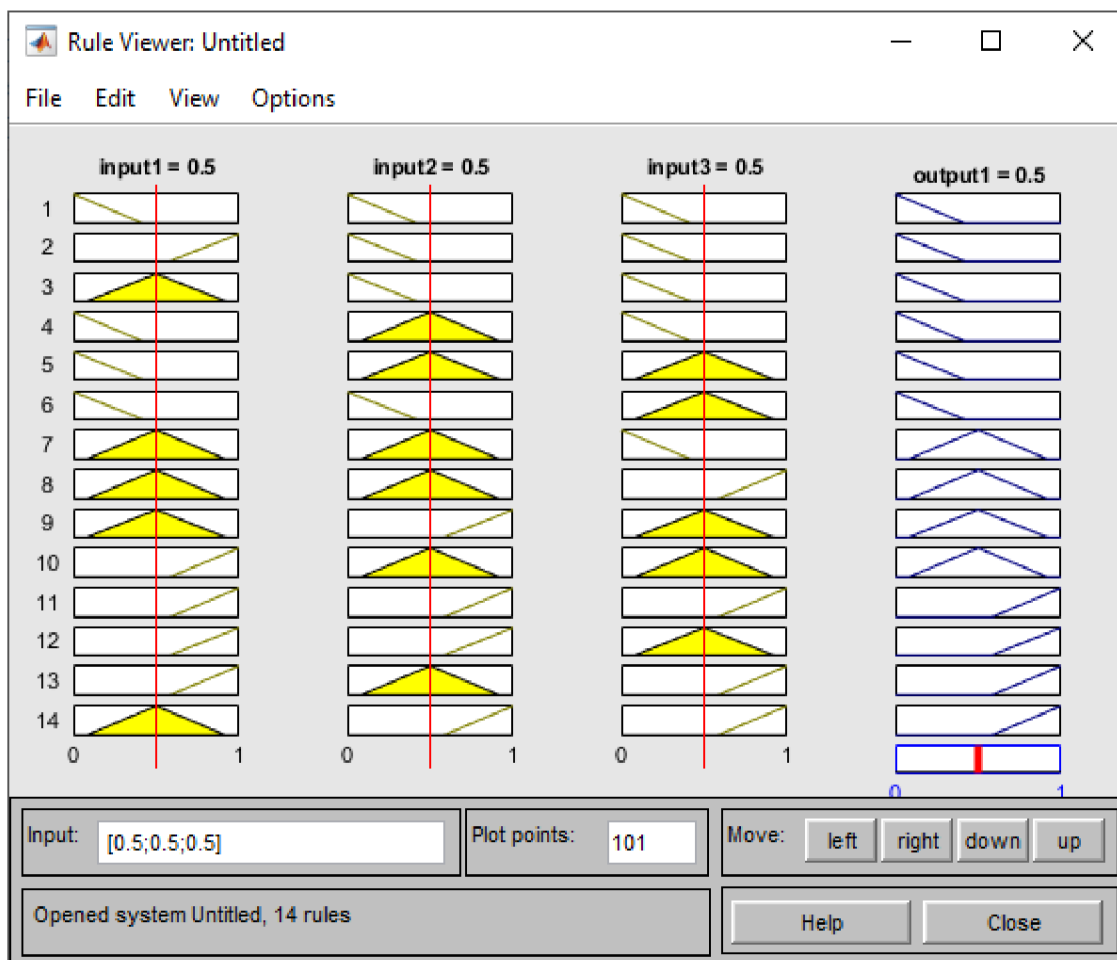
V dalším kroku je využit Rule Editor, ve kterém se tvoří seznam pravidel, které definují chování celého fuzzy inferenčního systému. Jednoduše se zde vytváří příkazy ve formě fuzzy pravidel if-then. Využívají se také logické operátory jako AND, OR a NOT. Lze zde také definovat váhu pravidel v rozmezí od 0 do 1. Obecně je doporučováno vkládat více pravidel, jelikož menší počet pravidel nemusí dostatečně pokrýt celý systém. Výstupní fuzzy množiny z každého pravidla jsou agregovány do jediné výstupní fuzzy množiny, která je defuzzifikována a vyčíslena na jedinou hodnotu. Tento princip je základem fuzzy inferenčního systému typu Mandani (12, s. 34–62; 15). Následující obr. č. 7 ukazuje prostředí v Rule Editoru.



Obr. č. 7 – Rule Editor [Vlastní zpracování]

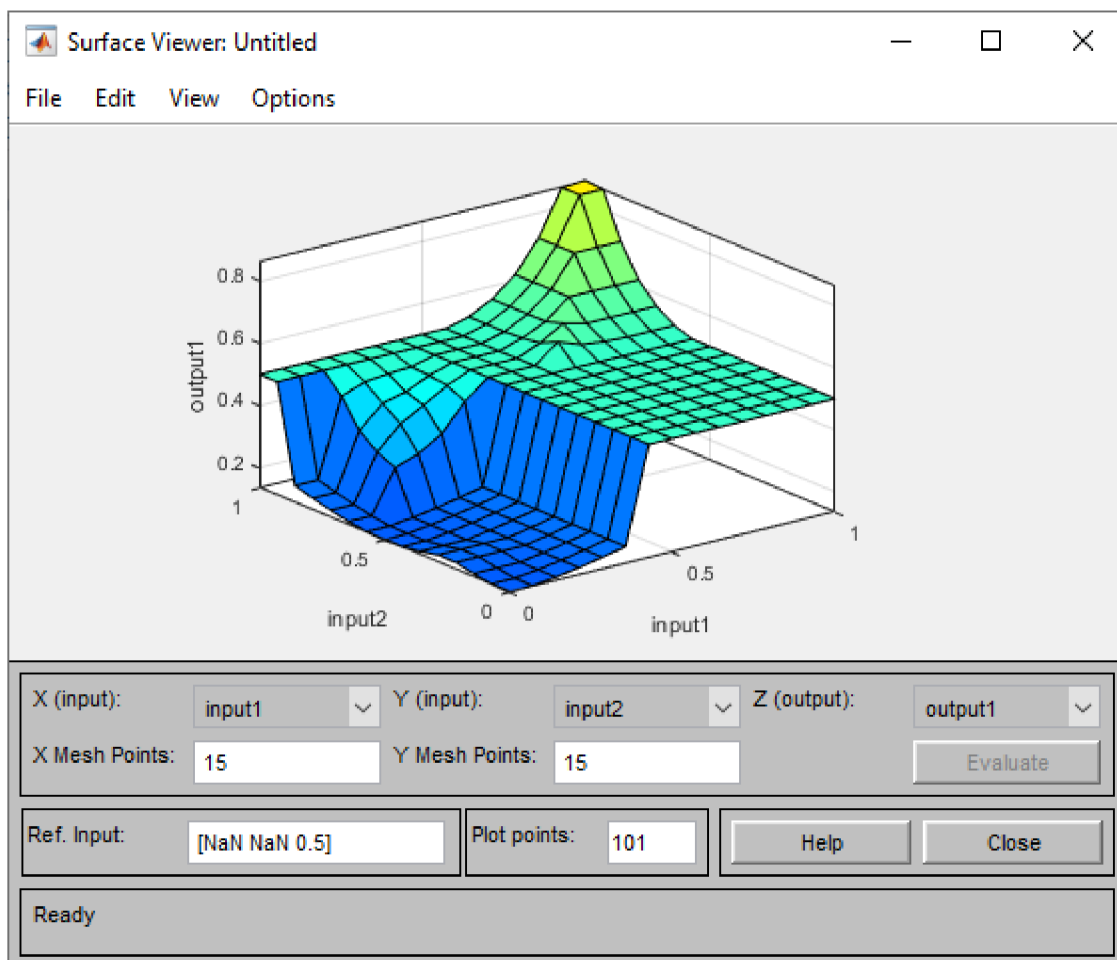
Poslední dva primární nástroje Fuzzy Logic Toolboxu, kterými jsou Rule Viewer a Surface Viewer, už nereflktují tolik postup tvorby fuzzy modelu. Jejich využití je především pro čtení, prohlížení a grafickou diagnostiku. Data či proměnné se v těchto prostředích žádným způsobem neupravují (12, s. 53).

Rule Viewer tedy zobrazuje fuzzy inferenční diagram, ze kterého je zřejmé, jaká pravidla jsou aktivní nebo jak jednotlivé tvary funkcí členství ovlivňují celkové výsledky. Každé pravidlo je zobrazeno jako jeden řádek složený z několika grafů. Sloupce představují jednotlivé proměnné. Grafy se žlutou barvou znázorňují funkce členství a grafy s modrou barvou představují funkce příslušnosti (12, s. 53–65). Obr. č. 8 představuje prostředí Rule Viewer.



Obr. č. 8 – Rule Viewer [Vlastní zpracování]

Poslední nástroj Surface Viewer generuje a vykresluje výstupní mapu povrchu fuzzy inferenčního systému. Mapa předkládá trojrozměrné zobrazení pravidel, z čehož lze dobře sledovat závislost mezi vstupními a výstupními proměnnými. S mapou se dá libovolně otáčet, což poskytuje pohledy z různých stran. Dále lze zvolit, které vstupy a výstupy zahrnout do zobrazení (12, s. 67; 15). Prostředí Surface Viewer lze vidět v **obr. č. 9**.



Obr. č. 9 – Surface Viewer [Vlastní zpracování]

3 FORMULACE PROBLÉMŮ A STANOVENÍ CÍLŮ ŘEŠENÍ

V této kapitole diplomové práce jsou stanoveny základní problémy a cíle, ke kterým tato práce směřuje.

Problém je formulován jako potřeba společnosti XYZ vyhodnotit na základě požadavků, resp. kritérií několik svých dodavatelů a navrhnout vhodný postup pro další rozvoj spolupráce. Jedná se o množinu 7 dodavatelů materiálu (komodit), ze kterého jsou následně vyráběny komponenty pro automobilový průmysl.

Hlavním cílem této diplomové práce je vytvořit rozhodovací model založený na fuzzy logice pro vyhodnocení dodavatelského rizika, který je aplikován na vybranou společnost XYZ, a následně navrhnout opatření vedoucí ke snížení rizik. K dosažení hlavního cíle jsou nyní stanoveny následující dílčí cíle, kterými jsou:

- zpracování teoretických poznatků o dodavatelském riziku a fuzzy logice,
- popis vybrané společnosti a jejích dodavatelů,
- výběr hlavních kritérií rozhodování,
- implementace fuzzy logiky do rozhodovacího modelu,
- tvorba a zpracování modelu v prostředí MS Excel a MATLAB,
- vyhodnocení rizik vybraných dodavatelů pomocí vytvořených fuzzy modelů,
- porovnání získaných výsledků s obou modelů a
- návrh vhodných opatření minimalizující dodavatelské riziko.

4 POUŽITÉ METODY A JEJICH ZDŮVODNĚNÍ

Pro dosažení definovaných cílů je primárně využita pokročilá matematická metoda využitelná pro rozhodování tzv. fuzzy logika. Teoretická část zahrnuje literární rešerši, která představuje především pojem riziko, problematiku řízení dodavatelského rizika, metodu fuzzy logiky a popis softwarových nástrojů MS Excel a MATLAB. V praktické, analytické části jsou představeni dodavatelé a samotná společnost XYZ, dále jsou zde popsány důvody tvorby modelu a množiny dodavatelů a specifikovány klíčová kritéria pro celý rozhodovací proces. Závěrečná návrhová část obsahuje vytvořený rozhodovací model ve dvou formách dle zmíněných softwarů.

Hlavním zdrojem vstupních informací potřebných pro tvorbu modelu jsou především osobní konzultace se zástupci společnosti XYZ. Jde především o definování a upřesnění preferencí, volby kritérií a sklonu k riziku dané společnosti, což vychází z dlouhodobé strategie celého podniku. Pro popis vybrané společnosti a jejích dodavatelů jsou dále využity interní dokumenty a internetové stránky.

5 DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

Následující stěžejní kapitola této diplomové práce se zabývá nejprve analýzou současného stavu, ve které je představena vybraná společnost, její současný přístup k hodnocení dodavatelů a klíčová kritéria pro hodnocení. Dále je v této kapitole vytvořen fuzzy model jak v softwaru MS Excel, tak v MATLABu.

5.1 ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

V této části je představena vybraná společnost XYZ, její základní charakteristiky, organizační struktura, produktové portfolio a výrobní program a problematika dodavatelů. Dále jsou zde vybrány a definovány kritéria a jejich možnosti relevantní pro rozhodování, která následně vstupují do rozhodovacích fuzzy modelů. Pro zpracování této části práce jsou hojně jako zdroje využity interní dokumenty, prezentace společnosti XYZ a konzultace se zástupcem společnosti.

5.1.1 Základní informace o společnosti

Pro účely zpracování této diplomové práce je vybrána společnost s označením XYZ. Jedná se o fiktivní označení, jelikož si společnost nepřeje, aby byla jmenována. To stejné platí i pro její dodavatele.

Společnost XYZ je výrobcem a dodavatelem konektorů a senzorů pro celou řadu průmyslových odvětví (např. automotive, IT, letectví, elektrotechnika, komunikace, energetika a mnohé další). Společnost provozuje moderní výrobní závod v okrese Brno-venkov, ve kterém se soustředí na výrobu především pro automobilový průmysl. Společnost je součástí původně americké globální technologické společnosti, která byla založena roku 1941 a současně sídlí ve švýcarském Schaffhausenu. Skupina působí ve více než 140 zemích světa, čímž se řadí mezi největší světové lídry v oblasti konektivity. Celosvětově zaměstnává okolo 85 tisíc lidí, ve výrobním závodě v okrese Brno-venkov pracuje okolo 2300 zaměstnanců (2022). Skupina vlastní více než 15 tisíc patentů, čímž se řadí mezi nejnovativnější firmy světa (17; 18).

Základní údaje

Sídlo:	okres Brno-venkov
Datum vzniku a zápisu:	23. června 1993
Právní forma:	společnost s ručením omezeným (s. r. o.)
Základní kapitál:	267 659 000 Kč

Předmět podnikání: Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona (např. výroba plastových a pryžových výrobků, výroba elektronických součástí, výroba strojů a zařízení, poskytování softwaru, projektování elektrických zařízení, testování, měření, aj.), zámečnictví a nástrojářství

EBT: 270 000 000 Kč (2022)

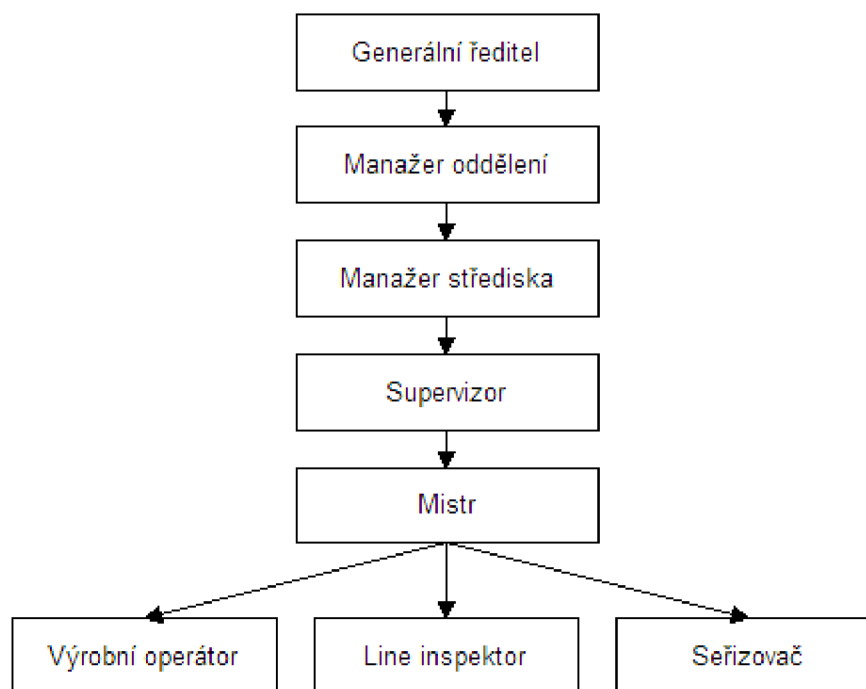
Celková aktiva: 7 019 000 000 (2022) (18)

5.1.2 Organizační struktura

Globální skupina či koncern prostřednictvím ústředí pro EMEA region (Evropa, Střední východ, Afrika) zajišťuje především hlavní rozhodovací procesy, marketing, řízení rizik a výzkum a vývoj. Analyzovaný závod XYZ zajišťuje výrobní činnost, poskytování služeb v oblasti IT, účetnictví, administrativy a podpory prodeje.

Statutárním orgánem společnosti XYZ jsou tři jednatelé. Za společnost jednají vždy alespoň dva jednatelé společně. Dalším orgánem je prokura, která je tvořena třemi prokuristy, kteří jsou jednatele zmocněni k právnímu jednání při provozu závodu. Za společnost opět jednají a podepisují vždy dva prokuristé společně. Prokuristé nejsou oprávněni jakkoliv zcizit nebo zatížit nemovitě věci vlastněné společností. Společníkem výrobního podniku XYZ je globální skupina.

Organizační struktura přímo ve výrobním závodě se dá označit za tzv. liniovou. Za výrobní proces jsou odpovědni především supervizoři a mistři. Mistři jsou řídí směny, na kterých se pohybují výrobní operátoři, seřizovači a line inspektoři. Struktura je vidět pomocí diagramu v následujícím **obr. č. 10**.



Obr. č. 10 – Organizační struktura [Vlastní zpracování dle interních dokumentů společnosti XYZ]

5.1.3 Produktové portfolio a výrobní program

Podnik XYZ je součástí divize Automotive celé skupiny. Proto také 90 % všech výrobků závodu směřuje do automobilového průmyslu, zbytek do ostatních průmyslových oborů. Produkty jsou vidět především na trhu regionu EMEA.

Produkty jsou součástí pokročilých systémů zabezpečení vozu i řidiče, v integrovaných systémech řízení motoru a dalších aplikací ve všech typech aut (vozy se spalovacími a elektrickými motory, hybridy). Konkrétně se jedná o díly jako elektrické obvody, svazky, konektory, senzory, spínací modely a mnohé další specializované výrobky. Následující obr. č. 11 ukazuje příklad tří výrobků společnosti XYZ



Obr. č. 11 – Příklady výrobků [Poskytnuto společností XYZ]

Společnost svými procesy dodržuje vysoké standardy, což je potvrzeno i držitelstvím certifikátů jakosti jako IATF 16949, ISO 14001, ISO 45001 a oceněním Ford Q1. Primárními výrobními procesy v podniku, které jsou však v některých případech alokovány u externích dodavatelích, jsou:

- montážní procesy komponentů,
- lisování kovů,
- vstřikování plastů,
- elektricko-chemické pokovování.

