

FUZZY LOGIC PRO PODPORU INVESTIC DO VÝZKUMU A VÝVOJE V MALÝCH A STŘEDNÍCH PODNICÍCH

FUZZY LOGIC TO SUPPORT OF INVESTMENTS IN RESEARCH AND DEVELOPMENT IN SMALL AND MEDIUM-SIZED BUSINESSES

Nina Bočková

Abstract: *R&D spending is one of key tools to achieve companies' growth. Government support is key factor for R&D activities in manufacturing small and medium enterprises. The uncertainty of the outcome of research and innovation restricts owners and managers decision on strategic planning about production program of the company. Managers solve additional financing research activities from other sources by the impossibility of full funding from its own budget. Here is presented a fuzzy model-objective – option R&D support which maximizes the outcome and optimizes the R&D program in manufacturing small and medium enterprises. The methodology used a two-stage decision making, using 18 variables, of which two are interdependent. The used of fuzzy logic have been taken because some vaguely specified characteristics that cannot be accurately determined. This method of application offers an innovative look at the funding of R & D activities in the company. The methodology was developed on the basis of data of enterprises of electro technical industry and was verified using data from period 2007 - 2013.*

Keywords: *Research, Development, R&D Support, Innovation policy, Small and medium enterprises.*

JEL Classification: *H25, L25, O31, O32, O39.*

Úvod

Globalizace ekonomiky a tlak na zvyšování konkurenceschopnosti zemí vnáší do strategií regionů a států potřebu posilovat stabilitu podniků, hledat a podporovat jejich konkurenční výhody. Každý jednotlivý výrobní podnik či poskytovatel služeb stabilizací své činnosti, hledáním či upevňováním své konkurenční výhody připívá ke zvyšování konkurenceschopnosti nejen své, ale také ekonomiky, kde působí. V rámci fiskální politiky jsou hledány cesty, jak podporovat inovativní a výzkumnou činnosti podniků. Spojení výzkumu a následných výrobních inovací je propagovanou cestou ke zvyšování konkurenceschopnosti. Česká ekonomika se z pohledu globální konkurenceschopnosti jednotlivých ekonomik řadí mezi 37 zemí, které jsou nazývány jako *Innovative-driven*. Pro roky 2014 – 2015 ji patří 36. místo. [22] Podle měření v rámci Evropské Unie byla Česká republika pro rok 2014 na 17. místě z 29 posuzovaných zemí. Patří ji druhá pozice mezi *Moderate Innovators* – třetí skupinou po *Innovation Leaders* a *Innovation Followers*. [10] Nejen jednotlivé inovace, ale inovativnost celé ekonomiky hraje významnou roli při posuzování zemí ve srovnávacích měřítkách. Vlády ekonomik, jako představitelé fiskální politiky hledají stále možnosti v podmínkách globalizace, migrování obyvatelstva, snižování zásob neobnovitelných zdrojů způsoby, jak podnítit inovativní proces. Výzkum, vývoj a inovace (V a V a I) v jednotlivých podnicích jsou střípky do mozaiky udržení, případně zvýšení konkurenceschopnosti celé ekonomiky a předpokladem jejího hospodářského růstu.

Cílem příspěvku je zhodnocení financování výzkumu a vývoje (V a V) z vlastních zdrojů v elektrotechnickém průmyslu, návržení a verifikace metodiky na podporu rozhodování pro podání žádosti o projekt přímé podpory V a V.

1 Formulace problematiky

1.1 Česká republika a inovace

Česká republika (ČR) patří mezi rozvinuté ekonomiky. Podmínky pro V a V nebyly, nejsou vždy ideální, ale historicky významné inovace vznikly mnohdy nenápadně a své uplatnění našly až po dlouhé době. Turbulence, které přineslo 20. století, a touha po neustálém progresu pokračují v novém tisíciletí a jediným cílem podnikání již není pouze dosažení zisku. Korporace vytvářejí přidanou hodnotu, ze které je mimo jiné financován státní rozpočet, na druhou stranu ze státního rozpočtu jsou podporovány projekty, které mají korporacím pomoci zainvestovat náklady na výzkum. Podpora V a V ze strany státu má několik forem. Jedná se zejména o přímou podporu, cíleně vypisovanými granty a projekty, financovanou plně či částečně z veřejných prostředků. Dále podporu nepřímou, kdy stát umožní korporaci snížit daňové zatížení a tím podpořit vlastní výzkumné činnosti.