5.1.4 Problematika dodavatelů

Společnost XYZ spolupracuje s více než 1600 dodavateli. Může se jednat o dodavatele komodit, kategorií výrobků, finálních produktů, outsourcované produkce nebo dodavatele subcontractingové spolupráce.

Celou tuto agendu má na starost samostatné oddělení dodavatelské kvality. Toto oddělení je zodpovědné především za hodnocení a sledování vývoje dodavatelů, čímž podporuje rozhodování oddělení nákupu. Dalšími úkoly jsou hodnocení a řízení rizik, zajištění vstupní kontroly nakoupených komponentů, vyřizování stížností, vedení programů zlepšování kvality s dodavateli a provádění auditů dodavatelských procesů.

Je zřejmé, že dodavatelská kvalita je pro společnost XYZ klíčovou problematikou, a proto jí věnuje značné úsilí a zdroje. Společnost disponuje rozsáhlými dokumenty, které definují přístup k dodavatelům. Jedná se např. o Zásady chování pro dodavatele (Guide to Social Responsibility), Požadavky na dodavatele (Total Quality Management) či Požadavky EHS na dodavatele. Tímto přístupem se společnost snaží o vzájemně prosperující vztahy, z čehož vyplývají i dlouhodobé oboustranné konkurenční výhody. Hlavním bodem dodavatelské strategie je zejména diverzita a její zlepšování napříč komoditami.

Pro řízení takového procesu a hodnocení dodavatelů společnost XYZ využívá svůj vlastní hodnotící systém tzv. Scorecard, jímž hodnotí své partnery pomocí 100bodové stupnice. Rozděluje své požadavky na dodavatele do tří oblastí, kterými jsou kvalita, produktivity a platební podmínky. Do těchto oblastí vstupují jak tvrdá kvantifikovatelná data, tak měkká kvalitativní data. Celý systém je velmi sofistikovaným a propracovaným nástrojem pro řízení dodavatelsko-odběratelských vztahů.

5.1.5 Výběr kritérií pro rozhodování

Nyní jsou představena kritéria rozhodování, která figurují jako hlavní parametry, resp. vstupy celého rozhodovacího modelu. Jedná se o atributy pro hodnocení dodavatelů, které jsou považovány společností XYZ za významné.

Zmíněná kritéria jsou zvolena na základě konzultací s vedoucím oddělení dodavatelské kvality společnosti XYZ. Celkem se jedná o 12 kritérií, které jsou rozděleny do tří oblastí. Oblasti jsou následující:

- oblast dodání či dodávky (Delivery),
- oblast kvality (Quality),
- oblast nákladů (Cost).

Každá z uvedených oblastí obsahuje 4 kritéria. Každé kritérium má své konkrétní možnosti, které mohou nastat a mají určitou váhu, která je níže vždy uvedena v závorce. Většina kritérií vychází z tzv. KPI's (z anglického Key Performance Indicators) společnosti XYZ, které jsou zde využívány jako hlavní výkonnostní metriky pro měření celé řady interních i externích aktivit.

První skupina kritérií, která je blíže popsána, spadá do oblasti dodání.

Velikost obchodů v USD/měsíc

Velikost obchodů v USD/měsíc neboli objem peněz vázaných v obchodovaném zboží lze jednoduše označit také jako obrat. Pro společnost je žádoucí udržovat vysoko-obratové dodavatelské vztahy, které vedou ke vzájemné prosperitě. Zároveň se však musí vysoké sumy vázané v dodávaných produktech odrážet v dalších faktorech jako např. efektivita, perspektiva dlouhodobé spolupráce či spolehlivost. Nízké obraty s určitými dodavateli nemusí ihned signalizovat něco negativního. U těchto dodavatelů je nutné analyzovat vývoj spolupráce a oboustranně hledat kroky vedoucí k rostoucímu trendu obratu. Možnosti velikostí obchodů v USD/měsíc jsou následující:

- vysoké (60),
- průměrné (40),
- nízké (20).

Velikost obchodů v ks/měsíc

Obdobným kritériem jako předchozí zmíněné je velikost obchodů v ks/měsíc. Jedná se o množství velikost obchodů, resp. objem dodaných kusů. Tyto dva faktory je vhodné vzájemně analyzovat. Nízké objemy dodaných kusů nemusí znamenat nízké finanční obraty. Může se totiž

jednat o specifické, zakázkové produkty, jejich jednotková cena je pochopitelně vyšší. Je proto nutné analyzovat vliv daného odebírané produktu, resp. nákladu, na celkový zisk, případně rentabilitu, celého podniku, k čemuž se může využít např. CVP analýza či široká řada nákladových kalkulací. Možnosti kritéria jsou následující:

- vysoké (50),
- průměrné (30),
- nízké (10).

Ship-to-Request (STR)

Nejvýznamnějším kritériem v oblasti dodání je tzv. Ship-to-Request (dále jen STR). Jedná se o jakýsi znak určité flexibility dodavatele, která reflektuje, zda je dodavatel schopen dopravit daný produkt na základě operativní formální žádosti. Tato metrika je velmi podobná přístupu k řízení zásob Just In Time (zkráceně JIT). STR se pro účely této práce uvádí v procentech. Možnosti STR jsou následující:

- nad 95 % (80),
- 90 až 95 % (60),
- 85 až 90 % (40),
- 80 až 85 % (20),
- pod 80 % (0).

Vendor Managed Inventory

Posledním kritériem v oblasti dodání je tzv. Vendor Managed Inventory (dále jen VMI), což lze přeložit jako inventář či seznam řízený prodejcem, resp. dodavatelem. Jedná se o metodu, při které je dodavatel odpovědný za velikost objednávky, tedy i o část optimalizace zásob při předem sjednaných podmínkách a pravidlech. Důležitý je zde přístup dodavatele k elektronickým skladovým datům (někdy nazývané EDI data) odběratele, díky čemuž lze pracovat s informacemi o obratovosti zásob a lze tedy správně časově a množstevně nastavit objednávku. Pro odběratele jde o jakousi formu outsourcingu, což oboustranně determinuje k určitému sdílení podnikatelského rizika. VMI je pro účely této práce hodnoceno v procentech. Možnosti VMI jsou rozčleněny do následujících možností:

- nad 75 % (40),
- 60 až 75 % (30),
- 50 až 60 % (20),
- 30 až 50 % (10),

- pod 30 % (0).

Nyní jsou popsána kritéria, která patří do oblasti kvality.

Počet incidentů u odběratele

Prvním hodnotícím atributem z oblasti kvality je počet incidentů u odběratele, resp. v jeho výrobním procesu, které jsou způsobeny vadami a chybami způsobené dodavatelem. Tyto vady by měly být identifikovány při procesu vstupní kontroly nakoupených komponentů prováděné odběratelem. Cílem obou stran je pochopitelně bezvadnost všech položek, při opakovaných incidentech je nutné zavádět okamžitá nápravná opatření vedoucí ke zlepšení situace. Toto kritérium má následující možnosti:

- 0 případů (60),
- 1 případ (40),
- 2 případy (20),
- 3 případy (10),
- 4 případy (0).

Počet stížností od koncového zákazníka

Nejvýznamnějším kritériem z oblasti kvality je počet stížností od koncového zákazníka, které jsou způsobeny selháními dodavatele. Tento atribut je klíčový pro celkové hodnocení dodavatelského rizika, resp. dodavatelské kvality, proto je také velmi pečlivě sledován. Opakované stížnosti mohou mít za důsledek výraznou nespokojenost zákazníka, ztrátu odbytu od jednoho zákazníka či dokonce od určité části trhu, což se může razantně projevit na celkovém výsledku hospodaření podniku. Společnost XYZ zároveň tyto stížnosti ještě rozlišuje na oprávněné a neoprávněné. To však pro účely této práce není bráno v úvahu. Řeší se pouze absolutní počet všech stížností. Možnosti tohoto kritéria jsou definovány stejně jako u předchozího kritéria, jen s jinými váhami:

- 0 případů (80),
- 1 případ (60),
- 2 případy (40),
- 3 případy (20),
- 4 případy (0).

Doba reakce

Doba reakce vyjadřuje za jak dlouho je dodavatel schopen odpovědět/reagovat na uskutečněný incident či stížnost od koncového zákazníka. Společnost XYZ také hodnotí, zda je problém vyřešen úspěšně či neúspěšně, dále se hodnotí přístup a případně zvolené opatření dodavatelem. Doba reakce se měří pomocí počtu všedních dní, což je následně i zřejmé v nabízených možnostech:

- velmi krátká: pod 10 dní (25),
- krátká: 10 až 15 dní (20),
- střední: 16 až 17 dní (15),
- dlouhá: 18 až 20 dní (10),
- velmi dlouhá: nad 20 dní (0).

Certifikace

Posledním vybraným kritériem pro hodnocení dodavatelů v oblasti kvality je vlastnictví certifikace významné pro automobilový průmysl. Právě pro automobilový průmysl bývá certifikace mnohdy klíčovým faktorem pro výběr dodavatele, mnohdy samotná certifikace umožňuje samotné podnikání a působení v tomto oboru. Možnostmi pro toto kritérium jsou konkrétní normy či standardy, při jejichž zavedení a kontinuálním dodržování se získává mezinárodně uznávaný certifikát. Jedná se tedy o:

- ISO 14001 (75),
- IATF 16949 (50),
- ISO 9001 (25).

Nejvyšší bodové ohodnocení je přisouzeno normě ISO 14001, která se týká především managementu životního prostředí, je dobrovolná a společnost XYZ ji vnímá jako značně významný benefit. Další normou je IATF 16949, která je specifická pro dodavatelsko-odběratelské vztahy v automobilovém průmyslu a je vnímána jako naprostý standart v tomto odvětví. Norma s nejnižší vahou je ISO 9001, která definuje základní požadavky pro základní systém managementu kvality a je vnímána jako absolutní minimum v daném odvětví.

Jako poslední jsou pospány kritéria a jejich jednotlivé možnosti v oblasti nákladů.

Dostupnost v regionu

Velmi významným kritériem v oblasti nákladů je dostupnost v regionu. Samozřejmě že platí, čím vzdálenější jsou potřebné zdroje, tím jsou vyšší náklady (konkrétně logistické, přepravní).

Dostupnost zdrojů obecně je v současné době velmi diskutovaným problémem. Jedná se nyní o slabinu globalizačních tendencí posledních let, kdy některé komponenty či komodity jsou buď zcela nedostupné nebo je jejich doba dodání několikanásobně vyšší, což znemožňuje jakékoliv plánování. Příčin tohoto stavu je celá řada (jako např. různé druhy krizí, problémy v dodavatelsko-odběratelských řetězcích, válka na Ukrajině, obchodní válka mezi USA a Čínou atd.) a jejich rozbor by obsahově vyhovoval požadavkům na zpracování diplomové práce. Proto se tyto externí (globální, makroekonomické) vlivy musí projevit, jak v hodnocení dodavatelů firmy, tak i v strategickém rozhodování. Za předpokladu, že výchozím středobodem je výrobní závod v okrese Brno-venkov, tak možnosti dostupnosti v regionu jsou rozvrstveny následovně:

- Česká republika (50),
- střední Evropa (40),
- Evropa (20),
- svět (10).

Přístup k dodavatelskému portálu

Toto kritérium se týká toho, zda dodavatel disponuje softwarovými interními systémy, díky kterým je schopen se připojit na dodavatelský portál společnosti XYZ, na kterém je možné jednoduše zpracovávat a realizovat objednávky. Pokud dodavatel nemá přístup na tento portál, musí se objednávky provádět individuálně a manuálně mimo tento systém, což pochopitelně mírně zvyšuje náklady (konkrétně administrativní). Možnosti pro toto kritérium jsou jednoduché a zřejmé z předchozího popisu, a tedy:

- ano, má přístup (40);
- ne, nemá přístup (15).

Produktivita

Absolutně nejvýznamějším kritériem z celé množiny je produktivita dodavatele, která se uvádí v procentech. Je žádoucí, aby dodavatel byl ve svých veškerých aktivitách produktivní, efektivní a hospodárny. Zvyšující se produktivita přímo úměrně působí na zmíněnou efektivitu a hospodárnost čili nedochází ke kumulaci špatně či neefektivně vynaložených zdrojů/nákladů. Právě takové negativní náklady mohou být v rámci dodavatelského řetězce přeneseny na odběratele, čemuž je třeba zabránit. Proto je produktivita vhodnou metrikou, jak tento možný problém včas identifikovat. Možnosti u produktivity jsou zjednodušeny a převedeny na verbální vyjádření, ke kterým jsou však uvedeny rozpětí reálných hodnot produktivit, které společnost XYZ považuje za podstatné. Možnosti jsou tedy:

- velmi vysoká: nad 5 % (100),
- vysoká: 4 až 5 % (75),
- průměrná: 3 až 4 % (50),
- nízká: 2 až 3 % (25),
- velmi nízká: pod 2 % (0).

Platební podmínky ve formě splatnosti

Posledním kritériem, jak z oblasti nákladů, tak z celé množiny kritérií, jsou platební podmínky ve formě splatnosti. Odběratel požaduje a uvítá co nejdelší dobu splatnosti, naopak dodavatel vyžaduje co možná nejkratší dobu splatnosti. Nastavení takových parametrů se často odvíjí od toho, zda jsou vzájemné obchodní vztahy dobré či nikoliv, zda převládá oboustranná důvěra, jaká je doba trvání spolupráce apod. Možnosti tohoto kritéria jsou následující:

- velmi dlouhá: nad 90 dní (25),
- dlouhá: 75 až 90 dní (20),
- střední: 60 až 74 dní (15),
- krátká: 30 až 59 dní (10),
- velmi krátká: pod 30 dní (5).

5.2 FUZZY MODEL V MS EXCEL

V následující části je vytvořen rozhodovací model s využitím fuzzy logiky v prostředí MS Excel. Model se skládá z transformačních matic (se slovním a číselným/váhovým popisem), stavových matic pro jednotlivé dodavatele a retransformační matice. V závěru této části jsou souhrnně vyhodnocena jednotlivá dodavatelská rizika dle MS Excel.

Konkrétně je hodnoceno 7 nejmenovaných dodavatelů, kteří jsou označeni jako Dodavatel 1–7. Nejmenovat konkrétní dodavatele je požadavkem společnosti XYZ. Tito dodavatelé jsou hodnoceni na základě 12 vybraných a zmíněných kritérií, které jsou rozděleny do oblastí dodání, kvality a nákladů. Výsledkem je bodové skóre v absolutním vyjádření, procentuální hodnocení a závěrečné verbální doporučení či rozhodnutí.

Před zahájením tvorby celého rozhodovacího modelu je nutné získat specifické a reálné informace o každém z dodavatelů, resp. na jakou možnost splňují jednotlivá kritéria. Následující **tab. č. 1** představuje vstupní informace o dodavatelích.

Tab. č. 1 – Vstupní data o jednotlivých dodavatelích [Vlastní zpracování]

	Vstupní data o jednotlivých dodavatelích											
	Oblast dodání				Oblast kvality				Oblast nákladů			
	Velikost obchodů (USD)	Velikost obchodů (ks)	STR	VMI	Počet incidentů	Počet stížností	Doba reakce	Certifikace	Dostupnost v regionu	Portál	Produktivita	Splatnost
Dodavatel 1	Průměrné	Nízké	85–90 %	30–50 %	1	2	Střední	IATF 16949	Evropa	Ano	Průměrná	Krátká
Dodavatel 2	Nízké	Průměrné	80–85 %	50–60 %	0	3	Velmi krátká	ISO 14001	Střední Evropa	Ano	Vysoká	Dlouhá
Dodavatel 3	Vysoké	Nízké	90–95 %	Nad 75 %	0	0	Velmi krátká	IATF 16949	Střední Evropa	Ano	Velmi vysoká	Střední
Dodavatel 4	Vysoké	Nízké	Pod 80 %	30–50 %	2	4	Dlouhá	ISO 9001	ČR	Ne	Velmi nízká	Střední
Dodavatel 5	Nízké	Vysoké	90–95 %	50–60 %	0	1	Velmi krátká	IATF 16949	Střední Evropa	Ano	Velmi vysoká	Dlouhá
Dodavatel 6	Průměrné	Průměrné	Pod 80 %	50–60 %	1	3	Velmi dlouhá	ISO 9001	Svět	Ano	Průměrná	Velmi krátká
Dodavatel 7	Nízké	Vysoké	Nad 90 %	Pod 30 %	4	4	Krátká	ISO 14001	Svět	Ne	Nízká	Velmi dlouhá

5.2.1 Transformační matice

Prvním krokem při návrhu fuzzy modelu v MS Excel je vypracování tzv. transformační matice, ve které jsou jednotlivá kritéria rozhodování škálována na dílčí možnosti, které jsou vyjádřeny slovně a následně číselně pomocí vah. **Tab. č. 2** nejprve představuje transformační matici se slovním popisem.

Tab. č. 2 – Transformační matice se slovním popisem [Vlastní zpracování]

Transformační matice – slovní popis												
Oblast dodání				Oblast kvality				Oblast nákladů				
	Velikost obchodů (USD)	Velikost obchodů (ks)	STR	VMI	Počet incidentů	Počet stížností	Doba reakce	Certifikace	Dostupnost v regionu	Portál	Produktivita	Splatnost
1	Vysoké	Vysoké	Nad 95 %	Nad 75 %	0	0	Velmi krátká	ISO 14001	ČR	Ano	Velmi vysoká	Velmi dlouhá
2	Průměrné	Průměrné	90–95 %	60–75 %	1	1	Krátká	IATF 16949	Střední Evropa	Ne	Vysoká	Dlouhá
3	Nízké	Nízké	85–90 %	50–60 %	2	2	Střední	ISO 9001	Evropa		Průměrná	Střední
4			80–85 %	30–50 %	3	3	Dlouhá		Svět		Nízká	Krátká
5			Pod 80 %	Pod 30 %	4	4	Velmi dlouhá				Velmi nízká	Velmi krátká

Další **tab. č. 3** představuje transformační matici s číselným popisem, kdy jsou jednotlivým kritériím a jejich možnostem přisouzeny váhy dle důležitosti. Váhy kritérií se pohybují v rozmezí od 0 do 100, kdy vyšší hodnoty znamenají vyšší preferenci/důležitost. Další informací v tabulce je vždy maximum a minimum vah kritérií, ze kterých je následně spočítána celková suma. Hodnoty celkových sum maxim a minim jsou v další fázi využity ve skalárním součinu, čímž se vypočítává procentuální hodnocení dodavatele tedy jeho vhodnost/riziko. Toto přisouzení vah je vypracováno na základě konzultací s vedoucím oddělení dodavatelské kvality společnosti XYZ.