1.1.1 Podpora výzkumu a vývoje

Investice do V a V a I jsou jednou z priorit nejen rozvinutých ekonomik, ale i rozvíjejících se ekonomik. V rámci fiskální politiky jsou navrhována opatření, jak investice, zejména v soukromém sektoru, zvýšit. Země EU se strategií Evropa 2020 zavázaly k dosažení hranice V a V výdajů ve výši 3 % z HDP v doporučeném rozdělení 1 % z veřejných zdrojů, 2 % ze soukromých zdrojů. ČR při udržení stávajícího tempa je schopna dosáhnout vytyčeného cíle v roce 2021. [4]

V a V výdaje v podnikatelském sektoru v ČR se zvyšují, ale podíl financování ze soukromých zdrojů klesá. [20] Názory na úspěšnost jednotlivých podpor jsou různé. Mezi zastánce teorie nezbytnosti podpory soukromého sektoru v oblasti V a V patří např. Busom [5]. Odborná literatura z oblasti přímé a nepřímé podpory obsahuje více studií z USA a Canady. V rámci EU se jí věnují např. Baghana a kol., [1], Elschner a kol. [9], Lokshin a Mohnen [16]. V ČR je politika podpory V a V investic v podnikatelském sektoru podpořena od roku 2005 úpravou odpočtů podle § 34 Zákona o daních z příjmů č. 586/1992 Sb.. Kvalita veřejně výzkumných institucí, vysoká kvalifikace pracovní síly a investiční pobídky přivedly do ČR výzkum zahraničních afilací. Situace v ostatních zemích EU se liší. V Maďarsku, které mělo podobnou startovní pozici jako ČR, se totéž nepodařilo. [15] Existence vytěšňovacího efektu soukromých investic do V a V při nepřítomnosti veřejné podpory u španělských podniků nebyla prokázána. [12]. V ČR jsou investice do vlastního V a V stále výrazně vyšší u velkých podniků a podniků pod zahraniční kontrolou než u domácích malých a středních podniků MSP. [20]

1.2 Využití fuzzy logiky pro investiční rozhodování

Při hodnocení ekonomických a investičních projektů pomocí klasických metod jsou používány přesné částky. Skutečnost, že finanční změny, změny v cash flow a míra zisku u projektů nejsou přesně určitelné, je výhodnější použití fuzzy čísel. Srovnání projektů s využitím fuzzy přístupu umožňuje dosáhnout širšího přehledu o pravděpodobných výstupech. [11]

Aplikace teorie fuzzy množin se na začátku 21. století rozšířila od prvotních aplikací v regulační technice do dalších oblastí. Její využití v ekonomice, zejména v oblasti rozhodování a řízení podniků umožňuje zakomponovat do modelů nejen přesné číselné hodnoty, ale také expertní poznatky a odhady. [17]

Použití fuzzy systému s propojením na neuronové sítě bylo použito v odvětví Výroba kovových konstrukcí a kovodělných výrobků při stanovení hodnoty podniku jako podkladu pro investory při investičním rozhodování. [8]. Rozhodování o investicích do velmi velkých průmyslových investic je rozdílné oproti finančním investicím a malým investicím. Speciálně pro tento typ rozhodování byl sestaven model s využitím fuzzy modelování. [14]

Podnikatelské subjekty, zejména MSP jsou omezeny nedostatkem finančních a lidských zdrojů a vyžadují pro V a V a I podporu. Nákladnost účasti ve výzkumných programech financovaných z veřejných zdrojů podniky odrazuje, o možnosti využití financování prostřednictvím nepřímé podpory nemají dostatek informací. Vytvoření metodiky s využitím fuzzy množin je pro podniky jednou z možných cest pro nalezení zdrojů pro financování vlastního V a V.

2 Metody

Pro zpracování příspěvku byly použity vybrané logické a empirické metody. Po rešerši odborné literatury byla provedena analýza sekundárních informací. Data získaná z kvantitativního výzkumu, provedeného dotazníkovou technikou sběru dat. Osloveno bylo 108 podniků, účastnících se veletrhu AMPER 2014. Vrátilo se 85 vyplněných dotazníků. Struktura podniků ve výzkumu byla: 17 drobných, 39 malých, 23 středních a 6 velkých podniků z CZ NACE 26. Pro vyhodnocení výsledků byla použita základní popisná statistika, zpracování proběhlo v programu STATISTICA 12. Ze závěrů výzkumu [3], vyvstala potřeba použít v dalším výzkumu metodu, kde by bylo možné skloubit výsledky statistického zpracování dat a vágních údajů pro vytvoření metodiky jako vhodného nástroje pro rozhodování managementu při investicích do V a V.

Lidský mozek dokáže i při nedostatku informací udělat závěr, který nemusí být vždy špatným rozhodnutím, většinou je rozhodnutím optimálním, vycházejícím z daných skutečností. S využitím výpočetní techniky lze velkou rychlostí vyhledat, modifikovat a zpracovat informace, zejména pokud se pracuje s databázemi obsahujícími již systematicky utříděné údaje. [13], [18], [8]