Tab. č. 3 – Transformační matice s číselným popisem [Vlastní zpracování]

	Transformační matice – číselný popis												
	Oblast dodání				Oblast kvality				Oblast nákladů				
	Velikost obchodů (USD)	Velikost obchodů (ks)	STR	VMI	Počet incidentů	Počet stížností	Doba reakce	Certifikace	Dostupnost v regionu	Portál	Produktivita	Splatnost	
1	60	50	80	40	60	80	25	75	50	40	100	25	
2	40	30	60	30	40	60	20	50	40	15	75	20	
3	20	10	40	20	20	40	15	25	20		50	15	
4			20	10	10	20	10		10		25	10	
5			0	0	0	0	0				0	5	
MAX	60	50	80	40	60	80	25	75	50	40	100	25	685
MIN	20	10	0	0	0	0	0	25	10	15	0	5	85

5.2.2 Stavové matice

Nyní jsou vytvořeny tzv. stavové matice pro jednotlivé dodavatele, ve kterých jsou přiřazovány hodnoty 0 a 1 dle postavení možnosti kritéria v transformační matici (0 jako úplné nečlenství a 1 jako úplné členství, resp. hodnota 1 značí příslušnost k reálnému datu).

Ve stavových maticích se dále objevuje řádek „Kontrola“, který upozorňuje na chyby při nesprávném vložení hodnot 0 a 1 (např. duplicity).

Pod stavovými maticemi se dále nachází jak bodové hodnocení dodavatele, tak procentuální. Na základě procentuálního hodnocení je také uvedeno závěrečné verbální hodnocení či rozhodnutí, které je však zpravidla definováno až v poslední fázi tvorby celého fuzzy modelu, a to na základě určených preferenčních hranicích v retransformační matici (příslušnost procentuálního výsledku v intervalu definovaném v retransformační matici). Pro určitou přehlednost je finální rozhodnutí zobrazeno i zde při stavových maticích.

Bodové hodnocení je vypočítáváno jako skalární součin hodnot stavových matic (plocha s nulami a jedničkami) a hodnot transformační matice s číselným popisem. Procentuální hodnocení se provádí jako podíl mezi dvěma rozdíly, které jsou následně vynásobeny stem. První rozdíl je mezi bodovým hodnocením konkrétního dodavatele a sumou minim v transformační matici, druhý rozdíl je mezi sumou maxim a sumou minim. Závěrečné verbální hodnocení či rozhodnutí je zobrazeno pomocí funkce KDYŽ.

Následující **tab. č. 4 až 10** zobrazují stavové matice pro Dodavatele 1 až 7, u kterých jsou doplněny zmíněné výsledky.

Tab. č. 4 – Stavová matice Dodavatele 1 [Vlastní zpracování]

	Stavová matice – Dodavatel 1											
	Oblast dodání				Oblast kvality				Oblast nákladů			
	Velikost obchodů (USD)	Velikost obchodů (ks)	STR	VMI	Počet incidentů	Počet stížností	Doba reakce	Certifikace	Dostupnost	Portál	Produktivita	Splatnost
1										1		
2	1				1			1				
3		1	1			1	1		1		1	
4				1								1
5												
Kontrola	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Bodové hodnocení	365											
Procentuální hodnocení	46,67	Rozhodnutí	Důraz na okamžitá opatření pod hrozbou ukončení spolupráce									

Tab. č. 5 – Stavová matice Dodavatele 2 [Vlastní zpracování]

	Stavová matice – Dodavatel 2											
	Oblast dodání				Oblast kvality				Oblast nákladů			
	Velikost obchodů (USD)	Velikost obchodů (ks)	STR	VMI	Počet incidentů	Počet stížností	Doba reakce	Certifikace	Dostupnost	Portál	Produktivita	Splatnost
1					1		1	1		1		
2		1							1		1	1
3	1			1								
4			1			1						
5												
Kontrola	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Bodové hodnocení	445											
Procentuální hodnocení	60,00	Rozhodnutí	Relativně příznivé výsledky, nutné však sledovat další vývoj									

Tab. č. 6 – Stavová matice Dodavatele 3 [Vlastní zpracování]

	Stavová matice – Dodavatel 3											
	Oblast dodání				Oblast kvality				Oblast nákladů			
	Velikost obchodů (USD)	Velikost obchodů (ks)	STR	VMI	Počet incidentů	Počet stížností	Doba reakce	Certifikace	Dostupnost	Portál	Produktivita	Splatnost
1	1			1	1	1	1			1	1	
2			1					1	1			
3		1										1
4												
5												
Kontrola	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Bodové hodnocení	580											
Procentuální hodnocení	82,50	Rozhodnutí	Primární dodavatelé, udržovat spolupráci									

Tab. č. 7 – Stavová matice Dodavatele 4 [Vlastní zpracování]

	Stavová matice – Dodavatel 4											
	Oblast dodání				Oblast kvality				Oblast nákladů			
	Velikost obchodů (USD)	Velikost obchodů (ks)	STR	VMI	Počet incidentů	Počet stížností	Doba reakce	Certifikace	Dostupnost	Portál	Produktivita	Splatnost
1	1								1			
2										1		
3		1			1			1				1
4				1			1					
5			1			1					1	
Kontrola	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Bodové hodnocení	215											
Procentuální hodnocení	21,67	Rozhodnutí	Nepříznivé výsledky, nutné ukončit spolupráci									

Tab. č. 8 – Stavová matice Dodavatele 5 [Vlastní zpracování]

	Stavová matice – Dodavatel 5											
	Oblast dodání				Oblast kvality				Oblast nákladů			
	Velikost obchodů (USD)	Velikost obchodů (ks)	STR	VMI	Počet incidentů	Počet stížností	Doba reakce	Certifikace	Dostupnost	Portál	Produktivita	Splatnost
1		1			1		1			1	1	
2			1			1		1	1			1
3	1			1								
4												
5												
Kontrola	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Bodové hodnocení	545											
Procentuální hodnocení	76,67	Rozhodnutí		Primární dodavatelé, udržovat spolupráci								

Tab. č. 9 – Stavová matice Dodavatele 6 [Vlastní zpracování]

	Stavová matice – Dodavatel 6											
	Oblast dodání				Oblast kvality				Oblast nákladů			
	Velikost obchodů (USD)	Velikost obchodů (ks)	STR	VMI	Počet incidentů	Počet stížností	Doba reakce	Certifikace	Dostupnost	Portál	Produktivita	Splatnost
1										1		
2	1	1			1							
3				1				1			1	
4						1			1			
5			1				1					1
Kontrola	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Bodové hodnocení	280											
Procentuální hodnocení	32,50	Rozhodnutí		Důraz na okamžitá opatření pod hrozbou ukončení spolupráce								

Tab. č. 10 – Stavová matice Dodavatele 7 [Vlastní zpracování]

	Stavová matice – Dodavatel 7											
	Oblast dodání				Oblast kvality				Oblast nákladů			
	Velikost obchodů (USD)	Velikost obchodů (ks)	STR	VMI	Počet incidentů	Počet stížností	Doba reakce	Certifikace	Dostupnost	Portál	Produktivita	Splatnost
1		1	1				1					1
2							1			1		
3	1											
4									1		1	
5				1	1	1						
Kontrola	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
Bodové hodnocení	320											
Procentuální hodnocení	39,17	Rozhodnutí	Důraz na okamžitá opatření pod hrozbou ukončení spolupráce									

5.2.3 Retransformační matice

Poslední krok tvorby fuzzy modelu v prostředí MS Excel zahrnuje definování výstupů rozhodovacího procesu v tzv. retransformační matici. Jedná se o převod procentuálního hodnocení na závěrečné verbální hodnocení, jehož škály (preferenční hranice) jsou zvoleny dle požadavků rozhodovatele tedy společnosti XYZ. Pro celkové hodnocení a následné doporučení je vytvořena stupnice se čtyřmi stavy.

Jak již bylo zmíněno, výsledky této fáze jsou zaznamenány už v předešlé fázi pro lepší přehlednost. V následující **tab. č. 11** je vidět podoba retransformační matice pro řešený fuzzy model.

Tab. č. 11 – Retransformační matice [Vlastní zpracování]

Retransformační matice			
	Procentuální hodnocení	Dodavatelské riziko	Verbální závěrečné hodnocení/rozhodnutí
1	100–76 %	Nízké	Primární dodavatelé, udržovat spolupráci
2	75–50 %	Střední	Relativně příznivé výsledky, nutné však sledovat další vývoj
3	49–25 %	Značné	Důraz na okamžitá opatření pod hrozbou ukončení spolupráce
4	24–0 %	Extrémní	Nepříznivé výsledky, nutné ukončit spolupráci

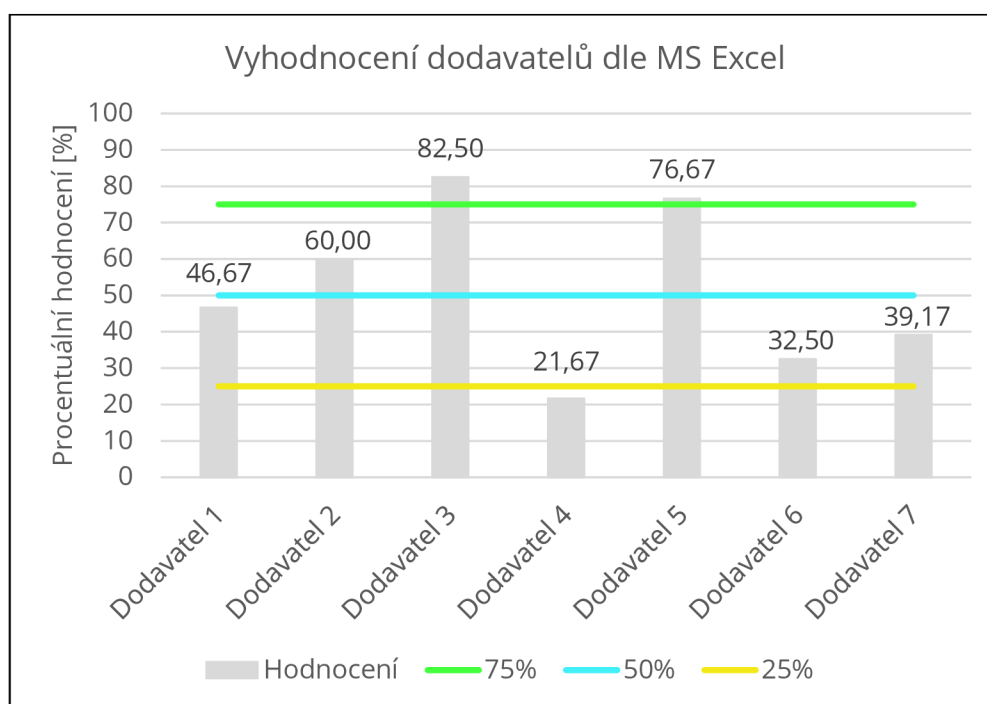
5.2.4 Vyhodnocení dodavatelů dle MS Excel

Nyní lze souhrnně vyhodnotit jednotlivé dodavatele a zvolit určitý přístup k výslednému dodavatelskému riziku. Shrnující **tab. č. 12** je vidět níže.

Tab. č. 12 - Shrnutí výsledků hodnocení dodavatelů dle MS Excel [Vlastní zpracování]

	Bodové hodnocení	Procentuální hodnocení	Dodatelské riziko
Dodavatel 1	365	46,67	Značné
Dodavatel 2	445	60,00	Střední
Dodavatel 3	580	82,50	Nízké
Dodavatel 4	215	21,67	Extrémní
Dodavatel 5	545	76,67	Nízké
Dodavatel 6	280	32,50	Značné
Dodavatel 7	320	39,17	Značné

Následně jsou ještě výsledky vizualizovány v **grafu č. 1**, ve kterém jsou také znázorněny jednotlivé preferenční hranice významné pro konečné hodnocení či rozhodnutí.



Graf č. 1 – Hodnocení dodavatelů dle MS Excel [Vlastní zpracování]

Dle definovaných kritérií, jejich důležitostí a nastavení škál v retransformační matici v kapitole 5.2.3 je společnosti XYZ doporučeno udržovat a prohlubovat spolupráci s Dodavateli 3 a 5, jelikož se jedná o partnery s nízkým dodavatelským rizikem (čili vysokým bodovým i procentuálním hodnocením dle MS Excel). Ve druhém stupni úspěšnosti se středním rizikem se nachází pouze Dodavatel 2, jehož výsledky se dají považovat za relativně příznivé, avšak je nutné

pravidelně sledovat jeho vývojový trend. Ve třetím stupni, který už značí značné dodavatelské riziko a je určitým negativním signálem, se nachází dokonce tři subjekty, a to Dodavatel 1, 6 a 7. U těchto dodavatelů je nutné identifikovat příčiny problémů a snažit se o okamžitá nápravná opatření vedoucí ke zlepšení stavu, jinak existuje reálná hrozba ukončení spolupráce. Ve čtvrtém, nejhorším stupni extrémního rizika se nachází pouze Dodavatel 4, u kterého je nutné okamžitě ukončit spolupráci z důvodu velmi špatných výsledků.

Nyní je blíže popsán stav v prvním stupni. Zcela nejlepšího výsledků dosahuje Dodavatel 3, který dosahuje na 580 bodů, což představuje 82,50 %. Při bližší analýze jeho vstupních dat je zřejmé, že tento dodavatel splňuje většinu požadavků na vyšších příčkách (příznivých možnostech). Velmi úspěšný je především v oblasti kvality, kde nedosahuje na nejpříznivější možnost pouze u certifikace. V oblasti nákladů splňuje klíčový požadavek na produktivitu. Z příslušnosti v oblasti dodání je zřejmé, že se jedná o dodavatele, s nímž jsou v obchodech vázané vysoké sumy peněz, avšak množstevní objem je nižší. Může se tedy jednat o dodavatele drahého, a velmi specifického zboží. Druhým nejlépe hodnoceným je Dodavatel 5 s bodovým skóre 545, čemuž odpovídá 76,67 %. Tato hodnota však jen mírně přesahuje preferenční hranici 75 %. Je tedy vhodné tohoto dodavatele upozornit na danou skutečnost. Jedná se však pouze o jediné měření, kdy není znám vývojový trend výsledků v čase, tudíž nelze říct, zda jde o progresivní či degresivní situaci. Splňuje však požadavky v oblastech kvality a nákladů na prvních dvou příčkách (možnostech), což je jednoznačně pozitivní. V oblasti dodání mírně ztrácí u kritéria VMI. Co se týče velikosti obchodů tak se jedná o zcela opačnou situaci jako u Dodavatele 3. Obchody s dodavatelem 5 totiž vážou méně financí, avšak množství dodaných kusů je vysoké. Může se tedy jednat o vysoko-obrátkové a velmi využívané zboží, které je nutné udržovat v potřebné výši ve skladových zásobách.

Jediný zástupce druhého stupně je Dodavatel 2, který dosahuje bodového hodnocení 445, což představuje 60 %. V oblasti nákladů splňuje požadavky velmi dobře, v oblasti kvality je velkým problémem metrika počet stížností (celkem 3 stížnosti od koncových zákazníků). V oblasti dodání dodavatel zaostává s požadavcích na STR a VMI.

Při detailnějším rozboru třetího stupně představující značné riziko lze najít již více nedostatků, konkrétně u Dodavatelů 1, 6 a 7. Dodavatel 1 splňuje požadavky průměrně prakticky ve všech oblastech. Dodavatelé 6 a 7 mnohá kritéria, především v oblastech kvality a nákladů, splňují na spodních hranicích (možnostech), což pochopitelně negativně ovlivňuje jejich výsledné hodnocení. Právě zde na tyto dodavatele je zejména vhodné navrhnout opatření vedoucí k minimalizaci dodavatelských rizik, což je předmětem kapitoly 6.2.

Nejhoršího výsledku dosahuje Dodavatel 4 a jako jediný se nachází ve čtvrtém stupni. Na základě jeho bodového skóre 215, což představuje 21,67 %, je navrženo okamžité ukončení spolupráce a není třeba další analýza.

5.3 FUZZY MODEL V MATLABU

V této části je představeno řešení rozhodovacího modelu s využitím fuzzy logiky vypracované v prostředí MATLABu a jeho doplňku Fuzzy Logic Toolbox. V závěru této části jsou souhrnně vyhodnocena jednotlivá dodavatelská rizika dle MATLABU.

Model se skládá ze čtyř FIS souborů a jednoho M-souboru. Jednotlivé FIS soubory se dále člení na části představující primární nástroje Fuzzy Logic Toolboxu (FIS Editor, Membership Function Editor, Rule Editor, Rule Viewer a Surface Viewer). Posloupné použití těchto nástrojů reflektuje i postup tvorby fuzzy modelu v prostředí MATLAB. M-soubor pomocí příkazového kódu propojuje čtyři FIS modely a produkuje výsledná hodnocení či doporučení na základě zadaných vstupů.

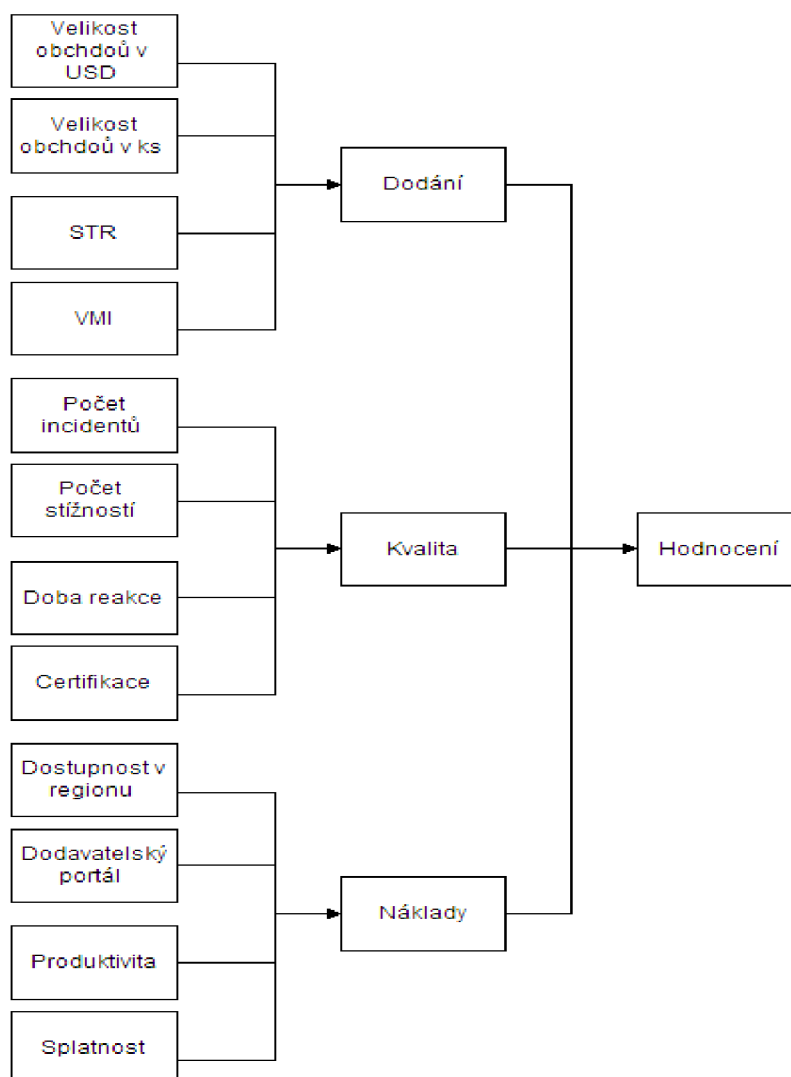
Modelem je hodnoceno opět 7 nejmenovaných dodavatelů na základě splnění požadavků na 12 zvolených kritérií. Kritéria jsou opět rozdělena do oblastí dodání, kvality a nákladů. Výsledkem je procentuální hodnocení a závěrečné verbální doporučení či rozhodnutí. Vstupy a výstupy jsou tedy stejné jako v prostředí MS Excel.

5.3.1 FIS soubory

Struktury FIS souborů odpovídají rozložením jednotlivým oblastem kritérií, čtvrtý FIS soubor je shrnující. FIS soubory jsou tedy následující:

- Dodání – zahrnující velikost obchodů v USD, velikost obchodů v kusech, STR a VMI;
- Kvalita – zahrnující počet incidentů, počet stížností, dobu reakce a certifikaci;
- Náklady – zahrnující dostupnost v regionu, dodavatelský portál, produktivitu a splatnost;
- Hodnocení – zahrnující předchozí FIS soubory Dodání, Kvalita a Náklady.

Struktura celého FIS modelu je přehledně znázorněna v následující **obr. č. 12** ve formě diagramu.

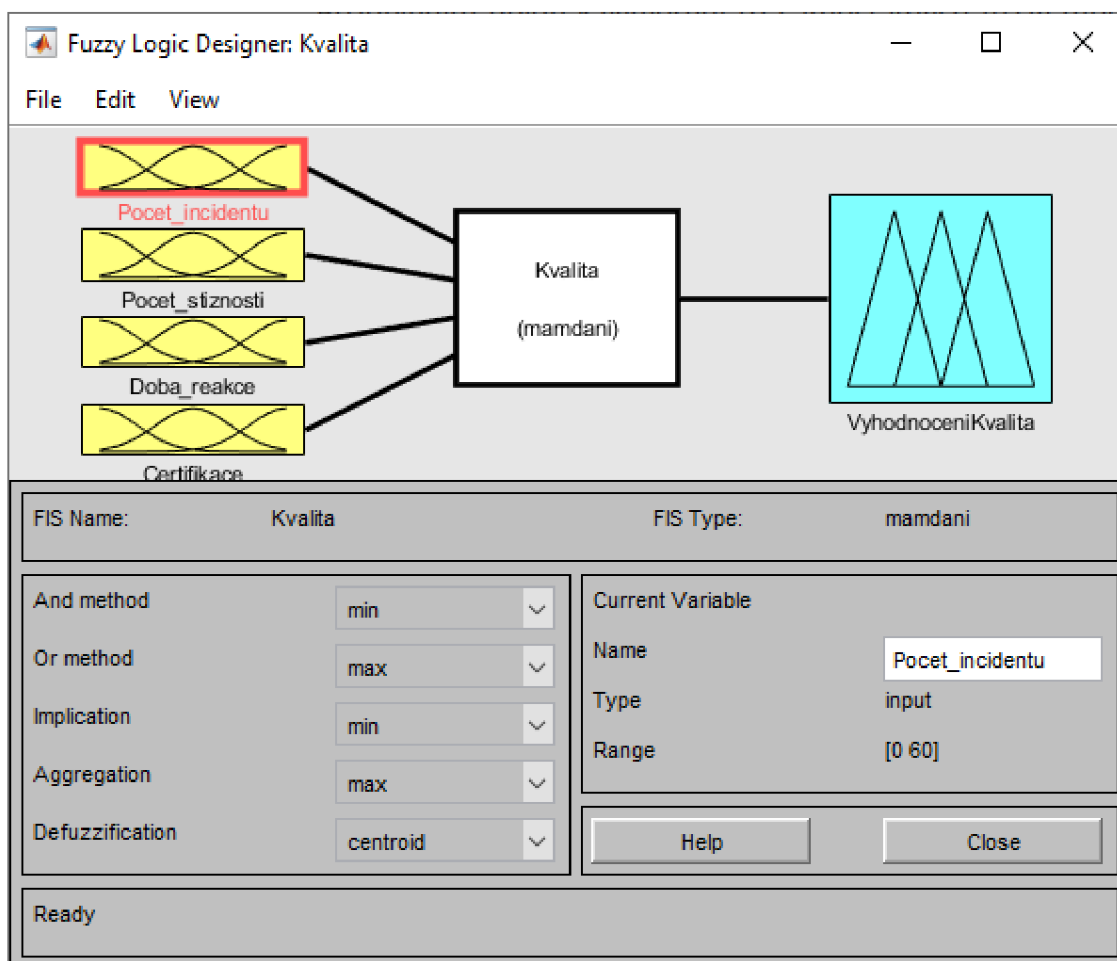


Obr. č. 12 – Struktura FIS modelu [Vlastní zpracování]

V prvním kroku tvorby fuzzy modelu se pracuje s tzv. FIS Editorem neboli Fuzzy Logic Designerem. Vstupními proměnnými jsou vždy kritéria, která spadají do dané oblasti (viz. **obr. č. 12**). Výstupními proměnnými jsou výroky ohodnocující dodavatelské riziko, a tedy: „Nízké“, „Střední“, „Značné“ a „Extrémní“. Pro tvorbu fuzzy rozhodovacího modelu je použita vždy metoda Mamdani.

Pro představení postupu tvorby celého modelu je detailně pomocí obrázků představen nejprve FIS soubor Kvalita (soubory Dodání a Náklady jsou obdobné) a následně shrnující FIS soubor Hodnocení.

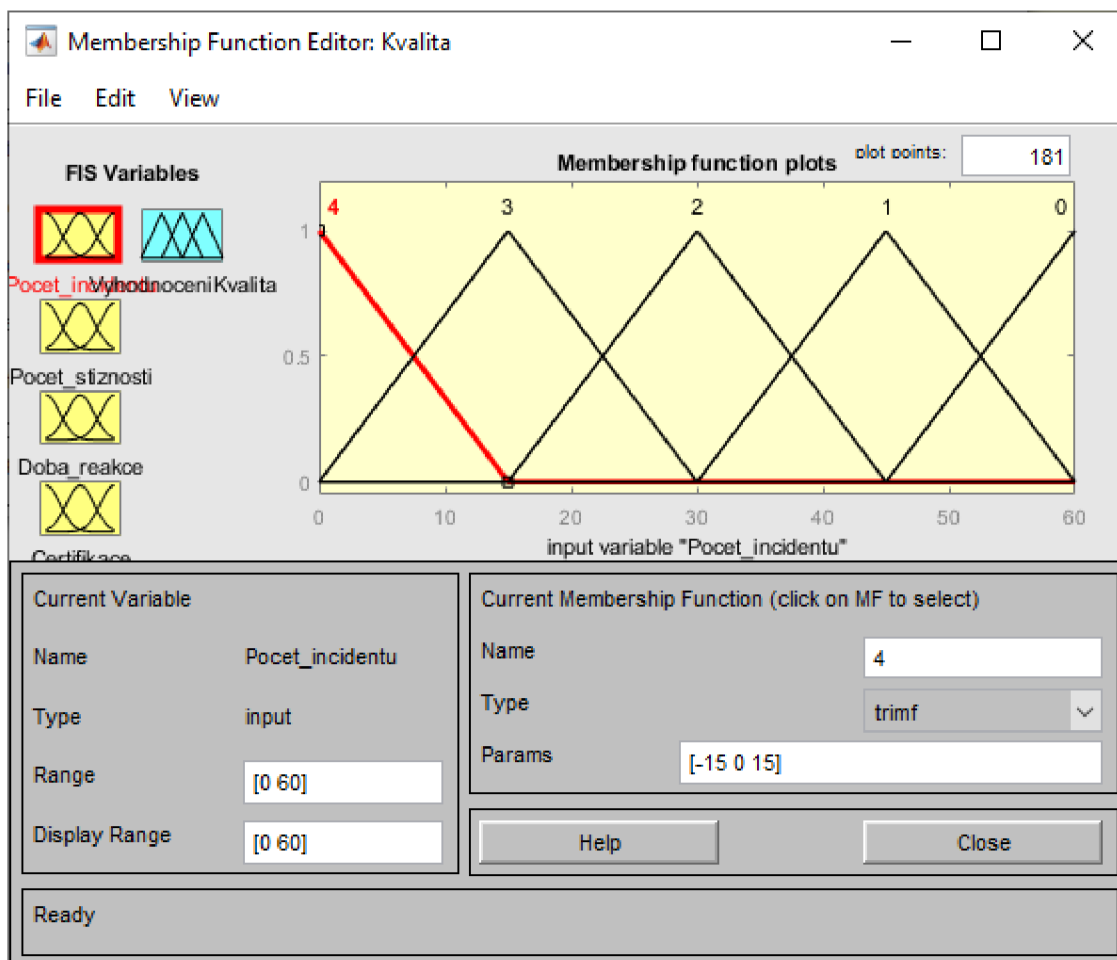
Následující **obr. č. 13** ukazuje oblast kvality v prostředí nástroje FIS Editor.



Obr. č. 13 – Oblast kvality ve FIS Editoru [Vlastní zpracování]

V **obr. č. 13** jsou tedy vidět na levé straně vstupy *Pocet_incidentu*, *Pocet_stiznosti*, *Doba_reakce*, *Certifikace* a na pravé straně výstup *VyhodnoceniKvalita*.

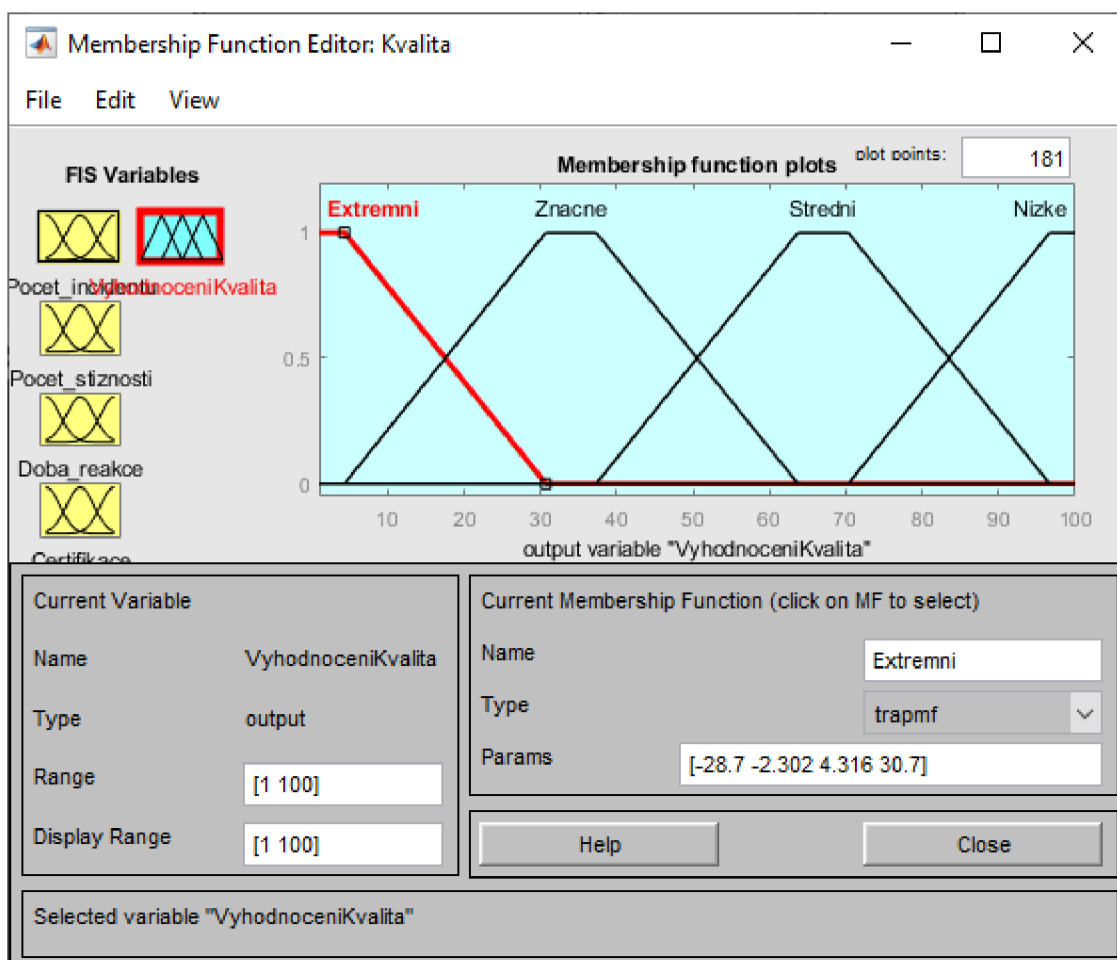
V dalším kroku, po úvodním definování vstupů a výstupu, se pracuje v tzv. Membership Function Editoru, kde je nutné nastavit tvary všech funkcí členství jednotlivých vstupů a výstupu. Dále se zde nastavuje počet možností kritérií a jejich rozpětí (Range), které odpovídá číselnému popisu transformační matice v kapitole 5.2.1. Následující **obr. č. 14** představuje vstupní proměnnou oblasti kvality v prostředí nástroje Membership Function Editor.



Obr. č. 14 – Vstup oblasti kvality v Membership Function Editoru [Vlastní zpracování]

V obr. č 14 lze vidět konkrétní nastavení vstupu *Pocet_incidentu*. Ten obsahuje pět členských funkcí v trojúhelníkovém typu *trimf* (tvar *trimf* je obdobně použit u všech vstupních proměnných i v dalších oblastech dodání a nákladů). Vstup *Pocet_incidentu* dále nabývá pěti atributům („4“, „3“, „2“, „1“, „0“), které představují možnosti, které mohou nastat. Rozpětí vstupu je nastaveno v intervalu [0 60], což odpovídá opět číselnému popisu v transformační matici v kapitole 5.2.1.

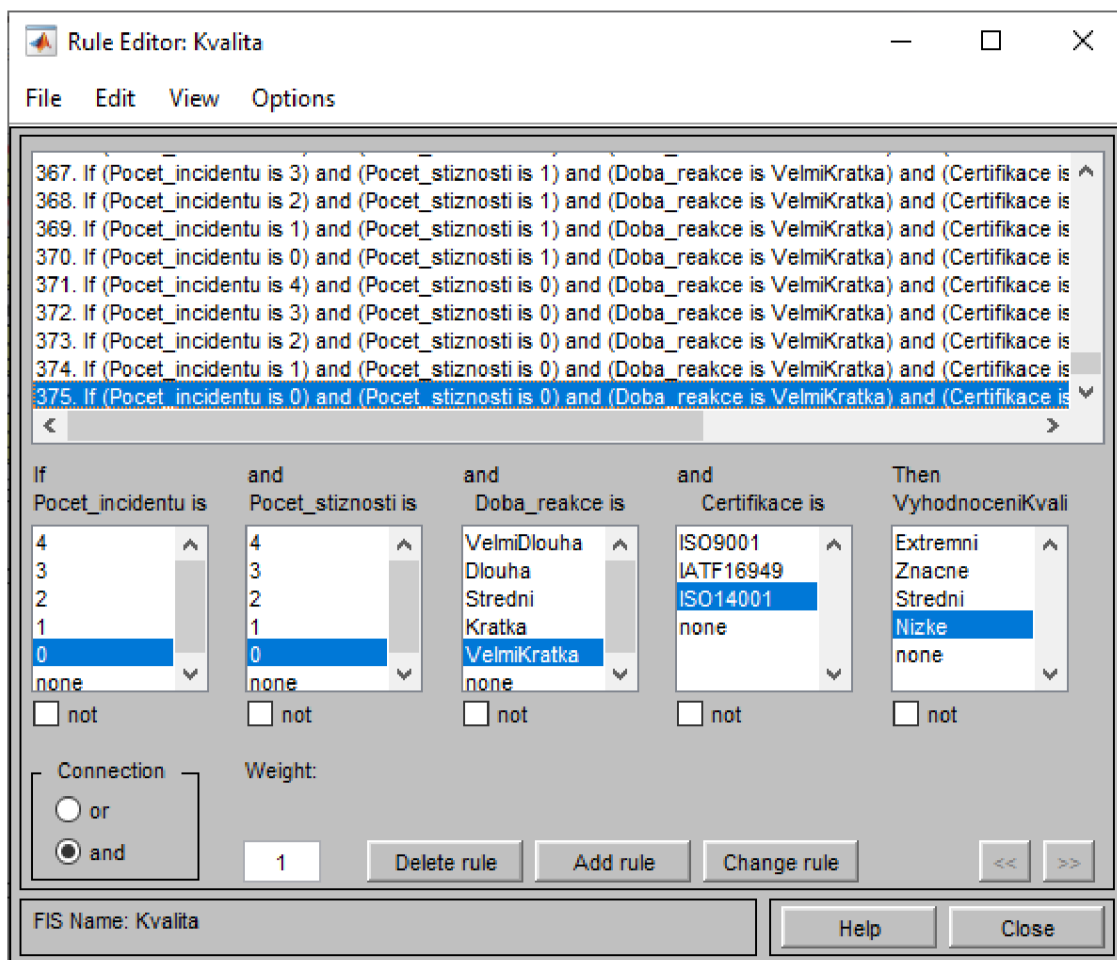
Následující obr. č. 15 ukazuje výstupní proměnnou oblasti kvality v prostředí nástroje Membership Function Editor.