Fuzzy logika je jednou z metod umělé inteligence, která umožňuje řešit obtížně kvantifikovatelné problémy i v oblasti ekonomiky. Fuzzy logika je vágní logika, která pracuje s více než jen dvěma hodnotami [(ano – ne); (0,1); (pravda, lež)]. Fuzzy množina je taková množina čísel, jejíž prvky vykazují plynulý přechod od naprosté příslušnosti k množině k naprosté nepříslušnosti k množině. [18] Fuzzy množina zobecňuje klasickou množinu a je definována tzv. *charakteristickou funkcí* $\chi_A : U \rightarrow \{0,1\}$ množiny A vzhledem k U takto:

$$\chi_A^{(x)} = \begin{cases} 1, \text{ jestliže } x \in A \\ 0, \text{ jestliže } x \notin A \end{cases} \quad (1)$$

kde U universum je klasická množina a explicitně se fuzzy množina zapisuje

$$A = \left\{ a_1/x_1, \dots, a_n/x_n \right\} \quad (2)$$

kde $x_1, \dots, x_n \in U$ jsou prvky, kterým jsou přiřazeny stupně příslušnosti $a_1, \dots, a_n \in (0,1]$. Modelovaným hodnotám proměnných jsou přiřazeny stupně příslušnosti trojúhelníkového a trapezoidálního tvaru funkce, kde fuzzy množina A s funkcí příslušnosti

$$A(x) = \begin{cases} 1, & a \leq x \leq b, \\ 0 \vee (1 - a + x), & x \leq a \\ 0 \vee (1 - x + b), & b \leq x \end{cases} \quad (3)$$

je extenzionální. Tvary funkce viz. [18 str. 33 & 43].

Fuzzy znalostní báze, která je přímým vstupem pro zpracování vložených údajů do fuzzy expertního systému, je tvořena dvěma částmi. První tvoří slovníky použitých proměnných. Pro software je nutné převést slovníky do podoby, kterou je možné zpracovat v systému. Druhá část je tvořena souborem prohlášení. Prohlášení (conditional statement) jsou v případě obou souborů fuzzy logiky popsáním zkoumaného podniku, tedy přidělením stupně příslušnosti k hodnotám, které tyto proměnné nabývají.

V prvním kroku bylo nezbytné provést výběr proměnných, které budou vstupovat do expertního systému. Ten potřeboval pro rozhodování proměnné podobné těm, které se reálně vyskytují v žádostech pro poskytnutí podpory V a V z veřejných zdrojů. U každé proměnné byl popsán tvar funkce a fuzzy množina. Cílovou skupinou byly podniky jednoznačně definované oddílem CZ NACE. Pro stanovení hodnot definujících ekonomické proměnné byly použity hodnoty doporučované odbornou literaturou [2], [19], [21], průměrné hodnoty pro zkoumaný oddíl zpracovatelského průmyslu zveřejněné ČSÚ [6] pro sledované časové období v kombinaci s hodnotami získanými od podniků z dotazníkového šetření majících zkušenosti s využíváním přímé podpory. Názvy proměnných byly tam, kde to bylo vhodné, přebírány z běžně používaných výrazů, další byly nazvány tak, aby co nejpřesněji vyjadřovaly obsah proměnné vyjádřené v anglickém jazyku.

S terminologií doporučenou k použití v expertních systémech byly vytvořeny množiny podmíněných výrazů, čili prohlášení (conditional statements) [18 str. 57] Fuzzy množiny byly navrženy jako jednodimenzionální množiny a byly specifikovány s použitím krajových bodů množin s označením a, b, c, d.

Použito bylo 18 proměnných, z nichž 5 tvoří proměnnou Finanční zdraví (FZ), která vstupuje do dalšího rozhodovacího kroku. Počet hodnot pro každou proměnnou byl stanoven s využitím následujících hodnot: velmi vysoká (very high), vysoká (high), střední (medium), malá (small), nízká (low), neznámá (unknown). Proměnné je možné rozdělit na pozitivní, negativní a smíšené. Pozitivní proměnné popisují hodnotu od nejnižšího čísla po nejvyšší, to je považováno jako nejlepší hodnota. Negativní proměnné popisují hodnotu od nejvyššího čísla po nejnižší, vysoká hodnota znamená horší hodnocení. U smíšené proměnné je optimální hodnocení střední. Názvy proměnných:

Proměnné související s finančním zdravím podniku

- 1) ROA Return on Assets – ukazatel rentability celkových vložených aktiv
- 2) ROE Return on Equity – ukazatel rentability vlastního kapitálu
- 3) ROS Return on Sales – ukazatel rentability tržeb
- 4) RCK rentabilita celkového kapitálu (počítáno s CF z provozní činnosti)
- 5) FZ finanční zdraví podniku

Proměnné charakterizující situaci podniku

- 6) COM competitive – konkurence v pododvětví
- 7) MSH market share – podíl na trhu
- 8) EMP number of employees – počet zaměstnanců
- 9) UNE unemployment – nezaměstnanost v regionu
- 10) STM strategie management – firma zpracovává podnikatelské strategie
- 11) COL collaboration – předpokládaný stupeň spolupráce
- 12) INO innovation – zkušenosti s inovacemi
- 13) LOI level of innovation – stupeň inovací
- 14) ECB economic benefits – ekonomický přínos investice
- 15) EIM economic influences – ekonomické vlivy na podnik
- 16) PAE period activity of the enterprise – doba činnosti podniku
- 17) REG region – místo sídla podniku
- 18) DIS direct support – přímá podpora (proměnná, která vyjadřuje, jak může podnik žádat o podporu)