Obr. č. 15 - Výstup oblasti kvality v Membership Function Editoru [Vlastní zpracování]

Z obr. č. 15 je zřejmé, že výstup *VyhodnoceniKvalita* obsahuje čtyři atributy „Nízké“, „Střední“, „Značné“ a „Extrémní“, jeho členské funkce jsou v lichoběžníkovém typu *trapmf* a jeho rozpětí je nastaveno v intervalu [0 100] (tvar *trapmf* a rozpětí [0 100] je definováno u všech výstupních proměnných i v dalších oblastech dodání a nákladů).

V dalším kroku se pracuje v tzv. Rule Editoru, ve kterém se tvoří pravidla ve tvaru if-then, která definují chování fuzzy rozhodovacího modelu. Důležitý je také celkový počet pravidel, který musí pokrýt co možná nejvíce celý rozhodovací proces. Minimální počet pravidel je určen součinem počtů atributů/možností jednotlivých kritérií, které vstupují do dané oblasti. Následující obr. č. 16 předkládá konec seznamu pravidel oblasti kvality v prostředí nástroje Rule Editor.

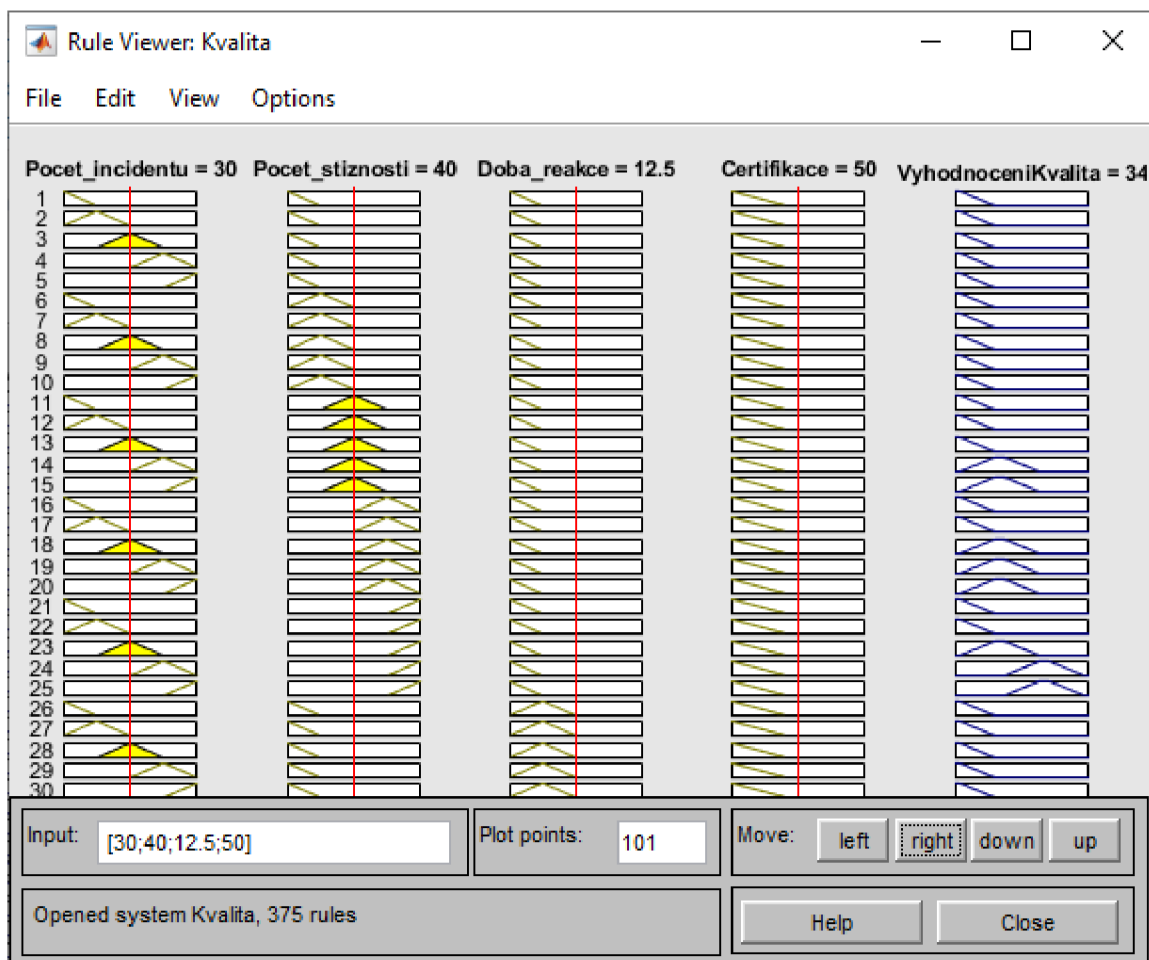


Obr. č. 16 - Konec seznamu pravidel oblasti kvality v Rule Editoru [Vlastní zpracování]

Z obr. č. 16 je patrné, že seznam pravidel v oblasti kvality obsahuje celkem 375 pravidel, což je minimální počet, který je nutný pro vytvoření modelu. Tento počet je získán součinem $5 \times 5 \times 5 \times 3 = 375$. Modře zvýrazněné pravidlo hovoří o tom, že pokud vstup *Pocet_incidentu* nabývá hodnoty 0, vstup *Pocet_stiznosti* nabývá hodnoty 0, vstup *Doba_reakce* je velmi krátká a vstup *Certifikace* obsahuje ISO 14001, pak výstupem *VyhodnoceniKvalita* je nízké dodavatelské riziko.

V oblasti dodání je nutné vytvořit minimálně 225 pravidel (součin $3 \times 3 \times 5 \times 5 = 225$) a v oblasti nákladů je nutné definovat minimálně 200 pravidel (součin $4 \times 2 \times 5 \times 5 = 200$).

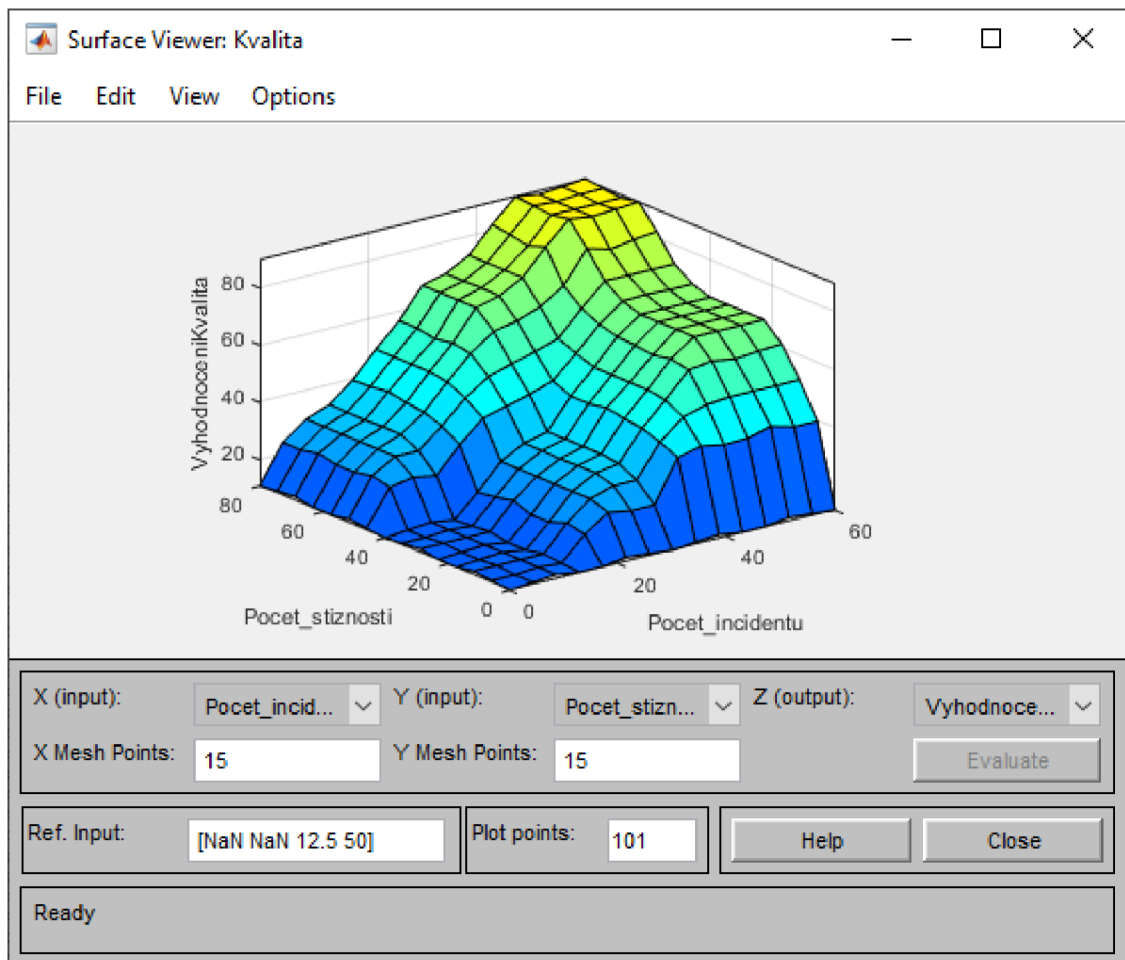
V dalším kroku se pracuje v nástrojích Rule Viewer a Surface Viewer. Zde se už data či vlastnosti proměnných nijak neupravují, ale pomocí vizualizačních a grafických funkcí těchto nástrojů se prohlíží a diagnostikují určité skutečnosti modelu. Další obr. č. 17 nejprve předkládá zobrazení pravidel oblasti kvality v prostředí nástroje Rule Viewer.



Obr. č. 17 – Zobrazení pravidel oblasti kvality v Rule Vieweru [Vlastní zpracování]

Předešlý obr. č. 17 definuje případ, kdy vstup *Pocet_incidentu* je roven 30 (konkrétně 1,5 případů), vstup *Pocet_stiznosti* je roven 40 (konkrétně 2 případy), vstup *Doba_reakce* je roven 12,5 (konkrétně 17–18 dní) a vstup *Certifikace* je roven 50 (konkrétně certifikace IATF 16949), což počítá, že výstup *VyhodnoceniKvalita* je roven 34, což představuje značné dodavatelské riziko.

Další vizuální výstup oblasti kvality je vidět na následujícím obr. č. 18. Jedná se o trojrozměrný pohled na mapu povrchu fuzzy rozhodovacího modelu, resp. jeho pravidla.

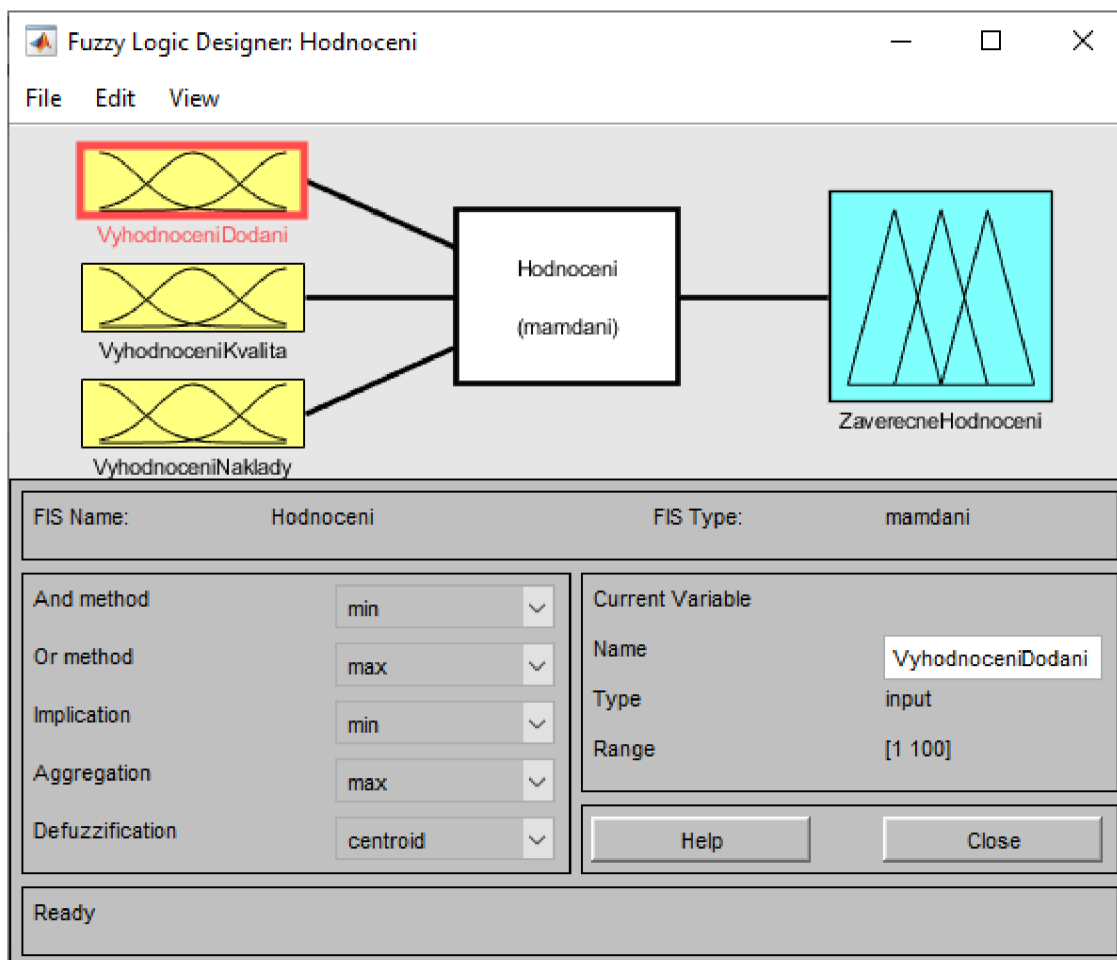


Obr. č. 18 – Zobrazení pravidel oblasti kvality v Surface Vieweru [Vlastní zpracování]

Zde na obr. č. 18 je vidět rozložení vstupů *Pocet_incidentu* na ose X a *Pocet_stiznosti* na ose Y. Dá se vypořádat, jak velký vliv na výstup *VyhodnoceniKvalita* na ose Z mají vzájemné kombinace atributů/možností dvou zmíněných vstupů. Tedy čím vyšší (příznivější) jsou hodnoty vstupů ve vzájemné kombinaci, tím vyšší jsou hodnoty na výstupu (nižší dodavatelské riziko).

Obdobným způsobem, jako byla nyní předvedena tvorba modelu v oblasti kvality, jsou vytvořeny i další modely oblastí dodání a nákladů.

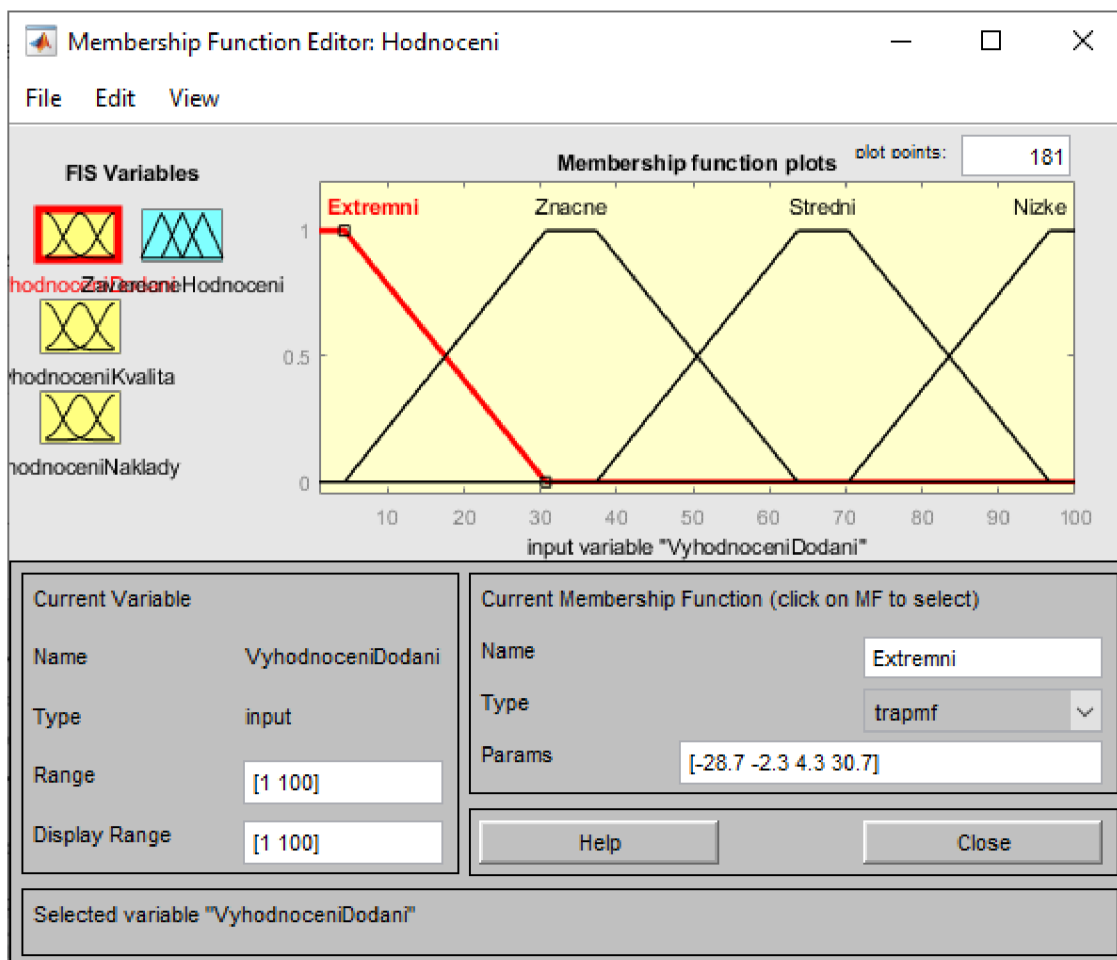
Dále se pokračuje ve tvorbě čtvrtého FIS souboru s názvem Hodnocení. Jedná se o shrnující model, jehož vstupními proměnnými jsou právě vytvořené výstupy předchozích FIS souborů jednotlivých oblastí. Výstupem je zde finálním vyhodnocením dodavatelského rizika. Následující obr. č. 19 představuje soubor Hodnocení v prostředí nástroje FIS Editor.



Obr. č. 19 - Soubor Hodnocení ve FIS Editoru [Vlastní zpracování]

Na obr. č. 19 jsou tedy na levé straně vstupy VyhodnoceniDodani, VyhodnoceniKvalita a VyhodnoceniNaklady a na pravé straně výstup ZaverecneHodnoceni.

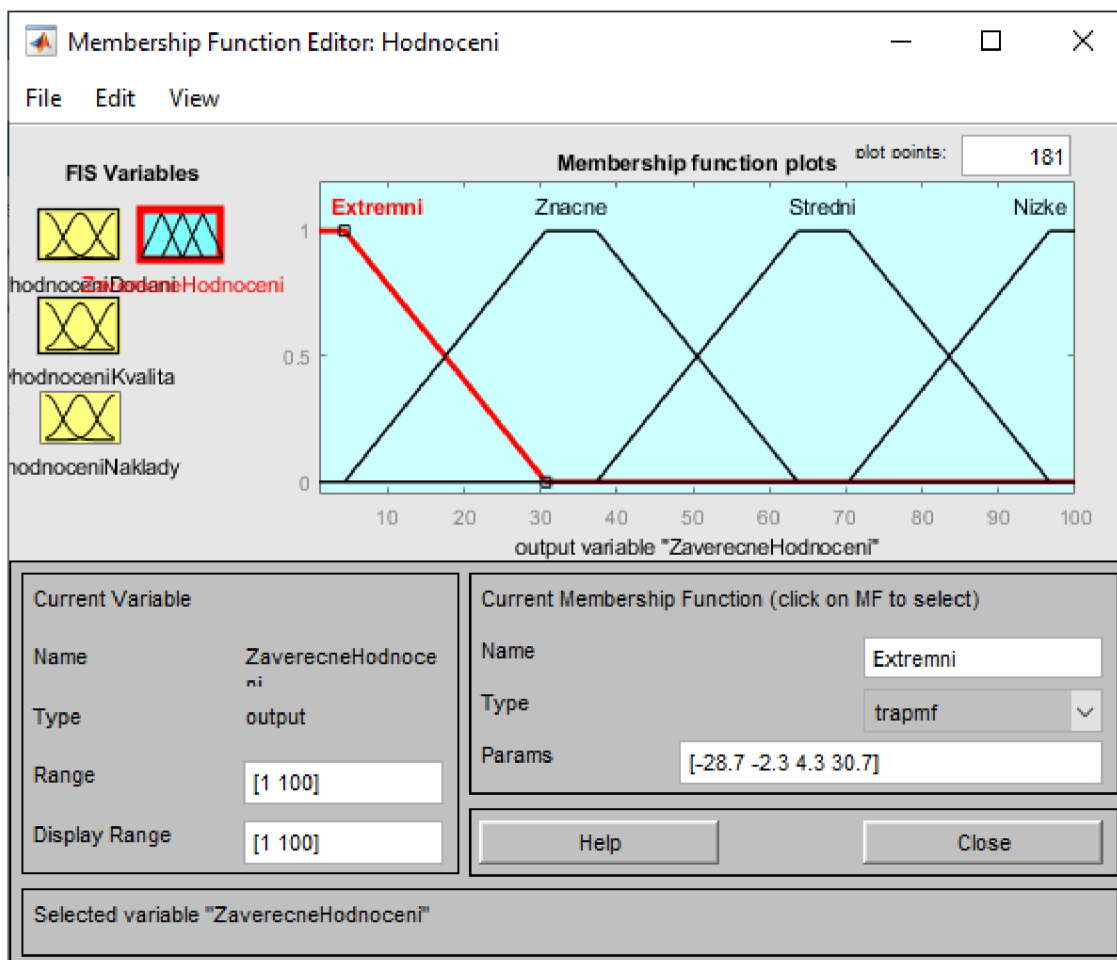
Dále se opět pracuje s tzv. Membership Function Editorem, kde je nutné definovat tvary členských funkcí, počet možností/atributů kritérií a jejich rozpětí (Range). Následující obr. č. 20 ukazuje vstupní proměnnou souboru Hodnocení v prostředí nástroje Membership Function Editor.



Obr. č. 20 - Vstup souboru *Hodnoceni* v *Membership Function Editoru* [Vlastní zpracování]

Konkrétní nastavení vstupu *VyhodnoceniDodani* je vidět na obr. č. 20. Vstup obsahuje čtyři členské funkce v lichoběžníkovém typu *trapmf* a nabývá tedy i čtyřem atributům („Nízké“, „Střední“, „Značné“, „Extrémní“), které představují možnosti, které mohou nastat. Rozpětí vstupu je nastaveno v intervalu [0 100], a platí stejně tak i pro všechny ostatní vstupy v souboru *Hodnoceni*.

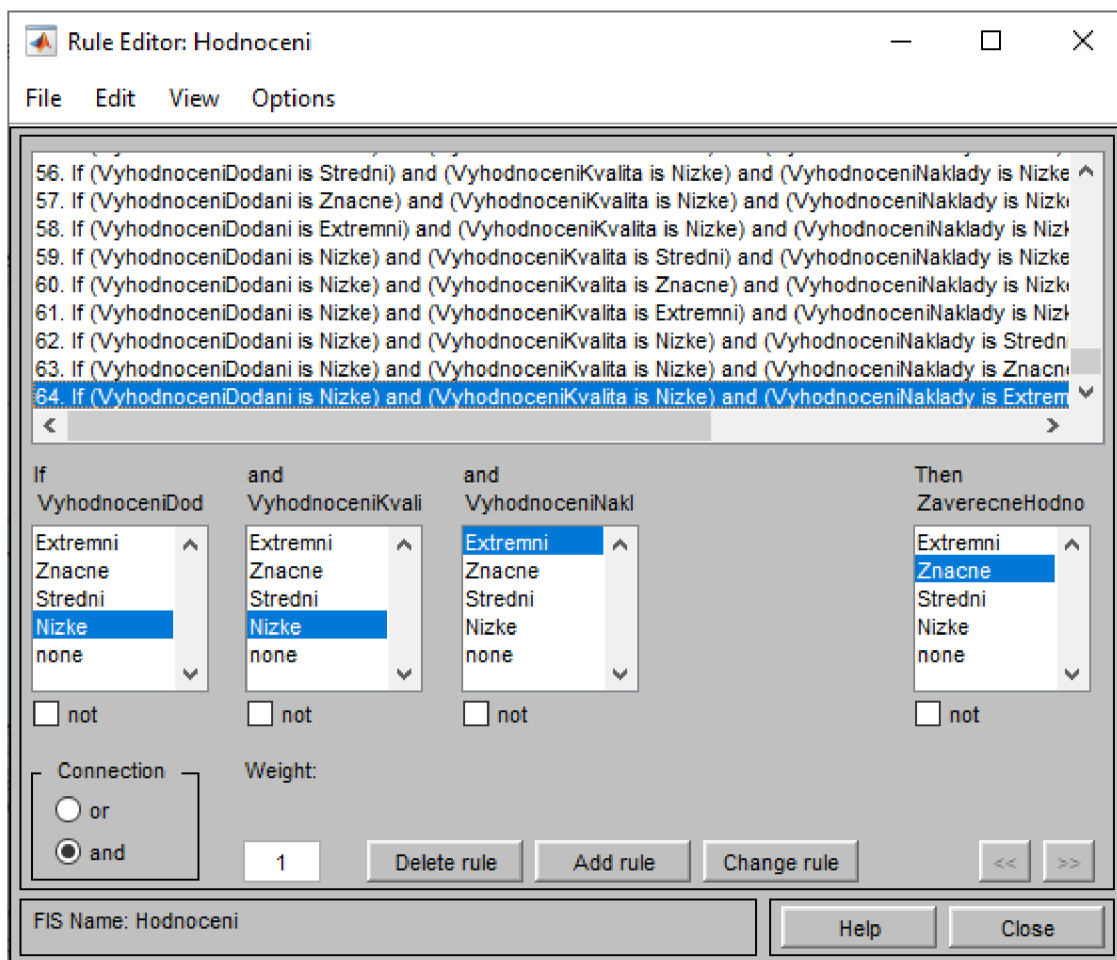
Další obr. č. 21 předkládá výstupní proměnnou souboru *Hodnoceni* v prostředí *Membership Function Editor*.



Obr. č. 21 – Výstup souboru Hodnocení v Membership Function Editoru [Vlastní zpracování]

Z obr. č. 21 lze říct, že výstup *ZaverecneHodnoceni* opět obsahuje čtyři opakující se atributy, jeho členské funkce mají opět tvar *trampfa* a jeho nastavení rozpětí je také v intervalu [0 100].

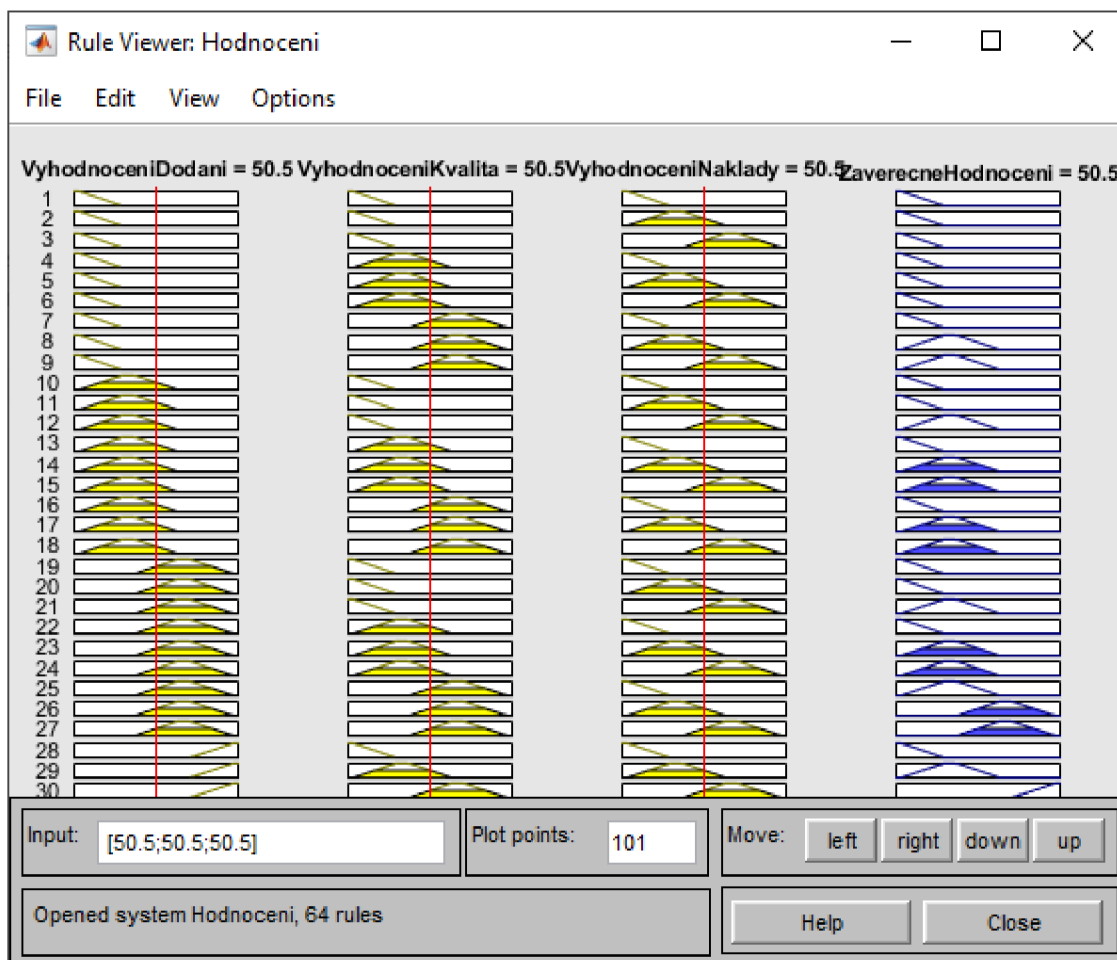
Dále se opět pracuje s tzv. Rule Editorem, ve kterém se tvoří pravidla ve formě if-then. Následuje obr. č. 22, který ukazuje konec seznamu pravidel souboru Hodnocení v prostředí nástroje Rule Editor.



Obr. č. 22 – Konec seznamu pravidel souboru Hodnocení v Rule Editoru [Vlastní zpracování]

Jak je vidět na **obr. č. 22**, tak seznam pravidel souboru Hodnocení obsahuje celkem 64 pravidel, což odpovídá minimálnímu požadovanému počtu pravidel na pokrytí daného systému (součin $4 \times 4 \times 4 = 64$). Modře zvýraznění pravidlo mluví o tom, že pokud vstup *VyhodnoceniDodani* je nízký, vstup *VyhodnoceniKvalita* je nízký a vstup *VyhodnoceniNaklady* je extrémní, tak výstupem *ZaverecneHodnoceni* je značné dodavatelské riziko.

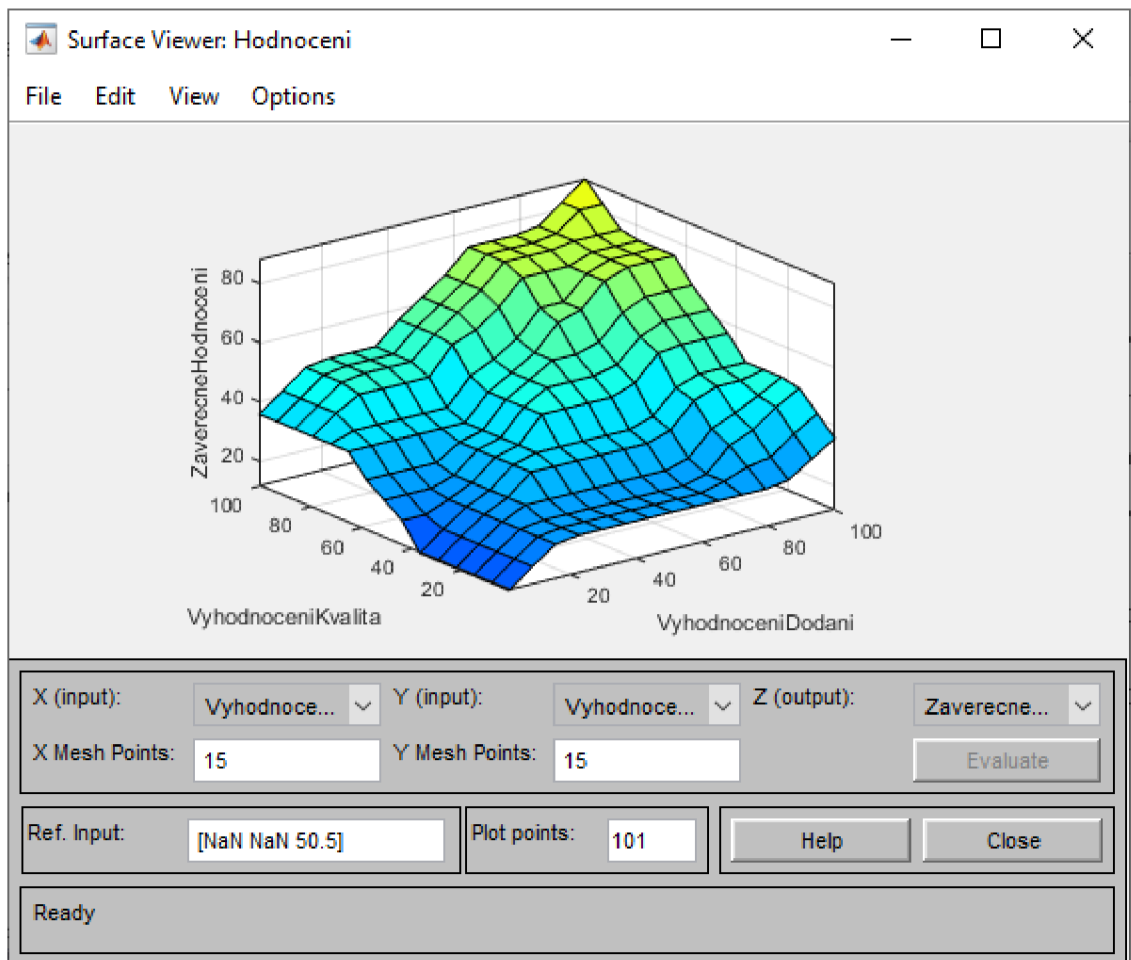
Dále se opět pracuje s vizualizačními nástroji Rule Viewer a Surface Viewer. Následující **obr. č. 23** ukazuje nejprve zobrazení pravidel souboru Hodnocení v prostředí nástroje Rule Viewer.



Obr. č. 23 – Zobrazení pravidel souboru Hodnocení v Rule Vieweru [Vlastní zpracování]

Na obr. č. 23 lze vidět případ, kdy vstup *VyhodnoceniDodani* je roven 50,5 (konkrétně střední riziko), vstup *VyhodnoceniKvalita* je roven také 50,5 (konkrétně střední riziko) a vstup *VyhodnoceniNaklady* je roven také 50,5 (konkrétně střední riziko), což počítá, že výstup *ZaverecneHodnoceni* je roven 50,5, tedy výstup představuje střední dodavatelské riziko.

Další vizualizace pravidel souboru Hodnocení je předložena na obr. č. 24 a to pomocí Surface Viewru.



Obr. č. 24 – Zobrazení pravidel souboru Hodnocení v Surface Viewer [Vlastní zpracování]

V obr. č. 24 je vidět rozložení vstupů *VyhodnoceniDodani* na ose X a *VyhodnoceniKvalita* na ose Y. Opět lze vyzorovat závislost kombinací atributů/možností obou vstupů na výstup *ZaverecneHodnoceni* na ose Z.