Zpracování dotazů pomocí fuzzy logiky umožňuje přiřadit váhy důležitosti jednotlivým proměnným. Pro vybrané proměnné byly stanoveny váhy na základě expertního posouzení. Jednalo se o proměnné, které by měly být stejně důležité pro určení relevantního výstupu. Zadání expertnímu systému pro první krok bylo sestavení pěti proměnných a 72 prohlášení. Proměnné byly popsány číselnými hodnotami s využitím trapezoidálních množin hodnot. Systém po zadání hodnot popisujících současnou situaci podniku na základě finančních ukazatelů vyhodnotil, kterému ze 72 prohlášení se nejvíce blíží pátá proměnná, na kterou systém hledá odpověď a která byla vstupní proměnou do dalšího rozhodovacího kroku. První krok metodiky byl ukončen výsledkem pro proměnnou nazvanou finanční zdraví *FZ*. Ta vstoupí do druhého kroku metodiky jako samostatná proměnná. Pro další krok metodiky bylo vytvořeno a konzultacemi s experty ohodnoceno 31 prohlášení. Jednotlivá prohlášení byla formulována tak, aby co nejvíce odpovídala podmínkám přidělování žádostí a modifikace pro přímou podporu V a V. Zde byly nastaveny všechny typy proměnných: pozitivní, negativní i smíšené.

Po zadání hodnot proměnných expertní systém vyhodnotí hodnotu proměnné přímá podpora *DIS*, jejíž slovní interpretace bude doporučením pro management podniku.

Spolehlivost metodiky bylo nutné ověřit. Verifikace obou kroků metodiky byla provedena na reálných datech podniků, které čerpaly V a V přímou podporu v letech 2007 – 2012 a na údajích o podnicích, které začaly využívat přímou podporu v následujícím období. Odpovědi expertního systému odpovídaly doporučení, kdy podniky měly vysokou pravděpodobnost dotaci z veřejných zdrojů získat, což bylo v souladu s tím, že ji pro dané období skutečně získaly. Metodika byla navrhována pro management podniků, které z různých důvodů podání žádosti o přímou podporu V a V neuskutečnili, nevyužili a nevyužívají ani nepřímou podporu V a V. V další fázi verifikace byla pro ověření spolehlivosti použita data podniků, kterým dotace ve sledovaném období nebyla přidělena, či o ni nežádaly a které jsou podniky výrobními a současně inovativními. Postup tvorby metodiky a verifikace s konkrétními daty je popsán v následujících kapitolách.

K formulování tvůrčích myšlenek byly použity metody analýzy, syntézy a dedukce.

3 Rozbor problému – návrh metodiky

Investice do inovací v malých a středních podnicích jsou provázeny nejistou návratností, obavami z finančních nákladů do zpracování projektové dokumentace, vázání lidských zdrojů na výsledek, který není zaručen. Provedením primárního šetření mezi podniky elektrotechnického průmyslu, které již s inovacemi a financováním výzkumného procesu prostřednictvím přímé podpory zkušenosti mají, bylo zjištěno, že ve sledovaném vzorku 29 % podniků má zkušenosti s financováním výzkumu pomocí projektu z veřejných zdrojů, 56,9 % podniků financovalo V a V aktivity z vlastních zdrojů a pouze 2,5 % podniků využila nepřímou podporu. [3] Z provedeného dotazníkového šetření a osobních jednání s vlastníky a manažery podniků vyplynulo, že administrativní zátěž při podávání projektů financovaných státním rozpočtem či z prostředků EU je vysoká. O nepřímé podpoře vědělo 19 % dotázaných podniků. Z toho 6,3 % plánovalo využití nepřímé podpory v následujícím zdaňovacím období. 11,4 % o ní vědělo, ale její využití neplánovalo. Z údajů, které podniky poskytují do dotazníku VTR 5-01 Roční výkaz o výzkumu a vývoji, byly doplněny údaje o výzkumných aktivitách inovativních podniků v letech 2007 a 2013.

Tab. 1: Vykázaná výzkumná aktivita českých podniků v NACE 26

Typ podniku	Podíl na celkovém počtu podniků v roce 2007 (%)	Podniky s vlastním VaV 2007 (%)	Podíl na celkovém počtu podniků v roce 2013 (%)	Podniky s vlastním VaV 2013 (%)
malý	67	7	70	6
střední	24	17	22	18
velký	9	16	8	13

Zdroj: [vlastní výpočet podle databází AMADEUS a ČSÚ]

V Tab. 1 je uveden počet aktivních podniků a podíl inovativních podniků na celkovém počtu podniků v oddílu CZ NACE 26. Mezi roky 2007 a 2013 je patrná změna ve struktuře podniků podle velikosti. Podíl malých a velkých podniků se zvýšil na úkor středních podniků. V kategorii středních podniků se zvýšil podíl inovativních podniků ve skupině.