5.3.2 M-soubor

Závěrečným krokem pro dosažení funkčnosti rozhodovacího modelu v prostředí MATLAB je tvorba tzv. M-souboru. Jedná se o kódový skript, díky kterému jsou propojeny všechny čtyři FIS soubory a hodnotí dodavatele dle zadaných vstupů. Po spuštění kódu dochází v prostředí Command Window k zobrazování instrukcí, dle kterých jsou doplňovány uživatelem čísla (vstupy). Na základě doplněných vstupů model vyčíslí procentuální hodnocení dodavatele a určí dodavatelské riziko.

Nyní je představen po částech postup tvorby příkazového kódu, resp. skriptu. Nejdříve je nutné načíst všechny FIS soubory dohromady, k čemuž se využívá příkaz *readfis*. Tento proces je zobrazen na následujícím obr. č. 25.

```

modelDodani = readfis('Dodani.fis');
modelKvalita = readfis('Kvalita.fis');
modelNaklady = readfis('Naklady.fis');
modelHodnoceni = readfis('Hodnoceni.fis');

```

Obr. č. 25 – Použití příkazu *readfis* k načtení FIS souborů [Vlastní zpracování]

V dalším kroku se pracuje s jednotlivými kritérii rozhodovacího modelu (vstupní proměnné u oblastí dodání, kvality a nákladů). Pomocí příkazu *input* se generuje instrukce s popisem hodnot, které mohou být zadány jako vstupní data do modelu. Pro každé kritérium je vytvořen specifický dotaz, do něhož vstupují hodnoty definované v číselném popisu transformační matice v kapitole 5.2.1. Při zadání špatné hodnoty je uživatel upozorněn instrukcí a je vyzván k zadání hodnoty nové. Při tomto procesu je využit příkaz *while* a *disp*. Nastavení pro jednotlivá kritéria se ukončuje příkazem *end*. Následující obr. č. 26 předkládá nastavení kritérií spadající do oblasti kvality.

```

Pocet_incidentu = input('Zadejte číslo pro počet incidentů (0 - 4 případy, 10 - 3 případy, 20 - 2 případy, 40 - 1 případ, 60 - 0 případů):');
while Pocet_incidentu<0 || Pocet_incidentu>60
    disp('Zadali jste špatné číslo, zadejte nové.')
```

```

    Pocet_incidentu = input('Zadejte číslo pro počet incidentů:');
end

Pocet_stiznosti = input('Zadejte číslo pro počet stížností (0 - 4 případy, 20 - 3 případy, 40 - 2 případy, 60 - 1 případ, 80 - 0 případů):');
while Pocet_stiznosti<0 || Pocet_stiznosti>80
    disp('Zadali jste špatné číslo, zadejte nové.')
```

```

    Pocet_stiznosti = input('Zadejte číslo pro počet stížností:');
end

Doba_reakce = input('Zadejte číslo pro popis doby reakce (0 - Velmi dlouhá, 10 - Dlouhá, 15 - Střední, 20 - Krátká, 25 - Velmi krátká):');
while Doba_reakce<0 || Doba_reakce>25
    disp('Zadali jste špatné číslo, zadejte nové.')
```

```

    Doba_reakce = input('Zadejte číslo pro popis doby reakce:');
end

Certifikace = input('Zadejte číslo pro danou certifikaci (25 - ISO 9001, 50 - IATF 16949, 75 - ISO 14001):');
while Certifikace<25 || Certifikace>75
    disp('Zadali jste špatné číslo, zadejte nové.')
```

```

    Certifikace = input('Zadejte číslo pro danou certifikaci:');
end

```

Obr. č. 26 – Použití příkazů *input*, *while*, *disp* a *end* pro oblast kvality [Vlastní zpracování]

V další fázi jsou využity příkazy *evalfis*, které vyhodnocují jednotlivé fuzzy inferenční systémy. Nejprve jsou vyhodnoceny oblasti dodání, kvality a nákladů. Poté je vyhodnocen shrnující soubor Hodnocení. V příloženém obr. č. 27 je vyhodnocení souboru Hodnocení označeno jako *vysledekHodnoceni*. Toto označení poté v podstatě generuje výsledné procentuální hodnocení dodavatele a vstupuje do poslední závěrečné fáze při nastavování podmínek.

```

vysledekDodani = evalfis(modelDodani, [Velikost_obchodu_USD Velikost_obchodu_ks STR VMI]);
vysledekKvalita = evalfis(modelKvalita, [Pocet_incidentu Pocet_stiznosti Doba_reakce Certifikace]);
vysledekNaklady = evalfis(modelNaklady, [Dostupnost Portal Produktivita Splatnost]);
vysledekHodnoceni = evalfis(modelHodnoceni, [vysledekDodani vysledekKvalita vysledekNaklady]);

```

Obr. č. 27 – Použití příkazu *evalfis* pro vyhodnocení FIS modelů [Vlastní zpracování]

V závěrečné fázi tvorby M-souboru jsou nastaveny podmínky, které odpovídají definovaným preferenčním hranicím v retransformační matici v kapitole 5.2.3. Na základě těchto

podmínek model přisoudí dle procentuálního hodnocení dodavatele, zda se jedná o dodavatele s extrémním, značným, středním či nízkým rizikem. Pro tento proces jsou využity příkazy *disp*, *if*, *elseif* a *end*. Nastavení závěrečných podmínek představuje následující **obr. č. 28**.

```
disp(vysledekHodnoceni);
if vysledekHodnoceni<25
    disp('Extrémní')
elseif vysledekHodnoceni<50
    disp('Značné')
elseif vysledekHodnoceni<75
    disp('Střední')
else
    disp('Nízké')
end
```

Obr. č. 28 – Použití příkazů disp, if, elseif a end při nastavení podmínek pro závěrečné hodnocení dodavatelského rizika [Vlastní zpracování]

Tímto je dokončena tvorba celého rozhodovacího modelu v prostředí MATLAB. Nyní je představen ukázkový případ funkčnosti modelu na Dodavateli 3, což lze vidět v následujícím **obr. č. 29**.

```
>> Skript
Zadejte číslo pro popis velikosti obchodů v USD (20 - Nízké, 40 - Průměrné, 60 - Vysoké):60
Zadejte číslo pro popis velikosti obchodů v kusech (10 - Nízké, 30 - Průměrné, 50 - Vysoké):10
Zadejte číslo pro STR (0 - Pod 80%, 20 - 80-85%, 40 - 85-90%, 60 - 90-95%, 80 - Nad 95%):60
Zadejte číslo pro VMI (0 - Pod 30%, 10 - 30-50%, 20 - 50-60%, 30 - 60-75%, 40 - Nad 75%):40
Zadejte číslo pro počet incidentů (0 - 4 případy, 10 - 3 případy, 20 - 2 případy, 40 - 1 případ, 60 - 0 případů):60
Zadejte číslo pro počet stížností (0 - 4 případy, 20 - 3 případy, 40 - 2 případy, 60 - 1 případ, 80 - 0 případů):80
Zadejte číslo pro popis doby reakce (0 - Velmi dlouhá, 10 - Dlouhá, 15 - Střední, 20 - Krátká, 25 - Velmi krátká):25
Zadejte číslo pro danou certifikaci (25 - ISO 9001, 50 - IATF 16949, 75 - ISO 14001):50
Zadejte číslo pro region (10 - Svět, 20 - Evropa, 40 - Střední Evropa, 50 - ČR):40
Zadejte číslo pro přístup k dodavatelskému portálu (15 - Ne, 40 - Ano):40
Zadejte číslo pro popis produktivity (0 - Velmi nízká, 25 - Nízká, 50 - Průměrná, 75 - Vysoká, 100 - Velmi vysoká):100
Zadejte číslo pro popis splatnosti (5 - Velmi krátká, 10 - Krátká, 15 - Střední, 20 - Dlouhá, 25 - Velmi dlouhá):15
78.1498

Nízké
```

Obr. č. 29 – Ukázkový případ funkčnosti s vyhodnocením Dodavatele 3 [Vlastní zpracování]

Z **obr. č. 29** je patrné, že po zadání vstupních dat týkajících se Dodavatele 3 rozhodovací model generuje potřebné výsledky, resp. výstupy. Procentuální hodnocení Dodavatele 3 dle rozhodovacího modelu vytvořeného v prostředí MATLAB je 78,1498 %, což odpovídá nízkému dodavatelskému riziku.

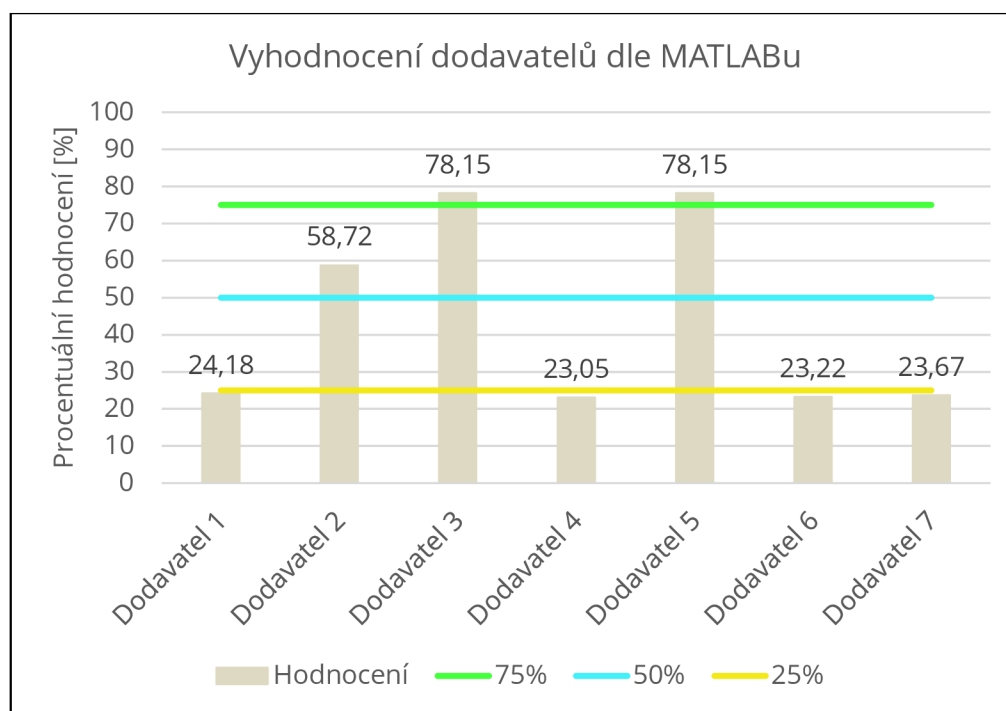
5.3.3 Vyhodnocení dodavatelů dle MATLABu

Nyní jsou souhrnně vyhodnoceni jednotliví dodavatelé, jejich riziko a je zvolen obecný přístup k výslednému dodavatelskému riziku. Shrnující **tab. č. 13** je znázorněna níže.

Tab. č. 13 – Shrnutí výsledků hodnocení dodavatelů dle MATLABu [Vlastní zpracování]

	Procentuální hodnocení	Dodavatelské riziko
Dodavatel 1	24,1786	Extrémní
Dodavatel 2	58,7151	Střední
Dodavatel 3	78,1498	Nízké
Dodavatel 4	23,0547	Extrémní
Dodavatel 5	78,1498	Nízké
Dodavatel 6	23,2196	Extrémní
Dodavatel 7	23,6711	Extrémní

Následně jsou ještě výsledky vizualizovány v grafu č. 2, ve kterém jsou také znázorněny jednotlivé preferenční hranice významné pro konečné hodnocení či rozhodnutí. Výsledné hodnoty jsou zaokrouhleny na dvě desetinná místa.



Graf č. 2 – Hodnocení dodavatelů dle MATLABu [Vlastní zpracování]

Dle definovaných kritérií, jejich důležitostí a nastavení škál v retransformační matici v kapitole 5.2.3 je společnosti XYZ doporučeno udržovat a prohlubovat spolupráci s Dodavatelem 3 a 5, jelikož se jedná o partnery s nízkým dodavatelským rizikem (čili vysokým procentuálním hodnocením dle MATLABu). Střední riziko je identifikováno pouze u Dodavatele 2, jehož výsledky jsou relativně příznivé, ale i tak je nutné pravidelně sledovat jeho vývoj. Ve třetím stupni značící značné dodavatelské riziko se dle MATLABu nenachází žádný z dodavatelů. Ve čtvrtém, nejhorším stupni s extrémním dodavatelským rizikem se nachází Dodavatelé 1, 4, 6 a 7. S těmito dodavateli je doporučeno okamžitě ukončit spolupráci, z důvodu velmi špatných výsledků dle definovaných

pravidel. Je však vhodné říct, že všichni dodavatelé s extrémním rizikem jen těsně nedosahují na hranici, která zaručuje působení v příznivějším stupni se značným rizikem.

Co se týče konkrétních výsledků tak nejlepších výsledků dosahují Dodavatelé 3 a 5, a to se shodným hodnocením 78,15 %. Dodavatel 2 se středním rizikem dosahuje 58,72 %. Výsledky dodavatelů s extrémní mírou rizika dosahují hodnocení okolo 23 a 24 %.

6 ANALÝZA VÝSLEDKŮ ŘEŠENÍ

Tato kapitola obsahuje nejprve srovnání zjištěných výsledků z obou fuzzy rozhodovacích modelů vytvořených ve dvou odlišných softwarech, tedy v MS Excel a MATLABu, a poté jsou představeny návrhy na opatření vedoucí k minimalizaci dodavatelských rizik.

6.1 KOMPARACE ROZHODOVACÍCH MODELŮ

Porovnání výsledků je možné vidět v následující **tab. č. 14**, ve které je uvedeno procentuální hodnocení a následně míra dodavatelského rizika ve slovním vyjádření. Obě hodnocení vychází z nastavení preferenčních hranic v retransformační matici v kapitole 5.2.3, ve které je také uvedeno obecné rozhodnutí o přístupu k danému dodavateli.

Tab. č. 14 – Porovnání výsledků hodnocení dodavatelů z MS Excel a MATLABu [Vlastní zpracování]

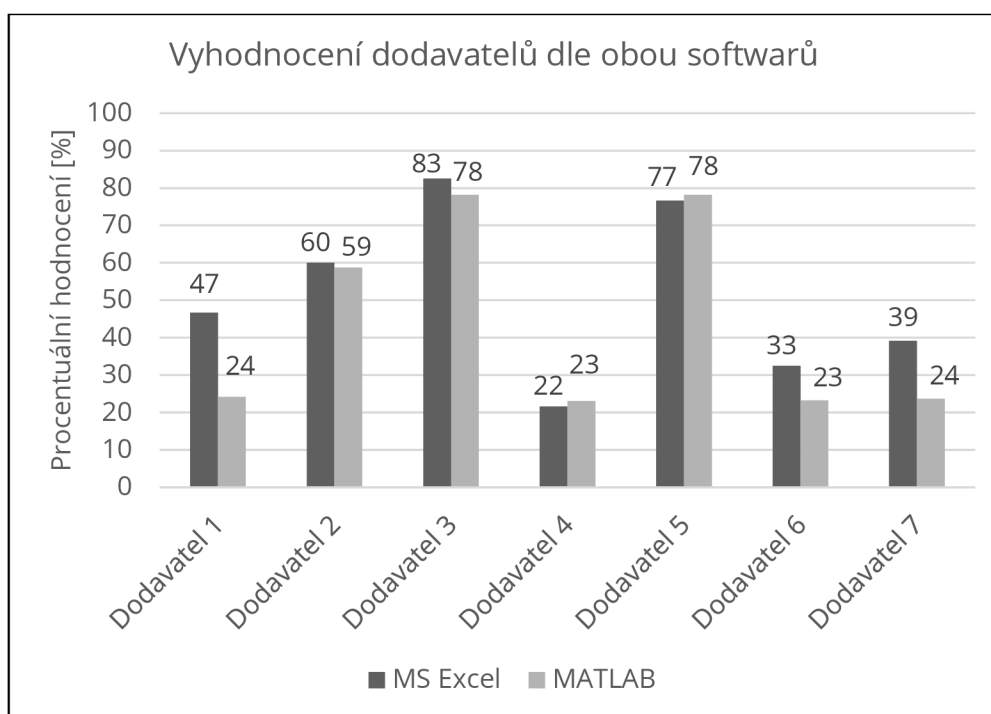
	MS Excel		MATLAB	
	Procentuální hodnocení	Dodavatelské riziko	Procentuální hodnocení	Dodavatelské riziko
Dodavatel 1	46,67	Značné	24,18	Extrémní
Dodavatel 2	60,00	Střední	58,72	Střední
Dodavatel 3	82,50	Nízké	78,15	Nízké
Dodavatel 4	21,67	Extrémní	23,05	Extrémní
Dodavatel 5	76,67	Nízké	78,15	Nízké
Dodavatel 6	32,50	Značné	23,22	Extrémní
Dodavatel 7	39,17	Značné	23,67	Extrémní

Z **tab. č. 14** je zřejmé, že výsledná procentuální hodnocení dodavatelů se v obou vytvořených modelech liší, někdy nepatrně, někdy razantněji. Odlišnosti výsledků, především razantnější odchylky, jsou zapříčiněny nastavením znalostní báze v MATLABu, kde jsou evidentně stanoveny striktnější pravidla, které mají za cíl zabránit tomu, aby dodavatelé s extrémními riziky byli ohodnoceni jako dodavatelé s nízkými riziky apod. Verbální rozhodnutí o velikosti rizika se však v nepatrné většině shoduje (konkrétně ve čtyřech případech), ve zbylých třech případech je riziko odlišné.

Nejdříve jsou popsány výsledky dodavatelů, kterým oba modely přisuzují stejné verbální rozhodnutí o riziku. Za dodavatele s nízkým rizikem oba modely považují Dodavatele 3 a 5. Za nejúspěšnějšího lze považovat Dodavatele 3, a to především díky procentuálnímu hodnocení dle MS Excel (odchylka mezi modely činí přes 4 %). Dodavatel 5 zaznamenává své lepší výsledky v modelu vytvořeném v MATLABu, a to o téměř 1,5 %. Zajímavé je, že výsledky obou dodavatelů v MATLABu dosahují totožné hodnoty 78,15 %. Dalšími dodavateli, u nichž jsou zaznamenány stejné míry rizik, jsou Dodavatelé 2 a 4. Dodavatel 2 je přisouzeno oběma modely střední riziko,

jeho procentuální hodnocení je však lepší dle MS Excel (konkrétně 60 %), a to o 1,28 %. Dodavatel 4 naopak zaznamenává lepší výsledek v modelu vytvořeném v MATLABu, a to o 1,38 %. V obou modelech však získává označení dodavatele s extrémním rizikem.

Nyní jsou popsány dodavatelé, kterým modely přisuzují rozdílné míry rizika. Jedná se o Dodavatele 1, 6 a 7. MS Excel těmto dodavatelům přisuzuje značné riziko, kdežto MATLAB jim dává označení dodavatele s extrémním rizikem. Tedy dle MS Excel získávají vždy lepší, resp. vyšší procentuální hodnocení. Největší odchylka je vidět u Dodavatele 1, která činí více než 22 %. U Dodavatele 7 je patrná také zratelná odchylka o 15,5 %. Výsledky Dodavatele 6 mají odchylku 9,28 %. Právě odchylky mohou být zpozorovány v následujícím grafu č. 3. Pro zjednodušení jsou výsledky procentuálního hodnocení zaokrouhleny na celá čísla.



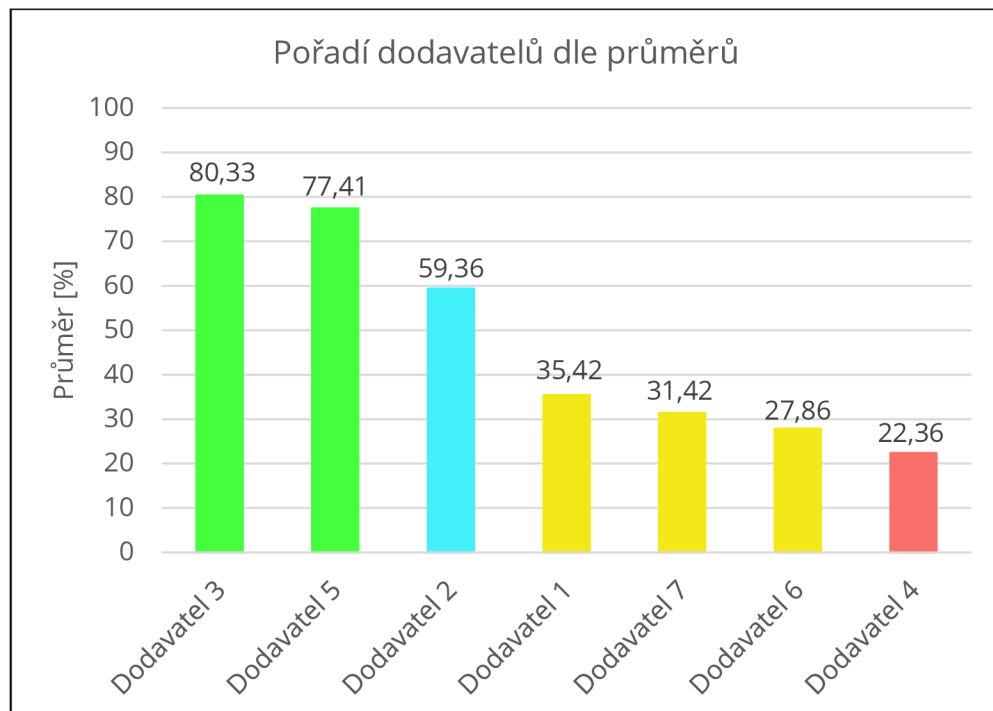
Graf č. 3 - Srovnání výsledků dodavatelů dle obou softwarů [Vlastní zpracování]

Pro další analýzu výsledků a odstranění problému s odchylkami může být využit aritmetický průměr. Průměrné hodnoty procentuálních výsledků z obou modelů pro jednotlivé dodavatele jsou vidět v následující tab. č. 15.

Tab. č. 15 – Průměrné hodnoty procentuálního hodnocení dodavatelů [Vlastní zpracování]

	MS Excel [%]	MATLAB [%]	Průměr [%]	Dodavatelské riziko
Dodavatel 1	46,67	24,18	35,42	Značné
Dodavatel 2	60,00	58,72	59,36	Střední
Dodavatel 3	82,50	78,15	80,33	Nízké
Dodavatel 4	21,67	23,05	22,36	Extrémní
Dodavatel 5	76,67	78,15	77,41	Nízké
Dodavatel 6	32,50	23,22	27,86	Značné
Dodavatel 7	39,17	23,67	31,42	Značné

Po zprůměrování procentuálních výsledků z obou modelů je zřejmé, že verbální označení dodavatelského rizika pro jednotlivé dodavatele odpovídá verbálnímu označení rizik dle MS Excel. Nejlépe hodnocený Dodavatel 3 má průměrnou hodnotu přesahující 80 %. Dodavatel 5 zaznamenává průměrnou hodnotu 77,41 %. Dodavatel 2 se středním rizikem atakuje 60 %. Dodavatelé hodnoceni jako značně riziková mají průměrné hodnoty pohybující se v rozmezí od 27 do 36 %. Extrémně rizikový Dodavatel 4 má průměrnou hodnotu přes 22 %. Následující **graf č. 4** ukazuje průměrné hodnoty procentuálních hodnocení dodavatelů a zároveň také jejich pořadí (dá se označit za pořadí úspěšnosti). Barvy reflektují příslušnost k verbálnímu označení míry dodavatelského rizika dle retransformační matice v kapitole 5.2.3.



Graf č. 4 – Pořadí dodavatelů dle průměrů procentuálního hodnocení [Vlastní zpracování]

6.2 NÁVRHY NA OPATŘENÍ

Tato část předkládá možné návrhy na opatření vedoucí k minimalizaci dodavatelských rizik, ale i k lepšímu uspokojování požadavků na dodavatele společnosti XYZ.

Již v retransformační matici v kapitole 5.2.3 jsou navrženy obecné přístupy pro dodavatele, kteří spadají do čtyř úrovní dodavatelského rizika. Nyní jsou tyto obecné přístupy specifikovány na možná opatření, která mohou vést k snížení dodavatelského rizika či zefektivnění celé spolupráce. Taková opatření jsou sumarizována v následující **tab. č. 16**.

Tab. č. 16 – Možné návrhy na opatření [Vlastní zpracování]

Dodavatelské riziko	Návrhy na opatření
Nízké	Nabídka dlouhodobého kontraktu, sdílení interních dat s dodavatelem, spolupráce v oblasti R&D
Střední	Analýza a monitoring, ošetření smluvních podmínek, určení odpovědnosti za škody
Značné	Audit, přísnější vstupní a výstupní kontrola jakosti výrobků, optimalizace firemních procesů
Extrémní	Ukončení spolupráce, smluvní penále či pokuty, existence záložních plánů, diverzifikace

7 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala vyhodnocením dodavatelského rizika pomocí fuzzy logiky, a to konkrétně u společnosti XYZ. Byly vytvořeny dva rozhodovací fuzzy modely ve dvou odlišných softwarových nástrojích, MS Excel a MATLAB. Hlavním zdrojem pro vytvoření modelů byly především konzultace se zástupcem společnosti XYZ, konkrétně s vedoucím oddělení dodavatelské kvality.

Práce obsahovala tři zásadně významné části. V první takové byly představeny teoretická východiska, která kladla důraz na definici rizika, problematiku řízení dodavatelského rizika a představení pokročilé metody tzv. fuzzy logiky. Ve druhé významné části byly vytvořeny rozhodovací modely, a to nejprve pomocí MS Excel a poté pomocí MATLABu, konkrétně jeho doplňkem Fuzzy Logic Toolboxem. Třetí významná část obsahovala komparaci dvou vytvořených modelů, pomocí průměrných hodnot procentuálního hodnocení bylo vytvořeno pořadí úspěšnosti dodavatelů a také byly navrženy opatření, které by mohli vést k minimalizaci dodavatelských rizik či zefektivnění dodavatelsko-odběratelské spolupráce.

Co se týče konkrétních výsledků, tak oba modely produkovaly odlišná procentuální hodnocení, tudíž i některá verbální hodnocení mír dodavatelského rizika byla odlišná. Pro odstranění těchto odchylek byl proto využit aritmetický průměr. Dle průměrných hodnot se poté vytvořilo pořadí dodavatelů, které také rozdělilo celkem sedm dodavatelů do čtyř skupin dle rizikovosti. Nejméně rizikovým a nejúspěšnějším subjektem byl Dodavatel 3. Dalším dodavatelem s nízkou mírou rizika byl Dodavatel 5. Tyto dodavatele lze považovat za primární, strategické partnery. Na úrovni se středním dodavatelským rizikem se umístil pouze Dodavatel 2, u něhož je doporučeno sledovat další vývoj. Dodavatelé 1, 7 a 6 zaznamenali procentuální hodnocení, která spadala do úrovně se značným dodavatelským rizikem. Pro takové subjekty bylo doporučeno zavést okamžitá opatření pod hrozbou ukončení spolupráce při dalších nedostatcích. Extrémní riziko bylo přisouzeno pouze Dodavateli 4, jehož výsledky byly velmi nepříznivé v obou modelech, a proto bylo doporučeno okamžitě ukončit spolupráci.

Hlavním cíle této diplomové práce tedy bylo vytvořit rozhodovací model založený na fuzzy logice pro hodnocení dodavatelského rizika včetně návrhu na opatření vedoucích k minimalizaci rizik. Zpracováním, obsahem a detailností považuji tento cíl za splněný.

Závěrem bych zde chtěl ještě vyjádřit svůj vlastní názor na danou problematiku. Fuzzy logika nabízí jednoznačně široký rozsah využití v praxi. Je velmi flexibilní, umožňuje zachytit a vyhodnotit nejistotu a nejasnost. Využití fuzzy logiky však pro tak velkou společnost jako je

analyzovaná firma XYZ je mírně omezená a vnímal bych její využití spíše jako doplněk pro další rozhodování. Společnost XYZ disponuje již nyní velmi propracovaným a komplexním systémem pro hodnocení svých dodavatelů, do kterého vstupují především kvantitativní data. Předností fuzzy logiky je především přenesení vágnosti, která ze své podstaty přináší určitou míru neznámosti. Proto si myslím, že relevantnější využití této metody je spíše pro jednodušší rozhodovací procesy, do kterých nevstupují tolik tvrdá či statistická data. I přes to, by společnost XYZ mohla některé aspekty fuzzy logiky využít, např. při hodnocení měkkých dat a schopností (soft skills) svých dodavatelů.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- (1) TICHÝ, Milík. *Ovládání rizika: analýza a management*. Praha: C.H. Beck, 2006. Beckova edice ekonomie. ISBN 80-7179-415-5.
- (2) SMEJKAL, Vladimír a Karel RAIS. *Řízení rizik ve firmách a jiných organizacích*. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2013. Expert (Grada). ISBN 978-80-247-4644-9.
- (3) JANÍČEK, Přemysl., Jiří MAREK a kol. *Expertní inženýrství v systémovém pojetí*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013. 592 s. ISBN 978-80-247-4127-7.
- (4) ZUZÁK, Roman a Martina KÖNIGOVÁ. *Krizové řízení podniku*. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2009. Expert. ISBN 978-80-247-3156-8.
- (5) TAUŠL PROCHÁZKOVÁ, Petra a Eva JELÍNKOVÁ. *Podniková ekonomika – klíčové oblasti*. Praha: Grada Publishing, 2018. Expert (Grada). ISBN 9788027106899.
- (6) TOMEK, Gustav a Věra VÁVROVÁ. *Řízení výroby a nákupu*. Praha: Grada, 2007. Expert (Grada). ISBN 9788024714790.
- (7) DOSTÁL, Petr. *Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012. ISBN 978-80-7204-798-7.
- (8) DOSTÁL, Petr, Karel RAIS a Zdeněk SOJKA. *Pokročilé metody manažerského rozhodování: konkrétní příklady využití metod v praxi*. Praha: Grada, 2005. Expert (Grada). ISBN 80-247-1338-1.
- (9) MAŘÍK, Vladimír, Olga ŠTĚPÁNKOVÁ a Jiří LAŽANSKÝ. *Umělá inteligence*. Praha: Academia, 1993-. ISBN 80-200-0472-6.
- (10) MOHAN, Chander. *An introduction to fuzzy set theory and fuzzy logic*. London: MV Learning 2015. ISBN 978-81-309-2751-0.
- (11) DOSTÁL, Petr. *Advanced decision making in business and public services*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011. ISBN 978-80-7204-747-5.
- (12) THE MATHWORKS. *Fuzzy Logic Toolbox: For Use with MATLAB; User's Guide, Version 2*. Fifth printing. Natick, MA: The MathWorks, 2001.
- (13) TURBAN, Efraim. *Decision support and expert systems: managerial perspectives*. New York: Macmillan Publishing Company, 1988. Macmillan series in information systems. ISBN 0-02-421650-X.
- (14) NAVARRŮ, Miroslav. *Excel 2019: podrobný průvodce uživatele*. Praha: Grada, 2019. Průvodce (Grada). ISBN 978-80-247-2026-5.
- (15) The MathWorks, Inc. *Support. Documentation* [online]. © 1994-2023 [cit. 2023-04-30]. Dostupné z: https://uk.mathworks.com/help/?s_tid=gn_supp

- (16) HANSELMAN, Duane C. a Bruce LITTLEFIELD. *Mastering MATLAB*. Upper Saddle River: Pearson, 2012. ISBN 0-13-601330-9.
- (17) XYZ [online]. © 2023 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://www.XYZ.com/usa-en/about-our-company.html>
- (18) XYZ. *Výroční zpráva 2022* [online]. Ministerstvo spravedlnosti. © 2017 [cit. 2023-05-15]. Dostupné z: <https://or.justice.cz/ias/ui/rejstrik>

SEZNAM TABULEK

Tab. č. 1 – Vstupní data o jednotlivých dodavatelích	44
Tab. č. 2 – Transformační matice se slovním popisem	45
Tab. č. 3 – Transformační matice s číselným popisem	46
Tab. č. 4 – Stavová matice Dodavatele 1	48
Tab. č. 5 – Stavová matice Dodavatele 2	48
Tab. č. 6 – Stavová matice Dodavatele 3	49
Tab. č. 7 – Stavová matice Dodavatele 4	49
Tab. č. 8 – Stavová matice Dodavatele 5	50
Tab. č. 9 – Stavová matice Dodavatele 6	50
Tab. č. 10 – Stavová matice Dodavatele 7	51
Tab. č. 11 – Retransformační matice.....	51
Tab. č. 12 - Shrnutí výsledků hodnocení dodavatelů dle MS Excel	52
Tab. č. 13 – Shrnutí výsledků hodnocení dodavatelů dle MATLABu.....	70
Tab. č. 14 – Porovnání výsledků hodnocení dodavatelů z MS Excel a MATLABu.....	72
Tab. č. 15 – Průměrné hodnoty procentuálního hodnocení dodavatelů.....	744
Tab. č. 16 – Možné návrhy na opatření	75

SEZNAM GRAFŮ

Graf č. 1 – Hodnocení dodavatelů dle MS Excel	52
Graf č. 2 – Hodnocení dodavatelů dle MATLABu	70
Graf č. 3 – Srovnání výsledků dodavatelů dle obou softwarů	73
Graf č. 4 – Pořadí dodavatelů dle průměrů procentuálního hodnocení.....	74

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. č. 1 – Dodavatelská matice	18
Obr. č. 2 – Struktura managementu rizik dle ČSN ISO 31000:2009.....	20
Obr. č. 3 – Postup fuzzy zpracování	22
Obr. č. 4 – Tvary členských funkcí typu Λ , π , Z a S.....	23
Obr. č. 5 – FIS Editor	27
Obr. č. 6 – Membership Function Editor	28
Obr. č. 7 – Rule Editor	29
Obr. č. 8 – Rule Viewer	30
Obr. č. 9 – Surface Viewer	31
Obr. č. 10 – Organizační struktura	36
Obr. č. 11 – Příklady výrobků	36
Obr. č. 12 – Struktura FIS modelu	55
Obr. č. 13 – Oblast kvality ve FIS Editoru	56
Obr. č. 14 – Vstup oblasti kvality v Membership Function Editoru	57
Obr. č. 15 – Výstup oblasti kvality v Membership Function Editoru	58
Obr. č. 16 – Konec seznamu pravidel oblasti kvality v Rule Editoru.....	59
Obr. č. 17 – Zobrazení pravidel oblasti kvality v Rule Vieweru.....	60
Obr. č. 18 – Zobrazení pravidel oblasti kvality v Surface Vieweru	61
Obr. č. 19 - Soubor Hodnocení ve FIS Editoru	62
Obr. č. 20 - Vstup souboru Hodnocení v Membership Function Editoru.....	63
Obr. č. 21 – Výstup souboru Hodnocení v Membership Function Editoru	64
Obr. č. 22 – Konec seznamu pravidel souboru Hodnocení v Rule Editoru.....	65
Obr. č. 23 – Zobrazení pravidel souboru Hodnocení v Rule Vieweru.....	66
Obr. č. 24 – Zobrazení pravidel souboru Hodnocení v Surface Viewer	67
Obr. č. 25 – Použití příkazu readfis k načtení FIS souborů.....	68
Obr. č. 26 – Použití příkazů input, while, disp a end pro oblast kvality	68
Obr. č. 27 – Použití příkazu evalfis pro vyhodnocení FIS modelů	68
Obr. č. 28 – Použití příkazů disp, if, elseif a end při nastavení podmínek pro závěrečné hodnocení dodavatelského rizika	69
Obr. č. 29 – Ukázkový případ funkčnosti s vyhodnocením Dodavatele 3.....	69

SEZNAM ZKRATEK

tzv. takzvaný

resp. ... respektive

R riziko

P pravděpodobnost

D důsledek

např. .. například

apod. . a podobně

mj. mimo jiné

popř. .. popřípadě

ČSN Česká technická norma

ISO International Organizations for Standardization

CSR Corporate Social Responsibility

MS..... Microsoft

FIS Fuzzy Inference System

EBT..... Earnings before Taxes

EMEA.. Europe, Middle East and Africa

IATF..... International Automotive Task Force

EHS Environment, Health and Safety

USD..... United States Dollar

ks kus

STR..... Ship To Request

JITJust In Time

VMI..... Vendor Managed Inventory

EDI Electronic Data Interchange

USA United States of Amerika

ČR..... Česká republika

MAX maximum

MIN minimum

viz. podívej se