V elektrotechnickém průmyslu zůstává větší část podniků, které dosud neinovují a nevyužívají dostupné V a V podpory. Na základě poznatků získaných rešerší odborné literatury, empirickým výzkumem a vyhodnocení dotazníkového šetření byl zahájen proces návrhu metodiky, kterou by využil management podniků jako nástroje pro rozšíření implementace stávajícího typu podpor na financování V a V. Po odborné diskuzi s členy akademické obce a odborníky z oblasti poskytování podpory z veřejných prostředků v oblasti V a V bylo zvoleno vytvoření metodiky na základě fuzzy logiky. Podmínky pro programy podpory z veřejných zdrojů se liší podle poskytovatele podpory V a V. Předpokladem využití metodiky byla možnost modifikovat parametry proměnných pro jiný oddíl zpracovatelského průmyslu.

Rozhodování managementu o vstupu do programu financování V a V je klíčové pro využití navržené metodiky. Pokud podnik uvažuje o zavedení vlastního V a V a hledá zdroje na financování, může metodiku využít. Po rozhodnutí managementu následuje realizace prvního kroku expertním systémem. Bylo vytvořeno 18 proměnných s využitím funkce příslušnosti trojúhelníkového a trapezoidálního fuzzy čísla. V prvním kroku metodiky se hodnotily finanční ukazatele a proměnná, která shrnula finanční situaci podniku, byla definována jako finanční zdraví FZ. Proměnné ROA, ROE, ROS, RCK byly

ohodnoceny vahami 4 až 5, pátá proměnná byla pozitivní a nabývala hodnoty FZ 1 až FZ 3. Zápis z expertního posouzení při stanovení váhy proměnné je znázorněn na Obr. 1.

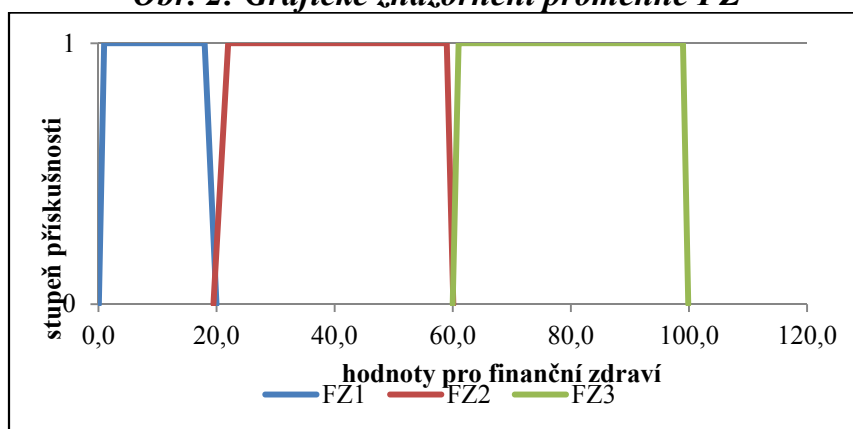
Obr. 1: Vstupní váhy proměnných FZ

1 1.2 1.2 ROA 4
1 1.2 1.2 ROE 4
1 1.2 1.2 ROS 4
1 1.2 1.2 RCK 5
1 1.2 1.2 FZ 3

Zdroj: [vlastní zpracování]

Hodnoty a trapezoidální fuzzy množina pro proměnnou FZ je znázorněna na Obr. 2. Jako špatná ekonomická situace bylo stanoveno FZ1, dobrá ekonomická situace FZ2, výborná ekonomická situace FZ3.

Obr. 2: Grafické znázornění proměnné FZ



Zdroj: [vlastní zpracování]

Stanovení adekvátních prohlášení hodnotících podnik bylo možné díky konzultaci s odborníky z praxe. Celkem bylo vytvořeno 72 prohlášení s vahami spolehlivosti od 0,1 do 1. Na Obr. 3 jsou uvedeny čtyři příklady prohlášení, která byla zadávána do expertního systému. Číselná hodnota uvedená na konci prohlášení označuje váhu odrážející spolehlivost prohlášení.

Obr. 3: Příklad prohlášení s vahami FZ

SPA SPA VES DOS **FZ1 1**
DOS SPA DOB LEP **FZ1 0.8**
VYB VYB VYB VYB **FZ2 0.7**
DOB DOB DOB VYB **FZ2 1**

Zdroj: [vlastní zpracování]

Systém po zadání hodnot čtyř proměnných ROA, ROE, ROS a RCK popisujících současnou situaci podniku na základě finančních ukazatelů vyhodnotil, kterému ze 72 prohlášení se nejvíce blíží proměnná FZ, na kterou systém hledá odpověď a která je vstupní proměnou do dalšího rozhodovacího kroku.

Po zjištění hodnoty proměnné FZ bylo možné přistoupit k vytvoření dalšího kroku metodiky. Při rozhodování managementu podniku, jakým způsobem zajistit financování V a V v podniku, je mimo posouzení finančního zdraví důležité rozhodnutí, jaký typ podpory využít. Pro nepřímou dotaci je možné zpracovat projekt, i pokud proměnná FZ nabývá hodnoty FZ1. Pro další krok metodiky bylo vytvořeno a konzultacemi s experty ohodnoceno

31 prohlášení zahrnujících 14 proměnných. Jednotlivá prohlášení byla formulována tak, aby co nejvíce odpovídala podmínkám přidělování žádostí a modifikace pro přímou podporu V a V. Byly použity všechny typy proměnných - pozitivní, negativní i smíšené. Váhy k jednotlivým prohlášením byly použity v rozsahu 0,1 – 1.

Obr. 4: Ukázka 5 prohlášení druhého kroku metodiky

CO1 MS3 EM2 UN3 ST2 CL3 IN3 LO1 FZ3 EC3 EI1 PA2 RE3 DI2 1.0
CO1 MS2 EM3 UN2 ST2 CL1 IN2 LO2 FZ3 EC1 EI1 PA1 RE2 DI3 0.8
CO1 MS1 EM1 UN3 ST2 CL3 IN1 LO2 FZ2 EC2 EI1 PA1 RE1 DI4 0.5
CO1 MS1 EM2 UN3 ST3 CL3 IN3 LO3 FZ3 EC3 EI1 PA2 RE1 DI5 0.9
CO2 MS3 EM1 UN3 ST2 CL2 IN2 LO3 FZ2 EC1 EI2 PA2 RE3 DI1 0.6

Zdroj: [vlastní zpracování]

Tab. 2: Numerické hodnoty proměnné DIS

Numerická interpretace	a	b	c	D
DI1	0,2	0,4	0,9	1,2
DI2	1,1	1,4	1,9	2,2
DI3	2,1	2,4	2,9	3,2
DI4	3,1	3,4	3,9	4,2
DI5	4,1	4,4	4,9	5,1

Zdroj: [vlastní zpracování]

Expertní systém hledá odpověď na proměnnou číslo 18 - *DIS*, navrženou jako funkci příslušnosti trapezoidálního fuzzy čísla. Tato proměnná dává doporučení, zda žádost o vybraný typ podpory V a V z veřejných zdrojů podat. Přiřazení hodnot jednotlivým proměnné *DIS* je uvedeno v Tab. 2. Hodnoty proměnné *DIS* vyjadřují doporučení pro management podniku, jak podnik splňuje kritéria pro podání žádosti na přímou podporu. Zařazení zkoumaného subjektu do skupin *DI1–DI3* indikuje možnost financování V a V nepřímou podporou.

4 Diskuze – verifikace metodiky

Verifikace metodiky byla provedena na 5 podnicích z primárního souboru. Jako první byla použita data malého podniku, typ společnosti – s.r.o. se sídlem v Brně. Podnik byl uživatelem přímé podpory z veřejných zdrojů na financování V a V. Doporučení expertního systému je uvedeno na Obr. 5.

Obr. 5: Odpověď expertního systému proměnné FZ

1 FZ3 8: 60.00 61.00 99.00 99.90 | 0.900 69 0.90
1 FZ2 8: 19.50 22.00 59.00 60.10 | 0.800 68 0.80 1

Zdroj: [vlastní zpracování]

Výstup expertního systému byl použit v dalším kroku. Ekonomická situace, hodnocená podle zvolených kritérií, sledovaného podniku byla z 90 % výborná, z 80 % byla dobrá. Obě odpovědi bylo možné použít v dalším rozhodovacím kroku. Při přípravě dat pro další zpracování expertním systémem byla dosazována hodnota, která byla určena při prvním dotazu do pozice páté proměnné a může nabývat hodnot $<0,1; 99,9>$. Hodnoty jsou

přiřazeny v trapezoidálních množinách. Při zpracování položených rozsahů proměnných systém podniku doporučil podle prohlášení 22 z 84 % financovat vlastní V a V typem přímé podpory. U dalších ověřovaných podniků z jiných regionů se výsledné doporučení expertního systému shodovalo se výsledkem skutečnosti, kdy podniky se žádostí o podporu V a V z veřejných zdrojů uspěly.

Při verifikaci metodiky byl dále položen dotaz expertnímu systému pro 6 náhodně vybraných podniků ze souboru podniků bez V a V. Jednalo se o podniky z různých regionů, s různou dobou aktivní činnosti a s různou velikostí. Nejprve bylo testováno finanční zdraví těchto podniků. Odpovědi expertního systému v některých případech odpověděly jednoznačně, u dvou podniků byly odpovědi rozporuplné, tedy se přibližovaly skutečnému rozhodování podniku. Pro jeden podnik nedokázal expertní systém najít odpověď. V definovaných prohlášeních nenalezl shodu na současnou situaci. I tato odpověď je použitelná pro další stupeň metodiky. V tomto případě se zadává proměnná *FZ* v dalším kroku jako rozptyl všech krajových hodnot. Příklad zadání dotazu do expertního systému pro jeden ze druhé skupiny podniků je uveden na Obr. 6.

Obr. 6: Příklad dotazu expertního systému na proměnnou *DIS*

7 370 376 379	7 9 9.37 9.5	7 12 15 18	7 2.5 2.8 2.9
7 0.3 1.2 1.3	7 23 25 27	7 1.6 1.7 1.8	7 49 51 53
7 1 3 4	7 1.2 1.3 1.5	7 96 97 98	7 2.5 2.6 2.8
			7 2.8 2.9 3

Zdroj: [vlastní zpracování]

Hodnoty proměnné *FZ* byly dosazeny do druhého rozhodovacího kroku a expertní systém vyhodnocoval doporučení pro podání projektu přímé podpory. Výsledná doporučení našel pro všechny vybrané podniky. Třem podnikům nebylo doporučeno podávat žádost o přímou podporu. Pro jeden podnik byla nalezena shoda v prohlášeních číslo 27 a 30; bylo doporučeno žádost podat určitě a určitě možná. U dalšího podniku byla odpověď rozporuplná v tom, že výstupem z metodiky bylo doporučení možná podat a určitě nepodávat. Zde by bylo potřebné metodiku doplnit slovním komentářem a podrobnější interpretací výsledků doporučení. Shoda totiž panovala pouze v proměnné *EI* – ekonomické vlivy, což je proměnná závislá na fiskální politice a tyto vlivy jsou proměnlivé.

Poslednímu testovanému podniku, jehož finanční zdraví bylo ohodnoceno slovníkem „nevím“, bylo podání žádosti doporučeno s vyjádřením „možná“. Ověření reálných výsledků bylo provedeno konzultací s managementem podniku a doplněno informacemi z výroční zprávy. Podnik, jehož finanční zdraví systém nedokázal přesně identifikovat a současně ostatní proměnné nebyly pro podání žádosti příznivé, skutečně žádost o přímou podporu nepodal. V následujícím roce však realizoval vlastní V a V specifické tiskárny formou nepřímé podpory, kterou uplatnil v příslušném zdaňovacím období.

Formulování metodiky bylo zaměřeno zejména na podniky, které ve zvoleném odvětví žádnou podporu nevyužívají. Jedním z hlavních cílů využití fuzzy logiky na bázi rozhodovací metodiky pro budoucí financování výzkum bylo navržení kreativní a praktické implementace reálných ukazatelů a znalostí s užitnou hodnotou pro management podniků. Je nutné akceptovat skutečnost, že přes doporučení expertního systému rozhoduje o výsledku přidělení podpory z veřejných zdrojů lidský subjektivní faktor. Potom zůstává prostor pro investice do V a V s nepřímou podporou, což je možné pokračování dalšího výzkumu.

Závěr

Cílem článku bylo vytvoření metodiky na podporu rozhodování managementu MSP pro podání žádosti o projekt přímé podpory V a V a její verifikace. Sestavení metodiky pomocí fuzzy logiky předcházelo posouzení současného stavu ve využívání V a V podpor v elektrotechnickém průmyslu. Z něj vyplynula skutečnost, že výrobní podniky, mimo velkých, zřídka využívají dostupné podpory V a V poskytované v ČR.

Pro vytvoření metodiky na principu rozhodování s vágními údaji bylo využito finančních ukazatelů úspěšných žadatelů o podpory V a V. Využitelnost metodiky v praxi byla ověřena na podnicích, které přímou podporu V a V čerpaly a na podniku, který využil nepřímou podporu V a V.

Ověření na vybraných podnicích odpovědělo na reálné podmínky při podávání žádosti. Proměnné byly v metodice postavené na podmínkách pouze jednoho programu podpory V a V. Úpravou hodnot proměnných je možné modifikovat metodiku na další programy otevírané v rámci výzev agentur poskytujících dotace na V a V. I při odpovědi expertního systému žádost nepodávat, případně možná podat, má podnik vysokou pravděpodobnost úspěchu při vytvoření projektu na nepřímou podporu, který je administrativně méně náročný. Ekonomický přínos pro podnik může mít přibližně stejnou hodnotu jako dotace přímá, v závislosti na podmínkách projektu.

Metodika je vhodným pomocníkem nejen pro malé a střední podniky, které uvažují o rozvoji formou investic do V a V, ale i pro společnosti zpracovávající podnikům žádosti o podpory. Rozhodování manažerů podniků s využitím expertního systému se rozšiřují možnosti spolupráce výzkumné instituce s podnikatelským sektorem, což je aktuální téma současnosti.

Využití fuzzy logiky pro sestavení metodiky přináší další možnost spojení matematické disciplíny a rozhodování v ekonomice.

Poděkování

Tento článek byl zpracován s podporou výzkumného projektu: FP-S-15-2825 Výzkum ekonomických faktorů a jejich dopad na konkurenceschopnost podniku, VUT v Brně.

Reference

- [1] BAGHANA, R., MOHNEN, P. Effectiveness of R&D tax incentives in small and large. *In Small Business Economics*. 2009, roč. 33, č. 1, s. 91-107. ISSN 1573-0913.
- [2] BANKOVNÍ INSTITUT. *Finanční analýza*. Praha: Bankovní institut, 1997.
- [3] *R&D Tax Incentives in Industry: Empirical Study Among Small and Medium Electronics Manufacturing Enterprises*. BOČKOVÁ, N. Toruń : Institute of Economic Research and Polish Economic Society Branch in Toruń, 2015. s. 235-251. ISBN 978-83-937843-7-0.
- [4] BOČKOVÁ, N. Visegrad Four Countries: Evalution in R&D Sectors of Performance. *In Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2013, roč. LXI, č. 4, s. 873-880. ISSN 1211-8516.

- [5] BUSOM, I., CORCHUELO, B., MARTÍNEZ-ROS, E.. Tax incentives... or subsidies for business R&D? *In Small Business Economics*. 2014, roč. 43, č. 3, s. 571-596. ISSN 1573-0913.
- [6] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. Ekonomické výsledky průmyslu ČR - 2012. 2014. [cit. 2014 -12-15]. Dostupné z WWW: <<https://www.czso.cz/csu/czso/ekonomicke-vysledky-prumyslu-cr-2012-b6vkuy5jdu>>.
- [7] DOSTÁL, P. *Pokročilé metody rozhodování v podnikatelství a veřejné správě*. Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, 2012. ISBN 978-80-7204-798-7.
- [8] Prediction of Firm Value with Financial Structure Items: An Implementation on Metal Industry. EKSİ, I., ÇAKIR, V., BUYUKKONUKLU, B., ÖZCALICI, M. Fourth International Conference FAM. 2011. S. 65-72. ISSN 1314-460X
- [9] ELSCHNER, CH.et al. What the design of an R&D tax incentive tells about its effectiveness: a simulation of R&D tax incentives in the European Union. *In The Journal of technology transfer*. 2011, roč. 36, č. 3, s. 233-256. ISSN 0892-9912.
- [10] EUROPEAN COMMISSION. Innovation Union Scoreboard 2014. 2014. [cit.2015-06-29]. Dostupné na WWW: <http://ec.europa.eu/enterprise/policies/innovation/files/ius/ius-2014_en.pdf>.
- [11] FLAHATI, A. a MIRZAEIAN, R. The Economic Analysis and Evaluation of the Investment projects with special References to the fuzzy Approach. *In Life Science Journal – Acta*. 2012, roč. 9, č. 3, s. 2691-2695. ISSN 1097-8135.
- [12] GONZALEZ, X. a PAZO, C. Do public subsidies stimulate private R&D spending? *Research Policy*. 04 2008, Sv. 37, 3, stránky 371-389.
- [13] GOTTWALD, S. *A Treatise on Many-Valued Logics*. Baldock, Hertfordshire: Research Studies Press Ltd., 2001. ISBN 978-0-86380-262-1.
- [14] JAMSHIDI, M., REUTER, M., ANDINA, D., JAMSHIDI J. S. Real investment valuation model for very large industrial real investments. *In Soft Computing with Industrial Applications*. 2004, roč. 17, s. 379-384. ISBN 1-889335-23-1
- [15] LENGYEL, B., CADIL, V. Innovation Policy Challenges in Transition Countries: Foreign Business R&D in the Czech Republic and Hungary. *In Transition Studies Review*, 2009, roč. 16, sv. 1, s. 174-188. ISSN 1614-4007.
- [16] LOKSHIN, B., MOHNEN, P. Do R&D tax incentives lead to higher wages for R&D workers? Evidence from The Netherlands. *In Research Policy*, 2013, roč. 42, č. 3, s. 823-830. ISSN 0048-7333.
- [17] MARČEK, M. PANČÍKOVÁ, L., MARČEK, D. *Ekonometria a soft computing*. Žilina: EDIS – vydavatel'stvo ŽU, 2008. ISBN 978-80-8070-746-0.
- [18] NOVÁK, V. *Základy fuzzy modelování*. Praha : BEN – technická literatura, 2000. 175 s. ISBN 80-7300-009-1.
- [19] SEDLÁČEK, J. *Finanční analýza podniku*. 2. vydání. Brno: Computer Press, 2011. 152 s. ISBN 978-80-251-3386-6.
- [20] Úřad vlády České republiky. *Analýza stavu výzkumu*. 2014. [cit. 2014-02-16]. Dostupné na WWW: < <http://www.vyzkum.cz/FrontClanek.aspx?idsekce=711241>>.

- [21] VSFS. *Finanční analýza - poměrové ukazatele*. 2012. [cit. 2014-10-25].]. Dostupné na WWW: <https://is.vsfs.cz/el/6410/leto2012/N_MaEk/um/ME_II._cast_Financni_analyza_Pomerove_ukazatele_FA.pdf>.
- [22] WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Competitiveness Report 2014–2015. 2014. [cit. 2015-06-30]. Dostupné na WWW: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_GlobalCompetitivenessReport_2014-15.pdf>.

Kontaktní adresa

Ing. Nina Bočková, Ph.D.

VUT v Brně, Fakulta podnikatelská, Ústav ekonomiky

Kolejní 2906/4, 612 00 Brno, Česká republika

E-mail: bockova@fbm.vutbr.cz

Tel. číslo: +420 541 143 725

Received: 12 08. 2015

Reviewed: 16. 09. 2015, 16. 09. 2015

Approved for publication: 17. 12. 2015